

Les facteurs du milieu, notamment la température, et le port du haricot, *Phaseolus vulgaris* L.

par

E. DAGBA

Laboratoire de Phytomorphogénèse, 4, rue Ledru,
63038 CLERMONT-FERRAND CEDEX*.

* Adresse où les travaux ont été effectués.

Adresse actuelle: ORSTOM, B.P. 1286, Pointe-Noire (R.P. Congo).

Résumé. — Suivant les conditions du milieu, une même variété de haricot, naine ou à rames, peut être érigée ou volubile. Alors que, en champ, ces variations sont rares, à la serre et surtout en chambres conditionnées, elles peuvent être très fréquentes. Parmi tous les facteurs constituant les conditions du milieu, la température a été le plus étudié. En général, en lumière continue, une température constante est propice au port érigé lorsqu'elle est faible (12°C) et au port volubile lorsqu'elle est plus élevée (27°C). Et si une température «chaude» (30°C) est suivie, à l'étalement de la première feuille trifoliolée, d'une température fraîche (20°C), le port volubile se manifeste toujours. Il en est de même pour une thermopériode (alternance de températures se superposant à une alternance lumière/obscurité) quotidienne «chaude» ($L_{32} \cdot D_{12} \cdot 16:8$) suivie d'une thermopériode quotidienne «fraîche» ($L_{20} \cdot D_{12} \cdot 16:8$). L'inverse (température «fraîche» suivie d'une température «chaude» (20°/30°) ou thermopériode quotidienne «fraîche» suivie d'une thermopériode quotidienne «chaude»), conduit au port érigé. On peut obtenir, aussi bien à la serre que dans les chambres conditionnées, des plantes à port intermédiaire entre le port érigé et le port volubile (zigzags autour du tuteur, enroulement lâche, ...). Le port de la plante n'est pas régi par une loi du tout ou rien.

MOTS-CLÉS: Haricot — Port — Milieu — Température — Génotype — Phénotype.

THE ENVIRONMENT FACTORS, MOSTLY THE TEMPERATURE, AND THE BEAN, PHASEOLUS VULGARIS L., HABIT.

Summary. — A bean variety, dwarf or climbing, may be induced to develop the upright or twining habit by changing the environmental conditions. Whereas, in fields, these variations are rare, in the greenhouse and in conditioned-rooms, they can be very frequent. Among all the factors of environment the temperature has been the most studied. Generally, in continuous light, a constant and «cold» temperature (12°C) is favourable to the upright habit; a constant and «warm» temperature (27°C), favourable to the twining habit. Moreover, a «warm» temperature (30°C), until the outspreading of the first trifoliated leaf, followed by a lower temperature (20°C), induces to the twining habit. Similar results are obtained with a daily thermoperiod (variation of temperatures related to the variation light/darkness) «warm» ($L_{32} \cdot D_{12} \cdot 16:8$), followed by a «cold» daily thermoperiod ($L_{20} \cdot D_{12} \cdot 16:8$). Inversely, a «cold» temperature followed by a «warm» temperature (20°/30°) or a «cold» daily thermoperiod followed by a «warm» daily thermoperiod induces to the upright habit. We obtained plants with intermediate habits (zigzags around the support, loose twine ...) between the upright and twining habit in the greenhouse and in the conditioned-rooms. The plant habit is not ruled by the law of «tout ou rien»

KEY-WORDS: Bean - Habit - Environment - Temperature - Genotype - Phenotype.

ORSTOM Fonds Documentaire

N° : 27.997 ex 1

Cote : B

VIII P8

26 AVR. 1990

INTRODUCTION

On sait que le port de la plante dépend du génome. On observe cependant des modifications du port de la plante liées aux variations des conditions du milieu. DARWIN (1865) note que *Polygonum convolvulus* est volubile seulement en été et que *Ipomaea argyroides*, dressé en Afrique, est volubile à Dublin. CHODAT (1911) signale que *Arabis hirsuta* s'enroule dans les prés mais pas dans les endroits secs ou ensoleillés et que les lianes tropicales *Moutabea* sont volubiles seulement à l'ombre. BAILLAUD (1953, 1962, 1963) et DEQUEUDRE (1962, 1963) montrent que *Vincetoxicum officinale*, non volubile dans les lieux ensoleillés, l'est à l'ombre et en chambres conditionnées obscures. Sous 160 Wm^{-2} , *Vigna unguiculata*, var. Sokan, est érigé (= dressé) sous $L_{18^\circ}D_{18^\circ} 12:12$ et volubile sous $L_{18^\circ}D_{18^\circ} 18:6$ (DAGBA, 1974).

De tels faits incitent à se demander si l'on peut arriver à contrôler le port de la plante en faisant varier les conditions du milieu. C'est le but de cette étude. Le matériel végétal choisi est le haricot, *Phaseolus vulgaris*, et une variété génétiquement connue comme érigée ou comme volubile sera considérée tour à tour en champ, à la serre et dans les chambres conditionnées; parmi les conditions du milieu, nous avons spécialement considéré l'action de la température.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

A. SEMENCES

Nous avons utilisé des semences commerciales fournies par les Établissements Clause. Nos essais portent sur une variété à rames, le Coco à rames (2 autres variétés à rames, Necores et Michelet à rames, n'ont été étudiées qu'une seule fois) et 12 variétés naines: Adria, Arian, Beurre Findor, Coco nain, Corel, Mangetout Constant, Mangetout Princesse, Mangetout silvert, Michelet à longues cosses, Myrto, Nabel et Ocelo. Les résultats expérimentaux montreront le bien-fondé de ce choix.

B. CONDITIONS EXPÉRIMENTALES

1. MILIEU EXPÉRIMENTAL

Nous avons disposé de champs, d'une serre et de chambres conditionnées.

1.1. EN CHAMP

Il est nécessaire de commencer cette étude par celle de la plante dans son milieu naturel. Le semis est réalisé à la saison de culture, de mai à août. La parcelle expérimentale est composée de 108 plantes distantes de $80 \times 50 \text{ cm}$.

1.1.1. Expériences relatives à l'exposition au soleil

1.1.1.1. Chez 2 variétés, l'une naine, l'autre à rames. Nous établissons 4 parcelles correspondant à différentes expositions au soleil avec chacune 2 sous-parcelles correspondant à 2 variétés, l'une naine (Coco nain), l'autre à rames (Coco à rames). La première parcelle reste ensoleillée tant que brille le soleil; la seconde reçoit progressivement l'ombre d'un bâtiment au fur et à mesure que le soleil s'approche du couchant; la troisième est installée sous un arbre laissant filtrer les rayons du soleil pendant environ 3 h dans la journée; la quatrième enfin est installée sous un ensemble d'arbres touffus et ne reçoit aucun rayon direct de soleil.

1.1.1.2. Chez 6 variétés naines. Nous établissons 2 parcelles ayant chacune 6 sous-parcelles. Les parcelles correspondent aux 2 premières parcelles de l'essai précédent et les 6 sous-parcelles à 6 variétés naines: Adria, Arian, Mangetout Constant, Mangetout Princesse, Myrto et Nabel.

1.1.2. Expériences relatives à la date de semis

Il y a 4 dates de semis (les 1^{er} juin, 1^{er} juillet, 31 juillet et 14 août) et 12 variétés naines (les 12 citées plus haut).

