

CHAPITRE V

LA PRAIRIE TEMPORAIRE

I. DÉFINITION ET HISTORIQUE.

a) Définition.

La prairie temporaire est une culture pure de *graminées* ou une association de *graminées et légumineuses pluriannuelles* cultivée pour être pâturée, fanée ou ensilée, et occupant dans la rotation une *sole de durée variable*. Plus simplement encore, la prairie temporaire est une *prairie assolée, une culture d'herbe*.

Préconisée dès le **XVI^e** siècle par Olivier **DE SERRES**, dans son *Théâtre d'Agriculture*, la prairie temporaire n'a été qu'assez rarement pratiquée en Europe, jusqu'au début du **XX^e** siècle.

b) La prairie temporaire en Grande-Bretagne : le **ley farming**.

L'idée d'introduire une surface d'herbe dans la rotation est née en Grande-Bretagne du développement de la culture des légumineuses, du Trèfle violet notamment, introduit vers 1603, puis du Trèfle blanc.

Dès 1750, des prairies de 1 à 2 ans, semées en Trèfle et Ray-grass vivace ou de plus longue durée avec Sainfoin, furent utilisées.

L'influence favorable de la prairie sur la fertilité des sols fut remarquée, dès cette époque, et mise à profit lors des guerres napoléoniennes qui obligèrent l'Angleterre à produire plus de céréales.

Ce n'est cependant qu'en 1898, que R. **H. ELLIOT**, dans un ouvrage resté célèbre *The Chiton Park system of farming* propose la prairie temporaire comme pivot de la fertilité des sols dans un assolement et jette ainsi les premières bases de la théorie du « **ley farming** ».

C'est grâce aux travaux de **SOMERVILLE** et **GILCHRIST** (1889-1897) sur les conditions d'utilisation du trèfle blanc dans les prairies, et le rôle fertilisant des sables de déphosphoration; grâce ensuite aux travaux entrepris à partir de 1919 par la Station de Recherches Fourragères d'**Aberystwith**, sous la direction de G. **STAPLEDON**, puis W. **DAVIES** que la théorie du « **ley farming** » s'est précisée et peu à peu la prairie temporaire s'est développée.

Le **ley farming** n'est autre qu'un *système de culture* dans lequel la prairie est incluse dans la rotation : le « **ley** » est une surface d'herbe semée en tant que partie intégrante de la rotation, donc destinée à être retournée à une *date prédéterminée*. Le **ley farming** n'est, en somme, qu'une généralisation à la prairie du système des cultures alternées préconisé et utilisé depuis fort longtemps par les agronomes (jachère-blé, etc...).

c) La prairie temporaire en France.

Bien que très peu pratiquée en France jusqu'en 1950 environ, la prairie temporaire était, cependant, rencontrée dans certaines régions à production fourragère assez intensive, notamment dans l'Ouest (Bretagne). On a pratiqué aussi, à la fin du XIX^e siècle, à la suite des essais faits par GOETZ (1870) le retournement et le **resemis** d'espèces fourragères pour culture de durée limitée (« prairie Goetz »). Cependant, en raison de leur *dégradation rapide*, ces prairies furent fort critiquées par les agronomes du siècle dernier (BOITEL, BERTHAULT, HEUZÉ).

L'extension de la prairie temporaire en France (et en Europe) n'est donc que très récente (voir chapitre i). Son succès relatif est imputable, sans aucun doute :

— à une maîtrise meilleure des techniques d'implantation, d'exploitation et de fertilisation de cette prairie;

— à la création, par sélection, d'un *matériel végétal amélioré* inexistant jusqu'alors, notamment de variétés de précocités échelonnées, assurant un meilleur étalement de la production printanière.

II. ÉTABLISSEMENT DE LA PRAIRIE.

A. PRÉPARATION DU SOL.

Les modalités de préparation du sol, pour l'établissement d'une prairie, ont pour bases essentielles :

- la faible dimension des semences utilisées;
- la germination relativement lente de ces semences;
- la lenteur de réalisation des premiers stades de développement des plantules;
- la durée de la prairie.

1⁰ PRÉCÉDENT CULTURAL.

Deux cas principaux sont à envisager :

a) Semis sur défriche de prairie (permanente, temporaire, ou artificielle). Les jeunes plantules, à développement lent, vont bénéficier de l'azote libéré progressivement par l'humus laissé en quantité notable, également de la structure du sol favorable au développement rapide du système racinaire.

b) Semis sur terre cultivée depuis longtemps. Le stock d'humus et d'azote **minéralisable** est beaucoup plus faible, parfois inexistant. La structure du sol est souvent très médiocre.

Le meilleur précédent est donc une prairie elle-même. Cependant, le rôle de la prairie étant lui-même d'améliorer (ou de maintenir) la richesse en humus d'un sol, et par conséquent sa structure, il sera fréquent d'établir la prairie derrière une culture annuelle (céréale, par exemple).

20 MODE DE **LABOUR**.

Le labour doit permettre :

- à la **matière organique** laissée par le précédent « prairie » de se minéraliser

le plus rapidement; l'émiettement du « feutre » **racinaire** et de la base des tiges doit constituer la première phase du travail. On utilisera la houe rotative;

— **au système racinaire** des graminées de se développer dans une zone aussi profonde **que** possible du sol. Un labour profond (30 cm) devra donc être la seconde phase du travail.

3° FAÇONS SUPERFICIELLES PRÉPARATOIRES AU SEMIS.

Les semences très fines, à enveloppes plus ou moins dures (grains vêtus, graines dures chez les légumineuses) doivent être placées sur une terre *très fine*, en surface, et par ailleurs, *bien tassée*, assurant une remontée d'eau capillaire.

Dès lors, sitôt le labour, on procède :

— à un écrasement et une pulvérisation des mottes par pulvérisateur à disques ou cultivateur canadien;

— puis à un tassement et broyage par rouleau **crosskill** et herse lourde;

— enfin, au passage, juste avant le semis, d'un rouleau spécialement conçu pour la préparation du lit de semences, le *cultipacker*.

4° AMENDEMENTS ET FUMURE A L'ÉTABLISSEMENT.

a) Amendement et fumure de fond.

La prairie étant établie pour durer plusieurs années on enfouira *au labour* :

— **un amendement calcique**. 2 à 4 t/ha de chaux, s'il y a lieu, sous forme de calcaire broyé, marne, maërl brut, dolomie broyée;

— **une fumure organique**. Dans la mesure où la prairie vient sur sol cultivés pauvre en matière organique, on enfouira, soit 30 t/ha de fumier, soit, un **engrai**, vert (Vesce-Avoine, ou Pois);

— **une fumure phospho potassique** importante. 100 à 130 kg/ha de P_2O_5 (scories, phosphates naturels) et 120-150 kg/ha de K» (chlorure, sylvinite ou binaire).

b) En couverture, au semis.

Avant le dernier passage de la herse ou du **crosskill**, apporter une fumure de démarrage (« starter ») de 20-30 kg/ha de P_2O_5 (superphosphate) et 30-40 kg/ha d'azote (**ammonitrate**).

B. SEMIS.

1° ÉPOQUE DE RÉALISATION.

L'époque doit être choisie de telle façon que :

a) **La jeune plantule soit bien alimentée en eau**. Tout abaissement de la teneur en eau du lit de semences au-dessous d'un certain seuil caractéristique de l'espèce (60 % de la capacité de rétention pour un Ray-grass) conduit à une mauvaise levée ou à un flétrissement après levée. Pour cette raison, la fin d'été et l'automne sont des périodes généralement favorables en France.

b) La résistance des espèces aux conditions climatiques extrêmes soit assurée. Semées tôt au printemps (15 mars - 15 avril) les plantules peuvent développer un système racinaire important avant l'apparition du déficit hydrique.

Si le semis se fait d'automne, il faut que la plante atteigne un stade suffisant de développement avant les froids (début tallage chez les graminées); il y a donc nécessité de semer précocement les variétés les plus sensibles au froid, et les plus lentes à s'établir.

Par exemple, en Bassin Parisien, on sèmera :

les Dactyles, au plus tard, début septembre;

les Ray-grass anglais avant la mi-septembre;

les Ray-grass italiens avant la fin septembre;

Ces dates seront avancées, de 10 à 15 jours, dans l'Est,
retardées, de 10 à 15 jours dans l'Ouest.

c) Les besoins en fourrage à certaines époques. En semis de printemps, une graminée *alternative* va épier l'année même (juillet) et accuser une baisse sensible de production en août. Au contraire, un type *non alternatif* va former uniquement des feuilles et assurer une production continue d'herbe l'année du semis.

En semis d'automne, l'un et l'autre épieront au printemps et accuseront un déficit d'été.

Donc, dans la mesure où, en fonction du temps de travaux disponibles, on donnera la préférence au semis d'automne, réserver néanmoins une partie de surfaces à réensemencer (1/4 à 1/3) au *semis de printemps de variétés non alternatives*.

2° MÉTHODE D'EXÉCUTION

L'expérience montre que le semis doit être *très superficiel*. L'enfouissement ne doit guère dépasser, selon **CAPUTA, SCHEIGROND** et **SONNEVELD** :

Ray-grass anglais, Fétuque des prés, Fléole	1,5 cm
Dactyle	2-2,5 cm
Ray-gras italien	4-5 cm
Luzerne, Trèfle violet, Trèfle blanc	1-1,5 cm

Le semis sera réalisé, soit à *la volée*, soit au *semoir en ligne*, soit au *cultipacker-seeder*.

Graminées et légumineuses pourront être semées soit en mélange, soit en lignes alternées (Ex.: 1 ligne de Dactyle, 1 ligne de Luzerne).



Un rouleau cannelé-semoir (cultipacker-seeder).

Photo S.P.J.E.A.



Photo S.C.P.A.

État du sol après semis de prairie temporaire.

Les doses de semences à utiliser sur terre bien préparée seront de l'ordre :

Ray-grass anglais	12-15 kg/ha	Trèfle blanc	1-1,5 kg/ha
Dactyle	12-15 kg/ha	Trèfle violet	15 kg/ha
Fétuque des prés	15-20 kg/ha	Lotier	4-5 kg/ha
Fléole	5-6 kg/ha	Luzerne	15 kg/ha

3⁰ UTILISATION D'UNE CULTURE - ABRI.

Il est très courant, en semis de printemps, de semer la prairie sous une *culture abri* : telle une avoine ou une orge. Cette technique comparée à un *semis sur sol nu*, peut avoir certains avantages :

- récolte assurée de 40 à 45 q/ha d'avoine ou d'orge (soit 3 500 à 4 500 UF directement *stockables* ;
- préparation du sol plus soignée;
- limitation du développement des adventices.

Elle présente cependant quelques inconvénients sérieux :

- durant la phase « abri », la jeune prairie subit une concurrence importante de la céréale-abri pour l'eau, les éléments minéraux, la lumière;
- à la récolte de la céréale, la jeune prairie est brutalement exposée à la lumière et à la sécheresse d'été.

Si, dans l'Ouest, la technique du semis sous abri semble fondée, par contre, en région plus continentale, le semis sur sol nu apparaît préférable.

III. CHOIX DES ESPÈCES ET DES VARIÉTÉS.

A. PRAIRIE A FLORE COMPLEXE OU CHAÎNE D'AFFOURAGEMENT?

La technique du **ley farming** développée en Grande Bretagne, a depuis fort longtemps démontré que le choix d'un *petit nombre d'espèces de* graminées et légumineuses permet :

- de mieux contrôler ultérieurement l'évolution de la flore de la prairie et par conséquent, sa durée de production;

- d'autre part, de tirer le meilleur parti des conditions locales du milieu. Néanmoins, tenant compte de la nécessité pour la prairie de produire pendant la plus grande partie de l'année, on associe très fréquemment :

- 2 à 3 espèces à période de production très étalée. Ex. : Fétuque et Fléole;
- et par espèce, 2 à 3 variétés de précocité échelonnée : Ex. : Ray-grass anglais; variété 'S 23', 'S 24' et 'S 101'; Trèfle blanc : variété 'Nouvelle Zélande' et 'S 100'.

L'École française (MAYER, **REBISCHUNG**) a considéré qu'avant tout il faut, pour *cultiver, exploiter et fertiliser rationnellement* une prairie, ne semer qu'au maximum deux espèces, une graminée et une légumineuse, et par espèce, *une seule variété*. On arrive ainsi à la notion de prairie temporaire *spécialisée* à tel milieu (sol, climat), à durée de production et *précocité* donnée.

Dans ces conditions, il est nécessaire d'implanter, non plus une seule prairie, mais une *série de prairies temporaires* de précocités échelonnées, assurant une production continue d'herbe durant la période la plus longue de l'année, c'est-à-dire une *chaîne d'affouragement*.

Divers arguments ont été développés à l'encontre de la technique des mélanges simples et de la chaîne d'affouragement : difficulté de réussite du semis ; difficulté de « programmation » de la production de l'herbe; carences alimentaires possibles; rendements pas supérieurs et plus irréguliers que les mélanges complexes; dégradation plus rapide de la flore; complexité pour l'agriculteur du choix des espèces et variétés.

— Il ne fait aucun doute que cette technique suppose une bonne maîtrise de la culture et de l'exploitation de la prairie.

Cependant elle seule, utilisant un mélange *génétiquement et physiologiquement bien défini*, permet d'appliquer des techniques d'exploitation *véritablement rationnelles*.

B. CHOIX DE LA GRAMINÉE.

La graminée étant l'élément principal, voire exclusif, de production de la prairie, son choix revêt la plus haute importance.

¹⁰ CHOIX DE L'ESPÈCE.

Le choix entre les quatre espèces qui méritent par leur productivité élevée d'attirer l'attention du praticien, les Ray-grass, les Fétuques, le Dactyle, la Fléole, va dépendre de divers facteurs.

a) Les caractéristiques du milieu.

Régime hydrique. Là où la pluviométrie est régulièrement répartie dans le temps — sans sécheresse estivale prononcée (Ouest Atlantique) où les sols ont une capacité de rétention en eau moyenne (50 %), les quatre espèces pourront avoir leur place, celle du Ray-grass anglais pouvant être prépondérante.

Là où le déficit estival est prononcé (conditions très fréquentes en France) des espèces à bonne résistance à la sécheresse (Fétuque élevée, Dactyle) auront nécessairement une place importante.

Enfin, dans le cas de terres submergées (fonds de vallées inondables) ou très humides (sous-sols très argileux), la *Fétuque élevée*, la *Fétuque des prés* et la *Fléole* seront recommandées.

Froid. Dès que l'on aura choisi d'implanter ses prairies à l'automne, le choix de l'espèce sera fonction de la résistance au froid et de sa vitesse d'établissement. Si cette dernière est faible, l'espèce choisie risque de ne pas avoir atteint un stade de développement suffisamment avancé au moment des froids. Dès lors, pour une date de semis donnée, et en particulier tardive, seront éliminées les espèces à résistance au froid et vitesse d'établissement insuffisantes (Ex. : Dactyle). Par voie de conséquence ces espèces devront être implantées les premières.

b) La durée de la prairie.

On choisira :

— pour une prairie de très courte durée, un an maximum : le Ray-grass italien alternatif;

— pour une prairie de courte durée : deux ans maximum : le Ray-grass italien non alternatif;

— pour une prairie de moyenne durée : trois ans : le Ray-grass hybride, la Fétuque des prés;

— pour une prairie d'assez longue durée : quatre à cinq ans : le Dactyle, le Ray-grass anglais, la Fétuque élevée, la Fléole.

c) La date de première exploitation.

Dès lors que l'on désire une mise à l'herbe extrêmement précoce, si les sols le permettent, la chaîne d'affouragement doit comprendre des espèces très précoces, telles la Fétuque élevée et le Dactyle. Toutefois, le *choix variétal* et le système d'exploitation et de fertilisation seront aussi à considérer.

2° CHOIX DES VARIÉTÉS.

Nature des variétés.

Toutes les graminées prairiales sont allogames. Leur fleur étant par ailleurs, hermaphrodite, il est impossible d'envisager la création de variétés véritablement F_1 , issues de l'hybridation d'une lignée pure (« inbred »), castrée manuellement par une autre lignée pollinisatrice. Il en résulte que la variété cultivée est une *variété synthétique*. La semence commerciale résulte de plusieurs générations de multiplication d'une semence de départ, issue elle-même de l'interfécondation naturelle (« polycross ») de quelques lignées (ou souches) inbred de base (6 à 10 m général).

b) Caractères culturaux.

Les diverses variétés synthétiques qui sont actuellement commercialisées pour chaque espèce répondent par ailleurs à un certain nombre d'objectifs de sélection qui sont :

L'homogénéité. Exploiter rationnellement la prairie suppose l'existence d'un peuplement homogène, composé d'individus ayant tous la même vitesse de croissance, réagissant de la même façon aux traitements appliqués (fumure, pâturage ou fauche).

En réalité et compte tenu de leur nature génétique, les variétés actuelles ne peuvent être aussi homogènes qu'une lignée pure ou qu'une Fi; entre individus peut exister une différence de précocité d'épiaison de deux à trois semaines.

La précocité. Un autre objectif de sélection a été d'assurer par une variabilité aussi grande que possible de la précocité des variétés, une production d'herbe quasi continue. C'est ainsi que, chez le Dactyle, chez le Ray-grass anglais, entre les variétés les plus précoces, et les plus tardives, un écart de près d'un mois existe à l'épiaison.

Ex. : date de montée (10 cm) de quelques variétés de Dactyle et Ray-grass anglais, à Rennes :

	<i>Dactyle</i>	<i>1965</i>	<i>1966</i>	<i>Ray grass anglais</i>	<i>1965</i>	<i>1966</i>
'Ariès' (très précoce)		3 avril	10 avril	'Primevère'	6 mars	30 avril
'Prairial' (tardif)		8 mai	30 avril	'Melle Pâture'	6 juin	29 mai
Ecart (en jours)		35	20	Ecart (en jours)	31	29

La régularité de production. Résistances à la sécheresse, aux parasites (rouilles en fin d'été notamment), au froid, au piétinement, sont autant de facteurs de la régularité de production.

La productivité. Celle-ci se situe actuellement (1968) dans la moitié Nord de la France et pour un régime « pâture » aux environs de :

de 10 à 12 t/ha de MS chez le Ray-grass Italien 'Riva'

de 9 à 10 t/ha de MS chez la Fétuque élevée 'Manade' et le Dactyle 'Floréal'

de 6 à 8 t/ha de MS chez le Ray-grass anglais 'Melle Pâture' et la Fétuque des Prés 'S 215'.

Création d'une prairie temporaire sur une défriche de bois non dessouchée.
A gauche : vue générale. — A droite : l'implantation aux alentours d'une souche.

Photos S.P.



La qualité fourragère. Une meilleure appétence a été recherchée en particulier chez la Fétuque élevée 'Manade'.

Le tableau V-1 résume les caractéristiques de précocité des principales variétés de graminées inscrites au Catalogue (1968).

TABLEAU V-1. — *Précocité des variétés inscrites au catalogue.*

Espèces Groupes de précocité	Avril	Mai	Juin	Variétés inscrites au catalogue (1966)
Fétuque élevée				
Précoce	▲	■		Manade S. 170 Ludion
Demi-précoce		▲	■	
Tardive		▲	■	
Dactyle				
Ultra-précoce	▲	■		Ariès - Montpellier (pour le sud de la France) Germinal Floralé Daprimé Chantemille - Prairial - Taurus - Karo, S. 26, S. 37
Précoce	▲	■		
Demi-précoce	▲	■		
Demi-tardif	▲	■		
Tardif		▲	■	
Très tardif		▲	■	
Fétuque des prés				
Très précoce		▲	■	Féro Combi E, Daphne, Largo, Naiade, Pajdjerg, Séquana, S. 215, Trifolium, Weidetype, Barenza, Steinacker S. 53
Demi-précoce		▲	■	
Tardive		▲	■	
Ray-grass anglais				
Précoce		▲	■	Primevère, Raidor, S. 24, Verna III Melle Fauche Pâture, Réveille Ø tofte Dux III, trifolium Viktoria III Hora, Bocage, Réal Perma Melle Pâture
Demi-précoce		▲	■	
Intermédiaire		▲	■	
Demi-tardif		▲	■	
Tardif		▲	■	
Très tardif		▲	■	
Ray-grass italien				
Alternatif	▲	■		Billion, Rita, Wester- wold Barenza Fat, Itaque, Rir a, Tétrone, Tiara, Tedis
Non alternatif	▲	■		
Ray-grass Hybride				
	▲	■		Grasslands Manawa, lo
Fléole				
Précoce		▲	■	Erecta, Maintenon, Ø tofte A III S. 51, Pécora S. 48
Demi-précoce		▲	■	
Tardive		▲	■	

On verra ultérieurement comment, en fonction du rythme d'exploitation, pourra être déterminée, la **chaîne d'affouragement**.

C. CHOIX DE LA LÉGUMINEUSE.

1° CHOIX DE L'ESPÈCE.

Cinq espèces présentent un intérêt réel en association avec une graminée : le Trèfle blanc, la Luzerne, le Trèfle violet, le Sainfoin, le **Lotier**.

a) **Le, Trèfle blanc** est l'espèce la plus couramment utilisée car son rythme de croissance pratiquement *continu* permet de l'associer à toutes les graminées. Il est de plus :

— il est très *résistant à la pâture* : exigeant en lumière, il prend même de l'extension lorsque la prairie est soumise à un pâturage intensif mais tend à disparaître dans les prairies de fauche;

— il peut améliorer considérablement le *taux de consommation* des graminées les moins *appétentes* (Fétuque élevée, Dactyle);

— par contre, il manque de résistance à la sécheresse. Dès lors, sur sols très desséchants en été (*rendzines*), on doit le compléter ou le remplacer par des **Lotiers**.

b) **La Luzerne** est de plus en plus fréquemment utilisée en association avec les graminées (Dactyle et Fétuques, notamment) en raison :

— de sa grande tolérance à la sécheresse;

— de sa bonne pérennité;

— des possibilités offertes aujourd'hui par les amendements et *l'inoculation* de l'implanter dans des sols n'en ayant jusque-là jamais porté, ou assez acides.

c) **Le Trèfle violet** garde malgré tout la préférence des agriculteurs dans les régions à climat océanique et à sols peu favorables à la luzerne (terres siliceuses ou acides, sols trop humides ou trop lourds). Cependant, il est beaucoup moins persistant que la Luzerne et ne convient vraiment que pour les prairies de courte durée, à base de *Ray-grass d'Italie* par exemple.

d) **Le Sainfoin, le Lotier**, ne sont guère utilisés aujourd'hui que dans certains cas particuliers (sur sols calcaires, peu profonds, pour pâturage par les ovins).

2° CHOIX DE LA VARIÉTÉ.

a) L'élément principal de choix *variétal*, dans chaque espèce, sera la **précocité**. A cet égard, une amplitude importante de variation existe tant chez la luzerne et le trèfle violet (voir chap. VI, p. 105).

b) **L'équilibre — graminée — légumineuse** sera aussi à considérer.

Dans une étude comparative de cinq variétés de Luzerne ('Du Puits', 'Rhizoma', 'Challans', 'Luçon' et 'Poitou') en mélange avec une même variété de Dactyle ('Floréal', Hentgen et Le Guillard (1962) ont montré que non seulement le rendement du mélange est fonction de la variété de Luzerne (ainsi celui avec 'Du Puits' est supérieur aux autres mélanges de variétés), mais que l'équilibre est également variable : le mélange avec 'Rhizoma' est supérieur à celui avec 'Challans' ou encore ceux avec 'Luçon' ou 'Poitou' sont supérieurs à ceux avec 'Du Puits'.

IV. EXPLOITATION DE LA PRAIRIE TEMPORAIRE.

Le mélange végétal constitutif de la prairie temporaire étant génétiquement et physiologiquement bien défini, il est possible de lui appliquer un certain nombre de principes d'exploitation bien précis. Ceux-ci intéressent principalement :

- la date de première exploitation;
- le rythme d'exploitation;
- la hauteur de coupe.

De l'observation de ces principes, découlent l'organisation et la conduite rationnelles de la chaîne d'affouragement.

A. INFLUENCE DE LA DATE DE PREMIÈRE EXPLOITATION.

L'étude de la physiologie des graminées, et plus particulièrement des phénomènes accompagnant la montée (régression des talles herbacées, ralentissement de l'activité radiculaire, accumulation de substances de réserves. V. chap. in, pages 35-37) nous a fait apercevoir l'incidence que peut avoir la date de première exploitation sur le rendement de la prairie.

De diverses expériences réalisées en France à ce sujet, il est possible de conclure ce qui suit :

1° INFLUENCE SUR LE RENDEMENT ANNUEL.

a) En matière sèche.

De façon quasi systématique, une première exploitation à l'épiaison (fauche) permet, quelles que soient les conditions de l'année, une production totale annuelle en matière sèche supérieure à celle obtenue dans un système à première exploitation plus précoce (pâture) (Tableau V-2).

TABLEAU V.2. — Influence du stade de première coupe sur le rendement annuel en matière sèche (t/ha).

ESPÈCES	ANNÉES	DÉPRIMAGE SUIVI DE « 10 Cm »	10 CM	DÉBUT ÉPIAISON	FLORAISON
Ray-grass d'Italie (Lusignan)	1965	12,8	13,7	16,0	13,5
	1966	9,7	10,9	9,9	8,9
	TOTAL	22,5	24,6	25,9	22,4
Dactyle Floréal (Rennes)	1964	8,9	9,6	9,1	12,6
	1965	9,8	11,0	14,2	14,2
	TOTAL	18,7	20,6	23,3	26,8
Fétuque élevée (Lusignan)	1964	7,0	8,1	9,1	9,8

Très généralement le rapport $\frac{\text{Rendement P\^at\^ure}}{\text{Rendement Fauche}}$ se situe aux environs de 80 % pour la plupart des espèces.

b) En énergie et matières protéiques.

