

VI. LA CULTURE.

A. PLACE DANS LA ROTATION.

En tant que :

- *plante à racine pivotante*, demandant une terre profondément ameublie;
- *plante améliorante* pour la fertilité organique et minérale des sols;
- *plante nettoiyante* par les façons culturales qu'elle exige;

la place de la betterave est en *tête de rotation*.

Précédent remarquable pour toutes les cultures de printemps, c'est aussi un excellent précédent du blé, dans la mesure toutefois où sa récolte n'est pas trop tardive.

Par ailleurs, le meilleur précédent pour une betterave est une légumineuse (luzerne) à condition toutefois que la terre *ne soit pas creuse* (risque de racines fourchues).

Notons cependant que dans l'Ouest, la betterave fourragère traditionnellement cultivée *en repiquage*, vient alors en deuxième culture après colza fourrager, navette ou trèfle incarnat, voire pommes de terre « primeurs ».

B. PRÉPARATION DU SOL.

1. TRAVAIL DU SOL.

Celui-ci a deux objectifs principaux :

- obtenir un ameublissement des couches profondes;
- préparer par un ameublissement suffisant de la couche superficielle, une structure favorable à la germination et à la levée des semences.

a) Ameublissement en profondeur

Il est réalisé par un labour d'automne ou d'hiver, succédant généralement, près céréale, à un déchaumage :

- pratiqué avant les grands froids, il permet d'obtenir au printemps une terre parfaitement meuble;
- il permet d'enfouir fumure organique, minérale (P-K) et adventices;
- et d'accumuler des réserves d'eau dans le sous-sol.

Les labours très profonds ne sont pas toujours indispensables : selon s. HÉNIN, confirmé par R. PÉQUIGNOT, *au-delà de 20 cm*, en sols de limon on n'observe généralement pas d'accroissement de rendement. Toutefois, si le sous-sol est asphixiant (semelle de labours) un *sous-solage* peut être conseillé.

b) **Façons** superficielles.

MÉTHODE TRADITIONNELLE.

A la fin de l'hiver, après ressuyage du sol, on créera progressivement le lit de semences en pratiquant successivement et en les croisant :

- un, ou mieux, deux hersages (grosse herse) qui réduiront les grosses mottes;
- un **extirpage** (herse canadienne) qui remontera en surface les mottes et permettra en même temps d'enfouir la fumure minérale;
- un nouveau hersage;
- un scarifiage, plus superficiel que le précédent **extirpage**;
- enfin un 3^e (ou 4^e) hersage, suivi d'un passage de pulvérisateur à disque d'un roulage, d'un hersage léger, et d'un passage de **cultipacker** achèvera la **préparation** du lit de semences sitôt avant le *semis*.

LA MÉTHODE « RAPIDE » OU « SUPERFICIELLE ».

Le développement des semis très précoces (fin mars) fait que l'on s'oriente de plus en plus vers une préparation *très simplifiée* au printemps :

- Hersages lourds croisés ou scarifiages;
- **Croskillage** léger.

Un autre avantage de cette méthode est de provoquer la formation d'une couche superficielle *légèrement motteuse*, à structure *grumeleuse*; au contraire la méthode classique conduit souvent à une terre émiettée, poussiéreuse, à structure granulaire : le *glaçage* du sol est alors à craindre en sols battants.

Cette méthode *limite d'autre part les pertes d'eau*.

Enfin elle réduit naturellement le *coût de production*. Toutefois en *terres froides*, ou à *mauvaise structure* ou très *sales*, la technique traditionnelle demeure encore préférable.

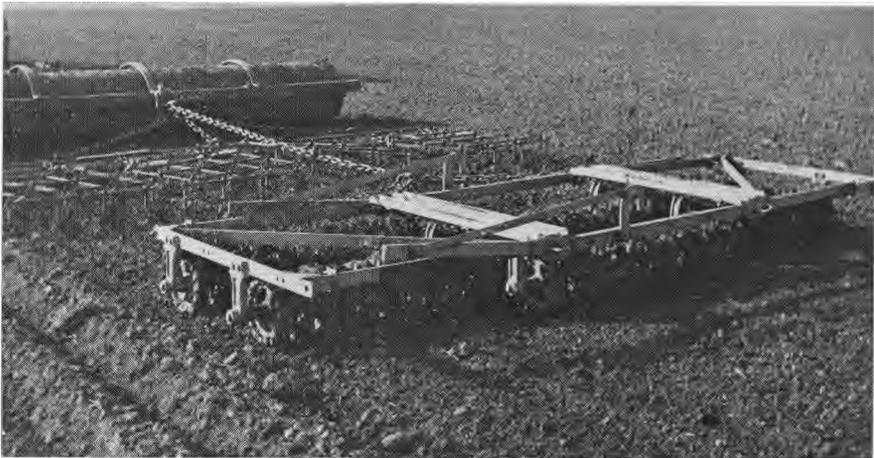


Photo I.T.B.

Préparation d'une terre à betterave sucrière, les façons superficielles de printemps.

2. FUMURE.

Compte tenu des besoins et du rythme d'absorption des éléments fertilisants analysés plus haut, la conduite de la fumure devra :

— assurer une abondante alimentation, *en azote et potasse* tout particulièrement pendant la période de croissance active (du 70^e au 130^e jour);

— une alimentation azotée de moins en moins importante enfin *de végétation* de manière à obtenir la richesse saccharine maximale.

a) Fumure organique.

Celle-ci peut être apportée sous forme :

— **de fumier** : celui-ci est épandu lors du labour d'automne à la dose de 35-40 tonnes/ha; il doit être bien décomposé, non pailleux (risques de racines fourchues);

— **de gadoues**, à la dose de 60-100 tonnes/ha;

— **d'engrais verts ou de paille**, dans les exploitations sans bétail (colza, radis chinois "Siletta", mélange vesce-avoine, pois-féverole).

Dans ce cas, compte tenu des moindres apports en P₂O₅ des engrais verts par rapport au fumier, la fumure minérale complémentaire doit être différente.

b) Fumure minérale

FUMURE AZOTÉE.

Les besoins globaux de l'ordre de 4 à 4,5 kg par tonne de racines conduisent à préconiser une fumure azotée de base de 120 à 200 kg à l'hectare.

Cependant la nature du précédent (céréale ou luzerne par exemple), les conditions de nitrification de l'année font que cette fumure est pratiquement délicate à déterminer. Une dose excessive peut conduire à *une diminution de la pureté du jus, du rendement en sucre à l'hectare* et à une augmentation de l'azote nuisible.

Ex. : Essai de R. PÉQUIGNOT à Grignon. Précédent Luzerne (1960)

Azote (kg/ha) :	0	150	200	400
Racines (t/ha) :	53,4	55,0	58,3	58,1
Feuilles (t/ha) :	28,1	42,6	47,0	56,0
Densité (° Baumé) :	8,9	8,6	8,2	7,9-

G. BARBIER a cependant pu montrer dans des essais de longue durée qu'en présence de paille enfouie, une fumure azotée élevée peut accroître encore le rendement en sucre alors qu'il y a diminution en l'absence de paille.

Azote (Kg/ha)	Pailles enfouies		Sans pailles	
	Racines (t/ha)	Sucre (t/ha)	Racines (t/ha)	Sucre (t/ha)
80	62,4	10,15	52,8	8,63
120	65,7	10,90	67,0	10,50
160	70,5	11,02	60,7	9,60

Conclusion.

La dose optimale, variable avec le précédent et la fumure organique, semble de l'ordre de *100 à 150 kg à l'hectare*.

Cet azote sera apporté *très tôt*, sous forme d'ammonitrate. Cependant l'apport de la totalité de la fumure azotée à l'automne n'est pas souhaitable.

La formule la meilleure semble être le fractionnement : demi ou deux-tiers au labour; demi à un tiers au semis.

Sur sols de craie, peu profonds, pauvres en argile, RADET préconise un apport principal au semis et le complément, s'il y a lieu, au démarcage sous forme de nitrate de chaux ou de soude.

FUMURE PHOSPHATÉE.

Selon la richesse du sol, celle-ci varie entre 60 et 120 kg de P_2O_5 à l'hectare. La forme d'apport variera selon la nature du sol :

— les formes solubles (superphosphates, phosphate d'ammoniaque) sont à employer dans toutes les bonnes terres de limon (pH voisin de la neutralité);

— en sols de craie, celles-ci rétrogradent en phosphate **bicalcique** forme stable et assimilable. Cette dernière est donc à recommander. Il en est de même des phosphates hyposolubles (scories, phospal) mais ceux-ci devant d'abord se dégrader, se dissocier, devront être apportés beaucoup plus tôt, à l'automne.

FUMURE POTASSIQUE.

Les pertes en potasse par lessivage étant très réduites, la dose à employer sera fonction de la richesse du sol, des apports de fumier et des exportations.

Elle se situera entre *100 et 250 kg de K_2O à l'hectare*.

En sols de limon, le chlorure ou le sulfate seront préférés.

En sols calcaires, la sylvinite 40 % est à recommander en raison du sodium apporté gratuitement sans risque de glaçage du sol.

OLIGO-ÉLÉMENTS.

Pour prévenir *la maladie du cœur*, en sols de craie notamment, une application de 18 à 20 **kg/ha** de borate de soude (borax) avant le semis est à conseiller.

C. SEMIS.

1. CHOIX ET PRÉPARATION DES SEMENCES.a) **Les différents types de semences.**

L'agriculteur a, aujourd'hui, le choix entre deux grands types de semences : les semences *ordinaires* et les semences *façonnées*.

SEMENCES ORDINAIRES.

Celles-ci comprennent :

— d'une part les *glomérules* ou *graines naturelles*, polygermes

— d'autre part les *graines monogerme* naturelles obtenues génétiquement ou par triage.

SEMENCES FAÇONNÉES : (appelées aussi « semences pour semis de précision »).

Il s'agit de glomérules ayant subi soit un calibrage, un polissage, une fragmentation du glomérule, soit enfin un enrobage. C'est ainsi que l'on distingue les :

- **graines polies** : par calibrage, polissage et calibrage final : le calibre 2,5-3,5 mm donne jusqu'à 60 % de monogermes;
- **graines segmentées** : par fragmentation mécanique : pourcentage de monogermes assez variable (50-80 %);
- **graines enrobées** : ayant d'abord été polies ou segmentées et calibrées puis recouvertes d'une substance destinée à en régulariser la forme pour semoir de précision;
- **graines calibrées** : sans aucun autre façonnage.

b) Normes réglementaires.

Les normes établies en accord avec les autres pays du Marché commun sont :

- pureté spécifique minimum, 96 % (97 % pour les semences certifiées);
- faculté germinative minimum, diploïde 73 %, **polyploïde** 68 %;
- teneur en eau, 15 %;
- monogermie
 - monogermie génétique, 90 % donnant un seul germe;
 - semences façonnées, diploïdes, 58 % donnant un seul germe;
 - polyploïdes**, 63 % donnant un seul germe.

c) Désinfection des semences.

Celle-ci doit être effectuée systématiquement (traitements organiques).

2. DATE DU SEMIS.

a) Betteraves sucrières.

Le semis précoce de la betterave à sucre s'impose dès que la température et le ressuyage du sol le permettent. D'une part le semis hâtif permet :

- d'échelonner les travaux d'été de la betterave et d'autres cultures;
- d'arracher plus tôt, donc dans de meilleures conditions, et ainsi de préparer convenablement les semis de blé.

D'autre part, le semis hâtif conduit à un accroissement de *rendement en racines* et de la *teneur en sucre* (fig. X-7 et tableau X-4) en raison :

- d'une meilleure implantation (plantules à bon enracinement);
- **de l'allongement du cycle végétatif de la plante.**

TABLEAU X-4. — Résultats d'une enquête de l'I.R.B. dans les départements du Nord et du Bassin parisien (7 années)

	SEMIS DU 1 ^{er} AU 14 AVRIL	SEMIS DU 15 AU 30 AVRIL	DIFFÉRENCE % SEMIS TARDIF
Rendement en racines (t/ha)	44,55	35,09	+ 27
Teneur en sucre %	16,55	15,85	+ 4,4
Rendement en sucre (t/ha)	7,43	5,65	+ 31,4
Rendement de verts et collets (t/ha)	37,60	36,02	+ 4,4

Ces semis hâtifs sont, par ailleurs, aujourd'hui possibles, grâce :

- à la méthode rapide et superficielle de préparation des terres;
- à la sélection de variétés résistantes à la montée à graines.

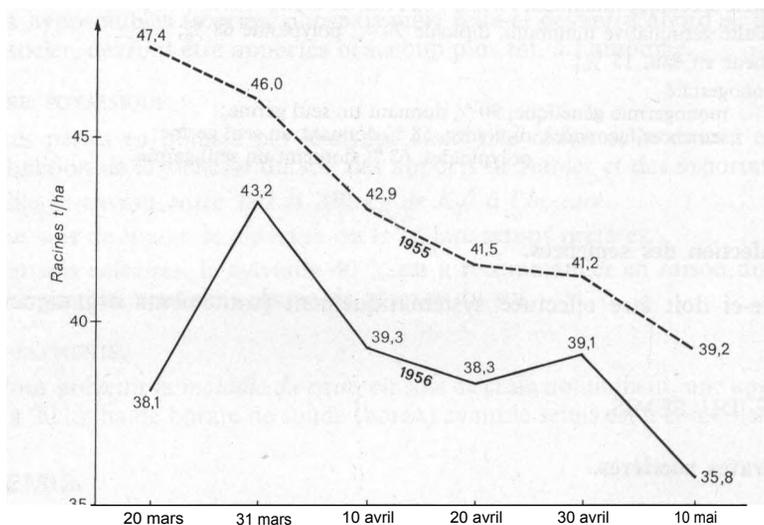


FIG. X-7. — Influence de la date du semis sur le rendement chez la betterave sucrière.

b) Betterave fourragère.

Traditionnellement dans l'Ouest, la betterave fourragère est *repiquée* derrière un fourrage de printemps. Dans ces conditions, l'implantation a lieu en fin juin-début juillet, à l'aide de plantules issues de pépinières semées en avril.

Le semis en place s'est cependant considérablement développé depuis 10 ans, et comme chez la betterave sucrière, les semis *les plus précoces*, de fin mars si possible, sont à conseiller.



Photo S.P.I.E.A.

Une betterave fourragère repiquée, en Loire-Atlantique.

3. MODE DE SEMIS.

a) Betterave sucrière.

TECHNIQUE TRADITIONNELLE.

Le semis est effectué en lignes à faible profondeur (2-3 cm), à des écartements variant entre 40 et 45 cm.

Le semis est effectué perpendiculairement au labour pour qu'à l'arrachage, les socs des machines à plusieurs rangs puissent travailler à niveau constant.

La quantité de semences utilisée est de l'ordre de *18 à 22 kg/ha* lorsqu'il s'agit de graines ordinaires; ceci peut correspondre à une densité potentielle de 120-140 plantes au mètre carré, bien supérieure au peuplement recherché, compris entre 6 et 9 plantes au mètre carré (60 000 à 90 000 plantes à l'hectare).

L'expérience montre que le rendement en racines et la teneur en sucre augmentent avec le peuplement jusqu'à un optimum variable avec les conditions locales de climat et de sol :

- en sols à très bon pouvoir de rétention en eau, très bien fertilisés, à bonne pluviométrie, il est possible d'atteindre 80 à 90 000 plantes par hectare;
- en sols moyens, le peuplement sera de 75 à 80 000 plantes à l'hectare;
- en conditions peu favorables (sols légers, climat sec) l'optimum sera de 50 à 60 000 plantes à l'hectare.

Pour atteindre ces peuplements, *un démarcage* sera évidemment nécessaire :

SEMIS CLAIRS.

Depuis un certain nombre d'années l'emploi des *semences façonnées* et de semoirs de précision permet d'effectuer des semis clairs : on sème alors à 7-8 kg/ha, c'est-à-dire à 4-5 cm sur la ligne (40 cm d'écartement).

Le peuplement à la levée est de l'ordre 50 plantes : un « *distançage* » est donc effectué ultérieurement pour obtenir le peuplement objectif.

SEMIS EN PLACE.

L'emploi de semences monogermes ou de semences façonnées à taux de monogermie et faculté germinative très élevés permet aujourd'hui aux meilleurs betteraviers d'effectuer des semis en place, à des espacements sur la ligne de 13 à 20 cm. Ceci suppose naturellement, outre une semence *d'excellente qualité* :

- un sol extrêmement bien préparé et exempt de parasites;
- un semoir de *très haute précision*.

Les rendements alors obtenus ne sont pas supérieurs à ceux en semis clairs ou en technique traditionnelle, mais l'économie réalisée par la suppression du *distançage* et du *démariage* est importante.

b) **Betterave fourragère.**

Lorsque celle-ci est repiquée (plus de 50 % des superficies le sont encore actuellement) un semis en pépinière est réalisé en avril à 1,5 kg/are environ; 1 are peut alors fournir assez de plants pour un hectare de culture.

Le repiquage a lieu en juillet, à la main, et de plus en plus fréquemment à la repiqueuse mécanique.

En semis, les modalités d'implantation sont les mêmes qu'en culture normale de betterave sucrière.

D. FAÇONS D'ENTRETIEN.

1. **Roulages.**

Éventuellement en cas de sécheresse, un roulage peut être nécessaire. Employer de préférence des rouleaux du type croskill ou cultipacker (éviter le « *glaçage* » du sol). Par contre le roulage est déconseillé lorsqu'il a été fait un traitement *dés herbant* sur le sol.

2. **Hersages.**

Les hersages légers pourront briser la croûte superficielle, après pluies orageuses.

3. **Binages.**

Avant le développement du *dés herbage chimique*, les binages étaient indispensables; en outre, en *ameublissant* le sol, en *l'aérant*, ils favorisaient, en *facilitant* la pénétration de l'eau, la croissance de la jeune plantule. Sauf dans le cas de *dés herbage localisé*, leur intérêt est aujourd'hui discutable.

4. Démariage.

a) Époque. Celui-ci doit être effectué de *bonne heure*.

Théoriquement, celui-ci devrait être réalisé dès le stade « 2 feuilles bien développées ».

Techniquement et économiquement le stade optimum se situe à « 4 ou 6 feuilles ».

b) Modalités. Alors que l'arrachage et le chargement peuvent être totalement mécanisés, le démariage ne peut l'être. Deux formules toutefois en réduisent aujourd'hui le coût :

— *l'emploi des graines façonnées* à 60-75 % de monogermie qui permet un gain de 20 à 35 % au démariage;

— *l'éclaircissage mécanique ou prédémariage* : à partir de l'instant où le stade de 4 feuilles est dépassé et le démariage manuel non encore réalisé l'éclaircissage mécanique permet d'échelonner l'intervention manuelle sans baisse sensible du rendement.

	Rendement (t/ha)	
	graine ordinaire	graine segmentée
Démariage au stade 4 feuilles	46,00	50,90
Démariage au stade 8 feuilles	38,45	40,30
Éclaircissage à 4 feuilles plus démariage à 8 feuilles	47,43	52,60

Cet éclaircissage mécanique est réalisé à l'aide de machines soit *rotatives* (fraises munies de couteaux) soit *alternatives* (1 seul couteau).

5. Désherbage.

La généralisation de la méthode rapide de préparation du sol et des semis précoces, la nécessité de mécaniser toujours plus complètement la culture — faute de main d'œuvre — ont rendu indispensable le recours au désherbage chimique en culture betteravière.

A l'heure actuelle, (1971), cinq produits sélectifs principaux sont utilisés pour le désherbage de la betterave :

— Le PCA (1-phényl-4 amino-5 chloro-pyridazone-6) parfois appelé *pyrazone*, utilisable à la dose de 4 kg/ha de produit commercial; (soit 3,2 kg/ha de MA) dilué dans 500-600 l d'eau;

Il peut être employé en *pré-semis* avec incorporation, ou au *semis*, voire en pré-levée ou en post-levée de la betterave car il est absorbé par les racines et les feuilles des plantules adventices.

Il est efficace contre la plupart des dicotylédones annuelles. Cependant, les fumeterres, le gaillet gratteron, la renouée des oiseaux, la mercuriale, et, chez les graminées, le vulpin, sont moyennement sensibles; la folle avoine est résistante.

— Le *lénacile* (cyclo-hexyl-3 triméthylène-5,6 uracile) utilisable à la dose de 1 kg/ha de produit dilué dans 500 l d'eau. Cet uracile s'utilise en *pré-semis* avec incorporation dans le sol.

Il est **efficace** à l'égard de la plupart des dicotylédones annuelles (sauf le gaillet gratteron, les véroniques et les rumex) et quelques graminées.

— **Le diallate** ou le **triallate**, utilisables à la dose de 1,4 kg/ha dans 400 à 600 l d'eau, en *pré-semis*, avec incorporation dans l'heure qui suit l'application.

Ce sont des **anti-graminées** particulièrement efficaces contre le vulpin, la folle-avoine, les ray-grass et l'**agrostis**.

— **Le cycloate**, utilisable à la dose de 4-5 l/ha dans 600-800 l d'eau, en *pré-semis*, avec incorporation dans le quart d'heure qui suit l'application.

Ce désherbant est efficace à l'égard de nombreuses graminées et quelques dicotylédones.

— **Le phenmédiphane**, utilisable à la dose de 1 kg/ha, dans 300-400 l d'eau. Cet herbicide est un **carbamate** absorbé presque essentiellement par les feuilles dont il inhibe l'assimilation chlorophyllienne.

Il s'utilise donc en *post-levée* sur *adventices jeunes*, au stade **cotylédonaire** à 4 feuilles, quel que soit le développement de la betterave. Gaillet, renouée des oiseaux, amarante sont cependant peu sensibles au-delà du stade « 2 feuilles ».



Une **décolleteuse-aligieuse** en plein travail sur betterave sucrière.



Photos S.P.I.E.A.

Récolte manuelle des «verts» de betterave fourragère avant arrachage.

E. RÉCOLTE.

1. ÉPOQUE.

Une betterave « mûre » se reconnaît au port retombant et à la teinte jaunâtre de ses feuilles.

Il ne faut pas trop attendre pour récolter : retarder l'arrachage ne se traduit pas nécessairement par un accroissement du rendement ou de la richesse saccharine.

Ex. : pour un semis du 20 avril :

<i>Date de récolte</i>	<i>Rendement en racines (t/ha)</i>	<i>Richesse saccharine</i>	<i>Rendement en sucre (t/ha)</i>
25-26 septembre	46,9	15,9	7,44
24 octobre	52,6	16,4	8,63
30 novembre	54,5	15,7	8,55
p.p. ds. 0,05	0,9	0,05	0,14

Pratiquement les arrachages fin septembre autant que ceux de fin novembre sont généralement préjudiciables à la récolte.

2. MÉTHODE DE RÉCOLTE.

Encore manuelle dans certains cas (fourches à 2 dents, couteau décolleteur) la récolte est de plus en plus *mécanisée*; tout particulièrement en *betterave sucrière*, à enterrage profond.

Les différentes opérations : arrachage, décolletage, nettoyage, groupage, chargement sont effectuées par des machines plus ou moins perfectionnées (arracheuse, décolleteuse, arracheuse-décolleteuse-groupeuse, etc...).

En *betterave fourragère*, de très sérieux progrès ont été réalisés dans la mécanisation de la récolte. Trois méthodes sont possibles :

— le *chantier monorang* utilisant une machine qui arrache la betterave par les feuilles, les stocke dans une trémie et les décharge dans une remorque en bout de rang (capacité de travail : 1 ha par jour avec 3 hommes).

— les *chantiers décomposés spécifiques*, où interviennent successivement une effeuilleuse, puis une arracheuse-chargeuse à deux rangs (capacité de travail : 2-3 ha par jour avec 2 hommes).

— les *chantiers dérivés des systèmes sucriers*, pour les variétés à racines enterrées.

3. ANALYSE DE LA RÉCOLTE.

a) **Betterave sucrière.**

Les bons rendements sont de l'ordre :

— en racines : 50 tonnes/ha; en collets et verts 60 t/ha.

Déchargement de racines
de betterave sucrière à l'usine.

Photo S.P.I.E.A.



— en sucre : 8 tonnes/ha (teneur en % sucre : 16-17 %).

La réception de la récolte par l'industriel comporte toujours :

— la détermination du poids net des racines,

— la teneur en sucre ou éventuellement, celle de la densité (depuis 1966, la détermination de la densité est tolérée, seule celle de la teneur en sucre est légale).

La détermination du poids net est effectuée par 2 méthodes principales.

— **la pesée géométrique.** Elle consiste :

1) à reconnaître avec exactitude la *surface du champ* (opération effectuée tôt en végétation par un expert géomètre);

2) à compter le *nombre de betteraves sur une longueur* déterminée et *l'écart moyen entre lignes*;

3) à prélever des échantillons de betteraves pour en déterminer la *richesse moyenne*.

Plusieurs méthodes (ou « chaînées ») sont utilisées.

— **la pesée à la bascule.** Elle consiste à peser, à l'arrivée à l'usine, au pont bascule, les chariots pleins, puis vides, ce qui donne le rendement brut; la tare (terre, collets) étant ensuite mesurée, on en déduit le poids net.

La production de sucre (ou d'alcool) laisse un sous-produit : la pulpe. Celui-ci représente 40 à 45 % du poids de racines; c'est un aliment encore riche en **matière sèche** et en sucre (0,08 UF/kg) intéressant pour les porcs et les bovins.

b) Betterave fourragère.

Les bons rendements (betteraves « danoises ») se situent à 80 t/ha, à 18 % matière sèche, soit 15 tonnes/ha de matière sèche et 13 000 UF (verts non compris).

F. CONSERVATION.

1. Conservation des racines.

En **betterave sucrière**, le temps s'écoulant entre la récolte et l'utilisation par l'usine est toujours court. Généralement la récolte part directement pour l'usine.

Parfois on sera conduit à mettre provisoirement en silo.

Il est alors très important de faire des silos de faible hauteur pour éviter l'échauffement des betteraves (environ 2 m).

En **betterave fourragère**, la mise en silo de longue durée est obligatoire. On procédera :

— soit à une mise en tas *dans un local protégé* contre les chutes de température et à l'obscurité;

— soit de préférence à une mise en tas *en plein air*, sur un sol sain, sec. Le tas sera orienté est-ouest, d'une largeur de 2-3 m, d'une hauteur de 1,50 m; de

longueur variable, il comportera des cheminées d'aération tous les 2 à 3 mètres; il sera recouvert de 15 à 20 cm de paille et de 20 à 25 cm de terre, ou d'un film plastique.

Les pertes en cours de conservation ne dépassent pas 10 %, tout au moins de novembre à mars.

2. Conservation des collets et pulpes.

On les ensilera selon la méthode classique d'ensilage à froid.

La déshydratation des pulpes est aujourd'hui fréquemment pratiquée.

BIBLIOGRAPHIE DU CHAPITRE X

- BARBIER (G.). 1961. — La fumure organique en culture betteravière d'après une expérience culturale de 12 années *Publications I.T.B. Travaux Station I.N.R.A.*
- CAMELIN (R.). 1967. — Sur les pertes de betteraves se produisant entre la récolte et le travail en usine. *C. R. Acad. Agr. Fr.*, 53, 4, 286-290.
- CAMPISTRON (Ch.). 1960. — Contribution de l'utilisation des betteraves danoises dans l'alimentation du bétail. *Bull. Tech. Inf.*, n° 149, 219-243.
- COIC (Y.), TRUKENBOLTZ (1957). — La nutrition et la fertilisation azotée de la betterave sucrière. *C. R. Acad. Agr. Fr.*, 43, 10, 559-63.
- COLIN (P.). 1964. — A propos des facteurs de variation de la richesse saccharine des betteraves, *S.E.I. Étude n° 17, 2*
- DECOUX (L.). 1966. — Parallèle entre la canne à sucre et la betterave sucrière. *Rev. Inst. Inter. Rech. Betteravières*, 1, 3, 151-154.
- DECOUX (L.). 1966. — La fin des travaux manuels de printemps en culture betteravière, *C. R. Acad. Agr. Fr.*, 52 4, 266-280.
- DELGURE (J.), et LEBRUN (V.). 1966. — La culture mécanisée de la betterave fourragère, *Fourrages*, 26, 57-70.
- DETROUX (L.), MARTENS (M.), PEETERS (G.). 1965. — Quelques nouveaux aspects du desherbage chimique des champs de betterave sucrière, *Inst. Belge pour Amél. Betteraves*, 4, 138-154.
- ERNOULD (L.). 1965. — Problèmes de la sélection de la betterave sucrière, *Inst. Belge pour Amél. Betterave*, 2, 51-66.
- FÉLIX (L.). 1970. — Observations sur la production de sucre de betteraves polypléïdes cultivées durant quatre ans (1962-1965). *Sélectionneur Fr.*, 8, 37-44.
- GAUTHERET (R.), et al. 1966. — Sur le placement des betteraves sucrières. *C. R. Acad. agr. fr.*, 52, 1, 74-89.
- GAUTHERET (R.), et al. 1966. — Action des adventices sur le rendement de la betterave à sucre et conséquence de leur destruction. *C. R. Acad. Agr. Fr.*, 52, 6, 409-415.
- UTIN (Cl.). 1964. — Détermination de la polyploidie des betteraves. *C. R. Ass. Int. Essais Semences*, 29, 919-931.
- LABY (H.). 1966. — L'amélioration génétique de la betterave. *Hommes et Terre*, 17.
- LE COCHEC (F.). 1969. — Les possibilités d'amélioration de la betterave fourragère. *Ann. Amél. plantes*, 1, 2, 169-211.
- LHOSTE (J.). 1964. — Le desherbage des betteraves en France, au cours de la campagne 1964. *C.R.I.T.B.*, 111-126.
- MARGARA (J.), et al. 1953. — Essais effectués en 1952 sur le comportement des variétés de betterave sucrière à l'égard du *Cercospora*. *Ann. Amél. Plantes*, 1, 43-55.
- MARGARA (J.). 1954. — Problèmes que pose l'amélioration de la betterave sucrière en France, *Ann. Amél. Plantes*, 2, 147-195.
- MARGARA (J.). 1960. — Recherches sur le déterminisme de l'élongation et de la floraison dans le genre *Beta*. *Ann. Amél. Plantes*, 4, 361-471.
- MARGARA (J.). 1964. — Discussion sur les relations entre élongation caulinaire et initiation florale chez la betterave bisannuelle. *Ann. Phys. Vég.*, 6, 3, 243-250.
- ROBELIN (M.) et MINGEAU. 1970. — Irrigation et croissance de la betterave sucrière, *33e Congrès I.I.R.B.*
- SIMON (M.). 1955. — La fertilisation minérale de la betterave sucrière. *Publ. Inst. Belge Amél. Bett.*, 2, 69-113.
- TERRY (N.). 1970. — Developmental physiology of sugar beet. Effects of temperature and nitrogen supply on growth soluble carbohydrate content and nitrogen content of leaves and roots. *E. Exp. Bota*, 21, 67, 477-496.
- VAN STEYVOORT (L.). 1963. — Considérations pratiques sur les traitements phytosanitaires à faire en culture betteravière. *Inst. Belge pour Amél. Betterav.*, 2, 1963.

CHAPITRE XI

POMME DE TERRE

Solanum tuberosum L. (2 n = 48).

I. HISTOIRE DE LA CULTURE.

C'est bien après la découverte du Nouveau Monde par Christophe **COLOMB** qu'il fut, pour la première fois, question de la pomme de terre en Europe.

C'est en effet à la conquête du Pérou par **PIZARRE** que nous sommes redevables de la découverte de la pomme de terre. L'un de ses compagnons d'armes Pierre **CIEÇA** apprit l'existence d'une plante merveilleuse appelée «papas», largement cultivée par les Incas pour leur alimentation. Pierre **CIEÇA** envoya des tubercules en Espagne, d'où ils furent adressés au Pape et de celui-ci à un savant français, Charles DE L'ECLUSE (**CLUSIUS**) qui les reçut le 26 janvier 1588 à Vienne.

Les premiers essais de culture firent vite apparaître l'intérêt de cette espèce pour l'agriculture et Charles DE L'ECLUSE fit — en dépit de beaucoup de **difficultés** — tout ce qui était en son pouvoir pour en vulgariser l'emploi. A ce titre, Charles DE L'ECLUSE mérite très justement la paternité de l'introduction de la culture de la pomme de terre en Europe.

C'est seulement un siècle et demi après les premiers essais de **Cursus** que **PARMENTIER** développera, avec l'appui de Louis XVI, cette culture en France. Jusque-là, en effet, son extension avait été très lente, l'aspect des tubercules étant très tourmenté (yeux très profonds, rendements encore peu élevés). Il faudra de nouvelles introductions variétales (sous l'impulsion de **PARMENTIER**) et l'obtention ultérieure (au **XIX^e** et **XX^e** siècle), par semis, de variétés à formes de tubercules améliorées pour voir les superficies s'accroître plus rapidement.

On sait aussi qu'au moment même où **CIEÇA** faisait parvenir des tubercules en Espagne, Walter **RALEIGH**, favori de la reine **ELISABETH** envoyait de Virginie en Irlande, puis en Angleterre, des tubercules (1587). Par la suite la pomme de terre devait accéder à de nouveaux continents : en Amérique du Nord, dans la première moitié du **XVIII^e** siècle, en Inde entre 1772 et 1785.

II. ÉCONOMIE DE LA PRODUCTION.

A. LA POMME DE TERRE DANS LE MONDE.

La pomme de terre est cultivée dans les cinq parties du monde. Avec 22 500 000 ha et 300 000 000 tonnes (14 t/ha) en 1970, elle se classe bien avant la betterave (tableau XI-1).

Elle est cependant cultivée principalement *dans les zones tempérées froides* : l'Europe et la Russie (Europe + Asie) avec 8 millions d'hectares chacune viennent nettement en tête des grandes zones de production. L'Amérique du Nord et Centrale avec 740 000 ha vient au 5^e rang, derrière l'Asie et l'Amérique du Sud.

TABLEAU XI-1. — *La pomme de terre dans le Monde*
(d'après statistiques F.A.O.)

SUPERFICIES (MILLIERS D'HECTARES)					
	1948-52	1964	1966	1968	1970
Europe	9 490	8 463	7 855	7 585	7 296
France	1 124	691	537	471	424
Belgique	90	61	59	55	54
Hollande	187	125	131	147	158
Allemagne-Ouest	1 149	851	732	659	597
— Est	818	745	694	672	620
Grande-Bretagne	496	315	271	279	271
Italie	392	356	347	319	320
Pologne	2 571	2 830	2 732	2 747	2 720
U.R.S.S.	8 574	8 518	8 392	8 301	8 000
Amérique du Nord	853	698	782	743	705
Amérique latine	841	1 147	1 090	1 056	1 144
Asie	722	1 142	1 201	1 236	1 292
Afrique	224	272	274	311	319
Monde entier	22 668	23 593	23 123	22 808	22 516

PRODUCTION (MILLIERS DE TONNES)					
	1948-52	1964	1966	1968	1970
Europe	130 090	141 918	136 497	141 970	125 976
France	13 734	11 566	10 614	10 045	9 034
Belgique	2 127	1 755	1 475	1 566	1 593
Hollande	4 679	4 110	4 124	5 045	5 648
Allemagne-Ouest	24 256	20 612	18 833	19 191	16 250
— Est	13 174	12 872	12 823	12 639	10 500
Grande-Bretagne	9 443	7 064	6 580	6 846	6 550
Italie	2 732	3 823	3 860	3 960	3 842
Pologne	29 641	47 860	46 144	50 817	43 500
U.R.S.S.	80 239	93 642	87 853	102 184	96 600
Amérique du Nord	12 739	13 660	16 896	16 356	17 169
Amérique latine	4 430	7 211	7 028	8 066	9 709
Asie	5 908	10 902	12 185	13 326	13 716
Afrique	1 273	1 892	1 856	2 179	2 234
Monde entier	247 376	298 038	292 990	315 451	299 495

En Europe, la Pologne (2 750 000 ha) est, de loin, le principal pays producteur devant l'Allemagne et la France (470 000 ha); au nouveau monde les U.S.A. (550 000 ha) sont de loin les principaux producteurs.

Du point de vue évolutif, cette production manifeste depuis quelques années, à l'échelon mondial *une certaine stabilité*.

Cependant, on note aussi bien en Europe qu'en Amérique du Nord, une légère régression des superficies et un léger accroissement de la production par rapport à la période 1948-1952, ce qui témoigne d'une amélioration sensible de la productivité ces dernières années.

B. LA POMME DE TERRE EN FRANCE.

Jusqu'à la veille de la première guerre mondiale, cette culture a suivi une *progression constante* pour atteindre, en 1914 plus de 1.500.000 ha et plus de 12 000 000 tonnes (tableau XI-2).

Depuis lors, les superficies n'ont cessé de régresser pour atteindre 470 000 ha en 1968 et 400 000 en 1970.