1.2. À LA SERRE

La serre offre un éventail de conditions plus large qu'en champ. Les semis s'échelonnent tout au long de l'année: un essai récolté cède la place au suivant, de novembre 1974 à juillet 1982. Trois variétés ont été étudiées: Coco nain, Mangetout Princesse et Coco à rames.

Les semis sont réalisés dans des pots contenant du terreau. Les plantes, une par pot, sont distantes les unes des autres de 40 cm. Il y a en général, au départ, 33 pots par essai sauf chez Coco à rames où le nombre est de 18.

L'éclairage est celui du jour. La température varie au cours de la journée et d'une saison à l'autre; un système de chauffage thermostatique l'empêche de descendre au-dessous de 20°C; en été, elle monte souvent à 36°C.

1.3. EN CHAMBRES CONDITIONNÉES

Les pots, remplis de terreau, sont les mêmes que ceux utilisés à la serre. L'écartement est de 40 cm × 30 cm. Le nombre de plantes (une plante par pot) varie de 12 à 20. Le degré hygrométrique est de 80%.

Chaque chambre est pourvue d'un plafond lumineux fixe comprenant:

- 18 tubes de 1,50 m de long, 65 W, 220 V, lumière du jour de luxe
- 12 ampoules de 25 W, 220 V, E 14 (alimentées en 110 V).

L'éclairement, mesuré à la hauteur des pots, est, selon les besoins de l'expérimentation, de 21 Wm^{-2} ou de 14 Wm^{-2} . La température varie d'un essai à l'autre (12°C à 37°C) en fonction des objectifs envisagés. Les essais ont été réalisés :

— soit en lumière continue

- à température constante, du semis à la récolte (apparition de la première fleur du lot);
- à température constante (A°) du semis à un stade donné (en général, au stade de la première feuille trifoliolée) et à une autre température constante (B°) de ce stade à la récolte. Nous avons adopté pour ce mode d'essai, la notation A°/B° (par exemple $30^\circ/20^\circ$) que nous avons désignée par couple de températures ou succession de 2 températures. La première température est dite initiale et sa durée, période initiale. La seconde est dite finale et sa durée, période finale;

— soit en alternance lumière/obscurité

- à température constante du semis à la récolte. Exemple: $L_{12^\circ}D_{12^\circ} 16:8$;
- à température constante (A°) pendant le temps quotidien d'éclairement et à une autre température constante (B°) pendant le temps d'obscurité. L'alternance quotidienne des 2 températures se superpose à l'alternance lumière/obscurité. C'est la thermopériode quotidienne ou thermopériode à rythme quotidien. La température la plus élevée correspond au temps d'éclairement et la plus faible au temps d'obscurité. Exemple: $L_{32^\circ}D_{12^\circ} 16:8$;
- à une thermopériode quotidienne du semis à un stade donné et à une autre thermopériode quotidienne de ce stade à la récolte. À l'instar de la température initiale ou finale, nous définissons la thermopériode quotidienne initiale ou finale, la période initiale ou finale. La notation adoptée est montrée par l'exemple suivant: $(L_{32^\circ}D_{12^\circ} 16:8)/(L_{20^\circ}D_{12^\circ} 12:12)$ soit encore $(L_{32^\circ}D_{12^\circ} 16:8) \xrightarrow{10 \text{ jours}} (L_{20^\circ}D_{12^\circ} 12:12)$ où $(L_{32^\circ}D_{12^\circ} 16:8)$ est la thermopériode quotidienne initiale, $(L_{20^\circ}D_{12^\circ} 12:12)$, la thermopériode quotidienne finale et 10 jours, la période initiale.

L'une des thermopériodes quotidiennes peut être remplacée par une température constante sous une alternance lumière/obscurité. Exemple: $(L_{13,5}D_{13,5^\circ} 16:8)/(L_{32^\circ}D_{12^\circ} 16:8)$ ou $(L_{32^\circ}D_{12^\circ} 16:8)/(L_{13,5^\circ}D_{13,5} 16:8)$.

Les photopériodes utilisées sont LD 16:8, LD 12:12 et LD 8:16.

Les principales conditions de température utilisées sont notées dans le tableau I:

TABLEAU I

Principales conditions de température utilisées
(du semis à la floraison)

Températures constantes (°C)	LD 16:8 12° 13,5° 16° 20° 23° 25° 27° 30° 32° Lumière continue							
Succession [¶] de 2 températures (lumière continue)	30°/20° (= 30° $\xrightarrow{10 \text{ jours}}$ 20°)				20°/30° (= 20° $\xrightarrow{18 \text{ jours}}$ 30°)			
Thermopériode quotidienne	L _{20°} D _{12°} 12:12 L _{32°} D _{12°} 12:12 L _{32°} D _{12°} 16: 8							
Succession [¶] de 2 thermopériodes quotidiennes	(L _{32°} D _{12°} 12:12) $\xrightarrow{13 \text{ jours}}$ (L _{20°} D _{12°} 12:12)				(L _{20°} D _{12°} 12:12) $\xrightarrow{22 \text{ jours}}$ (L _{32°} D _{12°} 12:12)			
Succession [¶] d'une thermopériode quoti- dienne et d'une tem- pérature constante	(L _{32°} D _{12°} 16:8) $\xrightarrow[5 \text{ à } 19 \text{ jours}]{}$ (L _{13,5°} D _{13,5°} 16:8) (L _{32°} D _{12°} 16:8) $\xrightarrow{10 \text{ jours}}$ (L _{12°} D _{12°} 16:8)				(L _{13,5°} D _{13,5°} 16:8) $\xrightarrow{70 \text{ jours}}$ (L _{32°} D _{12°} 16:8)			

[¶] Les changements de conditions de milieu, dans une succession de 2 températures, de 2 thermopériodes quotidiennes ou d'une thermopériode quotidienne couplée à une température constante, ont lieu à l'étalement de la première feuille trifoliolée.

2. MATÉRIEL TECHNIQUE

Le tuteur. En champ, le tuteur est constitué par des rames, de diamètre 1,5 à 2,5 cm du sommet à la base, hautes de 2,5 m environ. À la serre et dans les chambres conditionnées, il est constitué d'une baguette de verre creuse, de 0,75 cm environ de diamètre, haute de 1,40 m. Sa hauteur est limitée par le plafond lumineux des chambres ou le toit en pente de la serre. Le tuteur est posé à côté de chaque plante dès l'apparition des premiers flagelles dans le lot.

C. MÉTHODE D'ANALYSE

Définition du port. Nous notons le port de la plante, c'est-à-dire sa forme, son aspect extérieur, chez un individu, à l'apparition de la première fleur; pour un lot, nous le définissons par le pourcentage des plantes à port érigé ou de celles à port volubile, au moment où toutes les plantes ont fleuri. Nous considérons un port comme volubile lorsque la plante a amorcé un début d'enroulement autour du tuteur (minimum de 1/4 à 1/2 tour). Un port est considéré comme érigé ou dressé lorsqu'il ne présente ni enroulement, ni début d'enroulement.

À la serre, les rameaux sont rares et peu développés; en chambres conditionnées, ils sont encore plus rares et encore moins développés. Comme notre étude est fondée sur la comparaison du port de la plante en champ, à la serre et en chambres conditionnées, seul le port de la tige sera considéré.

RÉSULTATS

A. MISE EN ÉVIDENCE DE LA MODIFICATION DU PORT DE LA PLANTE

1. EN CHAMP

Pendant la saison de culture (15 mai à fin août), les variétés présentent, quelles que soient la date de semis ou les variations de l'ensoleillement, c'est-à-dire les variations simultanées de température et d'éclairement, le port qui leur est assigné habituellement: les variétés dites «naines» sont naines et érigées (Fig. 1 - en haut), les variétés dites «à rames» sont volubiles (Fig. 1 - en bas).

