

PHYTOTECHNIE SPÉCIALE

40

III
PLANTES SARCLÉES
ET
DIVERSES

PAR
C. MOULE



LA MAISON RUSTIQUE - PARIS

PHYTOTECHNIE SPÉCIALE

Tome III

PLANTES SARCLÉES ET DIVERSES

RÉPERTOIRE DES PRINCIPAUX SIGLES
ET ABRÉVIATIONS
utilisés dans le texte de l'ouvrage

Les symboles des unités de mesure sont employés conformément aux dispositions du décret 61-501 du 3 mai 1961 et des normes AFNOR NF X 02-002 (02.005).

A.G.P.L.	Association Générale des Producteurs de Lin.
C.E.E.	Communauté Économique Européenne (Marché commun).
C.E.T.I.O.M.	Centre Technique Interprofessionnel des Oléagineux métropolitains.
C.I.L.C.	Confédération Internationale du Lin et du Chanvre.
C.O.C.	Commission Officielle de Certification (semences).
C.T.P.S.	Comité Technique Permanent de Sélection.
E.T.M.	Évapotranspiration maximale.
E.T.P.	Évapotranspiration potentielle.
E.T.R.	Évapotranspiration réalisée.
F.A.O.	Food and Agricultural Organization (Organisation Internationale de l'Agriculture et de l'Alimentation).
F.N.P.C.	Fédération Nationale des Producteurs de Chanvre.
F.N.P.P.T.	Fédération Nationale des Producteurs de Pommes de terre.
FORMA	Fonds de régularisation des Marchés agricoles.
G.I.O.M.	Groupement Interprofessionnel des Oléagineux métropolitains.
G.N.I.S.	Groupement National Interprofessionnel des Semences.
INRA	Institut National de la Recherche Agronomique.
I.T.P.	Institut Technique de la Pomme de terre.
MA	Matière active, lorsqu'il s'agit de pesticides.
MS	Matière sèche.
OMS	Organisation Mondiale de la Santé.
S.C.P.A.	Société Commerciale des Potasses d'Alsace et de l'Azote.
S.I.D.O.	Société Interprofessionnelle des Oléagineux.
S.O.C.	Service Officiel de Contrôle (semences).
S.P.E.I.A.	Syndicat Professionnel des Industries des Engrais Azotés.

La loi du 11 mars 1957 n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41 : d'une part, que les copies ou reproductions strictement réservées d'usage du copiste et non destinées d'une utilisation collective; d'autre part, que les analyses et courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration toute représentation ou reproduction, intégrale ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite (alinéa 1^{er} de l'article 40). Cette représentation ou reproduction par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 du Code Pénal.

Tous droits de traduction, de reproduction et d'adaptation réservés
pour tous pays, y compris l'U.R.S.S.

PREMIÈRE PARTIE

LES LÉGUMINEUSES A GRAINES

CHAPITRE I

CARACTÈRES GÉNÉRAUX

1. Le groupe des légumineuses à graines comporte un nombre assez important d'espèces. Citons notamment : les fèves et féveroles; le pois; le haricot; la lentille; le soja.

2. Chacune d'elles est l'objet de modes de culture et d'utilisation assez variés :

- culture *légumière* de plein champ ou maraîchère;
- utilisation en *sec* : à maturité totale des fruits et des graines;
- utilisation en *vert* : à début de formation des fruits et des graines,
- alimentation *humaine*, directement ou après conserve;
- alimentation *animale*, directement ou après ensilage.

3. Leurs graines sont beaucoup *plus riches en protides*, moins riches en glucides et de même teneur en lipides que le grain des céréales. Leur composition, par rapport à leur teneur en matière sèche est la suivante :

Protides, 22 à 25 % (soja, 32 à 34 %)

Glucides, 48 à 54 % (soja, 30 à 31 %)

Lipides, 1 à 4 % (soja, 16 à 18 %).

4. A l'échelle mondiale, la production des légumes secs, notamment celle du soja (aux U.S.A.) apparaît en extension comme le révèle le tableau suivant :

	SURFACES (milliers d'hectares)			PRODUCTIONS (milliers de quintaux)		
	1948-52	1961-62	1969-70	1948-52	1961-62	1969-70
Fèves et Féveroles	4 600	4 700	4 700	44 000	44 000	52 000
Pois secs	5 700	5 900	9 100	50 000	55 000	102 000
Haricots secs	14 900	20 100	23 200	70 000	92 000	116 000
Lentilles	1 300	1 600	1 700	7 000	8 600	11 000
Soja	16 000	26 600	35 000	167 000	310 000	465 000
Total	42 500	58 900	73 700	338 000	509 600	746 000

d'après F.A.O.

Cependant, on n'observe pas d'amélioration sensible des rendements à l'exception du soja et du haricot : ces cultures n'ont pas, en effet, été l'objet de travaux très importants d'amélioration ni génétique ni technique.

Les principales régions productrices sont :

l'Extrême-Orient (Inde), haricots secs, lentilles, pois;

l'Amérique du Nord (U.S.A.), soja;

l'Europe et Moyen-Orient (Italie, Espagne, Turquie), fèves, féveroles.

5. En France, ces cultures ont subi des vicissitudes assez diverses : elles ont souvent été l'objet d'un engouement subit, puis d'un recul assez rapide, en raison d'un niveau insuffisant d'adaptation des variétés (Ex. féverole, soja), ou d'une mauvaise organisation des marchés.

Évolution de la production des légumineuses alimentaires et fourragères en France

	SURFACES (milliers d'hectares)				PRODUCTIONS (milliers de quintaux)			
	1904-13	1951-55	1962	1970	1904-13	1951-55	1962	1970
Fèves	60,4	25,2	14,6	4,0	688,9	271,5	148,1	68,5
Féveroles	36,4	30,8	21,0	16,2	619,9	433,8	362,6	363,9
Pois secs	23,6	21,1	9,2	12,7	306,1	356,1	223,0	423,5
Haricots secs	139,0	137,6	68,2	38,4	1 202,1	969,0	650,0	516,9
Lentilles	8,0	11,8	11,5	6,7	83,3	93,2	63,1	77,0
Total Légumes secs	267,4	226,5	124,5	78,0	2 900,3	2 123,6	1 446,8	1 449,8
Pois en cosses ⁽¹⁾ ₍₂₎	23,3	24,8	35,8	46,5 ⁽¹⁾ ₍₂₎	909,5	1 293,2	2 561,4	3 554,0 ⁽²⁾
Haricots verts	21,4	17,7	18,4	30,9	727,6	784,7	1 066,2	2 000,0

1. Cultures de plein champ et cultures maraîchères.

2. En 1968.

D'une façon générale, cependant, on constate un recul très important de la production en *grains secs* : on ne cultive plus aujourd'hui que le tiers des surfaces qui leur étaient consacrées au début du siècle. Cependant :

- en culture *légumière*, l'intérêt se porte très fortement vers la production de légumes verts (pois et haricot surtout);

- pour *l'alimentation animale*, les légumineuses à graines suscitent à nouveau de l'intérêt en tant que sources de protéines **économisatrices** de tourteaux d'importation, de plus en plus onéreux.

CHAPITRE II

FÈVES ET FÉVEROLES

Vicia Faba L. ($2n = 12$).

I. ÉCONOMIE DE LA PRODUCTION.

A. LES FÈVES ET FÉVEROLES DANS LE MONDE.

Selon F.A.O. on cultivait en 1970 plus de 4 700 000 ha de fèves sèches dans le monde, soit une production de 51 000 000 q.

Les principaux pays étaient l'Europe (730 000 ha) et notamment les pays méditerranéens (Italie, Espagne) et l'Afrique (532 000 ha).

B. LES FÈVES ET FÉVEROLES EN FRANCE.

Ces cultures ont subi une *régression considérable* depuis un siècle : 150 000 ha en 1862, 26 000 en 1945 (dont 14 000 en féverole), 20 200 ha en 1970 (dont 16 200 en féverole). Ce recul était dû principalement aux *aléas de la culture* et à la concurrence très vive des *tourteaux*.

De 1945 à 1955, un certain renouveau d'intérêt s'est manifesté à l'égard de la culture de *la féverole*, pour plusieurs raisons :

- intensification de nos productions animales, d'où besoin d'aliments riches en protéines;
- apparition sur le marché d'insecticides de synthèse (*parathion*) permettant de mieux combattre certains parasites graves (pucerons);
- création de quelques variétés améliorées.

Toutefois après un maximum de 35 000 ha en 1955, les superficies en féverole ont à nouveau régressé, la culture étant jugée encore trop aléatoire (sécheresse, pucerons, désherbage).

Il est possible cependant que cette culture connaisse un certain renouveau compte tenu des progrès réalisés récemment dans la technique culturale (désherbage chimique, lutte contre les pucerons) et les variétés; en raison également de la qualité des protéines de la féverole (richesse en lysine).

Les régions traditionnelles de culture de la féverole demeurent (1968) : la Lorraine (6 400 ha), le Nord (4 000 ha), la Vendée (1 300 ha), la Champagne (1 700 ha), le Midi-Pyrénées (1 200 ha).

C. VALEUR NUTRITIONNELLE ET UTILISATION.

Les fèves et féveroles sont cultivées soit pour leurs grains secs, soit comme fourrage ou comme engrais vert (**féverole** seulement).

La fève entre exclusivement dans l'alimentation humaine (incorporation de farine de fève en boulangerie).

La graine de *féverole* entre, principalement, comme complément azoté dans l'alimentation des animaux domestiques.

1. Valeur azotée.

La graine de féverole contient, selon les variétés 24 à 30 % de matières azotées (tableau II-1). Comparée aux autres graines de légumineuses, la féverole est plus riche en matières azotées que le pois fourrager (20-22 %), mais moins riche que le lupin (30 à 40 %).

TABLEAU II-1. - *Composition chimique comparée de la féverole et du soja*

Composition % :	FÈVEROLE			SOJA	
	Graine entière	Amande	Tégument	Graine entière	Tourteau extraction
Matière sèche	85,0	89,0	89,7	88,1	86,5
Matières minérales	3,0	3,4	2,6	5,5	5,9
Matière organique	82,0	85,6	87,1	82,6	80,6
Matières azotées	25,8	32,5	7,8	33,1	45,4
Matières grasses	1,2	1,2	0,4	16,8	0,8
Cellulose brute	7,1	1,8	40,8	6,5	5,7
Extractif non azoté	47,8	50,0	38,1	26,2	28,7

Sur le plan qualitatif (tableau **II-2**), les protéines de féverole, comme d'ailleurs celles des autres légumineuses, présentent un déficit important en acides aminés soufrés, mais leur intérêt réside surtout dans leur teneur élevée en lysine (6,5 à 7 g par 16 g d'azote), ce qui leur confère une bonne valeur de **supplémentation** vis-à-vis des protéines des céréales.

2. Valeur énergétique.

La graine de féverole contient de 7 à 11 % de cellulose brute et de 45 à 48 d'extractif non azoté. Sa valeur énergétique serait de l'ordre de 1 UF, donc équivalente à celle de l'orge.

FÈVES ET FÉVEROLES

TABLEAU II-2. - Teneurs en acides aminés des protéines de féverole par rapport d la matière sèche (g/16 gN)

Matières azotées/matière sèche	FÉVEROLE		SOJA
	Pauvre	Riche en azote	s2,0
	22,8	26,8	
Acide aspartique	11,2	11,05	11,7
Thréonine	3,8	3,6	4,1
Sérine	5,0	4,9	5,3
Acide glutamique	17,3	17,25	18,8
Proline	4,2	4,1	5,2
Glycine	4,45	4,25	4,4
Alanine	4,3	4,1	4,5
Valine	5,1	4,7	5,3
Isoleucine	4,5	4,4	5,0
Leucine	7,7	7,25	7,8
Tyrosine	3,6	3,6	3,85
Phénylalanine	4,4	4,2	5,15
Méthionine	0,9	0,8	1,5
Cystine	1,45	1,6	1,75
Méthionine + Cystine	2,35	2,4	3,25
Lysine	7,2	6,5	6,5
Histidine	2,7	2,6	2,7
Arginine	9,0	9,65	7,4
Tryptophane		0,9	1,3

Pour *le porc*, la valeur énergétique de la féverole serait, selon **NEHRING** et **WERNER** (1956) cités par **HENRY** (1970), de 3 436 kcal d'énergie métabolisable et 2 443 kcal d'énergie nette par kilogramme de matière sèche, avec un coefficient d'utilisation digestible de l'énergie de 85,7 %.

Pour *le poulet*, **CARPENTER** et **JOHNSON** (1968) — cités par **HENRY** (1970) - ont trouvé 3 330 kcal d'énergie métabolisable par kilogramme de matière sèche pour la variété 'Strube' et 2 990 kcal pour une moyenne de 3 variétés.

3. Utilisation par le bétail.

a) Utilisation du grain. S'apparentant assez bien, sur le plan azoté au tourteau de soja, et sur le plan énergétique, à l'orge, la féverole apparaît comme pouvant se substituer plus ou moins partiellement à ces aliments dans la ration des porcs, des volailles et des bovins.

Selon **HENRY** (1970), la féverole peut être introduite dans le régime du porc en croissance jusqu'au taux de 15%, en remplacement partiel du tourteau de soja, dans un régime à base d'orge : dans ces conditions, 15 kg de féverole + 0,03 kg de DL méthionine équivaldraient à 6 kg de tourteau de soja + 9 kg d'orge.

b) **Utilisation de la plante entière.** Le fourrage de féverole peut être exploité soit pour consommation en vert, soit, mieux encore, pour **ensilage** ou pour la déshydratation.

Enfin, la féverole peut constituer un excellent engrais vert (40-50 t de matière verte à l'hectare).

H. LA PLANTE.

A. CARACTÈRES BOTANIQUES.

1. Place dans la classification botanique.

Les fèves et féveroles sont des Légumineuses (*Leguminosae*) appartenant au genre *Vicia Faba* à $2n = 12$ chromosomes.

Cette espèce présente une assez grande variabilité morphologique (poids, forme, coloration du grain, hauteur des plantes).

D'après la grosseur du grain, on distingue classiquement 3 sous-espèces :

V. Faba minor, féverole à grains petits;

V. Faba equina, féverole à grains moyens (1 g au max.);

V. Faba major, fève, gros grains de plus de 1 g.

2. Origine géographique.

L'espèce *Vicia Faba* serait originaire du *sud-ouest de l'Asie* (sud de la mer Caspienne), du moins pour les formes à petits grains (féveroles). Les formes à gros grains (fèves) auraient une origine africaine.

L'homme aurait très tôt utilisé *V. Faba* pour sa nourriture : l'espèce était déjà largement répandue au néolithique en Espagne, Italie, Hongrie et France.

3. Caractères généraux de la plante (féverole) (fig. II-1).

La féverole est une plante à feuilles glabres, composée de 2 ou 3 paires de folioles opposées de forme ovale.

Les **fleurs** blanches ou violacées sont disposées par grappes de 2 à 9 situées à l'aisselle des feuilles.

La pollinisation est *allogame*, entomophile (bourdons) pour environ 40-50 chez le type « printemps », 30 à 40 % chez le type « hiver ». Elle s'effectue par déclenchement de la colonne staminale encastrée dans la carène de la fleur, lors de l'entrée de l'insecte.

Le **fruit** est une **gousse** disposée en bouquets à l'aisselle des rameaux foliaires. D'abord verte, elle est noirâtre à maturité; elle contient quelques graines brun noirâtre à noire, à hile clair ou noir.

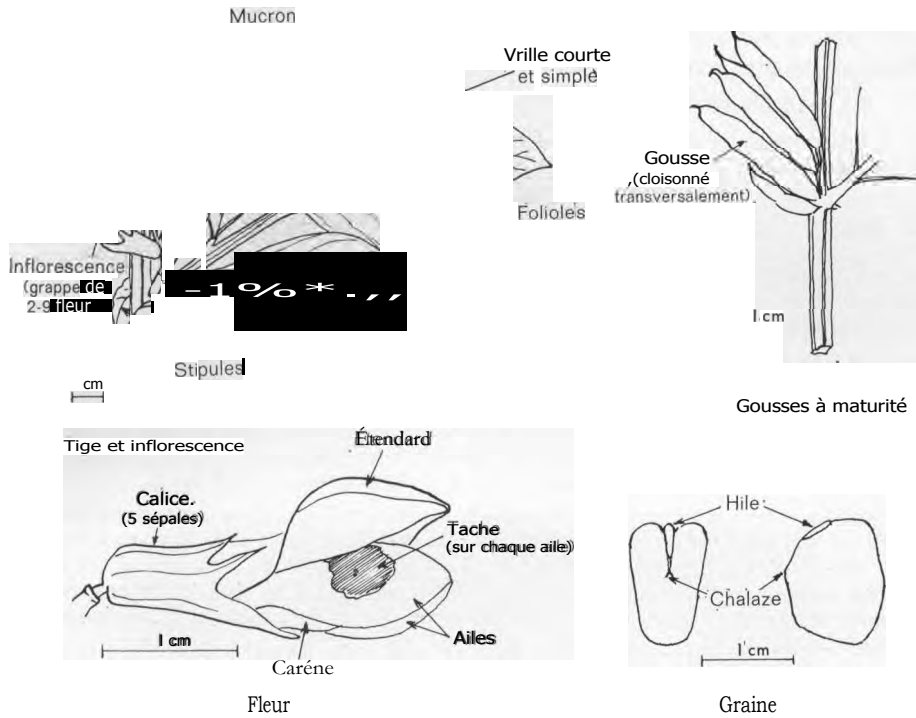


FIG. II-1. — Caractères morphologiques de la féverole.

B. DÉVELOPPEMENT.

Deux types de développement peuvent être distingués chez la féverole :

- le type « hiver » ramifié à sa base (plusieurs tiges) à longue période végétative et présentant un certain niveau de résistance au froid;
- le type « printemps » à tige généralement unique, à rythme de végétation rapide, sensible au froid.

Selon L. T. **EVANS** (1959), l'initiation florale peut être accélérée *par vernalisation* à des températures comprises entre 2 et 10° C, la repousse maximale étant obtenue après au moins 28 jours de traitement. L'effet *vernalisant* peut être obtenu dès la germination mais il est maximum lorsque la plantule a déjà 14 jours.

Cependant une interaction température-photopériode existe. Selon **BERTHELEM** (non publié), une vernalisation à 4° C avec nuit de 10 heures réduit de 75 à 50 jours la durée levée-début floraison alors, qu'en lumière continue, la réduction est beaucoup plus faible.

Par ailleurs, la féverole est une plante de jour long : la durée de la phase « semis-initiation florale » passe de 60 à 20 jours quand la photopériode passe de 8 à 24 heures.

1. Température.

Malgré son origine méditerranéenne, la féverole a des exigences thermiques plus faibles que celles d'autres légumineuses (haricots, pois).

La plantule résiste assez bien à des gelées tardives de -5°C .

La somme des températures *semis maturité* est voisine, pour le type « hiver » de $2\ 600^{\circ}\text{C}$ (275 j.) et pour le type « printemps » de $2\ 000^{\circ}\text{C}$ (150 j.).

2. Eau.

Très sensible à la sécheresse, la féverole demande une bonne alimentation en eau tout au long de sa végétation et plus particulièrement durant la phase « début floraison-nouaison ». Elle réussit bien en région océanique (ou dans les sols à très bon pouvoir de rétention en eau). Elle réagit de même très bien à l'irrigation.

PICARD (1960) a pu mettre en évidence, à Dijon, une relation linéaire entre le rendement et la pluviométrie pendant la phase « début floraison-nouaison » :

$$y\ q\ (\text{rendement à l'ha}) = 33,3\ q\ \text{H} - 0,193\ (x\ \text{mm} - 90,8\ \text{mm}).$$

Ainsi dans les conditions **pédoclimatiques** de la plaine de Dijon, il faut que la féverole reçoive du 20 mai au 30 juin plus de 90 mm de pluie si l'on veut obtenir plus de 33 q; un manque d'eau de 10 mm provoque une baisse de rendement de 2 q.

Par contre, en Bassin Parisien, en sol à plus forte capacité de rétention en eau, on peut atteindre la moyenne pluriannuelle 36 q sans dépasser 60 mm de pluie pendant la même période floraison-nouaison).

3. Exigences agrologiques.

Compte tenu de ses exigences en eau, la féverole a une préférence marquée pour les **sols argileux riches en humus**, à bon pouvoir de rétention en eau (20 à 25 %), frais sans excès et suffisamment pourvus en calcium (limons du Nord, argiles de l'Est). Son système racinaire très puissant, a, par ailleurs, une action améliorante sur la **structure du sol**. Elle est très tolérante à l'égard de l'acidité du sol. Elle s'accommode de sols à pH allant de 5 à 8.

La féverole exporterait d'autre part, par quintal de grains :

$$\text{N}, 6,250\ \text{kg} \quad \text{P}_2\text{O}_5, 1,750\ \text{kg} \quad \text{K}_2\text{O}, 4\ \text{kg} \quad \text{CaO}, 2\ \text{kg}.$$

En apparence très fortes, les exportations en azote sont en réalité très faibles, puisque la féverole fixe l'azote de l'air avec ses nodosités. Les besoins en potasse sont par contre, très élevés.

C. ACCIDENTS ET PARASITES.

1. Le gel hivernal.

A partir de -8°C (à 2 m sous abri), on observe des dégâts sur l'appareil aérien et sur l'appareil souterrain.

Sur l'appareil aérien : décollement de l'épiderme des tiges, puis nécroses de l'épiderme supérieur du limbe, accumulation d'**anthocyanes** à la face supérieure.

Sur l'appareil souterrain: il existe une zone de très grande sensibilité sur la racine principale, qui va du niveau d'insertion des cotylédons à 3 cm au-dessous. Corrélativement les racines secondaires les plus touchées sont celles qui prennent naissance dans la zone **cotylédonaire**.

L'intensité des dégâts varie avec l'âge de la plante. La résistance maximale se situe au stade 3-5 feuilles (d'où l'influence de la date du semis).

2. La sécheresse.

Celle-ci est fréquente sur les féveroles de printemps tardives. Elle conduit à une non fructification d'un taux plus ou moins élevé de fleurs.

3. Autres accidents.

Ce sont la verse et l'égrenage.

4. Les parasites végétaux et maladies à virus.

La rouille (*Uromyces fabae*). Elle apparaît à la fin du mois de juin; plus fréquemment et plus gravement sur féverole de printemps que sur féverole d'hiver.



Photo INRA

Rouille de la féverole (*Uromyces fabae*).

La maladie des taches brunes (*Botrytis fabae*). Cette maladie est fréquente et grave sous climat maritime et surtout sur féverole d'hiver. Elle se manifeste tout d'abord par de petites taches brunes sur les feuilles au début du printemps, puis, dès que la température devient favorable, attaque les fleurs ou les premières gousses, dont elle détermine la coulure, entraînant des chutes de rendement parfois catastrophiques.

La maladie des taches noires (*Ascochyta pisi*). Cette maladie se manifeste par des taches noires zonées sur les feuilles et également sur les gousses, ces der-

nières pouvant faire penser aux symptômes de l'antracnose du haricot. En attaque grave, les graines sont fortement altérées et les rendements peuvent baisser considérablement.

Les maladies à virus sont des mosaïques.

5. Les parasites animaux.

Le **puceron noir** (*Aphis fabae*). C'est le parasite le plus important de la féverole de printemps, surtout en *région continentale*. Grâce à sa précocité de floraison, la féverole d'hiver peut échapper à ses attaques.

En région océanique (Bretagne) leur pullulation est généralement arrêtée par les prédateurs naturels (coccinelles et syrphes), par temps relativement sec, et par des mycoses (*Entomophthora*) par temps humide. Dans ces conditions, la protection chimique des cultures n'apparaît pas nécessaire.

Par contre, en région continentale, il faut traiter dès l'apparition des premiers aîlés par pulvérisation d'un insecticide systémique (**oxy-déméton méthyl** à 30 g MA/hl) ou épandage de **microgranulés** (disulfoton).

Citons enfin, comme autres parasites animaux, le **Taupin**, le **Sitone**, la **Cécidomye** du pois, le **Phytonome** et, au stade de la conservation, la **Bruche**.

III. LES VARIÉTÉS DE FÉVEROLE.

A. VARIÉTÉS — POPULATIONS.

Il existe en France des populations de printemps et d'hiver.

1. *Les populations de printemps* sont localisées dans le Nord et l'Est : populations de 'Picardie', de 'Lorraine', de 'Champagne'.

2. *Les populations d'hiver* sont localisées dans l'Ouest et le Sud Ouest : populations de 'Vendée', du 'Gers'. Également dans l'Est : population de 'Côte d'Or', la plus résistante au froid de toutes les populations françaises.

Toutes ces populations sont plus précoces de trois semaines que les variétés de printemps les plus précoces.

B. VARIÉTÉS AMÉLIORÉES.

1. Féverole de printemps.

Celles-ci sont soit issues de sélection **massale** dans les populations locales, soit des variétés synthétiques.

Amélioration génétique de la féverole d'hiver.
Au premier plan, plantes sous cages à autofécondation.

Photo INRA



Elles diffèrent principalement par la *grosseur de leurs grains*. Citons :

— **Variétés à gros grains** (600-700 g/1 000 grains) :

‘**Strube**’, origine allemande, précoce.

— **Variétés à grains moyens** (450-600 g/1 000 grains) :

‘**Ascott**’, origine Blondeau, demi-précoce, ‘**Pavane**’, origine Clause, demi-précoce, ‘**Columba**’, origine Blondeau, tardive.

— **Variétés à petits grains** (300-450 g/1 000 grains) :

‘**Primus**’, origine Suède, demi-précoce, ‘**Maxime**’, origine Belgique, tardive.

‘**Primperle**’, origine Blondeau, demi-précoce.

2. Féverole d'hiver.

Si l'n'existe pas encore, en France, de variétés commercialisées, par contre on trouve en Grande-Bretagne, quelques variétés améliorées. Elles sont presque toutes à gros grains et leur résistance au froid est légèrement inférieure à celle de la population ‘**Côte-d'Or**’.

Des travaux sont entrepris dans ces deux pays en vue de la création de variétés hybrides F₁ plus productives et plus homogènes (utilisation de la stérilité mâle).

IV. CULTURE.

A. PLACE DANS LA ROTATION.

En tant que légumineuse et en raison de son système racinaire puissant, compte tenu aussi de ses possibilités de *désherbage*, la féverole peut constituer une « tête d'assolement » très intéressante, soit de printemps, soit d'hiver.

Elle peut elle-même, venir derrière une céréale ou une plante sarclée dans le cas d'une féverole de printemps. Cependant il faut éviter de la placer derrière une autre légumineuse ou vieille prairie à cause du danger *de verse* par excès d'azote.

B. PRÉPARATION DU SOL ET FUMURE.

En raison de ses besoins en eau, le labour *d'hiver profond* enfouissant une forte fumure organique (30 t/ha), s'impose pour la féverole.

La fumure minérale **phospho-potassique** apportée au labour sera de 80 à 100 kg d'acide phosphorique et 120 à 190 kg de potasse.

Un apport très limité d'azote (10-40 kg à l'hectare) peut être conseillé dans le cas d'une terre très lessivée ou n'ayant pas reçu d'apport organique.

Les façons superficielles classiques (scarifiage, hersage) permettront d'obtenir une terre assez fine en surface, sans excès (puisque nous avons affaire à une grosse graine).

C. SEMIS.

1. Féverole d'hiver.

a) Date. Elle sera suffisamment précoce pour permettre à la jeune plante d'atteindre stade le 3-5 feuilles avant les froids. Dans l'Ouest, la date optimale se situe vers le 20 octobre.

b) Densité. En raison de la ramification de la plante, un peuplement de 30 **plantes/m** est suffisant (écartement 45-55 cm).

c) Profondeur. En raison de sa grosseur, la graine peut être profondément enterrée (6 cm). De plus un semis profond protège la semence contre les corbeaux, pigeons, contre les traitements herbicides et augmente la résistance au froid de la plantule.

2. Féverole de printemps.

a) Date. Les semis les plus *précoces* (dès février si possible) sont à rechercher. Il faut, en effet, que la plante fleurisse avant la début de la *sècheresse* et avant la venue des *puçerons*.

Le tableau II-3 montre que l'on perd 13 q/ha lorsqu'on retarde les semis d'un mois à partir du début mars à Rennes.

b) Densité. Du fait de ses ramifications moins nombreuses, la féverole de printemps requiert une densité de culture supérieure à celle de la féverole d'hiver, l'optimum se situant à **50 plantes par mètre carré**.

A Dijon (PICARD, 1960), le rendement croît rapidement (de 25 à 35 q/ha) avec le peuplement entre 20 et 50 plantes au mètre carré et redescend pour des peuplements supérieurs à 80 plantes/m².

A Rennes, les rendements passent de 38 q pour 17 **plantes/m** à 50 q pour 45 **plantes/m**.

Pratiquement, et en raison des risques de verse qu'entraînent les peuplements élevés, 50 **plantes/m** semble être l'optimum cultural. Ceci correspondra à un poids de semence à l'hectare variant de 320 kg pour une variété à gros grains ('**Strube**') à 230 kg pour une variété à grain moyen ('**Ascott**').

TABLEAU II-3. — Influence de la date de semis sur le rendement grain en q/ha (Rennes, moyennes 1961-1962-1963)

VARIÉTÉS	SEMIS DÉBUT mars	MI-MARS	DÉBUT avril	MOYENNE par variété p.p.d.s. 5 % = 4,3	DATES MOYENNES	
					Floraison	Maturité
Strube	54,9	48,7	39,7	47,8	23/5	30/7
Ascott	50,0	43,3	36,5	43,3	26/5	31/7
Columba	48,8	38,7	33,7	40,4	1/6	8/8
Niki	40,9	37,0	29,6	35,8	3/6	8/8
Moyenne par date de se- mis (p.p.d.s. 5% = 4,1)	48,7	41,9	34,9	—		

d'après BERTHELEM (1970)

c) **Écartement des lignes.** A densité égale, l'écartement ne semble pas avoir d'influence sur le rendement. Dès lors, compte tenu du désherbage chimique, il n'est pas nécessaire de conserver les grands écartements nécessaires autrefois aux binages : les écartements de 20 à 30 cm donnent toute satisfaction.

d) **Profondeur du semis.** Comme pour la féverole d'hiver, et pour les mêmes raisons, il faut semer profondément, à 5-6 cm.

D. DÉSHERBAGE.

Traditionnellement la féverole était jusqu'à ces dernières années *binée*. Aujourd'hui, il est possible de la désherber chimiquement à l'aide des *triazines* ou à défaut à l'aide de *colorants nitrés*.

1. Désherbage de prè-levée.

On traitera :

la **féverole d'hiver** soit à la *simazine*, à la dose de 750 g à 1 kg de M.A./ha sur terre assez fine en surface, tout de suite après semis;

— soit à la *prométryne*, à 2-2,5 kg de M.A./ha, avant la levée de la féverole, sur adventices déjà levées.

la **féverole de printemps** soit à la *simazine* à 400-500 g MA/ha, soit à la *prométryne* à 1,5-2 kg MA/ha. *L'atrazine* est à déconseiller pour la féverole.

2. Désherbage de post-levée.

En cas d'impossibilité d'effectuer les traitements à la *simazine* ou à la *prométryne*, un désherbage peut être effectué à l'aide de colorants nitrés à base de DNPB (*dinosèbe*).

E. RÉCOLTE.

1. Récolte en grains.

La récolte s'effectue à la *moissonneuse-batteuse*, fin juillet pour les féveroles d'hiver, dans la seconde quinzaine d'août pour les féveroles de printemps.

Quelques précautions sont à prendre : réduire la vitesse du batteur à la moitié de celle utilisée pour les céréales, desserrer le contre-batteur en fonction de la grosseur du grain, employer des grilles à gros trous.

Les rendements susceptibles d'être atteints, en bonnes conditions hydriques, sont élevés : 50 à 60 q/ha en féverole d'hiver et 40 à 50 q/ha en féverole de printemps.

2. Récolte de la plante entière.

a) Récolte en vert. A la pleine floraison, le fourrage vert est encore assez pauvre en matière sèche (12-14 %) et semble mal accepté par le bétail (amertume du feuillage). Par ailleurs, le maximum de production n'est pas encore atteint. Ce n'est donc pas là le meilleur mode d'exploitation.

b) Récolte pour ensilage. En fin de floraison, lorsque les grains commencent à durcir à la base de la tige, la plante entière peut être récoltée pour ensilage. La teneur en matière sèche est alors voisine de 20 %, avec une richesse en matières azotées de 16-17 % de la matière sèche. En bonnes conditions de végétation, les rendements peuvent atteindre 8 à 11 tonnes de matière sèche, soit 6 à 8 000 UF/ha, 1 500 à 1 800 kg de matières azotées brutes, 1 000 à 1 350 kg de matières azotées digestibles à l'hectare.

c) Récolte pour déshydratation. Au début de la maturité des gousses du bas de la tige (apparition de zones brunes sur les parties latérales des gousses), la teneur en matière sèche atteint 25 %. Le fourrage peut alors se prêter à la déshydratation.

A ce stade, les folioles sont presque toutes tombées, les gousses représentent plus de la moitié de la matière sèche. La teneur en matière azotées est alors de 17-19 %, correspondant à une valeur azotée de 150 g de MAD/kg de matière sèche (chez la féverole de printemps). La valeur énergétique est de 0,70 UF par kilogramme de matière sèche.

En tant que telle, la féverole déshydratée pourrait être un complément du **maïs-ensilage** dans l'engraissement des jeunes.

BIBLIOGRAPHIE DU CHAPITRE II

- BERTHELEM (P.). 1955. — Observations préliminaires sur les effets du froid sur la féverole. *Ann. Amél. Pl.* 7, 615-631 — 1964. — Essai de désherbage de la féverole de printemps. *Fourrages*, 4, 141-159.
- BERTHELEM (P.) et COMBE (P.). 1970. — La féverole : Allons nous vers un renouveau? *Bull. Tech. Inf.*, 253, 613-624.
- BERTHELEM (P.), MISSONNIER (J.) et ROBERT (Y.). 1969. — Le puceron noir de la fève (*Aphis fabae* Scop.) et la culture de la féverole de printemps (*Vicia Faba* L.). *Ann. Zool. Écol. anim.* 1, 2, 183-196.
- EDEN (A.). 1968. — A survey of the analytical composition of field beans (*Vicia Faba* L.). *J. Agric. Sci.* 70, 299-301.
- HENRY (Y.). 1970. — La féverole dans l'alimentation du porc. *Bull. Tech. le*, 253, 625-634.
- HENRY (Y.) et REBAT (A.). 1969. — Utilisation des légumineuses par le porc en croissance. *Journées de la Recherche Porcine en France*, 161-168, INRA, Paris.
- JUSSIAUX (Ph.) et PÉQUIGNOT (R.). 1957. — La *féverole*, 70 p. La Maison Rustique, Paris.
- PICARD (J.). 1953. — Recherches sur la Féverole. *Ann. Amél. Pl. I*, 57-106.
- PICARD (J.), BERTHELEM (P.), et FÉLIX (L.). 1955. — La culture de la féverole-grain. *Ann. Amél. PL. I*, 79-102.
- PICARD (J.) et SIGWALD (C.). 1960. — Liaison entre le peuplement et le rendement en grain chez la féverole. *Ann. Amél. Pl. 2*, 168-176.

CHAPITRE III

POIS

Pisum sativum L. (2n = 14).

I. ÉCONOMIE DE LA PRODUCTION.

A. LE POIS DANS LE MONDE.

La culture des pois secs apparaît en assez nette progression à travers le Monde.

En 1970, on en cultivait selon la F.A.O. près de 9 100 000 ha avec une production de 102 millions de quintaux contre 6 800 000 ha et 580 millions de quintaux pour la période 1948-1952.

La culture du pois se trouve localisée dans les pays à climat tempéré froid : en U.R.S.S. avec près de 50 % de la production mondiale et en Europe les principaux pays producteurs sont la Roumanie, la Hongrie, la Pologne ainsi que la Grande-Bretagne et la France qui produisent surtout du pois vert.

B. LE POIS EN FRANCE.

Le pois est cultivé en France à deux fins principales.

¹ **Alimentation humaine.** Ce sont les *pois potagers ou petits pois*, produits de plein champ et en culture maraîchère, soit pour la consommation en frais, soit pour la conserverie (appertisation, congélation).

En plein champ, il s'agit très généralement de cultures pures principales, plus rarement de cultures associées ou dérobées.

² **Alimentation animale.** Ce sont les *pois fourragers*, à récolter en vert à la floraison ou en grains secs.

1. Pois potager ou petit pois.

Depuis 1955, les superficies ont doublé et la production globale a triplé. Il s'agit donc d'une production en nette extension, dont l'aire de culture s'est d'ailleurs assez profondément modifiée : on a assisté à un très sensible déplacement des zones de production de plein champ traditionnelles (Bretagne) vers les

régions permettant des récoltes mécaniques, et, l'installation d'usines importantes à proximité de grands centres de consommation (Picardie, Nord, Région Parisienne).

a) PRODUCTION DE PLEIN CHAMP.

Pour une superficie de 44 300 hectares en 1968, la culture se répartissait ainsi :

— *Consommation en frais* : 4 331 ha, 27 460 tonnes de gousses, localisée principalement en région parisienne (977 ha) et l'Aquitaine (892 ha);

— *conserverie* : 39 730 ha, 141 420 tonnes de grains, localisée surtout en Picardie (17 770 ha), Bretagne (9 020 ha), dans le Nord (6 580 ha).

Les cultures associées et dérobées ne représentaient respectivement, en 1968, que 147 ha (Pyrénées orientales, Aquitaine) et 70 ha (Basses-Alpes).

b) CULTURES MARAICHÈRES.

Celles-ci représentaient 2 525 hectares dont 2 510 pour la consommation en frais (16 800 tonnes de gousses), localisée surtout dans le Sud-Est (Rhône-Alpes 248 ha; Languedoc 470 ha; Provence, Côte d'Azur 593 ha).

2. Pois fourragers.

Le Nord et la Région parisienne sont les principales régions de culture.