Nous savons qu'au premier cycle, il y a une diminution de la teneur en azote depuis le début de la montée, et de la **digestibilité** peu avant l'épiaison. La date de première coupe va donc influencer beaucoup sur la qualité de la matière récoltée en une ou plusieurs fois jusqu'au début de l'été, c'est-à-dire sur 50 à 70 % de la production.

Compte tenu toutefois de l'augmentation du rendement en matière sèche jusqu'à l'épiaison, le rendement énergétique à l'hectare passe par un maximum au *début de l'épiaison*, le rendement protéique n'est lui-même que peu inférieur à celui obtenu avec une première exploitation de début de montée (Tableau V-3).

TABLEAU V-3. — Influence du stade de première coupe sur la production alimentaire à l'hectare d'un Ray-grass d'Italie (d'après MANSAT, 1966).

	DÉPRIMAGE SUIVI DE " POINT 10 CM "	POINT 10 CM	ÉPIAISON	FLORAISON
1965 UF MAD	11 044 1250	11 768 1 260	13 377 1 240	10 799 900
1966 UF MAD	7 823 993	8 774 840	7 956 802	5 315 346
TOTAL (1965-1966) UF MAD	18 867 2 243	20 542 2 100	21 333 2 042	16 114 1 246

2° INFLUENCE SUR LA RÉGULARITÉ DU RENDEMENT.

Lorsqu'on envisage la régularité de production saisonnière, on s'aperçoit que les rendements les mieux répartis dans l'année sont obtenus par des systèmes d'exploitation dont la première coupe a lieu entre 5 et 15 cm d'élongation de la tige; ceci grâce à un étalement de « la flambée » de croissance printanière (figure V-1). Dès lors que l'on cherche à exploiter la prairie par pâturage, le *début de la montée* apparaît donc comme un stade optimal pour la première exploitation.

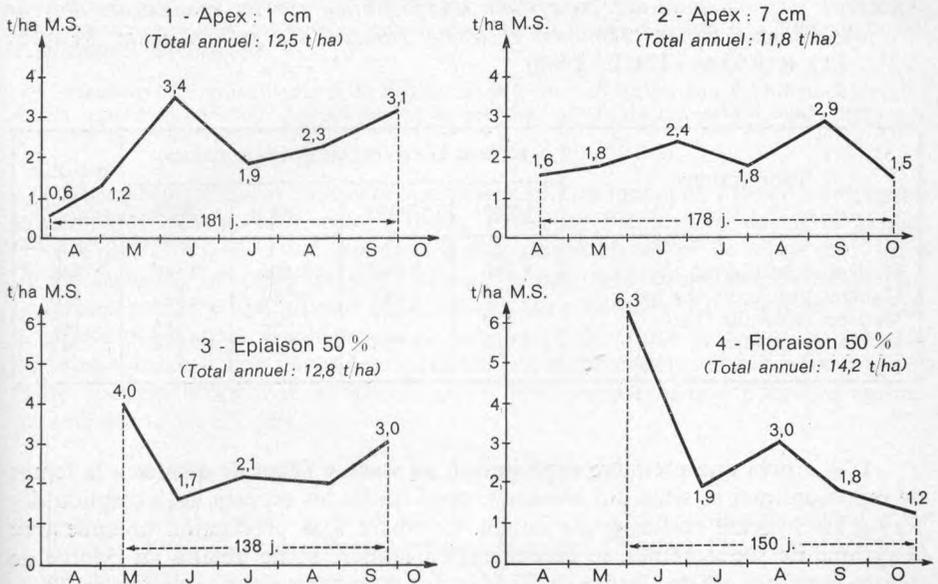


FIG. V-1. — Influence de la date de coupe sur la régularité de production d'un dactyle germinal.

(Le Pin 1960, d'après LAISSUS *et al.*)

B. INFLUENCE DU RYTHME D'EXPLOITATION.

Nous savons (chap. ni) que si l'on exploite la graminée à intervalles trop rapprochés, l'on provoque un épuisement des réserves de la plante, préjudiciable à sa productivité et à sa longévité. Un certain nombre d'expériences (INRA-ITCF) ont montré que le temps de repos optimal se situe aux environs de 4 à 6 semaines (Tableaux V-4 et V-5).

TABLEAU V-4. — Influence du rythme d'exploitation, après première coupe au stade « début montée » sur le rendement d'un Dactyle 'Floral' (d'après REBISCHUNG et MAHOU, 1960).

RYTHME D'EXPLOITATION	RENDEMENTS (t/ha)	
	Vert	Matière sèche
Quatre semaines	41,2	9,18
Alternance 4 et 6 semaines	42,7	9,91
Alternance 4 et 8 semaines	39,8	9,70
Six semaines	51,3	12,41
Alternance 6 et 8 semaines	41,9	10,74
Huit semaines	37,1	9,45

TABLEAU V-5. — *Influence du rythme d'exploitation sur les rendements moyens d'une Fétuque élevée 'Manade' et d'une Fétuque des prés 'Naiade'* (d'après Ph. PLANCQUAERT - ITCF, 1966).

PRODUCTIONS	RYTHME D'EXPLOITATION (en semaines)				p. p. d. s. (%)
	Deux	Quatre	Six	Huit	
Matière sèche (kg/ha)	5 740	7 380	8 500	7 540	748
Matières protéiques (kg/ha)	981	1 443	1 587	1 237	225
Matières minérales (kg/ha)	718	901	1 005	821	115
Unités fourragères	4 615	5 784	6 521	5 678	589

1 — Après une première exploitation au stade « début de montée » le temps de repos optimal se situe à 6 semaines, pour toutes les espèces, à l'exception des Ray-grass hybride et Ray-grass italien. Comparé à la production obtenue avec le rythme de six semaines, le rendement en matière sèche obtenu au rythme de quatre semaines est de l'ordre de 75 %, celui du rythme deux semaines de 50 %, celui du rythme huit semaines égal ou inférieur.

Les rendements en matières protéiques et en unités fourragères sont parfois équivalents entre 4 et 6 semaines (moins de cellulose et plus d'azote au rythme 4 semaines tendent à compenser le moindre rendement en matière sèche).

Les Ray-grass hybrides peuvent, par contre, être exploités tous les quatre à cinq semaines sans baisse de rendement en matière sèche et avec amélioration de la qualité.

Le Ray-grass italien a encore une baisse de rendement en matière sèche au rythme quatre semaines, mais l'amélioration de la qualité du fourrage compense cette perte.

2 — Après une première exploitation au stade « floraison », les rendements les meilleurs sont obtenus au rythme de 6 semaines, chez les espèces et variétés précoces. Par contre, chez les Fléoles et les Ray-grass italien ou hybrides, espèces tardives ou ayant une repousse estivale très faible, le rythme de 4 semaines peut être équivalent au rythme de 6 semaines.

C. INFLUENCE DE LA HAUTEUR DE COUPE.

On a vu qu'une défoliation trop intense, provoquée par une coupe à ras (surpâturage) devrait avoir, en raison de la consommation accrue des réserves qu'elle entraîne, une incidence sur la repousse et donc sur le rendement annuel et la pérennité de la plante.

STAPLEDON, TORTENSON *et al.* obtiennent effectivement des diminutions de rendements en coupes courtes mais ces auteurs ont tous utilisé des temps de repos très courts entre les exploitations (2 semaines).

FOLKINS (1961) travaillant sur du **Brôme** coupé à intervalles assez longs, obtient des rendements supérieurs en coupe courte lors de la première année d'exploitation, mais inférieurs lors de la seconde.

Cependant, d'autres expériences réalisées à l'étranger et en France sur diverses graminées (Dactyle, Ray-grass d'Italie, Fétuque, Fléole) ces dernières années (INRA — ITCF), il ressort que dans la mesure où un temps de repos de l'ordre de *six semaines* est observée entre chaque coupe, une coupe assez rase (2 cm) ne semble pas provoquer d'effet dépressif sur le rendement. Au contraire, lorsque la plante est coupée régulièrement à ras (barre de coupe à 2 cm) en système « pâture » ou « fauche », le rendement annuel de matière sèche, d'unités fourragères et de matières protéiques est généralement plus important que pour des coupes plus hautes (7 ou 15 cm).

TABLEAU V-6. — *Influence de la hauteur de coupe sur la production annuelle du Dactyle 'Ariès' et de la Fétuque élevée 'Manade'* (d'après **Ph. PLANCQUAERT - ITCF, 1966**).

HAUTEUR DE COUPE	DACTYLE 'ARIÈS'				FÉTUQUE 'MANADE'			
	à ras	7 cm	15 cm	p.p.s. (5%)	à ras	7 cm	15 cm	p.p.d.s. (5%)
Mat. sèche (kg/ha)	6 618	6 026	4 936	683	7 862	7 152	6 201	956
Mat. protéiques (kg/ha)	1 211	1 097	869	181	1 352	1 203	900	N S
Unités fourragères	4 797	4 252	3 518	895	6 109	5 463	4 452	799

Pratiquement donc, la hauteur de coupe avec des *machines de récolte* semble de peu d'importance, si un temps de repos de six semaines entre coupes est respecté. Il faudra, cependant, éviter de descendre trop bas si l'on veut éviter d'inclure de la terre ou des éléments étrangers dans le fourrage : les coupes peuvent donc **valablement** être faites entre **4** et 6 cm.

Dans le cas d'un pâturage à ras, notamment par les ovins, l'arrachage de plantes peut alors provoquer une diminution de rendement et nuire à la durée de la prairie.

D. ORGANISATION ET CONDUITE DE LA CHAÎNE D'AFFOURAGEMENT.

Dès lors qu'il s'agit de mettre en place, puis d'exploiter rationnellement une chaîne d'affouragement, cinq idées maîtresses devront être prises en considération.

a) Disposer d'un nombre de « maillons » prairiaux suffisant.

Il faut que ce nombre permette, au moins, de pâturer (ou de couper mécaniquement) chaque prairie à son stade optimum (5 — 10 cm) lors du premier passage. Or, l'on peut considérer que pour les espèces et variétés précoces, l'on dispose de 6 à 10 jours; pour les tardives de 10 à 12 jours. Par ailleurs, le temps de repos entre le premier et second passage (et 2° — 3°) devant être de l'ordre de 6 semaines (40-50 jours); on en conclut que le nombre de prairies représentatives d'une précocité donnée doit être au moins de 4 à 5.

Ces maillons seront obtenus en faisant appel au choix spécifique et variétal, ainsi qu'au choix de la date de semis.

b) Choisir les espèces et les variétés.

Ce choix se fait par référence aux données régionales (INRA-ITCF) ou locales (CETA) concernant la précocité moyenne des espèces et variétés. Sans aucun doute, les *fluctuations annuelles* de précocité (de 10 à 15 jours souvent) ou très *locales* (nature du sol) rend ce choix très délicat. Il ressort cependant, que la gamme de variétés de Dactyle, par exemple, permet, aujourd'hui, avec cette seule espèce, de constituer au moins trois maillons d'une même chaîne.

c) Choisir la date de semis.

L'échelonnement des semis, à l'automne, peut contribuer à étaler la période d'épiaison l'année suivante.

D'autre part, le semis de *printemps*, en sol nu, des variétés non alternatives permet d'obtenir l'année même du semis une production exclusivement feuillée et soutenue pendant l'été (système racinaire jeune et profond). Une fraction des prairies (un quart par exemple) doit être réensemencée chaque année, au printemps, en sol nu.

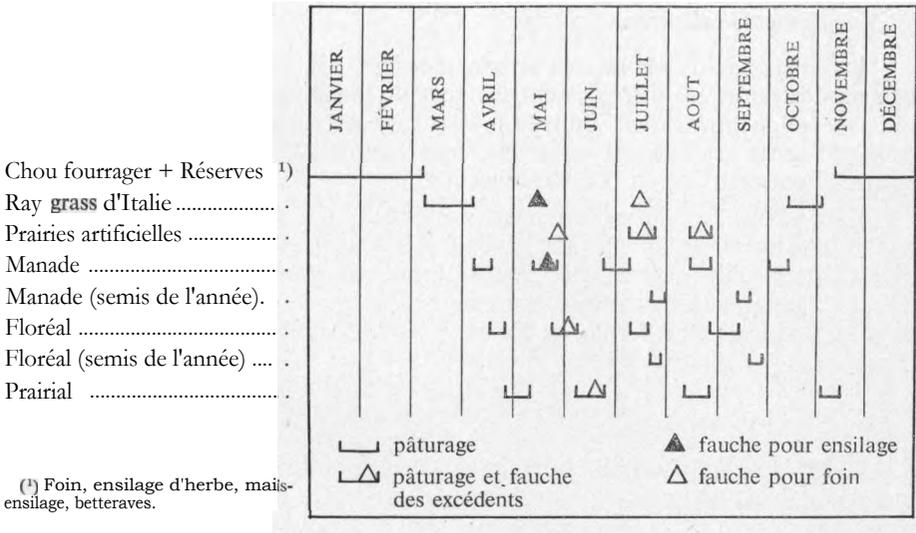
d) Mettre en réserve les excédents d'herbe.

Bien que plus étalée, la production printanière de la chaîne présente cependant entre le 15 mai et le 15 juin un maximum dépassant les besoins des animaux. Dès lors, au second passage notamment, tout ne pourra pas être pâturé : certains maillons seront au moins partiellement coupés pour ensilage ou foin. Dans une chaîne hautement intensive, on peut considérer que près de 30 % des unités fourragères prairiales devraient être mises en réserve.

e) Faire appel aux fourrages complémentaires.

L'expérience montre que, quoiqu'on fasse, les prairies temporaires ne permettent pas, à elles seules, d'assurer un affouragement continu. Il faut faire appel à des prairies artificielles (Luzerne, Trèfle violet), et à des fourrages annuels (maïs, choux, colzas fourragers, betterave), pâturés, récoltés en vert ou ensilés. A titre d'exemple, on trouvera ci-joint le calendrier théorique d'exploitation d'une chaîne d'affouragement dans l'Ouest (fig. V-2).

Fig. V-2. — Calendrier théorique d'exploitation d'une chaîne d'affouragement



V. FERTILISATION DE LA PRAIRIE TEMPORAIRE.

L'étude de la biologie des graminées et légumineuses prairiales faite au chapitre m, en particulier la physiologie de leur nutrition, nous a conduit aux quelques conclusions suivantes concernant les exportations d'éléments minéraux et les modalités d'apport de ces éléments.

a) Exportation d'éléments minéraux.

Ces exportations sont annuellement de l'ordre de :

Azote, 150 à 200 kg/ha;

Acide phosphorique, 80 à 100 kg/ha;

Potasse, 100 à 150 kg/ha, parfois plus en prairie fauchées;

Chaux assimilable, 100 kg/ha, beaucoup plus dans les sols à lessivage intense.

b) Modalités d'apport des éléments minéraux.

Celles-ci vont varier en fonction de deux principes :

— réaliser une fertilisation *agronomique*, correspondant aux caractéristiques du sol et à la dynamique des ions (mobilité plus ou moins grande);

— réaliser une fertilisation *physiologique* tenant compte des particularités de la plante (rythme d'activité du système racinaire, système d'exploitation (fauche ou pâture).

Pratiquement, l'utilisation des *amendements* et la fertilisation *phosphatée* satisferont au premier principe. La fertilisation *potassique* et *azotée* satisferont au second.

A. LES AMENDEMENTS.

a) Amendements calcaires.

La correction du pH de sols nettement acides (pH inférieur à 6) par des amendements calcaires se justifie essentiellement du point de vue *de l'activation des phénomènes de nitrification*. Dans la pratique, en effet, les prairies temporaires où la légumineuse associée est un Trèfle, sont très indifférentes au pH du sol, sous réserve d'une fertilisation **N P K** suffisante.

Cependant, la minéralisation en profondeur des générations anciennes de racines mortes sera d'autant plus lente, et par conséquent, la formation du « feutre » d'autant plus précoce, que l'acidité du sol sera plus grande. Donc, pour être efficace, l'amendement calcaire *doit être enfoui lors de la création de la prairie*, sous la forme de 2 à 4 t/ha de chaux. L'apport en surface sera pratiquement inopérant.

b) Amendements humiques.

L'apport humique pour la création d'une prairie temporaire ne se justifie que lorsqu'il est nécessaire d'activer la vie microbienne du sol ou d'améliorer une structure déficiente : sols pauvres en matière organique (sables, limons fins); défriches de sols vierges (landes, bruyères), de sols tourbeux.

B. LA FERTILISATION PHOSPHATÉE.

a) Fumure de fond.

A la création de la prairie on enfouira la fumure de « fond » propre à élever le niveau des « réserves » profondes en sols pauvres, ou à le maintenir, en sols correctement pourvus. La dose, par hectare, pourra donc varier de 70 unités jusqu'à 200 unités, éventuellement.

L'acide phosphorique sera apporté sous une forme peu ou insoluble, libérant lentement son phosphore (scories, phosphates naturels).

b) Fumure d'entretien.

Chaque année, à l'entrée en repos végétatif (automne) on apportera une fumure compensant les exportations de l'année : 80 à 100 kg/ha soit sous une forme « insoluble » (scories), soit, si l'apport est tardif (janvier, février), sous une forme « soluble » (superphosphate, phosphate d'ammoniaque).

C. LA FERTILISATION POTASSIQUE.

a) Fumure de fond.

Bien que moins fortement retenu par le complexe absorbant, l'ion potassium doit être apporté dès la création de la prairie par enfouissement de 120 à 150 kg/ha de K₂O en sols normalement pourvus. L'apport sera effectué sous forme de chlorure, sylvinite ou binaire (scories potassiques).



Photo S.C.P.A.

Essai de fumure sur Dactyle. A droite, parcelle témoin.

b) Fumure d'entretien.

Compte tenu des exportations importantes, notamment en système « fauche », et de la compétition pouvant s'instaurer pour cet élément entre la graminée et la légumineuse, en particulier après une fauche (voir chap. in) une fumure d'entretien importante et fractionnée est à conseiller :

- 80 à 150 kg/ha en fumure d'automne ou d'hiver;
- 40 à 50 unités supplémentaires après l'épiaison de la graminée (fin mai-début juin), s'il y a eu fauche.

D. LA FERTILISATION AZOTÉE.

La fertilisation azotée constitue l'un des points délicats du maintien de l'équilibre « Graminée-Légumineuse » dans l'association.

Cette fertilisation sera essentiellement *fractionnée* : ce fractionnement sera basé sur le *rythme d'activité des racines de la graminée* et du mode d'exploitation (rythme des exportations).

Pratiquement, selon le climat (minéralisation plus ou moins rapide de la matière organique, transfert d'azote plus ou moins important de la légumineuse à la graminée), selon le niveau d'intensification recherché, l'apport annuel pourra varier de 150 à 250 kg/ha. En culture pure (Ray-grass italien) il pourra dépasser 300 kg/ha.

Cette fumure sera apportée en 3 à 4 épandages au moins :

a) de bonne heure, *en hiver ou fin hiver* suivant la précocité des espèces ou variétés : *50-80 unités*

Ex. : décembre janvier : dactyles précoces, fétuque élevée; janvier-février : dactyles tardifs, *ray grass* italien; février-mars; *Ray grass* anglais, fléole.

b) après *une première exploitation* : *40-60 unités* sur toutes les espèces;

c) éventuellement, *après la seconde exploitation* (juin) *30-50 unités* sur les dactyles et fétuques élevées, susceptibles de croître encore en été;

d) *en fin d'été* (septembre) : *30-60 unités* pour favoriser le tallage et assurer un pâturage tardif.

La forme d'apport la plus utilisée est *l'ammonitraté*. Toutefois :

— *l'azote nitrique* (nitrate de chaux ou de soude) sera recommandé en périodes froides ou sèches, sur sols acides, à nitrification réduite;

— *l'azote ammoniacal* (sulfate d'ammoniaque, urée) est utilisable en périodes ou sur des sols à nitrification active, ou sur des sols carencés en soufre.

C'est en tenant compte des caractéristiques de l'espèce, de la variété et de son calendrier d'affouragement que l'agriculteur définira *son calendrier* de fertilisation et choisira ses *formes d'apport*.

VI. RÉSULTATS COMPARÉS DE LA PRAIRIE TEMPORAIRE ET DE LA PRAIRIE PERMANENTE.

Diverses études faites en France et à l'étranger ont apporté quelques éléments techniques et économiques de réponse au problème du choix entre prairie permanente et prairie temporaire dans un assolement. Nous les résumerons ainsi :

1° Dans la quasi-totalité des cas, la prairie temporaire permet d'augmenter notablement la quantité d'herbe disponible :

— *dans les conditions les plus favorables à la prairie permanente* (sol, climat) cet accroissement est de l'ordre de 25 à 30 % de la prairie permanente (1 500 à 2 000 UF/ha supplémentaires quand la prairie permanente en produit 5 à 6 000 UF/ha);

— dans les conditions les moins favorables à la prairie permanente, la prairie temporaire permet de doubler (voire tripler) la disponibilité en herbe.

2° Alors que sur prairie permanente il faut un temps assez long (5 à 6 années au moins) pour atteindre la production maximale, sur prairie temporaire celle-ci est atteinte en *au plus un an*.

3° Étant donné l'accroissement généralement considérable de production auquel elle conduit, la prairie temporaire oblige à augmenter rapidement le cheptel, ce qui suppose une avance importante de trésorerie. Dès lors, ou bien le retournement des vieilles prairies doit être progressif et *planifié*, ou bien, si ce retournement est rapide et total, seule une fraction de la surface disponible sera immédiatement remise en herbe, l'autre étant cultivée momentanément en céréales, par exemple.

Une association « Graminée-Luzerne » semée en lignes alternées.

Photo S.C.P.A.



4° Compte tenu des frais relativement élevés d'installation, l'unité fourragère de prairie temporaire revient plus cher que celle de prairie permanente *au-dessous d'un certain seuil de production*; son coût est du même ordre, voire plus faible au-dessus de ce seuil.

Certainement variable en fonction du milieu et de la spéculation animale, ce seuil semble se situer aux environs de 6 000 UF transformées.

5° C'est donc, en conclusion, en fonction du *niveau d'intensification* de la production considérée comme optimum pour l'exploitation que se définira le rapport prairie permanente/prairie temporaire dans l'assolement. Il en sera de même du rapport prairie temporaire/fourrages annuels.

Cet optimum dépend de nombreux paramètres, notamment de la surface agricole :

— *dans une petite exploitation* (moins de 20 ha par exemple) où l'intensification maximale doit être recherchée, non seulement la prairie permanente même intensive ne peut avoir qu'une place très réduite, mais la prairie temporaire elle-même doit laisser une place plus ou moins importante aux productions fourragères les plus intensives, aux fourrages annuels (Ex. : betterave, maïs, choux);

— *dans une très grande exploitation* (supérieure à 100 ha, par ex.) prairie permanente et prairie temporaire pourront y rivaliser d'importance (selon les conditions de milieu et les spéculations).

BIBLIOGRAPHIE DU CHAPITRE V

- BILLOT (C.). 1965. — Un exemple d'étude préalable à l'établissement d'un calendrier fourrager. *Fourrages*, **24**, 105-118.
- BOISSON (P.). 1965. — Essai d'association Luzerne-Graminées. *Fourrages*, **23**, 93-102.
- BOISSON (P.) et MARTINEAU (J.). 1965. — Étude de différents rythmes d'exploitation appliqués à deux variétés précoces de Dactyle et de Fétuque élevée. *Fourrages*, **24**, 119-131.
- CAPUTA (J.). 1967. — *Les plantes fourragères*. 3^e édition, 206 p. 54 planches. Lausanne.
- DUTHIE (I.). 1961. — L'herbe et la connaissance du milieu. *Bull. Tech. Inf.*, **163**, 173-794.
- FAIVRE-DUPAIGRE (R.). 1964. — Le *desherbage* des jeunes prairies temporaires. *Fourrages*, **18**, 123-129.

- GARAUDEAUX (J.). 1960. - Difficultés rencontrées dans l'utilisation des engrais potassiques sur prairies. *Fourrages*, 3, 28-41.
- LE GUILLARD (M.) et HENTGEN (A.). 1962. - L'association Luzerne-Dactyle. Équilibre des constituants en fonction de la variété de Luzerne utilisée. *Fourrages*, 9, 49-62.
- HÉDIN (L.) et DUVAL (L.). 1964. - Sur quelques caractéristiques chimiques des espèces et variétés de graminées fourragères. *Ann. Amél. Pl.*, 14-4, 333-351.
- JACQUARD (P.). 1964. - Problèmes posés par l'introduction des prairies dans la rotation. *Fourrages*, 20, 124-140.
- JADAS-HECART (J.). 1965. - Définition et signification de la précocité chez les graminées fourragères. *Fourrages*, 23, 5-21.
- JARRIGE (R.). 1960. - Production animale et pâturage des prairies temporaires. *Fourrages*, 2, 14-30.
- JEANNIN (B.). 1965. - Comportement des principales variétés françaises de graminées fourragères vis-à-vis des parasites cryptogamiques. I. - Dactyles-Fétuques élevées. *Fourragés*, 23, 43-71.
- JEANNIN (B.). 1965. - Résistance au froid des graminées pluriannuelles. *Fourrages*, 24, 48-75.
- KERGUELEN (M.). 1960. - Quelques aspects de la fertilisation des prairies temporaires. *Fourrages*, 3, 50-91.
- LAISSUS (R.). 1964. - Appréciation des variétés fourragères dans un régime de pâturage réel. *Fourrages*, 20, 141-148.
- LAISSUS (R.) et TEILHARD DE CHARDIN (B.). 1962. - L'augmentation du rendement des prairies due au trèfle blanc. *Fourrages*, 11, 47-57.
- LEFÈVRE (G.) et HIROUX (G.). 1965. — Essai d'interprétation de l'utilisation de l'azote par une prairie temporaire (fétuque des prés). Conséquences pour la fumure. *Ann. Agron.*, 16-2, 203-233.
- MENNESSON (Père Anchaire) et PICARD (J.). 1962. - Peut-on programmer la production de l'herbe? *Fourrages*, 9, 13-21.
- MÉRIAUX (M^{me}). 1963. - Données sur l'irrigation des prairies temporaires en zone subhumide. *C.R. Acad. Agr.*, 2, 124-131.
- MICALLEFF (P.) et BARRAT (M.). 1966. - Essai de fractionnement des fumures phosphatées et potassiques sur prairie temporaire irriguée. *Fourrages*, 28, 16-40.
- MONNIER (G.). 1961. - La prairie et le sol. *Fourrages*, 7, 59-71.
- MOULE (C.). 1961. - Les chaînes de pâturage en Bretagne. *Bull. Tech. Inf.*, 163, 823-838.
- OUDDIN (M.). 1965. - Résultats d'un essai de fumure azotée sur Ray-grass d'Italie. *Fourrages*, 23, 72-92.
- PLANQUAERT (Ph.). 1965. - Variations des dates de montaison et d'épiaison de différentes espèces et variétés de graminées fourragères. *Fourrages*, 23, 22-42.
- 1966. - Études sur la production de l'association Trèfle violet - Ray grass d'Italie. *Doc. I.T.C.F.*, 57 p.
- REBISCHUNG (J.). 1956. - L'établissement des prairies. *Bull. Tech. Inf.*, 115, 785-792.
- 1956. - Aspects de la fumure des prairies. *Bull. Tech. Inf.*, 115, 901-912.
- 1961. - Le Dactyle est-il une bonne plante fourragère? *Fourrages*, 7, 3-14.
- STAPLEDON (R. G.) et DAVIES (W.). 1948. - *Ley farming*. 182 p. Londres.