Fig. 1. — Port de *Phaseolus vulgaris* en champ (3 mm sur la photo = 20 mm dans la réalité)
 — Photo du haut: *Port érigé* d'une variété naine (Nabel) (fin de croissance végétative - Hauteur = 36 cm)
 — Photo du bas: *Port volubile* d'une variété à rames (Coco à rames). (début de croissance - Hauteur = 69 cm - Nombre de tours = 2,5).

NABEL (var. n°3)

50 jours après

le semis (Près

de la serre)

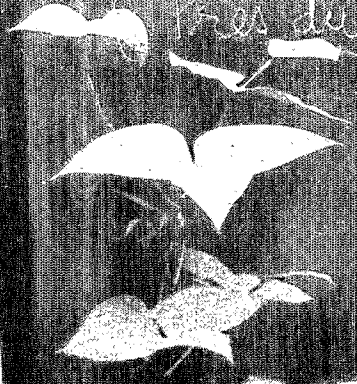


Loose blanc à

ramier, 40 jours

après le semis

(Près du Pectoral)



On constate parfois cependant, chez des variétés naines, surtout en été et pour les semis de juillet, que l'entre-nœud situé sous la dernière feuille trifoliolée est long et plus ou moins torsadé. De plus, en dehors de nos essais, on connaît quelques cas où certaines plantes de variété naine sont devenues volubiles, enroulées seulement dans leur partie terminale. On observe ainsi, chez la variété naine, une tendance au volubilisme.

2. À LA SERRE

2.1. COCO NAIN

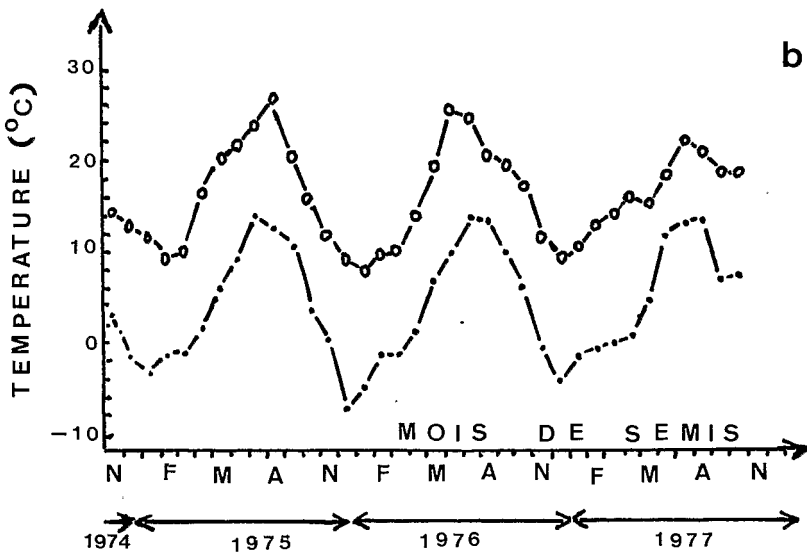
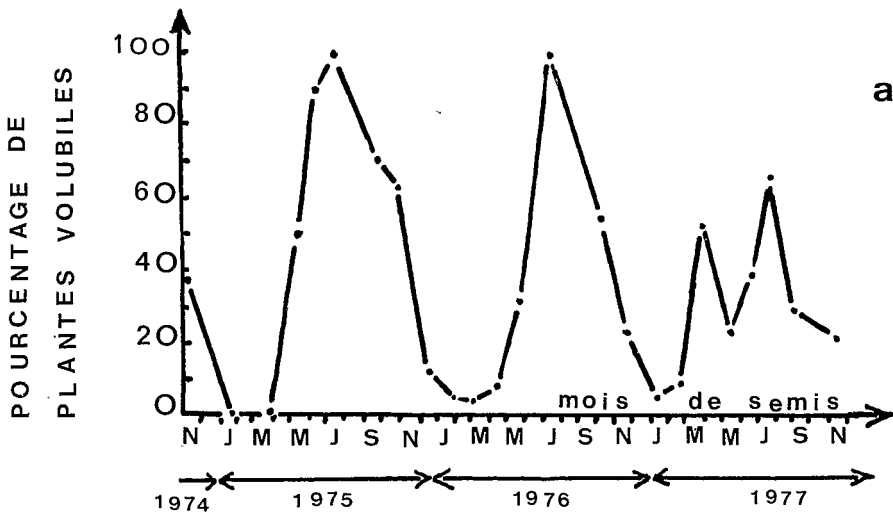
En semis échelonnés, cette variété montre une courbe de pourcentages de plantes volubiles, en fonction de la date de semis, analogue à une sinusoïde avec des maximums en été (Fig. 2a: semis de juillet 1975, 1976, 1977) et des minimums en hiver (Fig. 2a: semis de janvier-février 1975, 1976, 1977).

En hiver, on note entre 0 et 5% de plantes volubiles; en été chaud, 100% de plantes volubiles et, en été frais, un pourcentage moindre. Entre ces 2 saisons, la proportion de plantes volubiles évolue progressivement: elle s'élève de l'hiver à l'été et s'abaisse de l'été à l'hiver. On observe alors, en plus des formes typiques, érigée et volubile, des formes intermédiaires entre le port érigé et le port volubile (Fig. 3): zigzags devant le tuteur, zigzags autour du tuteur, zigzags en bas et enroulement lâche en haut, zigzags en bas et enroulement serré en haut, enroulement lâche. L'apparition du port de la plante n'obéit donc pas à la loi du tout ou rien. Elle est progressive avec toute une série de formes ou ports intermédiaires.

On peut se demander si le phénomène observé est isolé ou général chez les variétés naines. Pour cela, étudions la variété Mangetout Princesse.

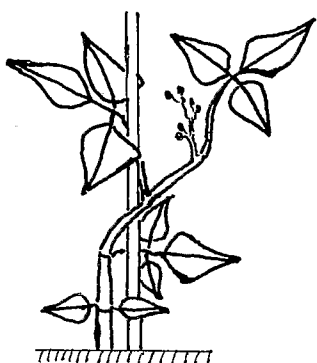
Fig. 2. — Port de *Phaseolus vulgaris*, var. Coco nain, à la serre, en fonction de la date de semis.
— graphique du haut (a): Pourcentage de plantes volubiles en semis échelonnés au cours du temps.
— graphique du bas (b): Moyenne quotidienne de température du mois à Clermont
• moyenne quotidienne la plus basse
○ moyenne quotidienne la plus élevée.

Fig. 3. — Différents types de port intermédiaires, observés entre le port érigé et le port volubile
a) plante érigée (= dressée) typique
b) plante érigée mais accrochée au tuteur entre le pétiole et une foliole latérale
c) plante érigée mais retenue au tuteur par une fourche tige-rameau
d) plante érigée à zigzags devant le tuteur
e) plante à zigzags autour du tuteur
f) plante à zigzags en bas et enroulement lâche en haut
g) plante à zigzags en bas et enroulement serré en haut
h) plante à enroulement lâche
i) plante à enroulement serré (ou ferme).