II. LA PLANTE.

A. CARACTÈRES BOTANIQUES.

1. Place dans la classification botanique.

Le pois cultivé appartient au genre *Pisum* de la famille des Légumineuses Papilionoïdées, tribu des Viciées. Si le genre est bien défini, sa subdivision en espèces et sous-espèces est encore assez confuse. Selon les botanistes le nombre des espèces varierait de trois à sept. La plus importante, *Pisum sativum* comporte également selon les botanistes un nombre variable de sous-espèces.

Les trois espèces principales du genre *Pisum* ou sous-espèces de *P. sativum* sont les suivantes :
P. elatius Stev. ou *P. sativum elatius*, pois sauvage.

P. arvense L. ou *P. sativum arvense* Poir., pois des champs ou pois fourrager, reconnaissable à ses fleurs colorées et petites, ses stipules à collerette rouge, ses feuilles à 2-4 folioles, ses graines petites à téguments colorés.

P. sativum L. ou *P. sativum hortense* Asch. et Graebn., pois des jardins ou pois potager (petit pois). Cette espèce pour les uns, **sous-espèce** pour les autres, comporte un très grand nombre de variétés (cultivars) dont les caractères communs sont les suivants :

- grandes fleurs blanches (ou étendard bleuâtre, ailes violet-noir);
- feuilles à 4-6 folioles;
- graines lisses ou ridées à cotylédons blanchâtres ou jaunâtres ou **verdâtres**.

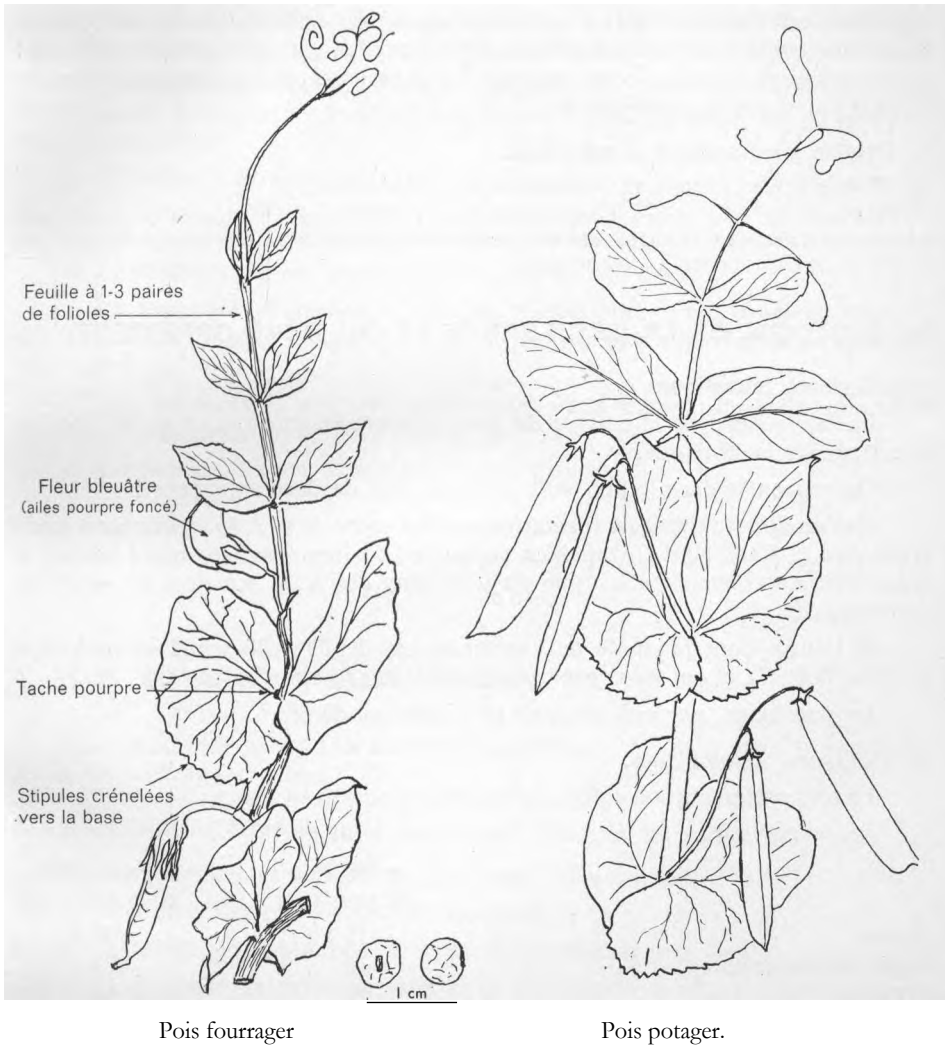


FIG. III-1. - Caractères morphologiques des pois.

2. Caractères généraux des pois cultivés (fig. III-1).

Les pois cultivés sont des plantes annuelles, à germination *hypogée*, à racine *pivotante*, à *tige creuse*, grêle, de longueur très variable (variétés naines, à demi-ramées, à rames), à *feuilles* glauques, creuses, de 2 à 8 folioles, terminées par une vrille simple ou plus ou moins ramifiée.

Les fleurs sont solitaires ou groupées par 2 à 8 sur un long pédoncule à l'aisselle des « mailles ». Leur floraison est *autogame* (*cleistogamie*).

Le fruit est une gousse à deux valves renfermant 4 à 12 graines.

Chez certaines variétés, la gousse présente sur sa face interne une couche mince **sclérenchymateuse** ou « *parchemin* »; chez d'autres, cette assise est absente : variété « *sans parchemin* » ou *mange-tout*. Cette forme serait une mutation récessive de la forme normale, à parchemin.

3. Origine géographique et génétique.

P. arvense L. et *P. sativum* L. dériveraient de *P. elatius* Stev.

Il y aurait eu deux centres d'origine primaire : l'*Afghanistan* et l'*Abyssinie*, et un troisième centre secondaire, dans la région méditerranéenne. L'introduction du pois potager dans le nord et l'ouest de l'Europe serait assez récente.

B. ÉCOLOGIE DE LA CROISSANCE ET DU DÉVELOPPEMENT.

1. Exigences climatiques.

La limite nord de la culture du pois remonte jusqu'au nord de la Norvège et au sud de la Finlande.

On rencontre chez le pois cultivé deux types de développement :

a) l'un dont la durée de végétation est de l'ordre de 40 à 45 semaines en semis d'octobre (2 500-2 800⁰ C) qui peut supporter des températures assez basses, et raccourcit notablement son cycle en jour long (16 à 20 semaines en semis de printemps);

b) l'autre dont la durée de végétation est de 13 à 20 semaines seulement (1 600-2 000⁰ C), et qui est sensible au froid (dégâts foliaires à — 9⁰ C).

Le pois exige, par ailleurs, une pluviosité modérée.

2. Exigences agrologiques.

Le pois préfère les sols **silico-argileux** bien pourvus en *chaux* : il craint l'*acidité*.

Les exportations en éléments fertilisants seraient :

	pour 25 q de pois secs	pour 100 q de pois en vert
Azote	115 kg	108 kg
Acide phosphorique	36	27
Potasse	50	36
Chaux	70	20

Par ailleurs, le pois a de gros besoins :

— en azote et phosphore : au *début de la végétation* (formation du système végétatif);

— en potasse et chaux, à partir de la *formation des gousses*.

C. ACCIDENT ET PARASITES.

1. La verse. Un tuteur est nécessaire chez les variétés fourragères. Les espèces-tuteurs les plus couramment employées sont l'avoine et le blé.

2. La coulure consécutive à de fortes chaleurs (30⁰ C à l'ombre) au moment de la floraison.

3. La maladie du pied (*Thielavia basicola*). La désinfection des semences aux **organomercuriques** constitue le meilleur moyen de lutte.

4. L'anthracnose (*Ascochyta pisi*, A. *pinodes*, A. *pinodella*). Cette maladie provoque des taches sur les feuilles et les gousses. Traiter les semences aux produits **organomercuriques**.

5. L'Oïdium (*Erysiphe polygoni*). Le parasite apparaît d'abord dans le Midi de la France et progresse vers le Nord au cours du mois de juillet. Il constitue un des facteurs limitant le développement des cultures tardives de petits pois.

6. Le Mildiou (*Peronospora pisi*), en général peu grave.

7. La Fusariose (*Fusarium oxysporum*, forme *psii*). Cette maladie est très importante en Hollande, Belgique et U.S.A. Il existe une résistance génétique aux races 1 et 2.

8. Les viroses. Elles sont très nombreuses (virus **enation**, mosaïque, jaunisse apicale) et transmises en général par les pucerons.

9. Les insectes. Sitone, Tordeuse, Thrips, Bruche.

III. VARIÉTÉS.

A. POIS POTAGER (PETITS POIS).

Les variétés de petits pois sont *très nombreuses*. Ce sont, sauf les variétés anciennes, des *lignées pures*.

1. Caractéristiques distinctives.

Les caractéristiques servant de base pour l'identification des variétés sont :

- la couleur des cotylédons (vert ou jaune);
- la forme du grain liée au type d'albumen (rond, ridé);
- la présence de pellicule interne (à parchemin et mange-tout);
- la hauteur de la plante (nain, demi-rame, rame).

2. Aptitudes culturales.

Ce sont les éléments du choix des variétés qui sont rappelés ci-dessous.

La précocité est l'élément fondamental du choix. Citons dans chacun des principaux groupes les principales variétés (1970).

<i>Précoce</i>	<i>Demi-Précoce</i>	<i>Tardif</i>
'Dot '	'Roi des Fins verts '	'Clause 50 '
'Clausédon '	'Vitalis '	'Serpette nain '
'Annonay '	'Chemin Long '	'Cent pour un '
'Orléan '	'Juwel '	'Souchet
'Précurseur '	'Hybris '	'Chipeau. '

Ces 3 groupes de précocité ont été définis en fonction du numéro d'ordre du **noeud** où apparaît la première fleur.

- précoces : 1^{re} fleur au 12^e noeud;
- demi-précoces : 1^{re} fleur entre le 13^e et le 15^e **noeud**;
- tardifs : 1^{re} fleur à partir du 16^e noeud.

Il existe, en effet, une bonne corrélation entre ce caractère et le nombre de jours compris entre le semis et la floraison.

La productivité. Celle-ci dépend d'un certain nombre de composantes **variétales** :

- le nombre de ramifications;
- le nombre d'étages floraux;
- le nombre de fleurs par pédoncules et le coefficient de nouaison;
- la dimension et le poids des gousses, etc...

La résistance aux maladies (anthracnose, oïdium).

3. Aptitudes technologiques du grain.

Finesse et tendreté sont les deux principales qualités demandées. Ces caractéristiques sont essentiellement fonction de l'âge du grain. A stade identique, des différences existent cependant entre variétés, pour la proportion de grains d'un calibre déterminé et l'indice **tendérométrique** (voir plus loin).

B. POIS FOURRAGER.

1. Caractéristiques distinctives.

Les variétés diffèrent principalement par :

- la couleur de leurs téguments (le plus souvent colorés);
- la couleur de leurs cotylédons (jaune-orange);
- la grosseur et la forme du grain.

2. Aptitudes culturales.

Il existe deux groupes de variétés :

— *les variétés d'hiver* (' Assas ' et ' Pirix ') caractérisées par une certaine résistance au froid;

— *les variétés de printemps* (' Crista ', ' Gali ', ' Norsup ') qui par ailleurs, diffèrent entre elles par leur précocité :

<i>Précoce</i>	<i>Demi-Précoce</i>	<i>Demi Tardif</i>	<i>Tardif</i>
' Norsup '	' Moyencourt '	' Crista '	' San Remo '

Les unes sont principalement destinées à la production de *foufrage vert* (' Crista ') les autres sont utilisables pour la production de *graines* (' Gali ').

IV. CULTURE.

A. POIS POTAGER.

1. Place dans la rotation.

En raison de ses exigences **agrobiologiques**, le petit pois peut constituer une *tête d'assolement*. C'est à ce titre qu'en Bassin parisien et dans le Nord, par exemple, la sole de petit pois a remplacé fréquemment ces dernières années celle de la betterave.

Toutefois il n'est pas souhaitable de faire trop fréquemment des pois sur une même sole. Un intervalle de 6 à 7 ans est préférable.

La récolte précoce permet de faire derrière une culture dérobée (haricot ou choux fourragers).

2. Préparation du sol et fumure.

Il faut obtenir un sol bien émiétté en surface, propre, bien approvisionné en matières organiques. On effectuera donc, après céréale :

— un déchaumage suivi d'un labour moyen d'automne, permettant d'enfouir une fumure organique bien décomposée (20-25 **tonnes/ha**);

— à la sortie de l'hiver, une façon superficielle (cultivateur) permettant de « reprendre » la terre et d'enfouir les engrais minéraux et pesticides (**phytosol**, contre la mouche du semis);

— vingt-quatre heures avant le semis, un passage de rouleau égalisera la surface du sol et permettra un meilleur semis (lit de terre fine).

La fumure minérale sera de 40-50 kg d'azote mi-nitrique, mi-ammoniacal (**ammonitrate**); 70-90 kg de P_2O_5 (scories, superphosphates); 120-150 kg de K_2O (sulfate); soit un équilibre N-P-K, 1-2-3.

3. Semis.

Il faut semer le *plus tôt possible*, compte tenu toutefois des risques de gelées de printemps. Pratiquement la date optimale varie de *fin février* (Bretagne) à *début avril*, suivant la région et la variété.

En ce qui concerne le semis lui-même, celui-ci se réalise en culture maraîchère à environ 50 cm d'écartement, en culture de plein champ à environ 20 cm (avec semoirs à blé parfois).

Les semences seront traitées au **thirame** (fonte et anthracnose).

4. Soins d'entretien.

Aux binages traditionnels, tend à se **subsister** le *désherbage chimique*. Le meilleur résultat est obtenu avec le **chloroxuron** en traitement de pré ou post-levée, à la dose de 3,5 kg de matière active à l'hectare, sur sol humide et bien préparé.

Des traitements contre les pucerons (**parathion**) et l'**oïdium** (dinocap) seront également à réaliser (en liaison avec les Stations d'avertissements agricoles).

Sont également utilisés contre les dicotylédones annuelles, au stade « jeune » :

— le *dinosèbe* (DNBP) ester acétique, en post-levée, à la dose de 1 kg de matière active à l'ha.

— la *prométryne*, en pré-levée, à la dose de 1,5 kg de matière active à l'ha.

5. Récolte.

a) RÉALISATION.

Autrefois, les pois étaient cueillis à la main, puis écosés mécaniquement à l'usine. Aujourd'hui la récolte est, pratiquement, totalement mécanisée.

La fauche réalisée par une *moissonneuse* est suivie d'une mise en andains. Ceux-ci doivent être aérés et les gousses ne pas toucher le sol. Les pois peuvent être ensuite chargés sur *remorque autochargeuse* puis battus par une *batteuse-écosseuse* amenée par les soins de l'usine au centre de la zone de production.

Les grains battus sont alors rapidement transportés à l'usine (délai maximum de conservation en l'état : 3 heures).

Depuis quelques années on construit des *ramasseuses-batteuses* reprenant directement les andains et évitant ainsi l'échauffement des fanes.

Plus récemment encore, on a conçu des *moissonneuses-batteuses* réduisant au maximum les délais fauche-battage.

b) RENDEMENTS.

Une récolte moyenne doit donner environ :

Dix-douze tonnes de gousses/ha correspondant à 5 tonnes de grains et environ 30-40 tonnes de fanes.

Un sous-produit de 14 t/ha de fourrages (fanés + cosses) riches en protéines et glucides reste donc à l'agriculteur, utilisable sous forme *d'ensilage*.

e) QUALITÉ TECHNOLOGIQUE.

Jusqu'à ces dernières années, le *calibre* du grain constituait la principale base de classement technologique et commercial de la récolte. Aujourd'hui (1971), la tendreté et, secondairement le calibre, sont les critères de jugement utilisés.

L'indice *tendérométrique*, mesuré par la résistance du grain à l'écrasement à l'aide d'un tendéromètre peut varier de 70 pour un grain de très bonne tendreté à 180 pour un grain de qualité médiocre.

Cet indice évolue naturellement avec l'âge du grain :

— 10 à 5 jours avant la maturité, l'indice gagne 2 points par jour,

— ensuite, il y a gain de 1 point par degré jour, soit 10 à 12 points par jour.

La date de récolte est optimale dès lors que les grains de calibre fin ont une consistance suffisante pour subir sans dommages le traitement industriel; ce stade est atteint pour un indice de l'ordre de 90. La qualité du lot dépend alors de la dureté des autres calibres, et le délai de récolte est fonction de la vitesse d'évolution des calibres les plus fins, vitesse variable avec les variétés.

Concernant le *calibre*, les conserveurs demandent des grains :

- *ronds*, de préférence aux *grains ridés*, trop riches en amylose et **amylo-dextrine** solubles et donnant des jus troubles;
- à *épiderme* fin et adhérent bien au grain;
- à *fort pourcentage de grains moyens à petits*. Ce dernier caractère ne pouvant être obtenu qu'au détriment du rendement total, rend délicate la détermination d'une date optimale de récolte si l'on ne fait pas appel à l'indice tenderométrique.

Les calibres commerciaux vont de « l'extra fin » (5,4-6,4 mm) au « gros grain » (> 9,4 mm).

B. POIS FOURRAGER.

1. Place dans la rotation.

Ce sera, comme le pois potager, une *tête d'assolement*, constituant un excellent précédent pour le blé d'hiver, laissant un sol propre (plante étouffante) et un certain reliquat organique à condition de recevoir de fortes fumures.

2. Préparation du sol et fumure.

Elles sont semblables à celles d'un pois potager.

3. Semis.

Les périodes les plus favorables sont :

En pois d'hiver, septembre-octobre;

En pois de printemps, mars-avril.

Le pois fourrager sera semé en association avec une céréale comme tuteur : *seigle*, *blé* et surtout *avoine*.

Les doses seront de 150 à 200 kg/ha de pois pour 50-60 kg de céréales (120-150 **plantes/m** de chaque espèce).

4. Récolte.

Celle-ci peut s'effectuer :

— **En vert** : à début maturité des gousses (fin juin) des rendements de 35-40 t/ha de matière verte, soit 6-7 *t/ha* de matière sèche (4 500-5 000 UF) sont disponibles pour *ensilage*.

— **En sec** : à maturité des grains (juillet-août) 30-35 quintaux de grains sont récoltables ainsi que 2-3 tonnes/ha de paille.

BIBLIOGRAPHIE DU CHAPITRE III

- CAVENEL (B.). 1969. — *Identification et classification des variétés de pois fourrager cultivées en France*. I.N.R.A.-S.E.I. 40 p.
- COUSIN (R.). 1965. — Étude de la sensibilité des variétés de pois au virus de la **mosaïque** commune du pois. Étude génétique de la résistance, *Ann. Amél. Pl.*, 15, 1, 23-26.
- COUSIN (R.). 1965. — Étude de la résistance à l'**oidium** chez le pois (*Erysiphe polygoni*), *Ann. Amél. Pl.*, 15, 1, 93-97.
- FOURMONT (R.). 1956. — *Les variétés de Pois (Pisum L.) cultivées en France*, I.N.R.A., 253 p.
- FOURNAISE (M.). 1965. — La culture du petit pois de conserve en pays nantais. *La Potasse* 327, 153-157.

CHAPITRE IV

HARICOT

Phaseolus vulgaris L. ($2n = 22$).

I. ÉCONOMIE DE LA PRODUCTION.

A. LA CULTURE DU HARICOT DANS LE MONDE.

En 1970, selon F.A.O., la production mondiale de *haricots secs* s'élevait à près de 12 millions de tonnes contre 6 700 000 pour la période 1949-53.

La production européenne s'élevait à 800 000 tonnes en provenance principalement des pays du sud-est (Roumanie, Hongrie, Yougoslavie).

B. LA CULTURE DU HARICOT EN FRANCE.

Le haricot est cultivé en France à plusieurs fins :

— pour le grain sec, à utiliser en l'état : c'est le *haricot sec*.

— pour la gousse à écosser, et le grain demi-sec : c'est le *haricot à écosser* à consommer à l'état frais ou après conserve.

— pour la gousse à consommer à l'état très jeune (filets) ou plus âgé (mange-tout) : c'est le *haricot vert*, à consommer à l'état frais ou après conserve.

Alors que le haricot sec est uniquement cultivé de *plein champ*, le haricot à écosser et le haricot vert font également l'objet d'une *culture maraîchère*.

Ces cultures, notamment celles de plein champ destinées à la conserverie se font presque exclusivement *sous contrat*.

1. Le haricot sec de plein champ.

Cette culture est en régression :

1951-55	137 000 ha	—	100 000 tonnes de grains
1966	45 500 ha	—	65 000 tonnes de grains
1968	41 500 ha	—	56 000 tonnes de grains
1970	38 400 ha	—	51 000 tonnes de grains.

Effectuée surtout en culture principale (39 230 ha en 1968), elle fait très secondairement l'objet de cultures associées (1 130 ha en 1968), et dérobées (1 195 ha).

Elle demeure localisée dans les régions du *Centre* (Eure-et-loir, Loiret) et des pays de la Loire (Vendée).

2. Le haricot à écosser et demi-sec.

Occupant près de 10 000 ha en 1968, elle se répartissait ainsi :

	CONSOMMATION EN FRAIS		CONSERVERIE		TOTAL	
	Surfaces (ha)	Production (t)	Surfaces (ha)	Production (t)	Surfaces (ha)	Production (t)
Plein champ						
Culture principale	3 854	24 400	2 326	12 050	6 180	36 450
Cultures associées	—	—	—	—	155	50
Cultures dérobées	—	—	—	—	2 240	15 700
Cultures maraîchères	1 281	9 700	61	370	1 342	10 070
TOTAL	5 135	34 100	2 387	12 420	9 917	62 270

En culture principale de *plein champ*, pour consommation en frais, les principales régions de culture sont les Pays de la Loire (541 ha), le Midi-Pyrénées (623 ha), le Poitou et les Charentes (730 ha). Pour conserverie, ce sont les Pays de la Loire (790 ha) et le Centre (810 ha). En cultures dérobées, la Bretagne (Côtes-du-Nord 1 400 ha, Finistère 400 ha) demeure la principale région de production.

En cultures *maraîchères*, le Sud est la principale région de production.

3. Le haricot vert.

Cette culture est en extension.

1951-55 17 700 ha — 78 500 tonnes de gousses
1968 30 900 ha — 200 000 tonnes de gousses.

La culture *principale de plein champ* représentait donc plus de la moitié de la production dont les 2/3 pour la conserverie. Elle était concentrée principalement :

— pour la consommation en frais, dans les régions d'Aquitaine (1 340 ha), Provence, Côte d'Azur (970 ha), et Pays de Loire (890 ha).

— pour la conserverie, en Bretagne (3 835 ha), Picardie (2 110 ha) et Aquitaine (2 000 ha).

La culture maraîchère est surtout pratiquée dans le Sud-Est, pour la consommation en frais principalement.

La production se répartissait ainsi en 1968.

	CONSOMMATION EN FRAIS		CONSERVERIE		TOTAL	
	Surfaces (ha)	Production (t)	Surfaces (ha)	Production (t)	Surfaces (ha)	Production (t)
Plein champ						
Culture principale	6 370	36 810	11 336	72 670	17 706	109 480
Cultures associées	—	—	—	—	245	1 640
Cultures dérobées	—	—	—	—	5 020	31 280
Cultures maraîchères	7 797	55 630	153	1 990	7 950	57 620
TOTAL	14 167	92 440	11 489	74 660	30 921	200 020

H. LA PLANTE.

A. CARACTÈRES BOTANIQUES.

1. Place dans la classification botanique :

Le haricot cultivé est une Légumineuse Papilionoïdée, appartenant au genre *Phaseolus* (tribu des **Phaséolées**). Ce genre comprend de nombreuses espèces :

Ph. coccineus L. (*Ph. multiflorus* Willd.), haricot d'Espagne, espèce vivace dans le Midi mais cultivée comme plante annuelle. De très grande taille, les grains sont très gros.

Ph. lunatus L., haricot de Lima, pois du Cap, c'est une espèce annuelle cultivée aux U.S.A. et dans de nombreux pays chauds.

Ph. Mungo L. (*Ph. aureus* Roxb.), haricot Mungo est cultivé en Asie (Inde Iran, Malaisie, etc.).

Ph. vulgaris L., **notre haricot commun** et la seule espèce de grande culture en Europe.

2. Origine génétique.

Le haricot commun serait originaire d'Amérique du Sud et d'Amérique Centrale; il a été introduit en France au **XVI^e** siècle.

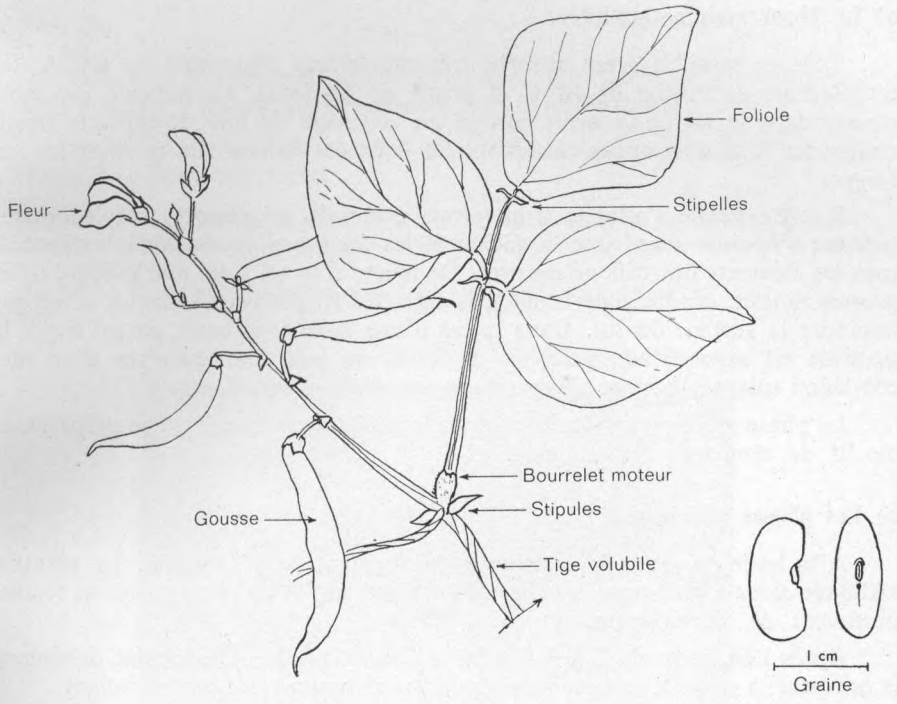


FIG. IV-1. — Morphologie du haricot.

3. Caractères généraux de la plante (fig. IV-1).

C'est une plante à feuilles trifoliées, présentant de petites stipules à la base du pétiole et de petites **stipelles** à l'aisselle des folioles.

Les inflorescences sont des grappes axillaires formées de fleurs à carène repliée en S. Ces fleurs sont soit blanches, roses, mauves, violettes ou bicolores; elles sont **cléistogames**. L'androcée est **diadelphé** (9 étamines soudées, l'étamine supérieure libre).

Contrairement au pois, le haricot a un système racinaire fasciculé, 2 à 3 fois plus important.

B. CROISSANCE ET DÉVELOPPEMENT.

1. CYCLE VÉGÉTATIF.

Le cycle du haricot est *annuel*.

a) La phase germination-levée.

Sitôt en terre, le grain absorbe très rapidement l'humidité du sol. A une température de l'ordre de 18⁰ C, il germe en 3-4 jours. La radicule pivotante plonge dans le sol après avoir émergé au voisinage du hile. Ensuite, la tigelle commence à se développer entraînant les deux cotylédons : la germination est épigée.

Si cette tigelle s'allonge trop (semis profond), les réserves cotylédonaires peuvent s'épuiser avant que la racine et les feuilles n'apportent à la plantule tous les éléments nutritifs nécessaires. De même si le sol a été mal préparé (trop grosses mottes, croûte superficielle), la tige très fragile peut se briser et ne pas atteindre la surface du sol. Dans le cas d'une levée trop lente, en sol froid, la plantule est exposée aux parasites de fonte, ou peut lever pourvue d'un seul cotylédon (plant « borgne »), ou dépourvue de feuilles.

La phase germination-levée est donc très délicate et requiert une préparation du lit de semences très soignée.

b) Les phases ultérieures.

A la levée, la plantule est recourbée, formant « la crosse ». La plantule s'allonge assez rapidement, les cotylédons s'écartent et les deux premières feuilles unifoliées se développent.

Après l'émission de 2 à 3 feuilles trifoliées, les 2 cotylédons se dessèchent et tombent; à ce stade, les premières nodosités apparaissent sur les racines.

La croissance (élongation caulinaire et émission de feuilles) se poursuit alors rapidement pour s'arrêter à l'apparition des fleurs. Les fleurs s'autofécondent dès leur épanouissement, parfois même la veille, s'il fait chaud; le taux d'allo-gamie est inférieur à 5 %.

Dès la fécondation, la future gousse (« aiguille ») apparaît et les pétales tombent. Suivant les variétés, la gousse est de couleur, forme, longueur et constitution (présence-absence de parchemin), différentes.

La maturité physiologique du grain est atteinte en 100-120 jours selon la précocité de la variété.

2. EXIGENCES ÉCOLOGIQUES.

a) Température.

En raison de son origine tropicale, le haricot est exigeant en chaleur.

Son zéro de végétation est voisin de 10⁰ C, son optimum se situe vers 16-24° C. Il ne résiste pas, d'autre part, à des températures inférieures à 0⁰ C.

De même, une température insuffisante accompagnée d'humidité excessive ou une chaleur excessive (32-37⁰ C) contrarient une floraison et une formation de gousses normales.

Pour un cycle végétatif complet de 90-120 jours, la somme des températures demandée se situe à 1 400-1 900° C.

b) Eau.

En raison de son mode d'enracinement et de son développement plus tardif, le haricot, plus que le pois, est très sensible à un manque d'eau.

Selon **NICOLAISEN** et **FRITZ**, le haricot nain exigerait 275 kg d'eau pour fabriquer 1 kg de matière sèche.

En période de sécheresse, la plante fane aux heures chaudes; les gousses sont plus petites ou avortent, les feuilles prennent une couleur anormale, la maturité se trouve accélérée au détriment du rendement.

Un apport d'eau complémentaire peut donc s'imposer dans certains cas.



Photo S.P.I.E.A.

Une culture de haricot flageolet.

3. EXIGENCES AGROLOGIQUES.**a) Nature du sol.**

Sans irrigation, les sols graveleux, sableux, sont impropres à la culture du haricot.

Par contre, à la différence du pois, le haricot s'adapte mieux aux sols très lourds; mais en raison de sa germination **épigée**, il faut éviter coûte que coûte le phénomène de **croûtage** (éviter l'apport d'engrais sodiques).

b) Éléments fertilisants.

Les exportations se situeraient, pour une récolte de 10 tonnes de gousses (haricots verts) à environ :

N = 65 kg/ha	K ₂ O = 55 kg/ha
P ₂ O ₅ = 20 kg/ha	CaO = 60 kg/ha.

C. ACCIDENTS ET PARASITES.

1. PARASITES ANIMAUX.

a) Mouche des semis (*Phorbia platura*).

A l'éclosion, les jeunes larves, issues d'une ponte d'avril-mai, s'attaquent aux graines en germination. A la levée, les cotylédons présentent des piqûres brunâtres et l'apex de la plante a souvent été détruit : la plante ne peut alors se développer. Les dégâts sont généralement d'autant plus graves que la levée a été plus lente.

Le meilleur moyen de lutte est le traitement des semences à l'*aldrine*, à l'*heptachlore*, au *lindane* (traitement également efficace contre le taupin) ou au *trichloronate*.

b) Limaces.

Elles provoquent, par temps humide, des ravages sur les jeunes semis en dévorant les jeunes feuilles. Il faut épandre sur le champ des appâts à base de *métaldéhyde*.

c) Thrips (*Frankliniella robusta*).

Les adultes pondent de très nombreux œufs sur les organes floraux. Sous l'action des piqûres, les gousses se déforment et prennent l'aspect de faucilles.

Il faut traiter précocement au *parathion* à 20 g de matière active par 100 l d'eau.

d) Puceron noir (*Aphis fabae*).

Parfois très abondants en juin et juillet, ils peuvent entraver très gravement le développement des plantes.

En attaque précoce, on peut utiliser l'*endothion* (50-200 g/hl). En attaque tardive, traiter au *parathion*.

e) Araignées du haricot (*Tetranychus urticae*).

Sous l'action de leurs piqûres, elles peuvent provoquer un dépérissement rapide du feuillage et des jeunes pousses.

Il faut traiter au *dicofol* à raison de 50 g de matière active par hectolitre d'eau; en forte attaque deux traitements à 10 jours d'intervalle peuvent être nécessaires.

2. MALADIES CRYPTOGAMIQUES.

a) Fontes des semis.

On observe des manques à la levée et la mort des plantules par place. Ces « fontes » résultent d'une nécrose des racines et d'une pourriture du collet

occasionnée par divers champignons (*Pythium*, *Rhizoctonia*, *Fusarium*, etc.).

Il faut traiter les semences au *thirame* (400 g/q), ou au *captane* (200 g/q).

b) Rouille (*Uromyces phaseoli*).

De petites tâches blanches apparaissent à la face inférieure des feuilles, auxquelles succèdent de nombreuses Bores brunâtres.

On peut traiter préventivement, ou au tout début de l'apparition des tâches, à l'aide de *manèbe*, en pulvérisations à 240 g de matière active par hectolitre d'eau.

c) Anthracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*).

Cette maladie est très grave en cas d'attaque généralisée. Elle se caractérise par le développement de tâches noirâtres sur *feuilles*, sur *tiges*, sur *gousses* et sur *grains*. Même une attaque assez faible peut totalement déprécier une récolte en filets ou en grains.

La propagation de la maladie a lieu uniquement à la faveur des pluies.

Les moyens de lutte utilisables sont :

- l'usage de porte-graines issus de semences saines;
- le traitement des jeunes plantes avec un fongicide de synthèse (manèbe, zinèbe, thirame). Plusieurs traitements successifs sont nécessaires du stade « deux feuilles » au stade « gousses toutes formées »;
- l'emploi de variétés résistantes. Toutefois on a décelé l'existence de quatre groupes de races du parasite .

d) Pourriture blanche (*Sclerotinia sclerotiorum*).

Elle se déclenche par temps humide, lorsque la végétation des haricots est luxuriante.

La meilleure méthode de lutte consiste à employer un écartement entre lignes adapté à la vigueur végétative de la variété.

3. MALADIES BACTÉRIENNES.

Graisses (*Xanthomonas phaseoli*, *Pseudomonas phaseolicola*).

Sur les filets on observe des tâches arrondies de 4 à 10 mm de diamètre, souvent confluentes. Elles ont un aspect huileux et les filets paraissent translucides.

C'est le *Pseudomonas* qui est responsable de la grande majorité des attaques en France.

Comme moyen de lutte, on conseille l'emploi de la bouillie bordelaise à 1 % ou des oxychlorures de cuivre à 500 g/hl.

Certaines variétés sont particulièrement sensibles, d'autres résistantes.

4. VIROSES.

a) Mosaïque **commune** (*Virus 1*).

Elle se caractérise sur les feuilles par une mosaïque verte, claire ou foncée; les plantes attaquées précocement se développent peu, restent naines. Le virus est transmis par les pucerons verts et noirs; il se transmet également par la semence.

La résistance variétale semble être le meilleur moyen de lutte.

b) Mosaïque **jaune** (*Virus 2*).

Cette mosaïque n'est pas transmissible par la semence; elle est moins grave que la précédente.

Aucune variété française ne lui est résistante.

III. LES VARIÉTÉS.

Très nombreuses, elles se répartissent en deux groupes : « nains » et « à rames ».

Dans chaque groupe, chaque variété est adaptée à une production particulière :

- grains à consommer en frais ou en sec;
- gousses consommées très jeunes ou « filets »;
- gousses consommées relativement âgées (début de grossissement des ovules) ou « mange-tout », sans fil, sans parchemin.

A titre d'exemple, quelques variétés *naines* sont citées ci-dessous :

- a) à *consommer en grains frais ou secs* : Haricot 'Michelet', Haricot 'Soisson', Haricot très hâtif de Massy, 'Flageolet vert', 'Flageolet chevrier';
- b) à *consommer exclusivement en filets* : 'Fin de **Bagnols**', 'Grison', 'Arian', 'Corel';
- c) à *cosses jaunes (haricots beurre) à consommer en filets* : 'Beurre de **Rocquencourt**', 'Kinghorn', 'Saxagold';
- d) *mangetout* : 'Prélude', 'Processor', 'Princesse'.

Outre l'adaptation à une production particulière, plusieurs facteurs entrent dans le choix d'une variété :

- le rendement à l'hectare;
- la « qualité » de la gousse (calibrage, évolution...);
- la résistance aux maladies (anthracnose);
- l'aptitude à la récolte mécanique (port dressé, position des gousses sur le plant, synchronisme de floraison...).

IV. CULTURE.

A. PLACE DE LA ROTATION.

En tant que légume et plante nettoyante, le haricot constitue en culture de plein champ, une tête de rotation. C'est, comme pour le pois, en remplacement de la betterave, un excellent précédent pour le blé.

Il peut être cultivé soit en culture principale, soit en culture dérobée (généralement derrière petits pois).

B. PRÉPARATION DU SOL ET FUMURE.

Il faut une terre très bien préparée, profondément travaillée, meuble en surface. Donc il faut effectuer un labour d'hiver et, au printemps, des façons superficielles répétées, voire un nouveau labour. Il faut éviter l'enfouissement de fumier à cause du rhizoctone et de la fusariose.

La fumure correspondra à un équilibre de l'ordre de 1-2-3.

Azote : 30-40 kg/ha (au démarrage sous forme d'ammonitrate ou de nitrate de chaux).

Phosphore : 60-100 kg (superphosphate).