BIBLIOGRAPHIE DU CHAPITRE III (suite de la page 68)

- DEMARLY (Y.). 1957. - Biologie et exploitation de la luzerne. *Ann. Amél. Plantes*, 7-3, 247-272.
- DEMARQUILLY (C.). 1968. - Variation de la valeur alimentaire des fourrages verts. *Bull. Tech. Inf.*, 226, 27-38.
- FAUCONNEAU (G.) et JARRIGE (R.). 1957. - Composition chimique et valeur alimentaire de l'herbe. *Bull. Tech. Inf.*, 118, 173-211.
- GUEGUEN (L.). 1962. - Composition minérale de l'herbe. *Fourrages*, 10, 45-52.
- GUEGUEN (L.) et FAUCONNEAU (G.). 1960. - Les variations des teneurs en matières azotées et minérales du Dactyle et de la Fétuque des prés. *Fourrages*, 2, 3-13.
- HÉDIN (L.) et THELU (M^{me} B.). 1968. - Rythme d'absorption et valeur fourragère du ray grass d'Italie Rina. *Fourrages*, 35, 15-26.
- KERGUELEN (M.). 1962. - Valeur minérale de l'herbe (oligoéléments). Influence du sol et de la fumure sur la composition minérale. *Fourrages*, 10, 63-70.
- LAISSUS (R.). 1968. - Importance de la hauteur de coupe sur le rendement et la composition de l'herbe. *Fourrages*, 35, 27-38.
- LAISSUS (R.) et TEILHARD DE CHARDIN (B.). 1966. - Production et exportation d'éléments nutritifs de deux graminées soumises à divers modes d'exploitation, I. Essai sur Dactyle. Productivité et Exportations. *Fourrages*, 25, 33-49.
- LIPINSKY (J.). 1967. - Note sur le tallage des Fétuques élevées au cours des cycles successifs. *Fourrages*, 30, 39-55.
- MAHOU (A.) et REBISCHUNG (J.). 1961. - Biologie des graminées. *Bull. Tech. Inf.*, 163, 889-910.
- MANSAT (P.). 1964. - Physiologie de l'exploitation des graminées dans la prairie. *Fourrages*, 20, 42-54.
- MANSAT (P.). 1965. - Évolution du tallage du Ray grass d'Italie. *Fourrages*, 22, 37-41.
- MANSAT (P.). 1968. - Échelonnement des précocités et rendement optimum annuel des graminées fourragères. *Bull. Tech. Inf.*, 1726.
- MÉRIAUX (M^{me} S.). 1965. - Réaction du Dactyle aux facteurs climatiques en fonction du déficit hydrique du sol et de la nutrition azotée. *Fourrages*, 21, 33-43.
- PELLOT (Ph.) et GALLAIS (A.). 1967. - Effets de l'azote sur la vie des talles du Dactyle. Conséquences sur la production de graines. *Fourrages*, 32, 3-9.
- PFITZENMEYER (Cl.). 1963. - L'exportation de potasse par le pâturage. *Fourrages*, 15, 67-81.
- PLANQUAERT (Ph.). 1966. - L'exploitation de la luzerne. *Fourrages*, 26, 34-48.
- PLANQUAERT (Ph.). 1968. - Influence des stades de première coupe et des fréquences de coupes sur la production de la luzerne. *Fourrages*, 35, 6-14.
- REBISCHUNG (J.). 1962. - Études sur la croissance et le développement du Dactyle (*Dactylis glomerata* L.). *Ann. Amél. Pl.*, 12-13, 175-196.
- REBISCHUNG (J.) et FELIX (L.) et al. 1952. - Comportement de deux espèces de graminées fourragères exploitées suivant des rythmes différents. *Ann. Amél. Pl.*, 3, 473, 506.
- THROUGHTON (A.). 1957. - The underground organs of herbage grasses. *Commonwealth Agr. Bur. Bull.* 144, 156 p.

CHAPITRE VI

LA PRAIRIE ARTIFICIELLE

Trois légumineuses pluriannuelles principales sont cultivées en peuplement pur en France : la Luzerne, le Trèfle violet, le Sainfoin.

I. LA LUZERNE.

Medicago sativa L., *Medicago falcata* L., *Medicago media* Pers. (2 n = 32).

A. ÉCONOMIE DE LA PRODUCTION.

La Luzerne couvrait en 1967, en France, 1 437 000 ha; c'est de loin le type de prairie artificielle le plus répandu.

Son potentiel de production se situe dans une grande partie de la France à 15 t de matière sèche à l'hectare, soit 10 000 à 12 000 unités fourragères et 2 000 kg de matières azotées digestibles.

Traditionnellement utilisée pour la production de foin, la luzerne depuis une quinzaine d'années alimente un nombre croissant d'usines de deshydratation produisant un aliment d'excellente qualité : la production de luzerne deshydratée est passée de 10 000 t en 1952 à 320 000 t en 1967.

B. LA PLANTE.

1° ÉTUDE BOTANIQUE.

a) Place dans la classification.

La Luzerne cultivée appartient à deux espèces botaniques différentes et à leurs hybrides : Luzerne faucille (*Medicago falcata* L.), Luzerne commune (*Medicago sativa* L.), Luzerne intermédiaire (*Medicago media* Pers. ou *Medicago varia* Martyn) hybride de *M. sativa* X *M. falcata*.

M. sativa et *M. falcata* diffèrent par un certain nombre de caractères morphologiques résumés ci-dessous :

	RACINE	PORT	TIGE	FOLIOLE	FLEUR	GOUSSE	GRAINE
<i>M. sativa</i>	pivotante	dressé	forte	ovoïde	violette	spiralée (2-3 spires)	réiforme
<i>M. falcata</i>	fasciculée	étalé	fine	étroite	jaune	en faucille	arrondie

Les hybrides combinent plus ou moins ces caractères : le trait le plus caractéristique de l'aspect hybride est la **bigarrure** des fleurs : chez une fraction des plantes, il y a passage progressif du violet au jaune verdâtre au cours de l'épanouissement.

b) Caractères généraux des Luzernes.

Plantes vivaces à fortes racines, pivotantes ou à tendance fasciculée (Luzerne faucille), à tiges portant des feuilles trifoliées, à folioles finement dentées au sommet et à inflorescences en grappes de 10 à 20 fleurs. Ces fleurs sont violettes, pourpres ou bleuâtres chez la Luzerne commune, jaunes chez la Luzerne faucille et violettes bigarrées de jaune pour la Luzerne intermédiaire. La fécondation est allogame. Le fruit est une gousse plus ou moins contournée, soit en forme de faucille pour *Medicago falcata*, soit spiralée (de 1 à 4 spires) pour *M. sativa*. La graine plus ou moins réiforme est longue d'environ 2,5 mm.

2° ORIGINE GÉOGRAPHIQUE. AIRE DE CULTURE.

M. sativa est originaire des hauts plateaux iraniens (herbes des Mèdes). Ceci lui confère une adaptation particulière à la *sécheresse estivale* (racines pivotantes profondes).

M. falcata est originaire de Sibérie occidentale, ce qui explique sa remarquable *résistance au froid*.

Cette double origine géographique et génétique et leur complémentarité fait que la Luzerne est une des espèces cultivées les plus répandues sur le globe. On la rencontre de la latitude du Cercle Arctique aux régions équatoriales.

Les plus grands centres de culture sont cependant les zones tempérées chaudes (U.S.A., Europe centrale et méridionale, Nouvelle-Zélande, Afrique du Sud).

3° CARACTÈRES BIOLOGIQUES.

a) La phase « semis-levée ».

a) Température. Le zéro de germination de la Luzerne serait de l'ordre de 1 °C, l'optimum de croissance se situant vers 30 °C, donc à un niveau assez élevé. La température agirait non seulement sur la croissance mais aussi sur le rythme d'absorption d'eau par la graine (beaucoup plus rapide à 25 °C qu'à 6 °C par exemple).

Conséquences culturales. Attendre, pour semer, que le sol soit bien réchauffé.

b) Eau. Il faut un sol suffisamment humide pour que la levée se fasse bien (possibilités de graines « dures »), et que la croissance de la jeune plantule soit ultérieurement satisfaisante.

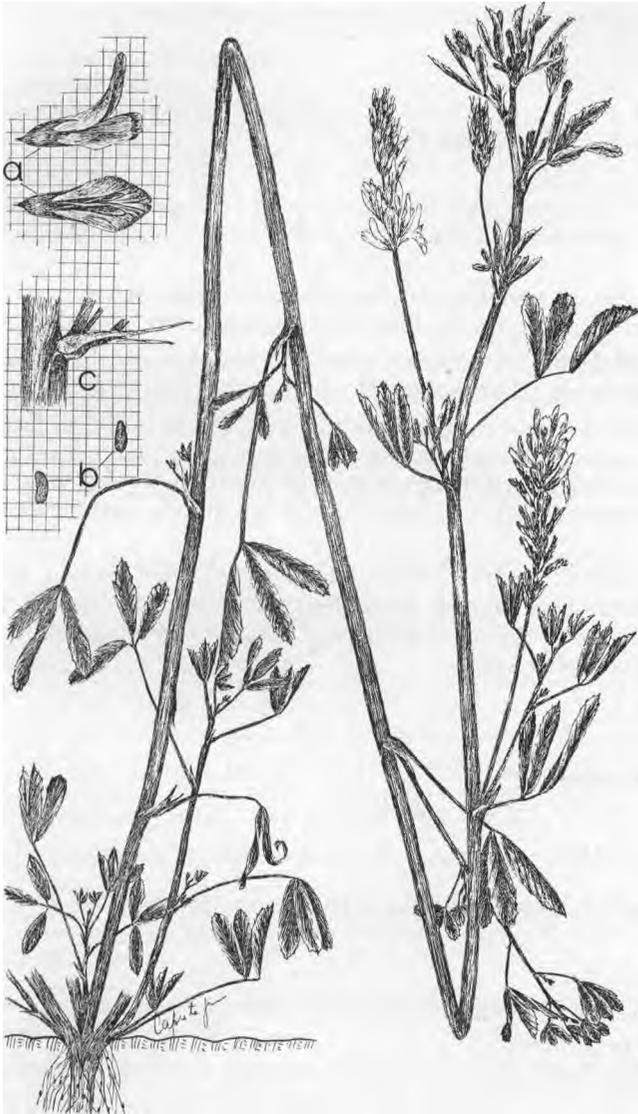


FIG. W-1. — Luzerne commune. *Medicago sativa* L.

a. fleur; b. graine; c. tige avec stipule.

(Dessin Caputa).

c) **Lumière.** C'est le troisième facteur limitant principal d'une bonne levée. Or, assez fréquemment, la Luzerne est semée sous couvert d'une céréale (Orge par exemple), de façon à avoir deux récoltes la même année (Orge, puis première coupe de Luzerne). Mais la plante-abri diminue considérablement la disponibilité en eau et surtout en *lumière*, limitant ainsi les possibilités de croissance aérienne et *souterraine* de la jeune plantule.

Influence de l'intensité lumineuse sur la croissance des jeunes plantules (d'après **GIST et MOTT**).

	Quantité de lumière du jour reçue (en lux-heures)				
	155 000	123 000	90 000	58 000	26 000
Poids de 10 plantules (en milligrammes)					
pour les parties aériennes	72	56	38	31	22
pour les parties souterraines	36	21	10	9	5
rapport poids : $\frac{\text{parties aériennes}}{\text{parties souterraines}}$	2,0	2,7	3,8	3,4	4,4

Du point de vue *technique* pur, le semis sous couvert doit donc être déconseillé. Sur le plan économique, les résultats seront plus nuancés (voir plus loin).

d) Acidité du sol. La germination et la levée ne peuvent s'effectuer en toute sécurité que dans un intervalle de pH relativement étroit (6 à 7, 2).

La germination peut en effet s'effectuer à pH très bas (75 % de faculté germinative à pH 3, selon **HEUSER**) *mais* la croissance de la plantule est ensuite fortement ralentie. Il y aurait d'une part une « intoxication physiologique » de la plantule par certains ions (**Al⁺⁺** et **Mn⁺⁺**) libérés en grande quantité dans la solution du sol.

D'autre part, il y aurait impossibilité au *Rhizobium meliloti*, espèce neutrophile, de se développer (pas de **nodulation**), par carence en calcium et molybdène. *Conséquences agronomiques* : chauler ou « inoculer » la semence avec des souches appropriées (voir plus loin).

b) Phases ultérieures.

I. CYCLE VÉGÉTATIF.

Au cours de son développement végétatif, la plante passe par différents stades :

- 2 cotylédons
- émission des premières feuilles **cotylédonaires** ou **unifoliées**
- feuilles trifoliées
- émission des bourgeons initiales de tiges
- croissance des bourgeons en tiges feuillées (chaque année postérieure au semis, ce stade marquera le « réveil de la végétation »)
- élongation des **entre-nœuds** avec croissance de plus en plus rapide
- apparition des boutons floraux = « stade » bourgeonnement
- floraison, fécondation, maturité des graines.

L'accroissement en matière sèche se poursuit suivant une courbe S, jusqu'à pleine floraison, alors que dès l'apparition des boutons floraux, l'élongation est très ralentie. Parallèlement la proportion de matière sèche **s'accroît** dans la plante entière, mais la proportion de feuilles (riches en protéines) diminue.

	Proportion de matière sèche, plante entière (%)	Proportion de feuilles par rapport à la plante entière (%)
Début bourgeonnement	15,8	44,0
Bourgeonnement	18,0	40,5
Début floraison	19,2	36,5
Floraison	21,0	33,0

Conséquences agronomiques. Détermination de la date optimale de coupe assurant un rendement en protéines maximum (tout début floraison).

II. FACTEURS DE CROISSANCE.

L'ensemble des phénomènes de croissance sont sous la dépendance de :

— **la température**, zéro de croissance voisin de 0 OC (avec des différences variétales);

— **l'appauvrissement en eau**, la Luzerne a des besoins en eau importants corrélatifs de son système racinaire très profond et développé (Tableau VI-1).

TABLEAU VI-1. — Rendement et consommation en eau d'une luzerne irriguée (d'après KROGMAN et LUTWICK - Canada).

TRAITEMENTS (IRRIGATIONS)	1957				1958			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Rendements (t/ha MS) ..	3,76	5,68	7,51	7,56	1,06	5,53	10,32	11,04
Consommation (m ³ /ha) ..	3885	4495	5333	5612	1904	4113	6118	6704
totale d'eau (m ³ /t/ha)	1033	791	710	742	1796	744	593	607

La quantité d'eau nécessaire à l'élaboration d'un kilogramme de matière sèche dépasse une tonne lorsque l'approvisionnement est insuffisant mais atteint encore 600 kg à l'optimum.

Conséquences agronomiques. Sans irrigation une luzerne peut donc provoquer un assèchement profond du sol.

— **l'alimentation minérale.** La luzerne est très exigeante en *phosphore* (6 à 8 kg exportés par tonne de matière sèche), en *potassium* (18 à 20 kg exportés par tonne de matière sèche); elle a aussi des besoins importants de *soufre* et de *magnésie*, d'où l'intérêt d'alterner les apports de superphosphate (soufre) et de *scories* (magnésium).

— des réserves racinaires. Rappelons que c'est aux réserves accumulées dans les racines, entre le semis — ou la première coupe — et le repos hivernal, que la plante demande les substances nutritives nécessaires à sa croissance (voir page 48 schéma d'évolution de la teneur en matière sèche des racines).

Conséquences agronomiques. Importance du stade de coupe sur la repousse ultérieure. Nécessité de laisser fleurir une fois au moins au cours de la végétation.

III. FACTEURS DE MISE A FLEUR.

La mise à fleur (l'induction et l'initiation florales) peut se réaliser quelles que soient la température et la photopériode (floraison l'année sur semis). Cependant :

— un régime « jour long » amène une mise à fleur plus rapide à température élevée;

— il existe entre populations naturelles de Luzerne (écotypes) des différences marquées de réactions à la longueur du jour;

— l'écotype 'Flamand' présente une réaction « jour long »;

— l'écotype 'Provence' est indifférent à la photopériode.

IV. ACCIDENTS ET PARASITES.

Froid hivernal. Plus de 50 % de plantes sont tuées chez certaines variétés lors d'hivers très rigoureux (1956).

Parasites végétaux. Sur feuilles, *Uromyces striatus* (rouille), *Pseudopeziza medicaginis*; sur tiges *Ascochyta imperfecta*; sur racines, *Verticillium albo-atrum*, *Rhizoctonia violacea*.

Parasites animaux. Sur feuilles, *Sitona lineatus* (Sitone); sur tiges, *Ditylenchus dipsaci*, *Phytonoma variabilis* (larves du Phytonome); sur fleurs, *Contarinia medicaginis* (Cécidomye).

C. LES VARIÉTÉS.

1° ORIGINE.

Les variétés de Luzerne cultivées en France peuvent être classées, du point de vue de leur origine, en deux grandes catégories.

1° Populations naturelles. Dans certaines régions, en France et en Europe, où la culture de la Luzerne est très ancienne, les conditions pédo-climatiques ont contribué, par sélection naturelle, à la différenciation de variétés bien adaptées au milieu local. La Luzerne étant, par ailleurs, une espèce à fécondation croisée, ces populations sont génétiquement hétérogènes mais leur mode de reproduction et les facteurs du milieu maintiennent leur composition dans un certain état d'équilibre génétique. Les populations naturelles sont des **écotypes**.

Citons parmi les populations françaises :

— la population 'Provence' est surtout cultivée dans le sud-est de la France (Bouches-du-Rhône, Vaucluse, Gard, Ardèche, Drôme);

— les populations de l'Ouest : 'Poitou', 'Marais de Challans', 'Marais de Luçon' dont l'appellation délimite bien l'aire de culture;

— la population 'Flamande' dont l'aire de répartition couvre le Nord et le Pas-de-Calais.

2° Variétés sélectionnées dans les populations naturelles. Le souci de cultiver des variétés plus homogènes, à potentialités agronomiques mieux définies, a

conduit à effectuer des sélections dans les populations locales. Aujourd'hui les meilleurs variétés de Luzerne cultivées en France sont issues d'une sélection dans la population « Flamande ».

Citons par exemple, les variétés 'Du Puits' (Ets Tourneur), 'Orchésienne' (Ets Bonte-Lasserre), 'Europe' (Ets Desprez).

2° CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES DISTINCTIFS.

N'étant pas des lignées pures, mais des populations plus ou moins hétérogènes, les variétés de Luzerne ne peuvent être identifiées que par la proportion de plantes présentant tel ou tel caractère. Les principaux caractères morphologiques utilisés sont portés au tableau VI-2.

TABLEAU VI-2. — *Principaux caractères distinctifs des variétés de luzerne inscrites au catalogue français (1968).*

POPULATIONS ET VARIÉTÉS	RACINES PIVOTANTES (%)	FLEURS BIGARRÉES (%)	FLEURS FONCÉES (%)	AUTRES CARACTÈRES (%)
Flamande.....	— 40 %	— 15		
Poitou.....	+ 40 — 60	+ 15		
Marais de Luçon ..	— 40	+ 15		
Marais de Challans.	± 40	— 15		
Provence	± 40	— 8		
Puits	+40+60	+15		
F.D. 100.....	18 ± 10	5 ± 3	19	
Émeraude.....	39 ± 10	14 ± 3	21	
Gamma	41 ± 10	13 ± 3	3	
Orchésienne	37 ± 10	8 ± 3	14	
Cardinal	30 ± 10	1 ± 3	85	
Étoile du Nord ...	38 ± 10	28 ± 3	15	81 % fol. sup.
Oméga	38 ± 10	3 ± 3	12	
Europe	20	8	11	
Elga	12	11	39	
Glacier	15	11	30	
Warotte	16	2	50	
H. de Crécy.....	28	< 1	41	
Milfeuille		2		
Luciole		10	13-15	feuilles blanches 1-2 %
Prima.....	10	5	10	
Orca		5	4	1 % très claires
Gémini		34.8	42.5	
Everest		9.0	19.	
Verneuil		13.0	32.0	

3° CARACTÈRES CULTURAUX : ÉLÉMENTS DU CHOIX DES VARIÉTÉS.

Les principaux critères de choix devant guider l'agriculteur sont les suivants.

1° **Le rendement.** Des différences de 20 % de rendement en matière sèche existent entre les variétés extrêmes, telles 'Europe' et 'Poitou'.

2° La résistance au froid, elle est en général satisfaisante chez les variétés récentes 'Europe', 'F. D. 100', 'Glacier', 'Hybride Milfeuil'; elle est insuffisante chez les populations de l'Ouest et de Provence à vocation très régionale.

3° La résistance à la verse. Par rapport à la population 'Flamande' et à la variété 'Du Puits', les nouvelles obtentions 'Elga', 'Europe', 'Luciole', 'Warotte' sont plus résistantes à la verse. Ce caractère est important en première coupe car la verse entraîne une chute rapide de la qualité si l'on ne peut récolter immédiatement.

4° La grosseur des tiges. Parmi les variétés à tiges fines citons : 'Luciole', 'Gamma', les populations de 'l'Ouest' et de 'Provence'.

5° **Le rythme de production.** Chez toutes les variétés de Luzerne, la première coupe est la plus importante, la seconde lui est inférieure d'environ 30 %, la troisième et la quatrième étant nettement plus faibles. Il est cependant possible de distinguer plusieurs groupes de variétés suivant le rythme de production : Citons :

— le rythme 'Poitou' - 'Marais' à deuxième et troisième coupes relativement plus productives que celles des types flamands;

— le rythme 'Flamande' - 'Du Puits' à repousse rapide assurant une quatrième coupe quelle que soit l'année;

— le rythme 'F. D. 100' - 'Omega' à première et deuxième coupes très abondantes.

6° **La précocité.** D'après la précocité de floraison en première et deuxième coupes, on observe un décalage d'une dizaine de jours entre les variétés. Les plus précoces sont les Luzernes 'Flamande', les plus tardives, les Luzernes 'Marais' et 'Poitou'.

D. CULTURE ET EXPLOITATION.

1° ÉTABLISSEMENT DE LA LUZERNIÈRE ET ENTRETIEN.

a) Amendement et fumure d'établissement.

I. CHAULAGE.

L'acidité du sol étant un des facteurs d'échec dans l'implantation de la Luzerne, il est indispensable de chauler si le pH est inférieur à 6,5.

Éviter pour autant des applications massives (supérieures à 2 t/ha de CaO) qui pourraient faire apparaître des carences en certains oligoéléments.

II. FUMURES MINÉRALES.

— **Azote.** L'opportunité d'un apport d'azote au semis de luzerne est très discutée. Les études de **WARD** et **BLASER**, les expériences faites en France (ITCF) montrent que la dose utile ne doit pas dépasser 30 kg/ha; une dose plus élevée n'améliore pas la production de luzerne mais peut favoriser les adventices et gêner l'établissement des rhizobium.

— **Phosphore et potasse.** Compte tenu des besoins importants de la Luzerne en ces éléments, on pourra apporter, en sol de teneur moyenne, 150 à 200 kg de P₂O₅ et autant de K₂O à l'hectare, qui seront enfouis par le labour.

Symptômes de carence en potasse sur Luzerne.

Photo S.C.P.A.



b) Semis.

I. PRÉPARATION DU SOL.

Il faut que le sol soit bien ameubli en profondeur, tassé sans excès, et présente une couche superficielle finement émiettée, la graine de luzerne étant très petite. Pour un semis en sol nu, les façons culturales suivantes sont à effectuer :

- un labour profond d'hiver
- des façons superficielles de printemps nivelant la terre et faisant germer les mauvaises herbes;
- avant le semis, passage croisé du cultivateur à dents vibrantes, puis herse et cultipacker (ou croskillette sur terre légèrement battante).

II. PRÉPARATION DES SEMENCES : INOCULATION.

Il faut n'utiliser que des **semences certifiées**. En sol acide, dont la teneur en calcium échangeable est inférieure à $20/1000$ ou n'ayant jamais porté de luzerne il convient d'« inoculer » la semence, en considérant cela comme une assurance, le prix de revient en étant faible.

On peut se procurer les cultures de Rhizobium auprès d'un laboratoire spécialisé. L'« inoculation » s'effectue simplement par trempage des semences dans une solution contenant des bactéries.