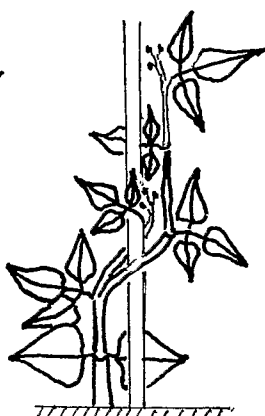




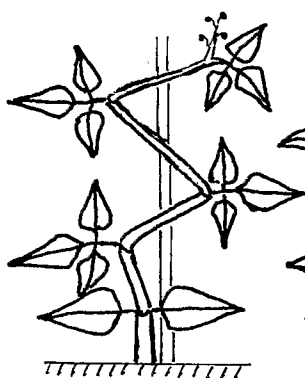
a



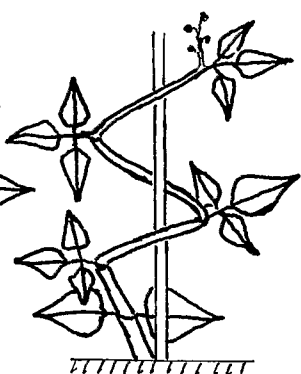
b



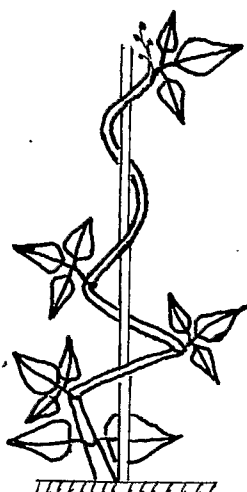
c



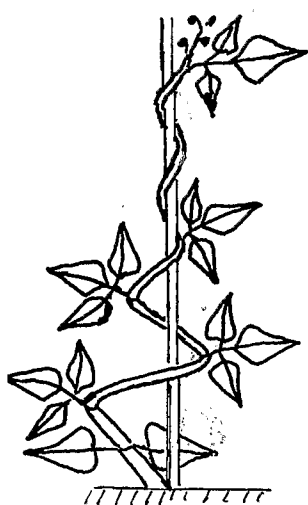
d



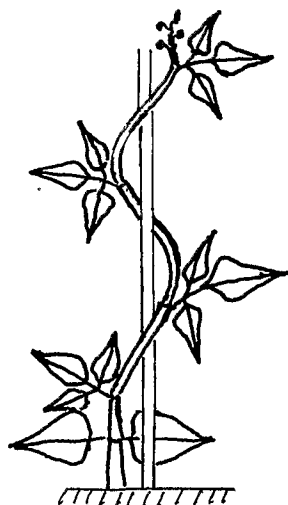
e



f



g



h



i

2.2. MANGETOUT PRINCESSE (Fig. 4)

En semis échelonnés le long de l'année, cette variété présente, comme le Coco nain, une courbe de pourcentage de plantes volubiles à allure périodique avec des maximums en été (Fig. 4a: semis de juin-juillet 1978, de mai-décembre 1979) et des minimums en hiver (semis de décembre 1977 à mars 1978, de septembre 1978 et de janvier-février 1980). Alors que, pour le Coco nain, le minimum est de l'ordre de 0 à 5% de plantes volubiles, ici il n'est jamais inférieur à 75%. En outre le maximum qui s'étend sur un mois au plus chez Coco nain s'étend, chez Mangetout Princesse en 1979, sur 7 à 8 mois (mai à décembre). De plus, le nombre de tours de tuteur, qui est de 2 pour le Coco nain, est de 9 pour le Mangetout Princesse.

Des ports intermédiaires apparaissent aussi, bien que plus rares.

Ainsi cette variété manifeste une aptitude plus grande que le Coco nain à devenir volubile.

2.3. COCO À RAMES

En semis échelonnés (du 05.12.80 au 05.11.81) à la serre, le Coco à rames est constamment volubile. Les caractères sont notés dans le tableau II, p. 97:

Si le port de cette variété n'est pas modifié, ses caractères (longueur ou hauteur de la tige, hauteur de la partie enroulée, nombre de tours de tuteur, pas de l'hélice) dépendent des conditions du milieu: ils sont faibles en hiver (hauteur de la partie enroulée au semis du 05.11.81 = 29 cm), élevés en été (hauteur de la partie enroulée au semis du 16.06.81 = 100 cm). On se demande alors ce que deviendrait le port de cette variété sous des températures plus basses que celle de la serre en hiver (20°C).

2.4. CONCLUSION

Alors que, en champ, les variétés dites «naines» sont érigées et les variétés dites «à rames» sont volubiles, à la serre, pour les mêmes variétés, on observe un port qui peut être différent. Une variété à rames est toujours volubile mais avec des caractères (nombre de tours, hauteur de la partie enroulée, pas de l'hélice, hauteur de la plante) qui dépendent de la date du semis. Une variété naine, au contraire, n'est pas toujours naine: le Coco nain est érigé (100% de plantes) en hiver mais volubile (100% de plantes) en été, le Mangetout Princesse est volubile presque autant en hiver (75% de plantes) qu'en été (100% des plantes). De plus, les caractères de l'enroulement sont variables: il existe des formes intermédiaires entre le port érigé et le port volubile et le nombre de tours de tuteur est plus ou moins élevé. L'apparition du volubilisme n'est pas liée à une loi du tout ou rien. Tout laisse penser à l'existence de transitions entre le port érigé et le port volubile, du Coco nain au Coco à rames en passant par le Mangetout Princesse.