TABLEAU XI-2. — *La pomme de terre en France*

I. Évolution de l'ensemble de la production

ANNÉES	SUPERFICIES (milliers d'ha)	RENDEMENTS (t/ha)	PRODUCTION (milliers de t)	ANNÉES	SUPERFICIES (milliers d'ha)	RENDEMENTS (t/ha)	PRODUCTION (milliers de t)
1862..	1 065	7,7	18 200	1960..	880	16,4	14 894
1900..	1 509	8,4	12 675	1962..	852	15,6	13 255
1930..	1 429	9,7	13 923	1964..	680	16,8	11 419
1938..	1 425	12,2	17 314	1966..	558	19,4	10 816
1946..	853	11,5	9 882	1968..	462	21,2	9 800
1950..	988	13,1	12 942	1970..	408	21,4	8 750
1955..	938	14,7	13 750				

II. Évolution des différentes spéculations (superficies en milliers d'hectares)

	1930-39	1950	1955	1960	1964	1966	1970
Consommation	1 290	877	833	784	591	478	337
Primeurs	119	60,5	51,5	54	47,2	42,7	37,2
Plants	2	2,8	29,5	25	26,4	22,0	17,1
Féculerie	—	22	24	17	14,8	15,7	16,1

III. Répartition géographique de la production en 1968

	SUPER- FICIES (milliers d'ha)	PRODUC- TION (milliers de t)		SUPER- FICIES (milliers d'ha)	PRODUC- TION (milliers de t)
<i>Consommation</i>	478	9 438	<i>Plants</i>	22	318
Bretagne	73	1 600	Bretagne	13,4	184
Nord-Région pari- sienne	85	2 500	Nord-Picardie ...	5	85
Massif Central ...	79	1 235	Massif-Central ...	0,8	8
<i>Primeurs</i>	42,7	591	<i>Féculerie-Distillerie</i>	15,7	473
Bretagne	9,5	125	Nord-Picardie ...	9,5	296
Provence-Lan- guedoc	4,6	65			
Nord-Picardie	5,5	103			
Aquitaine- Pyrénées	5,3	71			

Cependant dans le même temps, les rendements moyens se sont considérablement accrus en raison des progrès réalisés du point de vue fertilisation, variétés et surtout état sanitaire du plant : de 8,4 t/ha en 1900, ceux-ci sont passés à 10 tonnes vers 1930, 13 tonnes en 1940, 15 tonnes en 1955, 19 tonnes en 1965, 21 tonnes en 1970. Il en résulte que notre production nationale s'est toujours maintenue entre 11 et 15 000 000 tonnes jusqu'en 1965. Depuis 1968, elle est cependant inférieure à 10 millions de tonnes.

Cette culture englobe 4 catégories principales de production.

a) La pomme de terre dite « de consommation ordinaire » qui représente les neuf-dixièmes des superficies et de la production totale. Les régions principales de production en sont : *la Bretagne, le Nord, le Massif central*.

b) La pomme de terre « primeur » (36 000 ha et 549 000 tonnes en 1970) produite en *Bretagne, Provence, Languedoc, Nord et en Aquitaine*.

c) Le plant sélectionné (17 000 ha et 282 000 tonnes en 1970) produit pour les trois-quarts en *Bretagne*, le reste dans la région *Nord et Massif central*;

d) La pomme de terre féculière (16 000 ha et 494 000 tonnes en 1970) produite en majorité dans la région *Nord*, le reste dans la *vallée de la Saône*.

Sur les 14 000 000 tonnes en moyenne produites en 1962-63, on peut considérer (enquête INSEE) que :

- 3 500 000 tonnes auraient été commercialisées (25 %);
- 2 250 000 tonnes auraient été autoconsommées (16 %);
- 600 000 tonnes auraient été utilisées en « primeurs » (4,5 %);
- 1 750 000 tonnes auraient été utilisées (ou réutilisées) comme plant (12,5 %);

400 000 tonnes auraient été destinées à la féculerie (3 %). soit au total 8 500 000 tonnes. La différence — 5 500 000 tonnes soit 39 % de la production annuelle — correspondrait aux *pertes en conservation* et surtout à la consommation animale (porcs, volailles...) impossible à évaluer.

Cette surproduction apparente pourrait laisser croire à des possibilités d'exportation; celles-ci demeurent en réalité jusqu'à présent, limitées, variant suivant les années pour la pomme de terre de consommation, entre 150 000 et 300 000 tonnes.

Différents facteurs influent sur l'évolution de cette culture en France. Ce sont principalement

— Le développement de la **production et de l'utilisation du plant** sélectionné : or les tonnages plombés ont été de 289 000 tonnes en 1965-66 mais n'ont atteint que 300 000 tonnes en 1969-70; et nous demeurons importateurs de 60 à 70 000 tonnes (1970).

— **une mécanisation de plus en plus poussée de la culture** : celle-ci jointe à la proximité des grands centres à forte densité urbaine a déjà conduit les zones traditionnelles (Massif central, Bretagne) à laisser la place à la région située au Nord de Paris où l'importance des exploitations permet d'investir plus aisément et rapidement. Ce déplacement des zones de production s'accroîtra certainement;

— **l'amélioration des moyens de conservation** : bien appliqués, ils permettent d'ores et déjà, de diminuer les pertes dans une proportion au moins égale à 10 et sur le plan économique, permettent d'envisager des *contrats de stockage* soit comme système de régularisation des cours (F.O.R.M.A.) soit dans l'attente d'une transformation industrielle;

— **la consommation par habitant** est en diminution importante. Elle est passée depuis le début du siècle, de 150 kg par habitant à 90 kg aujourd'hui (70 kg seulement à Paris). De même l'utilisation dans l'alimentation animale devient de plus en plus limitée (contrainte de la cuisson).

— **une demande accrue de pommes de terre « préparées » ou « transformées »** : les occupations professionnelles de la femme moderne, la rareté du personnel domestique, la « mode », la publicité, la normalisation et la standardisation feront que la pomme de terre de consommation tendra — avec le progrès de la technologie — à s'acheter sous d'autres formes que le tubercule brut (chips, pomme de terre épluchée, déshydratée, précuite, frites surgelées, etc.).

En 1969, la France a transformé environ 125 000 tonnes de pommes de terre en chips et purée; en 1970, ce chiffre serait de l'ordre de 150 000 tonnes, soit un peu plus de 3 % de la récolte commercialisable.

A l'étranger, la part transformée est déjà plus importante notamment en Allemagne (12,1 %), aux Pays-Bas (30,8 %) et aux U.S.A. (50 %). Cependant, sur le marché français, ces produits progressent à un rythme rapide, pouvant atteindre 20 % par an (chips) et même 30 % (purée).

III LA PLANTE.

A. CARACTÈRES BOTANIQUES.

1. PLACE DANS LA CLASSIFICATION BOTANIQUE (Origine ^g génétique de la pomme de terre).

La pomme de terre appartient à la famille des *Solanacées* et au genre *Solanum*. Celui-ci comprend plusieurs espèces tubérifères dont les centres d'origine seraient situés (selon diverses expéditions scientifiques) au Mexique et dans la *région centrale de la Cordillère des Andes* (au-dessus de 2 000 m).

Par ailleurs, on a pu montrer que ces espèces forment une *série polypléide* complète à nombre de base $x = 12$:

- a) espèces diploïdes ($2n = 24$), *Solanum chacoense*, *S. polyadenium*, *S. verrucosum*, etc.;
- b) espèces triploïdes ($2n = 3x = 36$), *Solanum Commersonii* (pommes de terre de l'Uruguay);
- c) espèces tétraploïdes ($2n = 4x = 48$), *Solanum acaule*, *S. andigenum*, *S. tuberosum*;
- d) espèces pentaploïdes ($2n = 5x = 60$), *Solanum semidemissum*;
- e) espèces hexaploïdes ($2n = 6x = 72$) : *Solanum demissum*, etc.

On n'a cependant jamais pu retrouver au centre d'origine un *S. tuberosum* véritable. *S. tuberosum* ne serait, en réalité, qu'une sous-espèce de *S. andigenum* dont la sélection entreprise en Europe et Amérique du Nord a dégagé des types capables de tubériser sous les jours longs des latitudes tempérées. D'ailleurs, au Chili, existaient (et existent encore) des écotypes tubérisant en jours longs et qui sont certainement, pour une part, à l'origine des variétés actuelles.

S. tuberosum aurait, par ailleurs, perdu, au cours de son évolution, certaines *résistances génétiques aux parasites* présentes chez les espèces sauvages. Celles-ci constituent, dès lors, pour le généticien sélectionneur des réservoirs de gènes de la plus haute importance.

2. DESCRIPTION.

a) **Le tubercule.**

Celui-ci représente l'extrémité tubérisée d'un stolon, donc d'une *tige souterraine*.

Comme toute tige, il porte, à l'aisselle de feuilles avortées ou *écailles*, des bourgeons dormants. Ceux-ci sont situés au fond d'une dépression ou œil souligné par la feuille écailleuse très réduite disposée en arcade. Ces yeux sont alternes avec une divergence de 2/5 (ils occupent une fois sur deux, les intersections d'une spirale *continue* et de 5 lignes longitudinales).

À l'extrémité distale, c'est-à-dire opposée à l'empreinte de l'insertion du tubercule sur le stolon (talon), les yeux rassemblés autour du bourgeon terminal forment la *couronne*.

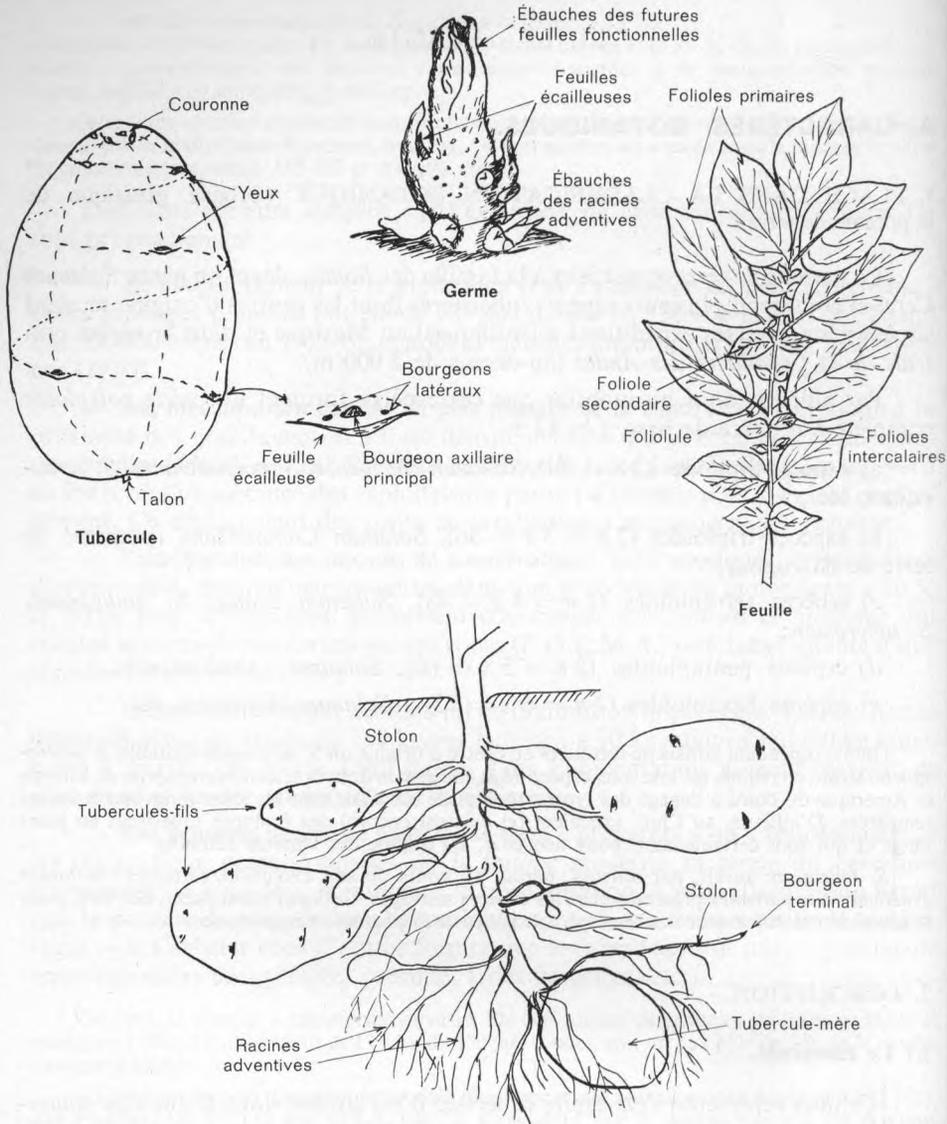


FIG. XI-1. — Caractères morphologiques de la pomme de terre.

b) Le germe.

Après un certain temps de repos végétatif, les bourgeons des yeux de couronne, puis les autres entrent en croissance, le tubercule *germe*.

Les germes se développent alors par différenciation et allongement **d'entrenœuds**. Ils portent, comme tous jeunes rameaux, *des feuilles*; celles de la base sont et demeureront *écailleuses*, celles du sommet seront chlorophylliennes et constitueront le futur feuillage de la plante adulte.

Lorsque ce germe a atteint 3 à 4 cm, des *racines adventives* se développent à la base des feuilles écailleuses et des bourgeons latéraux donnent naissance à de nouvelles tiges souterraines ou *stolons*. Ce sont ces stolons qui tubériseront ultérieurement, à leur extrémité, formant les **tubercules-fils**.

c) **Le système aérien.**

Il se compose de plusieurs tiges et rameaux feuillés (autant que le tubercule mère a développé de germes). Chaque feuille est composée de 3 à 5 *paires de folioles*, et d'une terminale. Entre ces folioles, sur l'axe de la feuille, se développent quelques intercalaires plus petites; à la base de ces folioles, on trouve des foliolules.

À l'aisselle d'une feuille du bourgeon apical de la tige (ou d'un rameau) peut apparaître, chez certaines variétés, à un certain stade de développement, une inflorescence. Le bourgeon apical poursuivant sa croissance, plusieurs inflorescences peuvent se trouver successivement dégagées le long de la tige tant que la croissance de cette dernière se poursuit.

L'inflorescence est une cyme bipare, pouvant comporter 8 à 10 fleurs. La fleur à corolle blanche ou violette est du type 5, gamopétale, caractéristique des Solanacées. L'autogamie est quasi *absolue*, les anthères à déhiscence poricide projetant le pollen sur le stigmate.

Le fruit est une baie sphérique, verdâtre et plus ou moins anthocyanée, contenant plusieurs graines.

B. CYCLE DE DÉVELOPPEMENT.

Le cycle de développement normal de la pomme de terre tel que l'on décrit divers auteurs (CLARK, DONCASTER et GREGORY, KRITHE, MADEC et PERENNEC) est le suivant.

Un tubercule germé est planté en terre. Ses germes se transforment en croissant au-dessus du sol en tiges feuillées. Les bourgeons axillaires aériens donnent des rameaux, les bourgeons souterrains des stolons.

Au bout d'un certain temps (variable selon le milieu et la variété) l'élongation des stolons s'arrête et leurs extrémités se renflent pour former en un temps relativement court (moins d'une à deux semaines) des ébauches de tubercules. Il en résulte que tous les tubercules issus d'un même pied ont *sensiblement le même âge*, quelle que soit leur grosseur au moment de la récolte.

Lorsqu'ils sont tous différenciés, ces tubercules-fils grossissent suivant une *loi de croissance sigmoïde*, celle-ci se ralentissant à l'approche de la maturité quand les fanes commencent à jaunir.

Schématiquement donc, à partir de l'initiation du premier tubercule-fils se succèdent :

- une phase de différenciation ou d'initiation des tubercules;
- une phase de grossissement des tubercules.

Quand la plante meurt, les tubercules se trouvent dans un état de *repos végétatif* pendant lequel *même placé dans des conditions optimales* de température et d'humidité leurs bourgeons sont incapables de croître pour produire des germes.

Lorsque ce repos prendra fin, si les conditions de milieu, température notamment, sont favorables, le tubercule germera.

En résumé le cycle normal de végétation de la pomme de terre comprend donc, trois périodes principales :

- repos végétatif du tubercule;
- croissance des germes;
- croissance et tubérisation de la plante.

Cependant en l'absence de toute plantation (en germe) les germes peuvent tout comme la plante entière former des stolons et *tubériser*.

C. PHYSIOLOGIE DU DÉVELOPPEMENT.

1. REPOS VÉGÉTATIF.

On sait encore fort peu de chose sur les mécanismes physiologiques conditionnant le repos végétatif du tubercule.

On sait toutefois que la durée du repos végétatif est variétale, que des traitements peuvent soit lever ce repos, soit inhiber la germination.

a) La durée du repos végétatif est essentiellement variétale.

Il y a des variétés à repos végétatif *court* : ‘ Belle de Fontenay ’, ‘ Sirtema ’, ‘ Urgenta ’;

à repos végétatif *long* : ‘ Arran Banner ’, ‘ Rosa ’, ‘ Saucisse ’.

Un repos végétatif court est intéressant dans certains cas, lorsque notamment la récolte doit servir de *plant* pour ensemencement d'été, d'automne ou d'hiver (préculture, plant pour l'Afrique du Nord).

Par contre, ce caractère est défavorable pour la pomme de terre de consommation où l'on recherchera des variétés à repos végétatif *long et des conditions de conservation* maintenant le tubercule en dormance, bien après la rupture du repos végétatif.

b) Différents traitements permettent de lever le repos végétatif.

Ils sont d'ordre physique ou chimique :

- *blessure ou meurtrissure des tubercules*;
- *monochlorhydrine du glycol*, thiourée, sulfocyanates de potassium, tétrachlorure de carbone, dichlorure d'éthylène.

Le mélange « rindite¹ » (7 parties de monochlorhydrine du glycol, 3 parties de dichlorure d'éthylène, 1 partie de tétrachlorure de carbone) constitue le traite-

1. rindite, mot composé des trois syllabes « rin di te », rencontrées dans : ~~chlorhydrine-dichlorure-tétrachlorure~~.

ment le plus fréquemment employé (voir : V Sélection sanitaire, p. 177). Après maintien des tubercules pendant 48 heures à 23-24° C dans les vapeurs de rindite, les tubercules peuvent germer.

L'étude de l'action de ces différents corps sur le repos végétatif n'a pas cependant permis d'élucider totalement le mécanisme du maintien et de la levée du repos végétatif.

Des substances de *type gibberelline* ont été trouvées dans les tubercules (HAYASHI *et al.*) ainsi qu'une augmentation de la teneur en gibberellines naturelles depuis la récolte jusqu'à la germination, d'où il n'est pas possible encore de conclure à leur action *réelle* dans les mécanismes d'entrée en germination.

L'hypothèse est, pour l'instant, admise que les bourgeons seraient maintenus en non croissance par un équilibre entre substances stimulantes et inhibitrices de la croissance, parmi lesquelles ces dernières sont plus ou moins longtemps prédominantes (inhibiteur acide B).

c) Différents traitements permettent d'inhiber la germination après la levée du repos végétatif.

Ils sont d'ordre physique ou chimique.

— *La température.* Une température de 2 à 3° C, inférieure au zéro de croissance maintient le tubercule en dormance.

— Diverses substances *inhibitrices de croissance* : naphthalène-acétate de méthyle, phénol-thiocarbamate d'isopropyle (IPC), 2-3-5-6 tétrachloronitrobenzène, hydrazide maléique (en pulvérisation sur le feuillage, 2 à 3 semaines avant la maturité).

Autorisé sur les tubercules de consommation, l'emploi de ces divers produits « antigermes » est interdit en France sur les tubercules de semence.

— *Les radiations Gamma* : pratiquée à des doses faibles (8 à 12 000 rads), après la cicatrisation des blessures mais avant l'apparition des germes, l'irradiation par les rayonnements γ présente l'avantage d'inhiber de façon irréversible toute multiplication cellulaire et donc, la germination. Bien mieux que les traitements chimiques, l'irradiation limite les pertes de poids en cours de conservation en réduisant fortement le taux respiratoire.

Pour l'instant cependant (1971), cette technique est d'un coût nettement plus élevé que celui des inhibiteurs chimiques. D'autre part, son emploi pose des problèmes sérieux au niveau du producteur (transport vers des centres de traitement agréés), du contrôle sanitaire (détection rapide et précise des tubercules irradiés), du consommateur (facteur psychologique).

2. CROISSANCE ET TUBÉRISATION DES GERMES.

a) Le phénomène d'incubation.

Après la fin de repos végétatif, le germe entre en croissance s'il n'y a pas dormance induite par les conditions de milieu.

La courbe de croissance des germes — en poids ou en longueur — est une sigmoïde classique (Fig. XI-2) : la vitesse est d'abord faible (phase I) puis augmente jusqu'à un maximum (phase II) décroît et devient finalement nulle (phase III).

Mais non seulement le germe croît, mais également il se développe c'est-à-dire que, comme toute plante normale, il peut parcourir *toutes les étapes du développement* : formation de stolons, tubérisation et floraison tout en ne dépendant du point de vue de sa nutrition que du tubercule-mère.

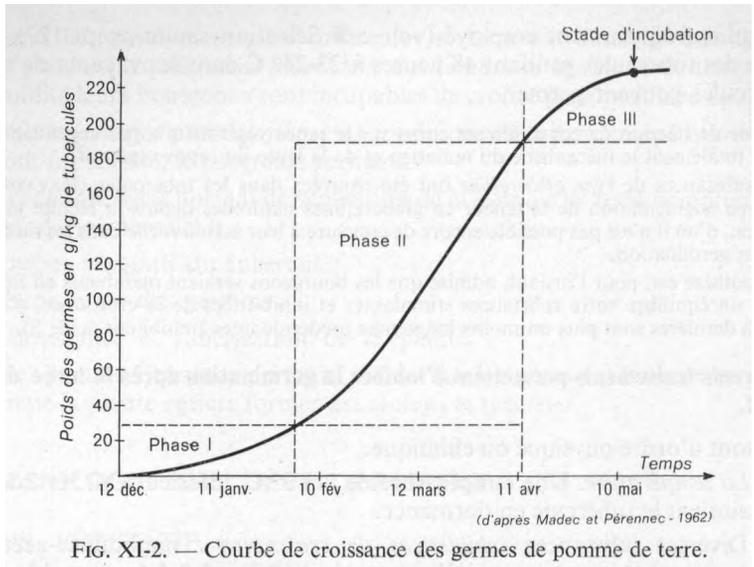


FIG. XI-2. — Courbe de croissance des germes de pomme de terre.

À la suite de SAVIC (1943) et CLAVER (1951), MADEC et PERENNEC (1958) ont appelé *stade d'incubation* le stade tubérisation des germes et *phase d'incubation* la période s'écoulant entre le départ de la germination et la formation des ébauches de tubercules par le germe.

C'est à la fin de la phase III de croissance des germes que le stade d'incubation est atteint, c'est-à-dire que les germes tubérisent.

Cette capacité d'un germe à tubériser avant toute plantation était connue bien avant les travaux de CLAVER *et al.* Le phénomène était cependant considéré comme anormal, accidentel. Ces différents auteurs ont montré au contraire qu'il résultait d'un processus physiologique fondamental dépendant d'un certain nombre de facteurs.

b) Les principaux facteurs d'évolution des germes.

1. LES CONDITIONS DE CONSERVATION.

Le stade d'incubation est atteint d'autant plus tôt que la température de conservation est *plus élevée*, au moins dans des limites de 2 à 20⁰ C.

L'incubation est de même plus rapide à *l'obscurité* et à forte hygrométrie (en cave) qu'à la lumière (germoir).

2. LA VARIÉTÉ.

L'expérience montre (MADEC et PERENNEC) qu'à précocité de germination semblable et dans des conditions de conservation identiques, certaines variétés incubent plus rapidement que d'autres. Exemple : 'Bea', 'Saskia', 'Urgenta', 'Eerstelingen', incubent plus rapidement que 'Bintje', 'Affan Banner' et 'Ideaal'.

Il n'y a aucune corrélation entre cette précocité d'incubation et la précocité de *maturité* des tubercules.

3. LE TUBERCULE-MÈRE.

Plusieurs séries d'observations ou d'expériences (MADEC et PERENNEC) ont montré que les mécanismes de l'évolution des germes ont lieu au *sein du tubercule* et non dans les yeux ou le germe lui-même.

Expérience d'égermage. Un égermage ne supprime pas l'incubation : des différences existant entre les germes initiaux de deux lots de tubercules (l'un issu de plantation précoce, par exemple, l'autre de plantation tardive), *se retrouvent entre les germes suivants* après un égermage simultané et une croissance des nouveaux germes dans un même milieu.

Expérience de greffage. Le greffage de bourgeons physiologiquement «vieux» (issus de tubercules dont l'évolution vers l'incubation est relativement avancée) sur des tubercules « jeunes », et réciproquement de bourgeons « jeunes » sur des tubercules « vieux » montre que les germes issus de greffes « jeunes sur vieux » incubent plus tôt que ceux issus de «vieux sur jeunes ».

L'évolution des *tubercules-mères* doit donc être considérée comme le phénomène fondamental du processus d'incubation; l'évolution du germe n'est que la marque visible, révélatrice de l'état physiologique du tubercule-substrat.

Plus particulièrement, la capacité germinative d'un tubercule, mesurée par la quantité de germes qu'il peut produire à partir d'un moment donné, va varier en même temps **que son degré d'évolution** vers son stade d'incubation. *Plus le tubercule est évolué, plus sa capacité germinative est faible.*

On peut donc supposer que le *degré d'incubation du tubercule-mère à la plantation aura des conséquences sur la vigueur de la plante* et, dès lors sur son rendement (voir plus loin).

4. LES SUBSTANCES DE CROISSANCE : L'ACIDE GIBBERELLIQUE.

Une application d'acide gibbérellique sur des plants prégermés de pomme de terre, sous forme de trempage ou de pulvérisation (solution de 2,5 à 5 mg/l) stimule la croissance des germes et augmente leur nombre par tubercule. Après plantation, ces plants donnent des plantes à tiges plus nombreuses, avec un effectif plus élevé de tubercules mais *moins gros*, le rendement n'étant *pas affecté*.

L'acide gibbérellique agirait donc essentiellement en atténuant les phénomènes de dominance chez le tubercule.

PERENNEC et CROSNIER (1971), ont montré qu'un tel traitement pourrait être aisément utilisé pour augmenter la proportion de petits et moyens calibres dans une récolte de plants ou une production destinée à la conserverie ou à la fabrication de chips.

3. CROISSANCE ET TUBÉRISATION DES PLANTES.

a) La croissance foliaire.

La croissance foliaire est non seulement sous la dépendance des facteurs climatiques (température, lumière) et variétaux mais aussi, elle dépend des caractéristiques du tubercule mère : âge et poids principalement.

Pour un même stade de végétation et un même temps d'exposition à la lumière, pour un même âge chronologique des tubercules de semences, l'intensité photosynthétique des plantes issues de gros tubercules est toujours différente, et supérieure en fin de végétation, de celle des plantes provenant de petits tubercules (ROZIER, VINGT, 1970).

Par ailleurs, à taille identique des tubercules-mères, l'indice d'assimilation photosynthétique est toujours très faible chez les plantes issues d'un tubercule sortant juste de dormance. Le blocage de la photosynthèse devient moins important quand l'âge initial du tubercule augmente ou quand la plante vieillit.

Les causes d'un tel phénomène peuvent être diverses : faible proportion de chlorophylle *a* active chez les plantes issues de tubercules jeunes, inhibition de la photosynthèse par des *méta-bolites* issus du tubercule ou provenant de la photosynthèse elle-même, déficit en *gibberellin* foliaires...

b) L'induction de la tubérisation.

L'induction de la tubérisation est sous la dépendance des facteurs climatiques température et photopériode. Elle n'est par ailleurs que la résultante de l'action des deux composantes de là plante : *le tubercule-mère et le feuillage*.

ACTION DE LA TEMPÉRATURE.

En règle générale, les températures inférieures à 18⁰ C favorisent la tubérisation alors que les températures élevées (surtout de nuit) sont favorables à la croissance.

ACTION DE LA PHOTOPÉRIODE.

KOPETZ et STEINEK ont montré que toutes les variétés de pomme de terre ont une réaction de *jour court* pour la tubérisation et qu'elles ne diffèrent entre elles que par leur *photopériode critique*, au-dessus de laquelle la tubérisation est inhibée.

On peut, à ce titre, distinguer deux groupes principaux de variétés :

- **les variétés à photopériode critique basse** (inférieure à 16 h) variétés tardives, demandant à être plantées tôt (Ex. 'Ackersegen');
- **les variétés à photopériode critique élevée** (égale ou supérieure à 16 h).

Ce sont en général, des variétés hâtives, ou demi-hâtives qui peuvent sans inconvénient, être plantées, dans nos régions, plus tard que les premières sans voir leur tubérisation ralentie. Par contre, en plantation trop précoce, elles risquent de tubériser très rapidement et corrélativement de manifester une vigueur végétative assez faible.

En réalité, température et photopériode *interfèrent constamment*; on ne peut définir une photopériode critique qu'en fonction de la température sous laquelle elle a agi.

ROLE DU TUBERCULE-MÈRE.

MADEC et PERENNEC (1956) ont montré que les tubercules physiologiquement les plus « âgés » produisent des plantes dont la tubérisation est la plus précoce,

toutes conditions de température et de photopériode étant égales. Au stade extrême, la tubérisation a lieu avant la levée : il y a « **boulage** » accident bien connu des agriculteurs (voir plus loin).

Cette influence du tubercule-mère ne peut étonner puisque la plante n'est que la continuation du germe et que plus ce dernier a avancé son développement sur le tubercule-mère moins il doit théoriquement rester à la plante de chemin à parcourir pour terminer le sien.

ROLE DU FEUILLAGE.

En travaillant surtout sur des boutures, **GREGORY** (1956) a montré que le feuillage synthétise, en conditions de température et de photopériode inductives, un facteur inducteur de la tubérisation, transmissible par greffe et vraisemblablement de nature hormonale.

MADEC et **PERENNEC** (1959) ont montré, en remplaçant par greffage le feuillage de pomme de terre par un feuillage de tomate supposé non inducteur, que :

— lorsque les plantes greffées sont bouturées — donc séparées du tubercule-mère — très tôt, 15 jours après le greffage, ces boutures tomates/pomme de terre ne tubérisent pas alors que les témoins pomme de terre/pomme de terre tubérisent;

— lorsque ces boutures sont surgreffées avec du feuillage de pomme de terre, le surgreffage rend à ces boutures la capacité de tubériser ce qui montre que l'hypothétique substance de tubérisation peut migrer à travers les tissus de la tomate;

— lorsque le bouturage a lieu tardivement, les boutures tomate/pomme de terre tubérisent aussi bien que les témoins; dans ce cas, donc, l'induction de la tubérisation n'a pu être provoquée que par le *tubercule-mère* pendant l'intervalle séparant les deux bouturages.

c) Croissance et tubérisation des boutures.

L'étude de la croissance et de la tubérisation des boutures, non soumises par conséquent à l'influence du tubercule-mère, a permis à **MADEC** et **PERENNEC** d'approfondir le déterminisme photo et thermopériodique de la tubérisation

LES TROIS MODES DE CROISSANCE ET TUBÉRISATION OBSERVÉS.

Suivant leur mode de tubérisation, l'intensité de leur croissance, la longueur de leurs stolons, les boutures peuvent se classer en trois types (Fig. XI-3).

Type I. Tubérisation *précoce*, tubercules *sessiles*, ou portés par de courts stolons. Croissance totale *réduite*; l'élongation de la tige est relativement faible avant la tubérisation et est minime ou nulle ensuite.

Type II. Tubérisation *tardive*, tubercules sur stolons *longs* et ramifiés. Croissance totale *très forte* de la tige, des racines et des stolons avant l'initiation de tubercules, très faible ou nulle après.

Type III. Début de tubérisation *précoce*, mais arrêt rapide du grossissement des tubercules-fils, et différenciation à partir de leurs yeux de nouveaux stolons qui à leur tour tubériseront plus ou moins rapidement, manifestant ainsi diverses formes de « *repousse* ». Corrélativement, la croissance est en général *assez faible*

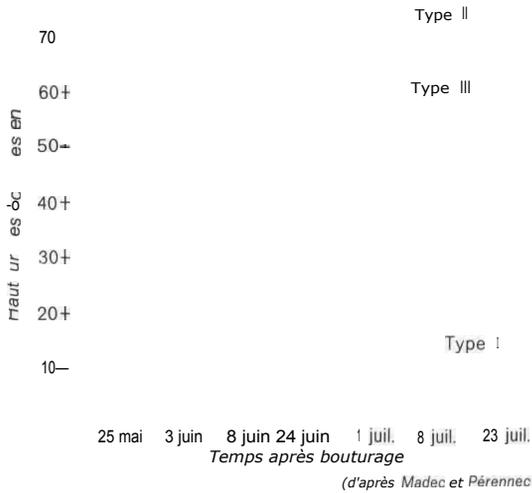


FIG. XI.3. — Croissance et tubérisation des différents types de boutures de pomme de terre.

avant l'initiation, puis elle devient très forte lorsque la repousse se manifeste, pour ne s'arrêter qu'après la seconde tubérisation.

Conditions d'apparition de ces trois modes de croissance et tubérisation :

— *le type I* se manifeste chez toutes les variétés en jours courts; pour certaines, il s'observe en jours assez longs ou longs, mais toujours *inférieurs à la photopériode critique* de la variété;

— *le type II* s'observe, au contraire, chez toutes les variétés, en conditions non inductives, c'est-à-dire en jours longs ou très longs, supérieurs à la photopériode critique;

— *le type III* apparaît dans des conditions photopériodiques intermédiaires marquant un début d'induction, qui est ensuite perdu.

CONCLUSIONS. SCHÉMA DE LA CROISSANCE ET DE LA TUBÉRISSATION CHEZ LES BOUTURES.

Il semble donc exister un véritable *antagonisme* entre croissance et tubérisation chez les boutures.

Ceci conduit à distinguer schématiquement dans la vie d'une bouture, trois phases successives, *très comparables à celles observées chez le germe* (Fig. XI-4).

— une phase de *croissance végétative*;

— une phase de *transition* assez brève, au cours de laquelle l'initiation des tubercules se fait, cependant que la croissance se ralentit et s'arrête définitivement;

— une phase de tubérisation.

L'induction de la tubérisation apparaît, dès lors, comme un phénomène non seulement qualitatif mais également *quantitatif* : une certaine « dose » de substance de tubérisation doit être synthétisée par le feuillage pour provoquer le départ de la tubérisation, mais une quantité supplémentaire serait nécessaire pour entraîner la tubérisation *définitive, irréversible*, accompagnée de l'arrêt de la croissance.

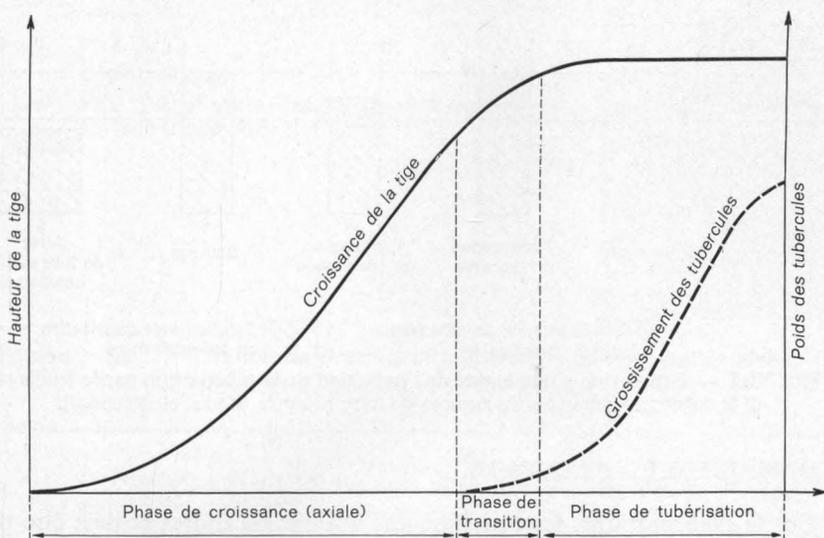


FIG. XI-4. — Schéma de la croissance et de la tubérisation chez les boutures de pommes de terre.

d) Croissance et tubérisation des plantes : relation-feuillage tubercule-mère.

Comment à la lumière de ce que l'on croit savoir peut-on expliquer la croissance et la tubérisation chez la pomme de terre?

La plante entière (tubercule-mère et feuillage) peut être assimilée à une éprouvette graduée et la (ou les) substance de tubérisation diffusée par le tubercule-mère et le feuillage à un liquide que l'on y verserait (Fig. XI-5).

On observe alors que :

Tant que le liquide n'atteint pas un niveau A, il y a *exclusivement croissance* (1).