III. MODE DE SEMIS.

La luzerne est très généralement semée sous couvert de céréale de printemps (80 kg/ha) à la dose de 15 à 20 kg à l'hectare en lignes écartées de 15 à 20 cm. Compte tenu de la diminution de la disponibilité en lumière et en eau qu'occasionne la culture-abri pour la luzerne, on oppose à cette technique traditionnelle celle du semis sur sol nu, de printemps de préférence.

Les comparaisons « sol nu-couvert » montrent que :

— le semis au printemps *en terre nue* offre le plus de chance de réussite; le peuplement de la luzerne est plus dense, plus régulier, et plus pérenne que le semis sous couvert.

— par contre, une Luzerne implantée sur sol nu n'a, l'année du semis, qu'une récolte-moitié de celle d'une année normale (4 à 8 t/ha de MS).

Le semis sous couvert, de son côté, assure une récolte de céréale légèrement diminuée (15 % environ), soit 3,0 à 3,5 t de MS en grain, 6 à 7 t/ha de MS si elle est récoltée en vert; il répartit d'autre part, les charges d'installation entre la céréale et la Luzerne.

Une récolte ultérieure dans les deux modes de semis étant identique en rendement (12 à 15 t/ha de MS) c'est le résultat économique de *l'année de semis* qui est le plus important.

— quant au semis de fin d'été après une céréale, celui-ci est très aléatoire; il ne peut convenir qu'aux zones où l'alimentation en eau l'été est suffisante pour assurer une installation satisfaisante de la Luzerne avant l'hiver (zone côtière de l'Atlantique par exemple).

Les comparaisons lignes écartées (30 cm) lignes serrées (15 cm) montrent que :

— le semis en sol nu, en **lignes serrées**, assure une grande finesse de tige à la récolte et une pérennité plus grande, caractéristiques importantes pour la production de foin.

— le semis en **lignes écartées**, assure une plus grande régularité de production (1 à 3 coupes), ce qui est important pour une production à deshydrater.

c) Entretien.

I. DESHERBAGE.

Une jeune Luzerne est presque toujours fortement envahie d'adventices. Il existe actuellement un certain nombre d'herbicides sélectifs dont l'emploi est déterminé par la nature des adventices (voir tableau VI-3).

II. FUMURE D'ENTRETIEN.

Pour compenser les exportations, assurer une meilleure résistance au froid, une grande pérennité, un apport annuel de 80 à 100 kg/ha de P_2O_5 et 200 à 500 kg/ha de K_2O s'impose.

2⁰ EXPLOITATION DE LA LUZERNE.

a) Potentialité de production.

La potentialité de production de la Luzerne, dans les différentes régions françaises se situe entre **15 et 17 t de MS/ha**.

b) Influence de la date de la première exploitation, l'année du semis.

Dans le cas d'un semis sous couvert, la Luzerne a souffert de la concurrence de la céréale. Il faut donc la laisser s'installer et accumuler des réserves avant les

TABLEAU VI-3. — *Herbicides sélectifs de la Luzerne.*

DATE DU TRAITEMENT	PRINCIPAUX PRODUITS	ADVENTICES CONTRÔLÉES	STADE DES ADVENTICES	STADE DE LA LUZERNE	OBSERVATIONS C O D'EMPLOI
Pré-émergence	Néburon (2,5-3 kg/MA ha)	beaucoup de dicotylédones	avant la levée	au semis	sol pas trop riche en colloïdes et pluviométrie suffisante
	Diallate	Vulpin, Raygrass, paturins, folle avoine			
Post-émergence	Dinosébe DNBP (sels et ester)	la plupart des dicotylédones	plantule	2 feuilles trifoliées	inefficace sur renouée des oiseaux un peu développée
	2,4 DB (2,5 kg MA/ha)	Dicotylédones sauf ravenelles, matricaire, véronique, mouron, séneçon, gaillet, renouée des oiseaux		1 à 3 feuilles trifoliées	température supérieure à 15° C
	Mélange DNBP + 2,4-DB	plus actif que les deux séparément		2 à 3 feuilles trifoliées	

L'emploi du MCPA et des colorants nitrés à base de DNOC est à proscrire sur une luzerne déjà installée, souvent envahie de graminées; on peut, de préférence au désherbage mécanique, qui entraîne toujours une chute de production, traiter à l'aide du paraquat ou du mélange paraquat-diuron ou du carbétamide.

froids. En général on peut cependant faire une exploitation (1 t de MS/ha) aux premiers froids sans compromettre la pousse du printemps suivant.

Dans le cas du semis *sur sol nu*, on a vu qu'il faut compenser la perte de la récolte de céréale par une certaine production de fourrage. L'expérience montre que pour assurer à la Luzerne le meilleur enracinement il faut éviter la coupe de nettoyage qui arrête la croissance des racines et compromet la pousse d'été. Dès lors qu'un désherbage précoce a pu intervenir, la première coupe doit être tardive (pleine floraison).

c) Influence du rythme d'exploitation sur le rendement.

Nous savons (cf. chap. ni, p. 43, paragraphe Croissance et développement des légumineuses) que le maximum de production de matière verte est atteint en pleine floraison et que, parallèlement, les réserves des racines se trouvent reconstituées au début de la floraison. Le rythme d'exploitation doit donc être tel qu'à chaque coupe les réserves radiculaires aient eu le temps de revenir à leur niveau de départ. Pratiquement on pourra couper à partir du stade « début floraison ».

d) Rythme d'exploitation et valeur nutritive.

Le stade d'exploitation ne doit pas seulement tenir compte du rendement en matière sèche mais aussi de la valeur nutritive de la matière sèche : il faut rechercher le rendement maximum de *matière nutritive* à l'hectare. Or l'expérience a montré :

- *qu'au premier cycle de croissance*, le stade optimum se situe entre le bourgeonnement et le début de la floraison;
- *aux cycles suivants*, l'exploitation peut se faire à des âges beaucoup plus variables, la digestibilité variant moins.

3° MODE D'UTILISATION DE LA LUZERNE.

Traditionnellement fanée, la Luzerne peut être aussi pâturée ou ensilée, ou récoltée pour être deshydratée.

1° **Le pâturage** se pratique l'été lorsque les prairies de graminées produisent insuffisamment; la Luzerne sert alors à « boucher le trou d'été ».

2° L'ensilage de la Luzerne nécessite, de façon impérative, un préfanage amenant le produit à 30-35 % de MS si l'on veut obtenir un produit de bonne qualité (fourrage pauvre en glucides). Si le préfanage n'a pu être réalisé, il faut utiliser des conservateurs (mélasse par ex.), ou effectuer un ensilage sous vide.

3° **La deshydratation industrielle** de la Luzerne s'est développée considérablement en France : 4 500 t en 1951, 320 000 t en 1967. Elle produit un aliment de très haute qualité (> 18 % de protéines), destiné en grande majorité à la fabrication d'aliments pour volailles et pour porcs.

II. LE TRÈFLE VIOLET.

Trifolium pratense L. (2 n = 14)

A. ÉCONOMIE DE LA PRODUCTION.

Parmi les légumineuses prairiales, le Trèfle violet vient en France au second rang avec 833 000 ha (1967). La culture du Trèfle violet présente cependant une tendance à la régression (1 244 000 ha en 1953). Il est surtout cultivé dans l'Ouest (240 000 ha en Bretagne et Pays de Loire) où il constitue la légumineuse traditionnelle, pâturée, récoltée en vert ou fanée. En conditions optimales pour la Luzerne (pH notamment), les potentialités de production du trèfle violet sont généralement un peu moindres. Par contre, sur sols acides et dans les régions à pluviométrie abondante, le Trèfle violet a des rendements généralement supérieurs à ceux de la Luzerne.

B. LA PLANTE.

1° ÉTUDE BOTANIQUE.

C'est une légumineuse diploïde ($2n = 14$), vivace, à fécondation croisée, entomophile (autostérilité).

Le système racinaire présente un pivot d'importance relativement faible par rapport aux nombreuses racines adventives partant de la région du collet. **Les tiges** sont plus ou moins dressées, ramifiées à feuilles trifoliées. Ces feuilles se différencient de celles de la Luzerne par des folioles plus larges, présentant une bande blanchâtre en V à leur base (marque foliaire). **Les fleurs** sont roses, purpurines, groupées en capitules plus ou moins globuleux. **Le fruit** est une gousse ovoïde contenant une seule graine. **La graine** réniforme, ou ovoïde, violette mesure de 1,2 à 2,5 mm.

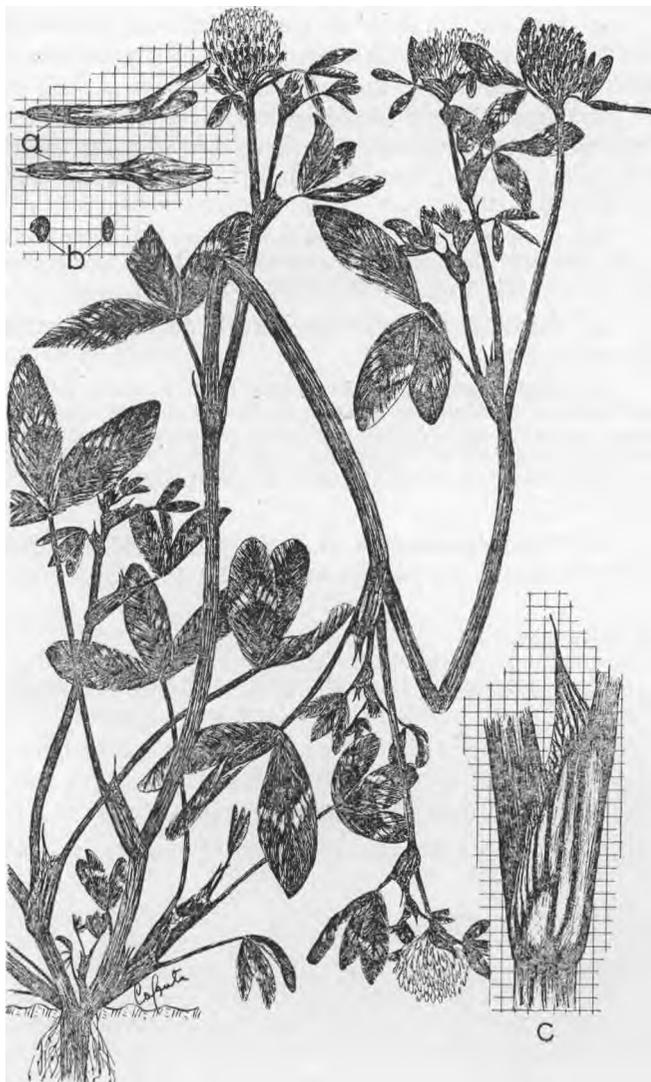


FIG. VI-2.

Trèfle violet.
Trifolium pratense L.

- a. fleur;
- b. graine;
- c. tige avec stipule.

(Dessin Caputa).

2° CARACTÈRES BIOLOGIQUES.

a) Exigences écologiques :

a) Climat. Le Trèfle violet est une plante des régions tempérées et subarctiques que l'on rencontre jusqu'au 69° de latitude Nord et à plus de 2 000 m dans les Alpes. Il résiste au froid dans la plupart des régions françaises.

b) Eau. Le Trèfle violet est très exigeant en eau. Ses rendements en deuxième coupe (mai juin) en zone continentale sont limités par sa sensibilité à la sécheresse. Son aire de culture est donc limitée aux régions à pluviométrie abondante et bien répartie, ou sur des sols ayant un excellent pouvoir de rétention en eau.

c) Lumière. Du point de vue de l'intensité lumineuse ses exigences sont plus limitées que celles de la Luzerne, ce qui lui permet une installation correcte sous couvert de céréales.

À l'égard de la photopériode le Trèfle violet a une réaction « jour long »; des différences notables existent cependant entre les Trèfles violets septentrionaux, à floraison tardive (besoins photopériodiques élevés) et les Trèfles méridionaux, à floraison précoce.

Les premiers, à une seule floraison par an (une seule coupe) proviennent de la sous-espèce *serotinum*. Les seconds, à croissance rapide, à plusieurs floraisons annuelles (à deux ou trois coupes) appartiennent à la sous-espèce *praecox*.

d) Acidité du sol. Le Trèfle violet s'accommode beaucoup mieux que la Luzerne des sols acides.

La cause de cette différence est sans doute à rechercher dans les aptitudes particulières des bactéries symbiotiques des deux espèces. D'après BONNIER à Gembloux, *Rhizobium trifolii* conserverait une activité appréciable à des pH inférieures à ceux que tolèrent les bactéries symbiotiques de la luzerne. Cependant, comme chez *Rhizobium meliloti*, des grandes différences existent à l'intérieur de *Rh. trifolii* et on a pu isoler des souches d'efficacité symbiotique très variable.

e) Éléments minéraux. A l'exception du calcium dont il est moins exigeant, le Trèfle violet a des besoins minéraux semblables à ceux de la Luzerne.

b) Parasites.

Bien que vivace, le Trèfle violet se comporte dans la pratique comme bisannuel, à cause de la sévérité des attaques parasitaires.

a) Parasites végétaux. Le plus grave est le *Sclerotinia trifoliorum* qui provoque une pourriture du collet (gros sclérotés noirâtres). Les autres parasites sont : *Rhizoctonia*, *Oidium*, *Pseudopeziza*, *Orobanche*.

b) Parasites animaux. Citons les nématodes, les sitones, les apions.

C. LES VARIÉTÉS.

1° ORIGINE.

Le Trèfle violet étant, comme la Luzerne, une espèce à fécondation croisée, les variétés sont *des populations*, soit naturelles (Ex. variété 'Flamand') soit issues de sélection dans des populations naturelles (Ex. 'Sepia', 'Crop').

2° CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES DISTINCTIFS.

Quelques caractéristiques morphologiques permettent d'identifier les variétés.

Citons :

- la proportion de plantes sans marque foliaire (ex. : 'Flamand' 8 à 12 %, 'Sepia' moins de 4 %);
- les pourcentages de fleurs blanches et de fleurs pourpres;
- la coloration des graines.

3° CARACTÈRES CULTURAUX : ÉLÉMENTS DU CHOIX DES VARIÉTÉS

a) Précocité.

Toutes les variétés cultivées en France appartiennent au type *praecox*. Elles présentent toutefois entre elles des différences très notables de précocité de floraison permettant un étalement de la production dans le temps. Pratiquement 15 à 20 jours en moyenne séparent la floraison des variétés très précoces (ex. : 'Alpilles') et tardives (ex. : 'Goliath').

b) Rendement.

Des différences de 10 à 15 % en rendement total annuel existent entre variétés. Il semble que l'élévation du degré de ploïdie permette d'accroître encore le niveau de productivité du Trèfle violet. La première variété tétraploïde, 'Tetri' a été inscrite au catalogue français en 1966.

c) Pérennité.

Certaines variétés, peu nombreuses encore, présentent une meilleure pérennité que d'autres, liée à une moindre sensibilité au *Sclerotinia* et aux nématodes.

D. CULTURE ET EXPLOITATION.

1° SEMIS.

a) Préparation du sol et fumure.

La préparation du sol s'effectue dans les mêmes conditions que pour une Luzerne : 80 à 120 kg/ha de P_2O_5 et 150 à 200 kg/ha de K_2O seront enfouis au labour.

Trèfle violet au stade floraison
(remarquer la marque foliaire sur
chaque foliole).

Photo S.P.I.E.A.



b) Mode de semis.

Le semis s'effectue généralement au printemps, sous couvert d'une céréale (Orge-Avoine). En région méridionale et dans l'Ouest, on l'implante aussi parfois d'automne. Des quantités de semences de 10 à 15 kg/ha, donnant des peuplements de 300 à 500 plantes par mètre carré, assurent des rendements sensiblement égaux à ceux obtenus avec des densités plus élevées.

Le semis doit être très superficiel (1 à 1,5 cm). Pour recouvrir les graines, le passage d'un rouleau cannelé convient particulièrement.

2° ENTRETIEN.

a) Desherbage.

Au moment du semis deux produits sont utilisables contre les graminées : le triallate et le diallate. Après la levée un colorant nitré, le dinosèbe (**DNBP**), une phytohormone de synthèse, le MCPB, le carbetamide sont à conseiller. Enfin, les cultures installées peuvent être desherbées au dichlobénil, paraquat et carbétamide.

b) Fumure d'entretien.

Pour soutenir la production de deux années, un apport de 80 à 120 kg/ha de P_2O_5 et 100 à 150 kg/ha de K_2O est à conseiller, au plus tard en décembre.

3° EXPLOITATION.

a) Rythme optimal d'exploitation.

Le Trèfle violet se distingue de la Luzerne en ce sens qu'il résorbe en hiver une part plus importante des réserves accumulées dans les racines.

Dans ces conditions, l'année du semis, l'exploitation d'automne doit être pratiquée au plus tard début octobre pour que le Trèfle puisse reprendre une vigueur suffisante avant le froid.

En seconde année, le stade optimum pour la première coupe semble se situer à la fin du bourgeonnement ou au début de la floraison; la digestibilité de la matière sèche décroît ensuite.

b) Potentialité de production.

En région très favorable, la potentialité de production du Trèfle violet se situe aux environs de 12 à 15 t/ha de matière sèche soit 8 à 10 000 UF/ha et 1 800 à 2 000 kg/ha de protéines.

L'importance du rendement total de la culture dépend principalement de la seconde coupe, essentiellement tributaire des conditions atmosphériques de l'année.

4° MODES D'UTILISATION DU TRÈFLE VIOLET.

Le Trèfle violet peut être pâturé, affourragé en vert, fané ou ensilé.

La prudence est de rigueur pour l'exploitation en pâturage ou **en affouragement** en vert, car le Trèfle violet est météorisant : le pâturage doit être retardé

jusqu'à ce que la rosée ait disparu et il doit être rationné; de même la distribution en vert doit être faite en quantité restreinte.

Le fanage du Trèfle doit se faire avec précaution, en raison de chutes de feuilles pouvant faire perdre au fourrage la plus grande partie de sa valeur nutritive. Le séchage sur siccateur et le séchage en grange par ventilation permettent d'obtenir des foin de meilleure qualité.

L'ensilage est plus facile à réussir que celui de la Luzerne, en raison d'une plus grande richesse en glucides.

Par contre le Trèfle violet est **moins apte à la déshydratation** que la Luzerne car, à stade égal, il est moins riche en protéines.

III. LE SAINFOIN.

Onobrychis sativa Lamk. (2n = 28)

A. ÉCONOMIE DE LA PRODUCTION.

La culture du Sainfoin est depuis le début du siècle en nette régression en France.

1915 : 768 000 ha	1953 : 411 000 ha
1935 : 418 000 ha	1967 : 115 000 ha

Sa production très inférieure à celle de la Luzerne en est la principale cause, car par ailleurs, sa valeur alimentaire est remarquable. Il demeure cultivé surtout dans le Sud-Ouest (Midi-Pyrénées), dans l'Est (Jura), le Sud-Est (Provence). Les pays méditerranéens (Italie, Hongrie, Turquie, Maroc) sont par ailleurs les principaux producteurs de Sainfoin.

B. LA PLANTE.

1° ÉTUDE BOTANIQUE.

C'est une plante vivace, spontanée en France, sa durée de vie peut atteindre 20 ans.

Le système racinaire présente une grande racine pivotante, très profonde (1 à 4 m) à ramifications latérales. Le système aérien peut atteindre un grand développement (0,40 m à 0,65 m de hauteur). **Les tiges** sont ramifiées, à port dressé, plus pubescentes que celles de la Luzerne. **Les feuilles** imparipennées sont composées de 10 à 12 paires de folioles plus ou moins pubescentes à la partie inférieure.

L'inflorescence est une grappe spiciforme, allongée, à fleurs roses à rouges, souvent striées de veines plus foncées. La fécondation est allogame. **Le fruit** est une gousse indéhiscente de 7-8 mm, 5-6 mm, légèrement aplatie et couverte d'ornementations alvéolaires lui donnant un aspect réticulé qui brunit avec l'âge. Ce fruit contient une seule graine réniforme assez volumineuse (10 à 14 g les mille grains).

2° CARACTÈRES BIOLOGIQUES.

a) Exigences écologiques.

Le Sainfoin est une plante très rustique. Il résiste bien au froid (sauf au stade jeune) et à la sécheresse mais craint une humidité excessive, ainsi que l'acidité du sol : seul ou associé au Dactyle ou à une Fétuque, il permet de mettre en valeur des terres sèches, même peu profondes (rendzines). Il supporte très bien, beaucoup mieux que la Luzerne et le Trèfle violet, un excès de calcium.

b) Parasites.

L'oïdium, la rouille, le *Sclerotinia* sont ses parasites principaux.

C. LES VARIÉTÉS.

Les variétés cultivées en France sont des populations naturelles auxquelles s'ajoutent toutefois, bien qu'encore peu répandues, quelques variétés issues de sélections : 'FK' (INRA-Montpellier), 'Lunic' (INRA-Lusignan). Deux grands types de variétés sont à distinguer :

Le Sainfoin à une coupe, qui fleurit tardivement, une seule fois dans l'année. Il donne une bonne récolte de foin et un faible regain feuillu. Il est très persistant (3 à 4 ans), intéressant pour la pâture d'automne.

Le Sainfoin à deux coupes (ou double) intéressant pour la pâture d'automne, qui fleurit plusieurs fois dans l'année et fournit au moins deux récoltes de foin. Il est donc plus productif que le précédent mais moins rustique et moins persistant. A ce type appartient la variété 'FK'.

D. CULTURE ET EXPLOITATION.

1° SEMIS.

Le Sainfoin demande une préparation de sol semblable à celle de la Luzerne. On le sème généralement au printemps, en sol nu, à raison de 120-150 kg/ha de gousses, soit 40 à 50 kg de graines; on l'enfouit par un léger hersage suivi d'un roulage.

La fumure de fond est du même ordre que pour une luzerne. Au semis on pourra apporter 20 à 30 kg/ha d'azote.

2° ENTRETIEN.

Les techniques de desherbage au semis, à la levée et sur cultures installées, sont voisines de celles utilisées sur Trèfle violet. La fumure d'entretien sera également du même ordre que pour un Trèfle.

3° EXPLOITATION. UTILISATIONS.

Le plus souvent, l'on fane ou l'on ensile la première coupe à floraison, la

seconde étant pâturée. La potentialité de rendement du sainfoin est au moins de l'ordre de :

- pour un Sainfoin à 1 coupe : 3 à 5 t/ha de fourrage.
- pour un Sainfoin à 2 coupes : 4 à 8 t/ha de foin sec.

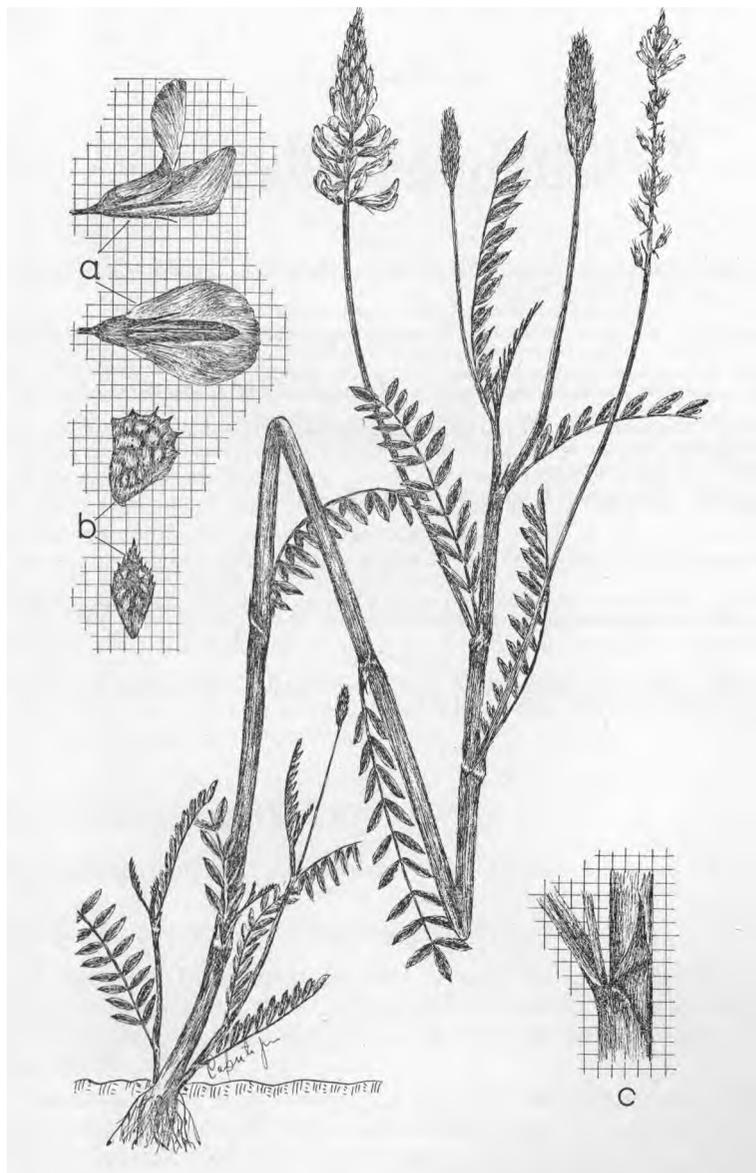


FIG. VI-3. — Sainfoin (Escarcelle). *Onobrychis sativa* Lamk.

a. fleur; b. graine; c. tige avec stipule.

(Dessin Caputa).

Le fourrage vert est de bonne qualité alimentaire car le Sainfoin est exceptionnellement riche en sucre : la valeur UF des feuilles en ire coupe est de l'ordre de 0,85 à 0,90 UF/kg MS, en 2e coupe : 0,80 UF/kg; celle des tiges en ire et 2e coupes : 0,55 à 0,58 UF/kg.

C'est un fourrage qui convient bien aux vaches et aux brebis laitières; il ne provoque pas de météorisation.