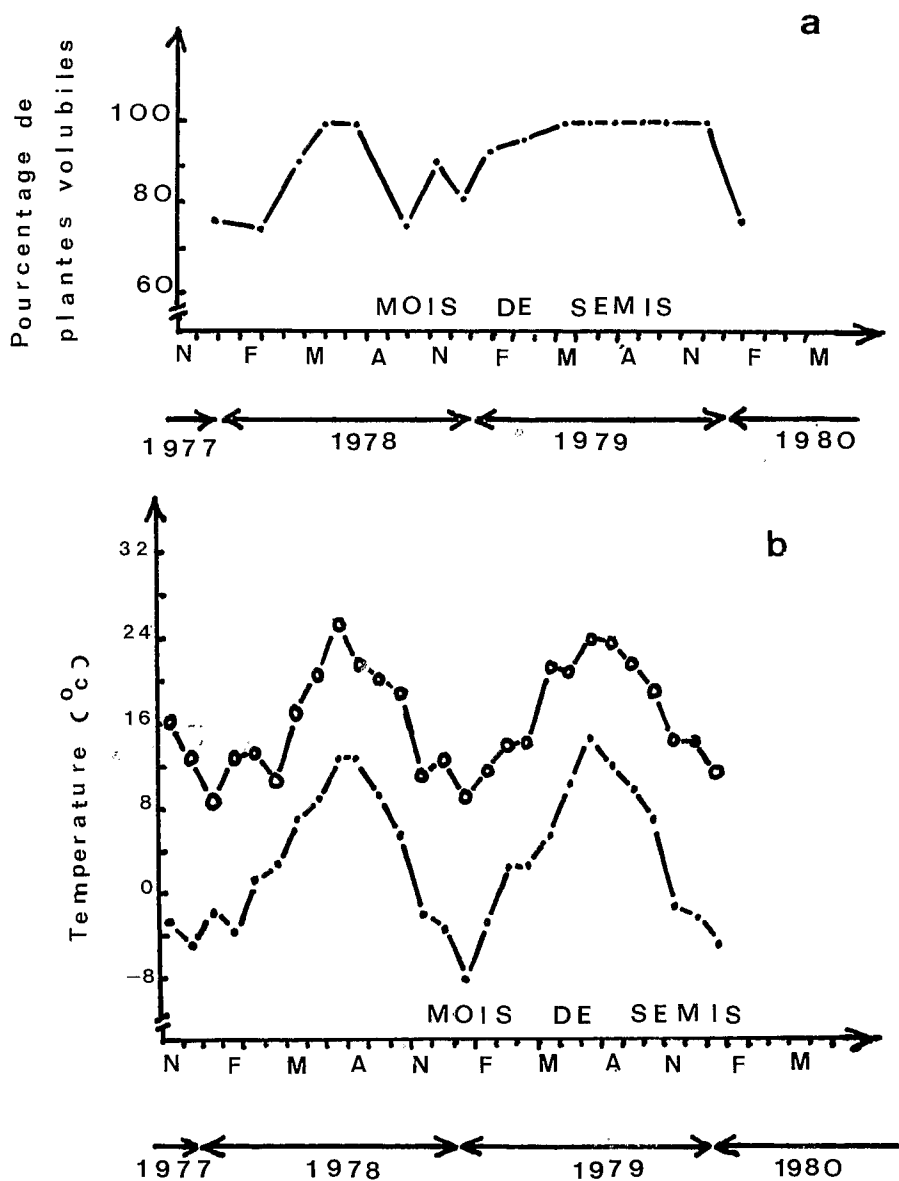


Fig. 4. — Port de *Phaseolus vulgaris*, var. Mangetout Princesse, à la serre, en fonction de la date de semis.

— graphique du haut (a): Pourcentage de plantes volubiles en semis échelonnés au cours du temps.

— graphique du bas (b): Moyenne quotidienne de température du mois à Clermont

• moyenne quotidienne la plus basse

○ moyenne quotidienne la plus élevée.

TABLEAU II

Caractères de Coco à rames en semis échelonnés (26.01.81 au 5.11.81) à la serre.

Caractères étudiés	Date de semis											
	moyenne						écart-type de la population					
	26.01	26.02	17.04	16.06	10.09	05.11	26.01	26.02	17.04	16.06	10.09	05.11
Longueur (cm) de la tige (= somme des entre-nœuds)	91,5	147,6	178,2	208,2	121,4	58,1	19,2	24,4	32,1	22,4	16,6	14,5
Hauteur (cm) de la tige (sur tuteur + au-delà du tuteur)	83,1	135,5	168,7	201,1	112,1	53,7	18,2	22,9	32,1	23,4	15,8	12,9
Hauteur (cm) de la partie enroulée pour la longueur du tuteur	57,9	100,3	105,2	100,1	88,3	29,1	19,1	10,5	9,9	8,2	15,6	11,6
Nombre de tours de tuteur pour la longueur du tuteur	8,6	13,3	12,3	9,6	12,6	5,4	2,7	1,2	1,8	1,5	2,0	2,4
Pas de l'hélice (cm)	6,7	7,6	8,7	10,7	7,0	5,4	0,9	0,6	1,0	1,0	0,7	0,8
Durée de l'essai (jours)	80	104	78	77	67	76	$s' = s \sqrt{\frac{n+1}{n}}$					
Nombre de plantes	17	18	18	18	15	8	s' = écart-type de la population s = écart-type de l'échantillon (= lot) n = nombre d'individus dans l'échantillon					

Puisque, à la serre, le long de l'année, le port d'une variété naine n'est pas toujours le même, les facteurs du milieu, qui évoluent selon les saisons, en sont, à notre avis, responsables.

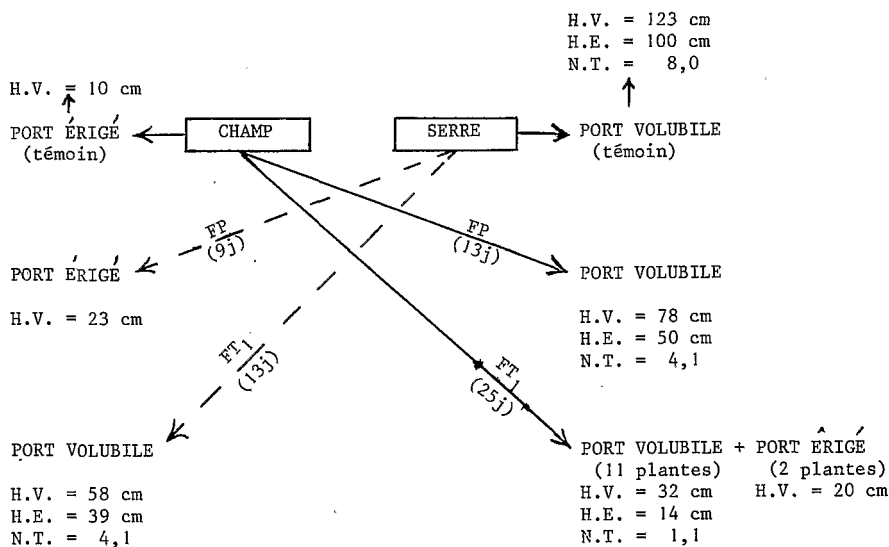
3. TRANSFERT DU CHAMP À LA SERRE ET INVERSEMENT

Deux semis de Mangetout Princesse ont été effectués le même jour (31.05.80) l'un au champ, l'autre à la serre. Au stade de l'étalement des feuilles primaires (FP) et de la première feuille trifoliolée (FT₁), des plantes ont été transférées du champ à la serre et de la serre au champ. Il y a 13 plantes par condition.

En champ, toutes les plantes-témoins sont érigées; à la serre, elles sont toutes volubiles. Transférées au stade FP, les plantes présentent le même port que les témoins cultivés dans le milieu d'accueil: érigé lorsqu'elles sont transférées au champ et volubile lorsqu'elles sont transférées à la serre. Transférées au stade FT₁, les plantes présentent, en général, le même port que les témoins restés dans le milieu du semis: lot tout entier volubile lorsque les plantes proviennent de la serre et mixte lorsqu'elles proviennent du champ. Le schéma suivant expose les résultats:

TABLEAU III

Le port de Mangetout Princesse transféré du champ à la serre et inversement.



H.V. = Hauteur verticale à la récolte (moyenne)

H.E. = Hauteur enroulée à la récolte (moyenne)

N.T. = Nombre de tours de tuteur à la récolte (moyenne)

F.P. = Transfert au stade des feuilles primaires étalées

F.T₁ = Transfert au stade de la première feuille trifoliolée étalée

(j) = Nombre de jours après le semis. Le nombre de plantes par série est de 13.

Le milieu d'origine et le milieu d'accueil contribuent tous deux à donner une forme au végétal. Ainsi les conditions écologiques qui règnent du semis à la floraison ont une influence déterminante sur le port de la plante. Le stade de l'étalement de la première feuille trifoliolée semble jouer un rôle de plaque tournante: plus le transfert est précoce, plus l'action du milieu d'accueil est prépondérante; plus il est tardif, plus celle du milieu d'origine l'emporte.

Deux autres points méritent d'être soulignés: la vitesse de croissance en longueur d'une part, le nombre et la longueur des entre-nœuds végétatifs d'autre part.

Vitesse de croissance en longueur

Évaluées sur une plante en pleine croissance, représentative du lot considéré, les vitesses de croissance en longueur font l'objet du tableau IV:

TABLEAU IV

Vitesse de croissance en longueur (cm/jour) de Mangetout Princesse transféré du champ à la serre et inversement (vitesse évaluée sur une plante en pleine croissance).