Lorsque le liquide atteint le niveau A, il y a *départ de la tubérisation*. Normalement, ce niveau est atteint si le milieu est inductif (photopériode inférieure à la photopériode critique, température basse).

A ce niveau A, la tubérisation peut encore être arrêtée. Celle-ci n'est définitive, *irréversible*, qu'à partir du niveau B; à ce moment la croissance est totalement arrêtée (2).

Entre A et B, il y a à la fois croissance et tubérisation (3).

C'est entre ces deux niveaux A et B que se situe *le cas le plus favorable* à la majorité des cultures, croissance et tubérisation se poursuivant simultanément.

Dans le cas où le tubercule-mère est trop incubé, le niveau A peut être très rapidement atteint et dépassé : il y a alors *bouillage en terre*, peu après la levée (4).

Enfin, lorsque le niveau du liquide se trouve entre A et B et si les conditions deviennent non inductives, le niveau peut tomber au-dessous de A; tout se passe alors comme si notre éprouvette augmentait de diamètre (5). Il y a alors arrêt la tubérisation et *repousse*, la tubérisation pouvant reprendre par la suite dès les conditions redeviendront inductives.

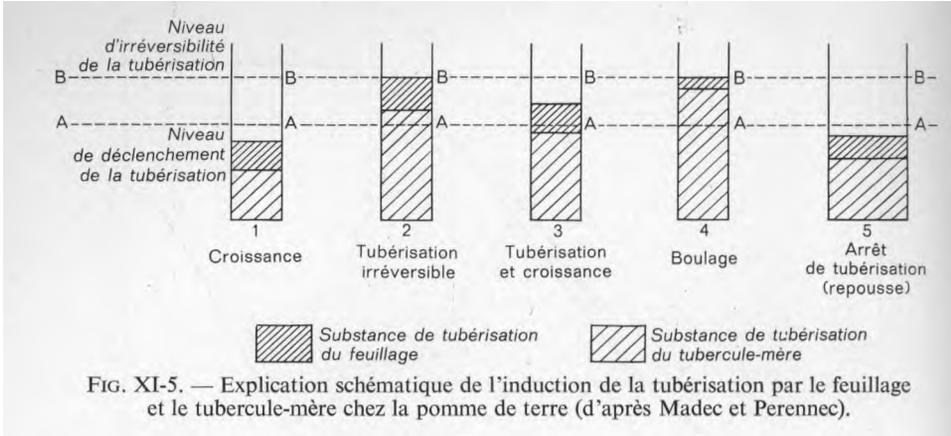


FIG. XI-5. — Explication schématique de l'induction de la tubérisation par le feuillage et le tubercule-mère chez la pomme de terre (d'après Madec et Perennec).

4. CONSÉQUENCES PRATIQUES.

Sur le plan pratique, les conséquences qui ont pu d'ores et déjà être tirées aux différents stades de la production, sont importantes et nombreuses.

a) Action de l'incubation sur le devenir de la plante.

1. SYSTÈME AÉRIEN.

Avec un plant *peu incubé*, la levée est généralement rapide et totale, les plantes ont un « aspect jeune », dès le début de la végétation (feuilles peu divisées et tendres); le système foliaire atteint finalement une hauteur normale et conserve un aspect vigoureux pendant toute la végétation.

Avec un plant *très incubé*, la levée est généralement lente et irrégulière, il y a souvent quelques manquants (boulage en terre). Les plantes levées prennent très tôt un « aspect âgé » (limbe coriace mince et très divisé), et le conservent pendant toute la végétation; la hauteur finale est toujours faible.

Exceptionnellement, dans certaines conditions de photopériodes longues et de températures élevées, il se produit une perte d'induction qui conduit à la repousse des fanes et des tubercules (Fig. XI-5, schéma 5).

2. RENDEMENT.

Le nombre moyen de tubercules par pied et le rendement moyen par pied sont généralement *supérieurs* lorsque le plant est peu incubé (Tableau XI-3).

3. ROULAGE.

Il arrive parfois que la pomme de terre ne parvienne pas, après plantation à émettre des tiges feuillées. A l'arrachage, on observe que les stolons portent de petits tubercules, en général de la grosseur d'une bille. On dit alors qu'il y a eu « **boulage** » et les plants sont dits « bouleurs ».

Le phénomène apparaît comme *accidentel*, variable, suivant les années, les régions, les variétés. Les causes ont été très longtemps mal connues.

Boulage sur "Bintje" après conservation trop longue et à température trop élevée.

Photo INRA

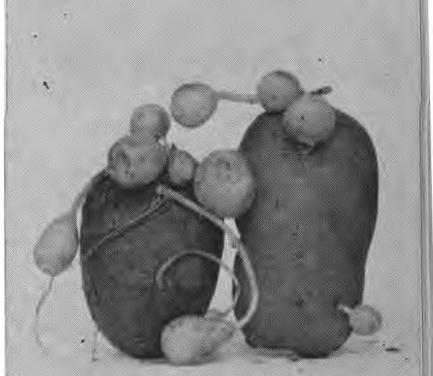


TABLEAU XI-3. — Action du degré d'incubation des germes sur la plante (d'après P. MADEC et P. PERENNEC)

	NOMBRE MOYEN DE TIGES	HAUTEUR MOYENNE LE 6 JUILLET	NOMBRE MOYEN DE TUBERCULES PAR PIED	RENDEMENT MOYEN PAR PLANTE	RENDEMENT %	POIDS MOYEN D'UN TUBERCULE
Lot I (très incubé)	1,24	48 cm	8,8	743 g	64	84 g
Lot II (peu incubé)	2,25	55,1	13,0	1 075g	100	82,7 g

WELLENSIEK (1924) a été le premier à montrer que la « tendance » au boulage est due à une conservation chaude et à des égermages répétés, cette tendance ne s'extériorisant toutefois que dans des conditions défavorables de plantation : *terrains secs ou froids*.

MADEC et PERENNEC (1956) ont montré la similitude frappante entre la manifestation du boulage et le *stade d'incubation*.

La tubérisation presque instantanée caractéristique du boulage serait le terme normal d'une *évolution trop poussée des germes*. Si, ensuite, pour des raisons *internes* (capacité *insuffisante* de croissance du germe trop incubé) ou *externes* (sol trop sec ou trop froid, plantation trop profonde) aucun ou certains germes ne parviennent pas à émettre des tiges feuillées, il y a des manquants à la levée (boulage total) ou des levées partielles avec plantes chétives et feuillage d'aspect « âgé » (semi-boulage).

Si par contre, les conditions externes sont *très favorables à la croissance*, les germes totalement incubés, porteurs de petits tubercules, peuvent donner des plantes feuillées et leurs tubercules continuent à grossir : l'effet néfaste de l'incubation sur la croissance est alors balancé par de très bonnes conditions de croissance.

Le boulage résulterait donc d'une *incubation trop poussée* suivie de conditions *favorables à la croissance*.

ENSEIGNEMENTS PRATIQUES.

Il faut :

— planter des tubercules ayant atteint un degré optimum d'incubation. On antera des tubercules ayant atteint un stade de croissance active c'est-à-dire *début de la phase II* de croissance des germes : c'est à ce stade de germination (à 3 cm) que correspond la plus grande vigueur végétative de la plante;

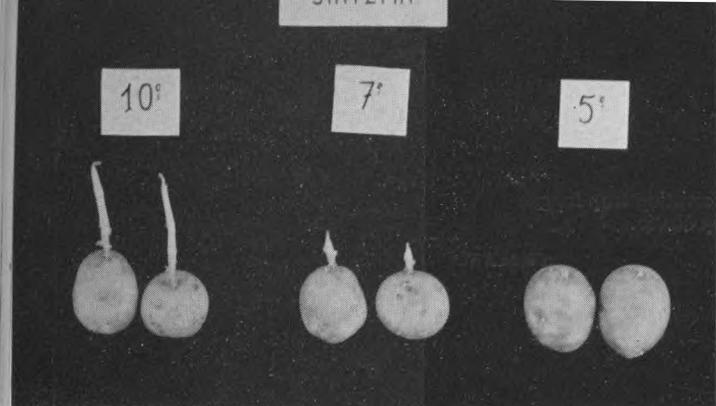


Photo INRA

Influence de la température sur la germination à l'obscurité de plants de "Sirtema".

— *conserver les tubercules* dans des conditions (température, lumière, hygrométrie) appropriées à l'obtention de ce stade optimum d'incubation au moment de la plantation, problème particulièrement important pour les variétés à *incubation rapide* : 'Bea', 'Belle de Fontenay', 'Belle de Locronan', 'Ker Pondy', 'Stella', etc...).

Ces conditions seront obtenues dans des enceintes où le contrôle aussi précis que possible de ces facteurs climatiques sera réalisé (chambres frigorifiques, I germoirs — voir plus loin).

b) Incidences culturelles des réactions photopériodiques des variétés.

1. LE CHOIX DE LA VARIÉTÉ.

Celui-ci sera dicté :

— *par la spéculation recherchée* : productions « primeurs » ou « consommation »;

— *par les conditions de milieu* au moment de la plantation.

Ainsi pour la production des primeurs, on peut :

— soit planter tôt des variétés rustiques, peu sensibles à l'action des jours courts et des températures basses (cas le plus fréquent);

— soit planter plus *tard* des variétés précoces au demi-hâtives, à tubérisati rapide.

2. LE CHOIX DE LA DATE DE PLANTATION POUR LA PRODUCTION DES PLANTS.

L'objectif étant de produire des plants « jeunes » la date de plantation doit tenir compte de la vitesse d'incubation des variétés :

Les variétés à incubation très rapide (la plupart des variétés précoces et demi-précoces) devront être plantées plus tardivement que les variétés à incubation lente (date imposée par le règlement C.O.C. — voir « sélection sanitaire »).

Par ailleurs, les jours longs étant plus favorables à la croissance (des variétés précoces et demi-précoces principalement) le développement foliaire est plus important; les tiges et tubercules sont plus nombreux et le rendement est accru.

D. ÉCOLOGIE DE LA CROISSANCE.

1. TEMPÉRATURE.

Le *zéro de végétation* de la pomme de terre se situerait entre 6 et 8° C. Il est donc assez élevé. On en déduit aussitôt que la température de stockage de la récolte devra être inférieure à 6° C (+ 2 à + 4 pratiquement) et qu'au contraire, pour la plantation, la température du sol devra être au moins égale à cette valeur.

Les sommes de température correspondant aux groupes extrêmes de précocité sont de l'ordre de :

- 1 600° C pour les variétés primeurs (90 jours)
- 3 000° C pour les variétés tardives (200 jours).

Le tubercule gèle entre — 1° C et — 2,2° C, le feuillage est tué à — 3° C, — 4° C ce qui laisse présumer les dégâts que peuvent engendrer certaines années les *gelées de printemps*.

L'optimum de température pour la croissance se situe entre 14 et 17° C.

Au-delà, la transpiration et la respiration deviennent trop intenses. Tout ceci démontre que la pomme de terre est une espèce de *zone tempérée froide*, que sa culture puisse se rencontrer sous nos climats jusqu'à 2 000 mètres et en zone équatoriale jusqu'à 4 000 mètres.

2. EAU.

Ses exigences sont très élevées, de l'ordre de 250-300 kg d'eau par kilogramme de matière sèche. Au-dessous de 250 mm d'eau sous nos climats, l'irrigation est nécessaire. Par ailleurs, ses besoins sont constants pendant toute la durée de la végétation.

Outre son action sur le rendement l'eau aurait une action sur la *forme des tubercules* : en année humide, les tubercules seraient plus allongés, ils sont également moins riches en fécule, ce qui traduit en réalité l'effet d'un déficit d'insolation.

3. LUMIÈRE.

L'intensité lumineuse a nécessairement une action directe sur la richesse en fécule des tubercules.

4. NATURE DU SOL.

La pomme de terre est une plante assez souple, s'accommodant de toutes les terres pourvu qu'elles soient suffisamment alimentées en eau. Néanmoins elle préfère les terres légères, silicieuses ou *silicoargileuses*, à sous-sol profond. Elle supporte par ailleurs les pH assez bas de 5,5 à 6. Elle tolère, par contre, assez mal les terres alcalines, récemment ou fortement amendées.

Étant nettement une espèce acidophile, le maintien de sa culture, dans certaines exploitations, à côté de la betterave, pose du point de vue de la réaction du sol, des problèmes délicats.

5. ÉLÉMENTS FERTILISANTS.

D'après **HÉBERT**, une tonne de tubercules exporterait :

Azote : 3,2 kg	Magnésie : 0,4 kg
Acide phosphorique : 1,6 kg	Soufre : 0,3 kg
Potasse : 6,0 kg	

Une récolte de 35 tonnes de tubercules exigerait donc au moins 120 d'azote, 60 kg d'acide phosphorique et 210 kg de potasse.

La pomme de terre a donc de *très grosses exigences en potasse* : cet élément sera la dominante dans les équilibres de la fumure. En général, une bonne nutrition potassique augmente le calibre des tubercules.

Bien qu'exigeante en azote, il ne faut pas en abuser. Les excès d'azote favorisent l'élongation des tiges, et *retardent la migration des réserves*.

A l'inverse de l'azote, *l'acide phosphorique* est un facteur de *précocité*. Il accroît le nombre total de tubercules et leur teneur en matière sèche. Il présente donc un intérêt tout particulier pour les cultures de primeurs et de plants.

Par ailleurs, les rythmes d'assimilation de ces divers éléments sont différents.

— De la levée au début de la tubérisation, il y a absorption rapide de *l'azote*, de *l'acide phosphorique* et de *la potasse*.

— Du début de la tubérisation à la fin du développement des fanes : il y a absorption rapide de *la potasse* et du *calcium*; la consommation en azote est moins intense.

— En fin de tubérisation, c'est le phosphore qui est absorbé le plus vite, l'assimilation de la chaux est terminée.

E. ACCIDENTS ET PARASITES.

1. Gelées de printemps.

Celles-ci peuvent, selon leur intensité et leur tardivité, occasionner des dégâts plus ou moins graves, pouvant aller jusqu'à la destruction totale du feuillage.

2. Boulage.

Accident de moins en moins fréquent, dû principalement à une mauvaise conservation du plant (trop forte incubation à la plantation).

3. Mildiou (*Phytophthora infestans* (Mont) de Bary).

Cette maladie a été et demeure le pire fléau des cultures de pomme de terre depuis son apparition en Europe vers 1830 et en France en 1845. Elle diminue les *rendements* et peut occasionner des pertes très importantes *en cours de conservation*.

La maladie peut apparaître dès le mois de juin. Sur les feuilles se forme des taches petites et jaunâtres qui brunissent rapidement et s'entourent, en **général**

à la face inférieure, d'une lisière blanche présentant l'aspect d'une moisissure; la partie attaquée d'abord molle, se dessèche ensuite. Ces lésions s'étendent ensuite rapidement sur toute la surface de la feuille et sur les tiges. Toutes les parties mortes se dessèchent au soleil et la plante paraît grillée; ensuite elles pourrissent.

Par temps humide succédant à une période chaude et ensoleillée, la dissémination du mildiou (par conidies) est si rapide que des champs entiers peuvent être détruits en quelques jours.

La maladie atteint aussi les tubercules, pouvant entraîner, à plus ou moins brève échéance, leur pourriture. L'infection des tubercules a un rôle fondamental dans la conservation de la maladie d'une année à l'autre : le *phytophthora infestans* se maintient à l'intérieur de celui-ci pendant l'hiver; au printemps suivant, la jeune pousse issue du tubercule parasité sera rapidement tuée mais contaminant les jeunes plantes voisines, sera à l'origine d'un foyer primaire.

Les moyens de lutte sont essentiellement *préventifs*.

a) Cultiver des variétés résistantes, ou, au moins, peu sensibles (résistance partielle, voir plus loin). Pour l'instant, le choix demeure très limité.

b) Ne **planter que des tubercules sains**, ce qui pose le problème de cultures *roductrices* de plant également exemptes de mildiou.

c) Ne **pas planter trop serré** pour éviter un microclimat trop humide autour de la plante.

d) Butter fortement les plantes, pour diminuer les risques de contamination des tubercules par les conidies emportées par les eaux de pluie.

e) Pulvériser sur le feuillage des produits cupriques : bouillie bordelaise, oxychlorure de cuivre, *zinèbe*, *manèbe*, *mancozèbe*, dès qu'un foyer primaire a été observé. Actuellement, grâce aux Stations Régionales d'Alertes Agricoles, chaque agriculteur peut être informé très rapidement de la date des premiers traitements à effectuer et de ceux qui suivront.

f) Brûler les fanes, s'il y a risque de contamination tardive; ces attaques tardives passant souvent inaperçues, la destruction des fanes est systématiquement effectuée en production de plant sélectionné.

4. **Maladie des taches brunes** (*Alternaria solani*).

Cette maladie est rarement grave en France, elle est plus fréquente en année sèche. Elle se caractérise par l'apparition sur les feuilles de taches brunes, nettement délimitées, de diamètre rarement supérieur à un centimètre, se couvrant ultérieurement de bouquets de conidiophores.

Un ou deux traitements cupriques peuvent prévenir la maladie.

5. **Verticilliose** (*Verticillium albo-atrum*) ou **maladie du jaunissement**.

Elle se caractérise par un jaunissement des folioles généralement limité à un seul côté du *iole* de la feuille. Elle résulte de l'envahissement des vaisseaux libéro-ligneux par le champi-
n.



Photos INRA

A gauche, Mildiou (*Phytophthora infestans*). A droite, Fusariose (*Fusarium solani*).

6. Rhizoctone noir (*Rhizoctonia solani*).

Les plantes atteintes présentent un enroulement mou des feuilles du sommet. Celui-ci est dû à une alimentation en eau insuffisante, ne compensant pas la transpiration. Ces symptômes se rencontrent chaque fois que le collet ou les racines d'une plante sont parasités.

Le parasite siège en l'occurrence dans les parties souterraines de la plante : racines et stolons présentent des plages chancreuses; par temps humide, un manchon de couleur blanche entoure parfois le collet (maladie des manchettes). C'est sous la forme de petits sclérotés durs et noirs apparaissant sur les tubercules que le parasite se conserve l'hiver.

Rotations suffisamment longues et désinfection des tubercules par bain de formol ou composés organo-mercuriques sont les principaux moyens de lutte.

7. Rhizoctone violet (*Rhizoctonia violacea*).

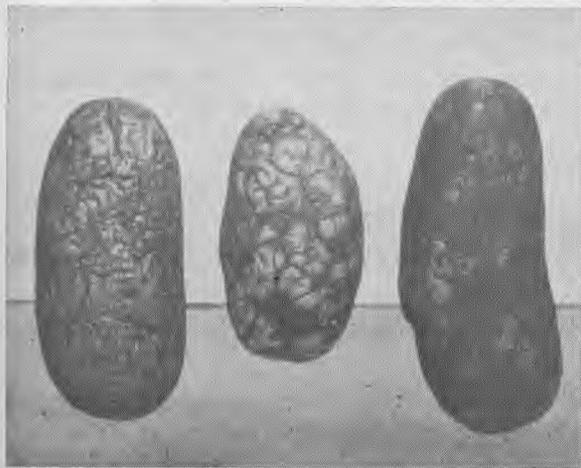
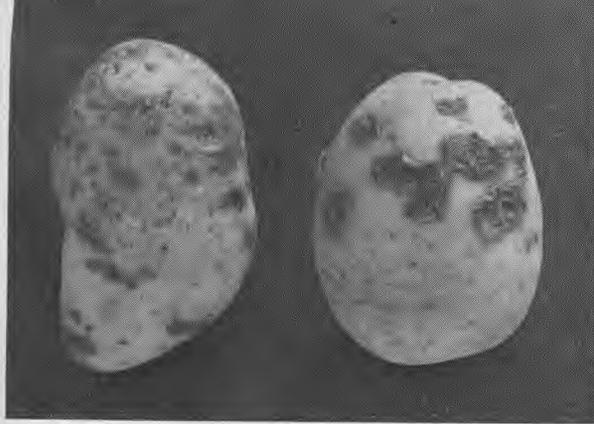
Celui-ci se caractérise par le revêtement violet des parties souterraines puis la pourriture de la base des tiges et ultérieurement des tubercules.

La maladie peut attaquer aussi la betterave, la carotte, la luzerne. Il faut éviter de faire succéder la pomme de terre à des cultures atteintes de cette maladie.

8. Fusariose (*Fusarium solani*).

Cette maladie atteint les tubercules blessés pendant la conservation : une tache déprimée, plus foncée que le périoderme apparaît d'abord au niveau de la blessure, puis celle-ci s'étend, s'affaïsse; lorsqu'on tranche le tubercule on observe une pourriture de teinte brunâtre. Celle-ci progresse alors rapidement et gagne le centre du tubercule.

A l'heure actuelle, aucun traitement fongicide ne permet de lutter efficacement sans dommages pour les tubercules. Avant tout, éviter de blesser les tubercules au cours des manipulations et désinfecter les locaux de conservation, l'outillage I et les sacs (crésyl, formol, gaz sulfureux).



En haut à gauche : Gale commune
(*Streptomyces scabies*).

En haut à droite : Galle verruqueuse
(*Synchytrium endobioticum*).

Ci-contre : Gale argentée
(*Helminthosporium atrovirens*).

Photos INRA

9. Les gales.

Quatre types de gale peuvent affecter le tubercule de la pomme de terre.

a) La gale poudreuse (*Spongospora subterranea*) assez rare en France, et assez bénigne, se caractérise par la production sur les tubercules de pustules de 3 à 6 mm qui se rompant laissent échapper une poudre formée par les spores du champignon.

b) La gale commune (*Streptomyces scabies*) caractérisée par des taches grisâtres et brunâtres superficielles, dépréciant la valeur marchande de la récolte.

Pas de moyens chimiques de lutte. Éviter chaulage et marnage juste avant la culture de pomme de terre.

c) La gale argentée (*Spondylocladium atrovirens*). Affection peu grave, mais gênante car elle diminue la faculté germinative.

d) La galle verruqueuse ou **galle noire** (*Synchytrium endobioticum*). Cette maladie extrêmement grave, demeure pour l'instant localisée, en France, aux zones frontalières (avec la Belgique, l'Allemagne notamment).

Les parties malades (yeux, stolons, bourgeons et même feuilles situées à la base de la tige) présentent des excroissances verruqueuses, d'abord blanchâtres puis brunâtres; ces tumeurs peuvent confluer et noyer les tubercules au sein d'une

masse unique, spongieuse (rappelant un fragment de chou-fleur); celle-ci **pourrit** ultérieurement.

La galle verruqueuse se transmet par la plantation de semences malades, par transport de tubercules atteints ou de terre parasitée.

Le meilleur moyen de lutte est de cultiver des *variétés résistantes*.

10. Les maladies de dégénérescence.

Lorsqu'on plante sans précaution particulière des tubercules de la récolte précédente, on constate d'une année à l'autre, un accroissement rapide dans la culture des plantes à feuillage anormaux et généralement plus chétives; corrélativement il y a diminution plus ou moins rapide des rendements.

Autrefois on admettait que cette «dégénérescence» était due au vieillissement des variétés. Aujourd'hui on sait qu'il s'agit de *maladies à virus*.

LES SYMPTÔMES DE DÉGÉNÉRESCENCE.

Quatre groupes de symptômes les caractérisent :

a) l'enroulement. Les feuilles s'enroulent en cornet ou en gouttière, le creux étant tourné vers le haut;

b) La mosaïque. Plages vert-clair estompé sur le fond vert sombre normal du limbe;

La mosaïque *aucuba* ou *panachure*, plus rare, se caractérise par des taches jaune clair inter-nervaires;

c) la frisolée. Feuillage à aspect frisé, feuilles ondulées, boursouffées, crispées;

d) la bigarrure. Petites taches brunes, anguleuses, apparaissant surtout au niveau des nervures, parfois entre les nervures et aussi sur les pétioles de la tige.

Plusieurs symptômes sont souvent manifestés par un même individu : **mosaïque-frisolée**, frisolée-bigarrure par exemple.

Sur le plan biochimique on sait aujourd'hui que tous ces symptômes correspondent à un bouleversement profond de la respiration, de la synthèse et de la migration des glucides, de la formation des composés phénoliques, de la synthèse des auxines, des **anthocyanes**, etc...

LES VIRUS RESPONSABLES.

Un certain nombre de virus sont à l'origine de ces symptômes. Nous ne citerons que les principaux :

a) **Virus de l'enroulement.** Il se manifeste par des :

symptômes primaires : enroulement des folioles du sommet;

symptômes secondaires : enroulement des feuilles de la base.

Les folioles sont épaisses, rigides, cassantes lorsqu'on les froisse dans les mains : tous ces symptômes sont dus à l'accumulation d'amidon dans les folioles et une nécrose du liber; la baisse du rendement peut varier de 10 à 95 % selon les variétés et l'ancienneté de l'infection.

b) Virus X. Symptômes de mosaïque en général mais variations possibles, suivant la souche de virus ou la variété hôte : mosaïque plane, nécroses. Virus très répandu; certaines variétés sont à infection *chronique* (tous les clones sont infectés).

c) Virus Y. L'année de l'infection, il détermine généralement une *bigarrure* qui débute par une mosaïque souvent légère; l'année suivante on a fréquemment une *frisolée-mosaïque*. Cependant, les symptômes sont variables avec les souches du virus Y (Y 0, Y nécrotique) la température et les variétés. La baisse de rendement peut être de 40 à 80 %, plus forte que celle occasionnée par le virus X.



Photo J. Quémener, F.N.P.P.T.

Pied de pomme de terre "Sirtema" atteint de virus Y (à gauche), comparé à un pied sain (à droite)

d) Virus A. Ce virus détermine une *mosaïque plus ou moins grave* (suivant les variétés) parfois une nécrose du sommet de la plante.

En combinaison avec le virus X, il donne une *frisolée* intense.

e) Virus S. Ce virus n'a été découvert qu'en 1954 (sur la variété Industrie, en Hollande). La raison en est que les symptômes qu'il provoque sont souvent inexistants. Cependant, sur la variété Bintje, les feuilles sont rugueuses, les folioles et pétioles pendent un peu vers le bas. L'effet dépressif sur la récolte serait de 5 à 10 %.

f) Virus M. Ce virus a été découvert en 1956. Les symptômes *passent*, souvent inaperçus : enroulement mou du sommet du feuillage, légère chlorose, parfois mosaïque avec gaufrage des feuilles.

La diminution de la récolte est généralement de l'ordre de 15 %.

La plupart de ces virus sont transmis par des *pucerons* (*Myzus persicae* ou *Aphis fabae*). Les virus X, et S n'ont pas de vecteurs connus.

Les seuls moyens de lutte contre ces maladies de dégénérescence sont :

- *la sélection sanitaire* (production de plants indemnes de virus);
- la création de *variétés résistantes*.

11. Les parasites animaux.

a) Taupins, vers blancs. Moyens de lutte : **aldrine**, chlordane, heptachlore, lindane, parathion, insecticides-engrais.

b) Doryphore. Moyens de lutte : arséniate de chaux, dieldrine, lindane, en pulvérisation ou en poudrage. Deux traitements s'imposent au minimum, l'un contre les larves, l'autre contre les adultes d'été. Ils peuvent être conjugués avec les traitements contre le mildiou.

c) Anguillule des racines ou **nématode doré** (*Heterodera rostochiensis*). Parasite à l'état de foyers dans plusieurs régions françaises (région malouine, notamment). Moyens de lutte : allonger les rotations; traitement du sol au **dibrométhane**, 150 kg MA/ha, très coûteux.

IV. LES VARIÉTÉS.

A. CARACTÈRES GÉNÉRAUX.

1. NATURE GÉNÉTIQUE.

Les variétés actuellement cultivées sont des *clones*. Chacune d'elles est donc une population d'individus tous issus par voie végétative *d'un même tubercule-mère*.

Chaque variété est donc génétiquement *homogène*, mais son génotype est généralement *hétérozygote* pour un grand nombre de gènes.

Ce génotype pouvant varier cependant à chaque génération par mutation (mutation de bourgeons), le maintien de la variété se fera *par culture généalogique*.

2. ORIGINE.

Selon Diehl (1938), jusqu'au **xviii^e** siècle le nombre de variétés de pomme de terre cultivées était restreint, atteignant toutefois en 1809, 40. L'apparition du mildiou en 1845 provoqua des tentatives de régénération par semis; et en 1882, le catalogue de Vilmorin dénombre 630 variétés.

Actuellement (1970) 88 variétés dont 31 d'origine française sont inscrites au catalogue officiel.

Si l'on note qu'en 1945, seules 5 vieilles variétés françaises du **xix^e** siècle existaient au catalogue ('Belle de Fontenay', 'Saucisse', 'Institut de Beauvais',

‘Étoile de Léon’, ‘Rosa’), le nombre actuel démontre l'important travail de sélection fait en France depuis 25 ans. Le tableau X-4 présente les caractéristiques des principales variétés.

B. CARACTÉRISTIQUES MORPHOLOGIQUES.

L'identification des variétés est basée sur l'observation des caractères du tubercule, du germe et du feuillage.

1. Tubercule.

Forme : claviforme, oblong, rond.

Couleur de la peau : jaune, rouge, violette, bicolore-rouge, bicolore-violet.

Texture de la peau : lisse, rugueuse.

Profondeur des yeux : œil épaulé, superficiel, demi-enfoncé, enfoncé.

Couleur de la chair : blanche, jaune.

2. Germe.

Pigmentation : violet, rouge violacé à rouge pur, incolore ou vert.

Forme : conique, cylindrique.

Pilosité : forte, moyenne faible.

3. Appareil végétatif.

Port : étalé, demi-étalé, demi-dressé, dressé.

Tige : taille, grosseur; ailes rectilignes, ondulées.

Feuilles : peu, moyennement, très divisées.

Folioles : ovales, allongées, ovales arrondies.

Fleur : coloration, type d'étamines.

C. CARACTÉRISTIQUES CULTURALES.

1. Précocité.

Quatre groupes de précocité de maturité des tubercules peuvent être distingués parmi les variétés actuelles.

a) *Précoce* : arrivant à maturité, en plantation normale, (fin mars début avril) fin juin, début juillet (Ex. : ‘Mireille’, ‘Primabel’, ‘Valdor’).

b) *Demi préccoce* : arrivant à maturité fin juillet-début août : (Ex. ‘Bintje’, B F 15’, ‘Stella’, ‘Belle de Locronan’).

TABLEAU XI-4. — *Principales variétés de pomme de terre créées en France depuis 1 inscrites au catalogue en 1970)*

VARIÉTÉS	OBTENTEUR	ANNÉES D'INSCRIPTION	PEAU	CHAIR	FORME	PRÉCOCITÉ	RÉSISTANCE AU MILLOU (FEUILLAGE)	QUALITÉ	DIVERS
Keltia	Mazeas	1964	j	j	obl. rég.	préc.	sens.	b	consom. et primeurs
Lenor	Levieil-Coop de Lennon	1967	j	j	obl. rég.	préc.	sens.	moy.	primeurs
Primabel	J. Berthelemé Coop. Lennon	1960	j	j	obl.	préc.	assez rés.	—	primeurs et consom.
Trévor	Levieil-Coop de Lennon	1964	j	j	obl. rég.	préc.	assez sens.	a b	consom. et primeurs
Valdor	Levieil-Coop de Lennon	1960	j	j	obl.	préc.	rés.	—	consom. chair ferme
Aura	Vilmorin	1951	j	j	clav. assez rég.	demi préc.	sens.	b	chair ferme t b consom.
BF 15	I.N.R.A.	1947	j	j	clav. rég.	demi préc.	sens.	t b	chair fine et ferme
Catarina	Demesmay	1966	j	j	obl. rég.	demi préc.	assez sens.	b	consom.
Claustar	Clause	1967	j	j	obl.	demi préc.	assez rés.	moy.	très product. primeurs
Daroli	J. Berthelemé Coop. de Lennon	1960		j	obl. rég.	demi préc.	assez rés.	—	consom.
Farfadette	Sté Solanum	1957	j	j	obl. assez rég.	demi préc.	sens.	moy.	primeurs
Kerebel	Vilmorin	1961	j	j	obl. rég.	demi préc.	assez rés.	—	consom.
Kerné	J. Berthelemé Coop. Lennon	1961	j	j	obl. rég.	demi préc.	sens.	—	primeurs
Stella	Demesmay	1958	j	j	clav. rég.	demi préc.	sens.	t b	chair fine et ferme
Belle de Locronan	Sté Solanum	1952	j	j	obl. rég.	moy.	sens.	b	b. consom.
Mador	J. Berthelemé Coop. de Lennon	1958	j	j	obl. rég.	moy.	sens.	b	b. product.
Nova	Fayolle et Gilbert	1949	j	j	obl. assez rég.	moy.	moy.	a b	—
Claudia	Clause	1955	j	j	obl. rég.	demi tard.	moy.	moy.	b. product.
Ker Pondy	Hauray-Demesmay	1948	j	j	obl. rég.	demi tard.	assez sens.	a b	b. product.
Roseval	Féd. Synd. Bretons	1950	r	j	obl. rég.	demi tard.	sens.	b	très belle présentation
Kenavo	Sté Solanum	1959		bl	ronde	tard.	rés. assez rés.	méd.	féculière product. et conserva- tion
Regale	Vilmorin	1957		j	obl. rég.	tard.	rés.	b	

Légende

a b assez bonne
b bonne
bl blanche
clav. claviforme
consom. consommation
j jaune

méd. médiocre
moy. moyenne
obl. oblongue
préc. précoce
product. productive,
productivité

r rouge
rég. régulière
rés. résistante
sens. sensible
tard. tardive
t b très bonne

TABLEAU X - Caractéristiques de quelques variétés étrangères

VARIÉTÉS	OBTENTEUR	ANNÉE D'INSCRIPTION	PEAU	CHAIR	FORME	FRECOCI	RÉSISTANCE AU MILDIU (FEUILLAGE)	QUALITÉ	DIVERS
telling	W. Sim (Ecosse)	1935	j	j	obl.	très préc.	sens.	a b	consom. et primeurs
kia	Dorst (Pays-Bas)	1947	j	j	obl.	préc.	très sens.	méd.	1/2 primeurs consom.
ema	Dorst (Pays-Bas)	1952	j	j	obl.	préc.	très sens.	moy.	primeurs
tara	Offereins (Pays-Bas)	1960	j	j	obl. reg.	préc.	sens.	moy.	primeurs et consom.
tje	Z.P.G. (Pays-Bas) de Vries (Pays-Bas)	1954 1935	j j	j j	obl. obl. cyl.	demi préc. demi préc.	très sens. très sens.	moy. b	consom. et primeurs consom.
Bava	Ste Sativa (Tchéc.)	1948	j	j	ronde	demi préc.	sens.	moy.	consom.
Ackersegen	Böhn (All.)	1935	j	j	ronde irrég.	tard.	assez réais.	moy.	consom.
Arran Banner	D. Mac kelvie (G. B.)	1935	j	bl	ronde	tard.	très sens.	méd.	consom.
Panther	Von Moreau (All.)	1953	j	bl	ronde	tard.	assez résis.	méd.	féculière

ronde	a b	assez bonne	irrég.	irrégulier	préc.	précoce
b	bonne	j	jaune	rég.	régulière	
bl	blanche	méd.	médiocre	rés.	résistante	
consom.	consommation	moy.	moyenne	sens.	sensible	
cyl.	cylindrique	obl.	oblongue	tard.	tardive	

c) *Demi-tardives* (moyenne saison) : arrivant fin août-début septembre (Ex. : 'Kerpondy', 'Claudia', 'Roseval').

d) *Tardive* : arrivant fin septembre (Ex. : 'Ackersegen').

2. Productivité.

Peut varier de 20 à 50 t/ha selon le groupe de précocité et la variété. Les qualités commerciales pourront cependant parfois contre-balancer dans le choix variétal, une moindre productivité.

3. Résistance.

a) RÉSISTANCE AU MILDIU.

La majorité des variétés actuelles est sensible au mildiou; quelques-unes toutefois sont assez résistantes ou même résistantes, parmi les variétés françaises

récentes ('Valdor', 'Daroli', 'Kerebel', 'Kenavo'); et étrangères ('Ackersegen', 'Ambassadeur', 'Panther', 'Urgenta', 'Voran').

Les premières variétés résistantes au mildiou, d'origine allemande, dites du groupe des W. Rassen ('Aquila', 'Falke', 'Robusta'), ont été commercialisées en 1941-42. Elles étaient issues de l'hybridation *S. tuberosum* X *S. demissum*, espèce sauvage résistante (par hypersensibilité). Elles étaient immunes à ce que l'on appelait la souche commune de *Phytophthora infestans*.

Cependant, très vite, ces variétés, puis d'autres qui suivirent, sont devenues sensibles au mildiou, en raison de l'apparition de races de plus en plus virulentes. Successivement 6 gènes d'hypersensibilité (R₁ à R₆) ont été détectés mais tout laisse à penser que leur liste, comme celle des races, n'est pas close et que les rares clones encore indemnes de mildiou seront attaqués un jour.