BIBLIOGRAPHIE DU CHAPITRE VI

LUZERNE

- BESSAC** (J. P.). 1967. — Influence de la densité et de l'écartement sur quelques caractéristiques quantitatives et qualitatives de la luzerne. *Fourrages*, 30, 13-21.
- CLAVIER** (G.). 1964. — Le potentiel de la luzerne Provence : *Ann. Amél. Plantes*, 3, 271-294.
- DEMARLY** (Y.). 1957. — Biologie et exploitation de la luzerne. *Ann. Amél. Plantes*, 3, 247-272.
— 1967. — Valeur alimentaire de la luzerne, *Fourrages*, 26, 12-33.
- GUY** (P.). 1966. — Les variétés françaises de luzerne, *Fourrages*, 27, 18-24.
— 1967. — La production de luzerne et de trèfle violet en culture pure ou associée, *Journées I.T.C.F.*, janvier 1967.
- MOWAT** (D. N. et A. A.). 1967. — Relationship between stern diameter and in vitro-digestibility of forages. *Can. J. Plant Sc.*, 47, 423-426.
- PFFITZENMEYER** (Cl.). 1963. — La luzerne. Paris.
- OBATON** (M.). 1967. — L'inoculation de la luzerne. *Fourrages*, 30, 22-38.

TRÈFLE VIOLET

- PICARD** (J.), **DEMARQUILLY** (Y.), **HUTIN** (C.). 1966. — Espèces et variétés de légumineuses. *Bull. Tech. Inf.*, 115, 801-812.
- PICARD** (L.). 1951. — État actuel et perspectives offertes par la sélection chez le trèfle violet. *Fourrages*, 20, 82-88.
— 1965. — Les variétés françaises de trèfle violet. *Fourrages*, 27, 12-17.

SAINFOIN

- BADOUX** (S.). 1965. — Étude des caractères morphologiques, physiologiques et agronomiques de population d'esparcette. *La recherche agronomique en Suisse*. Vol. 4, Fasc. 2.

CHAPITRE VII

LES FOURRAGES ANNUELS

I. LES FOURRAGES ANNUELS DANS L'ASSOLEMENT.

A. DÉFINITION - CLASSIFICATION.

L'on regroupe, sous l'appellation de « fourrages annuels » un nombre assez important d'espèces, appartenant à des familles botaniques très diverses (graminées, légumineuses, crucifères, composées...), mais dont la caractéristique commune est de produire en une durée de végétation inférieure à un an, et généralement en un temps très réduit (3 à 4 mois) une masse de fourrage feuillu, exploitable en fauche, en pâture ou en ensilage.

Ils se classent en deux grandes catégories :

— *les fourrages annuels d'automne*, semés à l'automne en vue d'une récolte de printemps. Ex. : Navette d'hiver; Ray-grass italien + Trèfle incarnat;

— *les fourrages annuels de printemps et d'été*, ensemencés au printemps ou en été et récoltés de la fin du printemps à l'hiver. Ex.: Mais-fourrage, Vesce + Avoine de printemps; Chou fourrager.

B. RÔLE DANS L'ASSOLEMENT.

Les fourrages annuels peuvent assurer un double rôle dans l'assolement :

a) Ils permettent une production continue de fourrage vert.

a) A eux seuls. La diversité de leurs caractéristiques botaniques et agronomiques fait qu'il serait, du moins théoriquement, possible de concevoir un calendrier fourrager faisant appel uniquement à des cultures fourragères annuelles (Tableau VII-1).

b) En complément de la prairie. En raison de sa physiologie propre, et en dépit de l'échelonnement de la production que permet la gamme de précocité des espèces et variétés modernes de graminées ou légumineuses, les prairies temporaires et artificielles présentent à certaines époques (été et hiver principalement), des « trous » de production, que les fourrages annuels permettent de combler.

b) Ils assurent une intensification fourragère maximale.

— par leur temps d'utilisation du sol, souvent très restreint, beaucoup d'entre eux, notamment les crucifères (Moutarde, Navette, Colza, Chou) peuvent être cultivés en dérobée. Par voie de conséquence, il est possible, dans les régions les plus favorables, de réaliser dans l'année, deux cultures fourragères successives;

— par l'accroissement considérable du rendement brut par hectare que certains d'entre eux (maïs-ensilage) permettent d'atteindre;

— par le plein emploi de la main-d'oeuvre et de certains matériels qu'ils permettent de réaliser.

C. FACTEURS LIMITANT LEUR CULTURE.

1° Le climat constitue un premier obstacle à l'implantation des fourrages annuels; plus particulièrement *l'irrégularité des précipitations* limite le choix des fourrages dans certaines régions du Nord et de l'Est, à hivers très rigoureux ou à printemps et étés secs. Ceci explique que l'Ouest soit la région principale de culture de ces fourrages.

2° *La manipulation de masses importantes de fourrages* (jusqu'à 70 t/ha et plus) exigeant une main-d'oeuvre importante. Avec le développement de la mécanisation, cet obstacle tend à prendre moins d'importance.

3° *Le coût élevé de production* : chaque culture étant onéreuse en labour semences, entretien récolte, etc... Très grossièrement, on peut considérer que le prix de revient de l'UF de fourrages annuels est *une fois et demie* celui de l'herbe.

II. LES FOURRAGES ANNUELS D'AUTOMNE.

A. GRAMINÉES.

1° CÉRÉALES D'HIVER (SEIGLE, ESCOURGEON, AVOINE).

Ces céréales, qu'il s'agisse du Seigle, de l'Escourgeon ou de l'Avoine peuvent être *semées pures*, pour production de fourrages à pâturer, en fin d'hiver, ou à ensiler à un stade plus ou moins précoce (début épiaison à stade pâteux du grain).

Le Seigle, semé fin septembre, bien fertilisé (70 kg/ha d'azote) peut être pâturé en décembre, et après un nouvel apport d'azote, une seconde pâture est réalisable en mars. Il est possible également de le récolter pour ensilage à début épiaison; après ce stade, il s'enrichit très vite en cellulose. Des rendements de l'ordre de 6 à 7 t/ha de MS, soit 5 à 5 500 UF sont possibles dans l'Ouest, fin avril, début mai.

De même l'Escourgeon, peut, en semis de fin septembre, et avec une fumure azotée importante, fournir au moins deux pâturages, puis soit un ensilage, soit une récolte de grains (30-35 q/ha). Il faut cependant, dans cette dernière hypothèse, faire pâturer avant le début de la montée.

L'Avoine d'hiver est fréquemment cultivée pour pâturage en Nouvelle-Zélande,

plus rarement en France. Au stade floraison, une avoine d'hiver peut fournir une récolte de 8 t/ha de matière sèche.

Les céréales d'hiver sont toutefois plus souvent semées en *association avec une légumineuse* (Vesce-Pois) qu'en culture pure.

2° RAY-GRAS ITALIEN.

En raison de sa très grande plasticité (possibilité de semer en toute saison, rapidité d'implantation), de sa rapidité de croissance au printemps, le Ray-grass italien est fréquemment semé à l'automne (septembre-octobre) en culture pure, pour pâturage et (ou) ensilage d'avril à mai, avant de laisser la place à une culture d'été (maïs, par exemple).

Semé à 20-25 kg/ha, il peut produire ainsi en 8 mois et 2 exploitations, 5 à 7 t/ha de MS, soit 4 à 6 000 UF/ha.

La succession Ray-grass italien-Maïs représente dès lors, en zone favorable (région atlantique) un potentiel fourrager annuel supérieur à 15 000 UF/ha.

B. LÉGUMINEUSES.

1° VESCES D'HIVER.

Cultivées en association avec une céréale d'hiver-tuteur, les vesces d'hiver peuvent fournir en mai juin, récoltées au stade « début maturité des gousses », 7 à 8 t/ha de matière sèche, soit 4-5 000 UF/ha et 7-900 kg de MAD.

Les variétés utilisées appartiennent à trois espèces principales (Tableau VII-2) :

- la Vesce commune, *Vicia sativa* L.
- la Vesce **de Pannonie** ou de Hongrie : *Vicia pannonica* Crantz;
- la Vesce de Cerdagne : *Vicia varia* Host.

Les caractères distinctifs de ces trois espèces sont résumés au tableau VII-2.

Chez la Vesce commune, la sélection a permis d'obtenir quelques variétés de précocité et résistance au froid variées. Ex. 'St-Omer.'

TABLEAU VII-2. — *Caractères distinctifs des trois espèces de vesces cultivées.*

	VESCE COMMUNE (<i>Vicia sativa</i>)	VESCE DE PANNONIE (<i>Vicia pannonica</i>)	VESCE DE CERDAGNE (<i>Vicia varia</i>)
Folioles primaires .. Forme des folioles ..	Une paire Cordiforme	Deux paires Étroite, allongée, tronquée	Deux paires Oblongue ou allongée
Pilosité	Glabe	Velue	Faiblement pubescente
Inflorescence	1-2 fleurs en grappe Fleur presque sessile	1-5 fleurs en grappe assez courte Fleur pédonculée	Fleur en grappe allongée de plus de 20 fleurs à très court pédoncule
Couleur des fleurs ..	Violettes	Blanche	Violettes



S.P.I.E.A.

Une culture de Vesce-Blé d'hiver



Photo S.P.I.E.A.

Une culture de Trèfle incarnat en floraison.

Très productives, les Vesces communes exigent des sols riches et une bonne fertilisation (40-80 kg/ha).

La **Vesce de Pannonie**, remarquablement adaptée aux sols lourds et humides est précoce. C'est la plus résistante au froid des vesces d'hiver.

La **Vesce de Cerdagne** est une plante rustique, s'adaptant aux sols sableux et pauvres. Sa résistance au froid est moyenne. La variété la plus connue est 'Auggiana'.

Fauchée très tôt, à l'apparition des boutons floraux, et assez haut, elle est susceptible de donner une deuxième coupe.

La céréale-tuteur (espèce et variété) à associer à la Vesce, doit être résistante à la verse et d'une précocité analogue. Les associations que l'on peut conseiller sont les suivantes :

- Vesce commune précoce ou Vesce de Pannonie et Seigle 'Petkus'.
- Vesce commune tardive (type 'St-Omer') ou Vesce de Cerdagne et Blé 'Cappelle' ou Avoine d'hiver 'Du Prieuré'.

2° POIS D'HIVER.

Comme les Vesces on peut cultiver en association avec une céréale, un pois d'hiver. Il n'existe qu'un petit nombre de variétés : 'Assas', 'Piver', 'Pirix'.

3° GESSE.

Parmi les nombreuses espèces du genre, deux ont un intérêt agricole :

- la Gesse cultivée, *Lathyrus sativus* L.
- la Gesse chiche (Jarosse), *Lathyrus Cicera* L.

Ces deux espèces sont des plantes annuelles, glabres, à feuilles longuement stipulées, caractérisées par une paire de folioles lancéolées, linéaires, à tiges étroitement ailées, à semences prismatiques.

Les Gesses sont surtout cultivées en région méditerranéenne; elles sont assez sensibles au froid, mais résistent bien à la sécheresse (Gesse Jarosse surtout).

Elles donnent en trois ou quatre mois, en association avec un seigle, un fourrage de bonne qualité, mais leurs rendements sont peu élevés (15-20 t/ha), à exploiter avant la formation des graines parfois toxiques.

4° TRÈFLE INCARNAT.

Le Trèfle incarnat (*Trifolium incarnatum* L.) est cultivé traditionnellement dans l'Ouest et le sud-ouest de la France, soit en culture pure, soit en association avec le Ray-grass italien, soit encore en mélange avec une Vesce d'hiver et du Ray-grass italien (mélange de Landsberg). Il peut être pâturé à l'état pur sans aucun risque de météorisation.

a) Caractères généraux.

C'est un Trèfle annuel, à faible système racinaire. Il se différencie des autres trèfles par des tiges dressées, velues; des feuilles à folioles poilues, en forme de cœur, et surtout des fleurs groupées en épi cylindrique terminal, pourpres à blanches selon la variété. La pollinisation est entomophile (abeilles) ce qui favorise la fécondation allogame. Le fruit est une gousse ovale (« bourre ») contenant une grosse graine ovoïde, de couleur blanc jaunâtre, brillante.

Le Trèfle incarnat résiste assez bien au froid mais est sensible à une couche de neige persistante. Il est également difficile à réussir en terrain calcaire.

Par contre, le Trèfle incarnat s'adapte très bien aux sols argilo-siliceux, voire sablonneux et pauvres.

b) Culture et exploitation.

En raison de sa faible vitesse d'implantation, il faut le semer tôt (fin août-début septembre), à 18-20 kg/ha de semences, en culture pure, ou 6-8 kg de Ray-grass italien et 12-18 kg de Trèfle incarnat. Il est aussi fréquent de le semer en « bourre », à la dose de 45-60 kg/ha.

Il peut être exploité en trois coupes ou pâturages :

une première fois, en fin d'hiver (ce qui, dans l'association avec Ray-grass d'Italie, limite l'agressivité de ce dernier et améliore la teneur en matière azotée digestible de la coupe suivante);

une seconde fois en avril; une troisième fois début mai à début floraison.

De la sorte, l'association peut produire (BERTHELEM, 1964) 7 à 8 000 UF/ha et 1 000 kg/ha de MAD, le rendement énergétique étant généralement supérieur à celui donné parallèlement par le Trèfle pur (6 à 7 000 UF/ha).

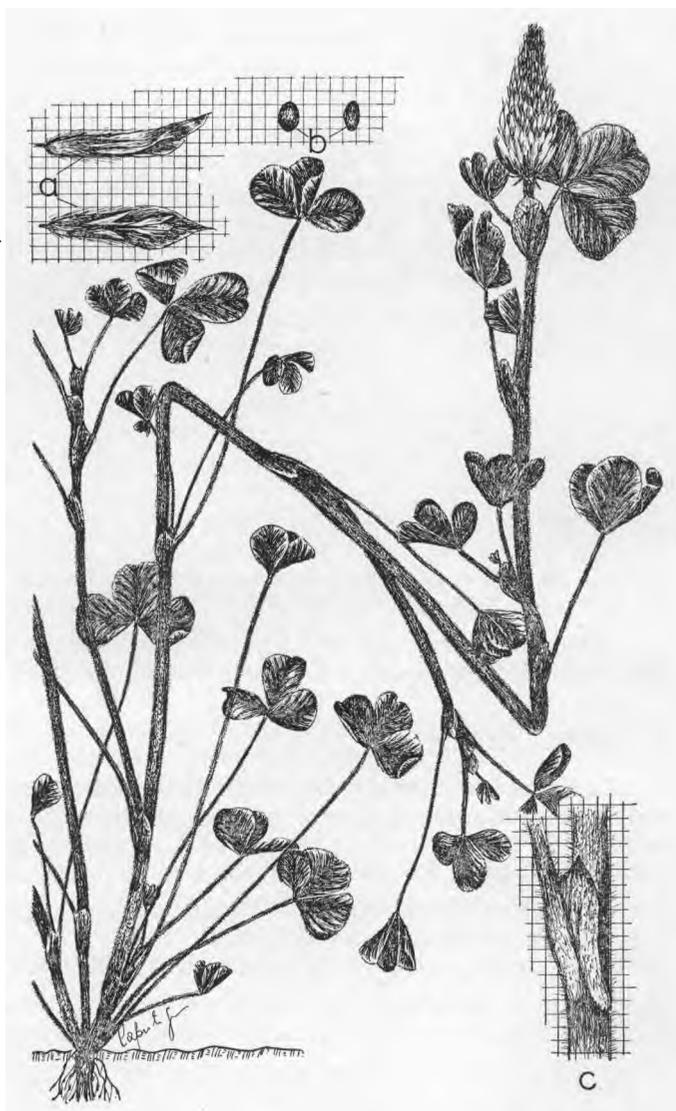
FIG. VII-1.

Trèfle incarnat.

Trifolium incarnatum L.

- a. fleur;
b. graine;
c. tige avec stipule.

(Dessin Caputa).



c) Variétés.

Il existe quelques variétés-populations, se différenciant essentiellement par leur couleur de fleur, leur précocité ('Hâtif à fleurs rouges', 'Tardif à fleurs rouges', 'Très tardif à fleurs blanches').

5° TRÈFLE D'ALEXANDRIE OU BERSIM.

Le Trèfle d'Alexandrie (*Trifolium alexandrinum* L.) est surtout cultivé dans le Bassin méditerranéen. Comme le Trèfle incarnat, il ne météorise pas.

C'est un Trèfle annuel, dont les feuilles sont à folioles oblongues lancéolées (Trèfle à feuilles de luzerne). L'inflorescence est un capitule à fleurs blanc crème.

Le Trèfle d'Alexandrie craint tout autant le froid que les fortes chaleurs. Les sols argileux et surtout les sols acides ne lui conviennent pas. Par contre, il est assez tolérant vis-à-vis des sols salins.

Dans le Bassin méditerranéen, en culture sèche, on le sème après les pluies automnales. En culture irriguée, il peut être semé en fin d'été. Ailleurs, en France, il faut le semer au printemps (mars). On le sème généralement à la dose de 20-30 kg/ha.

En culture sèche, il peut produire, en plusieurs coupes, 4-5 t/ha de MS. En culture irriguée : 8-16 t/ha de MS (jusqu'à 100 t de fourrage vert à Alger).

Sa valeur fourragère est légèrement inférieure à celle d'une luzerne. Il existe de nombreuses variétés locales.

C. CRUCIFÈRES.

1° NAVETTE D'HIVER.

L'intérêt de la Navette d'hiver tient surtout à sa *précocité* : c'est souvent la première récolte fourragère de printemps, celle qui arrive au moment où les réserves de foin et de betteraves touchent à leur fin. La variété la plus cultivée est la Navette 'Chicon'.

Semée en septembre à 10 kg/ha, elle peut produire dans l'Ouest, fin mars-début avril, à début floraison, environ 4 t/ha de MS, soit 2 500 à 3 000 UF/ha.

2° COLZA D'HIVER.

Le Colza fourrager d'hiver est traditionnellement cultivé dans l'Ouest, pour exploitation de printemps, peu après les premiers Ray-grass d'Italie. Semé en septembre à raison de 6-8 kg/ha, récolté à début floraison, il peut produire, fin avril à début mai 4 à 6 t/ha de MS, soit environ 3 000 à 4 000 UF.

La variété traditionnelle est 'Parapluie'. Celle-ci est cependant nettement dépassée par certaines sélections récentes, 'Rapso', 'Parasol', et surtout 'Arvor', de 5 à 20 % plus productives en matière sèche et UF/ha.

III. LES FOURRAGES ANNUELS DE PRINTEMPS ET D'ÉTÉ.

A. GRAMINÉES.

1° MAIS-FOURRAGE.

Aujourd'hui, le maïs-ensilage constitue dans de nombreux assolements fourragers, la culture fourragère annuelle *quasi exclusive*.

Sa facilité de culture, ses rendements très élevés (8 à 10 000 UF/ha au moins), ses facilités de récolte et de conservation en sont les raisons principales.

Très difficilement dissociable de la culture du maïs-grain, dont elle est très complémentaire, elle n'en diffère pratiquement que par le choix des variétés



Photo Min. de l'Agric.

Récolte de Maïs-fourrage.

(parfois un peu plus tardives), et surtout la date de récolte (voir tome II, chap. viii).

Le maïs cultivé comme fourrage vert s'avère, dans certaines conditions, très intéressant : il peut en effet assurer l'alimentation des animaux à une époque où les prairies, même intensives (temporaires) peuvent ne pas suffire.

- pendant l'été (juillet-août) directement consommé en vert;
- pendant l'hiver (décembre-février) après ensilage.

a) Le maïs-fourrage à consommer en vert.

1^o LA TECHNIQUE TRADITIONNELLE.

Jusqu'à ces dix dernières années, le maïs-fourrage consommé en vert était la forme traditionnelle d'utilisation du maïs-fourrage. Bon an, mal an, on en cultivait 200 000 ha chaque été.

Il s'agissait d'une *culture dérobée*, assez sommairement préparée :

- parcelle rapidement labourée en juillet (après un Escourgeon par ex.) après enfouissement de fumier;
- semis à la volée de variétés tardives ('Grand Roux Basque' ou 'Iowa 4417') à doses très fortes (jusqu'à 100 kg/ha);
- culture donc très dense, à tiges fines, versant facilement;
- au bout de deux mois (fin août) fauche journalière et transport à l'auge.

Les rendements en matière verte pouvaient être élevés mais il s'agissait d'un fourrage très aqueux, sans épi, et souvent envahi d'adventices.

Cette technique est à déconseiller.

2° LA TECHNIQUE RATIONNELLE.

Celle-ci tient compte de ce que le maïs n'atteint une valeur fourragère suffisante *qu'après formation du grain* (Tableau ci-dessous).

— *Variation de la valeur fourragère d'une plante de maïs en fonction du stade de développement de l'épi :*

Stade de l'épi	matière sèche	UF/kg matière verte
Début « laiteux »	15-20	0,10-0,14
Laiteux-pâteux	20-25	0,14-0,18
Début « pâteux »	25-30	0,18-0,22
Fin « pâteux »	30-35	0,22-0,26
Grain dur	35-40	0,26-0,30

Comme d'autre part, on veut pouvoir récolter aussitôt que possible (disette d'UF à partir de fin juillet parfois) et durant une période de 1 mois à 2 mois.

— *Il faut semer aussitôt* que possible, donc cultiver le maïs fourrage en *culture principale*, comme le maïs-grain;

— semer des *variétés précoces* (Groupe I), (voir tome II, chap. vils);

— mieux encore, semer une série de variétés de *précocité échelonnée* : chaque variété n'étant exploitable qu'une vingtaine de jours, deux à trois variétés seront nécessaires;

— enfin abaisser le prix de revient de l'UF produite par *pâturage direct*.

b) Le maïs - ensilage.

Il s'agit de cultiver le maïs pour le récolter au stade optimum pour le rendement en unités fourragères et la conservation en *ensilage* : ce stade s'avère être le stade *grain pâteux dur*.

Les possibilités offertes aujourd'hui par les *machines de récolte*, le potentiel *élevé* de production fourragère du maïs, la *facilité de réussite* et l'*appétence* de l'ensilage ont considérablement favorisé le développement de cette technique ces dix dernières années.

1° La technique de culture est la même que celle du maïs grain : (voir tome II, chap. VIII) :

— *même préparation du sol*;

— semis à la *même date*, ou pour une même variété, un peu plus tardif, puisque l'on récoltera à un stade plus précoce;

— *densité de semis* égale ou un peu supérieure (9-10 **plantes/m** pour les variétés précoces au lieu de 7 à 8 en maïs grain);

— *desherbage* à l'aide des **triazines**.

2° La récolte a lieu à partir du stade de grain pâteux, c'est-à-dire dès que les grains ont pris leur couleur définitive et qu'il devient difficile à écraser entre les doigts : ce stade correspond sensiblement au *début du jaunissement des spathes et des feuilles de base* (27-30 % MS dans la plante entière).

Les machines de récolte appelées improprement *ensileuses* sont de deux types : à fléaux ou à couteaux, tournant à 1 500-1 700 tours/minute. Elles coupent les plantes à leur base, les hachent en morceaux plus ou moins courts et les déchargent dans une remorque suivant la machine.

3° L'ensilage proprement dit ne pose aucun problème particulier si ce n'est la nécessité d'une coupe d'autant plus fine et d'un tassement d'autant plus énergique que le maïs est plus avancé en végétation.

Les pertes en cours de conservation sont relativement faibles (5-10 % de la matière sèche).

4° Les rendements obtenus peuvent atteindre 9 à 10 000 UF/ha, soit 40 à 50 t de fourrage à 30 % de matière sèche et 0,8 UF au kg de matière sèche.

Le coût de production (récolte et ensilage compris) d'un hectare de maïs ensilage était en 1964 d'environ 1 200 F, mettant le prix de revient de 1'UF à 0,12-0,18 F selon le rendement des cultures.

c) L'ensilage de maïs grain humide.

En raison des difficultés rencontrées certaines années (1965, par exemple) à récolter le maïs en grain à un niveau d'humidité inférieur à 40 %, puis à le sécher à un prix acceptable, l'ensilage du grain humide a été préconisé comme méthode de conservation.

Des expériences faites par le professeur RINTELEN à Weihenstephan en Bavière et reprises en France, ont effectivement montré que le maïs-grain peut être valorisé par les porcins ou les bovins sans faire intervenir un séchage coûteux.

L'ensilage peut être effectué après broyage des grains ou directement sur épi entier, additionné de 2 % de sucre dénaturé; la première méthode assurant une meilleure anaérobiose serait préférable.

L'ensilage obtenu, très appétant, de pH 4 environ, peut doser 1,20 UF au kg de matière sèche.

Par hectare de culture à 50 quintaux de matière sèche, il faut prévoir 7 à 8 m³ de silos pour ensilage de grains moulus.

2° SORGHOS FOURRAGERS.

a) Place dans la classification botanique.

Sur le plan agronomique, l'appellation générale Sorghos fourragers s'applique à des types appartenant aussi bien à *Sorghum vulgare* Pers. qu'à *Sorghum vulgare* var. *sudanense* (Piper) Hitchc.

A *Sorghum vulgare*, on peut rattacher les lignées ou variétés traditionnelles de Sorghos fourragers, et Sorghos sucrés.

A *Sorghum vulgare*, var. *sudanense*, on peut rattacher les Sudan-grass et les hybrides Sudan X Sudan, Sorghos herbacés présentant une aptitude à la repousse après coupe.

A un groupement intermédiaire, résultant du croisement de *S. vulgare* X *S. vulgare sudanense*, on peut rattacher les Sweet-Sudan et les hybrides Sorgho X Sudan ou Sudan X Sorgho.

b) Caractères généraux.