Lieu du	semis	champ	serre		champ		serre
	transfert	témoin	champ		serre		témoin
Stade lors du transfert	-	FP	FT ₁	FP	FT ₁		-
Port de la plante	érigé	érigé	volubile	volubile	volubile	érigé	volubile
Vitesse (cm/jour)	0,3	0,6	1,9	8,3	3,2	1,3	10,0

FP = étalement des feuilles primaires

F.T₁ = étalement de la première feuille trifoliolée

On constate que la vitesse de croissance est:

— 30 fois plus élevée chez la plante-témoin (volubile) à la serre que chez la plante-témoin (érigée) en champ;

— comprise, lorsque l'on considère tous les lots de l'essai, entre 1,9 et 10,0 cm/jour chez les plantes volubiles et entre 0,3 et 1,3 cm/jour chez les plantes érigées.

La vitesse de croissance apparaît ainsi comme un paramètre important de l'édification du port de la plante.

Nombre et longueur des entre-nœuds végétatifs

Nombre des entre-nœuds. En général, chez les variétés naines, le nombre des entre-nœuds est faible (7 au plus); il est nettement plus élevé (souvent supérieur à 30) chez les variétés à rames. Dans cet essai, le témoin en champ et le témoin à la serre présentent respectivement 4 et 6 entre-nœuds. Dans la population mixte (lot transféré du champ à la serre au stade FT₁), les plantes érigées ont 4 ou 5 entre-nœuds et les plantes volubiles 5 ou 6 entre-nœuds. L'enroulement, chez ces dernières, concerne la partie supérieure de la plante.

Si donc les plantes érigées de ce lot avaient pu développer davantage d'entre-nœuds, elles auraient, à notre avis, fini par s'enrouler dans leur partie supérieure comme leurs homologues volubiles. Le nombre d'entre-nœuds conditionne le port de la plante.

Longueur des entre-nœuds. Les entre-nœuds sont plus longs chez les plantes volubiles que chez les plantes érigées comme le montre le tableau V, relatif à des plantes ayant le même nombre d'entre-nœuds :

TABLEAU V
Longueur (cm) des entre-nœuds chez les plantes érigées ou volubiles
d'un lot mixte de Mangetout Princesse
(essai de transfert champ $\longleftrightarrow$ serre)

Port \ E.N.	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
érigé	2,7	3,3	5,7	2,9
volubile	3,1	4,5	10,5	5,5

EN = entre-nœud

T_n = entre-nœud de rang (n + 1)

Il existe une relation entre la longueur des entre-nœuds et le port de la plante.

Ainsi, le nombre et la longueur des entre-nœuds apparaissent comme paramètres importants de l'édification de la forme de la plante.

Ces remarques incitent à penser que le milieu conditionne le port de la plante en contrôlant la vitesse de croissance de l'axe considéré ainsi que le nombre et la longueur des entre-nœuds de cet axe.

Comme on peut le constater, les semences d'un lot mises en terre, les unes à la serre, les autres en champ, pendant la saison de culture, produisent à la serre des plantes volubiles et en champ des plantes érigées. Il n'apparaît donc pas de variations endogènes annuelles.

4. DANS LES CHAMBRES CONDITIONNÉES

Les chambres conditionnées permettent de séparer l'effet de la température, la variable principalement étudiée, de ceux des autres facteurs du milieu. Les premiers essais portent sur le Coco nain. On observe les ports typiques et les ports intermédiaires notés précédemment à la serre (Fig. 3). Nous examinerons en lumière continue l'effet, sur le port de cette variété, d'une température constante, d'une succession de 2 températures et d'une succession de 3 températures. Les résultats sont consignés dans le tableau VI :

TABLEAU VI

Relation entre la température et le port du Coco nain en lumière continue.

Température constante	Faible		Elevée	
	Température (°C)	Port	Température (°C)	Port
14 W.m ⁻²	-	-	20° ou 30°	intermédiaire
21 W.m ⁻²	16°	érigé	20°, 23° ou 30°	
Succession de	Eclairement	Température initiale (°C)	Température finale (°C)	Port
2 températures	14 W.m ⁻²	30°	20°	volubile
		20°	30°	érigé
	21 W.m ⁻²	30°	21°	volubile
		30°	17°, 19° ou 25°5	volubile + intermédiaire
3 températures	21 W.m ⁻²	30°	20°	volubile
		30°	25°	volubile + intermédiaire
	21 W.m ⁻²	28°	20°	volubile
		28° (10 jours)	20° (3 semaines) puis 28° (2 semaines)	volubile (pendant 3 semaines) puis érigé (pendant 2 semaines)

En lumière continue et à température constante, un lot de plantes est tout entier érigé à faible température (16°C) et présente des ports intermédiaires à températures plus élevées (entre 20°C et 30°C).

En lumière continue, sous une succession de 2 températures, on obtient 100% de plantes volubiles avec une température initiale «élevée» (28°C ou 30°C) suivie d'une température finale «faible» (20°C ou 21°C) et 100% de plantes érigées avec une température initiale «faible» (20°C ou 21°C) suivie d'une température finale «élevée» (28°C ou 30°C). Lorsque la température initiale «élevée» est suivie d'une température finale inférieure à 20°C ou supérieure à 21°C, des ports intermédiaires apparaissent.

En lumière continue, la succession de 3 températures 28°/20°/28°C peut être considérée comme la succession 28°/20°C (qui conduit au port volubile) suivie de la succession 20°/28°C (qui conduit au port érigé). En effet la plante présente sur le même axe une portion volubile (pendant la période de 20°C) surmontée d'une portion érigée (pendant la période de 28°C qui suit celle de 20°C). Le port de la plante n'est donc pas déterminé de façon irréversible.

B. ESSAI DE GÉNÉRALISATION (en chambres conditionnées)

Il serait intéressant de pouvoir modifier, à l'instar de Coco nain, le port des autres variétés. Aussi soumettons-nous ces variétés aux conditions auxquelles a été exposé Coco nain, à savoir en lumière continue :

- 30°/20° : pour l'obtention du port volubile
- 30°C et 20°C : comme conditions témoins
- 20°/30° : pour l'obtention du port érigé.

Pour les variétés naines difficiles à obtenir sous la forme érigée en lumière continue ainsi que pour Coco à rames, volubile en champ, donc en principe plus difficile à devenir érigé que les variétés naines, nous utiliserons l'alternance lumière/obscurité, l'obscurité permettant de baisser plus facilement la température qu'en lumière continue.

1. LUMIÈRE CONTINUE SOUS 21 W.m⁻²

1.1. ESSAI À 30°/20°

1.1.1. Plantes à 30°/20°

Nous avons cultivé en même temps Coco nain et 11 variétés naines (3 individus par variété) puis séparément chacune d'elles avec un nombre plus élevé d'individus.