C'est pourquoi l'on s'est intéressé, du moins en France (MADEC et PERENNEC), à une *résistance partielle* trouvée chez *S. tuberosum*. Celle-ci se traduit par des dégâts moindres et d'extension moins rapide, donc une végétation prolongée des plantes. Elle résulte de l'intervention de quatre caractères élémentaires : résistance à la contamination — vitesse réduite de l'extension du mycélium — moindre vitesse de sporulation — plus faible quantité de conidies produites à l'unité de surface foliaire.

Cette résistance partielle a l'avantage, notamment, sous les pires conditions de milieu, de permettre une protection parfaite du feuillage à l'aide de traitements moins nombreux et d'application plus souple que chez les variétés sensibles.

b) RÉSISTANCE À LA GALLE VERRUQUEUSE.

Certaines variétés déjà anciennes ('Bintje') sont sensibles; toutes les variétés récentes sont résistantes.

c) RÉSISTANCE À LA GALE COMMUNE.

Quelques variétés ('Ackersegen', 'B F 15', 'Sirtema') s'avèrent assez résistantes.

D. CARACTÉRISTIQUES COMMERCIALES.

1. Nous retrouvons ici d'abord des caractéristiques essentiellement **morphologiques**.

a) *Coloration de la chair*. Dans les pays anglo-saxons les préférences vont aux chairs blanches, en France, aux chairs jaunes;

b) *Belle présentation*, c'est-à-dire une forme belle et régulière, des yeux superficiels pour faciliter l'épluchage, surtout mécanique.

Quelles que puissent être par ailleurs ses qualités culturelles, une variété ne correspondant pas aux goûts d'une clientèle donnée est pratiquement vouée à l'échec en culture.

2. **Qualité de la chair**. Le tubercule contient suivant les variétés et le milieu de 17 à 26 % de matière sèche se répartissant en :

14 à 23 % de glucides, amidon + sucres (dextrose et saccharose) et 2 à 3 de protides.

La teneur en protides est directement corrélative de *la finesse de la chair*, c'est-à-dire de la *dimension des cellules* :

- à 90-100 cellules/mm², la teneur en protides est élevée, la *chair est fine*,
- à moins de 70 cellules/mm², cette teneur est faible, la *chair est grossière*.

D'autre part, de cette teneur ou du rapport protides/amidon dépend la *teneur à la cuisson*. Lorsque celui-ci est *supérieur à 17%*, le tubercule tient très bien à la cuisson; au-dessous de 15 %, la tenue est très mauvaise. Dans ce dernier cas, cependant, *la teneur en fécule* (amidon) est élevée.

Dès lors, suivant la texture de la chair, le degré de délitement à la cuisson et la teneur en fécule, l'on distingue actuellement trois grands groupes de variétés :

— les variétés de consommation à chair ferme, variétés à tubercules nombreux, de grosseur moyenne, à grain fin, de bonne qualité gustative, à très bonne tenue à la cuisson. Ex. : ' B F 15 ', ' Belle de Fontenay ', ' Belle de Locronan ', ' Rosa ', ' Roseval ', ' Stella ', ' Valdor ';

— les variétés de consommation, moins fines, souvent plus farineuses, de moins bonne tenue à la cuisson que les précédentes, mais de plus larges aptitudes culinaires. Ex. : ' Bintje ', ' Ker Pondy ';

— les variétés féculières, riches en fécule (> 18 %) à chair grossière. Ex. : ' Panther ', ' Ultimus ', ' Maritta '.

Notons cependant qu'en dehors de la variété, le milieu cultural peut influencer la teneur en fécule et la finesse de la chair.

3. Aptitudes aux préparations industrielles (chips, purées déshydratées, frites surgelées, pommes de terre appertisées).

† Absorption minimum d'huile, teneur en matière sèche élevée, (supérieure à 20 %) teneur faible en sucres réducteurs (moins de 0,25 %), sont recherchés pour la fabrication des chips.

La qualité des chips dépend surtout de leur coloration, de leur teneur en huile, de leur texture et de leur goût.

La couleur est, pour une part, dépendante de la quantité de sucres réducteurs contenue dans le tubercule. Au moment de la cuisson, ceux-ci contribuent à la formation de substances brunes, de goût souvent amer. Le consommateur réclamant des chips claires, il est impératif de ne traiter industriellement que des tubercules ayant un faible taux de sucres.

Une teneur en huile trop élevée nuit à la présentation et diminue la digestibilité. Cette teneur généralement voisine de 40 % diminue lorsque le taux de matière sèche des tubercules s'accroît.

E. AMÉLIORATION GÉNÉTIQUE.

1. OBJECTIFS.

Il s'agit d'obtenir des variétés présentant sur celles existantes, une supériorité portant à la fois :

- sur les *caractères cultureux*, notamment productivité, précocité, résistance aux parasites (mildiou, virus, gales);
- sur les *caractères commerciaux* : forme, tenue à la cuisson, richesse en féculé.

2. MÉTHODES.

La reproduction végétative constitue un facteur remarquable de conservation des variétés. Leurs seuls facteurs de variation sont dès lors :

- *les mélanges* pouvant intervenir accidentellement;
- *les mutations somatiques* apparaissant au niveau d'un germe, de façon naturelle ou provoquée (rayons X, y, mutagènes chimiques);
- *la reproduction sexuée* : chaque clone étant assez fortement hétérozygote, les graines obtenues soit par autofécondation (ou frère X sœur) soit par hybridation interclonale, représentent une génération F₂. Chacune des plantes issues du semis constitue la plante-mère d'un nouveau clone.

Dans la mesure où l'on peut provoquer la floraison des variétés à améliorer, *le semis* constitue, pour l'instant, la méthode de choix pour le sélectionneur de pomme de terre.

Pour induire la floraison chez les variétés ne fleurissant pas, divers procédés sont utilisés, tendant tous à inhiber les processus de tubérisation :

- photopériodisme;
- sectionnement des stolons au fur et à mesure que ceux-ci tubérisent (méthode de la « boîte hollandaise »);
- *greffage sur tomate* (méthode aujourd'hui la plus couramment utilisée).

L'année même du semis, une sélection de plantes-mères peut être opérée sur quelques caractéristiques (résistance à un parasite, par exemple).

Pour juger de la plupart des caractères des nouveaux clones, il est nécessaire de poursuivre l'étude de chacun d'eux, pendant au moins 6 à 8 ans.

L'obtention, par cette méthode, de variétés améliorées, demeure cependant encore un travail difficile.

La nature polyploïde et hétérozygote des variétés de départ conduit à des disjonctions, pour la plupart des caractères, complexes et imprévisibles.

Corrélativement les déterminismes génétique et physiologique de nombreux caractères (productivité, précocité, qualité culinaire, par ex.) sont encore mal connus.



Photo I. 1.1.

Profil cultural sous un rang de pommes de terre.
Remarquer la profondeur atteinte par le chevelu racinaire.

V. LA SÉLECTION SANITAIRE.

A. HISTORIQUE.

La sélection sanitaire de la pomme de terre a débuté en France en 1922, par la création en Bretagne, sous les directives du professeur Ch. DUBOYS des premiers centres de sélection (70 en 1922), ultérieurement *syndicats de sélection*.

Ce n'est cependant qu'en 1934, qu'un arrêté crée une *Commission chargée du Contrôle officiel* du plant sélectionné (C.O.C.).

Dès lors et grâce à l'action menée par la *Fédération Nationale des Producteurs de plants de pomme de terre*, créée en 1932, les superficies consacrées au plant de pomme de terre, passeront de quelques centaines d'hectares en 1934 à 2 000 en 1939, 19 000 en 1946, 23 000 en 1950 et 25 000 en 1960. Depuis quelques années cependant, on observe une tendance à la régression des surfaces (17 000 ha en 1970).

Les tonnages commercialisés annuellement sont de l'ordre de 270 000 à 300 000 tonnes (1970).

B. PRINCIPES GÉNÉRAUX DE LA SÉLECTION.

Le but est de maintenir les différentes générations de multiplication dans un état sanitaire aussi parfait que possible. Pour cela il faut que certaines conditions soient remplies :

1. CLIMAT.

Les conditions climatiques défavorables au vol des pucerons constituent l'une des premières données du « milieu de sélection » : température moyenne

inférieure à 19° C, hygrométrie supérieure à 70 %, vitesse du vent supérieure 8 m par seconde.

Ceci peut expliquer que parmi les régions françaises *la Bretagne* et le *Finistère* en particulier, sont particulièrement favorables à cette production.

2. PLANTATION DE TUBERCULES SAINS.

De la précision avec laquelle à chaque génération les individus sains pourront être repérés dépendra aussi la réussite de la sélection.

Autrefois basé uniquement sur les symptômes apparents, aujourd'hui ce choix se fonde aussi sur différents *essais complémentaires de détection des viroses latentes*.

3. ISOLEMENT.

L'isolement de la plante et par extension de la culture, constitue le meilleur obstacle au transfert des virus. Ce principe a servi de base à la méthode de *sélection généalogique* du professeur DUBOYS.

Il conduit aussi aux arrachages précoces ou *destruction prématurée des fanes*, afin de réduire le temps pendant lequel l'infection peut se produire.

4. ÉPURATION.

Il faut arracher dès l'apparition des symptômes les pieds malades ou douteux rencontrés, malgré tout, en fin de sélection. Ce sera l'objet de *la sélection massive*

C. MÉTHODES GÉNÉRALES.

1. SÉLECTION GÉNÉALOGIQUE : PRODUCTION DE PLANTS DE BASE OU CERTIFIÉS (Fig. XI-6).

a) Matériel de départ ou F₋₁.

Le matériel est constitué par des tubercules reconnus sains, à l'issue de différents essais de laboratoire (voir plus loin). Ils sont obtenus par culture sous cage isolante de tubercules eux-mêmes sains.

b) Têtes de famille ou F₀.

Chaque tête de famille est constituée par la descendance obtenue sous cage isolante d'un tubercule sain F₋₁.

Chacune d'elles porte une immatriculation particulière.

c) Familles de ^{ire} année ou F₁.

La descendance d'une tête de famille est multipliée en mélange et constitue une famille de première année ou F₁.

Chacune d'elles est représentée par une ligne de dix tubercules, isolée de la suivante par une distance variable selon la sensibilité de la variété aux virus, mais toujours au minimum par un rang vide.

De même que les F_0 , les F_1 sont produites en station équipée pour réaliser tous les essais de détection des viroses (Landerneau).

Ceux-ci sont effectués en cours de végétation et à la récolte (prélèvement d'un tubercule par pied).

d) Familles de 2e année ou F_2 .

Le produit des familles F_1 reconnues saines est réparti entre les Syndicats qui assurent la culture des F_2 chez leurs meilleurs sélectionneurs.

La culture des F_2 est placée sous la responsabilité permanente de techniciens spécialisés assurant notamment :

— le contrôle visuel des familles sur le champ (un pied malade conduit à l'élimination de toute la famille);

— les prélèvements de feuillage et leur envoi au laboratoire de contrôle pour confirmation ou infirmation de la virose;

— les prélèvements de tubercules à la récolte (1 par touffe) et leur envoi au laboratoire;

— la comptabilité des familles gardées et éliminées.

Les parcelles de culture doivent être isolées d'au moins *50 mètres* de toute autre culture de pomme de terre.

e) Familles de 3e année ou F_3 .

Elles sont cultivées chez les producteurs de plants, en parcelles isolées d'au moins 50 mètres de toute autre culture de pomme de terre.

De même que les F_2 , elles sont contrôlées, en permanence, par des techniciens spécialisés.

A la récolte, selon leur état sanitaire elles sont classées en Élite (plant de base) A ou B (voir plus loin). Seules les familles classées E ou A pourront être reproduites en sélection massale.

f) Familles de 4e année et suivantes (jusqu'à F_8).

Même processus qu'antérieurement, mais :

— avec un isolement, moins strict, limité à 30 mètres;

— contrôles en végétation limités à 3;

— prélèvement pour préculture (voir plus loin).

2. SÉLECTION MASSALE, PRODUCTION DE PLANTS CERTIFIÉS.

Cette sélection effectuée à partir de plant de base ou certifié A se différencie essentiellement de la précédente en ce qu'elle n'est plus réalisée par famille.

Chaque culture fait simplement l'objet d'épuration en cours de végétation. Elle est par ailleurs isolée d'au moins :

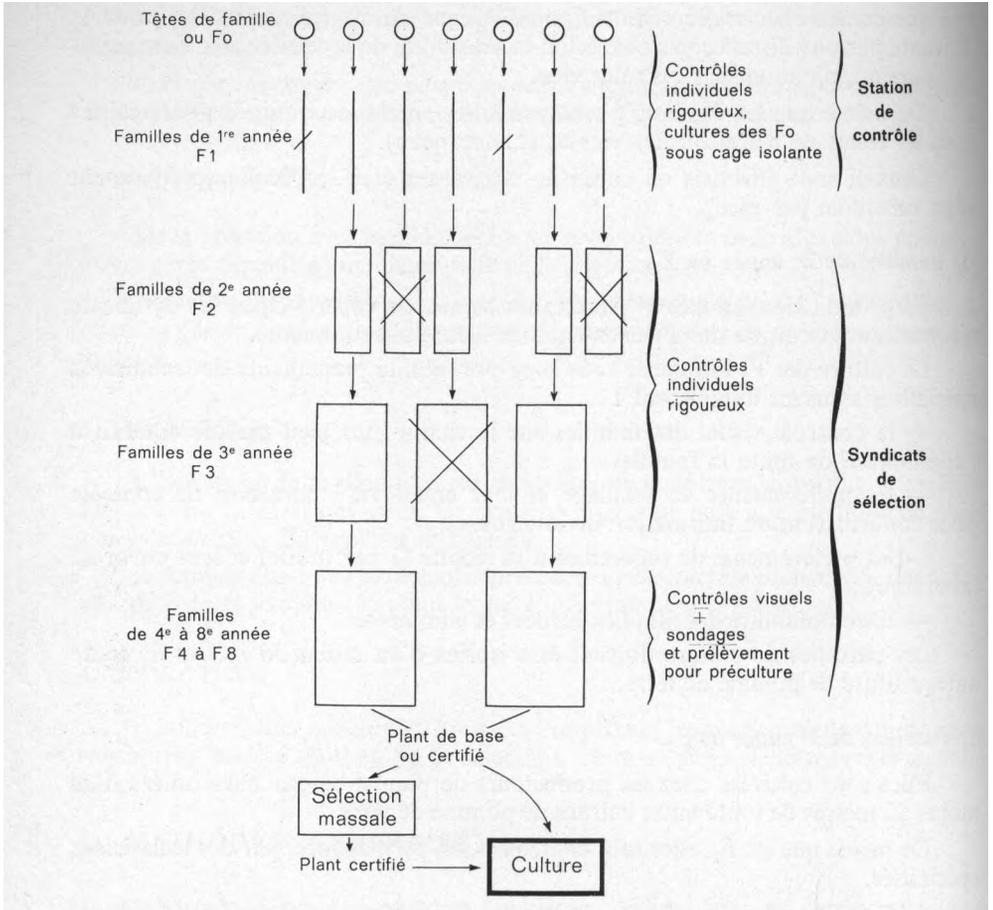


FIG. XI-6. — Schéma simplifié de sélection du plant de pomme de terre.

— 10 mètres d'une culture de consommation ou d'une culture de plants certifiés d'une autre variété;

— un rang vide d'une culture de plants certifiés de la même variété.

D. ESSAIS COMPLÉMENTAIRES DE DÉTECTION DES VIROSES.

L'expérience montre que, dans certaines conditions (année chaude et sèche, excès de lumière, infections tardives) ou pour certains virus, les plantes n'extériorisent pas toutes des symptômes en cours de végétation : il y a alors *masquage* ou latence des viroses.

Différentes méthodes ont successivement été mises au point pour détecter la présence de virus dans des plantes apparemment saines.

1. Méthodes des hôtes différentiels.

On inocule (par voie mécanique ou par pucerons) un extrait de la plante à une série d'espèces végétales réagissant par des symptômes spécifiques en présence de chaque type de virus. Ces plantes-hôtes sont les suivantes : *Datura stramonium*, *Nicotiana Debneyi*, *Nicotiana tabacum*, *Physalis floridana*, *Solanum demissum*.

Cette méthode étant peu rapide est utilisée seulement en laboratoire pour la détection de nombreux virus.

2. Méthode de l'index tuber ou « indexage ».

L'indexage consiste à vérifier l'état sanitaire d'un tubercule par culture en serre, sur terreau, d'un œil prélevé sur celui-ci et observation du jeune feuillage 4 à 6 semaines après.

Cette méthode, associée à un traitement préliminaire de levée de dormance (mélange « rindite »)¹ permet un test *très précoce* et est applicable à *un grand nombre de tubercules*.

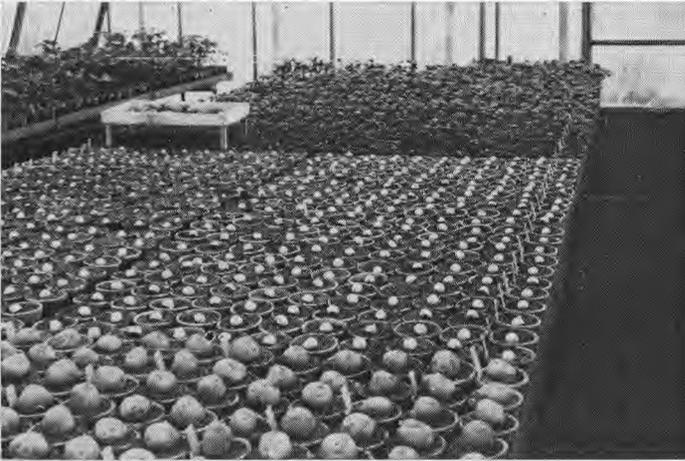


Photo J. Quémener, F.N.P.P.T.

Prélèvement d'œilletons pour test d'indexage.

3. Méthode sérologique.

Certains virus inoculés à un animal (lapin) provoquent la formation de protéines spécifiques ou anticorps. Ceux-ci, mis en présence de l'antigène correspondant (virus), réagissent spécifiquement (floculation).

La méthode, mise au point par JERMOLYEV et HRUSKA consiste dès lors :

— à obtenir les **antisérums**, par inoculation à un lapin d'un virus donné (X par ex.), préalablement identifié par hôte différentiel (7 à 8 injections **intra-peritonéales**, de 2 ml de jus purifié); puis saignée aseptique de l'animal, récolte et conservation du sérum anti X (ou Y) (congélation ou lyophilisation);

1. Cf. III. La plante. Physiologie et développement (p. 1152).

— à réaliser l'essai. 2 gouttes du jus extrait d'un tubercule ou d'une feuille à tester sont placées sur une lame de verre, et dans l'une, une goutte d'un **anti-sérum** (ex. : anti X) est ajoutée, l'autre servant de témoin : si l'individu testé porte le virus X, en quelques minutes, un précipité se forme, facilement observable sous le microscope à fond noir.

Cette méthode est rapide et spécifique. Elle s'applique aux virus X, Y, S et M.

4. Symptômes sur germes.

Cette technique très récente repose sur la différence de pigmentation entre germe de tubercules sains et malades en conditions définies : les placer d'abord à l'obscurité, à 90 % d'humidité et à 20° C, puis lorsque les germes ont 3 à 4 cm de long, les exposer pendant 3 jours à une lumière diffuse.

Si le tubercule est sain, les germes sont régulièrement pigmentés de rouge; s'il est virosé, les germes sont seulement striés de rouge.

La méthode s'applique aux virus X, Y et A.

5. Préculture.

À la suite des travaux sur la rupture du repos végétatif des tubercules de pomme de terre par la monochlorhydrine du glycole, R. BARBIER, en 1952, a montré que l'on pouvait sitôt après la récolte, cultiver en plein air, dans les régions de production, des plants soumis préalablement à l'action du mélange « rindite » et contrôler ainsi, dans l'année même, l'état sanitaire de ce qui sera *cultivé l'année suivante*.

Des champs expérimentaux de préculture mis en place en 1953 ont confirmé ces résultats, et l'essai a été rendu obligatoire pour toutes les variétés en toutes classes dans les établissements producteurs de plants certifiés.

La technique consiste à :

- prélever fin juillet 100 tubercules au moins par 5 ha;
- soumettre les tubercules (ou seulement des **œilleteons**) pendant 48 heures aux vapeurs du mélange « rindite » à 0,4 ml par litre »;

Test de **préculture**, dispositif au champ.

Photo J. Quémener, F.N.P.P.T.



- à planter au champ ou en serre après 8 jours seulement de germination à 20-22° C;
- à contrôler l'état sanitaire du 20 septembre au 10 octobre.

Cette technique applicable à tous stades de la sélection et en particulier au stade ultime, apporte donc un correctif de haute valeur aux lacunes du simple diagnostic foliaire : détection des contaminations tardives.

6. Régénération des variétés.

Diverses études (**LIMASSET, CORNUET**) ont montré que la concentration des virus diminue dans les organes jeunes et que le méristème apical en est souvent indemne.

MOREL et **MARTIN** ont déduit de cette propriété une technique de « régénération » des variétés à partir de cultures *in vitro* de méristème apical (prélèvement d'un fragment de 100 à 250 μ , culture sur milieu nutritif pendant 3-4 mois, greffage sur tomate, puis bouturage).

Ainsi les vieilles variétés 'Saucisse', 'Belle de Fontenay', 'Étoile du Léon', 'Fin de Siècle', 'Ratte', 'Rosa', ont-elles pu être «guéries» de leurs viroses.

E. ORGANISATION DE LA PRODUCTION - CONTROLE ET CLASSEMENTS.

1. Organisation de la production.

La production du plant de pomme de terre est l'une des productions agricoles françaises les mieux surveillées et contrôlées.

Le contrôle est exercé à tous les stades de la production à la commercialisation par les agents du *Service officiel de Contrôle et Certification (S.O.C.)* selon les dispositions d'un règlement technique établi par le *S.O.C.* après avis de la *Commission Officielle de Certification (C.O.C.)*.

En outre, le *S.O.C.*

- reçoit les demandes d'admission au Contrôle des établissements producteurs de plants et instruit ces demandes. Il s'assure en particulier, que certaines conditions techniques sont satisfaites par les demandeurs : personnel technique suffisant en nombre et qualification, production dans une aire géographique favorable, travail continu de sélection depuis plusieurs années, sanctionné par de bons résultats en champs de vérification, etc...;

- propose au Ministère de l'Agriculture, après avis de la C.O.C. et de la section « Plants de pomme de terre » du *G.N.I.S.*, soit d'accorder, soit de refuser le bénéfice du contrôle;

- délivre les certificats, attestations et vignettes de contrôle S.O.C.

De son côté, la *Fédération Nationale des Producteurs de Plants de pomme de terre* qui, actuellement réunit 12 000 sélectionneurs groupés en une cinquantaine de syndicats :

- assume, selon les directives du S.O.C. la gestion des notations à l'échelon local et dispose, pour cela, de 250 agents et de 2 laboratoires;

- réunit toute documentation et informations concernant la production, la conservation, les débouchés;

- d'une manière générale, met en œuvre, sur le *plan professionnel*, toutes mesures susceptibles d'améliorer la production et l'utilisation du plant français.

TABEAU XI-6. — Règles de classement des cultures
(d'après Règlement Technique de la production, du contrôle et de la certification des plants de pommes de terre, 1969)

CONDITIONS DE CLASSEMENT	PLANTS DE BASE SUPER ÉLITE	PLANTS DE BASE ÉLITE	PLANTS CERTIFIÉS A	PLANTS CERTIFIÉS B
Classification	Familles de 7 ans au plus	8 ^e génération au plus	Reproduction de plants de base ou certifiés A	Reproduction de plants de base ou certifiés A
Origine des plants	Établissements producteurs de Super-Élite Plants S.E. de moins de 7 ans	Établissements producteurs de Super-Élite Familles de moins de 8 ans classées S.E. Établissements producteurs d'Élite Plants S.E.	Tous établissements Plants S.E. ou E. Plants de classe A de l'exploitation	Tous établissements Plants S.E., E ou A
Isolement minimum	<ul style="list-style-type: none"> ● F 1, F 2 (et F 3 lorsqu'elles sont groupées) : 50 m de toute autre culture de pomme de terre. ● Familles plus âgées : 10 m de toute autre culture de pomme de terre 1 rang vide entre familles F 1 et F 2 2 rangs vides entre familles plus âgées 	<ul style="list-style-type: none"> ● 10 m de toute autre culture de pomme de terre. 2 rangs vides entre familles 	<ul style="list-style-type: none"> ● 10 m de toute culture de consommation ou de plants de base. 2 rangs vides entre plants certifiés 	d ^o plants certifiés A
Pourcentage maximum à la <ul style="list-style-type: none"> ● 1^{re} notation : ● Manquants et pieds chétifs 	7	7	7	10

Pourcentage maximum lors d'une notation : ● Jambe noire :	0	0,50	1	2
Pourcentage maximum total des notations : 3 visites : S.E. — 2 visites : E. A et B ● Pieds étrangers ● Maladies à virus ● Rhizoctone grave	0,10 0,25 5	0,10 0,25 5	0,20 1 10	0,20 3 10
Pourcentage max. à la dernière notation : ● Verticilliose	0,50	1	3	5
Destruction totale des fanes ¹	Après date fixée : ● dans les 5 jours : déclassement en A ● dans les 6 à 10 jours déclassement en B ● après 10 jours : refus	Après date fixée : d° S.E.	Après date fixée : ● dans les 5 jours : déclassement en B ● après 5 jours : refus	Après date fixée : refus

1. Il n'y a pas de déclassement ou de refus lorsqu'à la date réglementaire de destruction des fanes, 10 % au plus des touffes présentent encore des parties vertes à condition que 10 jours plus tard, la destruction soit totale.

Les cultures sont refusées en cas de contrôle impossible du fait, notamment, des mauvaises herbes, de fanes exagérément développées, du mildiou, d'attaques violentes d'alternaria, d'insectes. Elles sont déclassées d'une classe en cas de contrôle difficile.

2. Contrôles.

Ils sont effectués :

- à l'échelon local par le technicien agréé de la Fédération;
- à l'échelon régional et national par les contrôleurs du S.O.C.

Deux à trois notations sont généralement effectuées en végétation, la première notation ayant lieu dans le mois qui suit la levée, la dernière à la fin de la floraison.

En sélection généalogique, le technicien agréé local, puis régional, effectue les notations sur chaque famille et propose un classement d'après le règlement technique. Les contrôleurs régionaux ou le contrôleur national vérifieront par sondage la tenue des carnets d'observation et procéderont au classement des cultures.

En sélection massale, le technicien parcourt d'abord la culture pour juger de son état général, il fait ensuite 3 à 6 sondages portant chacun sur 100 pieds, notant les pieds manquants, chétifs ou malades. Les pourcentages obtenus, comparés à ceux fixés par le règlement, le conduisent à proposer de refuser ou d'accepter la culture.

Le contrôleur régional du S.O.C. vérifie le travail du technicien agréé et procède au classement de la culture d'après les normes du règlement technique.

Le classement est communiqué aux agriculteurs par le S.O.C.

3. Classement.

Le classement final des cultures dépend de diverses conditions : origine, isolement, épuration, pourcentage de maladies, de pieds étrangers ou chétifs observés pendant la végétation.

En fonction de ces critères, deux catégories de plants sont distinguées.

1^o *Plants de base* (Classes Super Élite et Élite).

Les plants de base de classe *Super Elite* sont constitués par des familles âgées au maximum de 7 ans et répondant aux règles et normes résumées au tableau XI-6 pages 184 et 185.

Les plants de base de classe *Elite* proviennent exclusivement de la multiplication en une seule génération de plants de base de classe Super Elite.

2^o *Plants certifiés* (Classes A et B).

Les plants certifiés sont issus directement de plants de base (classes Super Elite ou Elite), ou de plants certifiés de classe A récoltés chez le producteur. Dans ce dernier cas, les cultures et les récoltes peuvent être soumises à des tests sérologiques.

F. TECHNIQUE DE CULTURE.

La production du plant se différencie du point de vue cultural de la **production** de la pomme de terre de consommation par quelques caractéristiques.

1. Fumure.

Une fumure trop forte, surtout en azote, doit être évitée. Une végétation **trop** exubérante masque les symptômes de virose (possibilité de refus des cultures **pour** « fanes trop hautes »). D'autre part la production d'un grand nombre de tubercules *de petit calibre* est recherchée.

Pratiquement on apportera à l'hectare :

- 18 à 20 tonnes de fumier (automne);
- 150 kg de P_2O_5 (scories ou phosphate bicalcique ou superphosphate);
- 200 kg de K_2O (chlorure ou sulfate de potasse);
- 40 kg d'azote (sulfate d'ammoniaque ou ammonitrate au printemps).

. **Plantation.**

Planter à la date *imposée par le règlement* (compte tenu de la « longueur ritique du jour » de chaque variété : après le 20 avril pour certaines variétés, n Bretagne).

Planter obligatoirement des *tubercules entiers* : de calibre, si possible assez **ros**.

La densité moyenne sera de 40 000 pieds/ha (0,60 x 0,40 m) à 50 000 pieds D,50 X 0,40 m).

Façons d'entretien.

La culture sera évidemment très soignée : binages répétés, buttage, traitements **antiparasitaires** (mildiou, doryphore, taupin).

. **Destruction des fanes.**

La date limite en est fixée, chaque année par le S.O.C. après avis de la C.O.C. : le varie suivant les régions et les variétés. En moyenne, les fanes des variétés âtives et demi-hâtives sont brûlées avant le 20 juillet.

Les procédés de destruction sont divers : fauchage, brûlage à l'acide **sulfu-que** (à 10 %) ou chlorate de soude (3,5 %) ou sulfate d'ammoniaque.

. **Récolte.**

L'arrachage sera évidemment très soigné; l'époque la meilleure se situe de *0 à 25 jours après la destruction des fanes*.

Les rendements peuvent varier de *12 à 20 tonnes/ha* commercialisables.

VI. LA CULTURE.

PLACE DANS L'ASSOLEMENT.

En tant que plante sarclée, exigeante en façons culturales et entretien, la **omme** de terre doit normalement venir en *tête d'assolement*. On la cultivera **onc** le plus souvent après une orge ou une avoine et avantélbun.

On peut aussi lui confier le soin de «nettoyer» un sol défriché, telle une prairie naturelle ou artificielle retournée; cette formule a l'inconvénient d'exposer les tubercules aux attaques de larves souterraines nombreuses sous prairies (vers blancs, taupins).

On évitera de faire deux cultures de pomme de terre sur le même terrain, ceci facilitant le développement des maladies et parasites (rhizoctone, gales).

L'on choisira, d'autre part, de préférence, un sol léger, humifère, meuble, du *type silicieux ou silico-argileux*; en culture primeur, s'abstenir des terres froides humides, lentes à se réchauffer, éviter aussi de planter des variétés de consommation dans un sol *trop calcaire*, favorisant les attaques de gales commune et pou-dreuse.

B. PRÉPARATION DU SOL.

Celui-ci doit être travaillé à l'*automne et au printemps*, de façon à obtenir un sol meuble bien pourvu en eau, sans grosses mottes et sans trous.

Après une céréale déchaumer de bonne heure, procéder à un labour profond avant l'hiver, enfouissant fumier et fumure de fond; au printemps passer le scarificateur assez profondément dans les deux sens et herser pour aplanir.

C. LA FUMURE.

1. FUMURE ORGANIQUE.

En sol normalement pourvu en humus, un apport de fumier de 20 à 30 tonnes à l'hectare peut être suffisant. Celui-ci sera *bien décomposé* et non frais et pailleux.

Il devra être apporté suffisamment tôt, avant l'hiver de préférence, afin d'éviter les inconvénients d'une décomposition irrégulière et d'une minéralisation trop tardive de l'azote organique.

On évitera d'employer des fumiers moisissés, des gadoues vertes, des vinasses ou tous déchets susceptibles de provoquer une altération du goût de la pomme de terre.

Par contre, les *gadoues noires*, les *engrais verts* (lupin, vesce, moutarde), le *goémon* peuvent remplacer sans **difficultés** le fumier de ferme.

2. FUMURE MINÉRALE.

En bonne terre, l'équilibre 120 unités d'azote — 100 d'acide phosphorique — 200 de potasse est à conseiller pour la pomme de terre de *consommation*.

a) **L'azote** sera apporté en deux fois :

— *avant plantation* sous forme ammoniacale (urée, sulfate d'ammoniaque, ammonitrate); phosphate d'ammoniaque pour les primeurs et les plants;

— *après plantation* sous forme nitrique — nitrate de soude ou de chaux, après le premier binage.

Au total, avec fumier, 100 à 120 kg d'azote à l'ha dont les deux tiers à la plantation.

En plus des engrais nitriques, il est possible d'utiliser *l'ammoniac anhydre et l'azote liquide*. Avec ce dernier, il faut éviter de toucher les feuilles à cause des risques de brûlures. Lorsqu'on pratique l'irrigation, on peut mélanger l'engrais liquide à l'eau d'arrosage (solution à 1 — 2 pour 1 000).

b) Le phosphore sera apporté en général et — notamment en sols tendant à la neutralité — sous forme de superphosphate (100 à 120 kg/ha de P_2O_5 avec fumier; 120 à 150 kg sans fumier).

c) La potasse sera apportée sous forme de chlorure, au labour d'automne et de toutes façons, au moins deux mois avant la plantation (150-200 kg/ha de K_2O avec fumier; 200 à 250 kg sans fumier).

Notons que beaucoup de gros planteurs ont, à l'heure actuelle, recours à un engrais ternaire concentré ayant un équilibre 1-2-3 ou 1-1-2, par exemple.

En culture *primeur, la localisation*, de la potasse notamment, et l'emploi des formes les plus solubles, en P_2O_5 en particulier, sont à recommander.

La localisation assure un démarrage rapide de la plante et peut procurer une augmentation de rendement de l'ordre de 8 à 10 % en terre pauvre. Cette technique est généralisée en Bretagne pour les cultures de primeurs (épandage de 150 kg de phosphate d'ammoniaque à la main dans la raie de plantation).

En *production de plant sélectionné*, nous savons qu'un excès de fanes et de gros tubercules est à proscrire. Dans ces conditions, les quantités d'azote à apporter sont plus faibles : avec fumier, 50-60 kg/ha pour le groupe des hâtives et demi-hâtives et de l'ordre de 20 à 40 unités pour les tardives, à plus grand développement foliaire (respectivement 80-100 kg et 40-60 kg sans **fumier**).

D. CHOIX DU PLANT.

1. CHOIX DE LA VARIÉTÉ.

Le débouché d'une part, les caractéristiques du milieu régional, local, parcellaire, d'autre part, détermineront principalement ce choix.

2. CHOIX DU PLANT.

Il y a absolue nécessité de renouveler le plant très fréquemment, au moins tous les *deux ans* (en primeurs, tous les ans) : On achètera de préférence un plant de classe A et de calibre moyen : 40-80 g (35-45 mm). Il y a aussi absolue nécessité d'utiliser un plant *bien conservé*.



Stockage du plant certifié en **chambre** frigorifique; utilisation de la palettisation.

Photo I.T.P.

3. CONSERVATION DU PLANT SÉLECTIONNÉ.

Entre l'instant où il est récolté et celui où il sera planté, le plant de la meilleure origine perd toute sa valeur s'il a *été* mal conservé.

Les techniques de conservation doivent :

- limiter les pertes de poids;
- éviter les pourritures;
- préserver l'intégrité de la puissance germinative des plants.

En conséquence la semence doit être stockée dès que possible entre $+2^{\circ}$ e $+6^{\circ}$ C, en pratique à $+4^{\circ}$ C; cette température maintient les tubercules et étend de dormance et ralentit d'autre part l'incubation des tubercules.

Il faut d'autre part, un degré hygrométrique élevé, voisin de 90 %.

Trois procédés de conservation peuvent être utilisés : le froid naturel **ou** artificiel, le germoir.

a) La ventilation d'air froid naturel.

Ce procédé consiste à introduire, pendant l'automne et l'hiver, l'air extérieur dans la masse de tubercules au moyen d'un ventilateur hélicoïdal à grand débit et faible pression, chaque fois que la température extérieure est plus basse **que celle du tas**.

Pour éviter le gel et afin d'amortir les variations extérieures de température le local doit être thermiquement isolé.

Le magasin de stockage comprend un certain nombre de cellules de part et d'autre d'un couloir central. Chacune comporte une prise d'air, et un ventilateur et doit permettre de stocker environ 50 tonnes de plants (75 m³) sur une surface de 25 m².

Le contrôle de la ventilation est automatique (thermostats).

En 1965, le coût du stockage, amortissement compris, s'élevait à 0,60 F/kg (pour près de 5 mois de conservation).

b) Le froid artificiel : le magasin frigorifique.