Sur le plan cultural, les Sorghos doivent leur intérêt à leur *résistance à la sécheresse*, très supérieure à celle du Maïs; à leur productivité élevée et à l'aptitude de certains d'entre eux à fournir des repousses après une première récolte. Cependant, comme celles du Sorgho-grain, leurs exigences thermiques sont notablement plus élevées : zéro de germination voisin de 10°C , croissance des plantules ne devenant convenable qu'au-dessus de 15°C ; par conséquent, époque de semis un peu plus tardive que celle du maïs.

c) Variétés.

Les variétés actuellement cultivées sont pour les unes, des variétés traditionnelles, les autres, de plus en plus nombreuses, des hybrides de première génération entre une lignée mâle stérile et une lignée *pollinisatrice*.

Chez les Sorghos, un effet *d'hétérosis* important s'observe en F_1 . Celui-ci peut porter, non seulement sur le rendement en vert et en sec, mais aussi sur le rapport *feuilles/tiges*, la teneur en protéines et la *digestibilité*.

Ces variétés hybrides sont de trois types : *Sorgho X Sorgho*, — *Sudan X Sudan et Sorgho x Sudan*. Les éléments de choix de ces différentes variétés portent principalement sur la précocité — le rendement — l'aptitude à la repousse — la finesse des tiges — la toxicité au stade feuillu. Citons dans les différents groupes :

VARIÉTÉS TRADITIONNELLES

Sorghos fourragers : 'Rox Orange', 'Rosso Lombardo', 'Noir sucré'.
Sudan grass et Sweet-Sudan : 'Sudan-grass commun', 'Wheeler-Piper'.

VARIÉTÉS HYBRIDES.

Sorgho hybrides : 'NK 120', 'NK 145', 'SK 300', 'NK 320'.
Sudan grass hybrides : 'Trudan'.
Sorgho X Sudan-grass : 'Grazer', 'Vidan 697', 'Sordan'.

d) Productivité.

Les Sorghos peuvent être exploités

- soit en récolte en vert (zéro pâturage) ou pâturage (2 à 3 exploitations);
- soit en récolte ou ensilage au stade début pâteux du grain.

D'une façon générale, les rendements en matière sèche totaux sont d'autant plus élevés que la première exploitation est plus tardive; le système d'exploitation « ensilage » est donc plus productif que le système « pâture » (Tableau VII-3).

Cependant, l'exploitation de type « pâture » démontre le très grand intérêt des Sorghos, spécialement des variétés précoces, qui par leurs repousses d'été peuvent donner un affouragement important. Celui-ci en région méridionale, est presque toujours *supérieur* à celui du maïs (grâce aux repousses).



o INRA

Photo S.P.I.E.A.

Variétés de Sorghos fourragers au début de végétation (juillet).

Une culture de Sorgho fourrager au stade de récolte pour ensilage.

Les rendements obtenus, en « pâture » et en « ensilage » varient considérablement en fonction de l'alimentation en eau (culture sèche ou **iriguée**) et de la précocité de la variété.

En culture **iriguée** dans les conditions du Sud de la France, les sorghos fourragers peuvent donner en récolte « ensilage » une production élevée de matière sèche, du même ordre que celle du maïs (plus de 15 t/ha de MS). Les rendements sont cependant d'autant plus faibles que la variété est plus précoce (corrélation quasi absolue).

Dans ces mêmes conditions, les *Sudan-grass* et hybrides *Sorgho x Sudan* peuvent fournir, exploités à 40 cm de hauteur, jusqu'à cinq coupes.

TABLEAU VII-3 a. — *Rendements moyens de quelques variétés de Sorghos fourragers selon les types d'exploitation en 1965 (d'après Doc. I.T.C.F.).*

(TONNES DE MATIÈRE SÈCHE PAR HECTARE)

VARIÉTÉS	PREMIÈRE PATURE PRÉCOCE (0,70 M) + REPOUSSES	PREMIÈRE PATURE TARDIVE (1,20 M)	RÉCOLTE AU STADE GRAIN LAITEUX
Sudax S 11	9,23	11,44	14,04
Sordan	9,20	10,31	14,54
Trudan	8,03	9,79	11,24
Rosso Lombardo	4,90	6,41	12,30

TABLEAU VII-3 b. — *Rendements, en tonnes par hectare de quelques variétés de Sorghos fourragers en système d'exploitation « ensilage ».*

(2 exploitations, la première au stade 70-80 cm)
(Lusignan, 1968)

Grazer	17,4	Sughage	15,8	Yieldmaker	13,8
Sordan	16,0	Beefbuilder	15,5	Maïs (Iowa 4417)....	14,0
				(stade laiteux-pâteux)	

En culture sèche, les **Sudan-grass** ainsi que les hybrides Sorgho X Sudan peuvent assurer deux bonnes coupes.

En culture sèche ou irriguée les variétés hybrides, 'Sudax S 11', 'Sordan' sont en général les plus productives. Dans les deux cas également, les rendements décroissent rapidement du sud vers le nord. Comparativement au Maïs, les Sorghos sont plus productifs dans le sud de la France, spécialement pour les exploitations en pâture.

Par contre, dans la moitié nord de la France, la production du Maïs est généralement supérieure à celle du Sorgho.

e) Valeur nutritive du fourrage.

Au stade optimum du grain demi pâteux (10 à 15 jours avant la maturité complète), la composition et la valeur nutritive des fourrages de Sorgho, vert, séché ou ensilé, sont voisines de celles du fourrage de maïs (Tableau VII-4).

TABLEAU VII-4. - *Analyses comparées d'un Sorgho et d'un Maïs suivant les stades de végétation lors de diverses récoltes (1964) d'après P. HUGUES.*

Sorgho	Date	6 juill.	3 août	2 sept.	2 oct.	
	Age des plantes ..	54 j.	82 j.	112 j.	143 j.	
	Hauteur	75 cm	95 cm	130 cm	130 cm	
		—	—	floraison	grain pâteux	
	% de MS	Matières azotées ..	10,45	5,59	3,80	3,38
		Glucides solubles ..	13,48	12,61	12,07	9,20
		Cellulose .	25,92	30,72	34,11	32,06
		Cendres	6,68	5,28	3,67	4,04
UF		0,83	0,74	0,65	0,69	
Maïs INRA 200	Hauteur	90 cm	110 cm			
		Stade	épiaison		grain mûr	
	% de MS	Matières azotées ..	16,62	11,22		11,33
		Glucides solubles ..	14,45	14,71		9,32
		Cellulose	23,38	26,22		23,92
		Cendres..	4,85	4,54		6,08
UF	0,81	0,81		0,84		

Il apparaît cependant que la teneur en matières azotées du Sorgho est faible et décroît rapidement lorsque la plante est âgée. Par contre; il est plus riche en matières minérales et en cellulose que le Maïs.

f) Toxicité.

La présence de **durrhine**, glucoside **cyanogénétique**, dans les Sorghos, oblige à prendre certaines précautions avant l'utilisation de ces fourrages. Celles-ci intéressent :

le stade de récolte. Maximale au stade jeune, cette toxicité **décroit** en général, à partir de *l'épiaison* : à ce stade, le sorgho ne présente plus de danger pour les animaux;

l'espèce et la variété. En premier cycle de végétation, les **Sudan-grass** ('Com-mun', 'Piper', 'Trudan I' et 'Trudan II'), ne dépassent pas une teneur de 60 mg/kg et peuvent donc être utilisées sans restriction de stade. Les **Sweet-Sudan** peuvent atteindre une teneur plus élevée même à l'épiaison.

Tous les autres Sorghos peuvent accuser des teneurs assez élevées (70 à 100 mg et plus) en premier cycle, et sont donc dangereux. Quant aux repousses, il est prudent de ne pas les consommer également trop jeunes (sauf pour quelques rares variétés, telle 'Trudan I');

les conditions culturales. Toutes les conditions qui réduisent la croissance (sécheresse, basse température), augmentent le danger.

Par ailleurs, une fumure azotée élevée entraîne une élaboration accrue d'acide cyanhydrique. En conséquence, il convient :

— de couper le fourrage 24 heures avant sa consommation (destruction de la **durrhine** lors du fanage);

— d'éviter le pâturage au milieu de la journée (teneur maximale en **durrhine** lorsque la photosynthèse est intense);

— d'éviter le pâturage direct des repousses (sauf si elles sont **suffisamment** développées);

— avant d'envoyer les animaux pâturer, donner une nourriture amylacée aux bovins (maïs), le glucose diminuant la vitesse de formation de l'acide cyanhydrique dans le rumen.

g) Culture.

Le mode de **semis** dépend en partie de l'utilisation de la récolte :

— pour une exploitation en vert, ou pacage, semer en lignes écartées de 20 cm à 40 cm maximum;

— pour un affouragement en vert, semer à 40-50 cm.

La dose de semence, assez variable avec la variété (10-40 g les 1 000 grains) ne doit pas, en général, dépasser 20 kg/ha. Effectuer le semis avec un retard d'environ 15 jours par rapport à celui d'un Maïs.

Une fumure de fond de 100 à 120 unités de P et K, complétée par des apports de 40 à 50 kg/ha d'azote, au semis et après chaque récolte est nécessaire.

Pour le **desherbage**, l'**atrazine** à la dose de 1,5-2,0 kg/ha de matière active peut être utilisée soit seule, soit en association avec du sel d'amine de 2,4-D.

3° MOHA.

Le Moha (*Setaria italica* P. Beauv. syn. *Panicum italicum* L.) est une graminée annuelle à végétation extrêmement rapide (70-90 jours), moins exigeante en chaleur que les **Sudan-grass**, mais résistant assez bien à la sécheresse. Semé fin avril à début juillet, à 20-25 kg/ha de semence, sur un sol préparé finement, le **moha** est susceptible de fournir en 80 à 90 jours 3 à 5 t/ha de matière sèche. Il peut être exploité soit en pâturage, soit pour affouragement en vert, soit en foin.

B. LÉGUMINEUSES.

1° VESCES ET POIS DE PRINTEMPS.

Associées à une céréale-tuteur (Avoine ou Blé de printemps), les Vesces et Pois constituent des fourrages annuels de haute valeur nutritive (grande richesse en protéines). En bonnes conditions culturales (semis de fin mars, terres de limon), les rendements peuvent atteindre 5 à 7 t/ha de matière sèche, soit environ 3 à 5 000 UF et 500 à 800 kg de MAD/ha.

Les variétés diffèrent principalement par leur précocité. Citons :

	<i>Vesces</i>	<i>Pois</i>	<i>Avoine -tuteur</i>
<i>Précoces :</i> (50-60 j. levée- floraison)	'Blanche fleur' 'Presta' 'Vedoc'	'Norda' 'Norsup' 'Parvus'	'Ariane'
<i>Tardives :</i> (90-100 j.)	'Nidia' 'Karena' 'Tarda'	'Violetta' 'Crista' 'Remo'	'Condor' ou 'Nappe d'Argent' ou 'Manchette'

La densité optimale de semis semble se situer à 150 plantes au mètre carré pour chaque constituant du mélange, soit environ 60-100 kg/ha de Vesce, ou 200 kg/ha de Pois, et 60 kg/ha d'Avoine. Le semis en lignes alternées tous les 10 ou 20 cm est à conseiller.

Le stade optimum de récolte se situe au début de la formation des graines dans les gousses de la base des plantes.

2° FÉVEROLE.

Si la Féverole est surtout cultivée pour son grain utilisé comme aliment du bétail (voir tome III, chap. II) elle est aussi exploitée pour ensilage au stade « grain pâteux ».

C. CRUCIFÈRES.

1° MOUTARDE BLANCHE.

Plante oléagineuse, elle est aussi cultivée soit comme engrais vert soit encore comme fourrage vert dérobé (voir tome III, chap. VI, Plantes oléagineuses diverses).

2° RADIS FOURRAGER.

Le Radis fourrager est la crucifère possédant le développement le plus rapide puisqu'il permet d'obtenir en huit semaines plus de 40 t/ha de fourrage vert.

Cette espèce est cependant moins appréciée par le bétail que les Colzas ou Choux fourragers. Deux variétés sont actuellement (1968) utilisées : 'Siletta', d'origine allemande et 'Clovis' d'origine française.

Le semis s'effectue à raison de 20 kg/ha de juin à août.

3° COLZAS FOURRAGERS D'ÉTÉ.

En culture dérobée, le Colza fourrager d'été peut se semer de début juin jusqu'au 15 août (10 kg/ha). Quatre variétés sont utilisables; citons : 'Liho', 'Komet', 'Toro', 'Arvor' (demi alternative).

La récolte a lieu neuf à dix semaines après le semis, pouvant se prolonger avec les variétés telle que 'Arvor' jusqu'à la fin de l'automne. Les rendements peuvent être de l'ordre de 45 à 60 t/ha de fourrage frais, soit 4-5 à 6 t de matière sèche.

4° CHOU FOURRAGER.

Le Chou fourrager (*Brassica oleracea* var. *acephala*, $2n = 18$) présente un intérêt de premier plan dans un assolement fourrager intensif :

— par sa **remarquable productivité** tant en matière énergétique qu'en protéines;

— par **l'échelonnement possible de sa production**, sans altération notable de la qualité du fourrage;

— par sa **période de production**, l'automne et l'hiver; c'est la seule espèce végétale permettant une récolte quotidienne d'octobre à février, du moins sous climat océanique.

a) Caractères généraux de la plante.

Le Chou présente les caractères distinctifs des *Brassica* :

— cotylédons **condupliqués**;

— siliques mûres portant une seule nervure.

En outre, à la différence des autres *Brassica*, les Choux sont à $2n = 18$. Ce sont des plantes à feuillage glauque, parfois **anthocyané**; à siliques dressées, surmontées d'un bec assez long. Les sépales de la fleur sont dressés.

b) Caractères biologiques, phases de développement.

Le Chou fourrager est une espèce **bisannuelle** : son cycle de développement se schématise donc ainsi :

— 1^{re} année (année de semis) : phase végétative;

— 2^e année : phase de reproduction s'amorçant dès la sortie de l'hiver pour ne se terminer qu'au cours de l'été.

1° LA PHASE VÉGÉTATIVE.

Le zéro de germination des Choux fourragers est compris entre 0° et 5 °C : en semis de printemps ou d'été, le facteur température n'est donc jamais limitant

pour la levée. Par contre, la 'graine étant petite et contenant peu de réserves, le facteur *eau* est prépondérant.

Après la levée, la plante étale ses deux feuilles **cotylédonaires** en forme de **cœur**, entrant ainsi dans sa phase de croissance proprement dite. Celle-ci va se poursuivre jusqu'à l'hiver et même pendant l'hiver, tant que la température n'est pas limitante.

La courbe de croissance en matière sèche (fig. VII-2) a l'aspect très général d'une **sigmoïde**. Toutefois, il est possible de la subdiviser en un certain nombre de phases élémentaires (d'après du **CRÉHU**) :

— *phase levée-A*, d'une durée de 40-50 jours, caractérisée par une croissance extrêmement lente, à la différence des autres crucifères;

— *phases A-B et B-B'*, d'allures exponentielles;

— *phase B'-C*, à croissance très ralentie, en raison de l'abaissement de la température. Elle est en outre affectée par *le début de la chute des feuilles*;

— *phase C-D*. La croissance est de plus en plus ralentie et elle est perturbée par la chute des feuilles de base, incomplètement compensée par l'émission de nouvelles feuilles apicales. C'est au cours de cette phase que se manifestent les premiers symptômes du développement floral.

Le rythme de croissance est fortement influencé :

par la date du semis (fig. VII-2). Seuls les semis précoces (avril à mai) permettent à la croissance d'atteindre une vitesse maximale durant les phases A-B et **B-B'** et finalement une **production maximale**;

par la technique d'implantation. En *semis* très denses (pépinières) la croissance peut être ralentie à partir du stade 5-6 feuilles; le repiquage, provoque un arrêt

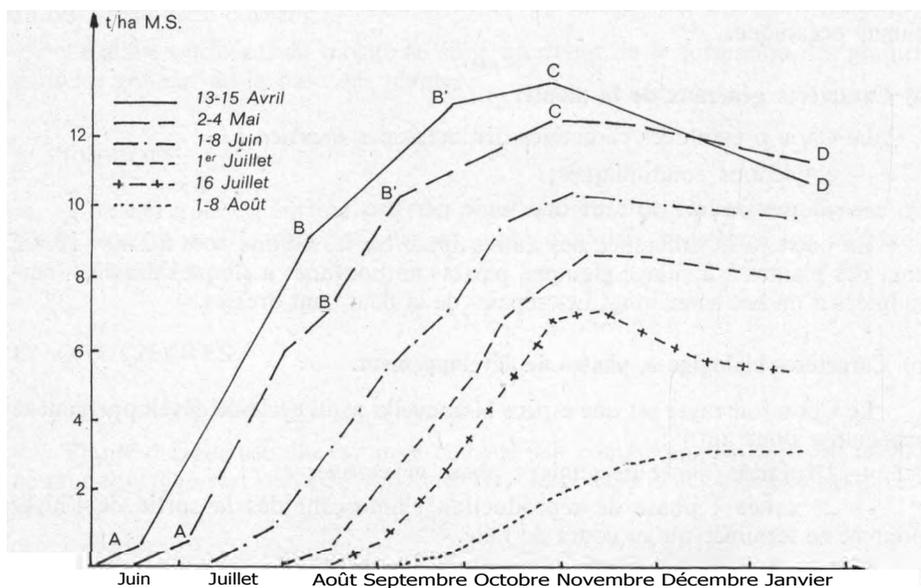


FIG. VII-2. — Évolution du rendement en matière sèche du Chou fourrager en fonction de la date du semis (correspondant aux divers tracés).

(d'après G. nu **CRÉHU**, 1966).

Pâturage de Choux fourragers à la clôture électrique.

Photo S.P.I.E.A.



momentané de la végétation mais favorise ensuite le développement d'un système racinaire plus puissant;

par la variété. Les organes végétatifs, tige principale, ramifications, feuillage se développent à un rythme variable selon les types **variétaux**. Ainsi, il y a :

— croissance considérable de la tige à la fois en *longueur* (allongement des **entre-nœuds**) et en *épaisseur* (moelle abondante) chez un 'Moellier';

— croissance considérable de la tige en *épaisseur*, mais non en longueur, développement d'un feuillage très abondant chez un 'Fourrager à gros pied';

— *ramification* plus ou moins intense de la tige chez un 'Branchu' ou un 'Mille Têtes'.

2⁰ LA PHASE DE REPRODUCTION.

Celle-ci semble induite dès l'automne par vernalisation. Les phénomènes morphologiques les plus sensibles se manifestent dès la sortie de l'hiver. Ils sont caractérisés par un allongement essentiellement terminal de la tige principale et des ramifications; également par le développement d'un feuillage secondaire nettement différent du feuillage végétatif (limbe petit, lisse, denté, à pétiole court ou absent).

Les boutons floraux apparaissent dès fin février-début mars, avant que les rameaux qui les portent n'aient terminé leur élongation. *La floraison*, très échelonnée sur la plante, débute généralement en avril.

La maturation s'effectue lentement; la maturité complète n'est atteinte que dans le courant de juillet (dans l'ouest de la France).

Récolte de Choux fourragers pour ensilage dans la Vienne.

Photo S.P.I.E.A.



c) Conséquences pratiques : les techniques d'implantation.

Le **Techniques traditionnelles : le repiquage** : En raison de la durée de la première phase de croissance, le semis en pépinière (avril-mai) pour repiquage fin juin-début juillet, permet de cultiver le Chou derrière une céréale précoce ou un fourrage de printemps, donc en *culture dérobée*. Le repiquage se fait en lignes espacées de 0,60 cm à 0,80 cm à 3-5 plantes au mètre carré. Il est de plus en plus réalisé mécaniquement;

— **le semis d'automne** pour récolte de printemps.

Cette pratique courante dans l'Ouest et dans certaines régions méridionales (hiver doux), est basée sur la non montée à graines de Choux semés ou repiqués très tardivement (automne). Il y a alors production de fourrage d'avril à juillet, voire octobre.

Technique récente : le semis direct en place, à forte densité. Le semis dense, en place (3-4 kg/ha, lignes espacées de 40 cm) permet d'obtenir des plantes d'un format réduit, à tige fine et peu lignifiée, apte à la récolte mécanique ou au pâturage. Il réduit ainsi considérablement les frais de main-d'oeuvre.

A date d'implantation identique (juin juillet) le rendement d'un Chou semé peut égaler, voire même dépasser celui d'un Chou repiqué, ou des autres cultures dérobées d'été, en conditions favorables de températures et d'humidité en début de végétation (ouest). Le fourrage obtenu est également plus riche en matière sèche et en matière azotée.

En conditions de sécheresse estivale (Sud-Ouest), le repiquage semble l'emporter sur le semis, plus aléatoire.

Cependant, le semis précoce (avril) permet d'accroître considérablement le rendement potentiel et sa précocité : la technique du semis en place permet de faire du chou une *culture principale* pour récolte d'été.

Compte tenu de la très lente croissance initiale, le **desherbage** chimique de a culture s'impose.

d) Variétés.

En raison de l'**allogamie** de l'espèce, toutes les variétés actuellement cultivées sont des populations issues de sélection **massale**. On peut les rattacher à quatre types principaux : Choux **moelliers**, Choux branchus, Choux cavaliers et Choux feuillus.

Nous pouvons les caractériser comme suit :

CHOUX MOELLIERS.

Tige non ramifiée, longue et hypertrophiée, remplie de moelle.

Feuilles souvent peu nombreuses, espacées, à pétiole charnu, gaufré, à port retombant.

Variétés précoces, sensibles au froid, apte à une récolte avant l'hiver. Ex. : 'Moblanc', 'Surmoël', 'Celtic'.

Variété dérivée : le *Demi-Moellier*, à tige moins renflée dans sa partie médiane, à feuillage plus abondant, demi-dressé. Ex. : 'Protéor'.



Type moellier (« Gros Gigot »).



Type demi-moellier (« Fourrager vert »).



Type branchu (« Mille Têtes »).



Type cavalier (« Caulet des Flandres »).

Quelques types variétaux chez le Chou fourrager.

(Photos INRA.)

CHOUX BRANCHUS.

Tige grêle et dure (comme celle des Cavaliers) mais courte et ayant une aptitude marquée à la ramification.

Variétés demi-tardives à tardives; productives. Ex. : `Branchu du Poitou', `Miljo'.

Variété dérivée : le *Mille Têtes* : à ramifications très nombreuses, précoces aussi importantes que la tige principale. Feuilles nombreuses, mais petites et généralement lisses et fines.

CHOUX CAVALIERS.

Tige non ramifiée, longue, grêle et ligneuse.

Feuilles cloquées, longuement pétiolées, espacées; souvent **anthocyanées**.

Variété les plus tardives et les plus résistantes au froid. Ex. : `Cavalier vert', `Caulet des Flandres' ou `Cavalier rouge', `Cavarouge', `Flamcaul'.

CHOUX FEILLUS.

Tige courte, renflée.

Feuillage très ample, très abondant, à pétiole charnu, très sensible au froid. Ex. : `Fourrager jaune', `Chou de Cholet', `Lacta', `Pastoure'.

Les éléments essentiels du *choix entre ces variétés* sont :

— **la précocité.** Les **Moelliers** et **Demi-moelliers** peuvent assurer une production soutenue jusqu'au début de l'hiver, les Cavaliers, par contre, à croissance lente et continue assurent la production de fin d'hiver;

— **la résistance au froid.** Celle-ci **s'accroît** des variétés de type **Moellier** au Branchus et Cavaliers;

— **la productivité.** Celle-ci semble plus faible chez les types Cavaliers, par ailleurs plus rustiques; les variétés les plus productives sont de type **Moellier** ou **Demi-Moellier** (`**Protéor**').

— **la valeur nutritive.** Celle-ci est directement liée au rapport **feuille/tige**, la feuille étant plus nutritive que la tige et pouvant fournir 70 à 80 % de la matière sèche et de la matière protéique de la plante.

D'une façon générale, les variétés de type Cavalier sont plus riches en matière sèche (14-16 %) que les **Moelliers** ou **Demi-Moelliers** (10-12 %). Ils sont également plus riches en azote. Cependant, ce sont les variétés les plus productives (**Moellier**, **Demi-Moellier**) en fourrage qui peuvent également fournir le maximum d'unités fourragères et de matières azotées à l'unité de surface (8-10 000 **UF/ha**).

Pratiquement, la nécessité d'une *production échelonnée* de l'automne à la fin de l'hiver obligera l'agriculteur à cultiver simultanément plusieurs variétés de précocité décroissante, et de résistance au froid croissante, chacune étant exploitée au stade optimum de production et de valeur nutritive.

D. AUTRES ESPÈCES.

10 BETTERAVE FOURRAGÈRE. — Voir tome III.

2° TOURNESOL.

La productivité du Tournesol, récolté en fourrage, à la fin de la floraison et avant la formation des graines, semble très élevée (50-70 t/ha de matière verte; 6 à 8 t/ha de matière sèche.)

En tant qu'ensilage, la valeur nutritive du Tournesol serait légèrement inférieure à celle du Maïs, et le goût moins apprécié des animaux.

Le semis peut s'effectuer à 15-30 kg/ha de semences, à 50-60 cm d'écartement.

Le **desherbage** sera effectué soit par binage sur l'interligne, soit par traitement chimique (**prométryne** à 1-1,5 kg/ha en **préémergence**; **diallate** à 3-3,5 l/ha).

30 TOPINAMBOUR. — Voir tome III.

IV. LES SUCCESSIONS DE FOURRAGES ANNUELS.

A. POTENTIALITÉS DES SUCCESSIONS FOURRAGÈRES ANNUELLES.

En raison de la brièveté de leur cycle végétatif (3 à 4 mois parfois), deux fourrages annuels, (voire trois), peuvent en bonnes conditions culturales (zone océanique) se succéder sur la même sole dans l'année.

Dès lors, des niveaux très élevés de rendements énergétiques et protéiques peuvent être atteints (plus de 12 000 UF/ha et plus de 1 500 kg de MAD/ha).