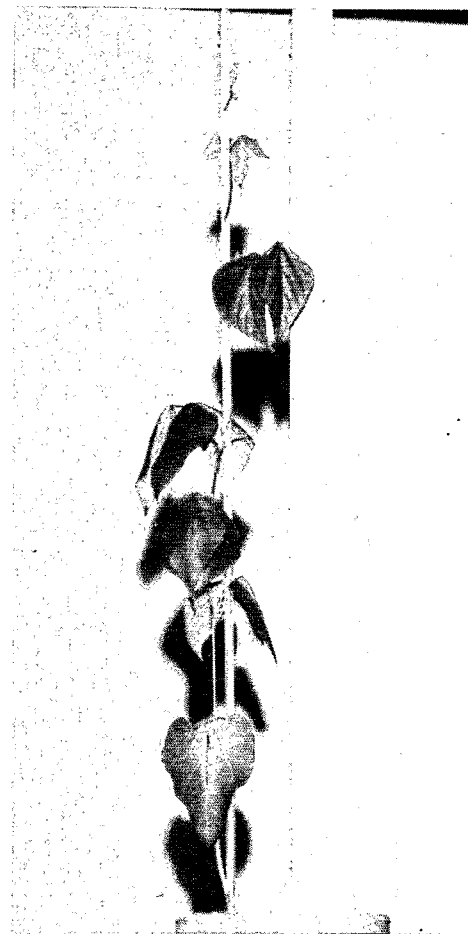
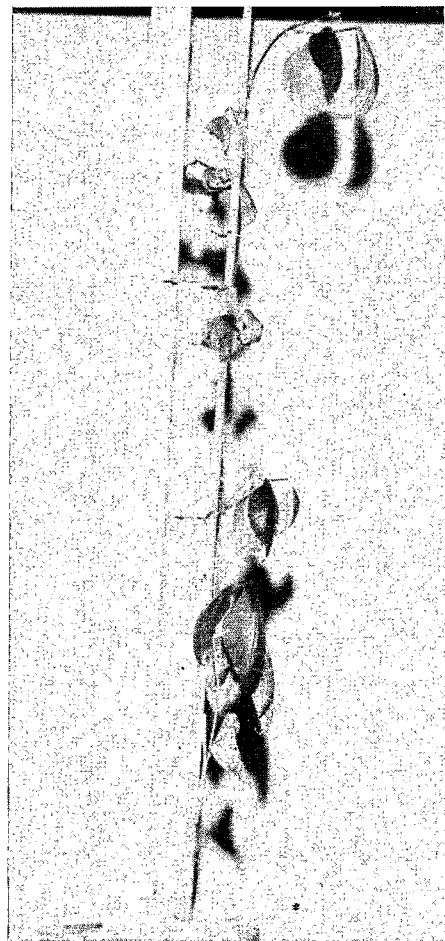
Mangetout Silvert excepté, toutes les variétés naines, à 30°/20°, présentent 100% de plantes volubiles (Fig. 5), avec un nombre de tours de tuteur et une hauteur de la partie enroulée qui dépendent de la variété.



Fig. 5. — Port de *Phaseolus vulgaris*, Mangetout Constant, en chambres conditionnées (lumière continue) le 22.08.1977, 32 jours après le semis.

De gauche à droite :

- port érigé à 30°C (3 mm sur la photo = 20 mm dans la réalité)
- port érigé à 20°C (6 mm sur la photo = 20 mm dans la réalité)
- port volubile à 30°/20°C (3 mm sur la photo = 20 mm dans la réalité).



1.1.2. Plantes-témoins aux températures constantes de 20°C et 30°C

À 30°C, pour un certain nombre de variétés (Mangetout Princesse, Myrto, Nabel, Arian, Ocelo et Corel), 100% des plantes sont volubiles. Pour d'autres (Beurre Findor 42% et Mangetout Constant 33%), ce pourcentage est faible. Enfin, il est nul pour Coco nain et Mangetout Silvert.

À 20°C, les pourcentages de plantes volubiles obtenues dépendent de la variété naine considérée: Mangetout Princesse (92%), Myrto (83%), Nabel (33%), Arian (12%), Ocelo (9%), Mangetout Constant (4%), Corel (0%), Beurre Findor (0%), Coco nain (0%) et Mangetout Silvert (0%).

Ces résultats ainsi que ceux obtenus à 30°/20°, sont consignés sur le tableau VII.

Quelques plantes à ports intermédiaires ont été notées par exemple chez Nabel et Ocelo à 20°C, chez Beurre Findor et Mangetout Silvert à 30°C.

1.2. ESSAI À 20°/30°

Deux variétés ont été choisies pour leur taux de plantes volubiles à 20°C: Ocelo (9%) et Mangetout Princesse (92%).

1.2.1. Ocelo

Ocelo, comme Coco nain, présente, à 20°/30°, 100% de plantes érigées.

1.2.2. Mangetout Princesse

Transférée de 20°C à 30°C, la variété Mangetout Princesse ne présente que 46% de plantes érigées; c'est, pour cette variété, le taux le plus fort obtenu à la serre et dans les chambres conditionnées en lumière continue.

2. ALTERNANCE LUMIÈRE/OBSCURITÉ AVEC THERMOPÉRIODE(S) QUOTIDIENNE(S) SOUS UN ÉCLAIREMENT DE 21 W.m⁻²

À la recherche des conditions de température où Mangetout Princesse pourrait être totalement érigé, nous allons utiliser, en alternance lumière/obscurité, des températures supérieures ou égales à 30°C, inférieures ou égales à 20°C. Nous tenterons aussi de rendre érigé Coco à rames dans les mêmes conditions.

2.1. MANGETOUT PRINCESSE (Fig. 6)

Avec les thermopériodes quotidiennes L_{20°}D_{12°}12:12, L_{32°}D_{12°}12:12 ou L_{32°}D_{12°}16: 8, on observe respectivement 60%, 73% et 73% de plantes érigées, taux supérieur à celui de l'essai précédent. La hauteur des plantes non volubiles à L_{32°}D_{12°} est beaucoup plus grande (65 cm environ) que celle des plantes érigées habituelles (25 à 35 cm) et elles doivent être maintenues au tuteur par des attaches pour rester dressées. Nous avons appelé ce port érigé long.

TABLEAU VII

Classification de 12 variétés naines suivant leur aptitude au volubilisme, en jour continu, 21 W.m⁻².

Variété	Mangetout Princesse	Myrto	Nabel	Arian	Michelet à longues cosses	Ocelo	Adria	Corel	Mangetout Constant	Coco nain	Beurre Findor	Mangetout Silvert
Nombre de tours d'enroulement le plus élevé à 30°/20° (pour 3 pieds par variété)	9,0	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	2,0	1,5	1,5	1,0	0
30° C (jusqu'à l'étalement de la 1ère feuille trifoliolée) puis 20° C												0% V
30° C									33% V	0% V	42% V	0% V
20° C	92% V	83% V	33% V	12% V		9% V		0% V	4% V	0% V	0% V	0% V

————— : 100% des plantes volubiles
 en blanc : variété non soumise à l'expérimentation
 - - - - - : mélange de plantes volubiles et de plantes naines.



Fig. 6. — Port de *Phaseolus vulgaris*, var. Mangetout Princesse en chambres conditionnées (alternance lumière/obscurité).

De gauche à droite :

- port (long) à $L_{32}^{\circ}D_{12}^{\circ}12:12$ (3 mm sur la photo = 20 mm dans la réalité)
- port volubile à $L_{20}^{\circ}D_{12}^{\circ}12:12$ (6 mm sur la photo = 20 mm dans la réalité).

Avec les successions de 2 des thermopériodes quotidiennes précédentes :

$(L_{32}^{\circ}D_{12}^{\circ}12:12)$ $\xrightarrow{13 \text{ jours}}$ $(L_{20}^{\circ}D_{12}^{\circ}12:12)$ (1)

$(L_{20}^{\circ}D_{12}^{\circ}12:12)$ $\xrightarrow{22 \text{ jours}}$ $(L_{32}^{\circ}D_{12}^{\circ}12:12)$ (2)

on observe respectivement 0% et 100% de plantes érigées.