Au stade d'un organisme collecteur, l'importance des tonnages mis en **œuvre** oblige à utiliser le *froid artificiel* soit en complément d'une ventilation d'air extérieur, soit seul (magasin équipé de groupes moto-compresseurs).

Qu'il s'agisse de magasin ventilé ou frigorifique, l'installation doit permettre un réchauffement des plants progressif (de $+4^{\circ}$ à $+10^{\circ}$ en 6 jours par ex.) avant conditionnement et mise au germoir.

c) Le germoir.

Les germoirs ont pour but :

- soit de conserver le plant pendant tout l'hiver, jusqu'à la plantation;
- soit, surtout de préparer le plant, sortant d'une ventilation froide ou d'une chambre frigorifique, à sa prochaine plantation.

Dans un tel bâtiment :

- **un éclairage homogène**, naturel ou artificiel, est nécessaire pour obtenir des germes courts (2 cms), solides, colorés;
- **une hygrométrie**, de 85 à 90 % doit être maintenue;
- **une température** de $+4^{\circ}$ C doit être maintenue aussi constante que possible, avec réchauffement plus ou moins précoce (jusqu'à $12-15^{\circ}$ C), selon la date de plantation. Des plants sortant de frigorifiques seront mis en germoirs 5 à 6 semaines avant plantation, à $12-15^{\circ}$ C (forçage). Les plants y seront stockés en clayettes, empilées les unes sur les autres.

E. PLANTATION.

I. Époque.

Celle-ci varie dans de larges proportions avec :

- le *climat* et donc la *région*, voire la *localité* :
- en Afrique du Nord, les plantations peuvent débuter fin décembre;
- dans le sud de la France (Var, Bouches-du-Rhône), elles peuvent débuter en janvier;
- en Bretagne les plantations primeurs peuvent commencer début février. (St-Pol-de-Léon, Roscoff, Paimpol, Tréguier).

En culture de consommation courante, on plante en France en avril (éviter les gelées).

- *la spéculation choisie.*

2. Mode de plantation.

Densité. La densité optimale pour un plant de 40-80 g se situe à 45 000 pieds/ha; pour un plant de gros calibre (70-150 g), à 30 000 pieds.

En sols froids, on plantera plus serré qu'en terrain sec.

L'écartement entre rangs sera au minimum de 50 cm.

Profondeur. Éviter de planter trop profond en sols lourds : planter assez superficiellement, à 8-10 cm puis butter la plante ultérieurement, pour recouvrir suffisamment son système racinaire et ses jeunes tubercules.

Matériel. La plantation peut s'effectuer à la main, à la charrue, au buttoir ou billonneur, à la *planteuse mécanique*.



Plantation manuelle; on remarque l'emploi comme plant de quelques moitiés de tubercules.

Photo S.P.I.E.A.

Il existe trois types principaux de planteuses : à distribution manuelle, semi-automatique, automatique.

Quel que soit le type de distribution du plant, chaque planteuse comprend un corps butteur qui ouvre le sillon, un corps chausseur qui le ferme, et, entre les deux, un conduit amenant le tubercule (chaîne à godets, goulotte...).



Photo I.T.P.

Plantation mécanique : une planteuse à deux rangs en plein travail; au premier plan les disques « chausseurs » refermant le sillon.

F. SOINS D'ENTRETIEN.

1. Hersages et binages.

Immédiatement après la plantation, puis 8 à 10 jours après, un léger *hersage* est utile pour égaliser le sol, et aussi briser la croûte que le soleil et le vent ont pu provoquer sur un sol mouillé, également pour détruire les premières levées d'adventices.

Ne pas craindre de herser même lorsque les pommes de terre commencent à apparaître.

2. Buttage.

Il consiste à ramener de la terre bien travaillée autour des plantes. Il accroît le nombre et la vigueur des racines et favorise leur nutrition; il préserve aussi, dans une certaine mesure, les tubercules des spores de mildiou tombés sur le sol; il les soustrait aussi à la lumière (verdissement).

3. Désherbage chimique.

Depuis 1966, trois produits : le linuron, monolinuron, metabromuron, ont reçu l'autorisation d'emploi, en **préémergence** sur pomme de terre.

Les herbicides de contact (colorants nitrés, diquat) appliqués avant levée permettent également de détruire les premières adventices. Mais un hersage peut être aussi efficace.

4. Traitements chimiques.

Suivant les conseils des Stations d'Avertissement Agricoles, on traitera contre le mildiou à la bouillie bordelaise, à l'oxychlorure à 50 % de cuivre (800 g/hl) au **zinèbe** (200-300 g/hl), au **manèbe et mancozèbe**, en pulvérisation de préférence.

Contre le doryphore on traitera à l'aide de produits mixtes doryphore-mildiou : lindane 4 % — zinèbe 52 %; arsenic 20 % — cuivre 35,5 % par exemple.

G. RÉCOLTE.

1. Époque.

En pomme de terre primeur, la date de récolte est commandée essentiellement par l'évolution des cours : on récolte dès lors bien avant maturité, la peau des tubercules se desquamant encore.

Cette date peut se situer dans le sud de la France *en avril*; en Bretagne, *début mai*.

En pomme de terre de grande consommation, les tubercules ne doivent être arrachés qu'à maturité complète (fanés desséchés, peau subérifiée) afin de mieux les conserver; la date de récolte variera de la mi juillet pour les variétés hâtives à début octobre pour les plus tardives.

Arracheuse de pommes de terre,
à deux rangs.

Photo S.P.I.E.A.



2. Méthode.

L'arrachage se fait de plus en plus à l'aide d'*arracheuses mécaniques*, comprenant : un soc souleveur, des séparateurs nettoyeurs, éventuellement un dispositif groupeur. De plus en plus les exploitations spécialisées dans la production de pommes de terre utilisent des *arracheuses-ramasseuses* à grand travail.

Quelle que soit la méthode ou le type de machines, des *précautions* sont à prendre à l'arrachage.

a) arracher par *beau temps* : ne pas rentrer ou mettre en sac une récolte humide — laisser ressuyer les tubercules sur le sol pendant plusieurs heures; éviter par contre, de laisser les tubercules trop longtemps au soleil (brûlures, puis pourriture);

b) Veiller à tous *risques de blessures* lors du ramassage.

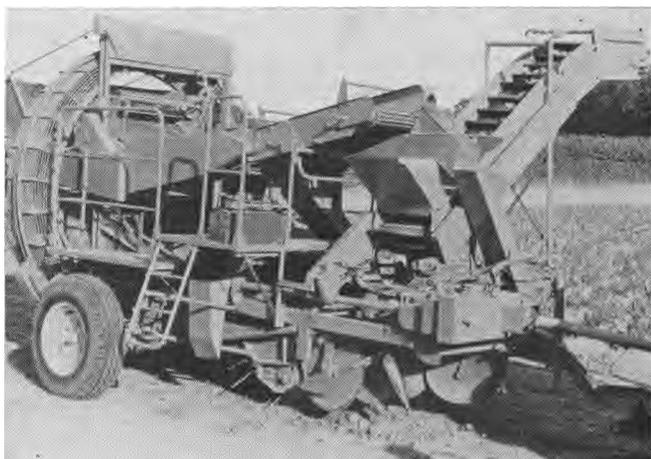


Photo I.T.P.

Arracheuse-ramasseuse de pommes de terre avec table de triage, dispositif épierreur et chargeur.

3. Analyse de la récolte.

a) RENDEMENT.

Celui-ci peut être très variable, avec l'année et la variété : de 10 à 20 tonnes/ha en variétés primeurs, il peut passer à 40-45 tonnes/ha en variétés tardives.

b) QUALITÉ.

Celle-ci se juge :

— au pourcentage des tubercules non marchands (blessés, verdis) à la grosseur des tubercules : des calibreuses à secousses ou rotatives permettent d'éliminer les petits tubercules (« grenaille » inférieure à 30 grammes) et de séparer les gros des moyens calibres;

— à la valeur alimentaire ou industrielle.

4. Conservation.

En raison de la faible valeur marchande de la pomme de terre de consommation, les frais de stockage ne peuvent être trop élevés. La technique de conservation sera donc fonction de la destination de la récolte et notamment de *l'époque de vente choisie* :

a) conservation jusqu'au début de décembre : On aménagera sommairement un bâtiment déjà existant, de façon à assurer une circulation d'air : petit tas sur caillebotis avec cheminées de place en place;

b) conservation jusqu'à mi-février : On emploiera la technique de ventilation par air froid naturel, valable pour le plant;

c) conservation jusqu'à la fin avril : L'emploi d'inhibiteurs de germination s'avère alors indispensable.

BIBLIOGRAPHIE DU CHAPITRE XI

- CROSNIER (L. C.). 1966. - Peut-on désherber chimiquement les pommes de terre? *Pomme de terre Fr.*, 313, 11-19.
- CROSNIER (J. C.), TRUKENBOLTZ (M.), BOURDIN (J.) et HERVÉ (J. J.). 1969. - Essais de différents herbicides appliqués avant la levée des pommes de terre. *C. R. 4^e conf. trisann. Ass. Europ. Rech. sur la pomme de terre*, Brest, 132-133.
- DENIEL (J.), NOURY (J.), MADEC (P.). 1965. — Le traitement frigorifique des semences de pommes de terre. *Bulletin de l'Institut national du Froid*.
- DIEHL (R.). 1938. - *La pomme de terre*, Caractères et description des variétés, 157 p.
- GRISON (G.). 1970. — La conservation des pommes de terre par irradiation. *Pomme de terre Fr.*, 336, 11-14.
- HEDOU (J.). 1965. - Connaissances nouvelles sur la croissance et la tubérisation. *Pomme de terre Fr.*, 306, 3-23.
- INSTITUT TECHNIQUE DE LA POMME DE TERRE
 - 1964. - Age des plants. Vigueur des plantes. *Doc. n° 17*, 24 p.
 - 1965. - Croissance et tubérisation de la pomme de terre. *Doc. n° 20*, 30 p.
 — 1965. - La conservation de la pomme de terre, *Doc. n° 21*, 36 p.
- JOLIVET (E.). 1969. - Rupture du repos végétatif du tubercule de pomme de terre: actions primaires de la rindite sur le métabolisme des acides organiques et des acides aminés libres. *C. R. 4^e conf. trisann. Ass. Europ. Rech. sur la Pomme de terre*, Brest, 171-172.
- JOUAN (B.) et LEMAIRE (J. M.). 1969. - Étude de quelques facteurs de développement de la gale argentée de la pomme de terre, *Helminthosporium (Spondylocladium atroviens)*. *C. R. 4^e conf. trisann. Ass. Europ. Rech. sur la Pomme de terre*, Brest, 193-194.
- JOUAN (B.), LEMAIRE (J. M.) et D'HÉROUVILLE (F.). 1969. - Éléments de lutte contre le rhizoctone brun de la pomme de terre. *Rhizoctonia solani Kuhn. C. R. 4^e conf. trisann. Ass. Europ. Rech. sur la pomme de terre*, Brest, 203-204.
- MADEC (P.). 1956. - La nature et les causes du boulage chez la pomme de terre *Ann. Amél. Pl.*, 2, 151-169.
- MADEC (P.). 1966. - Croissance et tubérisation de la pomme de terre, *Bull. Soc. Fr. Physiol. vég.*, 12, 159-173.
- MADEC (P.). 1970. - La sélection de la pomme de terre. *Sélectionneur fr.*, 11, 19-30.
- MADEC (P.) et PERENNEC (P.). 1955. - Les possibilités d'évolution des germes de la pomme de terre et leur conséquences. *Ann. Amél. Pl.*, 4, 555-574.
- MADEC (P.) et PÉRENNEC (P.). 1956. - Influence de « l'origine » sur le comportement des plants de pommes de terre. *Ann. Amél. Pl.*, 10, 5-26.
- MADEC (P.) et PERENNEC (P.). 1959. - Le rôle respectif du feuillage et du tubercule-mère dans la tubérisation de la Pomme de terre. *Eur. Potato J.*, 2, 22-49.
- MADEC (P.) et PERENNEC (P.). 1962. - Les relations entre l'induction de la tubérisation et la croissance chez la plante de pomme de terre (*Solanum tuberosum L.*). *Ann. Physiol. vég.*, 4, 5-84.
- MADEC (P.) et PERENNEC (P.). 1969. - Levée de dormance des tubercules de pomme de terre d'âge différent : action de la rindite, de la gibberelline et de l'ocilletonnage. *Eur. Potato J.*, 12, 96-115.
- MONOT (C.). 1963. — La culture de la pomme de terre, son évolution, et son devenir. *Agriculture*, 255, 103-110.
- MONTIGNY (C.). 1971. — Évolution de la transformation industrielle de la pomme de terre. *Pomme de terre fr.*, 342, 13-17.

- MORES- (G.), MARTIN (C.), MULLER (J. F.). 1968. — La guérison des pommes de terre atteintes de maladies à virus. *Ann. Physiol. Vég.*, 10, 63-67.
- PÉQUIGNOT (R.). — 1965 La pomme de terre. « Techniques Agricoles », fascicules 2080-2083.
- PÉQUIGNOT (R.) et MONOT (G.). 1969. — La production de la pomme de terre en France. C. R. 4^e conf. trisannu. Ass. Europ. Rech. sur la pomme de terre, Brest, 29-50.
- PERENNEC (P.) et CROSNIER (J. C.). 1971. — Action d'un traitement des plants de pommes de terre par l'acide gibberellique sur le rendement et la répartition dans la récolte des tubercules de divers calibres. *Pomme de terre fr.*, 343, 21-35.
- QUEMENER (J.). 1964. — *Les bases de la sélection sanitaire de la Pomme de terre*. Thèse ing. D.P.E., 91 p.
- ROBERT (Y.). 1969. — Comparaison de la capacité vectorielle de plusieurs souches de pucerons (*Aulacorthum solani*, *Macrosiphum euphorbiae* et *Myzus persicae*) dans la transmission du virus de l'enroulement à *Solanum tuberosum* var. Claudia. C. R. 4^e conf. trisannu. Europ. Rech. sur la pomme de terre, Brest, 220.
- ROZIER-VINOT (C.). 1969. — Influence de l'âge du tubercule de semence sur l'activité photosynthétique de la plante de pomme de terre. C. R. 4^e conf. trisannu. Ass. Europ. Rech. sur la Pomme de terre, Brest, 158-159.
- ROZIER-VINOT (C.). 1970. — Croissance foliaire, photosynthèse et caractères du tubercule de semence chez la pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.). *Physiol. Vég.* 8, 4, 613-639.

CHAPITRE XII

TOPINAMBOUR

Helianthus tuberosus L. (2 n = 102).

I. ÉCONOMIE DE LA PRODUCTION.

La culture du topinambour est, en France, en régression : après s'être maintenues jusqu'en 1955 aux environs de 140-160 000 ha, les superficies sont tombées aujourd'hui (1970) à quelques 50 000 hectares. Les raisons de cette régression tiennent principalement aux **difficultés** de *récolte et de conservation* des tubercules.

Bien que rencontrée un petit peu partout en France, cette culture demeure surtout localisée en Poitou, Limousin, Auvergne, Aquitaine. Neuf départements (en tête, Haute-Vienne) totalisent en 1970 à eux seuls : 65 % des surfaces.

Contrairement à la pomme de terre, le topinambour est cultivé presque essentiellement comme *aliment du bétail* (porcs, **bœufs** à l'engrais, vaches laitières), sa valeur fourragère est en effet *très élevée*, égale et même supérieure à celle de la betterave danoise :

	UF/kg aliment frais	UF/kg de matière sèche
Tubercules (20-25 oct.)	0,22-0,24	1,06-1,12
Fanes (— —)	0,15-0,18	0,60-0,64
Betterave « danoise » racine	0,17-0,21	1,04-1,13
Betterave « danoise » feuilles	0,06-0,07	0,52-0,74

(D'après MOULE, **TSVETOUKLINE** et **DUPUIS**.)

En raison de sa rusticité, le topinambour est à la fois, la betterave et la pomme de terre des sols pauvres.

Le topinambour a été utilisé industriellement comme *plante alcooligène* : rendement/ha d'alcool comparable à celui de la *betterave* (80-90 l d'alcool pur par tonne de tubercules). Les pulpes résiduelles sont excellentes pour le bétail (plus grande richesse en protides et lipides que celles de betteraves).

II. LA PLANTE.

A. CARACTÈRES BOTANIQUES.

1. Place dans la classification botanique.

Le topinambour est une composée radiée **tubérisifère**; *Helianthus tuberosus* à $2n = 102$.

Elle appartient donc au même genre botanique que le tournesol (*H. annuus* $2n = 34$).

Selon HEISER et KOSTOFF (1939) complété par Y. CAUDERON (1965) *H. tuberosus* serait un allohexaploïde complexe, de formule génomique $A_1 A_2 Bt$, le génome Bt étant assez voisin du génome Ba du tournesol $\left(\frac{Ba}{Ba}\right)$.

Les F_1 topinambour X tournesol sont très peu fertiles (autostérilité) et non interfertiles.



Photo INRA

Une culture de topinambour en pleine végétation.

2. Origine géographique et génétique.

D'après HEISER (1957) les *Helianthus* ont pour centre d'origine le Mexique. De là ils se seraient dispersés dans toute l'Amérique.

Le topinambour serait originaire d'Amérique du Nord (peut-être du Canada). Il aurait été introduit en France au début du XVII^e siècle (1603) par CHAMPLAIN.

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

Le topinambour est une plante à tige cylindrique robuste, de 2 à 4 m de haut (selon la variété et le climat), plus ou moins ramifié.

Les feuilles opposées à la base, sont alternes dans la partie inférieure; leur limbe de forme ovale, lancéolé, à surface rugueuse, rappelle assez (dimensions plus faibles) celui du tournesol.

Les capitules sont beaucoup plus petits que ceux du tournesol; ils sont groupés en ombelles corymbiformes. Leur fécondation est *allogame*.

Le fruit est un akène, beaucoup plus petit que celui du tournesol (5-6 mm de long et pesant 10 mg).

La partie souterraine comporte des racines fibreuses et des stolons formant des *tubercules* plus ou moins renflés, ramifiés et groupés. Chaque tubercule est comme chez la pomme de terre une tige hypertrophiée mais les bourgeons ou yeux sont ici opposés. La forme du tubercule varie avec la variété et l'état du sol. La couleur de leur peau est blanche, rose ou violette. Leur poids peut varier de 20 à 200 g pour une même plante.

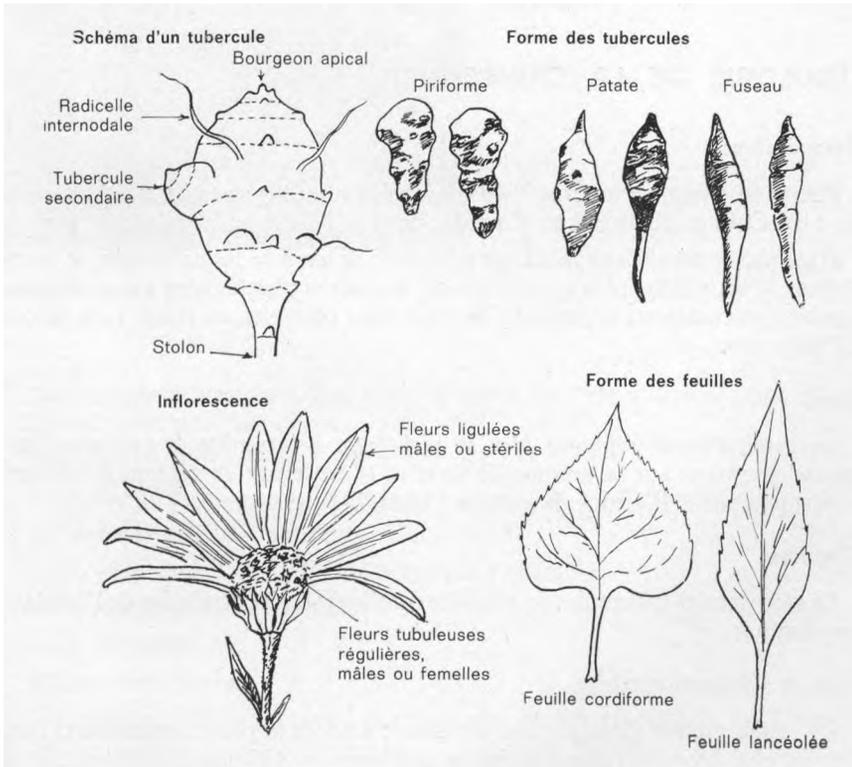


FIG. XII-I. — Caractères morphologiques du topinambour.

B. CROISSANCE ET DÉVELOPPEMENT.

1. La croissance des plantes au cours de l'été est assez lente. Ce n'est qu'au mois d'août-septembre que les tiges s'allongent rapidement à l'approche de la floraison.

2. L'émission des stolons commence généralement en juin, donc assez tôt, sans différences entre les variétés précoces et tardives. L'ébauche du premier tubercule apparaît au bout de 8 à 10 jours. Ceux-ci peuvent se former jusqu'en septembre.

L'évolution du poids de tubercule suit une loi générale de croissance en S. Celle-ci se poursuit pendant un certain temps après la dessiccation des feuilles, très probablement à partir des réserves des tiges ou des organes souterrains.

3. La floraison débute sous nos climats en juillet-août, pour les variétés précoces, indifférentes à la longueur du jour; fin septembre à fin octobre pour les variétés tardives, les plus communes.

Le topinambour est en effet une plante de *jour court* : soumises à une photopériode de 9 à 10 heures et à une température supérieure à 17° C nuit et jour, les variétés tardives peuvent fleurir beaucoup plus tôt qu'en conditions naturelles (avance de 1 à 2 mois au moins).

C. ÉCOLOGIE DE LA CROISSANCE.

1. Température.

Plante de climats tempérés froids, le topinambour a une aire d'extension très vaste : du Chili et du Brésil au Canada, dans le Nouveau Monde.

Il est moins *sensible au froid que la pomme de terre* = les tubercules se conservent dans le sol par les plus grands froids; les jeunes plantes sont assez résistantes aux gelées printanières; cependant les tiges sont sensibles au froid, au printemps et à l'automne.

2. Eau.

Le topinambour *supporte bien la sécheresse* printanière et estivale c'est là un grand avantage sur la pomme de terre et la betterave en régions à été sec ou sols peu profonds. Il craint davantage l'humidité persistante.

3. Lumière.

La richesse des tubercules en glucides (inuline) serait corrélative de l'insolation de septembre.

4. Sols et éléments nutritifs.

Le topinambour vient en *tous terrains* : en sols argileux, cependant, l'arrachage est plus laborieux, les tubercules difformes et difficiles à nettoyer; en sols sablonneux, les tubercules ont une meilleure forme.

Une récolte de 30 t/ha de tubercules plus les tiges et feuilles exporterait :
 120-130 kg d'azote; 40-55 kg de P_2O_5 ; 200-250 kg de K_2O ; 40-50 kg de CaO .
 Le topinambour s'accommode très bien de pH très variés.

D. ACCIDENTS ET PARASITES.

Le seul parasite important est le *Sclerotinia sclerotiorum* qui attaque la base des tiges et les tubercules (gros sclérotés noirâtres). N'utiliser que des plants sains; éviter les sols trop humides.



Topinambour en pleine floraison
 (var. "Blanc Précoce").

Photo INRA

III. LES VARIÉTÉS.

La multiplication végétative étant le mode de reproduction principale, les variétés cultivées sont des clones.

Ces variétés diffèrent principalement par :

- la forme du tubercule (« fuseau » — « patate » « piriforme »);
- la coloration du tubercule (blanc-violet);
- le groupement des tubercules dans la touffe;
- les ramifications de la tige;
- la précocité, etc.

Citons notamment :

' D 19 ou ' Blanc Précoce ', à tubercules blancs récoltables en septembre;
 ' Violet commun '; ' Patate Vilmorin '; ' Violet de Rennes ', à tubercules **piri-**
formes, réguliers, productifs.

IV. CULTURE.

A. PLACE DANS LA ROTATION.

Très étouffant, laissant donc un sol très propre, utilisant bien la matière organique, le topinambour peut donc constituer une excellente *tête de rotation*. En raison cependant des nombreux tubercules restant dans le sol après récolte et repoussant dans la culture suivante, il est fréquent :

- soit de le cultiver plusieurs années de suite, hors assolement;
- soit de le faire suivre d'une jachère (en sol pauvre);
- soit de le faire suivre d'une culture fourragère, fauchée, pâturée ou sarclée (vesce-avoine, maïs fourrage, prairie temporaire, betterave).

Les traitements désherbants du type phytohormones permettent cependant aujourd'hui de faire une céréale de printemps (orge), voire même un blé d'hiver, après récolte précoce des tubercules.

B. PRÉPARATION DU SOL.

Semblable à celle d'une pomme de terre : 20-30 tonnes de fumier; 40-80 kg d'azote; 60-80 kg de P_2O_5 ; 125-150 kg de K_2O . Labour d'automne de préférence.

C. PLANTATION.

Elle doit s'effectuer début avril, avant la pomme de terre;

Le plant sera constitué de tubercules de 100-200 g arrachés et plantés aussitôt (ou récoltés à l'automne et conservés en jauge).

On plantera à écartement de 60-80 cm entre lignes et 30-60 sur la ligne soit 30-45 000 pieds/ha, à la charrue, au buttoir ou à la machine.

D. SOINS D'ENTRETIEN.

Ils se limitent généralement à un buttage léger quand les plantes ont 25-40 cm.

E. RÉCOLTE ET CONSERVATION.

Traditionnellement, celle-ci se fait de façon échelonnée, à la main, rarement à la machine, au cours de l'hiver. En effet, les tubercules hors de terre flétrissent et pourrissent : l'arrachage se fait donc au fur et à mesure des besoins, de fin septembre à fin mars.

On peut aussi conserver les tubercules en arrachant les touffes avec leur motte de terre et en les entassant dans un silo, en alternance avec des couches de terre.

De telles méthodes, très onéreuses en main d'œuvre, ne sont plus viables aujourd'hui.

D'autres solutions sont cependant possibles.

— *la récolte directe* en fin d'automne et hiver par les porcs, parqués à la clôture électrique; mais cette technique laisse beaucoup de tubercules en terre, et n'est praticable que sur sols légers, se reprenant bien au printemps.

— *l'ensilage précoce de la plante entière*, au stade floraison (fin octobre). De cette façon, on récolte une masse de matière sèche et d'UF/ha, 25 à 35 % supérieure au rendement en tubercules seuls, obtenu en décembre; ce fourrage est facile à ensiler (fanés, tubercules entiers ou broyés, même non lavés) et à conserver.

Enfin, il est alors possible de faire une céréale d'automne ensuite, moyennant destruction des repousses (phytohormones), mieux encore, une céréale de printemps ou un fourrage.

— *la déshydratation de la plante entière* au stade floraison pourrait également offrir un avenir à cette culture (jointe à une mécanisation totale de la récolte).

Quoi qu'il en soit, les rendements du topinambour peuvent atteindre, en bonnes conditions, 14 à 19 t/ha (plante entière) soit 13 à 14 000 UF/ha, *potentiel du même ordre que celui de la betterave fourragère*.

BIBLIOGRAPHIE DU CHAPITRE XII

- CAUDERON (Y). 1965. — Analyse cytogénétique d'hybrides entre *Helianthus tuberosus* et *H. Annuus*. Conséquences en matière de sélection. *Ann. Amél. Plantes*, 15, 3, 243-261.
- DIEHL (R.), DUPUIS (G.), TSVETOUKHINE (V.). 1951. — Recherches sur le Topinambour. *Annales Amél. Plantes*, 3, 336-354.
- DUPUIS (G.), RENAULT (M.), TSVETOUKHINE (V.). 1962. — Essais de conservation du topinambour après la récolte. *Fourrages*, 9, 73-89.
- MOULE (C.), DUPUIS (G.), RENAULT (M.), TSVETOUKHINE (V.). 1967. — Contribution à l'étude du *topinambour-ensilage* Étude S.E.I., 31, 83.

CHAPITRE XIII

AUTRES PLANTES RACINES

CAROTTE FOURRAGÈRE.

Daucus carota L.

Cinq mille six cents hectares en 1966, 3 100 ha en 1970. Cette culture en régression est très dispersée (Ouest, Centre-Ouest surtout).

C'est une Ombellifère bisannuelle, allogame.

Sa valeur nutritive est supérieure à celle de la betterave fourragère (1 à 1,1 UF/kg MS), elle est très riche en carotène.

La racine est longue, plus ou moins enterrée, blanche, rouge ou jaune. Cette espèce a une préférence marquée pour les terres légères (sables humifères).

Les techniques culturales sont assez voisines de celles de la betterave, un éclaircissage est nécessaire. Les rendements sont de l'ordre de 30 à 50 t/ha. La conservation est délicate.

PANAIS.

Pastinaca sativa L.

Trois cents hectares en 1966, cette culture a pratiquement disparu en 1970. Le panais était autrefois cultivé en Bretagne, pays de Léon. C'est une Ombellifère bisannuelle à fleurs jaunâtres. Elle a une préférence pour les climats frais, humides, les sols profonds, humifères.

La racine du panais est la plus riche des racines fourragères (1,10 à 1,15 UF/kg MS).

La culture est analogue à celle de la betterave. Le semis est délicat (levée très lente). Les rendements sont de l'ordre de 25 à 40 t/ha.

RUTABAGA ET CHOU-NAVET.

Brassica Napus var. Napobrassica.

Cette culture est en régression, 43 000 ha en 1966, 30 000 ha en 1970; on la rencontre encore dans l'Ouest (Bretagne) et le Nord-Ouest surtout.

Ce sont des Crucifères allogames, à tige renflée au-dessus du sol, appelée improprement racine. La racine proprement dite, avec radicelles, se trouve dans le sol. Les feuilles sont d'un vert glauque à long pétiole, rappelant celles du colza ou du chou.

Le rutabaga et le chou-navet sont des plantes de climats froids, humides, de bonne résistance au froid (— 6 à — 10° C). Les racines sont assez pauvres en matière sèche (6 à 12 % MS).

Variétés. On distingue les :

Rutabagas à racine jaune et chair blanche, variétés 'Champion', 'Monarque';

Choux verts à racine blanche et chair blanche.

La préparation du sol et la fumure sont analogues à celles de la betterave. Semis en pépinière en mars-avril, repiquage mi-mai, après une récolte précoce (seigle, pomme de terre), puis binages et buttages. Les rendements sont de l'ordre de 30 à 60 t/ha.

RAVES ET NAVETS.

Brassica rapa et *Brassica Napus*.

Ce sont aussi des cultures en régression, 11 500 ha en 1966, 7 900 ha en 1970. Les raves et les navets sont des Crucifères annuelles, à feuilles très découpées, *non glauques*, rugueuses.

Brassica rapa est à racine plate et *Brassica Napus* à racine renflée, plus ou moins allongée.

Les raves et navets sont des plantes rustiques, plus résistantes à la sécheresse que le rutabaga, supportant bien les froids d'automne. Elles préfèrent les sols légers, sains.

En *culture principale*, la préparation et la fumure sont analogues à celles de la betterave et le rendement est de 30 à 60 t/ha de racines. En *culture dérobée*, après colza, lin, fourrage de printemps les rendements sont de l'ordre de 10 à 25 t/ha.

QUATRIÈME PARTIE

PLANTES A FIBRES

CHAPITRE XIV

LIN

Linum usitatissimum L. (2 n = 32).

I. HISTORIQUE DE LA CULTURE.

La culture du lin est très ancienne.

Le premier lin cultivé fut un lin bisannuel (*Linum angustifolium*) d'origine méditerranéenne, dont les tiges étaient coupées à maturité. De bonne heure cependant (plusieurs millénaires avant J.-C.), la culture de *Linum usitatissimum* plus rustique, annuel ou bisannuel, d'origine asiatique, remplace celle de *Linum angustifolium*.

Son usage dans l'ancienne Chaldée se perd dans la nuit des temps; des tombeaux antérieurs à Babylone ont livré ce textile, qui pénétra très tôt en Inde et en Égypte. Sa progression vers l'Europe a été assurée en partie par les Phéniciens. Les Celtes, les Grecs également cultivaient la plante.

II. ÉCONOMIE DE LA PRODUCTION.

A. LE LIN DANS LE MONDE.

Très cultivé dans l'antiquité et au moyen âge, à la fois pour *sa fibre* (lin à fibre) et *son huile* (lin oléagineux), le lin à fibre a commencé à décliner au début du 'axe siècle, avec le développement de l'utilisation d'autres textiles (coton, notamment).

Actuellement et malgré une concurrence sévère exercée par les fibres et peintures de synthèse, les superficies ensemencées en lin ne diminuent pas.

On cultivait en 1970, environ 9 000 000 ha de lin dans le monde; pour la période de 1948-52, ces surfaces étaient de 9 600 000 ha.

1. Le lin à fibres.

Sa culture est actuellement localisée aux zones littorales de l'océan Atlantique, de la mer du Nord et de la Baltique.

Pour une superficie mondiale de 1 600 000 ha environ et une production de 670 000 tonnes en 1970, l'U.R.S.S. en cultivait plus de 1 300 000 ha (480 000 t); l'Europe en cultivait plus de 250 000 ha (170 000 t), les pays baltes et la Pologne étaient les principaux producteurs; la France en cultivait 37 000 hectares.

2. Le lin oléagineux.

A la différence du lin à fibres, il s'agit là d'une culture de climat chaud et sec, voire subtropicale. Toutefois, cette culture réussit très bien en Europe et au Canada (région des Grands Lacs).

La superficie mondiale en lin oléagineux se situait à environ 7 400 000 ha en 1970, en légère extension semble-t-il (5 600 000 ha en 1964).

Les principaux pays producteurs sont par ordre d'importance décroissante : l'Asie (1 800 000 ha en Inde), l'Amérique du Nord et Centrale, l'U.R.S.S., l'Amérique du Sud, l'Europe (300 000 ha).

B. LE LIN EN FRANCE.

1. LE LIN TEXTILE.

a) Évolution de la culture.

1862	105 000 ha	1950	40 100 ha
1900	19 000 ha	1960	43 500 ha
1913	30 500 ha	1965	50 650 ha
1939	47 600 ha	1970	37 300 ha

Il y a un siècle on cultivait en France plus de 100 000 ha de lin à filasses.

Le développement industriel et l'arrivée sur le marché des textiles exotiques et étrangers (coton) à des prix inférieurs aux fibres européennes firent régresser très rapidement la culture : en 1892 on ne cultivait plus que 10 000 ha de lin à fibres en France.

Depuis lors, la liniculture textile a subi une succession de crises et reprises que traduit la figure XIV-1.

— de 58 000 ha en 1955, les superficies tombent à 27 000 ha en 1959, remontent à plus de 67 000 en 1964 mais descendent à moins de 40 000 ha en 1970.

Dans l'ensemble toutefois, les surfaces en lin textile — et la production — tendent à progresser depuis le début du siècle.

b) Facteurs de cette évolution.

Facteurs techniques. La culture **du lin textile n'est pas très facile, en raison d'aléas nombreux : très grande sensibilité de l'espèce aux conditions climatiques,**

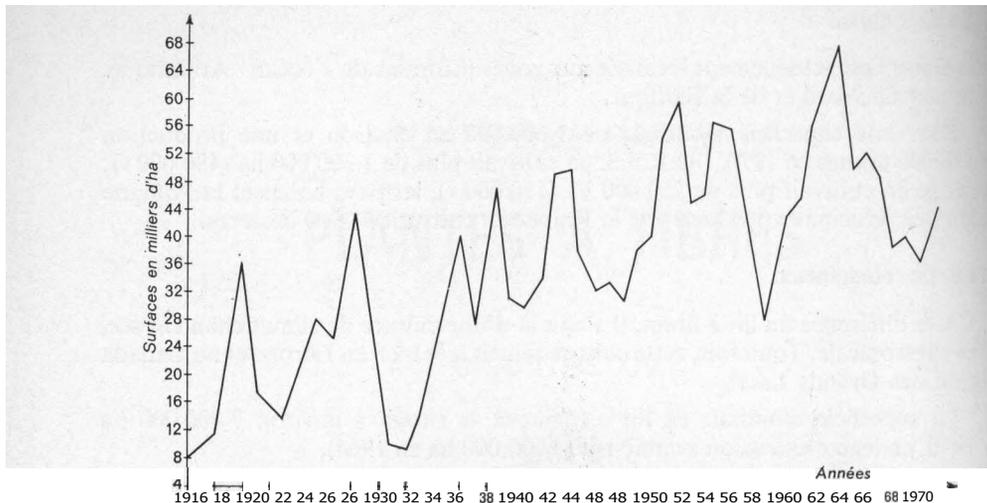


FIG. XIV-1. — Évolution des superficies de lin textile en France.

nécessité de disposer d'une terre très propre, équilibre des fumures difficile à réaliser pour éviter la verse, etc...