A titre d'exemple nous citerons les résultats de la Station d'Amélioration des Plantes de Rennes (Tableau VII-5).

TABLEAU VII-5. — *Quelques successions fourragères expérimentées à Rennes (1953-1959).*

SUCCESSIONS FOURRAGÈRES	MATIÈRE SÈCHE (T/HA)	UF/HA	MAD (KG/HA)
Navette + Betterave danoise	3,81 } 16,53 12,72 }	2 572 } 15 169 12 597 }	452 } 1 082 630 }
Mélange de Landsberg + Chou repiqué (Moellier)	7,68 } 12,57 4,89 }	6 025 } 12 133 6 108 }	928 } 1 580 652 }
Navette + Vesce - Pois - Avoine + Chou repiqué (Moellier)	3,81 } 13,80 9,99 }	2 572 } 11 824 9 252 }	452 } 1 733 1 281 }
Mélange de Landsberg + Maïs-fourrage (INRA 200)	7,68 } 17,85 10,17 }	6 025 } 11 260 5 235 }	928 } 1 264 336 }

Notons à leur propos, que la succession Ray-grass italien (ensilé début mai), Maïs ensilage (récolté début octobre) peut en conditions hydriques plus favorables qu'à Rennes (Finistère ou culture irriguée) atteindre ou dépasser 15 000 UF/ha.

B. LIMITES D'EMPLOI.

Outre les facteurs propres à chaque espèce, considérée indépendamment, limitant leur aire de culture (sensibilité au froid, à la sécheresse) différents éléments restreignent la part pouvant être réservée à des successions fourragères intensives dans l'assolement. Ce sont principalement :

a) L'alimentation en eau.

La reconstitution des réserves hydriques, durant la période hivernale, est un élément important de la fertilité des sols. Or, les fourrages annuels sont, pour la plupart (crucifères, vesces, pois), très exigeants en eau. D'autre part, les fréquents retournements (2 à 3 labours par an) concourent également à limiter les disponibilités en eau.

Le maintien d'une réserve en eau **suffisante** dans les sols peut donc interdire, même en région océanique, les rotations trop rapides.

b) Les temps de travaux disponibles.

Pour que chaque élément de la succession puisse végéter dans des conditions optimales, il faut que la séquence des travaux « récolte-préparation du sol-semis » s'effectue sans retard et dans les temps les plus courts. Or, les aléas climatiques sont tels que la probabilité de disposer des quelques jours nécessaires à cette séquence à une époque précise est souvent faible.

Par ailleurs, il faut que la période correspondante ne coïncide pas avec une demande accrue en unités de traction et de main-d'oeuvre sur d'autres soles de l'exploitation :

— par exemple, une date de semis (ou de repiquage) coïncidant avec celle des ensilages d'herbe (mi-mai) ou des foins (juin) ou des moissons (juillet-août).

Dès lors, certaines successions fourragères peuvent se trouver éliminées de l'assolement.

c) La complexité du calendrier d'affouragement.

A l'exception de quelques espèces bisannuelles (Chou, par exemple), les fourrages annuels ne sont exploitables que durant un laps de temps très court. Pour assurer une production continue de *fourrage vert*, il faut donc disposer d'un nombre assez élevé de successions fourragères, d'où un programme très complexe d'implantation et de récolte, conduisant notamment l'agriculteur à labourer et semer presque toute l'année.

Par contre, dans le cas d'une production destinée en quasi-totalité à être consommée *sous une forme conservée* (ensilage, foin ou deshydraté), le calendrier

peut être plus simple, et une succession fourragère très intensive, particulièrement motivée. (Ex. : Ray-grass italien + Maïs-ensilage).

En conclusion, l'on peut dire que la non-Maîtrise de l'eau, et l'obligation de faire appel à de nombreuses successions fourragères pour assurer un affouragement continu, apparaissent les éléments majeurs limitant les fourrages annuels dans l'assolement.

L'irrigation de complément associée à un niveau de fertilisation très élevée (compensant les très fortes exportations) et à une technologie fourragère améliorée (ensilage, deshydratation) peuvent toutefois à l'avenir, contribuer au développement des successions fourragères intensives dans les assolements.

BIBLIOGRAPHIE DU CHAPITRE VII

- BERTHELEM (P.). 1964. — Quelques observations sur l'Associatio: Ray grass d'Italie - Trèfle incarnat. *Ann. Amél. Plantes*, 14 (2), 207-218.
- CAPUTA (J.). — Plantes fourragères annuelles. 59e Communiqué de l'Association pour le développement des cultures fourragères. Changin/Nyon.
- COTTE (A.). 1957. — Les sorghos fourragers. *Ann. Amél. Plantes*, 3, 337-349.
— 1961. — Les variétés de légumineuses annuelles. *Fourrages*, 5.
- COTTE (A.) et CRÉHU (G. ou). 1956. — Lei fourrages annuels dans l'Ouest de la France. *Bull. Tech. Inf.*, 115, 839-850.
- CRÉHU (G. ou). 1957. — Le chou fourrager. *Ann. Amél. Plantes*, 3, 313-338.
- HUGUES (P.). 1967. — Les sorghos fourragers. *Fourrages*, 5, 287 p.

CHAPITRE VIII

LA CONSERVATION DES FOURRAGES

INTRODUCTION

a) **Nécessité de la conservation des fourrages.**

Dan; un système de production fourragère rationnel, qui plus est intensif, la mise en réserves d'une fraction très notable de la matière végétale produite constitue une *nécessité impérieuse*.

1. La production des prairies est saisonnière et les fourrages annuels ne sont pas eux-mêmes toujours assurés de couvrir les besoins des périodes « creuses ». Il est donc logique de conserver tous les excédents de printemps pour l'affouragement des mois d'été et d'hiver.

2. Aux époques d'abondance de fourrage, le pâturage n'est pas toujours praticable, en raison de la dégradation de la structure du sol qu'il peut provoquer en période pluvieuse, du gaspillage d'herbe, des dangers de météorisation : mieux vaut alors faucher pour conservation.

3. La récolte pour conservation permet souvent d'attendre un stade végétatif de plus grande valeur nutritive pour les fourrages annuels (Maïs-Sorghos). Elle permet aussi d'alimenter les animaux avec des aliments secs (foin) aux époques où l'herbe est très aqueuse (à la mise à l'herbe par exemple), ou au contraire avec un fourrage assez riche en eau (ensilage), lorsque la ration est principalement sèche.

b) **Les méthodes de conservation.**

Deux voies principales s'offrent à l'agriculteur moderne pour conserver ses fourrages :

a) La voie « sèche » ou physique comportant trois procédés principaux : la fenaison naturelle, la ventilation sous-abri, la déshydratation.

b) La voie « humide » ou microbienne représentée essentiellement par l'ensilage.

Avant même d'étudier chacun de ces procédés, il convient d'observer *qu'aucun d'entre eux ne peut améliorer la qualité du fourrage à la coupe*. Par contre, divers facteurs d'ordre physique et biologique vont occasionner en cours de récolte et de conservation, *des pertes de masse et de qualité*. C'est à une réduction sans cesse

plus poussée de ces pertes que visent les procédés modernes de récolte et conservation des fourrages.

I. LA FENAIISON NATURELLE.

A. DESCRIPTION.

1° FANAGE AU SOL.

Le fanage au sol consiste simplement à faucher et laisser sécher les **andains** au sol, en activant la dessiccation par éparpillements et retournements journaliers (fig. VIII-1). Une telle technique suppose que l'exploitant dispose d'une période de quelques jours de temps ensoleillé ou du moins sans pluie.

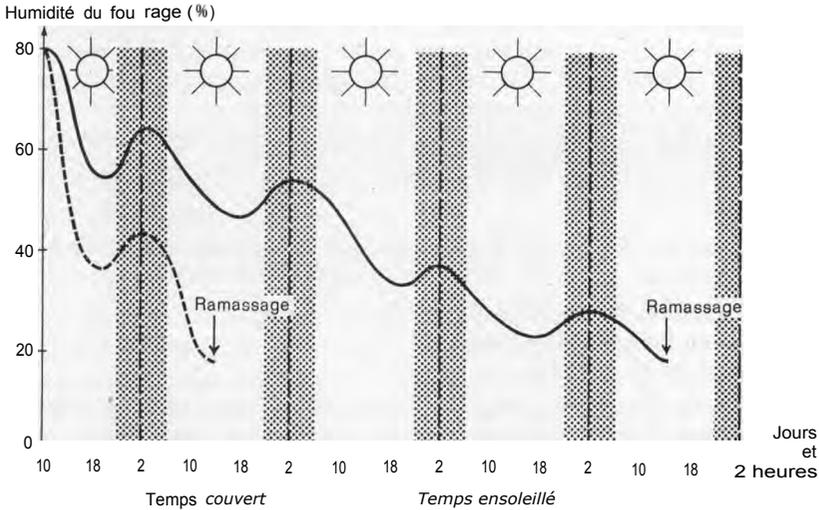


FIG. VIII-1. — Évolution schématique de l'humidité du fourrage au cours de la fenaison en fonction des conditions climatiques.

La fauche aura lieu dans la matinée, après disparition de la rosée. Peu après la coupe, dès que le dessus des **andains** est un peu desséché, on effectue un premier éparpillement et retournement. Puis le soir, on remettra en **andains** pour éviter qu'il ne reprenne trop d'humidité durant la nuit. Pendant plusieurs jours (2 jours par beau temps) on assiste donc à la succession des mêmes opérations : éparpillements, retournements, **andainages**.

Divers appareils sont utilisés pour réaliser ces diverses opérations :

pour la coupe :

- les faucheuses **trainées**, portées ou **semi-portées** à l'arrière du tracteur,
- les barres de coupes latérales;

pour le fanage et l'andainage :

- la faneuse à fourche,
- le **rateau andaineur** (complément de la faneuse à fourche dans les chantiers à traction animale),
- l'épandeur ou aérateur **d'andains** (fixé sur l'attelage trois points et actionné par la prise de force du tracteur),
- le **rateau faneur andaineur** (instrument polyvalent assurant à la fois l'éparpillement, le fanage et l'andainage du fourrage).

20 FANAGE VERTICAL.

Dans ce système, le fourrage subit d'abord un **préfanage au sol**, selon les techniques vues plus haut, jusqu'à un taux d'humidité de l'ordre de 35-60 %. Puis il est mis *manuellement*, soit en *moyettes*, soit sur *siccateur*, soit en *meulons*.

Les moyettes sont des bottes de fourrage liées à leur extrémité supérieure et dressées sur le champ à une humidité de 50 %, c'est-à-dire, par beau temps, le jour même ou le lendemain de la fauche. Le liage de la botte et la disposition **verticale** des brins de fourrage assurent un bon écoulement de la pluie en surface.

Les siccateurs sont des supports en bois ou des haies de fils métalliques sur lesquels on dispose le fourrage en masses ventilées, imperméables à la pluie et isolées de l'humidité du sol.

Le taux d'humidité auquel le fourrage peut être mis sur **siccateurs** dépend de la nature de celui-ci :

- haie en fil de fer 60-70 % d'eau
- hutte en bois 50-60 % d'eau
- trépied 40-50 % d'eau.

Les types de **siccateur** les plus utilisés en France sont à trois ou quatre pieds; ils ont l'avantage d'être plus stables que les **siccateurs** « à perroquets ». On peut charger sur ces **siccateurs** 150 à 220 kg de foin sec. **Il** faut donc 25 à 30 **siccateurs** à l'hectare pour une récolte de 4 à 5 t de foin.

Les meulons sont des tas de fourrage de 100 à 500 kg, élevés directement sur le sol, à partir d'un fourrage atteignant 30 à 35 % d'humidité. Plus exigeant que les autres procédés du point de vue état de siccité du fourrage, en raison de la non aération de l'intérieur du tas, le meulon, semble en voie de disparition.

L'inconvénient majeur du fanage vertical par rapport au fanage au sol est d'être très exigeant en travail manuel (non mécanisation de la mise en moyettes ou sur **siccateurs**).



Fanage vertical par la mise sur **siccateurs**.

Photo S.P.I.E.A.



to S.C.P.A.

Une ramasseuse-presse.



Photo S.P.I.E.A.

Une remorque auto-chargeuse.

3° LE RAMASSAGE DU FOIN.

Celui-ci peut s'effectuer de deux façons :

a) soit par **chargement du foin en vrac**. C'est notamment le cas lorsque le fanage a été vertical. Ce procédé tend à être abandonné en raison des difficultés de reprise et de manipulation du foin, au stockage; en raison aussi des besoins élevés en main d'œuvre.

b) soit **par pressage et bottelage**, après fanage au sol.

Du type de ramasseuse-presse utilisé dépend le degré de siccité auquel le foin peut être récolté. Trois types principaux sont à distinguer.

Les presses à basse densité ($50-75 \text{ kg/m}^3$, bottes de 8 à 15 kg) permettant de récolter tôt, lorsque le foin contient encore 35 à 40 % d'eau, c'est-à-dire en bonnes conditions, dès le lendemain de la coupe. Les bottes pourront rester sur le terrain un à trois jours supplémentaires jusqu'à siccité suffisante (moins de 20 %). On les accole généralement deux à deux.

Les presses à moyenne densité ($75-125 \text{ kg/m}^3$, bottes de 15 à 25 kg) obligent à attendre que le foin soit tombé à 25 % d'humidité; par contre, les bottes ne risquent alors rien s'il pleut et peuvent rester plus longtemps sur le terrain.

Les presses à haute densité ($175-200 \text{ kg/m}^3$, bottes de 35 à 70 kg) obligent à ce que le foin ait atteint une dessiccation parfaite (au plus 18 % d'humidité) pour réaliser le bottelage.

Les chaînes de récolte utilisant la ramasseuse-presse sont de deux à trois fois moins onéreuses en heures de main-d'oeuvre que les chaînes « vrac ».

Selon le CNEEMA, il faut pour récolter un hectare de foin (à 4-5 t/ha), selon la chaîne utilisée, le nombre d'heures suivant :

— **chaîne « Fourrage vertical »** : Traction mécanique + barre de coupe + râteau-faneur-andaineur + confection manuelle des siccateurs + chargement manuel sur remorque + déchargement des remorques avec élévateur à bandes = **40 heures** de main d'oeuvre.

— **chaîne « Fourrage au sol »** : Traction mécanique + barre de coupe + râteau-faneur-andaineur + ramasseuse presse suivi d'un groupeur automatique des balles + ramassage manuel des bottes + déchargement avec élévateur à bandes : **12 heures** de main d'oeuvre.

B. LES PERTES EN COURS DE FANAGE.

1° LES COMPOSANTES DES PERTES.

Quel que soit le système de récolte et de conservation, chaque maillon de la chaîne des travaux occasionne une perte de *valeur nutritive*. Celle-ci a deux composantes :

- **la perte de matière sèche** ou perte de masse;
- **la perte en concentration** de la matière nutritive contenue dans cette matière sèche ou perte de qualité.

On peut montrer que, en première approximation, la perte de valeur nutritive (P) est égale à la somme de la perte de masse (P M) et de la perte de concentration (P C).

Ex.: si un fourrage a perdu 25 % de sa matière sèche et si la concentration en élément nutritifs de cette matière sèche a baissé de 20 %, la perte globale est approximativement de 45 %.

Il va de soi que, dans la pratique, perte de masse et perte de qualité vont de pair le plus souvent.

2° ORIGINE DES PERTES.

Le schéma ci-contre résume l'origine de ces pertes (fig. VIII-2).

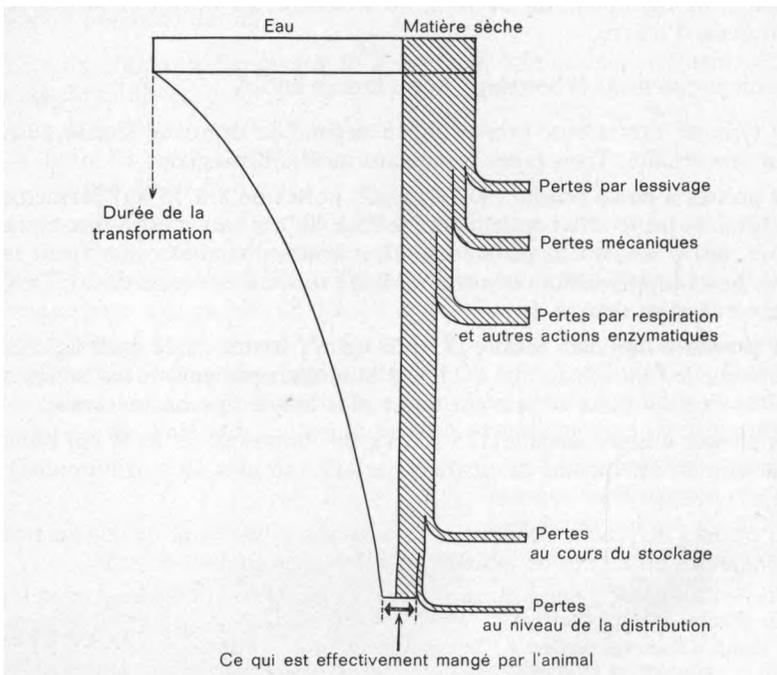


FIG. VIII-2. — Origine des pertes au cours de la récolte, de la conservation et de la distribution des fourrages.

(D'après C. JOUIN.)

a) **Les pertes mécaniques** surviennent au niveau des opérations mécaniques au cours du fanage (retournements) et des manutentions ultérieures. Elles sont représentées par les feuilles et tiges restées au sol ou retombant sur le sol. Les pertes les plus fréquentes affectent les folioles de légumineuses, partie de la plante la plus nutritive, ce qui se traduit par une perte de qualité du produit final.

TABLEAU VIII-1. — Influence du nombre de retournements sur le pourcentage de pertes de matières azotées brutes chez la Luzerne (SCHULZE-LAMMERS).

Fréquence journalière	Pertes
2	20,6
3	23,2
4	29,9

b) **Les pertes climatiques** d'origine solaire ou pluviale (lessivage) :

— les rayons ultra-violetes détruisent la majeure partie du carotène au cours du fanage,

— le lessivage par les pluies entraîne les éléments les plus solubles (sucres, matières azotées, éléments minéraux).

Les pertes par lessivage sont insignifiantes si la pluie intervient sitôt après la coupe; par contre, elles peuvent devenir très importantes à partir du second ou troisième jour. On sait qu'un lessivage prolongé peut enlever à un fourrage 20 % de sa teneur en protéides, 35 % de ses sucres, 30 % de son phosphore, 60 % de son potassium.

c) **Les pertes par respiration** du fourrage sont notables (10 à 15 % de la matière sèche initiale) dans les heures qui suivent la coupe tant que le produit reste vivant. Ensuite, des *dégradations de type enzymatique* prennent le relais de la respiration. Elles atteignent en priorité les matières organiques les plus assimilables par l'animal (sucres solubles, protéines digestibles).

En présence d'oxygène, ces dégradations dégagent beaucoup de chaleur : le fourrage peut « chauffer », ce qui peut avoir des conséquences graves pour la conservation du produit si la réaction n'est pas arrêtée à temps et si les calories dégagées ne sont pas évacuées de la masse du produit (retournement).

La vitesse de dégradation est, en effet, fonction exponentielle :

— de la température elle-même

— de la teneur en eau du fourrage : négligeable au-dessous de 15 %, la vitesse de dégradation s'accroît très rapidement jusqu'à 25 % d'humidité, moins vite au-delà de ce point.

d) **Les pertes au cours du stockage.** Dans le cas du fanage, elles sont beaucoup plus faibles que celles subies au champ. Généralement elles ne dépassent pas 3 à 4 % de la matière sèche en début de stockage. Étant d'origine enzymatique, elles sont principalement fonction de l'humidité à laquelle le foin a été rentré et est conservé. Négligeable au-dessous de 15 %, elles peuvent devenir importantes au-dessus. Comme ces dégradations dégagent des calories et que leur vitesse

s'accroît elle-même avec la température, les phénomènes peuvent prendre une allure explosive (risques d'incendie après rentrée de foin trop humide).

e) **Les pertes au niveau de la distribution** sont essentiellement des pertes de masse.

Au total, il est fréquent qu'un fourrage ait perdu 30 à 50 % de sa valeur nutritive du départ. Il peut même arriver en période très pluvieuse qu'un fourrage ne puisse être fané et soit totalement perdu (Tableau VIII-2).

TABLEAU VIII-2. — *Pertes en cours de fanage* (d'après CARTER, 1960).

	PERTES %					
	Matière sèche	Matière azotée totale	Matière azotée digestible	Carotène	Minéraux	Rendement relatif lait/ha
Fanage par beau temps	21,0	27,7	31,9	96,8	32,5	125
Fanage par temps pluvieux	36,6	46,1	50,9	99,1	48,5	100

3° FACTEURS LIMITANT LES PERTES.

a) **Sur champ.** Tout ce qui convient à accélérer la dessiccation peut réduire les pertes. Les matériels modernes du type « conditionneurs de fourrages » (éclateurs à rouleaux, faucheuses éclateuses andaineuses, faucheuses conditionneuses à fléaux) permettent de réduire considérablement — souvent de moitié — la durée du fanage, notamment dans le cas des récoltes très denses. Les pertes peuvent alors tomber à moins de 25 % de la matière sèche initiale (Tableau VIII-3).

TABLEAU VIII-3. — *Pertes de MS % de la MS initiale* (d'après STRASMAN et MONTAGU).

	FANEUSE CLASSIQUE	FANEUSE CONDITIONNEUSE	ÉCLATEURS A ROULEAUX
Graminées	12 - 30	18 - 30	10 - 10
Légumineuses	25 - 35	28 - 35	10 - 20

b) **Au stockage.** Lorsque le foin est entassé demi-sec (20-25 % d'eau) il est courant, dans certaines régions, de saler le foin à 1-2 %. L'action antiseptique du chlorure de sodium peut empêcher le développement des moisissures et conserver au foin sa valeur nutritive et son aptence.

Cette méthode demeure cependant très imparfaite : si le foin est rentré humide, il est bien préférable *de le ventiler* (post-séchage en grange).

C. QUALITÉ DU FOIN.

3° APPRÉCIATION DE LA QUALITÉ.

Divers caractères extérieurs permettent d'apprécier la qualité d'un foin :

la couleur. Une couleur verte est indicatrice d'un bon foin;

l'odeur. Une odeur de brûlé ou de moisi est toujours un indice de mauvais foin

le toucher. Un foin souple et feuillu est un bon foin.

Cependant, le critère de qualité le meilleur est la *composition chimique*. Un très bon foin de graminée peut doser *0,70 U F et 70 g de MAD par kg de MS*. Un mauvais foin peut ne doser que *0,35 U F et 35 g de MAD* par kg de MS.

2° FACTEURS DE LA QUALITÉ.

Ce sont essentiellement :

— la valeur nutritive du fourrage à la fauche;

— les pertes au cours du fanage et du ramassage.

Étant donné :

— les variations considérables de la valeur nutritive de l'herbe avec son stade végétatif (voir chapitre ni, pages 57-59),

— l'incapacité d'aucune opération de fanage à améliorer ultérieurement cette valeur nutritive,

Le stade de récolte est un élément fondamental de la qualité finale du foin.

Pratiquement, le stade optimum chez les graminées se situe au début de l'épiaison, chez les légumineuses, au *début de la floraison*. (Tableau VIII-4.)

TABLEAU VIII-4. — *Stade de récolte et qualité du foin* (d'après JARRIGE).

FOIN DE PRÉS	UF/KG	MAD/KG	FOIN DE LUZERNE	UF/KG	MAD/KG
Avant floraison	0,70	70	Avant floraison	0,60	115
Début floraison	0,70	60	Pleine floraison	0,45	80 - 100
Pleine floraison	0,60	40			
En graines	0,50	30			

L'obstacle à une récolte suffisamment précoce (mi-mai pour la plupart des graminées) est cependant le *climat* = probabilité insuffisante d'une période de 4 à 6 jours consécutifs de beau temps.

L'usage des *conditionneuses* de fourrages, de la *prévision météorologique* devrait permettre aujourd'hui à l'agriculteur de faner beaucoup plus tôt qu'autrefois. *La ventilation ou post-séchage sous grange* lui offre également une autre possibilité.

II. LA VENTILATION DU FOURRAGE.

A. PRINCIPE DE LA VENTILATION DU FOURRAGE.

Mise au point dans les pays étrangers à climat humide (Scandinavie, Angleterre, Belgique, Allemagne, Suisse), cette méthode s'est introduite en France, à partir de 1958-1960, surtout dans les régions Nord-Est et Nord-Ouest.

Cette méthode consiste essentiellement à achever à *l'abri*, en le faisant traverser par un courant d'air froid ou chaud, la dessiccation du fourrage **préfané** sur le champ durant 36 à 48 heures jusqu'à une humidité de 45 à 50 %.

Dès lors, la dessiccation par ventilation, comme le fanage naturel, doit être réalisée *dans le minimum de temps* : plus le séchage est lent, plus la perte de qualité est grande.

1^o ÉQUILIBRE ENTRE LE FOURRAGE ET L'AIR.

Le fourrage et l'air le traversant ont chacun leurs caractéristiques propres. Les plus importantes à considérer d'abord sont l'humidité relative de l'air, l'humidité du fourrage et la température de l'un et de l'autre. A la suite d'échanges d'eau et de chaleur entre ces deux éléments, un état d'équilibre s'installe entre l'humidité de l'air et celle du fourrage : équilibre qui dépend de la température (fig. VIII-3).