Potasse : 90-150 kg (sulfate de préférence, l'ion Cl étant défavorable).

L'apparition de semoirs avec dispositif localisateur des fumures permet d'utiliser le phosphate d'ammoniaque en localisation. Cette technique assure un démarrage très rapide de la culture, facteur très appréciable en semis précoces.

C. SEMIS.

Les semis seront effectués à partir de début avril (Midi) ou de début mai (Région parisienne); ils pourront se prolonger jusqu'à la mi juillet pour récolte fin septembre-octobre (Région parisienne). Le semis se fait soit en poquet de 6 à 8 graines tous les 30 à 40 cm, soit en lignes espacées de 40-60 cm avec 4-5 cm entre les graines sur la ligne.

La semence sera traitée au thirame, ou au diazinon, ou trichloronate (contre la mouche du semis).

D. SOINS D'ENTRETIEN.

1. DÉSHERBAGE MÉCANIQUE.

Jusqu'à ces dernières années, l'entretien de la culture était uniquement mécanique. Aujourd'hui, le désherbage mécanique intervient en cas de non utili-

sation ou d'échec des désherbants chimiques, ou encore pour aérer un sol fermé en surface.

Compte tenu du système racinaire traçant du haricot, l'emploi de tout instrument travaillant trop profondément *doit être évité*. Les binages doivent se faire très superficiellement (3 à 4 cm), au moyen de lames faiblement inclinées par exemple.

L'entretien mécanique sur le rang est le plus difficile. Certains agriculteurs essaient de le résoudre par le buttage, travail onéreux et d'efficacité douteuse.

2. DÉSHERBAGE CHIMIQUE.

Celui-ci peut être employé en localisation sur le rang, en association avec les binages mécaniques; il est cependant préférable de l'utiliser sur la totalité de la surface.

a) Traitements de pré-levée.

Sont employés :

— le **monolinuron** à la dose de 500 g de matière active à l'hectare, le jour même ou le lendemain du semis.

— l'**association monolinuron et dinosèbe ester acétique** à la dose de 2 à 2,5 kg de matière active à l'hectare. Il faut traiter sur sol humide, bien préparé et si possible roulé. Un traitement retardé de 4 jours environ augmente l'efficacité de cette association, par action du **dinosèbe** sur les premières adventices précédant la levée du haricot.

— le **mélange dinosèbe et néburon** est à employer respectivement à la dose de 1 kg et 1,8 kg de matière active par hectare.

b) Traitements de post-levée.

Ces désherbants, agissant par contact et se décomposant dans le sol, ont une efficacité limitée dans le temps. Par ailleurs, il faut les utiliser au stade « deux premières feuilles déployées » et bien vertes. Sont employés :

— *le 2,4 dinitrophényl-carbonate (DNBP carbonate)*. Il agit par contact sur les mono et les dicotylédones et s'emploie à la dose de 5,250 kg de matière active à l'hectare.

— *le dinosèbe ester acétique* à la dose de 1,875 kg de matière active à l'hectare.

3. TRAITEMENTS ANTIPARASITAIRES.

Ce sont les traitements contre :

- les thrips, pucerons noirs et araignées.
- l'antracnose, les graisses.

E. RÉCOLTE.

Autrefois entièrement manuelle, aujourd'hui elle est mécanique pour les gousses de mangetout.

Les récoltes s'échelonnent de la *mi juillet* à la *mi-septembre*.

Les rendements peuvent varier de :

- 6 à 15 **q/ha** en sec;
- 7 à 10 **t/ha** en filets (4 à 5 cueillettes);
- 10 à 20 **t/ha** en mangetout (3 cueillettes);
- 5 à 8 **t/ha** en mangetout (en mécanique).

Les fanes constituent un excellent sous-produit pour l'alimentation du bétail (ensilage, déshydratation).

BIBLIOGRAPHIE DU CHAPITRE IV

BOUVET (M.). 1963. — *Le haricot de conserve et sa culture*. Centre Technique de la Conserve, 714 p.

PEYRIERE (S.). 1968. — *Variétés de haricots Mange-tout de conserve*. Étude S.E.I., 35, 14 p. F.N.A.M.S. 1964 à 1970. — *Bulletins d'information*.



Photo INRA

Récolte de haricots mangetout au moyen d'une machine automotrice à trois rangs.

CHAPITRE V

LENTILLE ET LENTILLON

Lens culinaris Medic. (*L. esculenta* Moench) ($2n = 14$).

I. ÉCONOMIE DE LA PRODUCTION.

La culture de la lentille s'étendait, en 1970 dans le monde, sur 1 700 000 hectares, correspondant à une production de 1 000 000 tonnes. L'Asie avec 1 254 000 ha et près de 700 000 tonnes était la principale région productrice. L'Europe ne produisait que 60 000 tonnes (Espagne, Roumanie).

En France, la culture est en régression : 6 700 ha et 77 000 q en 1970 contre 12 000 ha, 93 000 q en 1951-55.

Les principales régions productrices sont l'Auvergne (2 000 ha) et les départements du Centre 3 500 ha dont 2 000 en Loir-et-Cher.

A. CARACTÈRES BOTANIQUES.

1. Place dans la classification botanique.

La lentille et le lentillon sont deux formes botaniques de *Lens culinaris* Médic, syn. *L. esculenta* Moench variété *microperma*.

Le genre *Lens* appartient à la famille des Légumineuses (Fabacées), à la tribu des Viciées, et au groupe des *Euvicia*, lequel rassemble les genres *Vicia*, *Lathyrus*, *Pisum* et *Lens*. Ces genres ont, en effet, un même nombre chromosomique de base, 7, d'où sont dérivés des amphiploïdes à $n = 5$ et 6 (*Vicia*), et quelques polyploïdes dans les genres *Vicia* et *Lathyrus*. L'hybridation a par ailleurs confirmé la parenté des genres *Lens* et *Vicia*.

Le genre *Lens* comprend cinq espèces : *Lens lenticularis* (Schreb), *Lens nigricans* (M.R.) Godr, *Lens orientalis* (Boissier) Hand. & Mazz., *Lens culinaris*, Medic., syn. *Lens esculenta* Moench.

Lens culinaris, la lentille cultivée, se divise elle-même en un certain nombre de variétés botaniques :

— la variété *vulgaris* Alef., ou lentille commune, caractérisée par une taille élevée, la teinte vert clair de ses feuilles, ses folioles trois fois aussi longues que larges, ses grains jaune verdâtre de 4 à 6 mm de large;

— la variété *macrosperma* Baumg., qui est la lentille large blonde ou lentille de Lorraine, caractérisée par des folioles plus courtes et plus obtuses que la précédente, par des grains très plats, de couleur jaune verdâtre, et de 6 à 8 mm de large.

— la variété *microperma* Baumg., à plantes courtes (25 à 40 cm de hauteur) où l'on distingue deux formes principales :

— la forme *erythroperma* Kornicke, qui est le lentillon ou lentille rouge;

— la forme *dupuyensis* Bar, à grains verts, qui est la lentille verte.

2. Origine géographique.

Le centre d'origine des Lentilles — et des *Euvicia* — serait, d'après FISCHER, les pays de la Méditerranée orientale : Chypre, Crète, Syrie, Palestine, Asie Mineure; d'après DE CANDOLLE, la lentille serait originaire de l'Asie occidentale tempérée, de la Grèce et de l'Italie.

D'après VAVILOV et BUKINICH, il existerait cependant un centre primaire de dispersion de la lentille — comme d'ailleurs des fèves et des gesses — à l'est de l'Afghanistan et au nord-ouest de l'Inde.

3. Caractères généraux de la plante (fig. V-1).

La lentille et le lentillon sont des plantes annuelles à port érigé de 25 à 40 cm de hauteur, non grimpantes, à feuilles pennées, composées de 8-10 paires de folioles très étroites et terminées par une pointe.

Les fleurs sont blanchâtres, veinées de violet, portées par groupes de 1 à 4 fleurs, sur des pédoncules un peu plus courts que la feuille. La fécondation est **autogame**. Les gousses de 16 à 20 mm de long ont une ou deux graines.

Les graines sont brunes ou rougeâtres (lentillon), vert gris avec marbrures (lentilles du Puy). Le poids de 1 000 graines est de : 20 à 30 g pour les lentillons et 25 à 32 g pour la lentille du Puy.

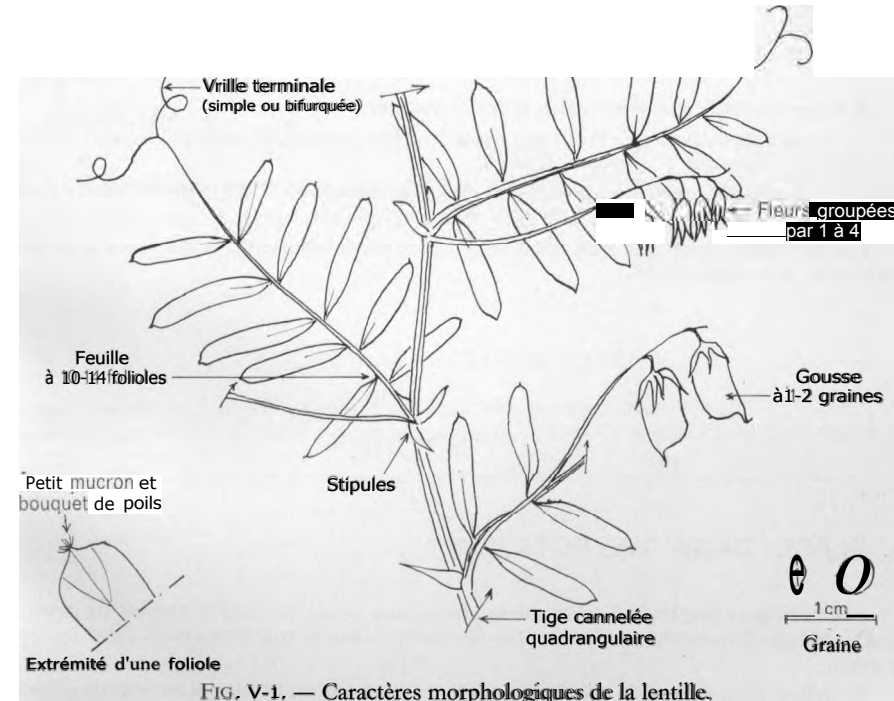


FIG. V-1. — Caractères morphologiques de la lentille.

B. ÉCOLOGIE.

Le zéro de germination de la lentille et du lentillon est voisin de ± 4 à 5°C .

Ce sont des plantes à évolution très rapide (semis-maturité : 120-150 jours, soit $1\ 400$ à $1\ 500^{\circ}\text{C}$), assez résistantes à la sécheresse, aux températures élevées, assez sensibles au froid : la lentille commence à souffrir à -6°C et est tuée à une température de -8 à -9°C .

Leur système **racinaire** craint l'asphyxie; il y a donc nécessité d'un sous-sol perméable calcaire fissuré). La lentille et le lentillon sont sensibles également au phénomène de « fatigue du sol ».

C. ACCIDENTS ET PARASITES.

Ce sont :

— la verse surtout en sol trop riche;

— les **bruches** (*Bruchus pallidicornis* et *Bruchus lentis*). Ces insectes, surtout *B. pallidicornis*, peuvent causer, au stade larvaire, de graves dégâts aux récoltes (jusqu'à 30 % de graines I. attaquées parfois). Le meilleur moyen de lutte est un traitement à pleine floraison avec un produit à base de **toxaphène**, non toxique pour les abeilles, suivi éventuellement d'un second traitement 10 jours après;

— le **mildiou** (*Pereonospora viciae*) et la **rouille** (*Uromyces viciae fabae*). Ces deux maladies sont des ennemis beaucoup moins graves que les attaques de parasites comme les **bruches**.

III. LES VARIÉTÉS.

Il existe au Catalogue officiel deux types de variétés :

— les variétés du type « Le Puy » (graines à fond pâle, marbré de violet) : 'Anicia' (INRA), 'Claudette', 'Mariette', 'Yoyette' (Lafite);

— les variétés blondes (à grain plus gros et plus plat) : 'Dora', 'Grisette' (Lafite), 'Lentillon blond', 'Lentillon d'hiver'.

Les problèmes posés par leur amélioration sont essentiellement : la résistance à la verse, à la bruche, et la productivité.

IV. CULTURE.

A. PLACE DANS LA ROTATION.

Les lentilles et lentillons doivent suivre une culture nettoyante (car la fragilité de la plante rend les binages impossibles) ne laissant pas des reliquats azotés trop importants. Idéal : pomme de terre.

En raison de la fatigue du sol, un intervalle de 4 à 6 ans est nécessaire entre deux cultures.

B. PRÉPARATION DU SOL ET SEMIS.

Une terre meuble est nécessaire. Après un labour d'hiver il faut des façons superficielles soignées. Le semis se fait de mars à avril, en lignes espacées de 40 à 50 cm (parfois à la volée). Dose à l'hectare : 70-140 kg selon la grosseur de la graine.

L'association avec une céréale est possible, pour éviter la verse.

C. FUMURE.

En bonne terre, et s'agissant d'une légumineuse, la fumure azotée n'est pas nécessaire. En moins bonnes conditions, cependant, un apport de 15 à 20 unités d'azote, sous la forme **d'ammou-nitrate**, pour favoriser le départ de la végétation peut être conseillé.

La lentille, par ailleurs, réagit favorablement, comme toute légumineuse, à l'ion phosphore : 50 unités d'acide phosphorique et autant de potasse seront apportées sous forme de scories potassiques ou de super potassique (17-17 par exemple). Dans le cas où l'apport d'azote est envisagé, on pourra employer un engrais composé du type 3-12-12 (4 à 500 kg en un seul épandage).

D. DÉSHERBAGE.

Le désherbage chimique est réalisable :

— en *pré-semis*, au **diallate**, à la dose de 1,4 kg de matière active à l'hectare;

— en *post-levée*, au diuron, à la dose de 0,6 kg MA/ha, au **dinosèbe** ester acétique, à la dose de 1,6 kg MA/ha;

— en *pré et post-levée*, à la prométryne, à la dose de 2 kg MA/ha.

E. RÉCOLTE.

La récolte a lieu à maturité complète (août-septembre).

Les rendements en grains sont de l'ordre de 10 à 15 q/ha.

BIBLIOGRAPHIE DU CHAPITRE V

LAUMONT (P.). 1940. — La lentille en Algérie. *Doc. et Rens. Agric. Bull.* n° 25, Alger, 46 p.

LAUMONT (P.) et CHEVASSUS (A.). 1960. — Notes sur l'amélioration de la lentille en Algérie. *Ann. E.N.A. Alger*, t. 2, 3, 1-33.

MAYER (R.). 1938. — Le problème de l'amélioration de la lentille verte. *Le Sélectionneur*, vol. 7, 2, 1-10.

CHAPITRE VI

SOJA ou Soya

Soja hispida Moench *Glycine max* L. ($2n = 40$).

I. ÉCONOMIE DE LA PRODUCTION.

A. LE SOJA DANS LE MONDE.

La production mondiale de graines de soja s'est considérablement développée depuis quelques années : elle a atteint en 1970 plus de 45 millions de tonnes contre 31 millions en 1963 et 16 millions en 1948-52. Cette extension considérable de la culture n'est pas tellement due à la qualité de l'huile de soja qui est très moyenne, elle tient au fait que cette graine donne après trituration *un tourteau de très bonne qualité*.

Les États-Unis sont de très loin le principal producteur mondial : en 1970, 31 millions de tonnes de graines dont 7 à 8 millions sont exportés chaque année en l'état, et une autre fraction sous forme de tourteaux.

Divers pays dans le monde commencent à apprécier le soja en tant que source d'huile et surtout de protéines. En Israël presque toute l'huile comestible et 90 % des tourteaux utilisés proviennent du soja. Le farine de soja a d'ailleurs constitué pendant des siècles la principale source de protéines comestibles de tous les peuples d'Extrême-Orient (Chinois, Coréens, Japonais).

La C.E.E. a importé en 1969, 2 700 000 tonnes de tourteaux de soja contre 850 000 tonnes en 1963.

B. LE SOJA EN FRANCE.

La culture du soja est quasi inconnue en France, en raison de ses exigences thermiques élevées. Quelques populations y ont *été* cultivées toutefois localement (Sud-Est).

Compte tenu de nos importations croissantes en tourteaux de soja (1000000t en 1970) le développement de cette culture serait souhaitable. Cependant, celui-ci dépend des possibilités de rendement et de l'étendue des régions françaises propices au soja face aux potentialités des cultures concurrentes.

Une étude économique a été réalisée à ce sujet par le **C.E.T.I.O.M.** en 1969. Celle-ci montre que, dans l'état actuel de la technique culturale du soja et du maïs, avec des rendements de l'ordre de 25 quintaux en soja contre 70 en maïs, il faudrait que le prix moyen du quintal de soja soit de l'ordre de 100 F, soit deux fois et demi celui du maïs pour que la culture du soja ait la même marge brute que celle du maïs (cultures irriguées).

Il faut toutefois ajouter que le soja peut offrir certains avantages culturaux susceptibles d'inciter l'agriculteur à s'y intéresser : excellent précédent pour le blé, irrigation aisée (culture basse), récolte précoce...

C. UTILISATION.

Les utilisations du soja sont extrêmement nombreuses.

1. **Au niveau de l'exploitation.** Il peut être utilisé sous diverses formes :

— *Engrais vert.* C'est une plante améliorante dont la valeur fertilisante est élevée (140 kg/ha d'azote fournis au sol par enfouissement du soja en vert).

— *Fourrage vert.* Il peut être exploité soit en fauche, soit par pâturage. Mélangé au maïs, il donne une ration bien équilibrée; sa valeur fourragère se situe entre celle de la luzerne et celle du trèfle violet.

— *Ensilage.* L'ensilage soja-maïs (2-3 parties de maïs pour une de soja) est de qualité bien supérieure à celle du maïs seul.

— *Foin.* La principale valeur du foin de soja réside dans sa haute teneur en protéines digestibles.

— *Grain.* Le grain de soja est un aliment concentré de valeur énergétique et protéique exceptionnelle. Sa valeur fourragère est de 1,47 UF/kg. Par broyage des graines préalablement nettoyées et filtration du produit on obtient un « lait de soja » utilisable dans l'alimentation des jeunes animaux.

2. **Dans l'industrie.** Le grain sert de base à la fabrication d'une huile et d'un tourteau de qualité remarquable; également à l'extraction de farines utilisées en biscuiterie, boulangerie, pâtisserie.

L'huile de soja peut trouver des débouchés, soit comme huile de table (après raffinage), soit en savonnerie, stéarinerie.

Le tourteau de soja est peu riche en lipides et glucides, mais corrélativement très riche en protides (45-50 %). Quoique déficient en méthionine, il contient tous les acides aminés indispensables.

II. LA PLANTE.

A. PLACE DANS LA CLASSIFICATION BOTANIQUE.

Origine géographique et génétique. Le soja (*Soja hispida* Moench, *Glycine max* L., 2 n = 40) est une Légumineuse (Fabacées) appartenant au groupe des Phaséolées.

Le soja serait originaire d'une région comprise entre Java, la Cochinchine et le sud du Japon. En Extrême-Orient, il est cultivé depuis plus de 5 000 ans.

Le soja dériverait d'un genre voisin *Glycine ussuriensis* ($2n = 40$) avec lequel il donne des hybrides fertiles.

B. CARACTÈRES BOTANIQUES.

Appartenant au groupe des **Phaseolées**, le soja présente quelques ressemblances avec le haricot : feuilles trifoliées, folioles **stipellées** (fig. VI-1). Il s'en différencie toutefois très nettement par certains caractères :

- une pilosité complète de la plante (folioles et gousses notamment);
- des folioles tombant souvent avant la maturité;
- des fleurs nombreuses peu apparentes, petites et colorées (lilas, violettes, blanches);
- des gousses bosselées, de 2 à 4 graines;
- des graines ovoïdes, bombées à hile ovale.

Comme le haricot cependant, le soja est une espèce **autogame**, le pourcentage de fécondation croisée ne dépasse pas 1 % (Weber et Hanson, 1961).

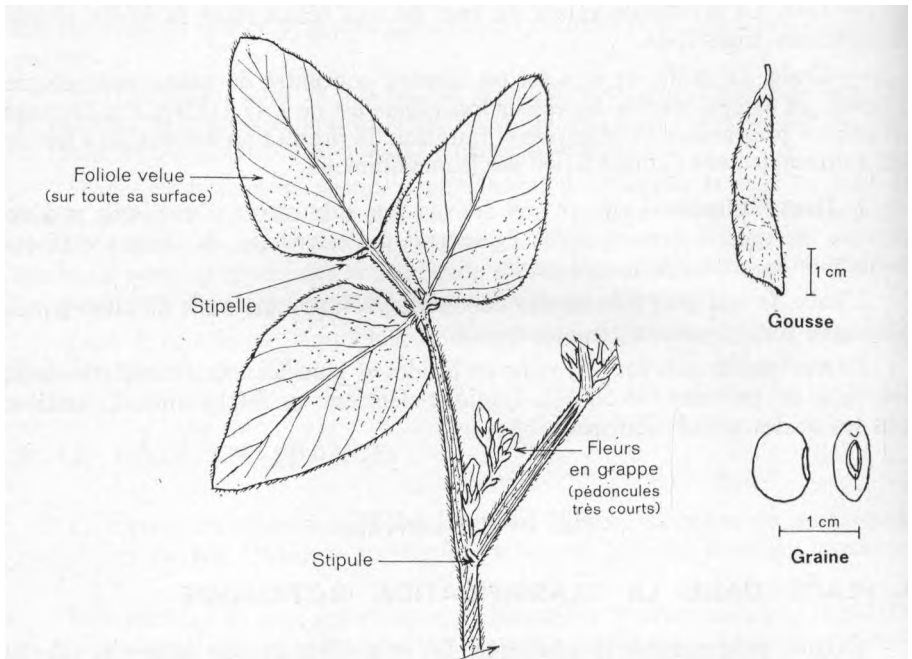


FIG. VI-1. — Caractères morphologiques du soja.

Soja au stade végétatif.

Photo INRA



C. CYCLE DE DÉVELOPPEMENT.

Sous climat méditerranéen la durée du cycle végétatif du soja varie selon les variétés de 90 à 150 jours. En semis normal (fin avril-début mai) la durée des différentes phases de développement est la suivante :

semis-levée : 8-12 jours floraison : 25-35 jours
levée-floraison : 40-65 jours 1^{re} gousses (maturité) : 50-70 jours.

Cette durée de végétation, exprimée en jours, varie nécessairement avec les conditions de climat : *température et photopériode* sont les facteurs les plus importants de variations. Dans le cas de variétés indifférentes à la photopériode, la durée de végétation régresse d'une manière sensiblement linéaire avec la date du semis (XUAN et DIEHL, 1963).

D. EXIGENCES ÉCOLOGIQUES.

1. SOL.

Le soja préfère les sols légèrement acides : son **pH** optimum se situe entre 6 et 6,5. En sol alcalin, il y a risque de chlorose si le taux de calcaire actif est trop élevé. En sols acides, d'autre part, les bactéries fixatrices d'azote (*Rhizobium japonicum*) ne peuvent fonctionner activement.

Les meilleurs sols sont de type argilo-sablonneux ou limoneux, à bonne capacité de rétention en eau; le soja redoute autant les sols trop filtrants que trop argileux.

2. CLIMAT.

Le soja est capable de végéter depuis l'équateur (Colombie, Archipel malais) jusqu'au 55° degré de latitude nord (latitude de Moscou) et au 45° degré de latitude sud (République Argentine, Chili).

a) Température.

Le zéro de croissance du soja serait voisin de $+4^{\circ}\text{C}$; la croissance est très fortement ralentie au-dessous de 10°C . L'optimum se situe entre 22 et 25°C ; des températures supérieures à 38°C réduisent notablement la vitesse de formation des **nœuds** et de croissance des **entre-nœuds**.

La somme des températures nécessaire au développement complet de la plante varie de $2\ 000^{\circ}$ à $3\ 000^{\circ}\text{C}$ selon la précocité de la variété.

Durant sa phase végétative, le soja peut résister à des gelées de -2 à -4°C . Au cours de la floraison des températures basses inférieures à 13°C , conduisent à une coulure des fleurs. Pour cette raison, des semis trop précoces seront à éviter.

b) Eau.

Bien que non encore parfaitement connus, les besoins en eau du soja semblent se situer aux environs de 400 mm pour un cycle végétatif de 120 - 140 jours. Il y aurait deux périodes critiques de besoins en eau, l'une précédant la floraison, l'autre allant de la formation des gousses à la maturité; cette dernière exigerait à elle seule au moins 150 mm .

Pratiquement, l'alimentation en eau doit être régulière (80 à 100 mm par mois) ce qui implique des irrigations de faible volume (25 - 30 mm) à intervalles réguliers (sauf durant la floraison, pour éviter la coulure).

c) Lumière.

Le soja est une plante de *jour court* : l'apparition de la première fleur est conditionnée, pour chaque variété, par une photopériode critique au-dessus de laquelle la floraison ne se produit pas.

GARNER et ALLARD, aux États-Unis, RUDORF et ROSENBAUM en Allemagne, ont montré qu'une photopériode courte, appliquée pendant les quinze premiers jours qui suivent la levée, a une action déterminante sur le comportement de la plante, le cycle de développement se trouve raccourci, la taille de la plante, et, corrélativement, le rendement diminués.

Par voie de conséquence, la précocité relative des variétés peut varier considérablement d'une région à une autre.

Certaines variétés sont toutefois indifférentes à la longueur du jour.

E. ACCIDENTS VÉGÉTATIFS.

La chlorose, la verse, la coulure des fleurs (par excès d'eau à la floraison), l'égrenage sont les principaux accidents végétatifs. Certaines variétés y sont sensibles.

III. LES VARIÉTÉS.

A. ORIGINE.

Bien que le soja soit une espèce **autogame**, et qu'il soit par conséquent possible d'obtenir des lignées pures, les variétés actuellement cultivées dans le monde, en majorité d'origine américaine sont des populations, ou des lignées imparfaitement pures. Un certain nombre d'entre elles sont issues de sélection dans des populations asiatiques (Mandchourie).

B. CARACTÉRISTIQUES MORPHOLOGIQUES.

Ces variétés se distinguent les unes des autres par divers caractères :

- couleur du grain (noir, brun, vert, bicolore, jaune);
- grosseur : (très petit grain, 90 mg; très gros, 250 mg);
- coloration des fleurs (mauve, violette, blanche);
- forme des feuilles;
- coloration des gousses;
- hauteur en végétation, hauteur de l'insertion des gousses etc...

Deux variétés de soja. A gauche, variété très précoce (gousses mûres);
à droite, variété tardive (plantes encore en végétation à Rennes).

Photo I.N.R.A



C. CARACTÉRISTIQUES CULTURALES.

Les éléments de choix des variétés sont principalement la *précocité* et *rendement* : en grains, en huile et en protéines.

1. PRÉCOCITÉ.

L'échelle de précocité américaine classe l'ensemble des variétés de soja en 5 groupes :

Groupe 00 :	cycle végétatif de 90-95 jours :	'Portage', 'Flambeau'.
Groupe 0 :	— 95-105 jours :	'Mérit', 'Cornet'.
Groupe I :	— 105-110 jours :	'Hudson', 'Chippewa 64'.
Groupe II :	— 125-140 jours :	'Harosoy 63', 'Hawkeye 63'.
Groupe III :	— 150 jours :	'Wayne'.

Le groupe III représente la limite de tardiveté possible dans les conditions du climat français.

Le nombre de jours caractéristique de chaque groupe et de chaque variété fluctue nécessairement en fonction de la température moyenne de l'année et du lieu : des amplitudes de 10 à 40 jours ont été constatées sur variétés précoces, en zone limite de culture.

2. RENDEMENT.

a) Rendement en graines.

Celui-ci dépend du nombre de gousses par pied, de la fertilité de la gousse et du poids de 1 000 graines. Cette dernière caractéristique est très variable avec les variétés (120 à 200 g les 1 000 graines).

Nécessairement fonction de la précocité, les rendements s'établissent aux environs de 15 q/ha pour le groupe 00, 20-25 q pour les groupes 0, I et II, 25-30 q pour le groupe III (en culture sèche).

b) Teneur en huile et rendement.

C'est un caractère peu fluctuant et peu variable d'une variété à l'autre : les teneurs observées se situent entre 19 et 23 % de la matière sèche. Les rendements en huile/hectare (3,5 à 5,5 qx/ha) des variétés varient donc sensiblement dans le même sens que les rendements en graines.

c) Teneur en protéines et rendement.

Contrairement à la teneur en huile, la teneur en protéines fluctue considérablement pour une même variété d'un lieu à un autre. Les teneurs les plus basses sont enregistrées dans les zones où le déficit hydrique est le plus fort.

Entre variétés, la teneur en protéines varie de 37 à 45 % de la matière sèche des graines deshuilées, les rendements varient de 5 à 10 q/ha environ (sur graines à 0 % d'eau).

IV. CULTURE.

A. PLACE DANS L'ASSOLEMENT.

Le soja, en tant que légumineuse sarclée, peut constituer une excellente tête de rotation. Outre son intérêt en culture principale, où il peut occuper la place d'un maïs ou d'un sorgho, il peut être cultivé en culture dérobée, lorsqu'il y a possibilité d'irrigation.

B. SEMIS.

a) Date.

Compte tenu de ses exigences thermiques, le soja ne peut être semé, en France, qu'à partir de la fin avril-début mai (période optimale voisine de celle du maïs).

b) Traitement des semences.

L'inoculation des semences à l'aide de souches sélectionnées de *Rhizobium japonicum* est indispensable dans les conditions françaises, à l'implantation des cultures : l'augmentation de rendement que l'on peut attendre de l'inoculation est de l'ordre de 20 à 70 % selon la teneur en azote du sol.

Des études récentes (OBATON et ROLLIER, 1970) montrent l'influence déterminante du nombre de bactéries par graine sur le rendement en grain et la teneur en protéines. Voici les résultats d'un essai réalisé par ces auteurs dans la Drôme :

NOMBRE DE RHIZOBIUM PAR GRAINE	PROPORTION DE PLANTES NODULÉES (%)	RENDEMENT EN GRAINS (q/ha)	TAUX DE PROTÉINES (%)	RENDEMENT EN PROTÉINES (kg/ha)
0	2,6	11,40	31,61	360,4
$1,8 \times 10^3$	23,8	14,75	32,15	474,2
$2,0 \times 10^4$	56,3	16,01	35,38	566,4
$1,5 \times 10^6$	60,0	23,80	34,75	827,1
$2,4 \times 10^6$	100,0	25,13	42,03	1 476,5

Le soja répond donc d'une manière particulièrement aiguë à l'inoculation et le plus grand soin doit être apporté, aux niveaux industriel et commercial, à la fabrication d'un *inoculum* de haute qualité et à sa bonne conservation jusqu'à l'emploi.

Un traitement des semences au *thirame*, fongicide non toxique pour les *Rhizobium*, provoque en général une augmentation des rendements par rapport à l'inoculation seule.

c) Densité.

L'écartement optimal se situe à 45-60 cm pour un peuplement de l'ordre de 30-35 plantes au m^2 (soit 40 à 60 kg/ha de semences).

C. FUMURE.

Une fumure **phosphopotassique** de l'ordre de 120 à 200 **kg/ha** de chaque élément doit être apportée au labour.

Quant à l'azote, un apport de 30 à 40 **kg/ha** au semis a toujours une action bénéfique sur les rendements (30 % d'augmentation possible). Cet apport entraîne en effet, une plus grande ramification des racines et une fixation symbiotique de l'azote accrue.

D. ENTRETIEN.

Aucun désherbant chimique ne donne actuellement (1970) pleine satisfaction; l'utilisation de certains d'entre eux (**Linuron**) doit être confirmée.

En l'absence d'herbicides valables, l'entretien de la culture doit être assuré par des binages mécaniques et manuels, avec des écartements de 40-50 cm; ceux-ci ne sont pas aisés à réaliser.

E. RÉCOLTE.

La récolte a lieu à la moissonneuse-batteuse. Elle exige quelques réglages particuliers :

— la hauteur de la barre de coupe doit être fonction du niveau d'insertion des gousses les plus basses : la coupe doit donc s'effectuer à moins de 10 cm;

— la vitesse d'avancement de la machine doit être un peu plus lente que pour les céréales; celle du batteur doit être de l'ordre de 500 tr/mn; celle du ventilateur de l'ordre de 800 à 900 tr/mn.

BIBLIOGRAPHIE DU CHAPITRE VI

- BLANCHARD (M.). 1956. — Recherches sur la biologie et la culture du soja en Algérie. *Ann. Inst. Agric. Algérie*, IX, 7, 1, 115 p.
- BROWN (D. M.). 1960. — Soybean ecology. I. Development temperature relationships from controlled environment studies. II. Development temperature moisture relationships from field studies *Agr. Jour.*, 52, 9, 493-499.
- BROWN (D. M.). 1961. — Soybean Ecology. III. Soybean development units for zones and varieties in the great lakes region. *Agr. Jour.* 53; 5, 306-308.
- CARTER (J. L.) and HARTWIG (E. E.). 1962. — The management of soybeans. *Adv. in Agr.*, 14, 360-408.
- GEORGE (H. Abel Jr.). 1961. — Response of soybeans to date of planting in the imperial valley of California. *Agr. Jour.*, 53, 2, 95-98.
- GUILHAUMAUD (Y.). 1970. — Réflexions sur les possibilités et les conditions d'introduction de la culture du soja en France. *Oléagineux*, 25, 8/9, 469-472.
- JOHNSON (H. W.) and BERNARD (R. L.). 1962. — Soybean genetics and breeding. *Adv. in Agr.*, 14, 149-218.
- NORMAN (A. G.). 1963. — *The soybean. Genetics, breeding, physiology, nutrition, management.* Acad. Press. inc. New York, 236 p. (2^e édition 1967).
- OBATON (M.) et ROLLIER (M.). 1970. — L'inoculation du soja : influence de la qualité de l'inoculum sur le rendement en grain et la richesse en protéines de la récolte. *C. R. Acad. Agr. Fr.*, 56, 15, 1174-1195.
- ROLLIER (M.) FERRIE et PIERRE. 1969. — Le soja : Expérimentation 1966-68. *Bull. C.E.T.I.O.M.*, 17, 23-35; 19, 27-40; 19, 13-37.
- SCHAD (C.). 1943. — Possibilités de culture du soja en France et données pratiques sur cette culture. *C. R. Acad. Agr. Fr.*, 103-108.
- SCHAD (C.), MAYER (R.), et HUGUES (P.), 1947. — *Le soja : Caractères et classification des variétés*, I.N.R.A. Clermont-Ferrand. Impr. Nationale, 127 p.
- XUAN (D. N.) et DIEHL (R.). 1963. — Contribution à l'étude biologique du soja : Les phases du développement. *C. R. Acad. Agr. Fr.*, 49, 11, 946-954.
- X. 1968. — Le marché des tourteaux de soja jusqu'en 1975. *Union Agriculture*, 284, 44-53.

DEUXIÈME PARTIE

OLÉAGINEUX

CHAPITRE VII

LE COLZA ET LES OLÉAGINEUX EN FRANCE

I. Le problème français des oléagineux

A. LES OLÉAGINEUX AVANT 1939.

Pendant trois quarts de siècle, de 1860 à 1939, la culture des oléagineux représentée principalement par le *colza*, la *navette*, l'*aillette* et très secondairement par le *tournesol*, le *carthame* et le *soja*, a été en régression constante.

1862: 300 000 ha (dont 200 000 en colza) et 300 000 tonnes de graines;

1939: 14 000 ha (dont 11 000 en colza) et 15 000 tonnes de graines.

En 1939, la France importait donc la quasi totalité de ses huiles végétales (arachide, olive, palme).

Les causes de cette régression étaient de deux ordres :

a) Concurrence très forte des huiles d'arachide en provenance d'Afrique occidentale et de l'Inde et d'olive en provenance d'Afrique du Nord (Tunisie);

b) Cultures, pour la plupart *très exigeantes en main-d'œuvre* : cultures binées, éclaircies ou **démarriées**, récoltes manuelles, etc.

B. LES OLÉAGINEUX DEPUIS 1939.

Depuis 1939, la culture des oléagineux a connu en France, une nouvelle extension :

- 1953-57: 106 000 ha (dont 68 000 ha en colza), 128 000 tonnes de graines;
- 1957-61: 130 000 ha (dont 88 000 ha en colza), 174 000 tonnes de graines;
- 1961-65 : 152 000 ha (dont 102 000 ha en colza), 256 000 tonnes de graines.
- 1966 : 209 000 ha (dont 173 000 ha en colza), 358 000 tonnes de graines;
- 1968 : 278 000 ha (dont 248 000 ha en colza), 495 000 tonnes de graines;
- 1970 : 360 000 ha (dont 270 000 ha en colza), 625 000 tonnes de graines.

a) Facteur historique.

La grande pénurie de matière grasse en France durant la dernière guerre a remis en honneur les cultures oléagineuses, celle du colza en particulier.

b) Facteurs économiques.

Dans ses plans successifs d'expansion économique, la France a, depuis 1945, cherché à développer la culture métropolitaine des oléagineux :

— d'une part en l'harmonisant avec les nécessités de son commerce avec ses anciennes colonies ou protectorats;

— d'autre part, en tenant compte des besoins de la future communauté économique européenne.

1. COMMERCE AVEC LES ANCIENNES COLONIES OU PROTECTORATS.

Deux décrets du 13 novembre 1954 ont défini le cadre dans lequel seraient garantis les oléagineux métropolitains.

— Le premier *définit la part devant revenir à la production métropolitaine* dans la satisfaction de ses besoins en huiles fluides alimentaires : sur 420 000 tonnes nécessaires, la métropole produirait 100 000 tonnes;

— Le second offre à ces cultures des *garanties de prix* (prix plancher, prix plafond) quel que soit le *prix de l'arachide*.