Cependant, les lins français ont la réputation d'être les meilleurs du monde et les rendements français sont également les plus élevés. Par ailleurs, les progrès réalisés depuis 20 ans au niveau des variétés, du désherbage, du matériel de récolte — grâce aux travaux conjugués de l'I.N.R.A. et de l'A.G.P.L. (Association Générale des Producteurs de Lin) — ont considérablement diminué les risques de la liniculture textile, donc amélioré son « confort ».

Facteurs économiques. Alors que de nombreuses spécialités agricoles font l'objet de prix garantis, les filasses se commercialisent dans un régime de libre échange intégral sur le marché mondial et sans aucune protection douanière. Dès lors, leurs prix tendent à s'aligner nécessairement sur le cours mondial le plus bas des matières textiles concurrentes, qui, à l'exception des fibres synthétiques et artificielles, proviennent toutes de pays à très bas salaires ou à commerce d'État. Cette concurrence anormale des matières premières textiles étrangères (lin soviétique, jute du sud-est asiatique, coton égyptien, chanvre yougoslave, etc.), de même, les importations de produits finis de ces mêmes pays, enfin l'apparition des textiles artificiels (rayonne, fibrane) et synthétiques (nylon, tergal...) ont considérablement freiné et perturbé l'expansion de la culture du lin.

Cependant, une Organisation de la production et du marché des textiles dans le cadre européen a pu, dès 1950, être réalisée par la création de la Confédération Internationale du Lin et du Chanvre (C.I.L.C.) laquelle travaille aujourd'hui dans le cadre de la C.E.E. Il en résulte qu'actuellement les superficies emblavées dans chacun des pays de la Communauté sont fonction des plans de production décidés par les professionnels au sein de la Confédération. D'autre part, des règles de contingentement des importations ont pu être prises. Enfin, au niveau national, des aides de l'État (F.O.R.M.A.), sous la forme de primes à l'hectare pour les liniculteurs, ou ad valorem pour les teilleurs ont pu être obtenues.

e) **Avenir possible de cette culture.**

En dépit :

— d'une concurrence toujours forte des autres textiles, du coton principalement;

— du développement accru des textiles synthétiques;

— de certaines difficultés culturales;

divers facteurs laissent entrevoir des perspectives favorables à cette culture.

La diminution probable de la concurrence des matières textiles extérieures : en raison de l'élévation du niveau de vie des pays producteurs, ceux-ci tendront à accroître la consommation sur place de leurs textiles, et une fois industrialisés préféreront sans doute vendre leurs produits manufacturés que leurs matières premières.

Les fibres naturelles conservent certains avantages sur les fibres synthétiques.

En ce qui concerne le lin, plus particulièrement :

— c'est la seule fibre textile utilisée dans toutes les filatures, en mélange avec du coton, de la laine;

— toutes les parties de la plante, outre la tige, sont utilisables :

la graine fournit une huile siccative et un tourteau de qualité,

les déchets (cellulose) servent à fabriquer des panneaux agglomérés;

— la culture est aujourd'hui entièrement mécanisée;

— les superficies possibles en lin textile, en France, compte tenu de notre climat, sont de l'ordre de 250.000 ha.

— une production nationale (et européenne) importante de lin textile devrait assurer à nos approvisionnements (et à ceux de l'Europe de l'Ouest) toute sécurité. Or ceux-ci sont, en matières textiles, assurés pour 75 % par des importations.

Il est à remarquer que les deux plus grandes puissances économiques mondiales ont toutes deux développé une production textile importante : le coton aux U.S.A., le lin et le coton en U.R.S.S.

d) **Principaux départements producteurs.**

Ce sont principalement :

— les départements normands (Seine-Maritime, Calvados);

— les départements du Nord (Nord, Pas-de-Calais, Somme, Aisne);

— la région parisienne (Seine-et-Marne et Yvelines).

2. LE LIN OLÉAGINEUX.

a) **Évolution de la culture.**

1947	200 ha (800 q)	1964	13 800 ha (186 000 q)
1957	11 000 ha (155 000 q)	1966	10 700 ha (142 000 q)
1960	16 600 ha (238 000 q)	1968	3 900 ha (57 000 q)
1962	20 300 ha (260 000 q)	1970	2 400 ha (30 000 q)

Cette culture s'est développée en France à partir de 1950, en raison de besoins importants, de l'ordre de 200 000 tonnes en graines *de* lin.

Les industries utilisatrices sont :

— la peinture et les vernis : plus de 40 000 tonnes d'huile, soit 80 % de consommation;

— le linoléum, plus de 2 200 tonnes d'huile en 1966;

— le mastic, l'encre, la fonderie et divers, plus de 7 000 tonnes.

A 20 q/ha de rendement moyen une superficie de l'ordre de 100 000 ha devrait être aujourd'hui consacrée à cette culture. Or, nous avons à peine dépassé 20 000 ha en 1961 et 1962 et depuis lors, la culture a régressé.

Les facteurs limitants en ont été :

— la faiblesse et l'irrégularité des *rendements* (13-15 q/ha);

— la forte concurrence des *graines importées* (Canada, U.S.A., Argentine).

b) Avenir possible de cette culture.

Divers facteurs devraient lui être favorables :

— *le déficit mondial* de la production d'huile de lin et de son sous-produit le *tourteau*;

— *le déficit de production de la C.E.E.* le « Marché Commun » ne produit que le sixième de ses besoins en graines de lin;

— la France est *seul pays producteur* dans l'Europe des six, et ses conditions de climat et de sol sont particulièrement favorables à cette culture.

c) Principaux départements producteurs.

— les départements du Centre : (Eure-et-Loir, Indre, Indre-et-Loire, Loiret);

— la région parisienne (Seine-et-Oise).

III. LA PLANTE.

A. CARACTÈRES BOTANIQUES.

1. Place dans la classification botanique et origine génétique.

Linum usitatissimum ($2n = 32$) appartient à la famille des *Linacées*. Le genre *Linum* comprend de nombreuses espèces parmi lesquelles :

— *L. angustifolium* ($2n = 32$) espèce vivace interfertile avec *L. usitatissimum*.

— *L. grandiflorum* ($2n = 16$) : espèce interstérile avec *L. usitatissimum*.

— *L. perenne* ($2n = 18$) : espèce vivace, interstérile avec *L. usitatissimum*.

— *L. maritimum*, *L. tenuifolium*, etc...

2. Caractères généraux de la plante (fig. XIV-2).

a) C'est une plante à tige généralement unique, plus longue chez les lins textiles que chez les lins oléagineux; en semis clair cependant, des axes secondaires peuvent se développer à l'aisselle des feuilles cotylédonaire, voire des feuilles de base.

Cette tige renferme généralement de 30 à 40 faisceaux comprenant chacun 30 à 40 fibres péricycliques.

Chaque fibre élémentaire a une longueur de l'ordre du centimètre (1 à 4 cm); sa forme est subprismatique; son diamètre est voisin de 8 à 25 μ . Elle résulte du dépôt de couches successives de cellulose contre les parois d'une cellule initiale jusqu'à disparition de son cytoplasme et mort de la cellule; au centre, subsiste un espace creux ou *lumen*.

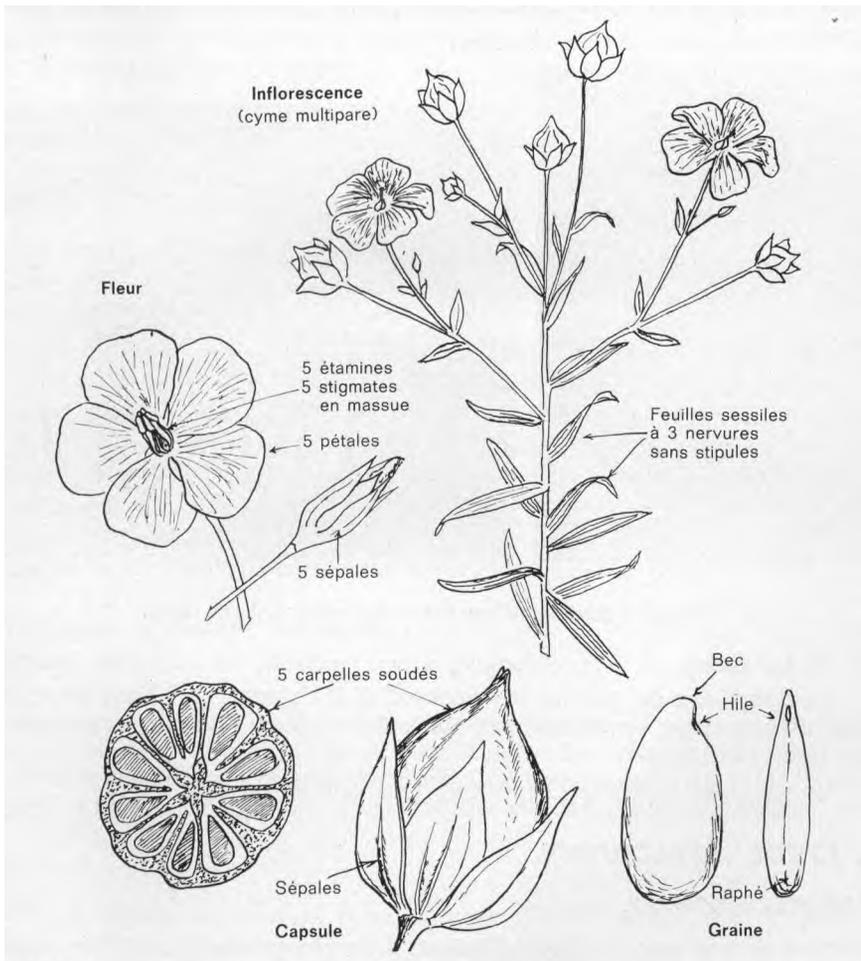


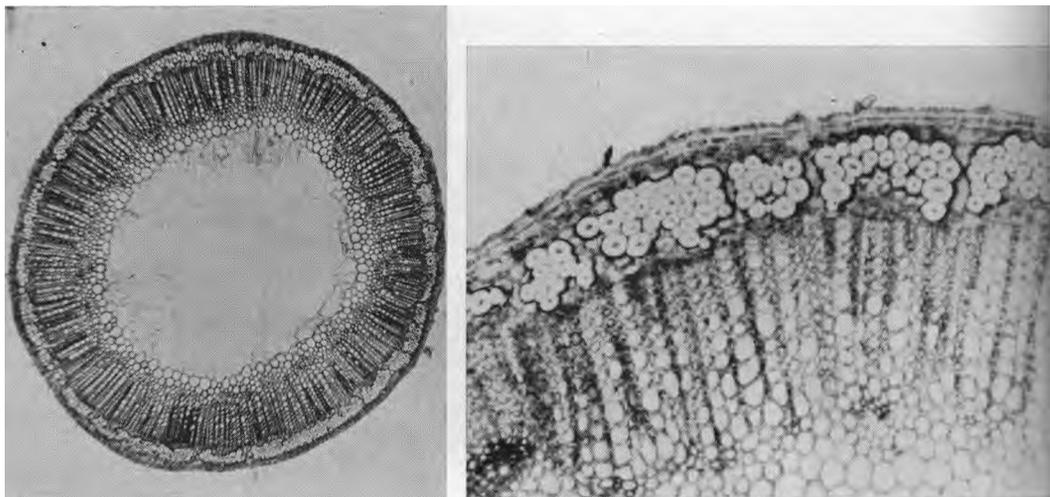
FIG. XIV-2. — Caractères morphologiques du lin.

Chaque fibre est séparée de sa voisine, dans le faisceau, par des lamelles de composés pectiques. Chaque faisceau est lui-même entouré de lamelles pectiques qui seront digérées par les micro-organismes lors du rouissage.

Au contraire, celles séparant chaque fibre demeureront intactes de façon à récupérer chaque faisceau de fibre dans toute son intégrité dans la filasse.

b) L'inflorescence. L'inflorescence est une *cyme bipare*, assez complexe (aspect d'une cyme pluripare à préfeuilles alternes). La fleur est du type 5, hermaphrodite et autogame. La coloration des pétales est très variable : blanc — bleu — rose — violet. L'ovaire est à 5 loges contenant chacune 2 ovules en placentation axille.

c) Le fruit est une capsule septicide à 5 loges, contenant au maximum 10 graines. A maturité, les capsules sont plus ou moins déhiscentes : les fentes se forment le long des cloisons séparant chaque carpelle et sur la nervure de chaque carpelle.



Photos INR.f

Coupe transversale d'une tige de lin textile; à droite détail.

d) La graine est lisse, oblongue, à bec recourbé, de coloration brunâtre.

Le cytoplasme des cellules de l'embryon et de l'albumen renferme des gouttelettes d'huile riches en acides gras non saturés, donc s'oxydant rapidement à l'air (huile siccative).

La teneur en huile varie de 35 à 45 % suivant les variétés.

B. ÉTUDE ÉCOLOGIQUE.

1. DÉVELOPPEMENT.

Suivant leur type de développement, deux groupes de lins cultivés peuvent être distingués : les lins d'hiver et les lins de printemps.

Lins d'hiver.

Ils sont caractérisés par :

— un port rampant en début de végétation (phase végétative plus ou moins longue);

— des besoins modérés en températures vernalisantes;

— une certaine résistance au froid (seuil critique à — 12° C).

A ce groupe appartiennent certaines variétés de *lins oléagineux*.

Lins de printemps.

Ils sont à port dressé, sans aucun besoin de vernalisation pour monter, sensibles au froid. A ce groupe appartiennent les *lins textiles*.

Le lin est, par ailleurs, une plante de *jour long*. Un gain de précocité à la floraison de 10 à 15 jours peut être observé en passant d'un éclaircissement de 14 heures à 18 heures chez les lins européens.

2. CROISSANCE.

a) Exigences climatiques et agrobiologiques.

Les lins textiles sont cultivés sous des climats *tempérés* et *humides*. Ceci traduit des exigences en eau élevées; elles sont de l'ordre de 700 mm pour 100 à 120 jours de végétation.

Il leur faut donc des terres profondes, à bonnes réserves hydriques; elles ne doivent pas être cependant trop argileuses, car la levée y serait trop difficile.

Pratiquement les sols silico-argileux, perméables, bien pourvus en humus, donnent sous climat maritime humide les meilleurs rendements en filasse et d'excellente qualité. En Hollande le rendement en filasse atteint certaines années une moyenne de 1 500 kg (moyenne française 1 000 kg).

Les lins oléagineux, au contraire, sont adaptés à des climats plus méridionaux, plus secs et plus chauds; ils tolèrent des sols sableux, à faible rétention en eau.

b) Exigences en éléments fertilisants.

AZOTE.

L'azote favorise une croissance désordonnée des fibres et conduit à des fibres à gros lumen; il accroît la hauteur et la ramification des tiges, donc la sensibilité à la verse et le rendement potentiel en graines. En conséquence *chez le lin à fibres*, les apports d'azote seront beaucoup plus limités que chez les *lins à graines*.

POTASSE.

Le lin exporte relativement peu de potasse (70 à 80 kg). L'ion K⁺ pourra cependant corriger les excès éventuels d'azote. On évitera de l'apporter sous forme de chlorure, l'ion Cl⁻ en excès pouvant nuire à la qualité de la fibre.

PHOSPHORE.

L'ion P_2O_5 a une action très favorable tant :

— sur le nombre de fibres élémentaires par faisceau que sur la régularité du diamètre des fibres;

— sur la teneur en huile des graines.

CALCIUM.

Le lin est généralement considéré comme une plante calcifuge : un excès de calcium peut effectivement entraver la croissance de la jeune plantule et réduire la richesse en fibres.

Néanmoins les exportations sont de l'ordre de 40 à 45 kg/ha.

OLIGO-ÉLÉMENTS.

Le lin peut manifester des chloroses ou jaunissement de feuilles de base par carence (magnésie, manganèse, zinc, fer, bore). Trocmé a montré que ces carences sont souvent liées au pH.

C. ACCIDENTS ET PARASITES.**1. La verse.**

C'est l'accident végétatif le plus fréquent et le plus redouté sur lin à fibres, résultant d'un semis trop dru ou d'une fumure azotée trop forte.

2. La fonte des semis (*Botrytis cinerea*, *Alternaria* sp.).

Une dizaine de jours après la levée, la culture présente une fonte de semis caractéristique : les premières plantules malades meurent isolément après avoir pris une teinte brun tabac. Elles se recouvrent de fructifications du champignon (*Botrytis*). A partir de ces plantules tuées, la fonte se propage rapidement, surtout à la suite de périodes alternées d'humidité et de sécheresse. Une linière peut être détruite à 100 %.

Moyen de lutte. La désinfection des semences avec des produits à base de thirame, ou d'un sel organo-mercurique liquide et volatil est très efficace.

3. La brûlure (*Pythium megalacanthum* et *Asterocystis radialis*).

Ces champignons parasitent l'épiderme des racines, réduisant progressivement l'absorption des éléments nutritifs, d'où un arrêt de croissance, jaunissement de la partie inférieure de la tige et dépérissement de la plante.

Moyens de lutte. Il faut réaliser un bon drainage et utiliser des variétés peu sensibles ('Fibra').

4. Le pasmo (*Septoria linicola*).

Ce parasite attaque seulement les lins oléagineux sous nos climats. A partir de la floraison, les feuilles de lin se couvrent de petites taches brun-foncé; puis les tiges présentent des alternances de zones brunes malades et de zones encore saines.

A maturité, les chutes de rendement peuvent atteindre 10 % et plus.

Moyens de lutte. Le parasite n'étant qu'en partie transmis par la semence, le seul moyen de lutte est une rotation de *longue durée*.

5. La rouille (*Melampsora lini*).

Les sores qui se développent sur la tige détériorent les faisceaux fibreux sous épidermiques, d'où réduction considérable du rendement et de la qualité des fibres.

Les spores se conservent pendant l'hiver sur les débris de tiges de lin roui à terre ou les pailles de lin à l'huile.

Moyens de lutte. Traitement des semences aux organo-mercuriques et rotations longues.

6. Le mort-lin (*Ascochyta linicola*).

Le premier symptôme de cette maladie est un jaunissement de la moitié supérieure de la tige et une défoliation de la base : si l'on arrache la plante on observe au collet une zone brunâtre avec fructification (**pycnides** en forme de pustules).

Le mort-lin est donc une sorte de piétin du lin.

Moyens de lutte. Rotations longues; désinfection des semences, variétés peu sensibles (' Wiera ').

7. La brunissure et la cassure des tiges (*Polyspora lini*).

Les attaques au stade plantule sont peu importantes. C'est surtout de la floraison à la maturité que l'action du parasite est très sensible.

Sous la forme de brunissure (coloration brune des jeunes tiges, taches brunes sur les feuilles, puis sur les fruits), le champignon provoque des pertes en fibre capable d'atteindre 15 %. La forme cassure des tiges (rencontrée lorsque le parasite reste localisé à la base des plantes), peut provoquer à la maturité une perte nette de 10 % de plantes tuées par verse parasitaire.

Méthode de lutte. Traiter les semences aux organomercuriques. Certaines variétés sont moins sensibles.

8. L'antracnose (*Colletotrichum lini*).

De la floraison à la maturité, les tiges de lin à fibre manifestent des tâches zonées brun clair auréolées d'une limite plus foncée. Sur les lins à huile, à l'approche de la maturité, les tiges prennent une coloration gris foncé et semblent recouvertes d'une pilosité assez dense.

Méthodes de lutte. La désinfection des semences à l'aide de produits **organo-mercuriques** permet de garantir une partie de la levée.

9. L'altise (*Aphthona euphorbiae* et *Longitarsus parvulus*).

Cette altise est un coléoptère sauteur, noir verdâtre de 1 à 2 mm de long, qui pullule sur le sol et sur le lin à l'époque de la levée. Les dégâts les plus graves ont

lieu au moment où sous la poussée des plantules, la terre se crevasse et livre passage à l'insecte qui dévore la tige. Après la levée, les morsures entraînent la mort de la plantule jusqu'au stade 5 cm. Après ce stade, les attaques sont sans gravité.

Méthode de lutte. Le traitement des semences au lindane, (100 g/q) est très efficace.

10. Les thrips (*Thrips angusticeps* et *Thrips linarius*).

Cet insecte est de petite taille, mince et long de 1 à 2 mm. L'adulte est brun foncé ailé et la larve est jaunâtre. Les dégâts les plus spectaculaires ont lieu sur le lin à partir d'une longueur de 30 cm et peuvent se poursuivre jusqu'à la récolte. Ils donnent aux linières un aspect caractéristique de lin roux et frisé, dénommé « maladie de la mauvaise tête ».

Méthode de lutte. Traiter la culture dès l'apparition de l'insecte (vers le 15 mai), à l'aide d'insecticides à action prolongée (dieldrine, toxaphène).

IV. LES VARIÉTÉS CULTIVÉES.

A. CARACTÈRES GÉNÉRAUX.

1. NATURE ET ORIGINE GÉNÉTIQUE.

Le lin étant une plante autogame, toutes les variétés modernes sont des lignées pures. Toutefois, un certain nombre de populations étrangères ont été inscrites au catalogue français et ont été très cultivées (' Wiera ').

En dépit, par ailleurs, d'un effort très sérieux des sélectionneurs français, les variétés actuellement cultivées en France demeurent en majorité étrangères. Les variétés de lin à fibres sont pour la plupart issues de populations de lin baltes ou russes. Les variétés de lin oléagineux sont en majorité issues de populations méditerranéennes, balkaniques ou indiennes.

2. PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES CULTURALES.

a) Niveau et importance de la ramification.

Chez les variétés textiles la tige est longue (> 60 cm) et peu ramifiée au sommet. Le rapport hauteur de la tige (h) à la hauteur totale de la plante (H) soit h/H doit être égal ou supérieur à 0,75.

Chez les variétés oléagineuses, la tige est plus ou moins courte (moins de 60 cm) et très ramifiée. Le rapport h/H est inférieur à 0,75.

Entre les deux types extrêmes se situent les *lins mixtes* associant des rendements satisfaisants (mais non les plus élevés) en fibres et en huile.

b) Précocité.

Tant chez les lins à fibres qu'à graines, la précocité est en général un facteur de régularité et de productivité car elle met la culture en partie à l'abri de certains

parasites. Toutefois, en année humide, un lin très précoce peut voir ses graines germer à surmaturité dans les capsules ('Pastel', 'Crocus').

c) Résistance à la verse.

Caractère variétal très important, en particulier chez le lin à fibres. C'est à lui, notamment, que la variété 'Wiera' a dû son extension rapide et qu'aujourd'hui 'Reina', 'Tissandre'; plus résistantes encore, doivent également leur succès en culture.

d) Qualités technologiques.

Ce sont :

— **pour les variétés textiles**, la solidité des fibres et le rendement en filasse (rendement en paille X richesse en fibres);

— **pour les variétés oléagineuses**, la teneur et surtout la *qualité* de l'huile. Cette dernière est mesurée par *l'indice d'iode*.

Selon les variétés la teneur varie de 39 à 44 % (35 à 39 chez les lins textiles).

B. PRINCIPALES VARIÉTÉS.

1. LINS TEXTILES.

'Wiera' (Hollande) variété à fleur blanche a été, grâce à sa bonne résistance à la verse, sa grande *richesse en fibres*, sa faible sensibilité à la brûlure et à la rouille, la variété la plus cultivée de 1950 à 1970¹.

Variétés plus anciennes : 'Concurrent' à fleur blanche, la plus cultivée jusqu'en 1952-53, 'Hollandia', 'Percello', 'Ile de France'.

Variétés plus récentes : 'Jade' (France) à fleur blanche, sélection dans 'Wiera', résistance à la verse presque égale, résistance aux maladies comparables.

'Emeraude' (France) à fleur blanche, sélection dans 'Wiera', très voisin de 'Jade'.

'Fibra', 'Reina' (Hollande).

'Tissandre' (France).

2. LINS OLÉAGINEUX.

'Maroc', population de type « hiver », à gros rendements en conditions sèches; peu sensible au *polyspora et ascochyta*.

'Pervenche' (France), sélection dans un lin d'Amérique du Sud, à très bons rendements en graines¹.

'Lilas' (France), plus riche en huile que 'Maroc' et 'Pervenche'¹.

'Gentiane' (France), précoce, peu sensible au *pasmus*¹.

1. Commercialisation autorisée jusqu'au 1^{er} juillet 1971.

‘ Océan (France), lin d'hiver, assez résistant au froid.

‘ Crocus ’ (France).

3. LINS MIXTES.

‘ Saphir ’, variété à rendement en filasse voisin de ‘ Concurrent’, rendement en graines supérieur à cette variété.

V. CULTURE.

A. PLACE DANS LA ROTATION.

En raison des développements parasitaires, d'une « fatigue des sols » trop cultivés en lin, encore mal expliquée, le lin ne peut revenir sur la même parcelle avant 6 ou 7 ans.

Les meilleurs précédents du lin sont :

— **dans les régions spécialisées**, soit *le blé* : de trèfle ou de betteraves; soit *l'avoine* venant derrière ce blé.

— **en régions moins favorables**, les plantes sarclées en général (betteraves, pommes de terre).

Pratiquement, le précédent sera assez variable et sera fonction à la fois de la **propreté du sol** et des reliquats *d'azote* (excès à éviter en lin textile).

B. PRÉPARATION DU SOL.

La préparation du sol doit être presque aussi soignée que celle d'une betterave:

— une fumure organique ancienne ou très décomposée;

— un labour moyen exécuté avant l'hiver;

— au printemps, des façons superficielles répétées (canadien herse, cros kill) jusqu'à obtention d'un lit de semences finement préparé et bien tassé.

C. SEMIS.

Date. Au printemps, semer dès que la terre est suffisamment réchauffée (15 mars-15 avril).

A l'automne, semer fin septembre, pour avoir des plantes suffisamment développées avant l'hiver.

Densité. Elle est un compromis entre 2 options :

— *semis clair*, protégeant la culture de la verse;

— *semis dense*, donnant des plantes à une seule tige et fine, à nombreuses fibres de très bonne qualité (rendements élevés) mais *très sensible à la verse*.

Pratiquement pour le :

lin à fibres, on sèmera à 2 000-2 500 plantes au mètre carré (soit 2 700 grains et 120 kg/ha) à 7,5-10 cm d'écartement;

lin à graines, on sèmera 1 000 plantes au mètre carré (soit 1 200 graines et 80 kg/ha).

Profondeur. Semis superficiels : 1 cm.

Traitement. Les semences seront traitées aux organomercuriques ou **TMTD** + **300 g de** lindane au quintal (semences généralement livrées désinfectées).

D. FUMURE.

Phosphore et potasse.

On apporte le plus souvent 100 unités de P_2O_5 et 150 de K_2O , soit à l'automne (scories + chlorure) soit au printemps (supersphosphate + sulfate de potasse).

Azote.

Sur lin textile on ne dépassera pas généralement 40 kg/ha sous forme *nitrique* ou ammonitrique (20 à 30 kg/ha seulement en zone maritime).

Sur lin oléagineux, on peut aller jusqu'à 80 kg/ha.

E. SOINS D'ENTRETIEN : DÉSHERBAGE.

1. Roulage en période sèche (cas exceptionnel sur lin à fibres, plus fréquent sur lin oléagineux).

2. Traitement contre l'altise : le lin étant au stade cotylédonaire, aussitôt après la levée, à l'aide de HCH ou de **DDT**.

3. Désherbage.

Le désherbage chimique dans le lin est toujours *délicat*. D'une manière générale il faut traiter alors que le lin mesure de 5 à 8 cm et tenir compte des *adventices* envahissant la linière et de la *température*.

a) CONTRE SANVES, CHÉNOPODES, CHARDON, RENONCULE, GRANDE OSEILLE.

Utiliser le *sel de soude* du **MCPA** :

— lin textile, 300 g MA/ha (au bon stade et en conditions favorables)

— lin oléagineux, 600-800 g MA/ha.

b) CONTRE RENOUÉE, MATRICAIRE, FUMETERRE, VÉRONIQUE, GAILLET, MOURON.

Utiliser le sel de *soude du DNOC* à raison de 2 kg MA/ha, dilué dans **800 à** 1 000 litres d'eau.

e) CONTRE LES GRAMINÉES (VULPIN).

En pré-semis, contre folle-avoine et vulpin, utiliser *le diallate, ou le triallate*, à la dose de 1,4 kg de MA/ha, en assurant une bonne incorporation.

En post-levée, utiliser le TCA alors que le vulpin est au stade deux feuilles vraies, le lin ayant entre 5 et 15 cm.

A ce stade on peut traiter à 6-8 kg MA/ha.

4. **Brûlage avant récolte (lin oléagineux).**

Afin de faciliter la récolte et débarrasser la linière de ses adventices, on peut opérer un *traitement de dessiccation* sur pied. Celui-ci peut être effectué par pulvérisation :

- soit de *diquat* (600 g MA/ha);
- soit de *chlorate de soude* (15-20 kg/ha).

Le traitement doit être effectué lorsque la majorité (95 %) des capsules a atteint la maturité jaune-brun.

Il faut une pulvérisation abondante (800 l/ha) et sous forme de grosses gouttes pour bien faire pénétrer le produit à l'intérieur de la végétation.

Le coût du traitement représente environ 1 quintal de graines.

F. RÉCOLTE.

1. LIN TEXTILE.

Le lin ne se fauche pas comme le blé, il *s'arrache*.

L'arrachage est alors suivi, selon la technique de rouissage-teillage, des opérations suivantes.

Lin textile. A gauche, var. "Wiera"; à droite début maturité des capsules.



a) Rouissage à l'eau.

Dans ce cas, le lin est égrené (récolte assez tardive), puis mis en petites bottes de 5 à 7 kg et soumis par immersion à l'action fermentaire de bactéries anaérobies (*Bacillus mesentericus*, *Bacillus subtilis*, *Clostridium butyricum*).

Autrefois, le rouissage était pratiqué en rivière (la Lys était très réputée). Aujourd'hui le rouissage en rivière est interdit : il s'effectue en cuve à l'eau chaude (37° C).

Quand le rouissage est terminé (fibres non adhérentes sur le bois) l'eau est évacuée, la paille est séchée dans un champ, puis envoyée à l'usine de teillage. Cette paille est dite « rouie battue » (**R. B.**).

Cette technique du rouissage à l'eau est en régression (10 % des tonnages).

b) Rouissage à terre.

Immédiatement après l'arrachage, les pailles non égrenées — vert non battu — sont étalées et couchées en andains. L'alternance des pluies, des rosées, des vents, du soleil, développe sur ces pailles des champignons (*Cladosporium herbarum*, *Penicillium sp.*, *Rhodotorula sp.*). Pour que le traitement soit homogène, on procède périodiquement à des retournements de l'andain qui passe de la couleur or au roux, puis au gris terreux. Cette paille est dite « rouie non battue » (R.N.B.).

La paille est alors ramassée en bottes puis stockée.

Au cours du premier retournement, on peut procéder à l'égrenage.

Toutes ces opérations étaient autrefois manuelles. Aujourd'hui, elles sont toutes mécanisées : arracheuse-lieuse, arracheuse-étaleuse, retourneuse-égrenuse.

c) Les rendements obtenus sont de l'ordre de 50 à 65 q/ha de paille brute donnant 7 à 12 q/ha de filasse et 5 à 6 q de graines.

Les rendements en fibres les plus élevés sont obtenus en zone maritime.

2. LIN OLÉAGINEUX.

La récolte se fait à l'aide d'une récolteuse-égrenuse.

Les rendements sont de l'ordre de 15 à 25 q/ha de graines, représentant 600 kg à 1 t/ha d'huile.

La filasse n'est alors qu'un sous-produit.

BIBLIOGRAPHIE DU CHAPITRE XIV

- CHALVIGNAC (M. A.) et ANSELME (G.). 1957. — Le problème de la fatigue des sols trop cultivés en lin, *Bull. Tech. Inf.* 120, 307-311.
- DURAND (R.) de PARCEVAUX (S.) et ROCHE (P.). 1967. — Action de la température sur la croissance et le développement du lin, *Ann. Phys. Vég.*, 9, 1, 87-195.
- Du FRÉTAI (G. H.). 1968. — *L'économie du lin*. Éd. Cuyas, 181 p.
- GAYET (P.). 1965. — Évolution et modernisation des procédés de rouissage-teillage. *Cahiers C.I.B.A.*, 2, 18-24.
- HERMANT (P.). 1965. — La technique culturale des lins textiles et oléagineux. *Cahiers C.I.B.A.*, 2, 10-17.
- LOURD (J.). 1964. — *Le lin et l'industrie linière*. Que sais-je? n° 1108.
- PLONKA (F.). 1965. — Les lins cultivés. *Cahiers C.I.B.A.*, 2, 3-9.
- PLONKA (F.) et ANSELME (Cl.). 1956. — *Les variétés de lin et leurs principales maladies cryptogamiques*. I.N.R.A Paris, 179 p.

CHAPITRE XV

CHANVRE

Cannabis sativa L. (2 n = 20).

I. ÉCONOMIE DE LA PRODUCTION.

A. LE CHANVRE DANS LE MONDE.

En 1948-52, les superficies mondiales cultivées en chanvre étaient supérieures à 1 000 000 ha et la production de l'ordre de 400 000 tonnes. Les principaux pays producteurs étaient :

- l'U.R.S.S. : 550 000 ha;
- l'Europe : 280 000 ha (Yougoslavie, Italie, Hongrie);
- l'Asie : 240 000 ha (Inde principalement).

En 1968, la culture du chanvre a partout regressé : 645 000 ha— 300 000 tonnes de filasse.

La concurrence du coton, puis du jute, du sisal, enfin des fibres synthétiques en est une cause majeure. Néanmoins, cette culture devrait pouvoir se maintenir à son niveau actuel compte tenu des besoins qui demeurent (filature, tissage, corderie) où les autres textiles et les fibres synthétiques ne présentent pas toujours les qualités souhaitables, et compte tenu aussi des débouchés importants en papeterie : le *chanvre papier* tend à supplanter le chanvre-textile.

B. LE CHANVRE EN FRANCE.

1. Évolution de la culture.

En 1840, le chanvre couvrait 176 000 hectares en France. Il était cultivé essentiellement pour la production de filasses destinées à la ficellerie, la corderie et le tissage. Seuls les déchets allaient à la papeterie.

Dans le monde entier, on connaissait les chanvres d'Anjou, du Maine, de Touraine, de Bretagne, de Picardie, de Champagne, de Bourgogne ou de Flandre, ce qui témoigne de l'étendue de l'aire d'adaptation de cette culture en France

Cependant, depuis cette époque, la culture du chanvre textile n'a cessé de régresser devant la concurrence des textiles d'importation (jute, coton) et à pratiquement disparu aujourd'hui.

1840	176 000 ha	1960	970 ha (12 000 q de filasse)
1862	100 000 ha	1965	1 850 ha (30 000 q de filasse)
1913	12 000 ha	1967	598 ha (13 000 q de filasse)
1930	4 120 ha (45 000 q de filasse)	1970	10 ha (100 q de filasse)
1950	3 400 ha (41 000 q de filasse)		

Cependant depuis un certain nombre d'années on a assisté en France à *une tentative de reconversion* de la culture du chanvre, du chanvre-textile en *chanvre-papier*. Cette tentative a débuté en 1950 sous l'impulsion de la Fédération Nationale des Producteurs de Chanvre.

L'idée de transformer la cellulose du chanvre en pâte à papier n'est pas originale : il y a 2 000 ans, les Chinois, puis les Japonais avaient déjà utilisé du chanvre pour fabriquer du papier.

Le problème était d'utiliser la tige entière comme matière première. Des recherches furent effectuées en Italie, Allemagne et en France à l'École de Papeterie de Grenoble où en 1956, le professeur **ARRIBERT** met définitivement au point le procédé de traitement (procédé A.B.I.).

Par ailleurs, sur le plan technique, l'apparition des *variétés monoïques* a constitué un facteur important de renouveau de la culture.

Depuis quelques années, par conséquent, la production de chanvre-papier a connu une certaine extension en France :

1962	1 104 ha, 17 400 q fibre sèche	1968	2 756 ha, 190 000 q paille sèche
1964	1 271 ha, 55 700 q paille sèche	1969	2 707 ha, 158 000 q paille sèche
1966	1 628 ha, 92 600 q paille sèche	1970	2 424 ha, 169 000 q paille sèche

2. Régions de culture.

En chanvre textile, les principales régions de culture étaient : la *Picardie*, la *Touraine*, plus anciennement la *Bretagne* et les *Flandres*.

En chanvre-papier, les régions du *Centre* (Eure-et-Loir), la *Champagne*, la *Bretagne*, constituent l'aire d'extension.

II. LA PLANTE.

A. ÉTUDE BOTANIQUE.

Le chanvre (fig. XV-1) est une cannabacinée, *Canabis sativa* ($2n = 20$).

C'est une plante annuelle dioïque. Il existe cependant des individus monoïques ou intermédiaires entre les mâles vrais et les femelles vraies.