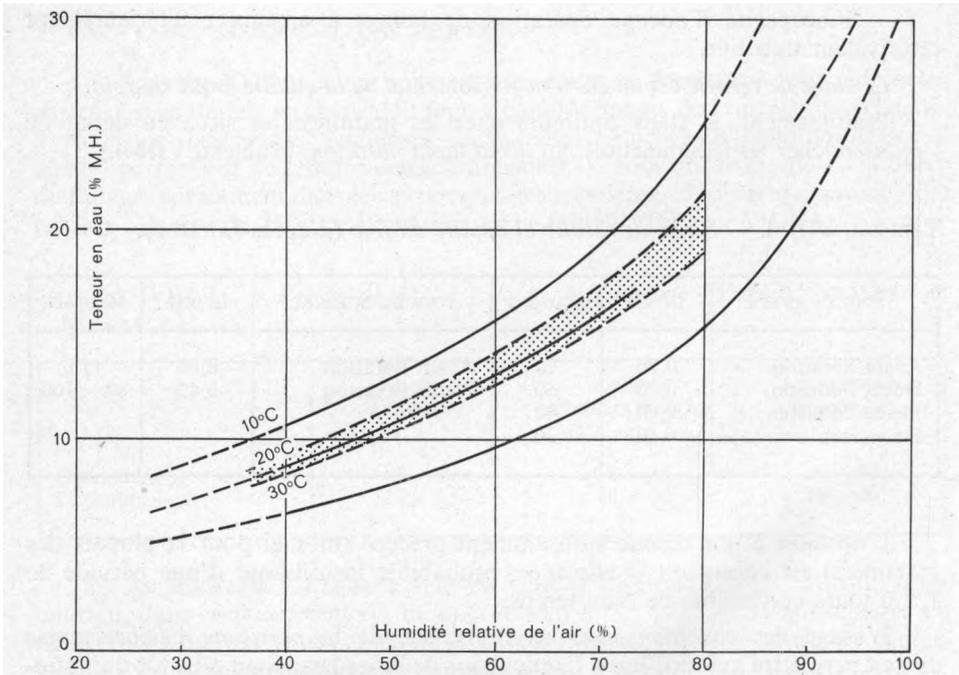


FIG. VIII-3. — Équilibre entre l'humidité de l'air et celle de la Luzerne récoltée à maturité normale et séchée en 3-4 jours.

A chaque nature de fourrage (graminée-légumineuse), à chaque température sèche de l'air correspond une seule courbe. On peut observer aussitôt qu'au-dessus de 80 % d'humidité relative de l'air et pour une température de 20 °C, il est impossible de sécher le fourrage à moins de 20 %. On ne pourra l'amener à 15 % d'eau qu'avec un air dosant au plus 65 % d'humidité relative.

Pratiquement, lorsque l'air est en moyenne à plus de 65 % d'humidité relative il faut :

— soit *attendre des heures plus favorables* dans la journée (milieu de la journée)

— soit *réchauffer l'air* jusqu'à ce qu'il atteigne 60-65 % d'humidité relative.

La quantité de chaleur à mettre en jeu est de l'ordre de 1,5 kcal par kilogramme d'air, ce qui correspond à une élévation de température de 6 °C.

2° MODE D'ACTION DE LA VENTILATION.

Dans la mesure où la couche de fourrage a une certaine épaisseur (2 ni environ), l'équilibre des températures entre le fourrage et l'air qui le traverse est obtenu relativement vite, mais celui des humidités s'établit relativement lentement, de telle sorte que schématiquement, trois zones peuvent être distinguées dans la masse de fourrage :

— une zone *sèche* située à l'entrée de l'air,

— une zone *humide* située à la sortie de l'air qui s'est chargé d'eau et s'est refroidi en traversant la masse de fourrage,

— une zone *intermédiaire, zone de séchage proprement dit*, où l'air se charge d'eau que perd le fourrage.

Au cours de la ventilation, la zone de séchage progresse aux dépens de la zone humide et au profit de la zone sèche, en établissant la transition entre elles. Le séchage est terminé lorsque la zone sèche s'est étendue à toute la masse.

3° DÉBIT ET PRESSION D'AIR NÉCESSAIRES.

a) Le débit d'air.

Le volume d'air total à ventiler doit être très élevé car il doit tenir compte :

— **du poids total d'eau à éliminer**, poids toujours très considérable. Ainsi, pour obtenir une tonne de fourrage sec, dosant 15 % d'eau, il faut éliminer, suivant l'humidité de départ du fourrage :

80 % d'humidité	3 250. kg d'eau
70 %	1 833
60 %	1 125
50 %	700
40 %	417

— **de la quantité d'air nécessaire pour évaporer un poids d'eau donné.**

Pratiquement l'air ambiant compris entre 15 et 20 °C et entre 60 et 80 d'humidité ne peut évacuer que 2 à 6 g d'eau par mètre cube.

Mais d'autre part, si l'on veut que les pertes en cours de ventilation soient faibles, il faut que ce volume d'air soit insufflé dans le minimum de temps.

Pratiquement on utilise donc la notion de *débit spécifique*, exprimé en $m^3/h/m$ de fourrage. Ce débit varie nécessairement en fonction :

- de la nature et de l'humidité du fourrage,
- de la température et de l'humidité de l'air,
- du pourcentage de pertes admissibles.

En conditions moyennes (fourrages à 40-50 % d'humidité à l'entrée en ventilation, — air à 15-20° C et 60-80 % d'humidité — pertes inférieures à 10 % — durée de séchage de 100 à 150 heures), ce débit spécifique est compris entre 100 et 300 $m^3/h/m$ de fourrage. Réciproquement à égalité de débit spécifique, la durée de séchage augmente de moitié et la perte de qualité est de *trois quarts supérieure* :

- quand on passe d'un fourrage à 30 % à un fourrage à 50 % d'humidité,
- quand on passe d'un air à 60 % à un air à 80 %.

b) La pression.

La masse de fourrage oppose une double résistance au passage de l'air :

- une résistance au passage de l'air *abordant la masse*,
- une résistance au passage de l'air *traversant la masse*.

Cette double résistance n'est surmontée que si le courant d'air présente une *pression totale* suffisante. Exprimée en millimètres de hauteur d'eau, celle-ci dépend surtout de la vitesse de l'air (débit), de la section d'entrée à l'intérieur de la masse, du tassement du fourrage (poids au mètre cube sec).

Pratiquement, cette pression va augmenter considérablement avec *la hauteur de la masse de fourrage*.

C'est pourquoi, pour rester dans des limites raisonnables, on ne ventile que des couches successives de 1 à 2 m d'épaisseur.

B. PRATIQUE DE LA VENTILATION.

1° INSTALLATION DE VENTILATION.

Cette installation (fig. VIII. 4) comporte essentiellement un ventilateur — un système de réchauffage de l'air — un système de répartition de l'air.

a) Le ventilateur.

Son rôle est de communiquer à l'air l'énergie nécessaire pour qu'il puisse traverser la masse de fourrage.

Les deux caractéristiques les plus importantes d'un ventilateur sont *son débit* (m^3/h) et sa *pression* (millimètre de colonne d'eau).

On distingue deux grands types de ventilateurs :

- **les ventilateurs hélicoïdes** qui peuvent fournir un débit d'air élevé sous une pression relativement faible.

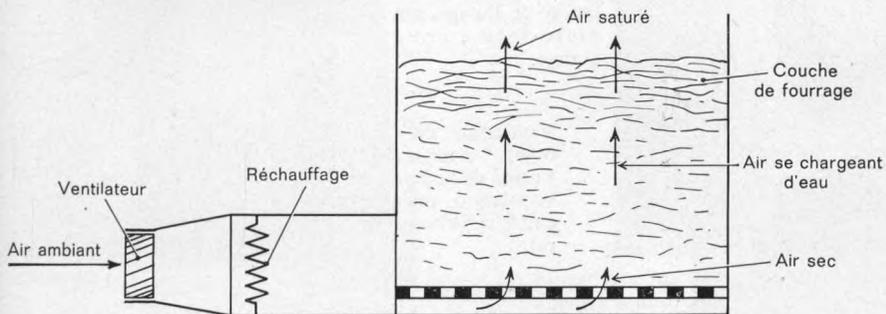
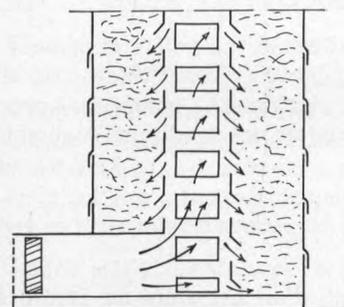
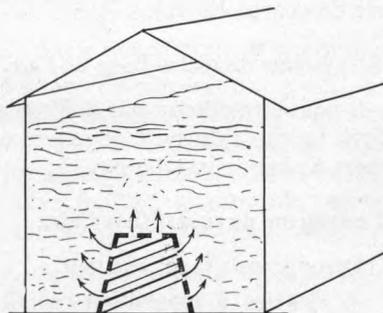


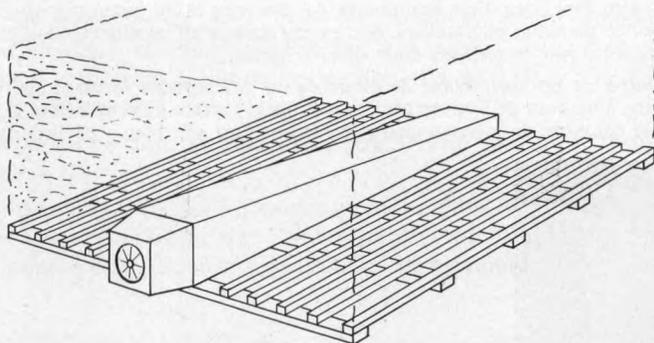
Schéma de principe.



Ventilation radiale.



Ventilation radiale à gaine unique.



Ventilation verticale avec gaine et caillebotis.

FIG. VIII-4. — Ventilation du fourrage.

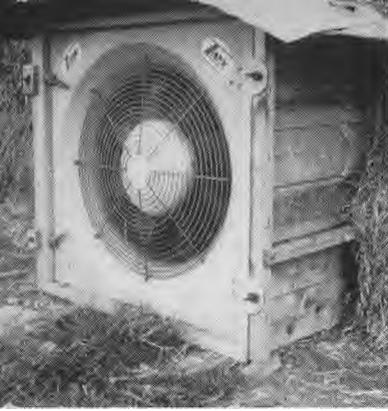


Photo S.P.I.E.A.

Le ventilateur d'une installation de ventilation de fanage sur plate-forme sous grange.

Ventilation du fourrage sous-grange. Entrée de la gaine de ventilation, on aperçoit le caillebotis latéral.



Photo E.D.F.

Ils sont particulièrement adaptés à la ventilation des fourrages, des stocks de pomme de terre, des épis de maïs.

— **les ventilateurs centrifuges** fournissant des débits moyens sous des pressions élevées; on les emploie donc pour ventiler du grain sous une hauteur importante (perte de charge élevée).

b) Le système de réchauffage de l'air.

Il peut être obtenu par différents moyens : électricité — charbon — propane — fuel. Le choix du système se fera en tenant compte des conditions économiques propres à chaque installation.

c) Le système de répartition d'air.

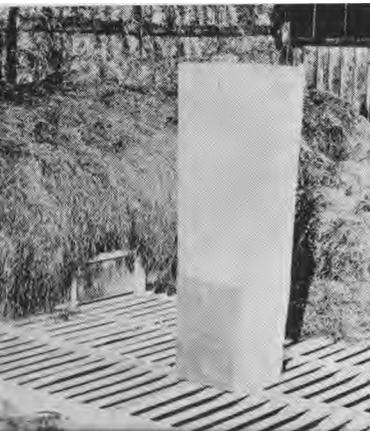
Deux grands types existent :

— **système à répartition radiale** : la gaine d'air est alors au centre d'un cylindre perforé. La répartition de l'air est difficile;

— **système à répartition verticale** : la répartition peut se faire alors par une gaine principale et des **caillebotis**.

La **gaine**, peut être faite d'un assemblage de chevrons et de panneaux **novopan**, contre-plaqué, **isorel** ou de planches bien jointes. Son raccordement au ventilateur doit être de section progressive, évitant ainsi les remous d'air dans la gaine.

Le **caillebotis** est un assemblage de planches ou de chevrons formant claire-voie placés le long de la gaine à hauteur de l'ouverture et sur toute la surface de ventilation. Les **caillebotis** jouent le rôle de chambre de mise en charge pour que l'air soit bien réparti dans le fourrage.



Ventilation du fourrage sous grange : le caillebotis. Au fond, en partie recouverte de fourrage, la gaine de ventilation. Au premier plan, une cheminée de répartition de l'air vers les couches supérieures.

Photo E.D.F.

Une installation de ventilation radiale dite « tour à foin ».



Photo S.P.I.E.A.

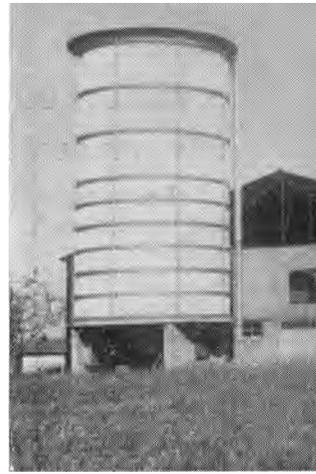


Photo S.C.P.A.

Autre type de « tour à foin ».

2° CALCUL D'UNE INSTALLATION.

La détermination des éléments constitutifs d'une installation est conditionnée par la capacité de rentrée journalière du chantier de récolte.

Connaissant le poids d'eau excédentaire du fourrage, il suffit de calculer le nombre de mètres cubes d'air nécessaires pour enlever cette eau en un laps de temps déterminé (au maximum 4 jours). Le principe est donc simple mais il faut que le calcul soit adapté à chaque cas particulier (nature, quantité de fourrage, énergie en place, emplacement des bâtiments, surface disponible, etc.).

L'ITCF et le CNEEMA sont à la disposition des agriculteurs pour le calcul des installations.

Ajoutons que certaines « tours à foin » sont livrées toutes prêtes à fonctionner.

3° CHARGEMENT ET CONDUITE DE LA VENTILATION.

Après un *préfanage de deux jours* en moyenne, ayant amené le fourrage à 45-50 % d'humidité, ce chargement se fait *uniformément* sur toute la surface de l'installation et dépassant la limite des *caillebotis* de 0,80 à 1 m. Ne pas tasser, mais éviter le passage de l'air le long des parois.

La ventilation ne doit, *en aucun cas*, être arrêtée tant qu'il reste du fourrage humide dans le tas.

Si l'on dispose — ce qui est toujours souhaitable — d'un réchauffage d'air, celui-ci doit être *continu* tant que l'humidité de l'air est supérieure à 70 % : au-dessous, il pourra être discontinu (possibilité de commande automatique).

4° REPRISE DU FOIN VENTILÉ.

Dans le cas d'un chargement après bottelage, la reprise ne pose pas de problème majeur. Par contre, dans le cas d'un foin ventilé *en vrac*, seule la fourche à tracteur permet une reprise mécanique, à moins d'une reprise directe par l'animal (solution à rechercher).

C. QUALITÉ DU FOIN VENTILÉ.

10 PERTES DUES A LA VENTILATION PROPREMENT DITE.

Les pertes sont assez faibles, ainsi que le montre le tableau VIII-5 relatif à une ventilation de 4 jours effectuée dans des conditions techniques rigoureuses.

TABLEAU VIII-5. — *Pertes % de la MS initiale en cours de ventilation* (d'après STRASMAN, 1968).

Humidité du fourrage au chargement (%)	40	55 - 60	65
Pertes de matière sèche (%)	1,5	3	6
Perte de glucides solubles (% de MS)			
Graminées	1,5	—	6
Légumineuses	—	3	4

Les pertes en azote sont très inférieures à ces chiffres.

La **digestibilité** du fourrage peut se trouver diminuée de 1 à 4 points par rapport à la valeur du produit sur pied.

2° QUALITÉ DES FOINS VENTILÉS.

Selon une étude du **CETA** de l'**Helpe** Mineure (1963), par rapport aux foins issus de fanage classique la valeur moyenne des foins ventilés dans cette région, accusait les supériorités suivantes :

UF/kg	MAT/kg	MAD/kg	Matières minérales/kg	Carotène
+ 18 %	+ 5,4 %	+ 11 %	+ 12,6 %	+ 21,7 %

Les deux facteurs principaux permettant d'améliorer très sensiblement la qualité des foins par ventilation sont :

— la réduction de l'action de la pluie et de l'ensoleillement (diminution des pertes sur champ);

— l'avancement de *la date de la coupe* : à lui seul ce second facteur peut apporter un gain de qualité de 15 à 18 % selon la nature du fourrage.

Dès lors qu'un exploitant dispose d'un système de ventilation, il doit pouvoir avancer considérablement sa période de fanage.

D. PRIX DE REVIENT DU FOIN VENTILÉ.

Selon A. STRASMAN, en 1968, le coût visible de la ventilation : (chaîne de récolte non comprise) se situait à environ *40 F par tonne de matière sèche traitée* (20 F de frais proportionnels + 20 F de frais fixes d'installation, bâtiments non compris, intérêt et entretien inclus).

Si l'on considère que par ailleurs, la ventilation permet un gain de 15 à 20 de qualité nutritive, et constitue un élément de *sécurité*, ce procédé apparaît intéressant.

Toutefois, il faut reconnaître qu'il suppose un minimum de 48 à 72 heures de *préfanage*, donc de beau temps, conditions qui ne sont pas fréquemment réalisées, notamment sous climat atlantique, à l'époque optimale de coupe (mi-mai).

III. LA DÉSHYDRATATION ARTIFICIELLE.

A. HISTORIQUE.

Jusqu'en 1966, la déshydratation en France ne s'est adressée qu'à une seule espèce fourragère : *la Luzerne*. Il s'agit d'une déshydratation « industrielle » dont le produit fini est destiné essentiellement à l'industrie des aliments du bétail.

Un autre type de déshydratation, dit « agricole » est alors apparu. Son objet est de préparer avec le minimum de pertes (moins de 10 %) un produit destiné à l'alimentation directe des animaux à viande ou à lait, et susceptible par son *conditionnement* (agglomérés) d'être distribué mécaniquement.

B. TECHNOLOGIE DE LA DÉSHYDRATATION.

1^o PRINCIPE GÉNÉRAL.

La déshydratation consiste à augmenter artificiellement la température de l'air qui traverse le produit en se chargeant d'eau, l'air humide étant séparé du produit déshydraté à l'autre bout du circuit.

Sur le plan physique, les phénomènes sont très schématiquement les suivants.

a) Un transfert de chaleur et un transfert d'eau.

Il s'effectue simultanément (fig. VIII-5) :

— **un transfert de chaleur**: celui-ci s'opère à la fois par *convection*, la chaleur pénétrant dans le fourrage par la couche d'air chaud qui est à son contact, et par *conduction* et par *rayonnement*, pour une faible part.

— **un transfert d'eau** : par vaporisation de l'eau du fourrage dans l'air sec et chaud, suivant une quantité importante mais limitée car cet air se refroidit, devient plus humide et il évacue l'eau tout en restant au contact avec le fourrage de plus en plus sec.

b) Le fourrage passe par un cycle de trois phases successives.

1^{re} phase. Échauffement et évaporation rapide de l'eau superficielle.

2^e phase. Évaporation régulière de l'eau et échauffement régulier et modéré du fourrage; il y a équilibre des transferts. C'est la phase la plus importante et la plus longue des trois (10 à 15 minutes).

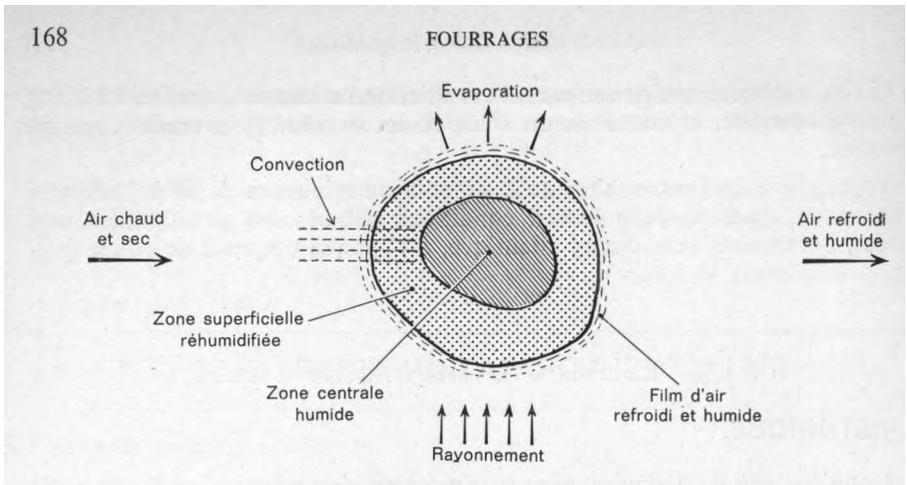


FIG. VIII-5. — Schéma des transferts de chaleur et d'eau au niveau d'une particule de fourrage.

(D'après Doc. B.P.)

3^e phase finale. La couche superficielle du fourrage de plus en plus sèche, chaude et épaisse, est en contact avec l'air de plus en plus froid (120 °C) de plus en plus chargé d'eau (150 g/kg d'air, soit une humidité relative de 15 % à cette température).

Les deux graphiques de la figure VIII-6 représentent ces différentes phases.

2° CARACTÉRISTIQUES DU TRAITEMENT.

Ce sont principalement :

— **le débit horaire d'évaporation** compris généralement entre 1 500 et 15 000 kg/h d'eau, selon la puissance calorifique et les dimensions de l'installation;

— **le rendement thermique**, quantité de chaleur effectivement nécessaire pour évaporer 1 kg d'eau, généralement comprise entre 800 et 1 100 kcal, en raison des nombreuses pertes de chaleur (air chaud et non saturé à la sortie, produit déshydraté encore chaud, etc...).

On admet généralement que par tonne de fourrage **déshydraté** (représentant sensiblement 3 t d'eau évaporées) il faut :

- une consommation de fuel de l'ordre de 250 à 330 kg,
- un débit d'air de 20 000 kg,
- une puissance pour ce débit horaire de 25 kW.

3° LE MATÉRIEL.

a) L'alimentation :

Pour que la **déshydrateuse** fonctionne sans arrêt, même si le chantier de récolte est en panne, il faut prévoir une plate-forme bétonnée, aménagée devant le tablier d'alimentation, permettant de stocker le produit 8 à 10 heures au maximum.

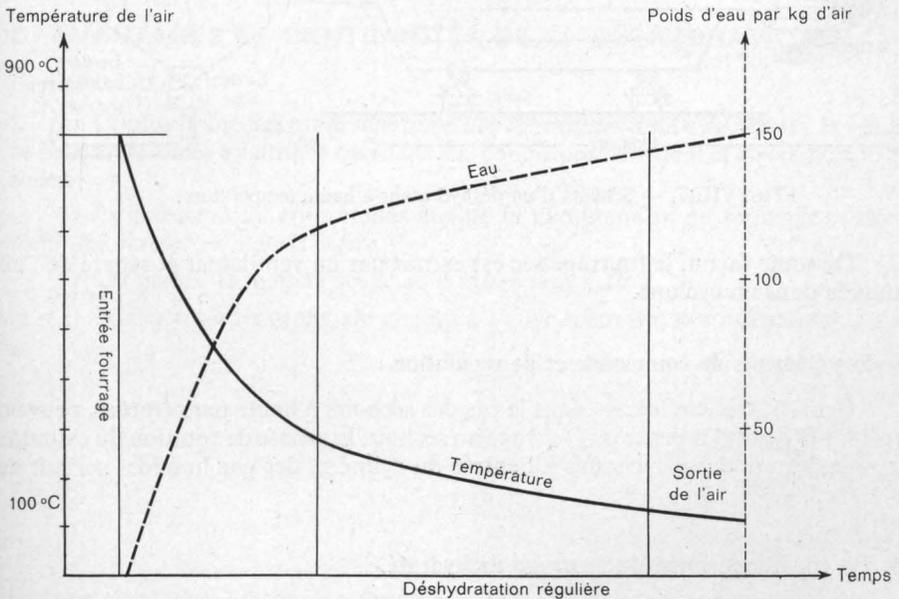
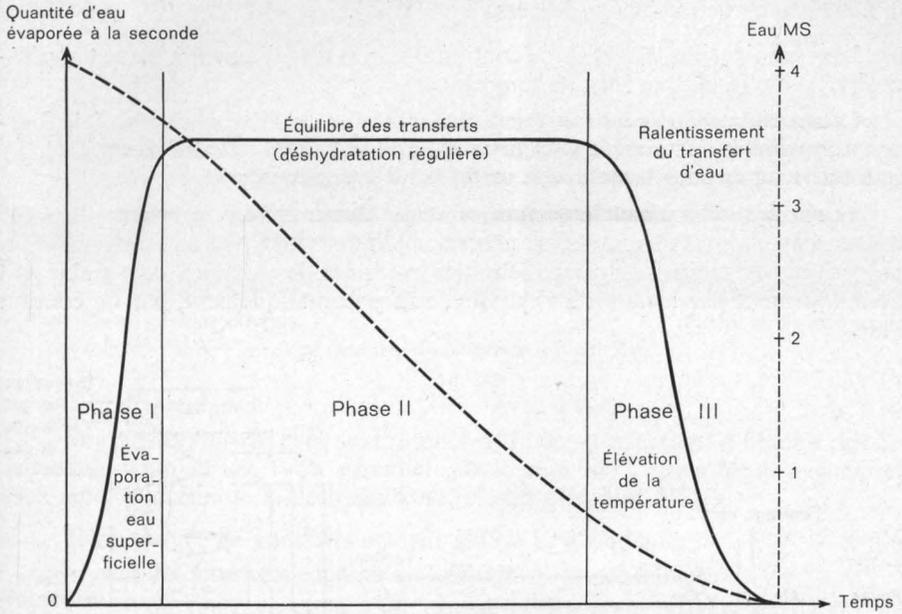


FIG. VIII-6. — Déshydratation des fourrages.

Les transferts de chaleur, d'eau et les phases de la déshydratation (en haut).
Variations des températures de l'air et des quantités d'eau évaporée (en bas).

(D'après Doc. B.P.)