2. BESOINS DE LA FUTURE C.E.E.

L'étude de l'économie des oléagineux dans les pays du futur Marché commun montrait que la C.E.E. ne couvrirait en 1956 que 50 à 60 % de ses besoins en huiles fluides *alimentaires* soit un déficit annuel de *1 600 000 tonnes de graines oléagineuses*.

De même en ce qui concerne les huiles *industrielles* (lin) la C.E.E. ne couvrirait que le 1/6 de ses besoins, la France étant seul pays producteur de lin oléagineux.

c) Facteurs techniques.

1. La mise au point et la vulgarisation de techniques de cultures nouvelles ou plus rationnelles ont rénové totalement ces cultures (semis, fumure, désherbage).

2. La création et l'expérimentation régionale de variétés (colza, lin à graines), ont amélioré considérablement la production de ces cultures et provoqué la renaissance de certaines d'entre elles (tournesol).

3. La recherche de nouvelles têtes d'assolement en remplacement de la betterave ou de la pomme de terre a conduit certains agriculteurs à une sole d'oléagineux.

4. Enfin la création d'un Centre d'Étude Technique Interprofessionnel des Oléagineux métropolitains (C.E.T.I.O.M.) a largement contribué à coordonner les efforts.

C. LA SITUATION ACTUELLE (1970).

1. DANS LA C.E.E.

La situation de la C.E.E. demeure caractérisée par :

- un *déficit structural* en graines et huiles végétales;
- une production concentrée sur *deux produits* : l'olive et le colza.

a) **L'organisation communautaire des marchés** des matières grasses végétales est entrée en vigueur en novembre 1966. Elle s'inspire des objectifs suivants :

- protéger les productions des États membres, lorsqu'elles sont économiquement importantes;
- combler le déficit global de la C.E.E. en matières grasses végétales en facilitant à l'utilisateur l'accès au marché mondial des graines oléagineuses.

b) **La consommation communautaire** de graisses et huiles végétales est environ de 2,9 millions de tonnes, soit 13,6 kg par habitant. Le taux d'accroissement de cette consommation est de l'ordre de 4 % par an.

c) La **production** communautaire en graines oléagineuses, de l'ordre de 600 000 tonnes, ne couvre que 20 % des besoins. Elle concerne essentiellement le colza, le tournesol, la navette et les olives.

2. EN FRANCE.

Compte tenu du contexte communautaire, le développement de nos cultures oléagineuses demeure un *objectif prioritaire*. Objectif qui, d'ailleurs, est en cours de réalisation puisque l'on assiste, depuis 1966, à un accroissement continu des surfaces en *colza* et en *ournesol*.

Toutefois, les espoirs soulevés par certaines de ces cultures sont encore loin d'avoir été transcrits dans les réalités. Les superficies en tournesol et même en colza sont encore inférieures aux possibilités. Et, hormis ces deux espèces, les autres oléagineux régressent (navette, lin à graines).

La raison en est que les rendements sont ou insuffisants ou assez irréguliers.

II. Colza

Brassica Napus var. *oleifera* DC. (2 n = 38).

L HISTORIQUE DE LA CULTURE.

Cultivé depuis l'antiquité en Chine, en Russie et en Scandinavie, le colza ne l'est en Europe occidentale que depuis le XVIII^e siècle. Il a pris une grande extension dans les Flandres, puis de là, en Allemagne, dans l'est et le nord-ouest de la France.

II. ÉCONOMIE DE LA PRODUCTION.

A. LE COLZA DANS LE MONDE.

En 1968, la superficie mondiale consacrée au colza était de 8 600 000 ha. La production se situait à environ 5 700 000 tonnes de graines et 1 600 000 tonnes d'huile.

Le rendement moyen mondial était donc de 6,7 q/ha de graines et de 200 kg/ha d'huile.

La culture est en progression par rapport à 1939 (6 700 000 ha en 1934-35) mais demeure très faiblement productrice.

Les principaux pays producteurs de colza (et navette) sont asiatiques.

La Chine et l'Inde ont produit en 1968 près de la moitié de la récolte mondiale de colza et navette (2 700 000 tonnes).

L'Europe produit environ le tiers de la production totale de colza; la France seulement 8 % (la Pologne est le premier producteur européen). Seuls les pays européens, toutefois, accusent des rendements supérieurs à 15 q/ha.

B. LE COLZA EN FRANCE.

1. *L'évolution* de la culture du colza en France (tableau VII-1), reflète assez bien celle de l'ensemble des oléagineux puisqu'elle en constitue l'élément principal.

Après une régression constante jusqu'en 1939, un net renouveau de cette production a été observé à partir de 1940. Néanmoins, jusqu'en 1964-65, les fluctuations annuelles des surfaces ont été grandes : le caractère délicat de la culture (désherbage, défense sanitaire) en est la raison principale.

Depuis 1965, par contre, on assiste à un accroissement régulier et assez rapide des surfaces, en colza d'hiver principalement. Les raisons de ce regain d'intérêt sont à la fois d'ordre technique et économique :

- recherche d'une culture-tête d'assolement en zone céréalière.
- efficacité accrue des traitements herbicides et insecticides;
- variétés nouvelles plus productives;
- prix intéressant fixé pour le colza dans le cadre de la C.E.E.

TABLEAU VII-1. — Évolution de la culture du Colza en France

ANNÉE	SURFACES (ha)	RENDE- MENT	PRODUCTIONS m(illiers de q.)	ANNÉES	SURFACES (ha)	RENDE- MENT (q/ha)	PRODUCTIONS (milliers) ^s
1862 ..	201 515	11,2	2 240,0	1965 ..	169 900	19,6	3 336,7
1939 ..	5 543	11,2	62,1	1966 ..	171 705	18,0	3 088,1
1947 ..	41 200	7,8	321,1	1967 ..	207 889	20,0	4 233,7
1952 ..	129 800	16,5	2 141,2	1968 ..	246 605	18,0	4 493,4
1957 ..	100 265	15,2	1 530,0	1969 ..	287 900	17,5	5 036,4
1962 ..	83 456	18,0	1 541,4	1970 ..	322 300	17,5	5 639,8

2. Les principales régions productrices en France sont :

- le Centre (Indre, Cher et Eure-et-Loir);
- le Sud-Ouest (Haute-Garonne, Tarn-et-Garonne);
- la Champagne (Marne, Aube);
- la Bourgogne (Côte-d'Or, Yonne);
- la Picardie (Aisne).

III. LA PLANTE.

A. CARACTÈRES BOTANQUES.

1. Place dans la classification botanique.

Le nom botanique des colzas cultivés en Europe et qui appartiennent à la famille des Crucifères (ou **Brassicacées**) est *Brassica Napus* var. *oleifera* (2 n = 38).

Or le genre *Brassica* est très important en ce qui concerne les espèces et variétés cultivées. Pour bien situer la place du colza dans ce genre il est indispensable de procéder à un bref rappel des principales espèces et variétés du genre *Brassica*.

— *Brassica campestris* (*B. rapa*) (2 n = 20) caractérise le génome A à n = 10. La variété *oleifera* est la navette et la var. *rapa* (*rapifera*), le navet.

— *Brassica oleracea* (2 n = 18) porte le génome C à n = 9. C'est le chou avec ses diverses variétés : chou fourrager (var. *acephala*), chou-fleur (var. *botrytis*), de Milan (var. *bullata*), cabus (var. *capitata*), chou-rave (var. *caulorapa*), de Bruxelles (var. *gemmifera*) etc.;

— *Brassica nigra* (2 n = 16) est la moutarde noire, qui porte le génome B à n = 8.

L'espèce *Brassica Napus* groupe avec la forme oléifère (colza), une forme à racine comestible, le rutabaga (*B. Napus* var. *rapifera* ou *napobrassica*).

Or, comme nous le verrons plus en détail ci-dessous, les 3 espèces de *Brassica* à 2 n = 16, 18 ou 20 donnent par hybridation naturelle trois autres espèces à 2 n = 34, 36 ou 38 qui sont *B. carinata*, *B. juncea* et *B. Napus*.

2. Origine génétique du colza.

Le colza est une espèce **amphidiploïde**, issue de l'hybridation de *Brassica oleracea* avec *Brassica campestris* selon le schéma suivant :

<i>Brassica oleracea</i> (2 $n_1 = 18$) (génom C, $n_1 = 9$)	<i>Brassica campestris</i> (2 $n_2 = 20$) (génom A, $n_2 = 10$)
$\frac{F_1 \quad n_1 + n_2 = 19}{2 \quad (\text{gamètes non réduits})}$	
$\frac{\textit{Brassica Napus}}{2 \quad (n_1 + n_2) = 38}$	

Frandsen (Suède 1943) a pu expérimentalement obtenir, par l'hybridation chou X navette **polyploïdie** un *colza synthétique* assez voisin du colza cultivé.

3. Caractères généraux de la plante.

Le colza est une plante à *racine pivotante*, à *tige rameuse* et feuilles glabres. Les feuilles inférieures sont pétiolées et découpées, les supérieures sont lancéolées et entières.

Les fleurs sont disposées en *grappes*. Ce sont les boutons de la *base* de l'inflorescence qui s'épanouissent les premiers.

Les fleurs sont d'un jaune pouvant aller du très clair (blanc crème) au très foncé selon les variétés.

Les fruits sont des siliques contenant de petites graines **exalbuminées** à cotylédons jaune foncé riches en huile (plus de 40 %).

B. DÉVELOPPEMENT.

1. Cycle de développement.

a) PHASE VÉGÉTATIVE.

Semé à l'automne, le colza d'hiver étale d'abord au-dessus du sol ses deux cotylédons (germination **épigée**), puis développe une vingtaine de feuilles formant, avant l'hiver, *une rosette* (fig. VII. 1).

Au stade rosette, les entre-noeuds des différentes feuilles *s'allongent légèrement*, plus ou moins, selon :

les variétés. Chez les variétés méridionales ou de l'ouest l'allongement est plus important que chez les variétés de l'est;

le peuplement, les **entre-nœuds** sont plus longs en semis dense.

Au début de l'hiver la plante possède donc *une tige de 2 à 3 cm* ou de *10 20 cm* selon les conditions écologiques ou **variétales**. Parallèlement à la formation de cette rosette de feuilles, le système racinaire se développe en *pivot* et la plante *y accumule les réserves* qui seront utilisées au moment de la montée, de la ramification des tiges et de la maturation.

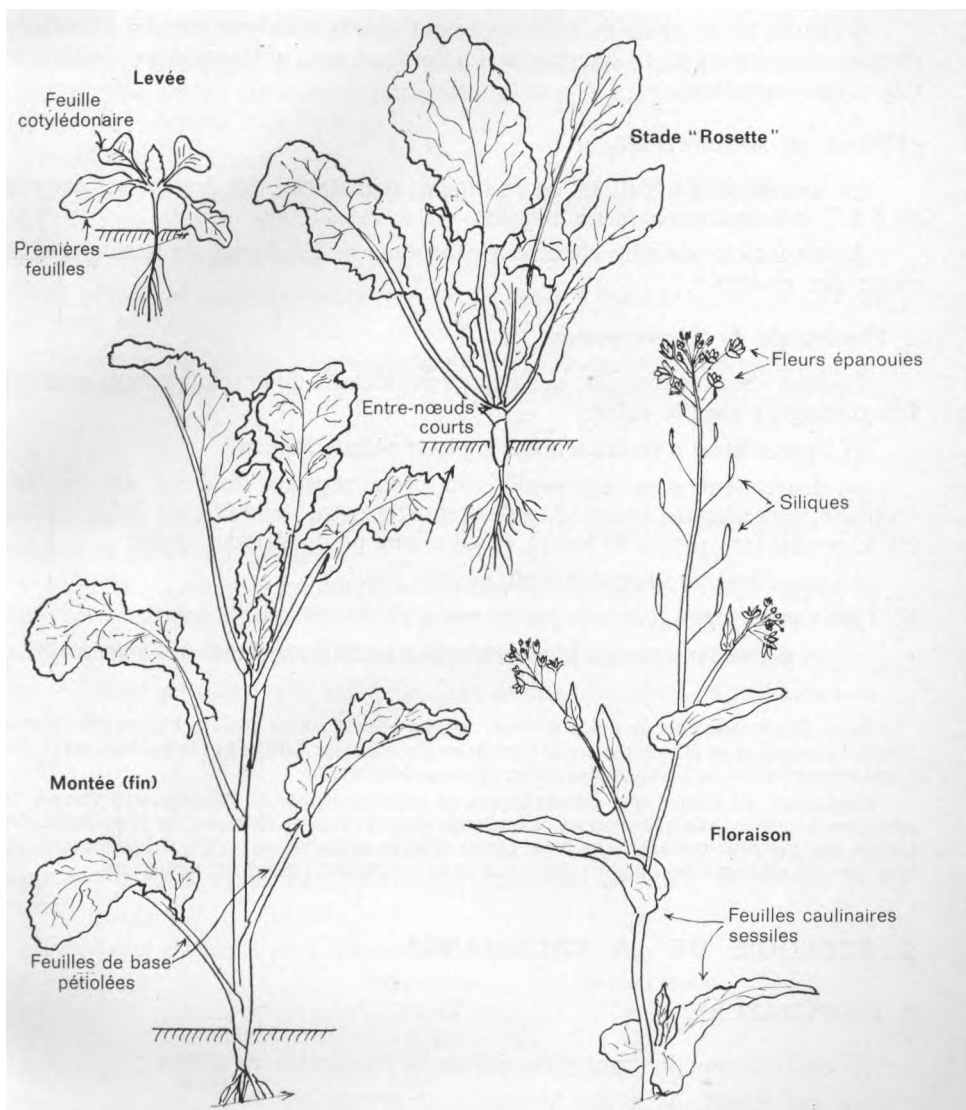


FIG. VIII-1. — Quelques stades de développement du colza d'hiver.

b) PHASE REPRODUCTRICE.

A la fin de l'hiver débute la *montée* : l'inflorescence s'ébauche au sommet de la tige et *parallèlement* débute l'élongation des *entre-nœuds* supérieurs.

La floraison débute bien avant que la tige ait atteint sa *taille définitive*; par ailleurs la ramification de la tige se produit alors que la *montée* et la *floraison* se poursuivent.

Il résulte de ce mode de développement que la floraison est très *échelonnée* chez le colza et dure de 4 à 6 semaines. La floraison est à autogamie prépondérante (70 % en moyenne).

c) PHASE DE MATURATION.

La formation du fruit est assez rapide, la maturité des graines est acquise en 6 à 7 semaines après la fécondation.

A maturité le moindre choc peut provoquer la déhiscence de la silique et la chute des graines.

2. Physiologie du développement.

Comme chez les céréales, deux types principaux de développement peuvent être distingués chez le colza.

- a) **Type « hiver » (colza d'hiver)** à phase rosette longue :
 - demandant pour accomplir son cycle végétatif d'abord une *période hivernale vernalisante* (selon RUDORF et STELZNER, température inférieure à 10° C pendant au moins 40 jours), ensuite, une photopériode *longue*;
 - possédant une *certaine résistance au froid*.
- b) **Type « printemps »** (colza de printemps) à phase rosette très courte :
 - ne nécessitant aucune phase **vernalisante** mais requérant des *jours longs*;
 - sensibles au froid.

Selon MARGARA, chez le colza d'hiver, comme chez d'autres espèces bisannuelles (betteraves), *l'élongation de la tige*, mais non *l'initiation des ébauches florales* qui la précède, serait liée à une augmentation de l'activité des **gibberellines** endogènes.

Cependant, les traitements **gibberelliques** ne provoquent pas la floraison en l'absence de vernalisation; ils avancent seulement de quelques jours la date de floraison, en jours longs, des plantes qui auraient normalement fleuri (colza d'hiver **vernalisé** ou colza de printemps). Ils retardent l'avortement des boutons floraux en jours courts sans l'empêcher totalement.

C. ÉCOLOGIE DE LA CROISSANCE.

1. TEMPÉRATURE.

C'est le facteur limitant principal de la production en raison :

- des risques de gelées hivernales et printanières;
- de l'étalement de la floraison auquel les sommes de températures correspondantes conduisent certaines années.

a) **Le zéro de croissance** du colza est voisin de 0° C.

b) Le colza de printemps accuse des dégâts foliaires dès — 8° C, à 2 m du sol, sous abri.

Le colza d'hiver peut supporter par contre des **températures** de — 12° C sans dégâts, dans la mesure toutefois où la chute de température n'est pas trop rapide et permet un durcissement. L'importance des dégâts au-dessous de — 12° C est fonction :

— du degré d'endurcissement;

— de l'allongement des **entre-nœuds caulinaires** avant l'hiver. Dégâts d'autant plus graves que l'allongement sera plus grand (variété ou date de semis trop précoce; densité trop forte).

Exemple. Variété 'Lembke' :

100 plantes/m, tiges de 15 cm = 95 % de plantes sont tuées;
20 plantes/m, tiges de 2 cm = 10 % de plantes sont tuées.

— de la résistance de la variété.

c) la somme des températures requise du début à la fin floraison est de l'ordre de 360 à 380° C.

Des températures trop élevées à la fin floraison peuvent conduire à la chute des boutons floraux.

2. EAU.

Plante de climat tempéré humide le colza est particulièrement exigeant en eau pendant la période végétative.

Par contre, une trop grande pluviosité au moment de la fécondation et de la maturité est défavorable :

— risque de *ramification abondante* donc floraison trop prolongée;

— risque de non visite des fleurs par les insectes.

3. SOL.

Plante à *racine pivotante*, le colza demande un sol profond, bien travaillé, ayant accumulé des réserves en eau suffisantes. Le colza est par ailleurs très exigeant en éléments fertilisants, tout particulièrement en *azote*, en *potasse* et en *soufre*.

Selon RADET une récolte de 30 q exporterait environ :

	<i>Plante entière</i>	<i>Graines seules</i>
Azote	210 kg	88 kg
Phosphore	81	42
Potasse	237	16
Soufre	237	77

En général, les limons des plateaux du nord, du Pas-de-Calais, du pays de Caux, du Vexin, les terres **argilo-calcaires** fournissent les rendements les plus élevés.

Il faut éviter les terres acides.

4. ACCIDENTS VÉGÉTATIFS.

a) Verse.

Elle est assez fréquente mais généralement peu grave : des plantes inclinées sont plus faciles à récolter.

b) Gelées hivernales.

Leur incidence sur le rendement est toujours très grave, lorsque, parallèlement, les emblavures et les blés d'hiver sont eux-mêmes touchés (1956, 1963, par ex.). Les dégâts varient avec la *date*, la *densité des semis* et la *variété* (voir plus haut).

c) Gelées printanières.

Il n'est pas rare de constater, sur les colzas précoces, des dégâts de gelées tardives sur les boutons ou sur les tiges. A partir du moment où les boutons floraux sont découverts et où la tige s'est allongée, la sensibilité au froid de ces organes s'accroît; les styles sont les plus sensibles.

d) Égrenage.

Étant donné l'échelonnement de la maturité, l'égrenage est fréquent sur les siliques, les premières mûres (à la base de la hampe florale).

5. PARASITES VÉGÉTAUX.

a) **Phoma lingam** ou **maladie du pied noir des crucifères.**

Le *Phoma lingam* fait, depuis quelques années, des dégâts considérables dans les cultures de colza d'hiver. Apparu d'abord dans les régions du centre de la France (Indre, Cher) — plusieurs centaines d'hectares gravement atteints en 1966 et 1967 — il sévit maintenant dans la plupart des régions productrices.

Le *Phoma lingam* peut provoquer :

— **la fonte des semis**, en s'attaquant à la jeune plantule en germination, ou un dessèchement un peu plus tardif des plantules;

— **des lésions du collet et** de la base des tiges. Ces lésions nécrotiques peuvent entourer très rapidement la tige au cours des premiers stades végétatifs de la plante. A un stade plus tardif d'attaque, ou si le froid ralentit la progression du parasite, les tissus de la plante évoluent en chancre entourant plus ou moins le collet. La tige est fragile et se casse au moment de la formation des siliques (verse parasitaire). Même en l'absence de verse importante, l'alimentation insuffisante des siliques entraîne une chute des rendements et une diminution de la qualité des graines.

La contamination s'effectue en septembre-octobre, à partir des chaumes de colza issus de la récolte précédente. Ceux-ci sont porteurs de **périthèces** (forme sexuée du parasite), contenant des ascospores qui sont libérés par la pluie et disséminés par le vent. Dès le stade plantule du colza, les ascospores tombent sur les cotylédons, germent en donnant naissance à plusieurs filaments mycéliens qui pénètrent dans les tissus et les envahissent. Ceux-ci peuvent progresser jusque dans la région du collet à partir d'un ou plusieurs points de contamination.

LES MÉTHODES DE LUTTE.

Elles sont de deux ordres, il faut :

• **Rompre le cycle biologique du champignon.** Pour cela :

— il faut enfouir les chaumes de colza dès leur récolte; le brulage et le broyage des pailles ne servent à rien si les résidus restent sur le champ car le champignon peut vivre en saprophyte sur ces résidus;

— corrélativement, il faut augmenter la durée de la rotation à trois-quatre ans au moins;

— enfin, dans les régions où la culture du colza est intensive, il faut organiser une prophylaxie collective.

● *Utiliser des variétés résistantes.*

Actuellement (1971), une variété, 'Ramsès', est très résistante au *Phoma*; une est résistante, 'Major'; deux sont assez résistantes, 'Sarepta' et 'Nain de Hambourg'.

Cette résistance serait d'ordre à la fois physiologique, intervenant dès le stade **cotylédonaire** (cas de la variété 'Ramsès'), et d'ordre anatomique, la jeune plante édifiant des « barrières » à la progression du mycélium.

b) Alternaria ou maladie des taches noires des Crucifères. Due à *Alternaria brassicae*, cette maladie se caractérise par le développement, au printemps, sur les feuilles les plus âgées, puis sur les hampes florales et les siliques, de taches circulaires comportant une alternance de zones claires et foncées. Les hampes se déforment, les siliques se dessèchent et brunissent. Le développement de la maladie dépend de *conditions climatiques précoces* :

— période de plusieurs jours secs et à longue durée d'ensoleillement, favorable à la sporulation sur feuilles;

— puis vent violent;

— enfin pluie avec températures comprises entre 15 et 22° C pendant 36 heures.

Des traitements préventifs (produits cupriques, captane, zinèbe), peuvent être réalisés au stade « silique » mais sont très difficiles d'emploi.

6. PARASITES ANIMAUX.

Ils sont nombreux et tous extrêmement graves.

a) **Attises.** Elles sont de deux sortes : la **petite attise** (*Phyllotreta*), la grosse **altise** (*Psylliodes chrysocephala*) ou **attise d'hiver**, plus grave que la première.

L'adulte, né en mai juin, ronge à l'automne les jeunes feuilles, et peut anéantir les jeunes semis. Il pond ensuite fin octobre. Les larves (novembre à mars) rongent le pétiole des feuilles, puis l'intérieur des tiges, favorisant le développement de champignons de fonte (*Phoma lingam*).

MOYENS DE LUTTE.

Ces moyens consistent à :

— enrober les graines de **lindane** à 50 %;

— traiter les jeunes semis contre les adultes par poudrage ou pulvérisations de **DDT**, **HCH**, **lindane** ou **parathion** (200-300 g de matière active à l'hectare).

b) **Méligèthes.**

Les **méligèthes** sont de petits coléoptères vert bronzé, de 2,5 mm de long, hivernant en bordure des haies et des bois, et envahissant au printemps les cultures de colza dès que la température est supérieure à 12° C. L'espèce la plus importante est *Meligethes aeneus*.

Ils rongent les boutons floraux du colza, de la navette et de la moutarde et pondent dans ceux qui restent. Les larves naissent au bout de 12 jours et se transforment en adultes dans le sol, au bout de 22 à 30 jours.

Les dégâts, essentiellement dus aux adultes, sont d'autant plus importants qu'ils s'attaquent à des boutons plus jeunes.

Moyens de lutte. Faire des poudrages ou pulvérisations, au moment où le colza est en *bouton* d'un produit à base de :

— **parathion**, lindane à 0,6-1 % à raison de 220-300 g de matière active à l'hectare;

— **DDT** à 5 % ou **HCH** à 8 % ou **toxaphène** à 8 %.

c) **Charançons.** Ils sont de plusieurs sortes.

— **Charançon parasite du bourgeon terminal** (*Ceuthorrhynchus pictarisis*). Ses larves vivent pendant l'hiver dans le bourgeon terminal (cœur du colza) conduisant la plante à émettre des bourgeons latéraux.

Moyens de lutte : comme pour la grosse altise.

— **Charançon de la tige** (*Ceuthorrhynchus napi*). Les adultes pondent, à partir de la mi-mars, aux aisselles des premières feuilles. Les larves qui ont l'aspect d'asticots à tête jaune de 6 à 8 mm de long, rongent la moelle puis descendent dans le sol pour se transformer en adulte. Elles peuvent gêner considérablement le développement des tiges, causant des déformations allant jusqu'à l'éclatement.

Moyens de lutte. Il faut traiter dès la première période chaude à partir du 15 mars, au début donc de la montaison. On effectuera des pulvérisations. Pulvérisations de lindane ou **parathion** à raison de 400 g de matière active par hectare ou **toxaphène** à 2 500 g de matière active à l'hectare).

— **Charançon des siliques** (*Ceuthorrhynchus assimilis*). Les adultes apparaissent fin avril à début mai, lorsque la température maximale est supérieure à 15° C.

La ponte commence quelques jours après dans les jeunes siliques de 8 à 10 mm de longueur. Les larves, petits asticots à tête beige pâle, de 5 à 6 mm de long, rongent 2 à 3 graines mais peuvent être plusieurs par silique. Elles sortent de la silique au bout de 4 à 6 semaines pour se transformer en adultes. Les pertes occasionnées par ces larves peuvent atteindre de 10 à 60 % de la récolte.

Moyens de lutte. Ce charançon est très résistant aux insecticides. D'autre part, l'époque de traitement se situe en général au moment de la floraison. Pour éviter de porter préjudice aux apiculteurs, il est obligatoire d'utiliser des produits non toxiques pour les abeilles dès l'apparition des fleurs (100 fleurs/m).

Le traitement sera fait dans les 8 jours qui suivent l'arrivée des insectes (date indiquée par les Stations d'avertissements agricoles) avec :

toxaphène ou **PPC** en poudre à raison de 5 000 g de **MA/ha**.

toxaphène ou **PPC** en pulvérisation à raison de 3 750 à 4 000 g de **MA/ha**.

Ces produits n'agissent qu'à partir de 13-14° C, mais résistent bien à la pluie et sont **efficaces** pendant 8 à 12 jours. Les invasions de charançons pouvant se

prolonger trois ou quatre semaines, il peut être nécessaire de pratiquer un deuxième traitement.

d) Cécidomye. La *cécidomye* des siliques du colza apparaît vers la fin d'avril et pond ses œufs dans les très jeunes siliques, notamment dans celles déjà parasitées par les charançons.

Les larves, blanchâtres, sont au nombre de 20 à 80 par silique. Il y a 3 à 5 générations par an : la première et la deuxième font des dégâts sur le colza d'hiver, la deuxième à la quatrième sur colza de printemps.

Moyens de lutte. Les traitements contre le charançon des siliques limitent notablement les dégâts. Toutefois, comme la *cécidomye* peut pondre avant le charançon, un traitement des bordures tous les 5 à 6 jours sur 5 à 10 m de largeur, avec les mêmes produits que ceux conseillés pour le charançon, sera pratiqué.

e) Tenthrède de la rave. Cet insecte (*Athalia colibri*) assez commun en France, cause rarement de gros dégâts. La larve (chenille gris-noirâtre) peut consommer en quelques jours un grand nombre de feuilles, de fleurs ou de jeunes siliques.

Moyens de lutte. Poudrages à base de *parathion* à 0,5 % ou *roténone* à 0,6-0,8 %.

f) Autres parasites animaux. Citons la *Chrysomèle des crucifères* (en région méridionale), le *cétoine hérissé* et la *limace grise*.

IV. LES VARIÉTÉS CULTIVÉES.

A. VARIÉTÉS DE COLZA OLÉAGINEUX.

1. VARIÉTÉS D'HIVER.

Jusqu'à ces dernières années, seules étaient cultivées des populations locales, d'origine étrangère, parmi lesquelles :

a) '**Nain de Hambourg**' ('*Hamburger*') variété d'origine allemande caractérisée par :

— une plante assez courte (1,10 à 1,25 m), à ramifications basses, et fleur jaune pâle;

— une assez grande *sensibilité au froid*, limitant sa culture aux régions méridionales ou aux zones maritimes;

— une montée tardive mais rapide au printemps la rendant *peu sensible aux gelées printanières*;

— assez résistante au *Phoma lingam*;

— un rendement en huile très moyen (teneur en huile moyenne).

b) ‘**Lembke**’, variété allemande caractérisée par :

- une plante assez haute (1,60-1,70 m) à fleur jaune d'or;
- une bonne résistance au froid.

De cette population (rayée du Catalogue français) sont issues, par sélection **massale**, les variétés ‘Alsace’ puis ‘Valois’, à caractéristiques très voisines de ‘Lembke’.

Plus récemment, ont été obtenues des variétés très nettement améliorées par rapport aux précédentes, tant sur le plan de *l'homogénéité* (lignées pures) que caractères **adaptifs** et rendement.

c) ‘**Sarepta**’ (INRA, 1960), lignée pure issue du croisement ‘Lembke’ ‘Hambourg’. Elle est :

- de taille moyenne à tige fine et fleur jaune pâle;
- de bonne résistance au froid;
- demi-précoce;
- assez résistante au *Phoma lingam*.

d) ‘**Tonus**’ (Ringot, 1962), lignée pure sélectionnée dans ‘Alsace’. Elle est :

- de taille assez haute à fleur jaune foncé;
- de bonne résistance au froid et à la verse;
- demi-tardive;
- très sensible au *Phoma lingam*.

e) ‘**Oléor**’ (INRA, 1964), lignée sélectionnée dans ‘Alsace’. Elle est :

- légèrement plus tardive que ‘Tonus’;
- d'une richesse en huile supérieure à celle de ‘Tonus’ et ‘Sarepta’;
- très sensible au *Phoma lingam*.

f) ‘**Titus**’ (Ringot, 1966). Cette variété est :

- de précocité comparable à celle de ‘Sarepta’, citée ci-dessus;
- de bonne résistance au froid;
- sensible au *Phoma lingam*.

g) ‘**Marcus**’ (Ringot, 1969). C'est une variété :

— aussi tardive que ‘Oléor’, avec un développement comparable à celui de ‘Tonus’;

- de très bonne résistance à la verse et de bonne résistance au froid;
- sensible au *Phoma lingam*.

h) ‘**Ramsès**’ (Ringot, 1970). Cette variété est :

— tardive, à floraison assez étalée, avec un développement végétatif supérieur à celui de ‘Sarepta’;

- de résistance à la verse très bonne et de bonne résistance au froid;
- très résistante au *Phoma lingam*.

- i) ' **Major** ' (INRA, 1971). C'est une variété :
- demi-précoce, de taille moyenne, légèrement supérieure à celle de ' **Sarepta** ';
 - de bonne résistance à la verse et au froid;
 - résistante au *Phoma lingam*.

Concernant les potentialités de rendement en grain et en huile de l'ensemble de ces variétés, l'expérience montre que les trois plus récentes variétés ' **Marcus** ' ' **Ramsès** ' et ' **Major** ' seraient les plus productives (24-25 q/ha de grains à 0 % d'eau, après 3 années d'essais, soit 12 q/ha d'huile); les moins productives seraient ' **Nain de Hambourg** ' et ' **Oléor** '.

2. VARIÉTÉS DE PRINTEMPS.

Ce sont toutes (sauf ' **Crésus** ') des sélections dans des populations étrangères (allemande ou suédoise) : ' **Régina II** ', ' **Janetzski** ', ' **Zoollerngold** ', ' **Crésus** '. Leurs rendements demeurent encore très inférieurs à ceux du colza d'hiver.

B. VARIÉTÉS DE COLZA FOURRAGER.

1. VARIÉTÉS D'HIVER.

a) ' **Parapluie** '. Cette variété-population de l'Ouest demeure la plus importante des variétés actuellement cultivées. Elle est caractérisée par :

- une taille très haute (1,70-1,80 m), tige forte à feuillage abondant;
- une fleur jaune d'or, siliques retombantes à maturité, peu sujettes à l'égrenage;
- une sensibilité au froid et à la verse;
- une assez faible **alternativité**;
- une floraison tardive très échelonnée;
- une faible productivité en graines, mais gros *rendement fourrager*.

b) ' **Rapso** ' Cette variété est :

- de taille plus courte que ' **Parapluie** ', fleur jaune d'or, un peu plus précoce;
- *assez résistante au froid*.

2. VARIÉTÉS DEMI-ALTERNATIVES.

Appartiennent à ce type des populations bretonnes, non inscrites au catalogue, dites de ' **Quimper** ' et de **Quimperlé** '. Elles sont :

- sensibles à très sensibles au froid;
- plus précoces que ' **Parapluie** ' (de 8-20 jours);
- de productivité voisine de **Parapluie**.

Une lignée pure très précoce et plus productive a été sélectionnée dans l'une de ces populations, c'est la variété ' **Arvor** ' (INRA, 1968).

3. VARIÉTÉS DE PRINTEMPS.

' **Liho** ' est la variété la plus connue. C'est la plus précoce.

' **Komet** ' (Ringot 1963) plus tardive est assez résistante à la verse.

' **Toro** ' (Ringot, 1964) a une productivité voisine de celle de ' **Liho** ' avec une **digestibilité** meilleure à stade identique, de précocité intermédiaire entre celles de ' **Liho** ' et ' **Komet** '.

C. OBJECTIFS D'AMÉLIORATION DES COLZAS OLÉAGINEUX.

Les causes d'irrégularité des rendements demeurent nombreuses. Il faudrait donc, par sélection, obtenir des colzas d'hiver ;

- *plus productifs en graines;*
- *plus résistants à la verse;*
- *plus résistants au froid,* grâce notamment à une montée tardive;
- *plus résistants au *Phoma lingam*, à l'*Alternaria* et aux insectes parasites;*
- *plus résistants à l'égrenage.* L'obtention de colzas indéhiscents représente cependant un objectif *difficilement réalisable;*
- *à plus grande teneur en huile.* La variété '*Oléor*' représente déjà un progrès dans ce sens;
- *à meilleure qualité de l'huile,* une plus faible teneur en acide *érucique* notamment.

Dans l'huile de colza, comme dans celle de nombreuses crucifères, une partie importante (55 %) des acides gras entrant dans les triglycérides est constituée par l'acide *érucique*, acide gras mono insaturé à 22 atomes de carbone.

Bien que leurs résultats expérimentaux soient parfois contradictoires et très discutés, certains chercheurs attribuent à l'huile de colza divers effets physiopathologiques dont l'acide *érucique* serait responsable. Il apparaît donc souhaitable de diminuer la teneur en acide *érucique* de l'huile de colza, voire créer des colza n'en contenant pas pour le remplacer par des acides gras n'ayant pas d'action néfaste sur l'organisme ou qui, comme l'acide linoléique (à 18 atomes de carbone) sont intéressants.

Des travaux sont actuellement poursuivis dans ce sens à l'*INRA* et à l'étranger, à partir d'un mutant d'origine canadienne, dont les graines ne contiennent aucune trace d'acide *érucique*.

V. CULTURE DU COLZA D'HIVER.

A. PLACE DANS LA ROTATION.

La place attribuée au colza dans la rotation a une influence *très importante* sur la réussite de la culture.

Selon une enquête du *G.I.O.M.* (1954-55) portant sur 500 champs, l'on obtenait cette année-là les rendements suivants :

Précédent	Rendement moyen du colza q/ha	Précédent	Rendement moyen du colza q/ha
Céréale secondaire	16,7	Luzerne	20,1
Défriche forestière	17,6	Pomme de terre	21,5
Blé	18,7	Trèfle	21,7
		Pois, Féveroles	27,4

L'avant dernier précédent conserve également une grande influence. Ainsi pour un colza venant après une céréale secondaire dont l'un des précédents est indiqué dans le tableau ci-dessous, on a constaté les rendements suivants :

Avant dernier précédent	Rendement moyen du colza q/ha	Avant dernier précédent	Rendement moyen du colza q/ha
Céréale secondaire	15,0	Défriche	20,0
Blé	15,4	Pomme de terre	21,2
Betteraves	16,0	Luzerne	22,0

Il est donc indispensable de réserver au colza une place de choix dans la rotation, derrière *pomme de terre*, *luzerne* ou *blé de luzerne*, ou mieux encore derrière une *légumineuse annuelle* (pois, féverole).

Pratiquement, si la rotation : Blé-Céréale secondaire-Colza est nettement défavorable, les formules Luzerne-Blé-Colza ou Luzerne-Pomme de terre-Colza ou encore Luzerne-Luzerne-Colza, sont très avantageuses.

B. PRÉPARATION DU SOL.

Plante à racine pivotante et à graine fine, le colza demande un *labour assez profond 25-30 cm*, suivi de façons superficielles.

Sur ce labour, un **croskillage** évite une terre soufflée nuisible à une bonne levée; de même, des roulages et hersages sont nécessaires pour parvenir à un émiettement superficiel favorable à la germination.

Voici les façons culturales à faire en fonction de la culture précédente.

1. Après luzerne.

La terre sera travaillée superficiellement dès fin juin, après la première coupe, pour faire germer les adventives. Puis on effectuera :

— un labour profond;

Quelques plantes de colza au stade fin de floraison; on aperçoit les siliques.



Photo S.P.I.E.A.

- un **croskillage** croisé pour « **replomber** » la terre creuse;
- des hersages et roulages répétés de façon à ameublir tout en tassant.

2. Après pomme de terre.

- La terre étant généralement nettoyée après l'arrachage et la terre assez meuble :
- le labour sera seulement moyen (20 cm);
 - les façons superficielles moins nombreuses.

3. Après blé.

- Aussitôt la récolte enlevée :
- déchaumer;
 - puis labour moyen et façons superficielles.

C. FERTILISATION.

Plante exigeante, le colza nécessite donc une *fumure minérale importante*.