La tige qui atteint une hauteur de 4-5 m renferme des faisceaux de fibres libériennes : primaires à l'extérieur, les plus fines, secondaires à l'intérieur, plus grossières. Ces fibres sont plus courtes que celles du lin; cependant la filasse est plus longue mais plus grossière.

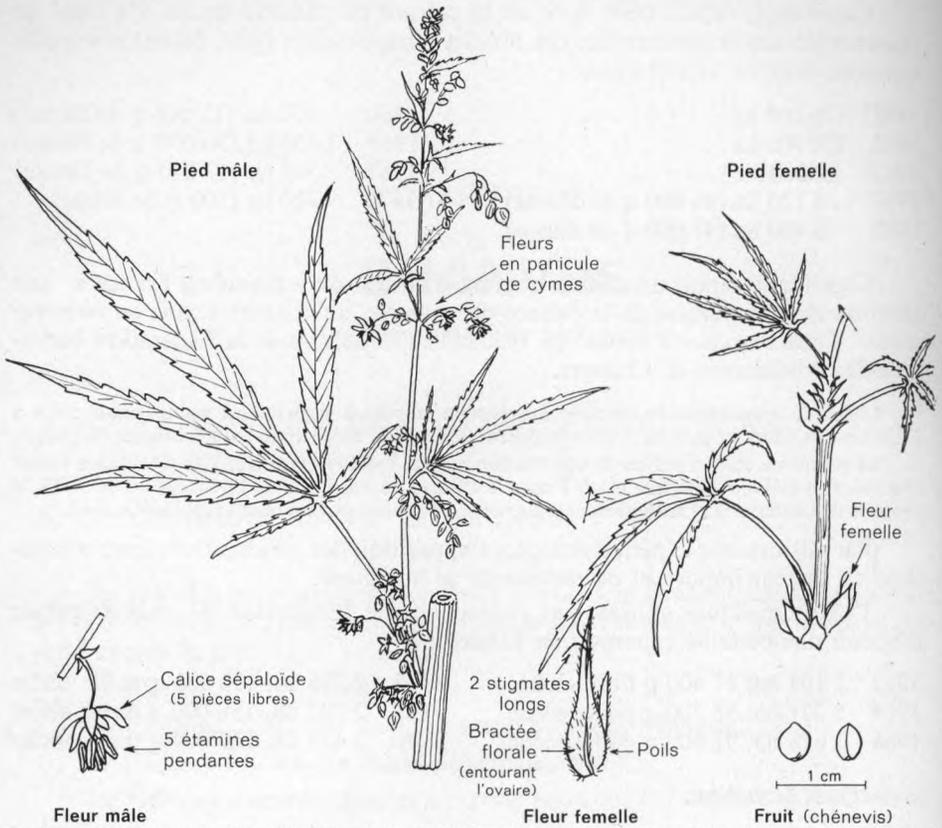


FIG. XV-1. — Caractères morphologiques du chanvre.

Les pieds mâles sont plus grêles que les pieds femelles; leurs fleurs sont groupées en panicules rameuses. Celles des pieds femelles sont disposées en épis.

Les pieds mâles sont généralement plus précoces que les pieds femelles.

Le sexe femelle est homogamétique (XX), le sexe mâle hétérogamétique (XY).

Le fruit est un akène souvent développé dans un calice adhérent. Il contient un embryon courbe et peu d'albumen. Embryon et albumen sont riches en huile.

La semence ou *chênevis* est constituée par ce fruit. Le poids de 1 000 semences est de l'ordre de 20 g. Sa faculté germinative diminue très vite.

B. ÉTUDE ÉCOLOGIQUE.

1. EXIGENCES CLIMATIQUES.

a) Température.

Plante originaire d'Asie centrale, le chanvre est cependant cultivé dans le monde entier, aussi bien en zone subtropicale qu'en zone tempérée; on le rencontre en Chine, en Inde, en Russie du Nord, dans les Balkans.

Les sommes de températures exigées par les divers types de chanvre sont donc très variables :

- chanvres nordiques, 50-60 jours, 800-900° C;
- chanvres subtropicaux, 140-160 jours, 3 500-4 000° C.

Par rapport au lin, le chanvre est beaucoup plus sensible au froid : il craint les gelées de printemps.

b) Lumière.

Le chanvre est une plante de *jour court*, *extrêmement sensible* à la photopériode : des différences de sensibilité notables existent entre les types *nordiques* et les types *subtropicaux*.

La photopériode courte (nuit longue) a par ailleurs une action profonde sur le phénotype sexuel des génotypes monoïques : elle induit une « féminisation » de l'individu (inhibition de l'expression **du** sexe mâle) et, à l'échelle de la population elle accroît le taux de phénotypes sexuels femelles.

La période critique de sensibilité du phénotype sexuel à la photopériode serait précoce et de courte durée (pour Fibrimon 56 c'est entre le 10^e et 20^e jour de végétation).

c) Eau.

Le chanvre manifeste des besoins en eau très importants pendant la période d'allongement des tiges (5 à 6 semaines). En région méridionale l'irrigation est indispensable (500 mm/ha).

2. EXIGENCES AGROLOGIQUES.

En ce qui concerne le sol, le chanvre est très exigeant : il demande des terres fertiles, homogènes; les alluvions profondes lui conviennent bien. Le chanvre réussit également sur les étangs asséchés, sur les bonnes défriches, mais pas dans les terres soumises à la submersion. Le pH du sol doit être neutre ou très peu acide : le chanvre réagit très bien au chaulage d'entretien de 1 000 à 1 500 kg de chaux par hectare.

Pour une récolte de 10 tonnes de pailles, les exportations des principaux éléments minéraux seraient : azote 50 kg; **P₂O₅** : 45 kg; **K₂O** 100 kg; chaux 30 kg.

L'absorption étant intense dès la levée, le chanvre doit disposer immédiatement d'éléments rapidement assimilables et abondants. L'azote accroît beaucoup le rendement, mais son excès retarde la végétation et nuit à la résistance des fibres.

Il influence, par ailleurs, de même que la photopériode, l'expression de la sexualité du chanvre monoïque; son action serait masculinisante et analogue à celle des jours longs.

3. ACCIDENTS ET PARASITES.

a) Parasites végétaux.

L'**orobanche** (*Phelipaea ramosa*) est un des plus graves, en particulier dans les chènevières du Maine-et-Loire.

Citons aussi la **cuscute**, le *Pythium Debaryanum* et le *Botrytis infestans*.

b) Parasites animaux.

Ce sont notamment les oiseaux, les altises et les pucerons.

C. ÉTUDE TECHNOLOGIQUE.

1. Chanvre textile.

La filasse représente le septième du poids brut de la récolte. Elle est utilisée pour la corderie, la fabrication de toile.

A gauche, chanvre monoïque, fleurs mâles et fleurs femelles sur le même pied; à droite, un chanvre dioïque, le pied femelle est à droite, et à sa gauche un pied mâle.

Photos F.N.P.C.



2. Chanvre-papier.

Deux sortes de fibres doivent être distinguées à ce point de vue :

- **les fibres longues**: entièrement cellulosiques, d'origine corticale;
- **les fibres courtes** : ligneuses, originaires du bois.

La valeur papetière des premières est remarquable, tandis que celles de fibres courtes est beaucoup plus modeste.

Le procédé A.B.I. mis au point à Grenoble et expérimenté à Vivain-Beaumont (Sarthe) consiste en une cuisson mi-chimique, au bisulfite tamponné à la soude, des tiges de chanvre préalablement hachées.

Après défilage, la pâte obtenue renferme 35 % environ de fibres longues pour 65 % de fibres courtes; leur séparation est réalisée dans des piles séparatrices. Trois catégories peuvent être obtenues suivant le degré de séparation :

- **une pâte primaire noble**, renfermant 70-75 % de fibres longues :
- **une pâte type « normal »**, à 50 % de fibres longues,
- une pâte secondaire à majorité de fibres courtes.

III. VARIÉTÉS.

A. LES VARIÉTÉS DIOIQUES.

Les anciennes variétés (chanvre d'Anjou, d'Ecommoy, chanvre du Piémont, de Turquie) sont supplantées aujourd'hui dans tous les pays, par les chanvres monoïques.

Les défauts des chanvres dioïques étaient essentiellement :

- hétérogénéité : les plantes mâles et femelles n'arrivent pas à maturité en même temps;
- productivité en graines : moyenne et irrégulière.

B. LES VARIÉTÉS MONOÏQUES.

Des sélections de *chanvres monoïques* ont été entreprises d'abord en Allemagne (travaux du docteur SCHURIG et du docteur VON SENGBUSCH) en essayant soit d'allier par le croisement la monoécie à la bonne qualité textile, soit de fixer des mutations monoïques de bonnes variétés.

En France, la production des semences des chanvres monoïques allemands a été entreprise depuis 1951 par la Fédération Nationale des Producteurs de chanvre. Une sélection visant à obtenir des types monoïques, à forte proportion

de liber par rapport au bois, à feuilles alternes (avec des feuilles alternes les fibres sont plus longues qu'avec des feuilles opposées) a été entreprise par ailleurs à la Station d'Amélioration de Plantes de Montpellier (INRA).

Quatre variétés de précocités différentes existent d'ores et déjà dans le commerce (1970).

Variétés	Taux	Précocité en jours levée-floraison	Productivité en q/ha	
	de		Tiges	Graines
' Fibrimon 21 '	56 %	65	70- 90	10-20
' Fibrimon 24 '	55	70	75-100	10-20
' Fibrimon 56'	87	100	80-110	10-15
' C 63 ' (Montpellier)	95	135	150	10

' Fibrimon 21 ', 24 ' et 56 ' peuvent être cultivées dans toutes les régions françaises avec une productivité croissante du nord au sud

' C 63 ', tardive, n'est à conseiller que dans le secteur méridional pour la transformation en papier.

IV. CULTURE.

Le chanvre peut être exploité dans *toute la France*.

A. PLACE DANS LA ROTATION.

Le chanvre doit être considéré comme une *plante « tête d'assolement »* au même titre que la betterave et le maïs, car il reçoit des façons culturales analogues et laisse une terre très propre (plante étouffante).

Il est déconseillé de le faire suivre par une betterave, divers parasites (*atomaires*) pouvant être abrités dans les chaumes.

Par contre, c'est un *excellent précédent pour le blé*, car il laisse une terre saine, propre et enrichie en éléments fertilisants. D'autre part, il peut suivre des fourrages annuels récoltés tôt.

Par ailleurs, le chanvre peut revenir une ou deux fois consécutives sur la même sole.

Enfin, les principaux travaux s'intercalent facilement dans le calendrier de l'exploitation : semis après les betteraves, récolte entre pommes de terre et betteraves.

B. PRÉPARATION DU SOL.

Celle-ci comporte :

— *un labour profond d'hiver*, effectué dès que possible, enfouissant la fumure organique et réalisant un ameublissement profond, indispensable au développement des racines pivotantes du chanvre. Ce labour, dressé, ne sera suivi d'aucune autre façon; on laissera les mottes subir l'action du gel.

— à la sortie de l'hiver, et au plus tard trois semaines environ avant le semis, on effectuera une première série de *façons superficielles* : hersage, croskillage ou roulage légers.

— enfin, début avril, immédiatement avant le semis, on répètera les mêmes opérations. Il faut proscrire *tous les outils qui tassent le sol* en le refermant.

D'une façon générale, toutes façons culturales hâtives, entreprises précipitamment au moment de semer conduisent à des *échecs certains*.

C. FUMURE.

Les variétés actuelles de chanvres monoïques fournissant des rendements élevés et résistant bien à la verse requièrent des fumures intensives.

Au labour d'hiver, une fumure organique devra, si possible, être enfouie à la dose de 30 à 50 tonnes de fumier à l'hectare.

Avec cet apport, ou sur un précédent luzerne, la fumure minérale complémentaire sera de l'ordre de 100 kg d'azote, 140 kg d'acide phosphorique et 140 kg de potasse à l'hectare. En l'absence de fumier, et sur précédent autre qu'une légumineuse, la fumure minérale pourra être de 30 à 50 unités plus élevée pour chaque élément.

Cette fumure minérale est généralement apportée en deux fois :

— *au labour d'hiver* sous forme de scories potassiques (totalité de la fumure) et d'un engrais ammoniacal (moitié de la fumure azotée).

— *à la sortie de l'hiver*, le solde de l'azote sous forme ammonitrique ou nitrique (ou perlurée). Parfois un complément d'acide phosphorique sous forme de superphosphate y est associé.

D. SEMIS.

Le semis doit être *aussi précoce que possible* car la mise à fleurs, fonction de la photopériode, a lieu toujours à la même époque quelle que soit la date du semis : la croissance cessant à ce moment, la hauteur des plantes est d'autant plus élevée que le semis est plus hâtif.

Bien que variable avec les régions, la date optimale de semis des variétés actuelles se situe vers la mi-avril.

Le semis doit être *superficiel* (2 à 3 cm), de préférence en lignes espacées de 15-17 cm, sur la base d'un peuplement moyen de *160-180 plantes au mètre carré* soit 50-70 kg de semences à l'hectare.

Pour la culture destinée à la *production de graines*, un semis à grand écartement, 70-80 cm, à raison de 5-8 kg de semences est nécessaire. Il est suivi d'un éclaircissage (1 plante tous les 10-15 cm).

E. ENTRETIEN.

Celui-ci est nul, car la plante lève en 6 à 10 jours, et pousse ensuite très vite, donc est *étouffante*.

Par contre, dans le midi méditerranéen, *l'irrigation* est indispensable : 4 500 m³ d'eau sont nécessaires à l'hectare, pluviométrie comprise, soit 6 à 8 irrigations en moyenne.



Photo F.N.P.C.

Adaptation d'une moissonneuse-batteuse tractée en pick-up *égreneur* à chanvre sur andain.

F. RÉCOLTE.

1. Variétés dioïques (chanvre textile).

Leur utilisation posait autrefois un problème assez difficile à résoudre car les tiges mâles mûrissent deux à trois semaines avant les femelles. On récoltait en général à *fin floraison des pieds mâles* et début fructification des femelles, sacrifiant ainsi la récolte de graines mais donnant une excellente filasse.

Les rendements obtenus étaient de l'ordre de 6 à 8 t/ha de tiges brutes donnant en filasse un septième à un huitième des tiges soit 8 à 10 quintaux de filasse à l'hectare et 2 à 10 q/ha de graines.

2. Variétés monoïques.

Avec l'adoption des variétés monoïques et l'orientation « chanvre-papier » prise par la culture, le problème de la date de récolte et sa mécanisation se sont considérablement simplifiés.

Jusqu'en 1967, deux techniques de récolte étaient utilisées :

a) **Récolte à la moissonneuse-lieuse** spéciale au chanvre. Les bottes sont alors dressées en « chapelles » de 3 à 4 douzaines pour séchage naturel. Après quoi, elles sont battues soit sur champ, soit à la ferme, soit à l'usine.

b) **Fauche et andainage** par une première machine avant pleine maturité des graines; *égrenage sur andain*, 3 à 4 jours après, par une machine spécialement conçue pour ramasser l'andain et l'égrener; *ramassage-bottelage* 8 à 10 jours après, par beau temps (à l'aide d'une ramasseuse-presse s'il s'agit de chanvre-papier).

Depuis 1967, la récolte du chanvre-papier se fait exclusivement en *vert non battu* (abandon de la récolte de graines). Le procédé consiste à avancer le stade de la récolte à la mi-août, c'est-à-dire à la floraison. On opère par andainage à la faucheuse ordinaire, puis ramassage à la presse à couteau, en moyenne densité, dès que les tiges sont sèches. Les balles, pressées par temps sec, engrangées ou mises en meules couvertes, se conservent indéfiniment. La siccité requise à la livraison est de 16 %.

Ce procédé, qui conduit à l'abandon du chènevis, compense cette perte par :

- un gain de rendement en paille (8-9 tonnes à l'hectare);
- une simplification des travaux.
- la diminution des risques de mauvais temps lors de la récolte (faite en août au lieu de septembre);
- la plus grande stabilité dans le revenu à l'hectare, puisqu'il ne repose que sur un seul produit, garanti *par contrat*.

Pratiquement, 10 t/ha de paille peuvent donner 5 tonnes de pâte à papier ou 12 q de filasse.

BIBLIOGRAPHIE DU CHAPITRE XV

- ARNOUX (M.). 1963. — I. Influence des facteurs du milieu sur l'expression de la sexualité du chanvre monoïque (*Cannabis saliva* L.). *Ann. Amél. Plantes*, 13, 1, 27-49.
 — 1966. — II. Action de la nutrition azotée, *Ann. Amél. Plantes*, 16, 2, 123-134.
 — 1966. — III. Note sur l'interaction entre le cycle photopériodique et la nutrition azotée, *Ann. Amél. Plantes*, 16, 3, 259-262.
 — 1962. — Cellulose et Plantes annuelles. *Bull. Tech. Inf.*, 173, 853-876.
 — 1969. — Sur l'amélioration de la productivité en fibres chez le chanvre (*Cannabis saliva* L.). *Ann. Amél.*, pl. 19, 4, 405-418.
- ARNOUX (M.) et MATHIEU (G.). 1966. Sur quelques problèmes posés par la sélection et l'amélioration de la monoecie chez le chanvre (*Cannabis saliva* L.). *Fibra*, t. 11, 2, 51-63.
- BIGOURDAN (J.). 1965. — Le chanvre. *Bull. Engrais*, 489.
- BARLOY (J.) et PELHATE (J.). 1962. — Premières observations phytopathologiques relatives aux cultures de chanvre en Anjou. *Ann. Epiphyt.*, 13, 2, 117-148.

CINQUIÈME PARTIE

PLANTES AROMATIQUES

CHAPITRE XVI

TABAC

Nicotiana Tabacum L. (2 n = 48).

I. ÉCONOMIE DE LA PRODUCTION.

A. LE TABAC DANS LE MONDE.

Cette culture semble connaître une certaine extension sur le plan mondial.

Avant 1939, 3 000 000 ha produisait 3 000 000 t
en 1962, 3 360 000 ha produisait 3 600 000 t
en 1968, 4 070 000 ha produisait 4 750 000 t
en 1970, 4 020 000 ha produisait 4 710 000 t

Les principaux pays producteurs étaient en 1970 :

Amérique du Nord	965 000 t (dont U.S.A. 864 000 t)
Amérique du Sud	584 000 t
Extrême Orient	1 113 000 t
Europe	578 000 t
dont Grèce	98 000 t
Bulgarie	96 000 t
France	47 000 t
Espagne	21 000 t

Les principaux pays exportateurs étaient les États-Unis, la Grèce, la Turquie, la Bulgarie, l'Inde, etc.

B. LE TABAC EN FRANCE.

1. Évolution de la culture.

Les premières graines furent introduites du Brésil en France par le moine **THEVET** vers 1556. Jean **NICOT** en apporte à Catherine **DE MÉDICIS** (d'où le nom d'herbe à Nicot, d'herbe à la Reine); il fut d'abord prisé et non fumé.

La culture libre se développera dans le Sud-Ouest à partir de 1687; son extension fut continue au **xvii^e** et **xviii^e** siècle, puis ce fut le déclin (1808, 15 000 hectares sur 48 départements).

C'est en 1810 qu'un décret impérial institue le monopole de la fabrication et de l'achat des tabacs.

Depuis le 7 janvier 1939 le Monopole des Tabacs et Allumettes est entre les mains de la S.E.I.T.A. (Service d'Exploitation Industrielle des Tabacs et Allumettes).

L'évolution de la culture ces dernières années a été la suivante :

1950	28 700 ha (104 000 planteurs)	51 900 t
1955	28 700 ha (106 000 planteurs)	53 100 t
1960	25 500 ha (86 000 planteurs)	49 400 t
1965	21 300 ha	49 000 t
1970	19 600 ha	45 700 t

Nos besoins actuels étant de l'ordre de 70 000 tonnes, notre production est loin de les satisfaire (55 à 60 %).

Il serait cependant très souhaitable de développer cette production dans le cadre de la C.E.E. :

— la consommation de la C.E.E. est de l'ordre de 300 000 tonnes alors que sa production n'est que de 160 000 tonnes;

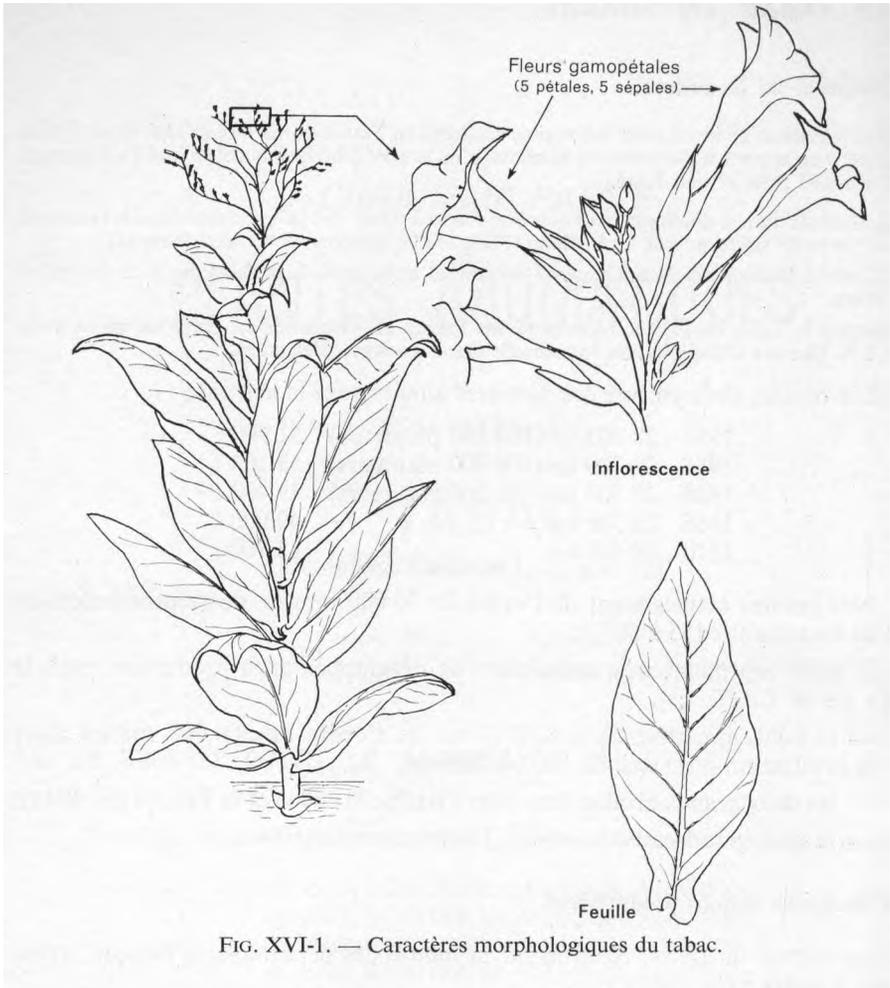
— les deux grands producteurs sont l'Italie (70 000 t) et la France (50 000 t);

— le plus grand consommateur, l'Allemagne (100 000 t).

2. Principales régions productrices.

La culture du tabac, répartie sur la moitié des départements français, comprend 5 zones principales :

— Aquitaine (Lot-et-Garonne, Dordogne, Gironde) :	près de la moitié de la production française	22 700 t en 1968
— Alsace (Haut et Bas-Rhin)		8 200 t
— Midi-Pyrénées (Lot, Tarn-et-Garonne)		6 300 t
— Pays de la Loire (Maine-et-Loire, Vendée)		3 800 t
— Rhône-Alpes (Isère, Drôme)		4 000 t



II. LA PLANTE.

A. ÉTUDE BOTANIQUE.

Le tabac (fig. XVI-1) appartient à la famille des *Solanacées*, genre *Nicotiana*, espèce *Tabacum* ($2n = 48$).

Le genre *Nicotiana* comprend de nombreuses espèces groupées en trois sous-genres :

- N. Petunoides* (type *N. alata*), pauvre en nicotine, fleurs blanches;
- N. rustica* (type *N. rustica*), fleurs jaunes ou vertes. Neuf espèces originaires de l'Amérique du Sud. Tabacs riches en nicotine, cultivés dans l'Est européen, Italie, Maroc;
- N. Tabacum* (type *N. Tabacum*), à fleurs blanches à pourpre. Originaires de l'Amérique du Sud. *N. Tabacum* est inconnu à l'état sauvage. Ce serait un hybride stable, **allopolyploïde** de deux espèces sauvages à $2n = 48$ et $2n = 24$.

N. Tabacum comprend quatre variétés botaniques-types, dont sont issues de nombreuses lignées hybrides. Ces quatre types de *N. Tabacum* sont : *Havanensis*, *Brasiliensis*, *Virginica* et *Purpurea*.

B. ÉTUDE ÉCOLOGIQUE.

1. EXIGENCES CLIMATIQUES.

C'est une plante très exigeante en chaleur (3 200 à 3 600° C du semis à la récolte), à développement lent au-dessous de 15° C, l'optimum de croissance se situant entre 25 et 30° C.

Elle craint les températures extrêmes.

— à 0° C, les feuilles peuvent être endommagées, à — 3° C la plante est détruite.

— au-dessus de 30° C, il y a épaissement des nervures et limbes foliaires d'où diminution de la qualité; à 38° C, il y a brûlures des limbes.

2. EXIGENCES AGROLOGIQUES.

Le tabac demande des sols profonds, fertiles, légèrement acides, bien pourvus en eau mais sains. Les terres légères conviennent aux tabacs légers, les terres argileuses aux tabacs corsés.

Mille kilogrammes de feuilles exportent d'autre part environ :

$$\begin{array}{ll} \text{N} = 75 \text{ kg} & \text{K}_2\text{O} = 125 \text{ kg} \\ \text{P O} = 15 \text{ kg} & \text{CaO} = 105 \text{ kg} \end{array}$$

Donc, compte tenu de son cycle végétatif rapide, le tabac manifeste de gros besoins journaliers en éléments fertilisants.

3. ÉCOLOGIE DE LA TENEUR EN NICOTINE.

La nicotine est présente dans toute la plante, et surtout dans les feuilles, mais non dans les graines.

La richesse croît avec la maturation : les feuilles hautes sont plus riches que les basses feuilles. Elle varie d'autre part avec :

— **le climat** : elle croît en années sèches (rôle majeur de l'insolation de juin-juillet et août);

— **le sol** : elle est plus élevée en sol riche et avec de fortes fumures azotées;

— **la densité** de plantation : elle croît avec l'espacement;

— **l'écimage** : la réduction du nombre de feuilles accroît le pourcentage de nicotine : 8 feuilles : 2,6 %, 14 feuilles **1,6 %**;

— **la dessiccation et la fermentation** : les pertes peuvent aller jusqu'à 40 de la quantité initiale, durant la dessiccation et la fermentation.

— la variété.

4. ACCIDENTS ET PARASITES.

a) Phanérogames parasites.

La cuscute, l'orobanche (*Phelipaea ramosa*) espèce identique à celle attaquant le chanvre.

b) Cryptogames parasites.

Sclerotinia sclerotiorum (fonte des semis). Il faut bien aérer les semis, alterner les cultures;

Peronospora tabacina (mildiou). Il a fait son apparition en France au cours de l'été 1960 et s'est largement répandu en 1961. Quelques variétés sont résistantes ('Hicksrésistant').

Thielaviopsis basicola (noircissement des racines des jeunes plantules). Il y a des différences de sensibilité variétales. Il faut désinfecter les terres.

c) Maladies bactériennes.

Bacterium tabacum (*Pseudomonas tabaci*).

d) Viroses.

Mosaïque. Celle-ci, non transmise par la graine, réduit le rendement; les feuilles s'effritent (goût de vert, odeur cornée à la combustion);

e) Maladies physiologiques et accidents climatiques.

Chlorose, gelée, grêle.

f) Parasites animaux.

Hannetons, noctuelles, taupins, courtilières, limaces, etc.

III. VARIÉTÉS.

Celles-ci sont imposées par le Service des Cultures répartissant les graines.

1. '**Paraguay**'. C'est la principale variété jusqu'ici cultivée en France (90 % des cultures en 1960). Elle est originaire d'Alsace (hybride obtenu vers 1870 par le Service des Cultures de Tabac). Son port dressé (type Brasiliensis), ses feuilles ovales, à tissu assez fin, souple et résistant, pour tabac à fumer : 1,5 à 3,5 % de nicotine.

2. '**Dragon vert**'. Il est cultivé surtout dans le Nord et l'Ouest. Son port est dressé en début de végétation, retombant ensuite (type Virginica). Il peut donner des tabacs à fumer (2 % de nicotine) ou des tabacs corsés à 4,5 % de nicotine (Nord).

3. '**Nijkerk**'. Cultivé dans le Lot. Il porte le nom de la ville hollandaise d'où il a été introduit en France et est un tabac à grosses tiges, **nœuds** renflés, port retombant. Il convient pour le tabac à **macher** et à priser. Il est en forte régression.

4. '**Hicks résistant**'. Cette variété australienne *résistante au mildiou* a été importée par l'Institut des Tabacs dès l'apparition du mildiou en France. Elle a été mise en culture en 1961.

Elle a été hybridée l'année même avec la variété traditionnelle "Paraguay". La semence F_1 , distribuée dès 1962 aux planteurs, a permis de mettre en culture 1 500 ha de cet hybride.

D'une façon générale, l'obtention de variétés *résistantes aux parasites* (mildiou, pourriture des racines, flétrissement bactérien, oïdium), par ailleurs *productives* (variété F_1) et de *qualité* sont les objectifs principaux de l'amélioration de ces variétés.



Une culture de tabac pour capes à cigares.

IV. CULTURE.

A. PLACE DANS LA ROTATION.

Le tabac peut revenir sur la même sole mais il y a alors des risques parasitaires (mosaïque, orobanche).

Les rotations les plus fréquentes sont :

- Tabac — Blé;
- Tabac — Blé — Avoine;
- Tabac — Blé — Maïs.

Le tabac, tête de rotation, y remplace très souvent la betterave sucrière.



Photos S.P.I.E.A.

Repiquage du tabac. A gauche, à la main, après rayonnage au carré; à droite, à la machine, en rangs jumelés.

B. SEMIS ET PLANTATIONS.

Pour repiquage début juin, le semis est effectué fin mars à début avril, sur couches ou plates-bandes (terreau stérilisé).

Les graines sont fournies par l'Administration des Tabacs (10 à 13 000 graines au gramme). Elles sont mélangées à du sable fin ou cendres tamisées. Le semis est recouvert de sable un peu grossier.

Un éclaircissage est réalisé après la levée, à 1 000-1 300 pieds.

Le repiquage se fait fin mai à courant juin (stade 4 à 7 feuilles) après rayonnages préalables au carré ou par rang jumelés, à 10 à 48 000 pieds à l'hectare (densité imposée par le règlement de culture).

Le sol doit être très soigneusement préparé, de la même façon qu'une terre à betterave, c'est-à-dire : déchaumage d'été, apport de fumier, labour d'automne, façons superficielles répétées au printemps.

La fumure minérale sera :

de 60 à 100 kg *d'azote* apportés généralement à la plantation.

de 40 à 60 kg *d'acide phosphorique* en fumure de fond (automne).

de 80 à 120 kg de *potasse* sous forme de sulfate, ou bicarbonate Patent-Kali mais pas sous forme de chlorure (l'ion Cl tend à diminuer la combustibilité).

C. SOINS ET ENTRETIEN.

1. Binage. Apport de nitrate, **buttage.**

2. Epamprément. Lorsque les plantes ont 30 à 35 cm (début juillet) les feuilles basses sont enlevées, la dernière est au moins à 15 cm.

3. Ecimage. Lorsque le bouton floral se dégage il s'agit d'empêcher la floraison. Pincement de la tige au-dessus d'un certain nombre (réglementaire) de feuilles (8 à 12 pour les tabacs légers).

4. Ebourgeonnage. Suppression des rameaux secondaires à l'aisselle des feuilles (le dépôt d'une goutte d'huile sur la plaie réduit l'émission de bourgeons).

5. Parfois recépage. Coupe de la tige au-dessus de la première feuille, conservation d'un rameau secondaire vigoureux (en cas de gros dégâts par la grêle, par exemple).

6. Irrigation. Elle était autrefois interdite; actuellement elle est autorisée par aspersion à certaines dates.

Donc la culture du tabac est extrêmement onéreuse en travaux d'entretien manuels.

D. RÉCOLTE.

Celle-ci a lieu fin août-début septembre.

Les premiers signes de maturité s'observent sur feuilles basses : marbrures vert jaunâtre entre les nervures.

La récolte *feuille par feuille* est la plus fréquente; ou bien à *10-12 jours d'intervalle*, par pied de dix feuilles : 3 + 3 + 4.



Photo S.P.I.E.A.

Une jeune plantation de tabac dans le Bas-Rhin.

E. SÉCHAGE.

Il comprend deux phases : jaunissement et dessiccation.

1. Jaunissement. La feuille vit sur ses réserves; il y a dégradation partielle de l'amidon en sucres et de certaines protéines;

2. Dessiccation. Il y a mort des tissus, oxydation de composés phénoliques d'où brunissement des feuilles.

La marche de la perte d'eau dans la feuille est la suivante :

— à la récolte	85 à 90
— à l'entrée au séchoir	80 à 85
— à la fin du jaunissement	65 à 60
— à la fin de la dessiccation	10 à 15

au total en 15 à 20 jours, une perte de 70 %.

L'humidité du tabac est de 15 à 25 %.

Ce séchage se fait en séchoirs agréés, à aération réglable. Les feuilles sont enfilées en guirlandes ou fixées sur des lattes.

F. TRIAGE ET LIVRAISON.

Dès la fin de la dessiccation, on opère un triage des feuilles en 10 ou 12 catégories suivant la finesse des limbes et des nervures, leur couleur, leur intégrité.

Ensuite, les feuilles d'une même catégorie sont tenues en manoques de 25 feuilles. Les manoques sont livrées en balles de 200 (5 000 feuilles).

Rendement moyen. Celui-ci est de l'ordre de 12 à 27 quintaux de feuilles sèches.

BIBLIOGRAPHIE DU CHAPITRE XVI — (Tabac)

- CHOUTEAU (J.). 1962. — Nouvelles expériences sur l'arrosage des cultures de tabac par aspersion. *Ann. Inst. Exper. Tabac*, Bergerac, 4, 1, 219-236.
 — 1963. — Étude de la fumure phosphatée du tabac dans les sols de richesse variable en P_2O_5 : essais d'éta-lonnage biologique des analyses de sol. *Ann. Inst. Exper. Tabac*, Bergerac, 4, 2, 279-317.
 — 1963. — Étude de la nutrition nitrique et ammoniacale de la plante de tabac en présence de doses croissantes de bicarbonate dans le milieu nutritif. *Ann. Inst. Exper. Tabac*, Bergerac, 4, 2, 319-332.
- GISQUET (P.) et HITIER (H.). 1961. — *La production du tabac*. Principes et méthodes, 600 pages, 2^e édition.
- GIRAUD (E.). 1962. — A propos du mildiou du tabac. *La Potasse*, 227-229.
- SENGELIN (B.). 1961. — Le tabac en Alsace. *Bull. Engrais*, 137-139.
- X. (1970). — La mécanisation de la culture du tabac en France. *Options méditer.* 4, 99-101.

BIBLIOGRAPHIE DU CHAPITRE XVII — (Houblon)

- CAMBIER (M.). 1962. — Identification des variétés cultivées de houblon. *Ann. Gembloux*, 68, 4, 385-407.
- MAROCHE (R.). 1963. — La fumure azotée fractionnée du houblon. *C. R. Acad. Agr.*, Fr., 49, 12, 999-1002.
- THOMAS (G. G.), SCHWABE (W. W.). 1969. — Factors controlling flowering in the hop (*Humulus lupulus* L.). *Ann. Bot.* 33, 132, 781-793.
- WHINKLE et REBB. (1958). — La culture du houblon (trad. Appert). 306 p.

CHAPITRE XVII

HOUBLON

Humulus lupulus L. (2 n = 20).

I. ÉCONOMIE DE LA PRODUCTION.

A. LE HOUBLON DANS LE MONDE.

Avant 1939, les surfaces mondiales étaient de l'ordre de 50 000 ha dont 35 000 pour l'Europe et le reste pour les U.S.A. et le Canada. La production était de 600 000 q.

En 1970 la production mondiale était de l'ordre de 960 000 q pour une surface de 63 000 ha. L'Europe en produisait à elle seule 620 000 q.

Les principaux producteurs européens sont l'Allemagne de l'Ouest (12 800 ha), la Tchécoslovaquie (9 400 ha), l'Angleterre (6 800 ha), la Yougoslavie (3 900 ha), la Pologne (25 000 ha).

B. LE HOUBLON EN FRANCE.

La comparaison des surfaces cultivées en France entre le milieu du siècle dernier et aujourd'hui montre que cette culture est en très nette régression. En 1850 cette surface atteignait 9 000 ha.