1. Azote.

a) DOSE.

Tous les essais réalisés par l'INRA et le G.I.O.M. démontrent la rentabilité des apports élevés en azote .

Ex. : Essais effectués en Eure-et-Loir :

Azote kg/ha	Rendements q/ha	Prix de l'apport d'azote	Valeur de la récolte	Différence
0	12,6	0	819,00	819,00
125	27,4	168,75	1612,25	1443,50
200	33,7	270,00	2190,50	1920,50
250	34,0	337,50	2 210,00	1 872,50

D'une façon générale, on apportera :

- derrière luzerne enfouie : 80-100 kg d'azote
- derrière blé de luzerne : 120 kg
- derrière blé de betteraves : 150 kg
- derrière 2^e céréale : 200 kg.

b) DATE ET FORME D'APPORT.

L'azote sera apporté en *deux fois*, *au semis* et en fin d'hiver, *avant la montaison* :

- *au semis*, environ 50 kg/ha sous forme de sulfate d'ammoniaque (le colza est exigeant en soufre) ou **d'ammonitrate**;
- *en fin d'hiver*, le complément sous forme **d'ammonitrate**, éventuellement (après hiver rigoureux) de nitrate de chaux ou de soude.

2. Phosphore et potasse.

Une fumure **phospho-potassique** importante est nécessaire : un équilibre 1 — 0,8 — 1,2 est généralement recommandé, soit pour 200 kg d'azote, 160 kg de phosphore et 240 kg de potasse.

La totalité de cette fumure sera apportée au labour sous forme de superphosphate (apport de soufre) et de chlorure de potassium (éventuellement sulfate).

3. Fumure organique.

Celle-ci est nécessaire dès que le colza vient en *tête d'assolement*, derrière céréale secondaire. 40 tonnes à l'hectare de fumier seront nécessaires. La fumure minérale pourra être alors réduite.

D. SEMIS.

1. Date.

L'expérience montre que pour que le colza puisse acquérir avant les froids un développement végétatif suffisant, il doit être semé dans la moitié nord de la France, *avant le 15 septembre*. Ceci nécessite que le précédent cultural libère la sole suffisamment tôt.

Si, par suite de sécheresse par exemple, le colza ne peut être semé que tardivement on augmentera l'apport azoté d'automne (70 kg au lieu de 50). Ne pas semer non plus trop tôt, car le développement végétatif serait trop important avant l'hiver.

La période optimale de semis en Bassin parisien est : *1^{er}-15 septembre*.

2. Densité. Écartement.

Le peuplement optimum oscille entre *50 et 100 plantes* au mètre carré soit 5 à 7 kg à l'hectare.

— *Un peuplement plus clair* conduit à des plantes courtes, résistant bien au froid, mais très ramifiées, donc à floraison très échelonnée.

— *Un peuplement plus dense* donne des plantes chétives, à tige fine, plus sensibles au froid.

L'écartement optimum entre lignes se situe entre *35 et 45 cm*.

3. Traitement des semences.

On traitera les semences à l'aide de produits :

— à base de **thirame** contre le parasite de la fonte (*Phoma*),

— à base de **lindane** contre les **altises**.

E. SOINS D'ENTRETIEN. DÉSHERBAGE.

Avec les traitements contre les parasites animaux (voir plus haut) le désherbage constitue le principal problème posé par l'entretien de la culture.

1. Nécessité du désherbage.

Le colza est, en effet, une plante *salissante* :

— en raison de la finesse du lit de semences qu'il exige, favorisant la levée de nombreuses adventices;

— en raison de la lenteur du colza à recouvrir le sol.

Le colza *souffre également considérablement des adventices* surtout des graminées (vulpin, folle-avoine, ray-grass) grosses consommatrices d'azote.

2. Désherbage chimique.

Bien que les moyens cultureux traditionnels (choix du précédent, déchaumage avant labour, binage) n'aient pas perdu de leur intérêt, le désherbage chimique est aujourd'hui le moyen le plus sûr de défense du colza contre les adventices, les *graminées* notamment.

Quatre produits sont actuellement (1971) utilisés :

a) **TCA** (acide **trichloroacétique**). Ce produit, sous la forme de sel de sodium, est particulièrement actif contre le *vulpin*.

Mode d'action. Le vulpin absorbe le **TCA** par *les racines*. Sa sensibilité au produit est d'autre part d'autant plus grande *qu'il est plus jeune*. Il n'est totalement détruit que si le traitement est fait *avant le tallage*.

Le colza est de même très sensible au stade jeune (cotylédons); il devient par contre suffisamment résistant à partir du stade 2-3 feuilles vraies.

Mode d'emploi. Pour que le produit puisse diffuser jusqu'aux racines du vulpin et ne nuise pas au colza, il faut :

— traiter sur sol *humide* en *grosses gouttelettes*, ruisselant plus facilement sur le sol;

— agir postérieurement au *stade 2-3 feuilles du colza mais* avant tallage du vulpin;

— de **5 à 8 kg/ha de poudre commerciale** dans 300 litres d'eau.

Contre ray-grass et folle-avoine, la réussite du traitement est plus aléatoire.

b) **Dalapon**, sel de sodium de l'acide **dichloropropionique**. Le produit se présente sous forme d'une poudre cristallisée assez hygroscopique, facilement hydrosoluble aux températures ordinaires.

Mode d'action. Essentiellement **graminicide**, comme le **TCA**, le **dalapon** n'agit pas par contact, mais après absorption par la plante. A la différence du **TCA**, la pénétration se fait : soit par les *feuilles* (temps sec), soit par les *racines* (temps pluvieux).

Selon la température l'action peut être brutale (plante en pleine croissance) ou lente (effet visible seulement à la sortie de l'hiver).

Le *vulpin* est sensible au **dalapon** du stade *très jeune* au stade plusieurs talles — à des doses de l'ordre de **2 à 4 kg/ha de produit commercial**.

Le *ray grass* et les repousses de céréales sont également particulièrement sensibles au **dalapon**.

Le *colza* est résistant au **dalapon** au stade **cotylédonnaire**; plus âgé (4-5 feuilles) sa croissance peut être freinée à partir de **6 kg/ha** et des destructions de plantes à partir de **8 kg/ha** sont possibles.

Ultérieurement (peu avant la montée) le colza devient *très sensible* au **dalapon**.



Photos C.E.T.I.O.M.

A gauche, colza envahi de graminées adventices; à droite, colza dés herbé.

Mode d'emploi. On traitera donc, à l'automne, dès que les graminées sont toutes levées, à une dose voisine de 3 kg/ha de produit commercial; le colza sera généralement au *stade 3-4 feuilles*.

c) **Diallate.** Ce produit, du groupe des **carbamates**, bien incorporé au sol, (hersage), détruit les graminées à la germination. Il doit donc être utilisé en *pré-semis*. Il faut l'employer à la dose de 1,4 à 1,6 kg/MA/ha, dissous dans 300 à 400 litres d'eau. L'on peut semer immédiatement après.

Ce produit est cependant d'application difficile en sol très sec et son prix de revient est assez élevé.

d) **Trifluraline.** Ce produit, du groupe des **toluidines**, se présente sous forme d'un liquide mouillable et pulvérisable dosant 480 g MA/l.

Mode d'action. La trifluraline inhibe la germination des semences des graminées et d'un certain nombre de dicotylédones, à l'exception des composées et des crucifères. C'est un produit volatil, qui se dégrade à la lumière. Il doit donc être soigneusement et rapidement incorporé dans le sol pour être efficace.

Mode d'emploi. La trifluraline s'utilise en pré-semis, à la dose de 1,2 kg MA/ha, dilué dans 4 à 500 litres d'eau. L'application est suivie d'une incorporation à 5-8 cm dans le sol. Celle-ci peut être réalisée lors des dernières façons culturales préparatoires du lit de semences; on utilisera de préférence des outils à dents souples (**vibroculteurs**).

La relative polyvalence de ce produit par rapport aux trois autres, essentiellement **graminicides**, est un élément important de sa rapide extension en culture.

En résumé. En désherbage chimique du colza, l'on dispose actuellement (1971) de :

• Trois produits **antigraminés**.

— Deux à employer en *post-levée*

le **TCA**, utilisable au stade 3 feuilles, avant tallage du vulpin;

le **Dalapon**, utilisable du stade 2 feuilles, à 4-5 feuilles.

— Un à employer en *pré-semis* :

le *Diallate*, exigeant une terre bien préparée, et une bonne incorporation.

• Un produit plus polyvalent, à employer en *pré-semis* :

la *Trifluraline*, exigeant, comme le *Diallate*, une terre bien préparée et un bon enfouissement.

F. RÉCOLTE.

Ce n'est pas l'opération culturale la moins délicate pour l'agriculteur.

1. FACTEURS DÉTERMINANT LA DATE OPTIMALE DE RÉCOLTE.

Deux éléments principaux interfèrent : la maturation de la graine et l'égre-nage.

a) Maturation **de la graine.**

Au stade maturité apparente (tiges et siliques jaunes, graines noires) :

— le poids maximum de matière sèche est atteint;

— mais la graine contient encore 12 % d'eau;

— et sa teneur en huile n'est pas maximale.

A partir de ce stade, pendant une période dite de *surmaturation* voisine d'une dizaine de jours :

— la teneur en eau peut encore s'abaisser de 2 à 3 points.

— la teneur en huile peut s'accroître également d'autant.



Récolte du colza par **andainage**.

Photo C.E.T.I.O.M



b) **Égrenage.**

La durée de la **surmaturation** est limitée naturellement par la déhiscence des siliques qui, à partir d'un certain degré de siccité s'ouvrent spontanément ou sous l'action de légers frottements.

Donc, si la plus grande prudence est à observer, il faut savoir qu'un délai de quelques jours après le stade « grains noirs » peut améliorer sensiblement la *qualité de la graine* (augmentation de la richesse en huile, diminution de la teneur en eau).

2. MODES DE RÉCOLTE.

La récolte est effectuée par **andainage** ou directement par moissonnage-battage.

a) **Récolte par andainage.**

Cette méthode qui demande une double intervention est peu employée, sauf en régions *très ventées*, exposées à l'égrenage (Nord, Pas-de-Calais, Sud-Ouest).

Elle consiste à :

— faire la coupe quelques jours après le stade maturité apparente et mettre la récolte *en andains* peu épais (portés par les chaumes;

— à reprendre ensuite les **andains** à la moissonneuse-batteuse, au stade de siliques grises et grains noirs.

L'**andainage** nécessite toutefois une machine adaptée, dont l'amortissement assez lourd représente la prime d'assurance contre l'égrenage.

Deux types d'**andaineuses** sont utilisées :

— **andaineuses latérales** : l'**andain** est formé latéralement d'où, possibilité d'**enchevêtrement** de la masse végétale et une reprise plus difficile;

— **andaineuses frontales** : l'**andain** est médian, les tiges sont disposées régulièrement.



Chantier de récolte du colza par **andainage**.

Photo C.E.T.I.O.M.

b) Récolte directe par moissonnage -battage.

C'est le procédé le plus simple et le plus répandu actuellement. Il consiste à attendre un degré de **surmaturité** assez avancé, pratiquement le stade *début d'égrenage*.

Dès lors, il est nécessaire :

- de récolter pendant les *heures chaudes* de la journée;
- d'utiliser une machine à *large barre de coupe*, pour réduire le nombre des passages;
- *de régler les rabatteurs* à la vitesse minimale, de réduire leur nombre à 3 ou 4 (voire les supprimer si la récolte est très dense);
- *de régler la vitesse du batteur* à environ 700 tours-minute;
- d'éliminer le plus possible d'impuretés en utilisant des *grilles à trous ronds de 2 et 3 mm*.

3. CONSERVATION.

En dépit des précautions prises, **le nettoyage** dès la réception à la ferme est indispensable surtout si le grain est récolté en sacs.

D'autre part, si le grain dose plus de 9 % d'eau, il y a échauffement très rapide, d'où nécessité de **séchage par ventilation**.

Selon le degré d'humidité de la récolte, et le lieu de réception (à la ferme ou à l'organisme stockeur) on a le choix entre :

- *la ventilation de maintien* qui refroidit le grain sans le sécher. Elle exige un débit de renouvellement de l'air de 10 à 20 m³/h par mètre cube de grain. A 20° C, elle permet de conserver en l'état pendant 60 jours un grain à 10 % d'eau; pendant 6 jours un grain à 15 %;
- *la ventilation séchante* qui permet de sécher en cellule un grain ne dosant pas plus de 15 % d'eau. Il faut alors un débit de 300 m³/h par mètre cube de grains;
- *le séchage par air chaud* à l'aide de séchoirs statiques ou de séchoirs continus, ces derniers étant plus onéreux mais polyvalents (capacité : 10-60 q/h).

Le stockage se fait en cellules, généralement en atmosphère libre ou renouvelée. Afin d'éviter tout accident en cours de stockage, il est nécessaire d'effectuer des mesures de contrôle : teneur en eau, état sanitaire, acidité, teneur en huile. En bonnes conditions hydriques et thermiques, il est possible de conserver une récolte de colza pendant un an et plus.

4. ANALYSE DE LA RÉCOLTE.

Une bonne récolte doit produire 35 à 40 q/ha de graine commerciale, à 9 d'humidité et 43-44 % d'huile (43 % constitue la base de commercialisation). Théoriquement un bon colza doit fournir au moins *une tonne et demie d'huile* à l'hectare.

VI. CULTURE DU COLZA DE PRINTEMPS.

Plus qu'une autre culture de printemps, le colza demande pour atteindre un développement satisfaisant une *pluviométrie assez importante* au cours des premières semaines de sa végétation.

Cette première condition limite considérablement ses possibilités d'extension. Par ailleurs, sa récolte qui se situe généralement fin août, peut être gênée par l'humidité à cette époque.

A. FERTILISATION.

1. Fumure organique, enfouie à l'automne (30 t/ha de fumier).

2. Fumure phosphopotassique : un apport de 120 kg/ha de P_2O_5 et 150 kg/ha de K_2O est généralement nécessaire.

3. Fumure azotée. Sans avoir les mêmes exigences que le colza d'hiver, le colza de printemps demande une fumure azotée importante.

L'expérience montre que l'optimum se situe vers 120-150 kg/ha d'azote. On peut tout apporter au semis ou en deux fois, le second apport étant fait sous forme nitrique.

B. SEMIS.

1. Date.

On aura intérêt à semer dès que le sol sera suffisamment réchauffé; *la première quinzaine d'avril* convient généralement.

2. Densité. Écartement.

Le colza de printemps supporte des densités plus élevées que le colza d'hiver ■ 10 kg de semences à 25-30 cm entre lignes sont des normes satisfaisantes.

C. SOINS D'ENTRETIEN.

Ce seront les mêmes que pour le colza d'hiver.

Les désherbages seront toutefois *plus délicats* (au dalapon notamment) le stade rosette du colza étant *beaucoup plus court*, mais les levées de graminées sont moins redoutées dans ces cultures que dans celles d'hiver.

D. RÉCOLTE ET RENDEMENT.

La récolte du colza de printemps répond aux mêmes exigences que celles du colza d'hiver. Elle se situe d'août à septembre suivant les conditions de l'année.

Les rendements de 20 à 25 q/ha sont assez courants. La teneur en huile oscille généralement entre 36 et 40 %; elle est donc toujours très inférieure à celle du colza d'hiver.

BIBLIOGRAPHIE DU CHAPITRE VII

- CENTRE TECHNIQUE INTERPROFESSIONNEL DES OLÉAGINEUX MÉTROPOLITAINS (C.E.T.I.O.M.).
 — (1961) *Journées d'Information Technique sur les Oléagineux des Climats tempérés*, 31 janvier, 1e. et 2 février, 226 pages.
 — (1965) La production mondiale des oléagineux. *Bull. C.E.T.I.O.M.*, 25, 1-6.
 — (1967) *Le colza d'hiver*, 6 pages.
 — (1969) *La récolte du colza*, 41, 1-10.
- FABRY (A.) et SAZIMOVA (E.). (1969). — Action des régulateurs de croissance sur le développement du colza d'hiver. *Oléagineux* 24, 4, 225-228.
- GOUNY (P.) et M^{me} MÉRIAUX. (1960). — Étude de la fertilisation azotée du colza d'hiver dans la région Lyonnaise. *Bull. Ass. Fr. Et. Sols.*, n° 12, 592-600.
- GUYOT (A.) et DELAHAYE (R.). (1969). - Problèmes soulevés par la production et l'utilisation de l'huile et des tourteaux de colza. *Rev. Agric. Fr.*, 5, 705-726.
- LOUVET (J.), BILLOTTE (J. M.). 1964. — Influence des facteurs climatiques sur les infections du colza par *l'Alternaria brassicae* et conséquences pour la lutte. *Ann. des Épiphyties*, 15, 3, 229-244.
- MARGARA (J.). 1963. — Rôle éventuel de gibberellines endogènes dans le développement du Colza. *Ann. Physiol. Vég.*, I, 4, 315-324.
- MORICE (J.). 1963. — Les relations entre les espèces cultivées du genre *Brassica* et les possibilités d'amélioration du colza (*Brassica napus* L. var. *oleifera* Metz) au moyen de croisements interspécifiques. *Ann. Amél. des Pl.*, 13, 3, 221-253.
- RIVES (M.). 1957. — Études sur la sélection du colza d'hiver. *Ann. amél. des Pl.* 7, 1, 61-106.
- ROLLIER (M.). 1968. — Culture et variétés de colza de printemps, *Cultivar*, 5, 1-3.
- SEBILLOTE (M.). 1970. — Problèmes agronomiques et culture du colza, *Entreprise Agric.*, 18, 41-46.

CHAPITRE VIII

TOURNESOL

Helianthus annuus L. (2 n = 34).

I. HISTORIQUE DE LA CULTURE.

Le tournesol est originaire de l'ouest de l'Amérique du Nord où il était cultivé par les Indiens. Ils l'utilisaient pour la fabrication de l'huile, pour la consommation des amandes et ils extrayaient également des matières tinctoriales de la coque de certaines variétés.

La plante fut introduite en Europe par les Espagnols au **xvi^e** siècle.

Considérée alors uniquement comme plante ornementale, il faut attendre le **xviii^e** siècle pour voir signaler l'intérêt du tournesol comme plante oléagineuse. Celle-ci se développe alors principalement en Russie, dans la zone « des terres noires ». De là, au **xix^e** siècle la culture s'implante dans les pays d'Europe orientale et balkanique, puis d'Europe occidentale, et de là, retransmet l'Atlantique (immigration russe). Ceci explique que la majeure partie des variétés de tournesol, qu'elles soient cultivées en Amérique du Nord, du Sud, ou en Afrique, soit originaire de Russie.

II. ÉCONOMIE DE LA PRODUCTION.

A. LE TOURNESOL DANS LE MONDE.

Le tournesol était cultivé dans le monde en 1970 sur 8,2 millions d'hectares (tableau VIII-1), la production atteignait près de 10 millions de tonnes de graines et un peu moins de 3 millions de tonnes d'huile. Elle venait au second rang des plantes oléagineuses, après le soja (4 300 000 t d'huile), devant l'arachide, l'olive et le colza.

Les surfaces consacrées à cette culture se sont relativement peu modifiées depuis 1960; par contre, les rendements se sont accrus de 50 % (de 8,8 à 13 q à l'hectare).

Les principaux pays producteurs sont :

— l'U.R.S.S. : 4 750 000 ha, 6 100 000 tonnes de graines en 1970, soit 58 % de la production mondiale.

TABLEAU VIII-1. — *Surface et production de tournesol dans le monde*

PAYS	SURFACES (milliers d'hectares)			PRODUCTION (milliers de tonnes)		
	1948-1952 (moyenne)	1966	1970	1948-1952 (moyenne)	1966	1970
Europe						
Bulgarie	215	255	220	180	423	350
Espagne	3	39	150	1	33	152
France	8	12	26	8	18	48
Hongrie	234	94	82	242	105	105
Italie	5	1	2	6	2	5
Roumanie	416	468	485	200	672	630
Yougoslavie	109	154	192	93	282	271
U.R.S.S.	3 590	5 004	4 750	1 906	6 150	6 100
Amérique du Nord						
Canada	11	21	29	6	15	25
U.S.A.	9	30	90	6	30	84
Amérique du Sud						
Argentine	1 211	1 023	1 347	889	782	1 140
Chili	43	42	20	56	56	26
Uruguay	144	162	94	73	100	68
Asie						
Turquie	102	218	350	89	200	380
Autres Pays (Israël, Liban, Syrie	2	3	11	2	3	11
Afrique						
Afrique du Sud	120	229	175	37	100	109
Ethiopie	50	57	60	25	29	34
Kéni a	7	2	4	3	3	6
Maroc	11	9	24	6	3	16
Tanzanie	20	20	26	6	6	8
Totaux du monde entier	6 344	7 915	8 217	3 888	9 097	9 653

(D'après F.A.O.).

— l'Europe : 1 160 000 ha, 1 670 000 tonnes de graines,
dont la Roumanie : 485 000 ha, 630 000 tonnes de graines;
la Bulgarie : 220 000 ha, 350 000 tonnes de graines.

— l'Amérique du Sud : 1 460 000 ha, 1 230 000 tonnes de graines,
dont l'Argentine : 1 350 000 ha, 1 140 000 tonnes de graines.

Cependant, l'Europe de l'ouest, et en particulier la France, a été conduite assez récemment à s'intéresser à cette culture.

B. LE TOURNESOL DANS LA C.E.E.

La C.E.E. qui n'importait en 1960 que 7 000 tonnes d'huile de tournesol, est devenue un marché très important. Avec 235 000 tonnes d'huile importées en 1967, la C.E.E. représente près du 1/3 des importations mondiales. Au regard de ces besoins, seule la France et, de façon beaucoup plus récente, l'Italie sont au sein de la C.E.E. productrices de tournesol (53 000 tonnes de graines en 1970 dont 48 000 tonnes pour la France).

Le tournesol bénéficie des dispositions générales de l'organisation communautaire du marché des graines oléagineuses, lesquelles confient à la Société Interprofessionnelle des Oléagineux (S.I.D.O.) la réalisation, en France, des opérations que comporte ce marché (aides financières, opérations d'intervention, etc...).

C. LE TOURNESOL EN FRANCE.

De 1960 à 1963 (tableau VIII-2), les superficies et la production n'ont cessé de croître. Mais l'irrégularité des rendements liée à la tardiveté, à la sensibilité à la verse, à la pourriture grise des variétés nouvellement introduites entraîne une réduction et stagnation des surfaces de 1964 à 1967. Depuis lors, les efforts de vulgarisation des meilleures techniques de culture, une connaissance plus parfaite des variétés a permis aux surfaces et aux rendements de progresser à nouveau.

Compte tenu de l'entrée très prochaine en culture des premières variétés françaises, on peut penser que les superficies atteindront, d'ici quelques années, 50 000 hectares et la production 100 000 tonnes de graines.

Actuellement (1970) la culture est localisée dans cinq régions :

le Sud-Est (sud de la Drôme), le Sud-Ouest (Gers, Aude, Tarn-et-Garonne) le Centre (Cher, Loir-et-Cher), le Bassin Parisien (Loiret, Seine-et-Marne), la Côte d'Or et l'Aube.

TABLEAU VIII-2. — *Évolution de la culture du Tournesol en France depuis 1960*

ANNÉES	SURFACES (ha)	RENDE- MENTS (q/ha)	PRODUC- TIONS (q)	ANNÉES	SURFACES (ha)	RENDE- MENTS (q/ha)	PRODUC- TIONS (q)
1960 ..	3 690	17,0	62 750	1966	12 020	17,1	205 747
1961 ..	7 144	17,1	122 015	1967	12 104	15,0	187 427
1962 ..	15 922	16,1	256 994	1968	14 455	18,0	261 325
1963 ..	32 960	13,8	422 140	1969	16 800	18,0	301 400
1964 ..	15 530	14,1	219 255	1970	25 400	19,0	480 900
1965 ..	11 783	15,0	177 000				

III. LA PLANTE.

A. ÉTUDE BOTANIQUE.

1. Place dans la classification botanique.

Le tournesol appartient à la famille des *composées* (astéracées), au genre *Helianthus*, à l'espèce *annuus* ($2n = 34$).

Le genre *Helianthus* comporte quelques soixante-dix espèces, dont quatre seulement sont cultivées : *H. annuus* (tournesol), *H. tuberosus* (topinambour), *H. cucumeriformis* (espèce décorative), *H. aigophyllus* (espèce décorative).

L'ensemble des espèces forme une série *polyploïde* à nombre de base $n = 17$. HEISER (1961) y distingue 3 groupes :

— des espèces *diploïdes* ($2n = 34$) généralement auto-incompatibles, les unes annuelles : *H. petiolaris* (espèce sauvage), *H. annuus*; les autres vivaces;

— des espèces *tétraploïdes* ($2n = 4x = 68$), toutes *perennes*, auto-incompatibles;

— des espèces *hexaploïdes* ($2n = 6x = 102$) : *H. tuberosus* (topinambour)

H. annuus et *H. tuberosus* se croisent aisément. Les F_1 sont viables, très vigoureux (*hétérosis*) mais très peu fertiles. Leur *recroisement* par Tournesol est une voie possible d'amélioration de cette espèce (Y. CAUDERON, 1965).

2. Origine génétique.

Selon HEISER, *H. annuus* comporte plusieurs sous-espèces :

— *H. annuus lenticularis* espèce la plus proche de la forme d'origine et que l'on trouve dans l'ouest de l'Amérique du Nord;

— *H. annuus texanus* (Heiser), espèce que l'on retrouve plus à l'est, au Texas notamment, et qui résulterait de l'hybridation *H. annuus lenticularis* x *H. debilis*;

— *H. annuus annuus* L. (ou *H. ruderalis*) espèce du Middle-West, qui dériverait également d'*H. annuus lenticularis*;

— *H. annuus macrocarpus* qui serait à l'origine de toutes les variétés cultivées. On la rencontre dans la partie nord-ouest des États-Unis jusqu'au Canada. Elle résulterait du croisement d'*H. annuus annuus* par d'autres espèces annuelles.

3. Caractères généraux de la plante.

C'est une plante à grand développement végétatif, aux larges feuilles et d'une hauteur variant de 2 à 4 m.

L'inflorescence est un *grand capitule* (diamètre de 15 à 40 cm) très large, à fleurs ligulées, jaune d'or (fig. VIII-1). Le nombre de fleurs contenues par le réceptacle est en moyenne de l'ordre de 1 500.

C'est une plante entomophile (abeilles et bourdons, principaux *pollinisateurs*), autofertile. Le fruit est un akène de couleur blanchâtre à noirâtre, souvent strié. Le péricarpe (coque ou écale) non soudé à la graine, représente de 18 à 40 % du poids du fruit.

C'est une plante *annuelle*. Semée à la mi-avril, elle fleurit fin juin-début juillet et se récolte fin septembre.

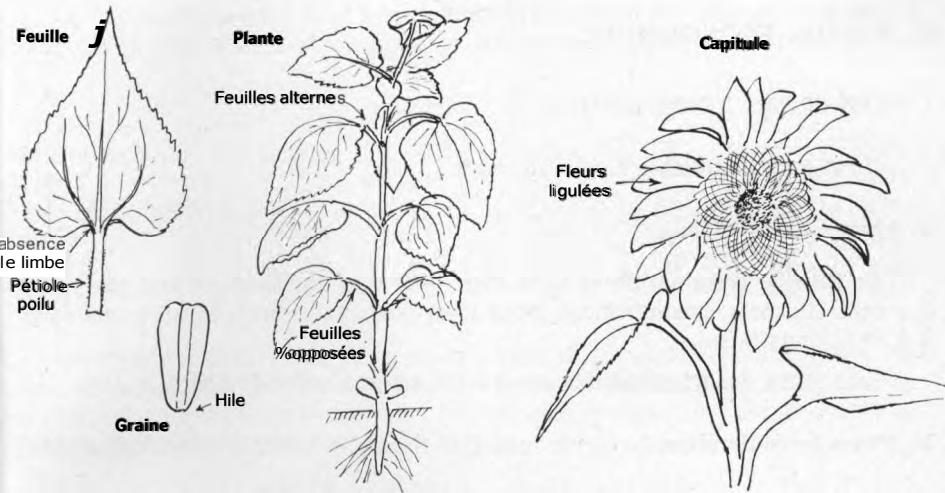


FIG. VIII-1. — Caractères morphologiques du tournesol.

B. CYCLE DE DÉVELOPPEMENT.

Celui-ci peut être divisé en trois phases.

1. La phase germination -initiation florale.

Cette première phase s'étend sur 30 à 50 jours, selon les températures, l'initiation florale se réalisant au stade 5-6 paires de feuilles. Cette phase, très importante pour l'homogénéité et le rendement final de la culture, peut être subdivisée en deux périodes :

— *période semis-levée*, qui doit être la plus brève possible (10-15 jours);

— *période levée-initiation florale*, principalement dépendante de la température et de l'alimentation en eau et en éléments fertilisants. Elle est assez peu influencée par la photopériode.

2. La phase initiation florale -floraison : durant laquelle la croissance de la plante est rapide.

3. La phase floraison -maturité.

En fonction des exigences particulières à chaque phase et à chaque variété, la durée du cycle de développement varie de 95-110 jours (variétés précoces) à 140-160 jours (variétés tardives).

C. ÉTUDE ÉCOLOGIQUE.

1. CLIMAT DU TOURNESOL.

Il est assez semblable à celui du *maïs*.

a) Phase semis-levée.

Le zéro de germination se situe vers $+5^{\circ}\text{C}$, il est donc un peu *plus faible* que celui du *maïs*; pratiquement, pour lever convenablement, le tournesol exige 8 à 9°C dans le sol.

La somme des températures semis-levée est de l'ordre de 170°C .

b) Phase levée-floraison (= levée-initiation florale + initiation florale-floraison)

La jeune plantule est *plus résistante au froid* que celle du maïs : le seuil critique se situe à -7 à -8°C .

La plante est également au cours de cette phase *plus résistante à la sécheresse*. Par contre, la somme des températures *levée-floraison* est plus élevée que pour le maïs.

c) Phase floraison-maturité.

La somme des températures exigée par le tournesol au cours de sa maturité est plus élevée que chez le maïs.

Au total, les variétés actuelles exigent de $2\ 000$ - $2\ 100^{\circ}\text{C}$ (var. précoces) à $2\ 800$ - $3\ 000^{\circ}\text{C}$ (var. tardives), de la levée à la maturité, conditions qui peuvent être réalisées dans la moitié sud de la France, ainsi qu'en Beauce et en Bourgogne.

Cependant, à maturité les akènes et les capitules sont encore *très riches en eau* : plus de 20% dans les graines, 80% dans les capitules. Or :

- pour le battage mécanique, il faut moins de 20% d'eau dans les graines;
- pour leur conservation, il faut moins de 9% dans les graines.

Ces exigences thermiques et l'humidité de la récolte constituent les **facteurs principaux** limitant l'aire de culture du tournesol en France et pose à l'agriculteur deux problèmes :

- choix de la variété (précocité optimale);
- technique de récolte et de conservation.

2. EXIGENCES EN ÉLÉMENTS NUTRITIFS.

La croissance du tournesol est extrêmement rapide : depuis l'apparition des premiers capitules, jusqu'au début de la formation des graines (environ 50 jours) la masse végétale élaborée représente environ $9\ 000$ kg de matière sèche.

Le tableau ci-dessous donne le rythme d'absorption des éléments fertilisants (quantités absorbées ou accumulées, exprimées en pourcentages du maximum :

	1 ^{er} juin	19 juin	10 juill.	9 août	5 sept.	9 oct.
Matière sèche	0,5	9,5	46	83	91	100
Azote	1,1	17	54	77	80	100
Acide phosphorique	0,5	11	35	55	75	100
Potasse	0,9	15	54	81	94	100
Soufre	0,5	11	59	56	67	100
Soude	0,1	1	6	7	15	100

On constate que *l'azote et la potasse* sont plus rapidement absorbées. Au total, selon **RADET** (1962), pour une récolte de matière sèche totale de 12 tonnes, les prélèvements seraient les suivants (en sol très profond, à haut potentiel en acide phosphorique et potasse) :

Azote : 236 kg	Soufre : 43 kg
Phosphore : 86 kg	Soude : 28 kg
Potasse : 474 kg	

Les prélèvements en *azote et en potasse* sont donc non seulement rapides mais *très importants*, dans la mesure où la plante entière est récoltée.

Toutefois, les résidus laissés par la récolte et leur valeur humique sont les suivants (**RADET**, 1962) :

Azote : 105 kg	Soufre : 27 kg
Phosphore : 43 kg	Matière organique : 6 708 kg
Potasse : 408 kg	Humus : 1 690 kg

Les restitutions de potasse sont donc très importantes. D'autre part la teneur en azote des résidus est suffisante pour assurer leur humification sans apport azoté complémentaire à leur enfouissement.

Notons que d'autres études récentes (1969) font état, sur sol de fertilité moyenne, d'exportations en potasse plus faibles, de l'ordre de 225 kg; en sols riches, une « consommation de luxe » en potasse est très probable.

3. ACCIDENTS ET PARASITES.

a) Le **sclerotinia** (*Sclerotinia sclerotiorum*).

Il provoque d'abord une pourriture de la base des tiges. Les capitules peuvent être ensuite attaqués.

Les tissus infectés se décomposent rapidement pendant que se forme à leur surface un mycélium blanchâtre ponctué de très gros **sclérotés** noirs. Mycélium et fragments de **sclérotés** peuvent être véhiculés par les graines et se conserver plusieurs années dans le sol.

Moyens de lutte. Traitement des semences au **thirame** ou aux **organomercu-**
riques (200-300 g de produit commercial par quintal).

b) La pourriture grise (*Botrytis cinerea*).

Elle est surtout redoutable sur les capitules récoltés tardivement et exposés aux fortes humidités de l'automne (1963).

Moyens de lutte. Semer aussitôt que possible et avancer la maturité de 2 à 3 semaines par un produit défoliant et dessiccant (diquat).



Photo S.P.I.E.A.

Un capitule de tournesol détruit par la pourriture grise (*Botrytis cinerea*).

c) Le mildiou (*Plasmopara helianthi*).

Très répandue hors de France, cette maladie a fait son apparition en 1966, probablement à la suite d'introduction de semences **d'U.R.S.S.** Transmise par la semence et les débris culturaux, cette maladie présente quatre formes principales de symptômes :

- flétrissement rapide et mort précoce de la plantule, en infection précoce et généralisée;
- nanisme très prononcé, par retard de croissance des **entre-nœuds** : en fin de végétation les plantes atteignent 20 à 40 cm seulement;
- plante de taille et d'aspect normal, mais taches chlorotiques disposées sur les feuilles avec feutrage caractéristique à la face inférieure;
- plante apparemment normale mais localisation du parasite dans le système racinaire.

Ces divers symptômes sont corrélatifs de la précocité des contaminations.

Le Mildiou est une maladie extrêmement grave, un champ atteint pouvant présenter jusqu'à 90 % de pieds malades.

Pour l'instant, aucun procédé de traitement efficace n'a pu être mis au point. Une résistance génétique existe cependant chez le Tournesol ainsi que chez le Topinambour.

d) **Les ravageurs** (taupins, vers blancs, vers gris).

Traiter le sol avec les produits classiques : **heptachlore** (3 kg MA/ha), **aldrine** (4 kg MA/ha), **chlordane** (8 kg MA/ha), **lindane** (1,5 kg MA/ha).

IV. VARIÉTÉS CULTIVÉES.

A. VARIÉTÉS ANCIENNES.

Jusqu'à ces dix dernières années (1971), seules étaient cultivées en France, trois variétés :

- *française* : ' Gris strié de Provence ', tardif (levée-floraison : 90 jours);
- *anglaise* : ' Jupiter ', demi-tardif;
- *allemande* : ' Rudorf ', demi-précoce (levée-floraison : 80 jours).

Ces populations assez hétérogènes, n'avaient qu'une productivité moyenne, inverse de la précocité :

' Rudorf ', ' Jupiter ', 20-25 q/ha de graines brutes; ' *Gris strié* ', 28-35 q avec une teneur en huile assez faible, 28-32 % de la graine brute. Leur rendement en huile ne dépassait donc pas 800 kg à l'hectare.

B. VARIÉTÉS SOVIÉTIQUES.

Les agronomes russes ont amélioré leurs variétés locales de tournesol essentiellement du point de vue *teneur en huile*.

Parmi les diverses variétés introduites à partir de 1960, quelques-unes se sont montrées expérimentalement (INRA, **C.E.T.I.O.,M.**) mieux adaptées aux conditions françaises. Ce sont, par ordre de précocité décroissante :

' *Jenisseï* ', variété précoce, adaptée au Bassin parisien (levée-floraison, 70 jours);

' *Vniimk 88-63* ', variété demi-précoce bien adaptée aux zones de culture situées au nord de la Loire;

' *Armavir 93-45* ', variété demi-précoce, à cycle végétatif très voisin de *Vniimk 88-63*;

' *Peredovick* ', variété de création plus récente (1958) demi-tardive, ne devant pas remonter au-delà du sud du Bassin parisien;

' *Vniimk 65-40* ' ou ' *B 65-40* ', variété tardive, la plus cultivée ces dernières années et grâce à laquelle la culture du tournesol a connu un renouveau depuis 1960.

Les teneurs en huile de ces différentes variétés peuvent dépasser 40 %; cette teneur élevée est elle-même essentiellement liée à un taux de décorticage supérieur (63 à 70 %) à celui des variétés françaises (50-60 %). Leur *rendement en huile peut donc dépasser 1 tonne à l'hectare*.

C. NOUVELLES VARIÉTÉS FRANÇAISES.

L'hétérogénéité et les défauts d'adaptation au climat français des variétés russes ont incité l'I.N.R.A. à entreprendre des travaux dont l'objectif était la sélection de variétés plus homogènes, plus productives en grain et en huile, résistantes à la verse et aux principaux parasites. (*Botrytis*, *Sclerotinia*, *Plasmopara*).

A la suite de ces premiers travaux, deux variétés ont été créées et inscrites au Catalogue français (1969) :

— 'INRA 65-01', variété hybride simple demi-tardive (précocité semblable à celle de *Peredovick*), de très bonne résistance à la verse (20 cm plus courte que 'Peredovick') à floraison homogène et de courte durée, à rendement supérieur de 12 % en moyenne à *Peredovick*, mais à plus faible teneur en huile, à rendement en huile semblable à celui de 'Peredovick', à bonne résistance au *Botrytis*.

La création de cet hybride simple résulte de la découverte d'une stérilité mâle monogénique récessive très fortement liée à la couleur verte de la plantule (1 % de crossing-over); d'autre part, de la confirmation d'un hétérosis important (30-40 %) chez le tournesol.

— 'Issanka', sélection dans la population 'Vnimk 88-89', précoce (sensiblement comme 'Iénisséi'), à rendement en grain supérieur de 12 % en moyenne à celui de 'Iénisséi', à teneur en huile supérieure de 4 points en moyenne.

En 1972, les quantités de semences disponibles en ces deux variétés 'INRA 65-01' et 'Issanka' devraient permettre d'ensemencer des surfaces de l'ordre de 30 000 hectares.

D. PROBLÈMES D'AMÉLIORATION.

Les recherches et sélections actuellement poursuivies en France (1971) laissent espérer la mise au point très prochaine de variétés résistantes au mildiou, plus résistantes à la verse, et plus précoces, susceptibles d'étendre l'aire de culture vers le nord.

Une simplification de la production des semences-hybrides pourra sans doute aussi être obtenue par utilisation d'une stérilité mâle cytoplasmique issue du croisement *Helianthus petiolaris* X *H. annuus* (Leclercq 1969).



Tournesol au début de floraison.

Photo INRA

V. CULTURE.

A. PLACE DANS LA ROTATION.

Plante nettoyante (grand développement végétatif), plante, par ailleurs, exigeante en fumure de fond, donc tête d'assolement, le tournesol est comme le maïs, un *excellent précédent* pour le blé.

Cependant, à la différence du maïs, il ne *peut revenir sur lui-même* (*Sclerotinia*).

B. PRÉPARATION DU SOL ET FUMURE.

Après déchaumage, on effectuera un labour d'automne, ou à défaut un labour d'hiver assez profond (25-30 cm) enfouissant la fumure organique : 30-35 tonnes de fumier bien décomposé. Compte tenu de cette fumure organique la fumure minérale sera de l'ordre de :

Azote, 40 à 70 kg/ha; Phosphore, 50 à 60 kg; Potasse, 120 à 150 kg.

Sans fumure organique on conseille la fumure minérale suivante : azote, 70-80 unités, Phosphore, 90-120 unités; Potasse, 150 à 200 unités.

L'azote est apporté pour moitié au semis, sous forme d'ammonitrate ou d'engrais liquide, pour l'autre moitié, un mois après sous forme nitrique. L'emploi du sulfate d'ammoniaque est déconseillé, car il retarde la maturité; une fertilisation azotée trop importante a le même effet.

C. SEMIS.

1. Date.

Il faut semer aussitôt que possible compte tenu des risques de gelée, et pour avoir par ailleurs une maturité aussi précoce que possible. Comme le tournesol est un peu plus résistant aux gelées, la date du semis sera plus précoce de 8 à 10 jours que celle du maïs. Pratiquement elle se situera :

— entre le 20 mars et le 30 mars dans le Midi (' B 65-40 ', ' Péredovick ');

— entre le 10 et le 20 avril pour les régions de la Loire et la région parisienne (' 88-63 ' ' Tenissci ').

2. Semoir

On recherchera un semis *aussi régulier* que possible en utilisant un semoir monograine. Les semoirs à dépression réalisent les semis les plus réguliers.

3. Densité. Écartement.

Ils sont semblables à ceux préconisés pour le maïs : 60 à 75 cm entre ligne. 40 à 70 000 plantes/ha pour les précocités actuelles (4 à 6 kg/ha de semences) selon la pluviométrie et la capacité de rétention en eau du sol.

4. Profondeur.

Ce facteur est très important pour un démarrage rapide de la végétation : il est conseillé de semer à 4 ou 5 cm de profondeur.

D. ENTRETIEN.

Le tournesol lève en 10 à 15 jours. Il y a ensuite une période de « démarrage », de 3 semaines à 1 mois 1/2 au cours de laquelle la croissance est lente (phase levée-initiation florale). C'est donc durant cette période que la culture doit être défendue contre les adventices.

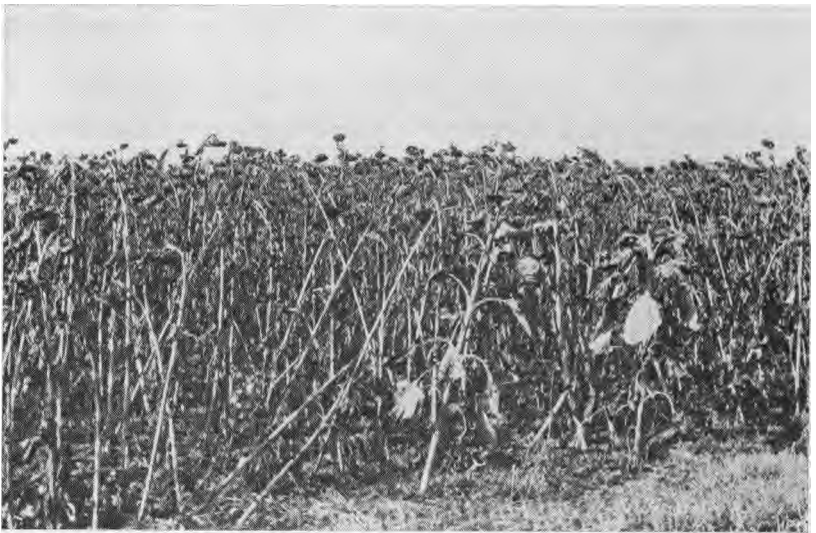


Photo C.E.T.I.O.M.

Un champ de tournesol à maturité.

Jadis on préconisait deux binages, le premier intervenant dès l'apparition de la ligne, le second réalisant un léger buttage, favorable à l'émission de racines supplémentaires.

Aujourd'hui, ces binages sont de plus en plus remplacés par le *désherbage chimique*.

Celui-ci peut être réalisé suivant deux modalités :

1. Désherbage de pré-semis.

Sont préconisés :

— le *diallate*, à la dose de 3-3,5 l/ha de produit (soit 1,4 kg MA/ha); produit très actif contre les graminées annuelles, au stade germination;

— la *trifluraline*, à la dose de 2,5 l/ha de produit (soit 1,2 kg MA/ha); produit très actif contre la plupart des graminées et de nombreuses dicotylédones à l'exception des composées et crucifères.

2. Désherbage de pré-levée.

Sont préconisés :

— la *prométryne*, à la dose de 3 kg de produit (soit 1,5 kg MA/ha); produit très actif contre un grand nombre de dicotylédones (sauf Ravenelle, Gaillets, gratterons) et de graminées (sauf Folle-avoine);

— le *cycluron* ou OMU, en mélange avec le BIPC (très voisin du *chlorpropham*) à la dose de 7 à 81 de produit (soit 0,9-1,1 kg MA/ha); plus actif à l'égard des ravenelles que la *Prométryne* mais moins efficace à l'égard des chénopodes et mercuriales.

E. RÉCOLTE.

1. Méthodes traditionnelles : récoltes manuelles.

Deux procédés étaient jusqu'ici utilisés.

a) RÉCOLTE PAR PRÉMATURITÉ.

Dans le Sud-Ouest et le Sud-Est, on sectionnait en biseau la tige du tournesol (serpe ou sécateur) à environ un mètre du sol et on plaçait le capitule renversé en chapeau de clown à l'extrémité de la tige. Ce système hâtait et homogénéisait la maturité.

b) RÉCOLTE PAR VENDANGE.

Quand la majorité des capitules était bien jaune à brun on récoltait au sécateur, comme le raisin. Ensuite on égrenait avec des moyens divers (fléau, petite batteuse). Les graines étaient ensuite séchées au soleil, puis passées au tarare et stockées.

Ces systèmes de récolte étaient évidemment très onéreux en main-d'œuvre.

2. Méthode moderne : récolte mécanique.

Après divers essais infructueux au corn-picker et corn-sheller, la *moissonneuse-batteuse* apparaît le seul procédé valable. Encore doit-elle être équipée spécialement pour cela.

— *allongement de la plate-forme* de coupe, pour éviter des pertes de capitule et de graines;

— *réglages divers* : vitesse d'avancement de la moissonneuse-batteuse réduite à 2/3 de celle du blé; barre de coupe la plus relevée possible; vitesse du batteur réduite à 300-450 tr/mn.



Photo C.E.T.I.O.M.

Plateau de coupe d'une moissonneuse-batteuse équipée pour la récolte du tournesol. Le bouclier de protection de la vis d'alimentation est levé.

F. CONDITIONNEMENT.

L'on peut récolter à partir de 20 % d'eau, mais l'on ne peut conserver *au-dessus de 9 %*.

Donc il faut sécher dans un laps de temps très court, à la ferme même ou à l'organisme *stockeur*. Dans les séchoirs continus, la température ne devra pas dépasser 45° C.

G. ANALYSE DE LA RÉCOLTE ET UTILISATION.

1. Grains.

Les rendements en grains se situent actuellement (1971) à 25-30 q/ha en bonne culture.

2. Huile.

Avec les variétés actuelles, les teneurs en huile couramment obtenues sont de l'ordre de 45-50 % de la matière sèche.

L'huile de tournesol est une des mieux équilibrées quant aux acides gras qui la composent. Elle est utilisable aussi bien à froid qu'à chaud. Elle est particulièrement riche en acide linoléique, «acide gras essentiel » pour l'alimentation animale (Tableau VIII, 3).

TABLEAU VIII-3.
Caractéristiques analytiques et composition de l'huile de Tournesol
(d'après Doc. CETIOM)

CARACTÉRISTIQUES ANALYTIQUES	COMPOSITION EN PRINCIPAUX ACIDES GRAS
Indice de réfraction à 20° C .. 1,472-1,474	Acide palmitique 6-8 %
Poids spécifique à 15° C .. 0,92-0,23	Acide stéarique. 2-6
Point de congélation. — 16- — 18° C	Acide oléique 25-35 %
Acidité 0,1-0,5 %	Acide linoléique 50-65 %
Insaponifiables 0,4-0,8 %	Acide linoléique traces
Stérols (phytostérols) 0,2-0,3 %	
Phospholipides 0,2-0,4 %	
Tocophérols 40-80 mg % g	
Indice d'iode 105-140	
Indice de saponification .. 188-194	

(I) A titre indicatif : Mais 40-45 %; Arachide 20-27 %; Colza 15-25 %.

3. Tourteau.

Le tourteau de tournesol se situe parmi les meilleurs en raison de sa forte teneur en matières azotées (45-55 %) et la richesse en méthionine de ces dernières; également, en raison de sa teneur en vitamines du groupe **B** : le tournesol contient notamment plus de riboflavine que l'arachide ou le soja (tableau VIII-4).

TABLEAU VIII-4. — *Composition du tourteau de Tournesol*
(d'après Doc. CETIOM)

COMPOSANTS PRINCIPAUX	ACIDES AMINÉS (% PROTÉINES BRUTES)
Eau 7-12 %	Cystine 0,50- 2,60
Matières azotées 45-55 %	Isoleucine 6,65- 8,25
Matières grasses 0,5-1,5 %	Histidine 2,00- 3,45
Cellulose 6-15 % ⁽¹⁾	Valine 5,60- 7,80
Cendres 4,5-8 %	Tyrosine 3,00- 5,35
Phosphore 1,05 %	Lysine 2,50- 4,80
Calcium 0,45 %	Méthionine 0,50- 1,50
Vitamines (mg/kg)	Phénylalanine 5,70- 7,80
Choline 2 172-2 916	Arginine 7,95-11,15
Niacine 16,6-22,0	Acide glutamique 20,90-25,10
Riboflavine 3,8-6,4	
Thiamine 2,4	

(1) Selon décorticage.

Du point de vue minéral, le tourteau de tournesol présente un meilleur équilibre phosphocalcique que tous les autres tourteaux. Sa **digestibilité** est également supérieure.

BIBLIOGRAPHIE DU CHAPITRE VIII

- CAUDERON (Y.). 1965. — Analyse cytogénétique d'hybrides entre *Helianthus tuberosus* et *H. annuus*. Conséquences en matière de sélection. *Ann. Amél. Pl.*, 15, 3, 243-261.
- C.E.T.I.O.M. — Le Tournesol. *C.E.T.I.O.M.*, n^{os} 22, 25, 26, 28, 30, 32, 34, 39.
- LECLERCQ (P.). 1966. — Une stérilité mâle utilisable pour la production d'hybrides simples de tournesol, *Ann. Amél. Pl.*, 16, 2, 135-144.
- LECLERCQ (P.). 1969. — Une stérilité mâle cytoplasmique chez le tournesol, *Ann. Amél. Pl.*, 19, 2, 99-106.
- LECLERCQ (P.). 1970. — Le tournesol hybride. *Cultivar*, no 19, 3-5.
- LECLERCQ (P.). 1971. — La stérilité mâle cytoplasmique du tournesol. I. Premières études sur la restauration de la fertilité. *Ann. Amél. Pl.*, 21, 1, 45-54.
- PIQUEMAL. 1968. — Recherche de la structure du rendement en grains du Tournesol; *Ann. Amél. Pl.*, 18, 4, 423-446.
- PRATS (J.). 1970. — Avenir du tournesol. *Bull. Tech. Inf.*, 254, 615-622.
- RADET (E.). 1962. — Étude chimique du tournesol. *Bull. A.F.E.S.*, 5, 306-317.

CHAPITRE IX

PLANTES OLÉAGINEUSES DIVERSES

Crucifères

CAMELINE

Camelina sativa Crantz (2 n = 40).

1. LA PLANTE.

C'est une crucifère annuelle à croissance très rapide (floraison en 50-70 jours; maturité en 100 jours). L'autogamie est prépondérante. Les graines sont petites, jaune rougeâtre, renfermant 25 à 35 % d'une huile non comestible ayant des propriétés siccatives, utilisées en savonnerie, peinture.

La plante est rustique, peu sensible au froid, supportant sécheresse et fortes chaleurs.

2. CULTURE.

Le semis se fait d'avril à courant juin, souvent en culture dérobée, sur trèfle incarnat, vesce, pois; à raison de 8-10 kg/ha en lignes espacées de 25-30 cm.

La récolte a lieu quand les tiges sont jaunâtres et les graines jaune-rougeâtre. La cameline ne craint pas l'égrenage.

Les rendements sont de l'ordre de 10 à 15 q/ha.

MOUTARDE BLANCHE.

Sinapis alba (2 n = 24).

1. LA PLANTE.

C'est une crucifère à siliques étalées, hérissées de poils longs, terminées par un bec aplati.

Son développement est *extrêmement rapide* : floraison 36 à 60 ours après le semis; maturité en 90 à 120 jours.

Assez sensible au froid; la plante gèle entre — 4 et — 6° C.

Elle s'accommode de tous les sols; elle vient bien en terres légères, calcaires (Champagne). La graine, jaunâtre, contient 30 à 35 % d'une huile à usages industriels ou alimentaires après raffinage. La graine sert à la préparation de certains condiments.

Elle est surtout cultivée en France comme fourrage vert dérobé ou engrais vert.

2. VARIÉTÉS.

Jusqu'à présent ce sont des variétés de pays ou des sélections étrangères. Depuis 1967, le Catalogue comporte deux rubriques : moutarde blanche oléagineuse : variété `Dialba'; moutarde blanche fourragère : variété `Trialba'.

3. CULTURE.

Le semis se fait d'avril à fin juin sur labour moyen, avec une fumure modérée : 30-75-50.

Il faut 4-5 **kg/ha** de semences à 30-35 cm d'écartement (ou à la volée : 8-10 **kg/ha**).

La récolte se fait à pleine maturité (fin juillet-août). Les rendements sont de : 8-18 **q/ha**.

MOUTARDE BRUNE.

Brassica juncea Czern. et Coss. (2 **n** = 36).

1. LA PLANTE.

C'est une espèce **amphidiploïde**, dont les parents sont la moutarde noire (2 **n** = 16) et la navette (2 **n** = 20). La synthèse en a été effectuée par divers auteurs.

Sa graine sert à la fabrication de moutardes **condimentaires** (interdites en pharmacie).

2. CULTURE.

Sur bonne préparation du sol, on apportera : 40 kg d'azote, 70 kg d'acide phosphorique et 70 kg de potasse.

Semis en avril à 3-5 **kg/ha** à 30-35 cm d'écartement.

Binage et parfois éclaircissage à 15-20 cm sur la ligne.

Récolte dès maturité des premières siliques (risques d'égrenage; mise en moyettes). La moutarde brune est récoltable mécaniquement (8-12 q/ha).

Trois variétés sont actuellement inscrites au Catalogue français : 'Burgonde' (1964), 'Ekla' (1968), 'Picra' (1969).

MOUTARDE NOIRE.

Brassica nigra Koch (2 n = 16)

1. LA PLANTE.

La moutarde noire se distingue de la moutarde blanche par :

- ses siliques petites, glabres, terminées par un bec plus court que les valves;
- ses graines noirâtres petites.

C'est une crucifère à végétation très rapide, qui fleurit 30 à 40 jours après le semis.

2. CULTURE.

Cette espèce n'est pratiquement pas cultivée en France (rendements très faibles, siliques très déhiscentes).

NAVETTE

Brassica campestris var. *oleifera* (2 n = 20)

1. ÉCONOMIE DE LA PRODUCTION.

C'est une culture en régression :

1961	6 150 ha	produisant	59 500 q
1966	5 500 ha	do	52 000 q
1970	3 200 ha	do	30 700 q

La navette fournit une huile comestible, plus appréciée que celle du colza. C'est aussi une plante fourragère extrêmement précoce; éventuellement un engrais vert.

2. LA PLANTE.

C'est une crucifère bisannuelle (navette d'hiver) ou annuelle (navette de printemps). Elle se distingue du colza :

- *au stade 'rosette'* : ses feuilles sont *vert franc*, rudes, *hérissées de poils*;
- *à la floraison* : les fleurs épanouies entourent et *dominent les boutons floraux* (inverse chez le colza)

— à la *maturité* : les siliques sont plus dressées et plus courtes que chez le colza.

La graine un peu plus petite que celle du colza, contient 35 à 42 % d'huile.

La plante est à *fécondation croisée*.

La navette est plus rustique que le colza (meilleure résistance aux semis tardifs et à la sécheresse); mais sa résistance au froid est plus faible.

3. LES VARIÉTÉS.

Ce sont, en quasi-totalité, des variétés de « pays » :

‘ Navette de l'Est ’ ‘ Navette du Centre ’, types « hiver », très précoces, et à petite taille;

‘ Navette Chicon ’, cultivée en hiver dans l'Ouest, à grandes feuilles, entières, non découpées, à tiges très ramifiées : semences soumises à contrôle C.O.C.

‘ Navette de printemps ’ (Navette d'été, de mai), peu productives.

Quelques sélections de navette de printemps sont cependant à mentionner : ‘ Bell ’ (Svalof, 1966), ‘ Étampes ’ (France, 1966).

4. CULTURE.

Elle est analogue à celle du colza d'hiver ou de printemps. Cependant :

— **la navette d'hiver** peut être semée 8 à 15 jours plus tard que le colza (courant septembre) et être récoltée un peu plus tôt. Rendement en graines plus faibles (15-18 q/ha);

— **la navette de printemps**, a une végétation très rapide (100 jours environ). Elle peut être semée d'avril à juillet pour récolte en graines (6-10 q) ou en fourrages.

Familles diverses

CARTHAME.

Carthamus tinctorius L (2 n = 24)

1. ÉCONOMIE DE LA PRODUCTION.

Originaire du Moyen-Orient, probablement d'Arabie, le carthame (Carthame officinal ou Carthame des teinturiers ou Safran bâtard) a été cultivé autrefois en France et dans le Bassin méditerranéen comme plante tinctoriale et comme oléagineux. Son huile est particulièrement riche en acide linoléique (60 à 80 %). Cependant, c'est une huile siccative, à usage industriel. Le tourteau est de qualité médiocre (20 % de matières azotées).

Après avoir suscité quelque regain d'intérêt durant la dernière guerre, la culture du Carthame a pratiquement disparu aujourd'hui en France.

2. LA PLANTE.

Le carthame (fig. IX-1) appartient à la famille des Composées (ou Astéracées) tubuliflores. C'est une plante annuelle, à tige droite, rameuse à son sommet, de 60 à 80 cm de hauteur.

Les feuilles sont alternes, sessiles, coriaces et *épineuses*.

Les inflorescences sont des capitules terminaux, piriformes, composés de fleurs en tube jaune safran.

Le fruit est un akène tétraédrique irrégulier blanc brillant, de 7 à 8 mm de long, pesant 30 à 50 mg.

L'amande qui représente 40 à 45 % du grain contient de 50 à 55 % d'huile.

Sur le plan écologique, le carthame, pour mûrir ses grains, a des exigences thermiques assez élevées, d'où sa localisation ancienne en régions méridionales. Il présente une bonne résistance à la sécheresse et s'accommode de sols pauvres et caillouteux.

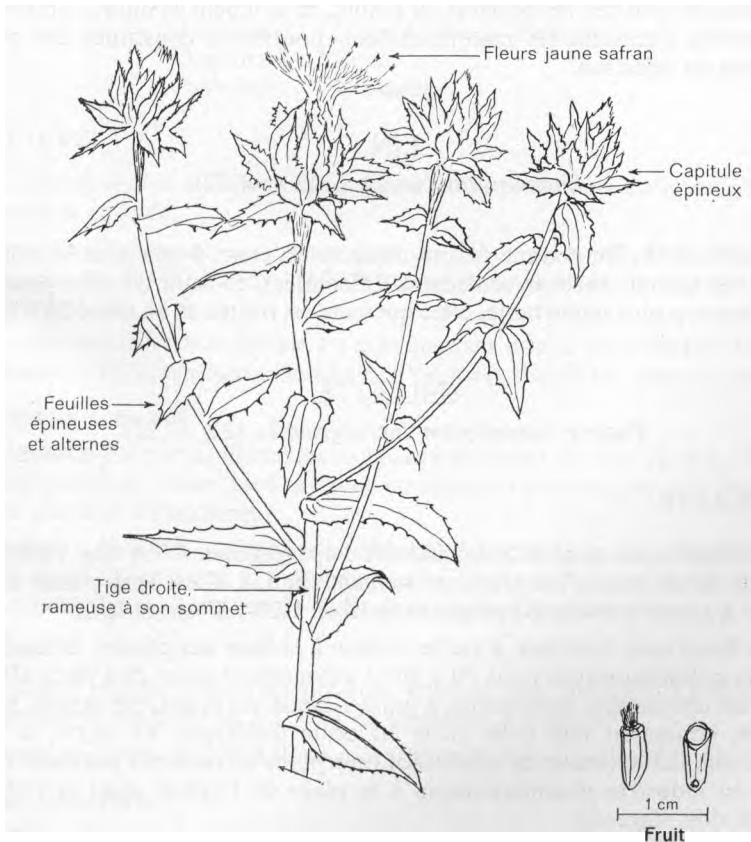


FIG. IX-1. — Caractéristiques morphologiques du carthame.

3. CULTURE.

La durée de végétation du carthame est de l'ordre de 120 jours. Semé début mars, il peut être récolté fin juillet.

On le sème à la dose de 25 kg/ha (50-80 plantes/m²).

Il peut être cultivé comme plante sarclée ou comme plante-abri, pour une luzerne par exemple.

En culture pure, un binage doit être réalisé lorsque la plante atteint 25 à 30 cm.

Les rendements sont de l'ordre de 20 à 25 q/ha de grains, en bonnes conditions; mais peuvent tomber à 5 q. en terres médiocres. Corrélativement, les rendements en huile (20 à 25 % du rendement brut) peuvent atteindre 5 à 600 l/ha mais sont souvent inférieurs.

4. AMÉLIORATION.

L'amélioration des rendements en grains, de la teneur en huile, l'obtention de types inermes (facilitant les manipulations), pourraient constituer des objectifs prioritaires de sélection.

LIN.

Linum usitatissimum L. (2 n = 32).

La culture du lin comme plante oléagineuse étant à peu près la même que celle du lin textile (variétés seulement différentes), et cette dernière tenant une place beaucoup plus importante, cette question est traitée au chapitre XIV (p. 206).

OEILLETTE.

Papaver somniferum var. *nigrum* L. (2 n = 22).

1. LA PLANTE.

L'œillette appartient à la famille des Papavéracées. C'est une variété botanique du Pavot somnifère (*Papaver somniferum* L.). C'est une plante herbacée annuelle à racine pivotante atteignant environ 1,20-1,50 m de haut.

Les fleurs sont blanches, à tache violette à la base des pétales. Selon MORICE (1967), la pollinisation est pour 70 à 80 % autogame et pour 20 à 30 % allogame. Le fruit est une capsule déhiscente, à graines bleues ou grises, très petites, finement réticulées, contenant une huile riche en acide linoléique. En outre, la capsule contient une faible teneur en alcaloïdes (morphine et codéine) justifiant leur utilisation en industrie pharmaceutique à la place de l'opium dont la production mondiale doit régresser.

Des travaux de sélection en vue d'améliorer le rendement en capsules et leur teneur en morphine sont poursuivis en France (I.N.R.A.).

Une culture d'œillette.

Photo S.P.I.E.A.



2. VARIÉTÉS.

Les variétés sont des populations pour la plupart d'origine étrangère :

Allemagne : 'Mahndorfer', 'Peragis';

Danemark : 'Luna';

Pays-Bas : 'Nordster'.

3. CULTURE.

L'œillette (pavot à huile) a été cultivée dès la plus haute antiquité en Europe, en Égypte et en Inde.

Son développement en France date du début du XVIII^e siècle. Après avoir atteint près de 48 000 ha en 1862, cette culture n'a cessé de régresser jusqu'à abandon total en 1939.

La seconde guerre mondiale l'a quelque peu remise en honneur. On cultive actuellement (1970) quelques centaines d'hectares d'œillette chaque année.

1. Préparation du sol.

L'œillette est particulièrement exigeante du point de vue du sol : il lui faut une terre profonde, saine, bien pourvue en éléments nutritifs; ce sera donc le plus souvent une tête d'assolement.

Fumure : 60 à 100 unités/ha d'azote seront apportés en 2 applications (40 kg avant le semis, 60 kg avant la montaison); 60 à 70 kg de P_2O_5 , apportés sous forme de superphosphate, et autant de K_2O sous forme de chlorure.

2. Semis.

Il faut le réaliser le plus tôt possible, entre le 10 et 20 mars (l'œillette résiste bien aux gelées tardives), à 2 à 3 kg de semences à l'hectare.

Semis en lignes, à 0,30-0,40 m d'écartement, *très superficiel* (1 cm)

3. Soins d'entretien.

Il faut effectuer des binages très soignés, puis un éclaircissage au stade de 3-4 feuilles, à 20-25 pieds au mètre linéaire pour un écartement entre ligne de 35 à 40 cm.

4. Parasites.

Ce sont les vers blancs, le puceron noir, les **ceuthorhynques** et les mulots pour les animaux; le mildiou, l'**helminthosporiose** parmi les parasites végétaux.

5. Récolte.

Elle doit s'effectuer lorsque les graines sont devenues libres à l'intérieur de la capsule (capsules brunes et cassantes, tiges desséchées).

— **Récolte manuelle** : Elle exige environ 110 heures de main d'œuvre par hectare; aucune perte.

— **Récolte mécanique** :

En région humide (Hollande), *la récolte a lieu en deux temps* : mise en moyettes, puis battage à la moissonneuse-batteuse;

En région sèche : moissonnage-battage direct. Capsules et graines seront séparées par **tararage**.

— *Rendements* : Ceux-ci sont de l'ordre de 10 à 15 q à l'hectare de graines contenant 35 à 45 % d'huile, et de 4 à 6 q de capsules contenant de 2 à 3 % de morphine.

BIBLIOGRAPHIE DU CHAPITRE IX

- DUMONT (G.). 1961. — La récolte de l'œillette. *Journée Inf. Oléagineux climats tempérés C.E.T.I.O.M.*, 176-181., X. 1964. — Cultivez l'œillette. *Doc. Francopavot*. 7 p.



Œillette à maturité.

Photo INRA

TROISIÈME PARTIE

LES RACINES ET TUBERCULES

CHAPITRE X

BETTERAVE

Beta vulgaris L. (2 n = 18).

I. HISTORIQUE DE LA CULTURE.

1. HISTORIQUE DE LA CULTURE.

La culture de la betterave remonterait au vie ou v^e siècle avant l'ère chrétienne, les Grecs et les Romains la désignaient d'un vocable étranger à leur langue, ce qui prouverait qu'elle était déjà connue des premiers occupants du sol de la zone méditerranéenne. Ils en utilisaient les feuilles et les racines comme légume et en extrayaient par cuisson un jus sucré qui, concentré, donnait un sirop ou « miel végétal ». Cette utilisation continua pendant le Moyen-Age. Les auteurs de cette époque décrivent surtout une plante à racine blanche et charnue mais aussi des betteraves légumières de couleur jaune et rouge.

Vers la fin du xviii^e siècle, la betterave était communément cultivée comme fourrage. C'est à cette époque (1786), que L. de **VILMORIN** introduit d'Allemagne la betterave « disette », qui favorisa l'extension de la culture de la betterave fourragère, notamment dans l'ouest de la France.

Bien que le sucre ait été extrait de la betterave dès l'Antiquité, sous forme de sirop, ce n'est qu'en 1747 qu'un chimiste allemand MARGGRAF, directeur du laboratoire de chimie de l'Académie des Sciences de Berlin parvient à l'obtenir à l'état solide. Son procédé ne fut cependant industrialisé que 50 ans plus tard, par le physicien et chimiste allemand, d'origine française, ACHARD. Avec l'aide du roi de Prusse, celui-ci construisit en 1802, à **Kürnen** sur Oder, en Silésie, la première sucrerie de betterave, utilisant la variété locale, la *Blanche de Silésie*.

C'est alors que NAPOLÉON pour remédier à la rareté du sucre de canne consécutive au Blocus Continental, fit monter à Passy, en 1811, une usine où fut fabriqué

pour la première fois, du sucre de betterave dans des conditions satisfaisantes de rendement et de prix. En 1824, 200 fabriques produisaient en France, annuellement, 3 000 tonnes de sucre; vers 1840, la production mondiale de sucre de betterave était d'environ 1 200 000 tonnes et en 1890 de 3 640 000 tonnes, devançant largement celle du sucre de canne (2 600 000 tonnes).

Comme on pouvait le prévoir, une concurrence très vive s'établit rapidement entre le sucre européen et le sucre de canne. Les rendements en sucre sans cesse croissants de la canne à sucre, associés au bas prix de la main-d'oeuvre, auraient dû éliminer très rapidement la betterave sucrière. Mais :

— la nécessité pour les pays européens de satisfaire au moins une fraction de leurs besoins et ceux de leurs colonies avec du *sucre européen* (limitation des sorties de devises);

— le rôle fondamental joué, par ailleurs, par la betterave dans l'élévation du *niveau de fertilité des sols*, dans *l'intensification* des assolements (remplacement de la jachère), dans l'amélioration de *l'alimentation* animale, ont, au travers de nombreuses vicissitudes économiques et politiques, permis à la culture et à l'industrie de la betterave sucrière de s'implanter définitivement en Europe, puis au Nouveau Monde. En 1880, on en cultivait en France 220 000 ha; en 1938 : 320 000 ha; en 1970 : 401 000 ha.

II. ÉCONOMIE DE LA PRODUCTION.

A. LA BETTERAVE DANS LE MONDE.

La betterave est une plante de *climat tempéré frais*. Sa culture fourragère ou industrielle, est, pour cette raison, surtout répandue en Europe, en Russie et en Amérique du Nord (U.S.A.) et est particulièrement prospère entre le 47° et 54° de latitude nord. Ailleurs, elle n'est guère possible qu'en culture *irriguée*.

1. **La betterave sucrière** (tableau X-1) est cultivée principalement en Europe (première région productrice) et en Russie. Hors d'Europe, les Etats-Unis sont les principaux producteurs (superficies voisines de celles de la France).

La surface totale consacrée dans le monde à la betterave sucrière est en constante extension. De 6 120 000 ha en 1959 elle est passée à 7 688 000 ha en 1970. Sur une production de sucre (canne et betterave) s'élevant en 1970-1971 72 865 000 tonnes, le sucre de betterave représentait près de 30 millions de tonnes soit 41 de la production totale (tableau X-2).

Les rendements les plus élevés (plus de 5 t/ha de sucre) sont obtenus en Europe de l'ouest (Belgique et Pays-Bas surtout) ainsi qu'en Amérique (Californie) grâce à l'irrigation.

Il est remarquable de constater que, face aux rendements bien supérieurs en canne à sucre (plus de 10 tonnes/ha/an de sucre) et à des coûts plus faibles de culture de cette dernière, la production de sucre de betterave a progressé très parallèlement depuis le début du siècle à celle du sucre de canne (fig. X-1).

TABLEAU X-1. — La Betterave sucrière dans le Monde
(D'après statistiques F.A.O.)

	SUPERFICIES (MILLIERS D'HECTARES)				
	1948-49 1952-53	1964-65	1966-67	1968-69	1969-70
Europe	2 357	3 131	2 940	3 006	2 989
France	387	425	295	404	401
Belgique	59	64	78	90	90
Pays-Bas	52	79	92	104	103
Allemagne-Ouest	192	327	294	290	295
— Est	209	230	211	204	192
Grande-Bretagne	168	179	179	187	184
Italie	168	231	298	306	291
U.R.S.S.	1 426	4 107	3 803	3 560	3 384
Amérique du Nord et Centrale	331	606	503	603	655
Amérique du Sud	4	35	35	48	45
Asie	101	343	341	363	348
Afrique	—	12	20	31	39
Monde entier	4 260	8 424	7 862	7 831	7 688
	PRODUCTION (MILLIERS DE TONNES)				
	1948-52	1964-65	1966-67	1968-69	1969-70
Europe	59 058	101 950	104 371	114 854	
France	10 790	16 241	12 889	17 557	17 928
Belgique	2 134	3 114	2 858	4 450	4 400
Pays-Bas	2 598	3 876	3 645	5 128	5 002
Allemagne-Ouest	6 341	13 384	12 705	14 081	13 391
— Est	5 318	6 003	6 611	6 998	4 856
Grande-Bretagne	4 525	6 318	6 599	7 118	6 034
Italie	4 671	7 966	11 259	11 457	1 051
U.R.S.S.	19 050	81 171	74 037	94 340	71 158
Amérique du Nord et Centrale	10 598	22 395	19 511	23 879	26 140
Amérique du Sud	53	1 058	1 148	1 628	1 471
Asie	1 554	7 705	8 521	1 014	9 648
Afrique	3	241	465	831	1 007
Monde entier	90 672	218 353	212 553	251 521	219 595

Plusieurs arguments justifient, en effet, le sucre de betterave :

— Les régions à rendements très élevés en canne ne produisent pas plus de 5 % du tonnage mondial et les possibilités d'extension de ces zones sont très limitées. La majorité des rendements se situent dans des classes identiques à celles de la betterave (2,5 à 7,5 t/ha/an).

— Là où les deux cultures coexistent (États-Unis, par ex.), les coûts de production sont assez comparables, et aucune des deux cultures ne peut supplanter l'autre.

TABLEAU X-2. — *La production mondiale de sucre en 1970-1971 (1 000 to (d'après statistiques F.A.O.)*

	BETTERAVE	CANNE	TOTAL
Europe	14 563	52	14 511
France	2 603	—	2 603
Belgique	580	—	580
Pays-Bas	675	—	675
Allemagne-Ouest	2 036	—	2 036
— Est	489	—	489
Grande-Bretagne	978	—	978
Italie	1 209	—	1 209
U.R.S.S.	9 293	—	9 293
Amérique du Nord et Centrale	3 330	14 004	17 334
Amérique du Sud	265	9 287	9 552
Asie	1 640	9 787	11 427
Chine Continentale	800	2 350	3 150
Afrique	60	4 565	4 625
Océanie	—	2 921	2 921
Monde entier	29 899	42 966	72 865

— Le prix de vente du sucre sur le marché mondial est très artificiel, et ne porte que sur 10 à 20 % de la production totale. De nombreux contrats internationaux de vente sont traités sur des bases plus élevées. Ils sont alors comparables pour les deux productions.

— L'augmentation de la consommation moyenne de sucre par tête est régulière dans la plupart des pays (1 à 2 % par an, en France). De ce seul fait, la production mondiale de sucre devrait doubler d'ici 20 ans. D'autre part, dès à présent, la production mondiale de sucre serait très **insuffisante** pour satisfaire les besoins du tiers-monde si celui-ci disposait des devises nécessaires à ces achats.

Une production importante, en Europe notamment, de sucre de betterave demeure donc justifiée; il est très probable que les deux productions, canne et betterave, continueront de progresser parallèlement, et de contribuer au développement agricole et économique de deux zones climatiques différentes.

2. **La betterave fourragère** est particulièrement cultivée, hors de France, en Allemagne, Angleterre, Belgique, Pays-Bas, Scandinavie et U.R.S.S.

Aliment très énergétique (0,90 UF/kg de matière sèche), et très **appétent**, la betterave fourragère constitue, avec le foin, la base de l'alimentation hivernale traditionnelle des bovins. Toutefois, en raison de son coût de production plus élevé que celui d'autres fourrages (prairies, maïs), cette culture tend à régresser dans la plupart des pays européens.