En 1950, 1 200 ha	produisaient	18 200 q,	rendement	15,3 q/ha
1966, 1 200 ha	—	19 600 q,	—	15,3 q/ha
1968, 1 327 ha	—	20 000 q,	—	15,0 q/ha
1970, 1 160 ha	—	18 700 q,	—	16,0 q/ha.

Cette évolution est la conséquence :

— *d'une part de la concurrence*, avant 1914-1918, des produits de Bohême et de Bavière.

— *d'autre part de la surproduction* (1929);

— enfin l'allure *spéculative du marché* (2 200 F le quintal en 1957, 300 F en 1959).

Depuis 1945, les producteurs français, s'orientent vers une politique de *stabilisation* de la production en vue de satisfaire les besoins essentiels de la brasserie française (30 000 q).

Les principales régions de production sont actuellement (1968) :

l'Alsace (Bas-Rhin), 1 000 ha, 15 000 q.

Le Nord, 230 ha, 3 700 q.

II. LA PLANTE.

A. ÉTUDE BOTANIQUE.

Le houblon (*Humulus lupulus* L.) appartient à la famille des Cannabinacées (Urticales). Cette espèce est spontanée en France. L'espèce *Humulus americanus*, houblon sauvage américain, et l'espèce *H. Japonicus*, annuelle, répandue en Asie et résistante au mildiou, sont utilisées dans certains croisements.

Le houblon (fig. XVII-1) est une *plante dioïque* à souche *vivace* et à tige *annuelle* dont la longévité peut atteindre 100 ans, et qui est maintenue en culture de 10 à 20 ans.

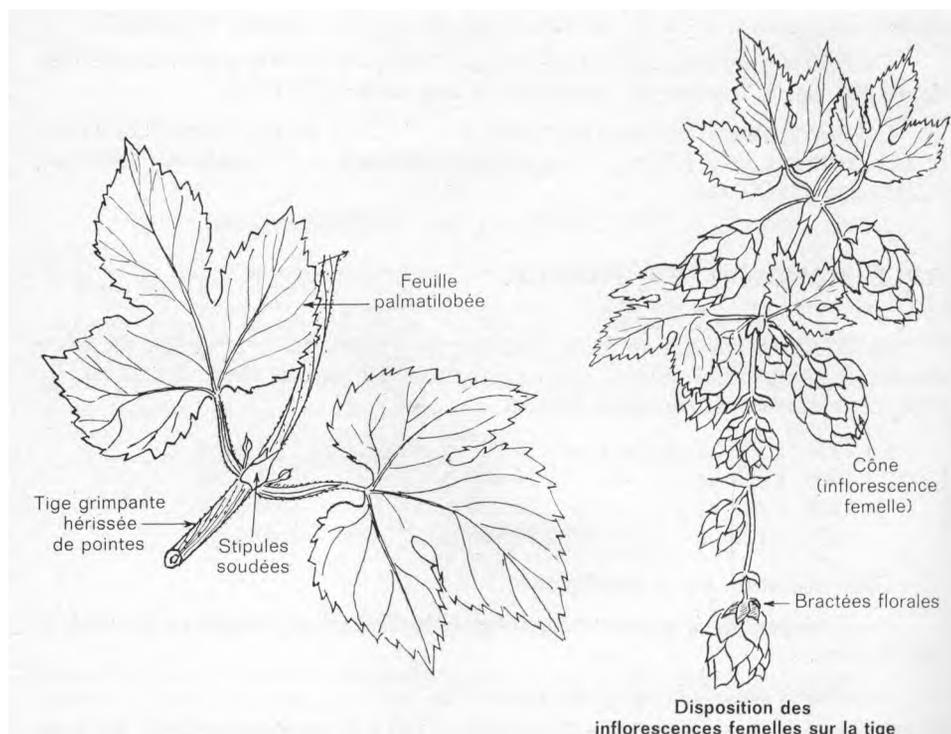


FIG. XVII-1. — Caractères morphologiques du houblon.

Le système racinaire à la fois traçant et pivotant est très développé. *Les tiges* sont volubiles, dextrorses (enroulement dans le sens des aiguilles d'une montre) et peuvent atteindre 10 mètres de haut. Les feuilles sont opposées, généralement à 3 ou 5 lobes dentés (voisines de celles de la vigne) rudes à la face inférieure.

Les fleurs mâles sont groupées en grappes rameuses opposées (apétales type 5).

Les fleurs femelles sont groupées par 2 à l'aisselle de bractées foliacées réunies en cônes ovoïdes (un cône comprend un axe court sur lequel sont groupées 20 à 60 fleurs femelles avec leurs bractées).

La base de chaque bractée est couverte de glandes pédicellées, résineuses, jaunes, sécrétant une oléorésine (Lupuline). Ces glandes détachées, séchées, donnent une poudre aromatique (Lupulin) qui n'existe pas chez *H. Japonicus*. *Seuls les pieds femelles présentent donc un intérêt agricole.*

La présence de pieds mâles qui entraîne la fécondation et la production de graines donne des produits généralement dépréciés du point de vue industriel.

Les deux espèces *H. Lupulus* et *H. Japonicus*, présentent d'après WINGE, des chromosomes sexuels : mâles X + Y et femelles X + X.

Il est à noter qu'on a réussi à féconder le houblon avec du pollen de chanvre, ou d'*Urtica Urens*. Les fruits obtenus présentaient un embryon bien formé, mais incapable d'un développement ultérieur.

B. ÉTUDE ÉCOLOGIQUE.

1. EXIGENCES CLIMATIQUES.

Le houblon est une espèce d'ombre, assez exigeante en eau durant son développement mais nettement héliophile à partir de la floraison.

La somme de température nécessaire au développement annuel est de l'ordre de 2 000 à 2 800° C; les côteaux ensoleillés et bien abrités sont à rechercher.

2. EXIGENCES AGROLOGIQUES.

Les sols calcaires, trop sableux ou trop humides ne conviennent pas; il faut des sols assez profonds et perméables (loess en Alsace, sol argilo-calcaire en Bourgogne); en sol argileux on obtient de gros rendements, mais une qualité inférieure.

D'après l'Institut Belge du Houblon les exigences en éléments fertilisants pour 3 000 pieds à l'hectare seraient les suivants (en kilogramme).

Variété	N	P ² O ⁵	K ₂ O	Ca
1. " Groene Bel "	101,1	38,4	144,3	144,3
2. " Hallertau "	85,2	222	72,2	94,2

3. ACCIDENTS ET MALADIES.

Maladies à virus (*Mosaïque et enroulement*) peu étudiées en France, y existent. La sélection sanitaire des pieds mères est le seul moyen de lutte.

Mildiou (*Pseudoperonospora humuli*) qui attaque aussi les houblons sauvages; choix des boutures sur les plantes saines, aération suffisante de la houblonnière, destruction des houblons sauvages et des bois de tailles, traitements cupriques, fongicides organiques, recherche de variétés résistantes sont les principaux moyens de lutte.

Oïdium (*Sphaerotheca humuli*) moins grave, soufrage.

Insectes : Puceron (*Phorodon humuli*), Tétranyque (Araignée rouge), Vers blancs, Taupins.

III. VARIÉTÉS.

D'après la précocité et la coloration des tiges (rouges ou vertes) la grosseur et la forme des cônes, on peut différencier plusieurs variétés plus ou moins bien caractérisées.

1. Variétés précoces et demi-précoces : en dehors de **Fuggles** ' cultivée dans le Nord et d'origine anglaise, les variétés : 'Précoce de Bourgogne', 'Précoce de Lorraine', 'Spalt' ont leur origine dans des plantes importées d'Allemagne et d'Europe Centrale.

2. Variétés tardives : 'Tardif de Bourgogne', 'Brewer's Gold', 'Record'.

D'une manière générale, les variétés précoces ont une production moins élevée que les tardives, mais présentent une qualité supérieure.

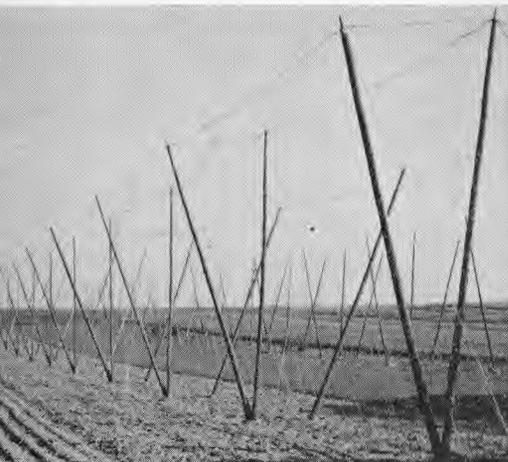
IV. CULTURE.

A. CRÉATION DE LA HOUBLONNIÈRE.

Le terrain est défoncé en automne et on apporte une forte fumure : 50 à 60 tonnes de fumier, 500 kg de sulfate d'ammoniaque, 900 kg de super, 600 kg de chlorure. Avant la plantation, le sol est nivelé, hersé, roulé et rayonné.

Installation d'une houblonnière (à gauche); à droite, la houblonnière en végétation.

Photo S.P.I.E.A.



Le nombre de pieds varie de 3 à 5 000 souvent, à raison de 2 m entre les lignes et 1,5 m sur la ligne (3 300 pieds à l'ha).

La multiplication se fait par bouturage. On utilise soit :

1° Des boutures non racinées, choisies en mars au moment de la taille des houblonnières jeunes, en bon état sanitaire (5 à 8 yeux);

2° Des boutures racinées, prélevées en juin et mises en pépinière jusqu'au printemps suivant (meilleure reprise).

Les tiges sont conduites généralement sur des tuteurs provisoires de 3 à 4 mètres de haut.

Des binages assurent l'entretien du sol (possibilité de cultures intercalaires).

A l'automne les tiges sont coupées à 25-30 cm de haut et on butte légèrement.

A partir de la deuxième année, il y a lieu de soutenir les tiges à l'aide d'une installation qui durera pendant toute la période de culture. Autrefois, il s'agissait de perches en bois de 8 à 12 m de haut. Il s'agit de plus en plus d'installations sur *fils de fer* moins coûteuses.

B. CULTURE ANNUELLE.

La houblonnière est « débutée » en mars ou avril et les souches complètement dégagées à la main.

Au cours des travaux du sol on ramène progressivement de la terre meuble vers les souches pour favoriser le développement des racines superficielles. Des labours et binages maintiennent le sol propre entre les lignes et sur la ligne. A l'automne, le houblon est butté, à nouveau.

Taille. En mars-avril, on supprime les drageons et les racines latérales et on laisse par pied deux à quatre tiges à deux ou trois yeux. Après cette taille les souches sont recouvertes de quelques centimètres de terre.

En mai, choisir sur les pieds trois ou quatre pousses, supprimer les autres et accoler sur fil de fer; quand les tiges ont 3 à 5 mètres raccourcir les ramifications à 1,5 à 2 mètres.

En début juillet, lorsque le houblon a presque atteint son plein développement on écime pour favoriser la croissance des pousses latérales fructifères.

Fumure. Fumier de ferme tous les deux ou trois ans : 20 à 30 tonnes. Sulfate d'ammoniaque, 3 à 400 kg et souvent nitrate 150 à 200 kg apporté en plusieurs fois jusqu'à la floraison; super 3 à 400 kg; chlorure de potassium 250 à 350 kg.

C. RÉCOLTE ET ANALYSE DE LA RÉCOLTE.

La récolte a lieu en août-septembre, quand les cônes passent du vert au jaune.

La période favorable, pour une variété, dure 8 à 10 jours. Les cônes **insuffisamment** mûrs donnent beaucoup d'amertume (bière anglaise), des cônes trop mûrs (bruns) s'effritent et ont un pouvoir aromatique plus faible.

La cueillette des cônes se fait à la main, en laissant environ 1 cm de pédoncule, mais ni tige, ni feuille. Pour récolter un hectare il faut 15 à 20 personnes pendant 8 à 10 jours.

A la récolte le houblon contient de 75 à 80 % d'eau; il y a lieu de le ramener à 10 ou 12 par séchage. Il s'effectue à l'air dans des greniers, ou sur claies ou plus fréquemment dans des tourailles, en ne dépassant pas 40° C. Des températures trop élevées nuisent à la couleur et à l'arôme; la durée normale du séchage est de 8 à 12 heures dans le cas d'utilisation de tourailles.

Le rendement est de 8 à 10 quintaux de cônes secs; la culture est en plein rapport à partir de la troisième année.

CHAPITRE XVIII

CHICORÉE A CAFÉ

Cichorium intybus L. (2 n = 18).

1. Importance économique.

Dans le monde : 22 500 ha (1970). Cultivée un peu partout dans le monde pour fabriquer surtout des produits destinés à satisfaire la thérapeutique, la préparation de boissons rafraîchissantes et hygiéniques.

En France : Culture relativement stable, très localisée (Nord, Pas-de-Calais), réalisée sous contrat avec les torréfacteurs, dans le cadre d'un contingentement interprofessionnel.

1955 : 5 640 ha — 1 820 000 q — 32,8 q/ha;

1965 : 5 580 ha — 1 927 000 q — 34,5 q/ha;

1970 : 5 210 ha — 1 670 000 q — 32,0 q/ha;

La France, principal pays producteur du marché commun (6 680 ha).

Utilisation : Cultivée soit pour ses feuilles (endives, salade) soit pour ses racines (cas étudié ici).

2. Caractères botaniques.

Composée **liguliflore** bisannuelle (*Cichorium intybus*).

1^{re} année, racine pivotante plus ou moins longue; feuillage en rosette;

2^e année, hampe florale cannelée, feuilles sessiles, fleurs bleues, fruit = akène.

3. Exigences écologiques.

Climat frais, brumeux, océanique (plante sensible au froid dans ses premiers stades).

Sols profonds, frais, limono-sableux à limoneux, suffisamment pourvus en chaux. Terres lourdes à déconseiller.

4. Variétés.

Chicorée de Brunswick, de Magdebourg, chicorée améliorée Vilmorin.

Pas d'obtention récente sélectionnée pour la racine.

5. Culture.

Préparation du sol.

— Après déchaumage de la céréale, roulage et extirpage. Puis labour d'automne de 25-30 cm.

— Au printemps, façons superficielles.

— Fumure : 1 500 kg d'engrais composé 10-15-15; après mise en place définitive : 100-150 kg de nitrate/ha.

Semis et mise en place des plantules.

Semis d'avril à début mai avec graines enrobées et semoirs de précision. Écartement entre lignes : 0,40-0,45 et 0,06 cm sur la ligne; éclaircissage ensuite à 0,10-0,12 cm.

Désherbage.

Mélange de **carbétamide** (7 litres) et **chlorprophane** (3 litres) dans 1000 litres d'eau.

6. Récolte et conditionnement.

Fin octobre, arrachage mécanique à l'aide d'appareils effectuant de façon fractionnée ou complète, décolletage, arrachage, chargement.

Rendements : 35-40 t/ha de racines à plus de 20 % de matière sèche; 10-12 t. de feuilles.

7. Conditionnement.

Séchage. Les racines vertes font l'objet, en sécherie, d'une prise de tare, d'un lavage, d'un séchage et d'un stockage. Les racines séchées ou cossettes, doivent renfermer au maximum 12 % d'eau.

Torréfaction et raffinage. Cuisson effectuée à 140° C; durée : 2 heures. Dans la torréfaction, l'**inuline** (glucide de réserve dans les racines) est transformée en fructose, ensuite caramélisée; l'**intybine**, substance amère, se combine avec l'**inuline** pour donner la saveur aromatique particulière à la chicorée.

Refroidissement, concassage. Refroidissement rapide (7 minutes) pour éviter les déperditions aromatiques.



Chantier de récolte de racines de chicorée à café.

INDEX DES SUJETS

Les chiffres en caractère gras indiquent les pages où le sujet est principalement développé et correspond à un titre de paragraphe ou d'alinéa.

A

Acide linoléique : 89.
Ackersegen (var.) : 156, 173
Alternaria brassicae : 59, 64.
— *solani* : **165**.
— *tenuis* : 116.
Altise : 59, 215, 219, 226.
Andainage : **71**.
Anicia (var.) : 38.
Annonay (var.) : 19.
Anthracnose : 19, 20, 31, 34, **215**.
Aphis fabae : **10**, 118, 169.
Aphthona euphorbiae : 215.
Aquila (var.) : 174.
Araignée (du haricot) : **30**, 34.
Armavir 9345 (var.) : 83.
Arran Banner (var.) : 152, 154, 173.
Arvor (var.) : 63.
Ascochyta linicola : 215.
— *pinodella* : 19.
— *pinodes* : 19.
— *pisi* : **9**, 19.
Ascott (var.) : 11, 12, 13.
Assas (var.) : 20.
Asterocystis radialis : 214.
Atrazine : 13.

B

Bacterium tabacum : 236.
Bea (var.) : 154, 162, 173.
Belle de Fontenay (var.) : 152, 183.
— Locronan (var.) : 162.
B. F. 15 (var.) : 171, 172, 174.
Beta atriplicifolia : 106.
— *corolliflora* : 106.
— *lomatozona* : 106.
— *macrocarpa* : 106.
— *maritima* : 106.
— *patellaris* : 106, 124.

— *procumbens* : 106, 124.
— *trigyna* : 106.
— *vulgaris* : 99, **106**, 124.
Betterave : **99** et suiv.
Bigarrure : **168**, 169.
Bintje (var.) : 154, 173, 174.
Blanc précoce (var.) : 201.
Boîte hollandaise (méthode de la) : 176.
Borragne (var.) : 121.
Botrytis cinerea : 82, 84, 214.
— *fabae* : **9**.
— *infestans* : 226.
Bouillage : 157, 159, **160**, 161, 164.
Brassica campestris : 53, 54, 93.
— *carinata* : 53.
— *juncea* : 53, 92.
— *Napus* : 42, 53, 54, 204.
— *nigra* : 53, 93.
— *oleracea* : 53, 54.
— *rapa* : 205.
Bruche : 10, 19, 38.
Brûlure : **214**.
Brunissure : **215**.

C

Cameline : **91**.
Cannabis sativa : 222, 223.
Capax (var.) : 121.
Carotte fourragère : **204**.
Carthame : 49, **94** et suiv.
Cécidomye : 10, **61**.
Cent pour un (var.) : 19.
Cercospora beticola : 117, 124.
Cercosporiose : **117**.
C.E.T.I.O.M. : **51**.
Ceutorrhynchus sp : **60**.
Chainée : **142**.
Chanvre : **222** et suiv.
Charançons : **60**.

Chemin long (var.) : 19.
Chênevis : 224.
Chicon (var.) : 94.
Chicorée à café : 246 et suiv.
Chipewa (var.) : 46.
Chips : 148, 174.
Chlorose : 45.
Chrysomèle : 61.
Cichorium intybus : 246.
Clone : **170**.
Coeur (maladie du) : **117**, 134.
Colletotrichum lindemuthianum : 81.
— *lini* : 215.
Columba (var.) : 7, 11, 13.
Colza : 48, 49, 50, **52** et suiv.
Côte d'Or (var.) : 10, 11.
Coulure : **18**, 45.
Crésus (var.) : 65.
Crista (var.) : 20.
Crocus (var.) : 218.
Cycloate : 140.
Cycluron : 87.

D

Dalapon : **68**, 69.
Daroli (var.) : 172.
Daucus carota : 204.
Dégénérescence (maladies de) : **168**, 170.
Démariage : 137, **139**.
Désydratation : 6, 14, 35, 203.
Diallate : **69**, 70, 87, 140, 220.
Diallèle (essai) : 127.
Diazinon : 33.
Dicofol : 30.
Dinosèbe : 13, 22, 34, 39.
Distançage : 137.
Diquat : 220.
Doryphore : 170.

E

Ébourgeonnage : 239.
 Écimage : 238.
Eerstelingen (var.) : 154.
Égermage : 155.
 Égrenage : 9, **58, 71**.
 Émeraude (var.) : 217.
 Enroulement : **168**.
 Ensilage : 6, 14, 22, 35, 41.
Entomophtora : 10.
 Epamprement : **238**.
Erysiphe polygoni : 19.

F

Farfadette (var.) : 172.
 Fève : 1, 2, 3, 4.
 Féverole : 1, 2, **3** et suiv., 65.
 Fibra (var.) : 217.
 Fibrimon (var.) : 228.
 Fibrosité : 116.
 Flageolet vert (var.) : 32.
 Fonte (des semis) : **30, 58, 116, 214**.
Frankliniella robusta : 30.
 Frisolée : 168, 169.
 Fusariose : **19, 166**.
Fusarium oxysporum : 19.
 — *sp.* : 31.

G

Gadoues : 132.
 Gale argentée : **167**.
 — commune : **167**, 174.
 — poudreuse : **167**.
 Gali (var.) : 20.
 Galle verruqueuse : **167**, 174.
 Gelées : 58, 112, 163, **164**.
 Germe (p. de terre) : **150**, 153, 171.
 Gerموir : **191**.
 Gibberelline : 56, 109, 111, 112, 153, 155.
 Glomérule : 108, 109, 134.
Glycine max. : 40, 41.
 — *ussuriensis* : 42.
 Graine calibrée : 134.
 — enrobée : 134.
 — polie : 134.
 — segmentée : 134, 139.
 Graisse (maladie de la) : **31**, 34.
Gul Daeno (var.) : 121.

H

Hallertau (var.) : 243.
 Haricot : 12, **24** et suiv.
 — d'Espagne : 26.
 — de Lima : 26.
 — Mungo : 26.
 Hawkeye (var.) : 46.
Helianthus aigophyllus : 78.
 — *annuus* : 75, 78, 84, 198.
 — *petiolaris* : 78, 84.
 — *tuberosus* : 78, 197, 198.
Heterodera Schachtii : 118.
 Hicks résistant (var.) : 236.
 Houblon : **241** et suiv.
Humulus japonicus : 242, 243.
 — *lupulus* : 241, 242, 243.
 Hunsballe Kora (var.) : 121.

I

Iénisséi (var.) : 83.
 Incubation : **153**, 154, 160, 161.
 Indexage : **181**.
 INRA 65-01 (var.) : 84.
 Irrigation : 113, 230, 238.
 Issanka (var.) : 84.

J

Janetski (var.) : 63.
 Jaune de Vauriac (var.) : 121.
 ovoïde des Barres (var.) : 121.
 Jaunisse : **118**.
 Jaunissement (maladie du) : **165**.
 Jupiter (var.) : 83.
 Juwel (var.) : 19.

K

Kenavo (var.) : 172.
 Kérébel (var.) : 172.
 Ker Pondy (var.) : 162, 172.
 Komet (var.) : 63.

L

Légumineuse à graine : **1**.
 Lembke (var.) : 57.
 Lenacile : 139.

Lens culinaris : 36.
 — *esculenta* : 36.
 — *nigricans* : 36.
 — *orientalis* : 36.
 Lentille : 1, 2, **36** et suiv.
 Lentillon : **36** et suiv.
 Liho (var.) : 63.
 Lin : **206** et suiv.
 Lindane : 30.
Linum angustifolium : 206, 210.
 — *usitatissimum* : 206, 210.
 Lumen : 211, 213.
 Lysine : 4.

M

Major (var.) : 59, 63.
 Mangetout (var.) : 32, 35.
 Manoque : 240.
 Marcus (var.) : 62.
 Maroc (var.) : 217.
 Maxime (var.) : 11.
Melampsora lini : 215.
Meligèthe : **60**.
 Merit (var.) : 46.
 Methionine : 5.
 Mildiou : 19, 38, **82, 164, 173, 244**.
 Mireille (var.) : 171.
 Monobel (var.) : 120.
 Monogermie : 106, 120, 124, 134.
 Monolinuron : 34.
Monosvalof (var.) : 120.
 Monovale (var.) : 123.
 Montée à graine : 111, **116**.
 Mort-lin : **215**.
 Mosaïque : 10, 32, 118, **168, 169, 236, 244**.
 Mouche des semis : 30.
 Moutarde blanche : **91**.
 — brune : **92**.
 — noire : **93**.
 Moyencourt (var.) : 20.
 Mucron : 7.
 Mutation : 176.
Myzus persicae : 118, 169.

N

Nain de Hambourg (var.) : 59, **61**.
 Navette : 49, **93**, 94.
 Néburon : 34.
 Nématode : 118, 170.
Nicotiana rustica : 234.
 — *tabacum* : 232, 234.

Nijkerk (var.) : 236.
 Niki (var.) : 13.
 Norsup (var.) : 20.

O

Océan (var.) : 218.
 Oeillette : 49, 96 et suiv.
 Oïdium : 19, 20, 244.
 Oléagineux : **50** et suiv.
 Oléor (var.) : **62**, -64.
 Orobanche : 226, 235.

P

Panais : 204.
Papaver somniferum : 96.
 Paraguay (var.) : 236.
 Parapluie (var.) : 63.
 Parathion : 30.
 Parchemin : 18, 28.
 Pasma : **214**.
Pastinaca sativa : 204.
Patate-Vilmorin (var.) : 201.
 Pavane (var.) : 11.
 Pégomye : 118.
 Peramono (var.) : 123.
 Peredovick : 83, 85.
Peronospora pisi : 19.
 — *Schachtii* : 117.
 — *tabacina* : 236.
 — *viciae* : 39.
 Pervenche (var.) : 217.
 Pesée géométrique : **142**.
 Petit pois : **15, 19**.
Phaseolus coccineus : 26.
 — *lunatus* : 26.
 — *Mungo* : 26.
 — *Vulgaris* : 24, 26.
Phelipza ramona : 226, 235.
Phenacé liphané : 140.
Phoma betae : 116.
 — *lingam* : **58**, 59.
Phorbia platura : 30.
Photopériode : 44, 110, 156, 176, **200**, 225.
 Phytonome : 10.
Phytophthora infestans : **164**.
 Pirix (var.) : 20.
Pisum arvense : 16, 18.
 — *elatius* : 16, 18.
 — *sativum* : 15, 16.
 Planchons (méthode des) : **128**.
 Plant certifié : 179, 180, 186.
 — de base : 179, 180, 186.
 — sélectionné : 148, 189, 190.

Plasmopara helianthi : 82, 84.
 Pois : 15, 19, 65.
 — fourrager : 20, 23.
 — potager : 19, **21**.
Polyspora lini : 215.
 Pomme de terre : 66, 144 et suiv.
 Portage (var.) : 46.
 Pourriture blanche : 31.
 — grise : **82**.
Préculture : **182**.
 Prélude (var.) : 32.
 Primeurs (p. de terre) : 147, 189.
 Primperle (var.) : 11.
 Primus (var.) : 11.
 Princesse (var.) : 32.
 Prométryne : 13, 22, 39, 87.
Pseudomonas phaseolicola : 31.
Pseudoperonospora humuli : 244.
 Puceron : 10, 12, 34.
 Pulpe (betterave) : **142**, 143.
 Pyrazone : 139.
Pythium sp. : 31, **116**.

R

Radiation Gamma : 153.
 Ramsès (var.) : 59, 62.
 Rapso (var.) : 63.
Régina II (var.) : 63.
 Reina (var.) : 217.
 Reine des vertes (var.) : 121.
 Repos végétatif : 152.
 Repousse : 157, 159.
Rhizobium japonicum : 43, 47.
 Rhizoctone noir : **166**.
 — violet : **166**.
Rhizoctonia sp. : 31, 166.
 Rindite (mélange) : 152.
 Roi des fins verts (var.) : 19.
 Rosa (var.) : 152.
 Roseval (var.) : 172.
 Rosette perchée : 111.
 Rouge d'Eckendorf (var.) : 121.
 — Oetofte (var.) : 121, 122.
 Rouissage : 221.
 Rudorf (var.) : 83.
 Rumina (var.) : 121.

S

Sarepta (var.) : 62.
 Saskia (var.) : 154, 173.
 San Remo (var.) : 20.

Saucisse (var.) : 152.
Saxogold (var.) : 32.
Sclerotinia sclerotiorum : 31, 81, 84, 201, 623.
 Sélection généalogique : 125, **178**.
 — massale : **125, 179**, 180.
 — sanitaire : **177**.
 Semoir de précision : 137.
Septoria linicola : **214**.
 Sérologique (méthode) : **181**.
 Siletta (var.) : 132.
 Sillon saccharifère : 108, 109.
 Simazine : 13.
Sinapis alba : 91.
 Sirtema (var.) : 152, 173.
 Sitone : 10.
 S. O. C. : 183.
 Soisson (var.) : 32.
 Soja 1, 2, 4, **40** et suiv.
 — *hispidus* : 40, 41.
 — (tourteau) : 5, 40, 41.
Solanum acaule : 149.
 — *andigenum* : 149.
 — *chacoense* : 149.
 — *demissum* : 149, 174, 181.
 — *polyadenium* : 149.
 — *tuberosum* : 144, 149.
 Soja (voir soja).
 Stella (var.) : 162, 171, 172.
 Stérilité mâle : 11, 84, 124, 127.
 Stolon : 149, 150, 151.
 Strube (var.) : 11, 12, 13.
 Sucre : 100, 102, 103.

T

Tabac : 232 et suiv.
 Taches brunes (maladie des) : **9**.
 — noires (maladies des) : **9, 59**.
 Taupin : 10, 83, 119, 170.
 T. C. A. : **68**, 69.
 Teigne : 119.
 Tendérométrie : 20, **22**, 23.
Tenthrede : 61.
Tetranychus urticae : 30.
Thielavia basicola : 19.
 Thirame : 31, 33, 47.
 Thrips : 19, 30, 34, **216**.
 Tissandre (var.) : 217.
 Titus (var.) : 62.
 Tonus (var.) : 62.
 Top cross (essai) : 127.
 Topinambour : **197** et suiv.
 Tordeuse : 19.
 Toro (var.) : 63.
 Tournesol : 51, **75** et suiv., 198.

— (tourteau) : **89**.
 Triazine : 13.
 Trichloronate : 30, 33.
 Trifluraline : **69**, 70, 87.
 Tubercule : **150**, 171, 199.
 Tubérisation : 153, **156**, 158,
 159.

U

Urgenta (var.) : 152, 154.
Uromyces betae : 117.
 — *fabae* : 9, 38.
 — *phaseoli* : 31.

V

Valdor (var.) : 171, 173.
 Variété synthétique : 125.
 Vernalisation : 7, 56, 109, 111.
 Verse : 18, 38, 45, 57, 214.
Verticillium alboatrum : 165.
Vicia Faba : 6.
 — — *equina* : 6.
 — — *major* : 6.
 — — *minor* : 6.
 Violet commun (var.) : 201.
 — de Rennes (var.) : 201.
 Virus : 19, **168**, 181.
 — enation : 19.

Vniimk 65-40 (var.) : 83, 85.
 Vulpin : 68.

W

Wayne (var.) : 46.
 Wiera (var.) : 217.
 W. Rassen (var.) : 174.

X-Z

Xanthomonas phaseoli : 31.
 Zoollerngold (var.) : 63.

Les meilleurs livres
par les meilleurs auteurs

se trouvent à

LA MAISON RUSTIQUE

LIBRAIRIE AGRICOLE, HORTICOLE, FORESTIÈRE
 ET MÉNAGÈRE

Librairie de l'Académie d'Agriculture

26, Rue Jacob - 75006-PARIS

Tél. Paris (1) 326-50-33

C. C. P. PARIS 209-39

Sur simple demande, envoi gratis et franco de notre Catalogue

TABLE DES MATIÈRES

PREMIÈRE PARTIE. — Légumineuses à graines

CHAPITRE I. — CARACTÈRES GÉNÉRAUX	1
CHAPITRE II. — FÈVES ET FÈVEROLES	3
CHAPITRE III. — POIS	15
CHAPITRE IV. — HARICOT	24
CHAPITRE V. — LENTILLE ET LENTILLON	36
CHAPITRE VI. — SOJA ou SOYA	40

DEUXIÈME PARTIE. — Oléagineux

CHAPITRE VII. — LE COLZA ET LES OLÉAGINEUX EN FRANCE	49
Le problème français des oléagineux	49
Colza	52
CHAPITRE VIII. — TOURNESOL	75
CHAPITRE IX. — PLANTES OLÉAGINEUSES DIVERSES	91
Cameline. Moutarde blanche	91
Moutarde brune	92
Moutarde noire. Navette	93
Carthame	94
Lin. Oeillette	96

TROISIÈME PARTIE. — Racines et tubercules

CHAPITRE X. — BETTERAVE	99
Historique de la culture	99
Économie de la production	100
La plante	106
Les variétés	109
La production des semences	127
La culture	131
CHAPITRE XI. — POMME DE TERRE	142
Histoire de la culture. Économie de la production	142
La plante	149
Les variétés	170
La sélection sanitaire	177
La culture	187
CHAPITRE XII. — TOPINAMBOUR	196
CHAPITRE XIII. AUTRES PLANTES — RACINES	204
Carotte fourragère. Panais. Rubataga et Chou-navet	204
Raves et Panais	205

QUATRIÈME PARTIE. — Plantes à fibres

CHAPITRE XIV. — LIN	206
CHAPITRE XV. — CHANVRE	222

CINQUIÈME PARTIE. — Plantes aromatiques

CHAPITRE XVI. — TABAC	232
CHAPITRE XVII. — HOUBLON	232
CHAPITRE XVIII. — CHICORÉE A CAFÉ	246

Imprimé en France

IMPRIMERIE FRÉMIN-DIDOT - PARIS - MESNIL - IVRY - 4075
Édition n° 415 - Dépôt légal : 4° trimestre 1972

QUELQUES OUVRAGES EXTRAITS DE NOTRE CATALOGUE

AGRICULTURE - ÉLEVAGE

- DÉFENSE DES PLANTES CULTIVÉES, par P. Bovey.
IRRIGATIONS de surface et par aspersion, par H. Rebour et M. Deloye.
SOCIÉTÉS CIVILES AGRICOLES, par Ed. Bornecque-Winandy.
LA VALEUR ALIMENTAIRE DU LAIT, par J. Adrian.
BEURRERIE INDUSTRIELLE, par H. Pointurier et J. Adda.
DYNAMIQUE DES HERBAGES, par A. Voisin.
TÉTANIE D'HERBE, par A. Voisin.
RACES BOVINES FRANÇAISES, par E. Quittet.
LE BON MOUTONNIER, par E. Degois.
MOUTONS DE PLEIN AIR, par M. Chambry.
RACES OVINES FRANÇAISES, par E. Quittet.
RACES PORCINES EN FRANCE, par E. Quittet et P. ZERT.
LE PORC. Porcherie, plein air, par M. Motte, P. Roux, J. Piel-Desruisseaux.
RACES CANINES EN FRANCE, par E. Quittet.
☛ Tome 1. Effectifs canins. Standards des chiens de chasse.
Tome 2. Standards des chiens d'utilité et de compagnie.
LE CHINCHILLA. Guide pratique d'élevage, par J. Gautier.
190 OISEAUX EXOTIQUES EN COULEURS, par J. Martaut.
LA CONDUITE DU RUCHER, par Ed. Bertrand.
CIDRE, BIÈRE et autres boissons familiales, par I. de Jouffroy d'Abbans.

FORÊT - CHASSE - PÊCHE

- FLORE DES ARBRES, ARBUSTES ET ARBRISSEAUX, par R. Rol.
Tome 1. Plaines et collines.
Tome 2. Montagnes.
Tome 3. Région méditerranéenne.
Tome 4. Essences introduites.
TECHNIQUE FORESTIÈRE, sous la direction de Ph. Guinier.
TARIF DE CUBAGE (bois en grume et équarris), par E. Normand.
LE FAISAN ET SON ÉLEVAGE, par R. Fol.
GIBIER D'EAU, par J. Nard.
BRACONNAGE - CONTRE-BRACONNAGE, par A. Chaigneau.
CAPTURE ET DESTRUCTION DES TAUPES ET RONGEURS, par A. Chaigneau.
ANIMAUX DITS NUISIBLES A LA CHASSE, par A. Chaigneau.
LE GARDON, par E. Fauchet et Van Waesberge.
QUEL EST CE POISSON? par G. Prioux et M. Bourgeois.

HORTICULTURE

- LE BON JARDINIER. Encyclopédie horticole en deux volumes.
LA PETITE SERRE DE L'AMATEUR, par Jardor.
CONIFÈRES DE NOS JARDINS, par Ch. Testu.
ARBUSTES ET 'ARBRISSEAUX DE NOS JARDINS, par Ch. Testu.
CULTURES SANS SOL, par F. Penningsfeld, traduction J. Hanras.
FRUITS MÉDITERRANÉENS autres que les agrumes, par H. Rebour.
L'ART DE BOUTURER, par Van den Heede.
LA TAILLE DES ARBRES FRUITIERS (poirier, pommier), par P. Grisvard.
200 PLANTES D'APPARTEMENT EN COULEURS, par Kromdijk.
L'ART DE COMPOSER LES BOUQUETS, par M. Bancal et J. Javerzac.