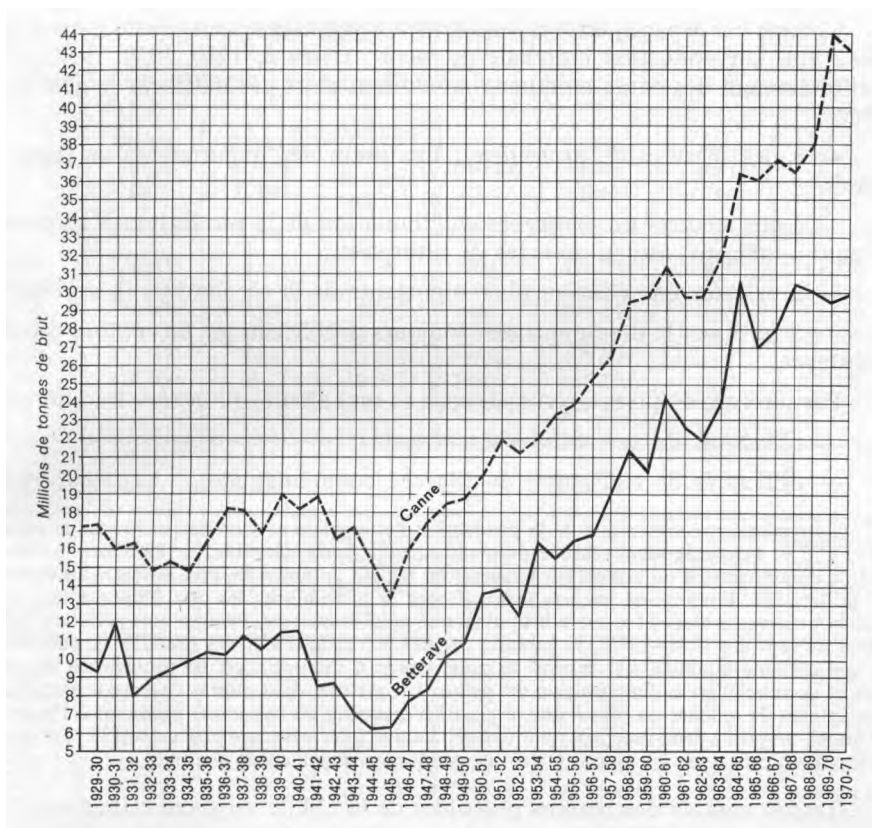


FIG. X-1. — Production mondiale de sucre de betterave et de sucre *de canne* (d'après F.A.O.).

B. LA BETTERAVE EN FRANCE.

1. LA BETTERAVE SUCRIÈRE.

Les surfaces cultivées en France en betterave sucrière (Tableau X-3) étaient de l'ordre de 250 000 ha vers 1900, de 300 000 ha pendant la décennie 1930-40, et ont oscillé autour de 400 000 ha de 1960 à 1970. Parallèlement, les rendements en racines et en sucre par hectare ont notablement progressé (fig. X-2). Il en résulte que la production s'est accrue considérablement : 7 millions de tonnes de racines en 1938; 11 millions de tonnes en 1955 et 17 à 18 millions de tonnes depuis 1968.

Cette culture demeure surtout localisée dans le Nord de la France et le Bassin parisien. Les départements de l'Oise, de la Somme, du Nord, du Pas-de-Calais, totalisent 64 % des cultures avec des rendements moyens de 36 à 38 tonnes de racines à l'hectare. La quasi totalité de la production est fournie par neuf départements.

Comme par le passé, cette culture demeure périodiquement sujette à des crises, liées à une surproduction mondiale de sucre : crises de 1930, 1938, 1952, 1965. L'effondrement des cours mondiaux conduisent alors généralement le gouvernement :

- à des mesures de *protection* : limitation des importations de sucre de canne;
- à des mesures de *contingement* : limitation de la production à un certain niveau — objectif, assorti de taxes de résorption;
- à orienter une fraction plus importante de la récolte vers la *distillation*;
- à *favoriser* le développement toujours problématique de *cultures de remplacement*.

Par surcroît, d'autres facteurs de crise se sont ajoutés au facteur traditionnel :

- réduction de nos débouchés africains;
- difficultés de réalisation du Marché communautaire.

L'organisation économique de la production betteravière et sucrière, en France et au sein de la C.E.E. s'est cependant réalisée progressivement. Après adoption, en 1966, par le Conseil de la Communauté, d'un accord sur le sucre, un régime uniforme de prix est entré en vigueur le 1^{er} juillet 1968. Il comporte un *prix indicatif* pour le sucre blanc, des prix d'intervention et de seuil pour le sucre blanc et le sucre brut ainsi que pour la mélasse. Pendant une période d'adaptation de sept ans (1968-1975), la garantie de prix et l'écoulement des produits ne concernent qu'une certaine quantité. Un régime de prélèvement à l'importation en provenance des pays tiers et de restriction à l'importation est prévu. Un système de « quotas de base » permet aux producteurs de toucher un prix « gras » pour les quantités de betteraves produites à l'intérieur du quota, un prix « demi-maigre » pour une production inférieure au « plafond » (135 % du quota de base), un prix « maigre » pour la part de production dépassant le plafond.

Tenant compte des besoins probables de la C.E.E. en sucre raffiné en 1975, besoins estimés à 6 700 000 tonnes des possibilités d'exportations vers les Pays tiers, on a pu estimer (préparation du 6^e Plan) que la production française de sucre (la plus importante de l'Europe des six), pourrait atteindre 3 400 000 tonnes en 1975, dont 600 000 pour les départements d'outre-mer. Cette production correspondrait à une superficie métropolitaine en betterave de l'ordre de 480 000 hectares.

2. LA BETTERAVE FOURRAGÈRE.

Cultivée sur 8 à 900 000 ha jusqu'en 1955, la betterave fourragère a accusé depuis lors une régression régulière des surfaces; moins de 500 000 ha en 1970. Les causes principales en sont :

- le prix de la *main-d'œuvre* de plus en plus élevé (UF très chères);
- l'intensification de la production fourragère axée sur le développement de l'herbe pâturée (UF les moins chères) et de l'ensilage (herbe, maïs).

La régression des emblavures ne s'est pas cependant accompagnée d'une diminution parallèle de production : la venue en culture, à partir de 1955, des variétés « danoises » à haute teneur en matière sèche, a élevé très notablement les rendements (de 1 500 à 2 000 UF/ha) compensant ainsi la diminution des surfaces.

TABLEAU X-3. — *La Betterave en France*I. *La betterave sucrière.*

ANNÉES	SUPER-FICIES (ha)	RENDEMENTS (t/ha)	PRODUCTION (milliers de t)	ANNÉES	SUPER-FICIES (ha)	RENDEMENTS (t/ha)	PRODUCTIONS (milliers de t)
1881..	220 000	—	—	1960..	428 000	44,5	19 020
1913..	301 000	—	—	1965..	395 300	42,9	16 961
1938..	320 000	25,0	7 085	1966..	295 400	43,6	12 889
1946..	250 000	26,5	6 626	1967..	313 500	40,7	12 769
1950..	395 000	34,4	13 575	1968..	403 600	43,5	17 557
1955..	375 000	29,3	10 977	1969..	401 200	44,7	17 928
				1970..	409 200	42,6	17 435

II. *La betterave fourragère*

ANNÉES	SUPER-FICIES (ha)	RENDEMENTS (t/ha)	PRODUCTIONS (milliers de t)	ANNÉES	SUPER-FICIES (ha)	RENDEMENTS (t/ha)	PRODUCTIONS (milliers de t)
1882..	795 000	—	—	1960..	765 500	61,1	46 780
1929..	820 000	—	—	1965..	649 400	56,1	36 437
1938..	976 800	38,3	37 434	1966..	628 000	57,3	35 970
1946..	804 100	36,5	29 313	1967..	588 400	54,7	32 211
1950..	848 400	45,8	38 881	1968..	537 400	60,8	32 691
1955..	840 100	39,6	33 264	1969..	487 600	55,0	26 808
				1970..	460 800	54,8	25 201

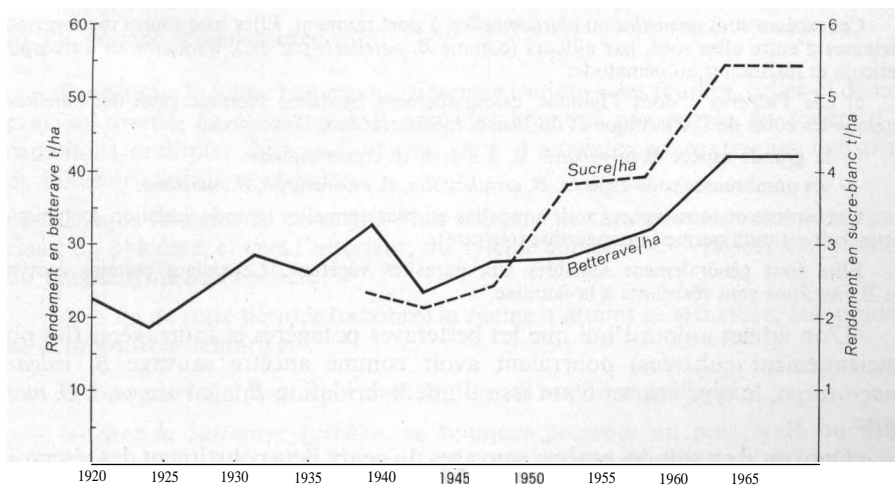


FIG. X-2. — Évolution des rendements moyens en betterave et en sucre blanc, par hectare en France.

L'Ouest et notamment les quatre départements bretons (106 000 ha en 1968, soit 19 % des surfaces et de la production) constitue la principale région de culture.

Aujourd'hui grâce aux récents progrès de la sélection, le potentiel de production en unités fourragères de la betterave est probablement le plus *élevé de toutes les espèces fourragères de la zone tempérée* (plus de 15 000 UF/ha consommables par l'animal).

III. LA PLANTE.

A. CARACTÈRES BOTANIQUES.

1. Place dans la classification botanique. Origine génétique de la betterave.

La betterave appartient à la famille des *Chénopodiacées*, au genre *Beta*, espèce *vulgaris* à $2n : 18$ chromosomes.

Le genre *Beta* comprend 3 groupes principaux d'espèces :

a) *Les Corollinae* : dont le centre de dispersion est l'Asie Mineure, forment le groupe oriental. Il comprend des espèces à :

$2n = 18$ chromosomes, *Beta lomatogona*;

$2n = 36$ chromosomes, *Beta corolliflora*;

$2n = 54$ chromosomes, *Beta trigyna*.

Toutes ces espèces sont *vivaces et continentales* (steppes de l'Anatolie, alt. : 1 100 m); *Beta lomatogona* est à fruit monogème¹, les autres étant à fruits composés (multigermes).

b) *Les Patellares* : dont l'habitat essentiellement maritime s'étend des îles du Cap Vert au sud de l'Espagne (côte atlantique) forment le groupe occidental et méridional. Il comprend 1 des espèces à $2n = 18$ chromosomes : *Beta patellaris*, *B. procumbens*, *B. Webbiana*.

Ces espèces sont *annuelles* ou *pluriannuelles*, à port rampant. Elles sont toutes monogermes; certaines d'entre elles sont, par ailleurs (comme *B. patellaris* par ex.), immunes au *Cercospora beticola* et résistantes au nématode.

c) *Les Vulgares* : dont l'habitat, essentiellement maritime (comme celui des *Patellares*) englobe les côtes de l'Atlantique et du Bassin méditerranéen. Il comprend :

— la grande espèce *Beta vulgaris* L. à $2n = 18$ chromosomes;

— ses nombreuses sous-espèces, *B. atriplicifolia*, *B. macrocarpa*, *B. maritima*.

Ces espèces et sous-espèces sont *annuelles* ou *pluriannuelles* (grande variation écotypique). Leur fruit est multigème (*monogermie* très rare).

Elles sont généralement sensibles aux parasites végétaux. Cependant certains écotypes de *B. maritima* sont résistants à la jaunisse.

L'on admet aujourd'hui que les betteraves potagères et fourragères (les plus anciennement cultivées) pourraient avoir comme ancêtre sauvage *B. vulgaris macrocarpa*, le type sucrier étant issu d'une hybridation *B. macrocarpa* x *B. maritima*.

Quoi qu'il en soit, les espèces sauvages du genre *Beta* constituent des réservoirs de gènes du plus haut intérêt pour l'amélioration de la betterave.

1. Le terme « monocarpe » serait plus exact que « monogermie », cependant consacré par l'usage.

2. CYCLE DE DÉVELOPPEMENT ET CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES.

D'après BOUILLENNE, KRONACHER et de ROUBAIX (1940), trois périodes principales peuvent être distinguées dans le cycle de développement de la betterave :

- *la période juvénile*, allant de la germination au stade « 16 feuilles » ;
- *la période d'adolescence*, allant du stade «16 feuilles» au stade «40 feuilles»
- *la période de maturation* ou de reproduction sexuée.

a) La période juvénile.

Celle-ci comprend elle-même trois phases :

a) Une phase de différenciation des tissus primaires s'étendant de la germination au stade 2 feuilles vraies. La germination est épigée; sitôt sortie du sol les cotylédons verdissent, puis les deux premières feuilles se développent. La jeune racine et l'axe hypocotylé ont une structure essentiellement primaire.

b) Une phase de différenciation des tissus secondaires, allant du stade « 2 feuilles » au stade « 6 feuilles ». Les premières radicelles apparaissent au cours de cette phase.

c) Une phase de décortication et protubérisation du stade « 6 feuilles » au stade « 16 feuilles ». Un bois tertiaire se forme dans la racine à partir d'une première assise cambiale entourant la région centrale de structure primaire et secondaire : c'est le *début de tubérisation* de la racine.

Celle-ci pénètre comme un coin dans l'axe hypocotylé qu'elle déchire. C'est une phase particulièrement *critique* pour la plante.

Parallèlement les feuilles se différencient (insérées suivant une hélice sur l'axe épicotylé) et le sucre commence à s'accumuler dans la jeune racine.

b) La période d'adolescence.

Tandis que la jeune betterave différencie toujours des feuilles, celles-ci demeurant en rosette, la racine grossit considérablement par entrée en fonction de cambiums multiples différenciant une série d'anneaux concentriques constitués de faisceaux cribro vasculaires.

Chaque faisceau est constitué d'un segment de cambium formant vers l'extérieur, du phloème, et vers l'intérieur, du xylème constitué de vaisseaux noyés dans un parenchyme saccharifère.

A la fin de cette période (octobre) la racine a atteint sa structure, son poids et sa composition définitive.

Le bouquet foliaire comporte 40 feuilles; il est dit « préfloral » :

— *chez la betterave sucrière*, ce bouquet présente un port étalé ou demi-étalé; les limbes foliaires sont très gaufrés; le rapport feuilles _{racines} atteint ou dépasse souvent 25 % en poids frais;

— *chez la betterave fourragère*, le système foliaire est plus dressé; les limbes plats ou peu gaufrés; le rapport $\frac{\text{feuilles}}{\text{racines}}$ est généralement inférieur à 25 %.

Le collet : Ces feuilles s'insèrent sur le *collet* représentant l'axe épicotylé hypertrophié de la plante. L'axe hypocotylé a pratiquement disparu, coincé entre l'axe épicotylé et la racine vraie.

— *Chez la betterave sucrière*, le collet est peu développé : il ne représente généralement que 4 à 5 % du poids frais. Il est situé au niveau du sol, sa partie supérieure est aplatie, il est généralement verdâtre.

— *Chez la betterave fourragère* le collet est plus important (jusqu'à 7 % du poids frais), situé nettement au-dessus du sol, facilitant beaucoup l'arrachage; il est grisâtre, verdâtre, rose ou rougeâtre.

La racine proprement dite :

— *chez la betterave sucrière*, la racine a une forme conique et présente un sillon longitudinal très marqué, délimitant une zone particulièrement riche en sucre (sillon saccharifère). La peau est blanche ou grise, rugueuse. La chair est blanc mat, à petites cellules. La teneur en matière sèche peut varier de 20 à 25 %; la teneur en sucre de 15 à 19 % du poids frais des racines;

— *chez la betterave fourragère*, la racine a une forme allongée ovoïde ou cylindrique, le sillon est absent ou peu marqué. La peau est lisse; blanche à fortement colorée (jaune, rose, rouge, violacée). La chair est blanche ou veinée de rose, à grandes cellules.

La teneur en matière sèche peut varier de 9 à 22 %.

c) La période de maturation ou de reproduction sexuée.

La betterave cultivée est bisannuelle. Cette période n'est donc atteinte qu'en 2^e année.

Au cours de cette phase, la tige jusque-là demeurée court-nouée (rosette végétative) s'allonge puis fleurit et fructifie; deux ou trois tiges secondaires peuvent également se développer.

Chaque tige peut atteindre 1,50 m de haut, et porte des feuilles oblongues, plus ou moins largement pétiolées.

A l'aisselle de chaque feuille, part une inflorescence en épi très allongé.

Les fleurs, de type 5, hermaphrodites, sont groupées par 3 à 5; leurs calices se soudent progressivement en une seule masse plus ou moins **sclérenchymateuse**, formant ultérieurement le glomérule (fruit composé).

En raison d'une maturité des étamines plus précoce que celle du pistil (**dichogamie** protandre) accompagnée d'une autostérilité, la *fécondation croisée*, par le vent principalement, est de règle.

Les fruits (un par fleur) sont entourés d'une coque non adhérente les protégeant contre les accidents parasitaires et leur servant de régulateur d'humidité à la germination.

Leur groupement par 3 à 5, forme *le glomérule* (désigné communément « graine de betterave »).

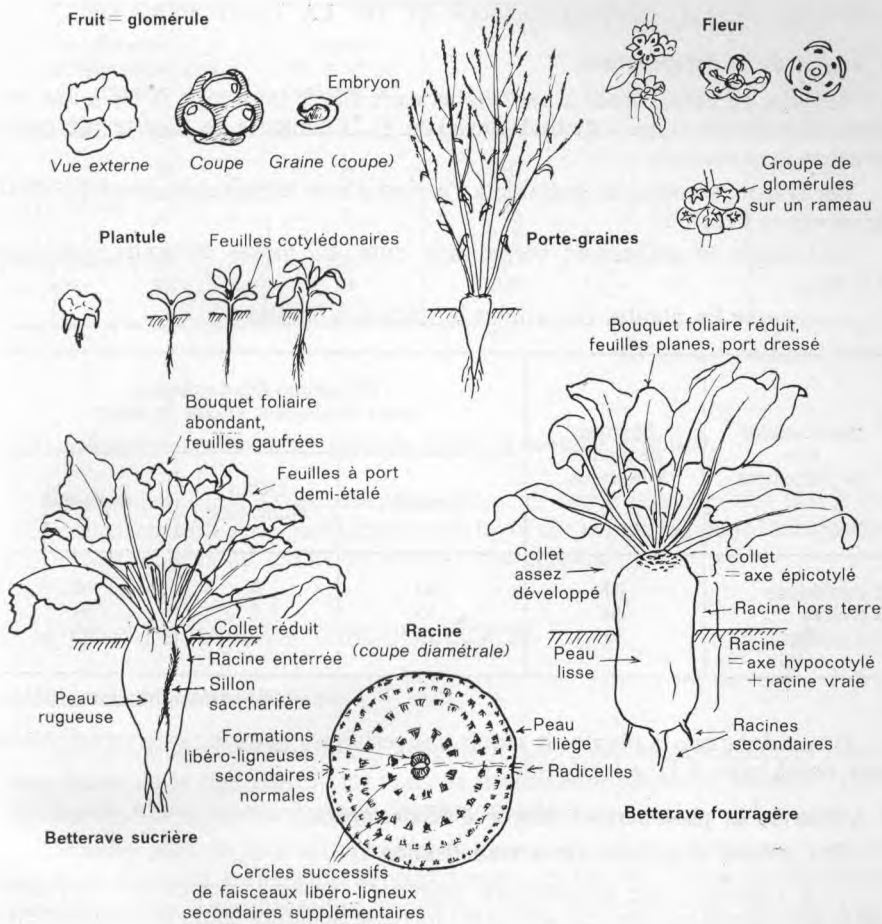


FIG. X-3. — Le cycle du développement de la betterave.

B. PHYSIOLOGIE DU DÉVELOPPEMENT.

Dès les premiers travaux sur le photopériodisme, la betterave cultivée a été citée parmi les plantes de *jour long par* GARNER et ALLARD (1920) puis par MUNERATI (1924).

D'autre part, dès 1918, SHAW a montré que les *températures relativement basses* (2 à 10° C) déclenchaient la montée à graines chez la betterave cultivée.

Depuis lors, divers travaux, notamment, ceux effectués en France par MARGARA (1960) ont permis de préciser :

- l'action respective de la *vernalisation* et de la *photopériode* dans le déterminisme de l'*élongation caulinaire* et de la *floraison*;
- l'action de l'*acide gibberellique* sur ces deux mêmes phénomènes.

1. EFFETS DE LA VERNALISATION ET DE LA PHOTOPÉRIODE.

a) **Action de la température.**

Soumise en permanence à une température élevée (moyenne 20° C.), une betterave bisannuelle (type ' Klein Wanzleben E. ') demeure en *rosette végétative*, même en jour continu.

Par contre, soumise au préalable à l'action d'une température basse (4- 5° C) elle monte et fleurit :

— lorsque le traitement vernalisant dure au moins 30 jours (optimum 60 jours);

— lorsque les plantes ont atteint le stade « 6 feuilles » :

Stade atteint lors du traitement	Nombre de plantes observées	Proportion (%) de plantes ayant finalement atteint le stade		
		Rosette	Début élongation	Floraison
2 cotylédons	20	100	0	0
2 feuilles	20	65	5	30
5-6 feuilles	20	25	0	75

(D'après J. Margara, 1964.)

Il faut donc que la plante ait acquis une certaine « maturité » de vernalisation, assez postérieure à la germination.

b) **Action de la photopériode (durée d'éclairement).**

Des plantes soumises, **après vernalisation** :

— à l'action d'une *photopériode courte* (8 heures), demeurent *végétatives* si elles se trouvent en serre chaude (20°); forment quelques fleurs puis reviennent à l'état végétatif — rosette perchée terminale — lorsqu'elles sont cultivées à l'extérieur;

— à l'action du *jour naturel* ou d'un *éclairage continu*, montent et fleurissent normalement;

— à l'action d'un *éclairage continu* puis d'une *photopériode courte*; fleurissent en jour court mais forment ensuite une rosette perchée terminale, si le traitement « jour long » a duré moins de 30 jours. Cette aptitude à faire retour à l'état de rosette végétative sous l'action des photo-périodes courtes, est l'une des particularités de *B. vulgaris*;

— à l'action d'une *photopériode courte* puis du *jour continu*, fleurissent en jour long, ou demeurent végétatives suivant le nombre de photopériodes courtes reçues.

Puisque, après *vernalisation complète*, les betteraves soumises à un nombre suffisant de photopériodes courtes (60 au minimum) demeurent *végétatives en jour long*, on peut dire que les jours courts provoquent non seulement le retour à l'état végétatif, mais la *dévernalisation*.

NOMBRE DE PHOTOPÉRIODES COURTES	NOMBRE DE PLANTES OBSERVÉES	STADE FINAL ATTEINT (% PLANTES)		
		Rosette	Rosette perchée	Floraison
Jour court 29	5	20	0	80
à l'extérieur 60	5	0	60	40
96	5	0	100	0
Jour court 1 55	10	80	0	20
en serre { 99	10	100	0	0

(D'après J. Margara, 1964.)

c) Conséquences culturales : date du semis et montée à graine.

Les températures basses rencontrées par les semis précoces (fin mars) vont, si leur durée est suffisante (printemps froid) favoriser la montée, dans l'année même, d'une fraction plus ou moins importante des plantes.

2. ACTION DE L'ACIDE GIBBERELLIQUE.

a) Sans vernalisation préalable.

Les traitements gibberelliques effectués provoquent un allongement relativement faible de la tige (10-15 cm) mais ne déclenchent jamais la *floraison*, (même aux fortes doses), quelle que soit la photopériode.

D'autre part, ce sont les plus jeunes plantes (stade « cotylédons ») qui réagissent le plus aux traitements gibberelliques, les plantes âgées, au contraire, y sont insensibles. La gibberelline provoque donc seulement *l'un des effets* de la vernalisation et n'agit pas au même stade.

b) Après vernalisation.

— quelle que soit la photopériode (8 h, naturel, 24 h), l'acide gibberellique provoque ou accroît *l'allongement caulinaire*;

— en jour continu, l'élongation est cependant *beaucoup plus forte* qu'en jour court (95 cm contre 24 cm en moyenne) ce qui n'était pas le cas sur plantes non vernalisées;

— l'effet de l'acide gibberellique est important lorsque les plantes sont encore *en rosette*; il est faible ou nul ultérieurement;

— en jour court, les traitements gibberelliques ne provoquent *pas la floraison* des plantes vernalisées : *la gibberelline ne peut donc remplacer l'effet des jours longs*; cependant l'acide gibberellique peut faire reflleurir des plantes vernalisées dont la floraison avait cessé sous l'action des jours courts.

3. CONCLUSIONS.

Chez *Beta vulgaris*, l'allongement de la tige *n'entraîne pas nécessairement* la floraison.

Il n'est pas possible, également, de penser que l'allongement caulinaire et la floraison résultent respectivement de la vernalisation et des photopériodes longues.

Enfin, l'acide gibberellique ne peut suppléer ni à *l'action du froid*, ni à celle des *jours longs*, il agit essentiellement en *interaction avec ces* deux effets, suivant des mécanismes non élucidés.

C. ÉCOLOGIE DE LA CROISSANCE.

1. TEMPÉRATURE.

La germination débute aux environs de $+ 5^{\circ}\text{C}$; pratiquement donc, une température de l'ordre de $+ 8^{\circ}\text{C}$ dans le sol sera requise pour les semis.

Pour les différentes phases de la végétation, les sommes de températures généralement admises sont les suivantes.

Semis-levée : 125°C (levée en 15 jours pour semis fin mars).

Levée-récolte (fin de la 1^{re} année) : $2400\text{-}2800^{\circ}\text{C}$ (environ 200 jours).

Levée-graine (1^{re} et 2^e année) : $3900\text{-}4500^{\circ}\text{C}$.

Au stade jeune, la betterave supporte mal les températures inférieures à $+ 4^{\circ}\text{C}$. En semis très précoces, les dégâts dus aux *gelées de printemps* sont donc à craindre.

En automne, par contre, la betterave peut supporter des gelées de $- 5^{\circ}\text{C}$. Durant l'hiver, les racines conservées *en silos* peuvent soutenir sans dommages importants des températures de $- 10^{\circ}\text{C}$ pour les fourragères, de $- 15^{\circ}\text{C}$ pour les sucrières.

Concernant la période de pleine croissance foliaire, l'action de la température serait optimale entre 20° et 28°C , optimum variable avec la variété.

2. LUMIÈRE.

La betterave a d'importants besoins en lumière, notamment lorsque son indice foliaire devient élevé (à plus de 10 feuilles). On a pu montrer (de **ROUBAIX, THOMAS**, 1955) qu'à 28°C , l'activité photosynthétique de la betterave sucrière (mesurée par la dose de CO_2 fixée à l'unité de surface et de temps), croît rapidement jusqu'à environ $5,6 \times 10^4 \text{ ergs/cm /sec}$, soit 14 000 lux (ciel gris), puis de plus en plus lentement. En plein champ, l'intensité lumineuse saturante serait de $47 \times 10^4 \text{ ergs/cm /sec}$ soit 90 000 lux.

Plus précisément, la relation photosynthèse — intensité lumineuse dépend elle-même de la teneur de l'air en CO_2 de telle sorte qu'elle est représentée par une famille de courbes dont chacune correspond à une valeur de concentration de CO_2 . **GAASTRA** (1959), a pu montrer qu'à plus de 0,1 % de CO_2 , on obtient encore un accroissement de l'activité photosynthétique aux fortes intensités lumineuses (fig. X-4).

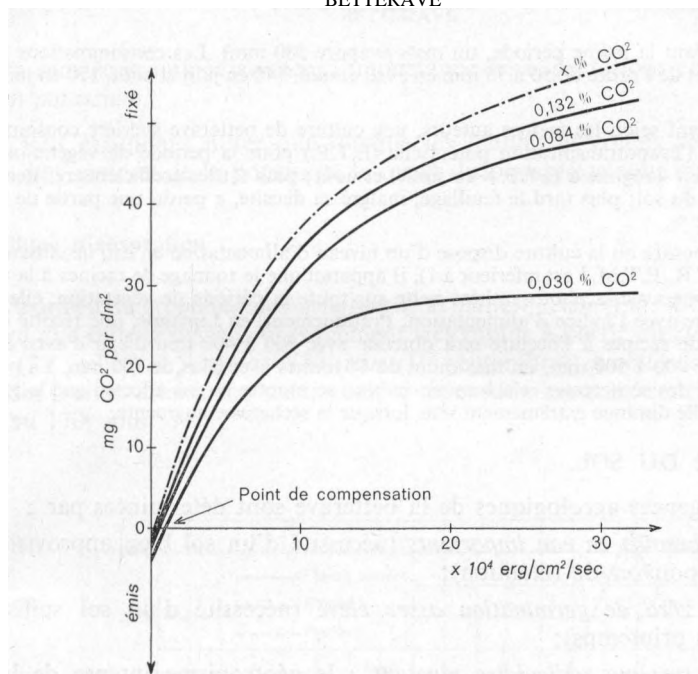


FIG. X-4. — Variation de la photosynthèse avec l'intensité lumineuse et la teneur en CO_2 (d'après Gaastra, 1959).

Pratiquement les besoins en lumière sont maxima à partir du 15 août jusqu'à fin septembre : toute réduction de lumière durant cette période entraînera *une chute de la teneur en sucre*, d'où le vieil adage « c'est septembre qui fait la betterave ».

3. EAU.

Les besoins en eau de la betterave sont élevés. Les valeurs moyennes du coefficient de transpiration trouvées expérimentalement, chez la betterave sucrière, varient de 350 à 480 selon les auteurs et le contexte de leurs essais (variétés, fertilité du sol, profondeur du plan d'eau).

A titre indicatif (MULLER, 1960), voici comment peut varier le coefficient de transpiration en fonction de l'alimentation azotée :

Azote apporté en g/pots.	0,42	1,26	2,10	2,94	3,35	3,78
Coefficient de transpiration.	569	469	409	417	374	383

Les besoins totaux seraient de l'ordre de 600 mm. Ils seraient par ailleurs variables avec le stade de développement : réduits au départ (40 à 60 mm par mois en avril et mai) : ils seraient maxima en *juin, juillet* et *août*, faibles en septembre et octobre (30-60 mm).

On conçoit dès lors le rôle pouvant être joué par *l'irrigation de complément*, certaines années.

Selon ROBELIN *et al* (1970), les besoins globaux en eau mesurés par l'évapotranspiration maximale (E.T.M.), seraient, en Limagne, pour six mois et demi d'occupation du terrain, de

680 mm (pendant la même période, un maïs évapore 580 mm). Les consommations moyennes mensuelles sont de l'ordre de 50 à 75 mm en avril et mai, 140 en juin et août, 170 en juillet, 70 en septembre.

Globalement selon les mêmes auteurs, une culture de betterave sucrière consomme à peu près 80 % de l'évapotranspiration potentielle (E.T.P.) pour la période de végétation; elle est pratiquement en « régime d'E.T.P. » en juillet et août; plus tôt les coefficients reflètent le degré de couverture du sol; plus tard le feuillage, malgré sa densité, a perdu une partie de sa qualité « d'échangeur ».

Dans la mesure où la culture dispose d'un niveau d'alimentation en eau insuffisant (lorsque le rapport $E.T.R./E.T.M.$ ¹ est inférieur à 1), il apparaît que le tonnage de racines à la récolte est en liaison étroite avec la photosynthèse nette sur toute la période de végétation, elle-même en relation linéaire avec l'indice d'alimentation. Pratiquement, en Limagne, une récolte de l'ordre de 34 tonnes de racines à l'hectare sera obtenue avec 300 à 400 mm d'eau d'avril à octobre, 40 tonnes avec 400 à 500 mm, un maximum de 44 tonnes avec plus de 500 mm. La production de sucre, pour des sécheresses relativement faibles, se montre moins affectée que le tonnage de racines; puis elle diminue extrêmement vite, lorsque la sécheresse augmente.

4. NATURE DU SOL.

Les exigences **agrorologiques** de la betterave sont déterminées par :

- *ses besoins en eau importants* (nécessité d'un sol bien approvisionné en eau, à bon pouvoir de rétention);
- *son zéro de germination assez élevé* (nécessité d'un sol suffisamment réchauffé au printemps);
- *son système racinaire pivotant* : le géotropisme intense de la racine l'oblige à s'enfoncer verticalement, sans contourner les obstacles, sinon la racine est fourchue, difforme. Il faudra donc un sol homogène, profond et de pénétration facile.

Le type de sol répondant le mieux à ces exigences est le *limon des plateaux*. Leur pH voisin de la neutralité correspond par ailleurs aux préférences de la betterave de ce point de vue (optimum : 7,2).

5. ÉLÉMENTS FERTILISANTS (éléments principaux).

a) **Besoins globaux.**

D'après SIMON, (1955) les besoins s'établiraient comme suit, pour 3 niveaux de rendement, en betterave sucrière :

NIVEAUX DE RENDEMENT		BESOINS EN ÉLÉMENTS PRINCIPAUX EN KG/HA					
Racines	Feuilles et collets	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	NaO	CaO	MgO
30t	27 t	125	46	188	80	40	46
40t	36t	167	61	251	106	53	61
50 t	46 t	209	76	313	133	76	67

(D'après M. Simon, 1955.)

1. L'évapotranspiration réelle ou évapotranspiration réalisée s'exprime par le symbole **ETR**, l'évapotranspiration maximale, par le symbole **ETM**.

On remarque immédiatement l'importance des exportations en *azote* et surtout en *potassium*.

Il faut cependant noter que lorsque les feuilles et collets sont enfouis, la moitié de l'azote et de la potasse et le quart du phosphore sont restitués.

b) Rythme d'absorption.

L'examen du *graphique de formation de la matière sèche* (Fig. X-5) nous montre d'abord que celle-ci devient brusquement très rapide à partir du *70 jour* de végétation (1^{er} juillet) et jusqu'au *130 jour* (1^{er} septembre); à cette date, la matière sèche des feuilles atteint son maximum, seule ensuite la racine continue de croître jusqu'au 170^e jour.

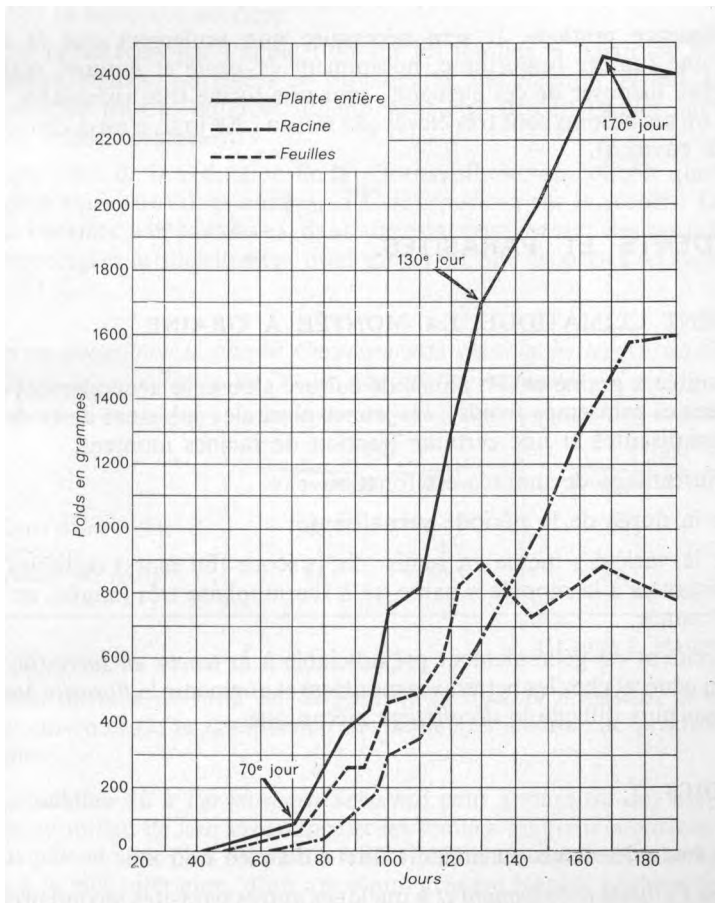


FIG. X-5. — Rythme de formation de matière sèche au cours de la première année de végétation chez la betterave sucrière (d'après H. Wagner).

Dans les conditions de la Limagne, selon **ROBELIN** (1970), près de 70 % de la matière sèche totale s'élabore entre le 15 juin et le 15 août; la vitesse de croissance passe par un maximum en juillet où elle atteint une valeur proche de *300 kg de matière sèche par hectare et par jour*. Cette vitesse, ou activité phosphosynthétique nette, diminue très rapidement en août et septembre; elle n'est cependant pas tout à fait nulle à la récolte (mi-octobre).

— *L'examen des quantités d'éléments absorbés en fonction du poids final*, nous montre par ailleurs que pour l'ensemble de la plante, l'absorption des 4 éléments est d'abord lente depuis le semis jusqu'au 70e jour (fin de la période juvénile) puis elle augmente très rapidement pour atteindre :

70 % pour l'azote au 130e jour;	80 % pour K_2O au 120e jour;
75 % pour P_2O_5 au 130e jour;	100 % pour CaO au 120e jour.

Donc les trois-quarts environ des éléments N, P_2O_5 , K_2O et la totalité de CaO sont absorbés en quelques 60 jours seulement (du 70e au 130e jour), qui ne représentent que 30 % de la durée de croissance de la plante.

Conséquence pratique. Il sera nécessaire non seulement que la betterave dispose d'une fumure importante, notamment en *azote* et *potasse*, mais encore qu'elle puisse disposer de ces éléments, sous une forme très assimilable, pendant la période où ses besoins sont très élevés (du 60e au 120e jour, c'est-à-dire du 15 juin au 15 août environ).

D. ACCIDENTS ET PARASITES.

1. ACCIDENT CLIMATIQUE, LA **MONTÉE A GRAINE.**

La montée à graine en 1^{re} année de culture s'observe généralement en semis très précoces et printemps froids : les jeunes plantules subissent alors des températures vernalisantes et une certaine fraction de racines montent.

Le pourcentage de montée est fonction :

— de la durée de la période vernalisante;

— de la variété : même en semis très précoce (fin mars) certaines variétés dites « résistantes à la montée » parce qu'à thermophase très longue, ne montent pas en ire année.

Cet accident est généralement préjudiciable à *la teneur en sucre* (de 1 à 2 inférieur en général chez les betteraves montées) et augmente *la fibrosité* des racines. Il rend aussi plus difficile le *décolletage* mécanique.

2. MALADIES.

a) **La fonte des semis** ou maladie dite « du pied noir »

Due au *Pythium debaryanum* et à quelques autres parasites secondaires (*Alternaria tenuis*, *Phoma betae*), celle-ci se caractérise par un noircissement des jeunes racines et une pourriture de l'axe hypocotylé.

Le traitement des semences avec organo-mercuriques est le meilleur moyen de lutte.

b) La maladie du cœur se caractérise par un noircissement du collet puis un dessèchement de la partie médullaire de la racine : la végétation s'arrête. Par la suite se développent sur les feuilles des taches blanchâtres arrondies, entourées de cercles concentriques brunâtres, porteurs de petits points noirs brillants caractéristiques du *Phoma betae*.

Cette maladie n'est cependant pas parasitaire. La cause première en est une carence en bore, carence conditionnée généralement par un excès de calcium ou une sécheresse durant la période de grande absorption du bore @H alcalin). L'épandage de 20 à 25 kg à l'hectare de borax permet de lutter efficacement contre cette maladie.

c) La cercosporiose due à *Cercospora beticola* est très grave, tout particulièrement chez la betterave sucrière.

Elle se caractérise par l'apparition sur les feuilles, à partir de fin août, de petites taches brunes, auréolées et rapidement coalescentes. Avant la fin septembre, presque tout le bouquet foliaire peut être détruit (seules subsistent les très jeunes feuilles centrales).

Compte tenu de la réduction de la photosynthèse, on conçoit quelles conséquences peut avoir, certaines années, la Cercosporiose sur la récolte. Les chiffres ci-dessous obtenus par MARGARA dans un essai comportant des parcelles contaminées et protégées artificiellement nous montrent que les pertes en sucre peuvent atteindre 40 %.

*Pertes occasionnées par la Cercosporiose chez la betterave sucrière
(Pertes en % du témoin non parasité)*

	1950		1951	
	<i>Vilmorin B</i>	<i>Kuhn</i>	<i>Vilmorin B</i>	<i>Kuhn</i>
Poids moyen d'une racine	40,3	46,2	38,5	41,3
Teneur en sucre	6,2	7,7	—	6,5
Poids de sucre par racine	43,5	50,3	39,3	45,2

(D'après J. Margara, 1953.)

Comme moyens de lutte on dispose de la *bouillie bordelaise* à 0,5-2 % de sulfate de cuivre et de la *désinfection* des semences à l'aide de produits **organo-mercuriques**.

d) Le mildiou dû à *Peronospora Schachtii* peut apparaître dès mai ou juin : les feuilles au milieu de leur croissance et les feuilles du cœur montrent alors une teinte plus pâle et sont plus ou moins frisées, déformées; en même temps, elles se couvrent, à la face inférieure, d'un mycélium grisâtre bientôt porteur de conidies.

e) La rouille due à *Uromyces betae* semble sévir plus fréquemment en semis précoces. Elle apparaît en fin de végétation (septembre).

f) **La mosaïque** due à un virus, provoque des décolorations par plaque; les feuilles prennent un aspect frisé; la maladie est relativement peu grave.

g) **La jaunisse**, autre virose, est au contraire très grave. Elle se caractérise par l'apparition généralement dès la première quinzaine de juillet, de taches jaune orange sur les feuilles submarginales, ces taches bientôt suivies de nécroses intéressent ensuite les feuilles centrales; peu à peu les feuilles prennent un ton jaunâtre, craquent lorsqu'on les froisse, puis se dessèchent. Ce jaunissement progressif résulte d'une accumulation d'amidon et de sucres réducteurs dans la feuille, des gommages se formant dans le liber et empêchant toute migration.

Les chutes de rendement en sucre peuvent atteindre 15 à 20 %; sur porte-graines la chute de la récolte de glomérules peut atteindre 25 à 30 %.

Le virus responsable, non transmis par la graine, a comme agents vecteurs les pucerons (*Myzus persicae* et *Aphis fabae*).

Les moyens de lutte sont de trois ordres :

— traitements à l'aide d'insecticides systémiques (sur porte-graines notamment);

— culture isolée des porte-graines : le virus se conserve dans les plançons; repiqués l'année suivante à proximité d'un champ de betterave, ceux-ci pourront servir de « réservoir » de virus pour les pucerons contamineurs;

— résistance génétique : voir plus loin.

3. PARASITES ANIMAUX.

a) **Le nématode** ou anguillule de la betterave (*Heterodera Schachtii*), parasite les racines : celles-ci sont arrêtées dans leur développement, les feuilles alors jaunissent, s'atrophient et se fanent, la plante meurt.

Ce nématode est fréquent là où la betterave revient très souvent sur la même sole; là où l'on épand des boues de lavage des racines ou des terres de silos de sucrerie.

Le meilleur moyen de lutte est l'abandon temporaire de la culture sur la sole contaminée (3 à 4 ans).

b) **La pégomyie** ou mouche de la betterave (*Pegomyia betae*) est un diptère dont la larve, mineure, dévore le parenchyme foliaire. La feuille présente des plages translucides, et se dessèche.

Les dégâts sont surtout importants au stade plantule (larves de première génération) arrêtant complètement le développement et provoquant des vides, après **démariage** ou un retard considérable de la végétation.

Comme moyen de lutte, on recommande :

— les semis précoces;

— un démariage retardé;

— un traitement au parathion (150 g/ha) ou lindane (300 g/ha) au moment des éclosions.

c) La teigne de la betterave (*Phthorimoea ocellatella*) dont la chenille creuse des galeries dans les feuilles et le collet.

d) Citons aussi le taupin (ver « fil de fer ») et le hanneton (ver blanc).

IV. LES VARIÉTÉS.

A. CARACTÈRES GÉNÉRAUX.

La betterave étant allogame, les variétés de betteraves peuvent être considérées comme des *populations*, c'est-à-dire un groupe d'individus dont les caractéristiques aussi homogènes que possible pour les principales qualités agronomiques varient pour les caractères secondaires.

Toutefois, certaines variétés très récentes sont très voisines des variétés F_1 (hybrides de première génération).

Pour les variétés couramment cultivées en France, les différences variétales portent principalement sur :

- la richesse en sucre ou simplement en matière sèche;
- le niveau de ploïdie ($2n$, $3n$ ou $4n$);
- la forme des racines;
- la couleur des racines.

B. CARACTÉRISTIQUES DES VARIÉTÉS DE BETTERAVE SUCRIÈRE.

1. La sélection a surtout porté sur des *caractères physiologiques*, tels que *richesse en sucre et poids des racines*.

On distingue généralement 3 grands types de variétés :

— type E (Ertragreich = riche en rendement), à poids de racines élevé (900 g) mais pauvre en sucre (14-15 %); racines ovoïdes, globuleuses, très hors du collet, pas intéressante pour l'industriel;

— type Z (**Z**uckerreich = riche en sucre), à teneur en sucre élevé (17-18 %) racine conique et petite (600 g) complètement enterrée dans le sol jusqu'au collet.

— type N (**N**ormalreich = normalement riche), teneur en sucre et racines moyennes.

La variation variétale entre ces trois types E, Z, et N étant pratiquement continue, les variétés appartiennent de façon plus ou moins nette à l'un de ces types et sont souvent intermédiaires. Il en résulte qu'on les caractérise souvent par deux lettres EE (type très faiblement sucrier) NE, NZ, ZZ (type très fortement sucrier).

Cette distinction implique à l'échelle variétale une *corrélation inverse* entre richesse et poids des racines; à l'échelle individuelle (intravariétale), elle est beaucoup plus faible.

2. La sélection a porté secondairement sur *l'importance du bouquet foliaire* : variétés à petit, moyen, grand, très grand bouquet foliaire.

3. Plus récemment, la sélection a porté sur le *nombre chromosomique* :

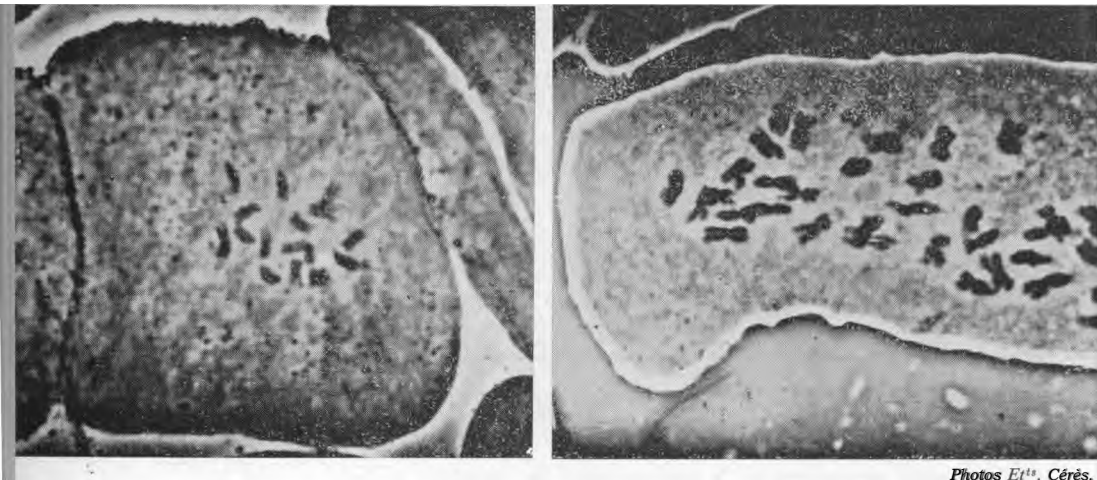
A côté de variétés diploïdes ($2n = 18$), sont de plus en plus cultivées (80 à 90 % des surfaces aujourd'hui) des **polyploïdes** comprenant :

— des variétés **polyploïdes ordinaires (anisoploïdes)** comprenant un mélange de plantes diploïdes (40 % au maximum selon la législation actuelle), triploïdes ($3n = 27$) et tétraploïdes ($4n = 36$).

Ex. : 'Polybeta Desprez N', 'Cérés Poly N', 'Maribo Poly NZ'.

— des variétés triploïdes. Ex. : 'Triposuc', 'Triplostar' ;

— des variétés tétraploïdes. Ex. : 'Tétra Nord'.



La polyploïdie chez la betterave.

A gauche, cellule diploïde ($2n = 18$) ; à droite, cellule tétraploïde ($2n = 36$).

L'intérêt principal des **polyploïdes** réside dans le fait qu'à poids de racines identique aux diploïdes, leur richesse en sucre est supérieure et réciproquement : le rendement en sucre est donc sensiblement amélioré : selon LABY, sur 4 années de cultures (1955 à 1958) de diploïdes et 4 années (1961 à 1964) de **polyploïdes** un accroissement de 20 % (4,3 t/ha à 5,4 t/ha) a été observé sur le rendement moyen français.

4. Enfin, depuis quelques années déjà des *variétés monogermes* sont entrées en culture et sont en rapide extension, leur rendement étant voisin des **multi-germes polyploïdes**, ex. : 'Monobel', 'Monosvalof', 'Monohil', 'Cérés Monomer'.

C. CARACTÉRISTIQUES DES VARIÉTÉS DE BETTERAVE FOURRAGÈRE.

Les différences portent sur des caractéristiques analogues à celles des betteraves sucrières.

1. RICHESSE DES RACINES EN MATIÈRE SÈCHE.

Jusqu'en 1950 environ, on ne cultivait en France et en Europe de l'Ouest que deux types principaux de variétés.

— *Des variétés typiquement fourragères* : à très faible teneur en matière sèche (7-9 %) mais rendements très élevés (100-120 tonnes/ha). Exemple : 'Jaune de Vauriac', 'Jaune ovoïde des Barres', 'Rouge d'Eckendorf'.

— *Des variétés demi sucrières*, à teneur un peu plus élevée en matière sèche (10-12 %) rendement frais un peu moins élevé, mais rendement sec identique ou légèrement supérieur à celui des fourragères (10-12 t/ha environ). — Ex.: 'Demi-sucrière à collet vert', 'Reine des Vertes'.

Depuis 1950 sont entrées progressivement en culture des variétés dites « danoises » (en raison de l'origine des premières d'entre elles), à *haute teneur en matière sèche* (jusqu'à 17 % et plus). Celles-ci sont issues soit de sélection dans des variétés sucrières ou fourragères, soit d'hybridation sucrière X fourragère. Leur rendement poids frais/ha est plus faible mais en matière sèche notablement plus élevé (2-3 t/ha) que celui des fourragères; leur productivité se situe, en conséquence, aux environs de 15 000 UF/ha soit l'équivalent de trois récoltes de 50 q d'orge (ou 2 ha de prairie temporaire correctement fertilisée et exploitée).

Dès lors, aujourd'hui (1971), le C.T.P.S.¹ distingue 3 classes de variétés :

a) **Betteraves fourragères proprement dites**, à teneur en matière sèche faible — 7-12%² — significativement inférieure ou égale à la variété 'Reine des Vertes' ou 'Peragis', ex. : 'Borrangle', 'Poly Fourra', 'Massiva', 'Capax', 'Poly Productiva'.

b) **Betteraves fourragères sucrières**, à teneur en matière sèche moyenne — 12,5 à 15 %² — significativement supérieure à celle de 'Reine des Vertes' mais inférieure ou égale à celle de 'Rouge Ctofte'. Ex. : 'Gul Daeno', 'Rouge Ctofte', 'Titra Rouge', 'Rumina', 'Hvid Daenhfeldt'.

c). **Betteraves sucrières fourragères**, à teneur en matière sèche élevée — supérieure à 15 % — significativement supérieure à celle de 'Rouge Ctofte' et inférieure à celle des sucrières de type E. Ex. : 'Pajberg Rex', 'Hunsballe Kora', 'Porcina', 'Tekavil'.

Les variétés dites « danoises » appartiennent donc aux classes b et c.

2. FORME ET COULEUR DE LA RACINE.

Le C.T.P.S. distingue actuellement 6 groupes principaux de forme et 4 groupes de coloration.

1. Comité Technique Permanent de la Sélection.
2. Matière sèche réfractométrique.

Forme.

- I. Cylindrique ('Jaune d'Eckendorf').
- II. Globoïde ('Jaune d'Oberndorf').
- III. Ovoïde ('Jaune ovoïde des Barres').
- IV. Conique ('Rouge **Ætofte**').
- V. Cylindro-conique ('Demi-Sucrière à collet vert').
- VI. Longue ('Blanche longue du Nord').

Coloration.

1. Blanches : ('Blanche demi-sucrière à collet vert').
2. Jaunes : ('Jaune d'Eckendorf').
3. Roses ('Géante rose demi-sucrière').
4. Rouges ('Rouge **Ætofte**').



Photos I.N.R.A

Types de racines chez les betteraves.
A gauche, betterave sucrière; à droite betterave fourragère.

3. FACILITÉ D'ARRACHAGE.

D'une façon générale, au fur et à mesure que leur teneur en matière sèche s'accroît, les variétés ont une racine plus enterrée et sont plus difficiles et donc plus coûteuses à arracher (caractère « sucrier » plus accusé).

Les variétés « fourragères-sucrières » et notamment *Rouge Ætofte* représentent un très bon compromis à ce point de vue.

4. NOMBRE CHROMOSOMIQUE.

Comme chez les sucrières, mais plus tardivement, sont apparues en culture les betteraves fourragères *polyploïdes*.

Les quatre mêmes groupes de variétés peuvent donc, comme chez les sucrières, être déjà distingués : diploïdes — polyploïdes ordinaires — triploïdes et tétraploïdes.

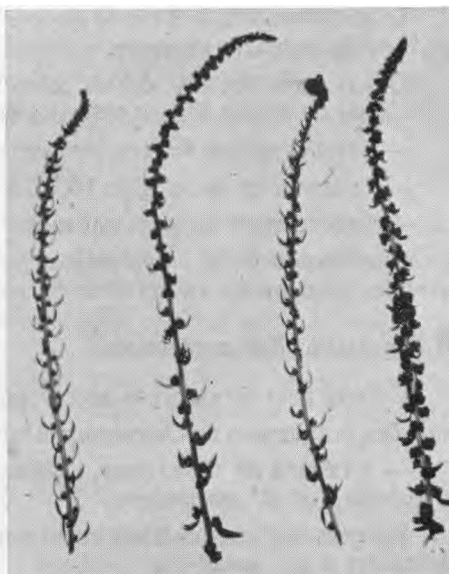
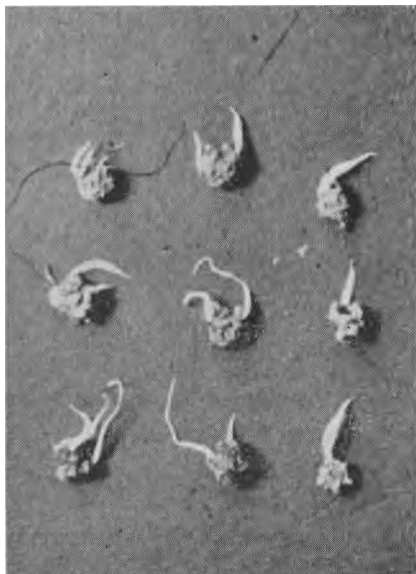


Photo Et¹¹ Cérés

Germination de glomérules de betteraves.
Rangs de gauche et du centre, polygerms;
rang de droite, monogermes.

Hampes florales de monogermes et multigerms
(en alternance de gauche à droite).

5. MONOGERMIE.

De même que chez la betterave sucrière, et pour les mêmes raisons (simplification et abaissement du coût de la culture), la monogermie génétique a été introduite chez la betterave fourragère. Les premières variétés monogermiques sont entrées en culture en 1969. Actuellement (1971), quatre variétés ont été obtenues :

— '**Peramono**', de type « fourrager », d'arrachage très facile, de teneur en matière sèche comparable à celle de '**Peragis**'.

— '**Monovale**', variété triploïde, de type fourrager-sucrier, à racine ovoïde peu enterrée, de teneur en matière sèche moyenne (13 %), de productivité comparable à celle des « Danoises » multigerms.

— '**Monoblanc**' et '**Monorosa**', de type fourrager-sucrier également, à racine plus conique et plus enterrée que '**Monovale**', à teneur en matière sèche plus élevée (14-15 %).

D. PRINCIPES GÉNÉRAUX D'AMÉLIORATION GÉNÉTIQUE.

1. OBJECTIFS.

a) Rendement maximum en sucre ou en matière nutritive.

Il faut que le produit : poids de racines x teneur en sucre (ou en matières sèches) soit le plus élevé.

Le problème dès lors est de rompre la corrélation inverse signalée plus haut, entre poids et teneur en sucre.

Des progrès ont été réalisés toutefois dans ces deux domaines : selon les statistiques de KLEIN WANZLEBEN des décennies 1890-1899 à 1930-1939 :

- le poids moyen de la racine sucrière serait passé de 410 g à 481 g;
- la teneur en sucre % de 16,76 à 19,11;
- le rendement en sucre par racine de 68,7 g à 91,9 g.

L'utilisation de la polyploidie a permis de faire progresser encore sensiblement les rendements en sucre et en matière sèche.

b) Régularité des rendements.

Celle-ci peut être encore accrue par une amélioration de la résistance aux maladies, notamment au *Cercospora*, à la rouille et surtout à la jaunisse;

— à l'égard du *Cercospora*, l'immunité n'est actuellement connue que chez *B. patellaris* et *B. procumbens*.

Diverses variétés (américaines notamment) de *B. vulgaris* s'avèrent cependant résistantes à peu sensibles.

— à l'égard de la jaunisse, *B. maritima* semble le seul réservoir de gènes de résistance utilisable : cependant par sélection il a été trouvé dans *B. vulgaris* quelques lignées résistantes (sélection de Cambridge).

— la résistance à la montée à graines, en raison du grand rendement et de la résistance à la sécheresse que procurent les semis précoces; des gènes de non montée existent dans l'espèce cultivée.

c) L'abaissement du prix de revient de la culture.

L'obtention de variétés *monogermes* est la première condition.

D'une part, certaines lignées américaines (SLC 10, de Savitsky) et d'autre part des variétés d'origine russe ont constitué des sources différentes de monogermie et ont été largement utilisées dans la sélection des premières variétés monogermes.

La création de variétés à racines moins profondes et plus homogènes constitue également une autre condition importante.

L'obtention de variétés F_1 , associant productivité maximale et homogénéité parfaite se trouve dès lors posée. Seule la création de lignées môle stériles peut ouvrir la voie à un tel type de variétés.

2. MÉTHODES D'AMÉLIORATION.

a) Sélection massale.

Des premiers travaux de ACHARD à ceux de Ph. A. DE VILMORIN, la sélection massale fut la seule méthode utilisée, non sans résultats.

Elle consistait essentiellement en :

- un *choix de racines* d'après la forme, le poids et la teneur en sucre;
- *la culture en isolement des meilleures*, prises comme *porte-graines*;
- l'utilisation de la graine «élite» obtenue à l'implantation d'une nouvelle culture, dans laquelle était effectué un *second choix de racines, etc...*

Il semble bien que la sélection massale ait été, au début, **efficace** en ce qui concerne :

- l'amélioration de la *richesse en sucre*;
- la sélection de certains *caractères morphologiques* de la racine et des feuilles;
- le maintien, en tant que *sélection conservatrice* de la richesse à un certain niveau et des caractéristiques morphologiques obtenues.

La raison en est que ces caractéristiques sont conditionnées par un petit nombre de gènes et fixables à l'état homozygote. Par contre, l'**efficacité** de la sélection massale pour l'amélioration du rendement en sucre à l'hectare est *plus douteuse* : en choisissant les racines les plus grosses, on sélectionne souvent des *plantes hétérozygotes* pour de nombreux gènes.

b) Sélection généalogique maternelle (Fig. X-6).

C'est Louis DE VILMORIN qui signala le premier l'intérêt de la sélection généalogique et montra qu'un moyen de juger la valeur potentielle d'une plante (= génotype) consistait à étudier sa descendance.

Chez la betterave, cependant, plante allogame, la généalogie ne peut être que maternelle, les individus descendants d'une même plante mère étant issus de pollens extrêmement variés.

Compte tenu du caractère bisannuel de la betterave, la sélection généalogique maternelle est alors schématiquement la suivante :

1^{re} année : choix de racines;

2^e année : culture de ces racines porte-graines (souvent coupées en plusieurs morceaux pour accroître la production de graines), *récolte individuelle* de la graine « élite »;

3^e année : culture séparée de chaque descendance ou *famille*. Nouveau choix de racines par sélection entre et dans les familles;

4^e année : culture en *isolement* « frère X sœur » des porte-graines issus de chaque famille. Récolte individuelle de la graine « élite ».

Après un certain nombre de cycles identiques (3 à 4) on obtient des familles assez homogènes (forme de la racine, enterrage, bouquet foliaire);

La graine commerciale est alors généralement obtenue par multiplication en *mélange* des familles les meilleures : la variété cultivée est une *variété synthétique*.

PLANTES SARCLÉES

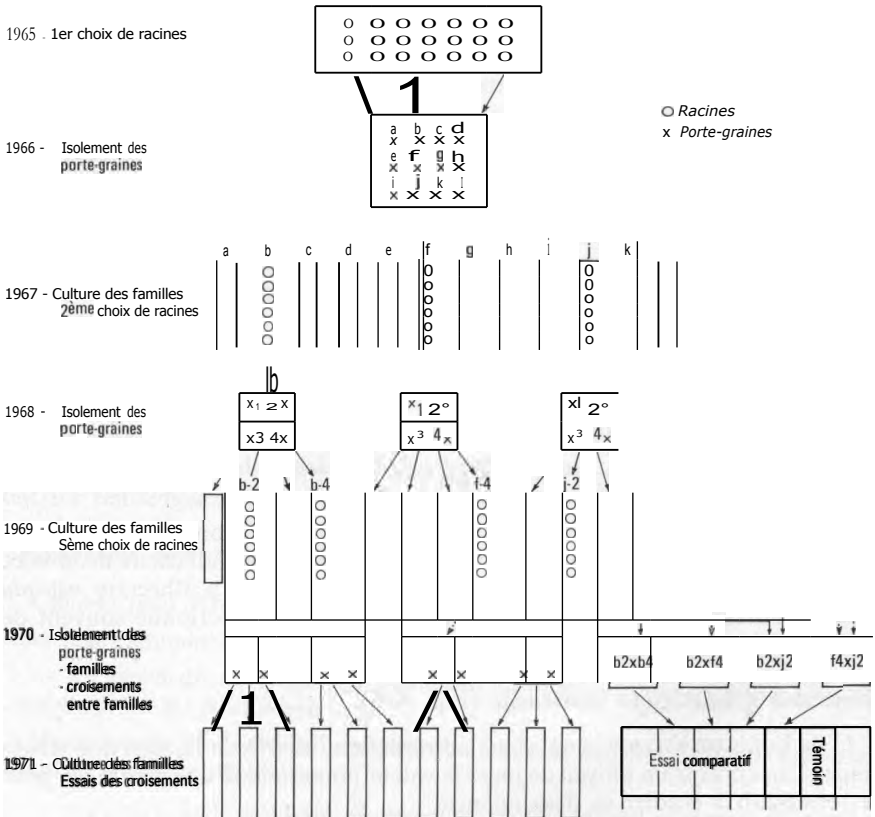


FIG. X-6. — Schéma de sélection généalogique maternelle chez la betterave.

Cette méthode, aujourd'hui classique, peut être améliorée par l'emploi au début de la sélection et pendant une ou plusieurs générations, de l'autofécondation sous toiles : de cette façon on obtient plus rapidement des descendance homogènes.

Cependant, deux obstacles peuvent limiter l'utilisation exclusive et continue de l'autofécondation :

- le pourcentage élevé de plantes totalement autostériles ou donnant très peu (moins de 5 g) de graines autofécondées;

- le risque de sélectionner ainsi des lignées très autofertiles d'où des difficultés lors de leurs combinaisons ultérieures.

Enfin, comme chez le maïs, le choix des familles, base de la future variété peut être améliorée par la réalisation de tests de valeur en combinaison du type polycross.

c) Obtention de F_1 à partir de lignées.

La sélection de lignées « inbred » et l'obtention de variétés F_1 , peut comme chez le maïs être envisagée chez la betterave.

La méthode suppose seulement :

— *des essais d'autostérilité* (ou de très faible autofertilité) des lignées; ou mieux encore, la création de lignées *mâle stériles*;

— *des essais de valeur en combinaison* du type « diallèle » ou « topeross ».

Ainsi des lignées homozygotes résistantes au « Curly top »¹ et au « *Cercospora* » ont permis de créer des variétés F_1 également résistantes et par ailleurs productives. L'effet d'hétérosis ainsi obtenu est important en ce qui concerne le développement du feuillage et la grosseur de la racine, moins marqué pour la richesse en sucre, en général intermédiaire de celle des parents.

La découverte par OWEN (1948) de *plantes mâle-stériles* (= femelles) a permis d'orienter la sélection vers la création de lignées *mâle-stériles* et de variétés 100 % F_1 .

Cette stérilité est *génique* et *cytoplasmique* : 2 couples de gènes conditionneraient à l'état homozygote récessif ($x x, z z$), dans un cytoplasme S, la stérilité; à l'état dominant, ils restaureraient plus ou moins complètement la fertilité. Cette stérilité ne peut donc être transmise de la plante-mère à ses filles que si elle est *pollinisée* par une plante $N-xx z z$ appelée « type O ».

La recherche de ces plantes « type O » et l'apport du caractère mâle stérile à un certain nombre de familles ont été entrepris en Europe et l'on dispose maintenant de lignées sous les deux formes « mâle-stérile » et « mâle fertile » (type 0).

Le problème est d'obtenir avec ces lignées des F_1 très vigoureuses (hétérosis maximum) polyploïdes (triploïdes) monogermes etc...

V. LA PRODUCTION DES SEMENCES.

A. ÉTUDE ÉCONOMIQUE.

En 1969-70, les superficies et la production françaises de semences certifiées de betteraves ont été les suivantes (source G.N.I.S.) :

— betteraves sucrières : 2 720 ha et 28 850 q dont 8 % de monogermes et 90 % de polyploïdes;

— betteraves fourragères : 1 710 ha et 21 600 q.

Comparativement nos besoins annuels peuvent être estimés à environ :

— 30 à 35 000 q en betterave sucrière;

— 25 à 30 000 q en betterave fourragère.

Ceux de la C.E.E., sans la France, se situeraient à environ 60-65 000 q. L'Allemagne de l'Ouest et l'Italie sont, après la France, les principaux utilisateurs.

Une estimation plus précise des besoins français et Européens est **difficile** en raison de l'évolution rapide des quantités de semences utilisées à l'hectare, tant en betterave sucrière que fourragère : le développement des semis de précision (80 % des surfaces de betteraves sucrières en 1970), de l'emploi des semences monogermes (10 % des surfaces en 1970) est un élément de réduction des besoins : de plus de 15 kg de semence à l'hectare, ceux-ci peuvent tomber à 3-4 kg.

1. Maladie à virus ressemblant à une « frisolée ».

La production française est très localisée : l'Eure-et-Loire et le Maine-et-Loire sont les deux départements principaux producteurs.

Cette production est par ailleurs *réglementée*. Un arrêté de 1949 a *délimité* les zones de production afin d'éviter les hybridations naturelles entre variétés

Enfin il s'agit généralement de cultures *sous contrat*¹.

Le sélectionneur-obtenteur ou son délégataire garantit à l'agriculteur-multiplieur l'écoulement de sa production; en revanche il exige de ce dernier l'application stricte des normes de culture (isolement) et de qualité de semences (pureté spécifique et variétale, faculté germinative, etc...) imposées par la C.O.C.² et contrôlées par le S.O.C.³

B. TECHNIQUE DE LA PRODUCTION.

1. LA TECHNIQUE TRADITIONNELLE : LA MÉTHODE DES PLANCHONS

a) Principe.

La production comporte deux phases distinctes :

- en 1^{re} année, obtention des racines ou plançons à forte densité;
- en 2^e année, culture des porte-graines.

De cette façon on immobilise en 1^{re} année une surface minimum par hectare de porte-graines en 2^e année.

b) Production des « plançons » (1^{re} année).

On sème à forte densité, à 30-40 **kg/ha de graines**, en lignes espacées de 25 à 30 cm, en terre riche et bien préparée (**comme pour une culture** ordinaire), sur une parcelle *parfaitement isolée* de **toute culture porte-graines et n'en ayant porté l'année précédente**. Le semis **a lieu de fin mai à début août** pour éviter les attaques de pucerons (voir plus loin). **On traitera cependant** tout spécialement contre *les pucerons*, vecteurs de jaunisse et contre **le mildiou**.

Les soins d'entretien sont les mêmes que **pour la culture** ordinaire; le **démarrage** laisse de 7 à 8 plantes au mètre linéaire **soit 250 000 plantes/ha** environ.

La récolte a lieu fin novembre début décembre. **On obtient** de petites racines (plançons) de 3 à 5 cm de diamètre au collet **pesant 50 à 200** grammes.

L'arrachage est effectué avec soin; il est suivi d'un triage suivant la grosseur. Les plançons sont alors mis en silos extérieurs, de moyenne dimension, surveillés fréquemment. On peut aussi les conserver en grange, avec **soufflerie** permettant de refroidir le tas (méthode hollandaise).

c) Culture des porte-graines (2^e année).

Les silos sont ouverts en mars. En raison de la faible richesse en sucre **des** plançons, les pertes par gel et pourriture (*cas* des hivers 1956 et 1963) peuvent

1. Il existe des Syndicats de producteurs de semence.

2. Commission officielle de certification.

3. Service officiel de Contrôle et de Certification.

La production française est très localisée : l'Eure-et-Loir et le Maine-et-Loire sont les deux départements principaux producteurs.

Cette production est par ailleurs réglementée. Un arrêté de 1949 a délimité les zones de production afin d'éviter les hybridations naturelles entre variétés.

Enfin il s'agit généralement de cultures sous contrat¹.

Le sélectionneur-obtenteur ou son délégataire garantit à l'agriculteur-multiplificateur l'écoulement de sa production; en revanche il exige de ce dernier l'application stricte des normes de culture (isolement) et de qualité de semences (pureté spécifique et variétale, faculté germinative, etc...) imposées par la C.O.C.² et contrôlées par le S.O.C.³.

B. TECHNIQUE DE LA PRODUCTION.

1. LA TECHNIQUE TRADITIONNELLE : LA MÉTHODE DES PLANCHON

a) Principe.

La production comporte deux phases distinctes :

- en 1^{re} année, obtention des racines ou plançons en culture à forte densité;
- en 2^e année, culture des porte-graines.

De cette façon on immobilise en 1^{re} année une surface minimum par hectare de porte-graines en 2^e année.

b) Production des « plançons » (1^{re} année).

On sème à forte densité, à 30-40 kg/ha de graines, en lignes espacées de 25 à 30 cm, en terre riche et bien préparée (comme pour une culture ordinaire), sur une parcelle parfaitement isolée de toute culture porte-graines et n'en ayant porté l'année précédente. Le semis a lieu de fin mai à début août pour éviter les attaques de pucerons (voir plus loin). On traitera cependant tout spécialement contre les pucerons, vecteurs de jaunisse et contre le mildiou.

Les soins d'entretien sont les mêmes que pour la culture ordinaire; le démaillage laisse de 7 à 8 plantes au mètre linéaire soit 250 000 plantes/ha environ.

La récolte a lieu fin novembre début décembre. On obtient de petites racines (plançons) de 3 à 5 cm de diamètre au collet pesant 50 à 200 grammes.

L'arrachage est effectué avec soin; il est suivi d'un triage suivant la grosseur. Les plançons sont alors mis en silos extérieurs, de moyenne dimension, surveillés fréquemment. On peut aussi les conserver en grange, avec soufflerie permettant de refroidir le tas (méthode hollandaise).

c) Culture des porte-graines (2^e année).

Les silos sont ouverts en mars. En raison de la faible richesse en sucre des plançons, les pertes par gel et pourriture (cas des hivers 1956 et 1963) peuvent

1. Il existe des Syndicats de producteurs de semence.

2. Commission officielle de certification.

3. Service officiel de Contrôle et de Certification.

atteindre 50 %. Il reste donc environ 100 à 125 000 plançons par hectare de culture.

Un calibrage en gros, moyens, petits, est généralement effectué de façon à échelonner la récolte des graines; on peut procéder aussi à un léger décolletage pour limiter le nombre de tiges florifères à 1-4 maximum.

La plantation a lieu en avril sur terre bien préparée et bien fertilisée. Selon GAROLA, une récolte de 25 q/ha de semences peut prélever :

Azote	86 kg	Potasse 168 kg
Acide phosphorique	37 kg	Chaux 75 kg.

30 à 40 tonnes à l'hectare de fumier à l'automne et une fumure minérale voisine de l'équilibre 1-1-2 (partie à l'automne, partie au printemps) sont à recommander.

La mise en place s'effectue généralement après rayonnage dans les deux sens à 70 cm, soit à une densité voisine de 20 000 pieds/ha. Un hectare de plançons en première année permet donc de planter, en deuxième année, 5 à 7 ha de porte-graines. Avec des pépinières et des silos bien soignés, il est possible de planter 10 ha.

Le champ est isolé d'au moins 500 m de toute autre culture de porte-graines de la même espèce et de 1 000 m dans le cas d'espèces différentes (sucrières, fourragères, potagères étant considérées comme des espèces différentes).

En cours de végétation :

— on procède parfois à un *buttage* au début de la montée (pour empêcher la tige d'être déracinée par les vents et pluies d'orage);

— on effectue, lorsque la tige principale a 25 cm environ un pinçage (étêtage) pour déclencher le développement de bourgeons axillaires;

— on traite contre les pucerons et le mildiou.

La récolte a lieu d'août à septembre dès que la majorité des fruits est mûre (risque d'égrenage).

Elle est effectuée à la *faucheuse ou moissonneuse-lieuse* : les tiges fructifères sont coupées en moyettes sèchent sur champ, puis sont battues à la *moissonneuse-batteuse* sur le champ.

Parfois l'on récolte à prématurité et l'on *sèche artificiellement* avant battage.

Les rendements peuvent varier de 10 à 30 q/ha selon les années.

LA TECHNIQUE « AMÉRICAINE » APPELÉE AUSSI « CULTURE DIRECTE ».

Principe.

Il consiste à mettre en place *dès la première année* la culture porte-graines.

Celle-ci devant passer l'hiver en terre, cette technique n'est applicable que dans une région à *hiver très doux*.

Elle a été appliquée d'abord aux U.S.A., dans le sud du Nouveau-Mexique et en Californie. Elle a été aussi employée en Beauce et surtout dans le sud-ouest de la France.



Photo G.N.I.

Montées à graine dans une culture de betterave fourragère.

b) Méthode.

Le semis est *très tardif* : juillet à septembre (donc après une culture de **pri** temps), à une dose normale (15-20 kg de semences **polygermes**).

En raison des **possibilités** de disparitions hivernales, aucun démarcage **n'e** effectué.

Par contre, pour que la **croissance** soit suffisante avant l'hiver, une **fumure** azotée importante (200 **kg/ha de sulfate** d'ammoniaque) est apportée.

Un binage et **un buttage sont également** effectués avant l'hiver; Au **printemps** un nouvel apport **d'azote est réalisé : 30 à 50 kg/ha**.

La récolte a lieu **à la moissonneuse-batteuse**, en coupe directe, On peut ainsi obtenir des rendements **de 20 à 35 q/ha** de graines après seulement 10 à 11 moi de végétation.