Chez Mangetout Princesse, les résultats obtenus avec la succession des 2 thermopériodes (1) ou (2) rappellent ceux obtenus chez Coco nain et Ocelo avec les successions respectives de températures $30^{\circ}/20^{\circ}$ ou $20^{\circ}/30^{\circ}$.

x port érigé (long)

2.2. COCO À RAMES

Cette variété étant génétiquement volubile, peut-on la rendre érigée? Pour Mangetout Princesse, nous avons dû utiliser, pour obtenir le port érigé en chambres conditionnées, des températures plus fraîches que pour les autres variétés naines. La succession (2) utilisée chez Coco à rames conduit non à des plantes érigées mais à 100% de plantes volubiles. Dès lors, pour cette variété, des températures encore plus fraîches pourraient être efficaces : la température de 13,5°C a d'abord été essayée.

Avec les témoins à $L_{13,5^{\circ}}D_{13,5^{\circ}}16:8$ et à $L_{32^{\circ}}D_{12^{\circ}}16:8$, on observe respectivement 22% et 12% de plantes érigées.

Avec $L_{32^{\circ}}D_{12^{\circ}}16:8$ $\xrightarrow{5 \text{ ou } 9 \text{ jours}}$ $L_{13,5^{\circ}}D_{13,5^{\circ}}16:8$ (3) on observe 0% de plantes érigées (= 100% de plantes volubiles) comme chez Coco nain 30°/20°.

Avec $L_{13,5^{\circ}}D_{13,5^{\circ}}16:8$ $\xrightarrow{31 \text{ à } 70 \text{ jours}}$ $L_{32^{\circ}}D_{12^{\circ}}16:8$ (4)

on observe une population mixte, montrant une série de formes qui rappellent les ports intermédiaires, composée comme suit :

- environ 10% de plantes érigées
- environ 40% de plantes volubiles
- environ 20% de plantes volubiles sur 2 portions de tige séparées par 1 portion érigée
- environ 15% de plantes érigées en bas (portion de tige longue de plus de 60 cm) et volubiles en haut
- environ 15% de plantes volubiles en bas et érigées en haut (comme chez le Coco nain à 28°/20° puis à 28°C).

Il est possible qu'avec une température initiale inférieure à 13,5°C, la succession (4) permette d'obtenir un lot tout entier érigé. Mais à $L_{12^{\circ}}D_{12^{\circ}}16:8$, la graine (de Coco à rames et de Mangetout Princesse, les deux espèces étudiées), ne germe pas.

Avec $L_{32^{\circ}}D_{12^{\circ}}12:8$ $\xrightarrow{8 \text{ ou } 10 \text{ jours}}$ $L_{12^{\circ}}D_{12^{\circ}}16:8$ (5)
 $L_{32^{\circ}}D_{12^{\circ}}16:8$ $\xrightarrow{10 \text{ ou } 12 \text{ jours}}$ $L_{12^{\circ}}D_{12^{\circ}}16:8$ (6)

on obtient 100% de plantes érigées. Lorsque la température finale est «très fraîche», 12°C, la succession (5) ou (6) ne conduit plus au port volubile comme 30°/20° mais au port érigé. Ici, la température «très fraîche» semble jouer un rôle de facteur limitant à l'égard de la croissance.

Inversement, une température «très élevée» en phase éclairée ($L_{35^{\circ}}D_{22^{\circ}}16:8$ ou $L_{37^{\circ}}D_{22^{\circ}}16:8$ ou $L_{35^{\circ}}D_{15^{\circ}}8:16$) permet de parvenir au même résultat : 100% de plantes érigées.

La différence entre les résultats (3) et (6) est frappante alors que l'écart entre les conditions de culture est faible : 5 jours pour la période initiale et 1°C pour la température finale. Cela peut s'expliquer par le fait que les zones

de température 12°-13°C et 33-34°C apparaissent comme des zones critiques de passage d'un port à l'autre. En effet, chez Mangetout Princesse en lumière continue, nous avons observé une population entière érigée de 10°C à 12°C, une population mixte de 13°C à 19°C, une population entière volubile de 20°C à 32°C, une population mixte à 33°-34°C et enfin une population entière érigée au-delà de 34°C.

Remarque:

Si l'on cultive Mangetout Princesse dans les mêmes conditions que Coco à rames, on constate que :

— Mangetout Princesse est plus « facilement » érigé que Coco à rames en températures « basses » : pour les successions (4), (5) et (6) précitées, Mangetout Princesse est toujours érigé tandis que les pourcentages de plantes érigées chez Coco à rames sont respectivement 10%, 100% et 100% ;

— par contre, Mangetout Princesse est moins « facilement » érigé que Coco à rames en températures « très élevées » : pour les thermopériodes quotidiennes $L_{35^{\circ}}D_{15^{\circ}}8:16$, $L_{35^{\circ}}D_{22^{\circ}}16:8$ et $L_{37^{\circ}}D_{22^{\circ}}16:8$, Coco à rames est toujours érigé tandis que les pourcentages de plantes érigées chez Mangetout Princesse sont respectivement 0%, 20% et 100%.

Ainsi la sensibilité de chacune de ces deux variétés est différente aux températures extrêmes de culture.

DISCUSSION

Devant ces résultats, deux questions se posent. La première : des modifications du port du haricot liées aux conditions du milieu ont-elles été signalées ? La seconde : les résultats des chambres conditionnées permettent-ils une explication du port de la plante en champ ?

— Modifications du port du haricot décrites dans la littérature

Des modifications du port du haricot en relation avec les conditions du milieu ont été signalées. VON MARTENS (1860) mentionne que, en champ, certains haricots nains peuvent avoir tendance à s'enrouler et que certains haricots à rames, à entre-nœuds courts et épais, ne s'enroulent pas. DENAIFFE (1905) note que, en saison de culture défavorable, des haricots à rames, touffus et ramifiés à la base, ont le port de haricots nains à filants. BANNEROT et FOUILLOUX, en 1974*, indiquent que, en serre en hiver, sous un éclaircissement d'appoint de $13,5 \text{ W.m}^{-2}$, des haricots nains deviennent volubiles. HENDRICKS (1960) cultive sous LD 8:16 des haricots, var. Pinto. Il montre que le Rouge Lointain ou Rouge Long (R.L.) fourni en un temps court (5 mn) à la fin de la phase lumineuse entraîne l'apparition d'entre-nœuds longs et de flagelles, à

* Communication personnelle.

condition que la plante ne soit pas exposée par la suite au Rouge Court (R.C.), même brièvement (5 mn).

Chez le Niébé, «haricot d'Afrique», un cultivar (Sokan) érigé et 3 cultivars (Eré, Gbogbodokoun, Nanwouikoun) rampants en champ dans leur localité d'origine** sont volubiles avec un enroulement lâche, sous 160 Wm^{-2} ($L_{32^\circ}D_{27^\circ}$) et des éclaircements quotidiens de durée 9 h, 11 h, (9 + 7)h*** et 16 h (DAGBA, 1974). Puisque les 2 ports érigé et rampant sont transformés en un même port (volubile à enroulement lâche) sous 4 durées différentes d'éclaircissement, c'est que la durée de l'éclaircissement n'est pas responsable de cette modification. Les facteurs responsables sont communs à ces 4 lots et sont donc l'intensité d'éclaircissement (160 Wm^{-2}) ou la température $L_{32^\circ}D_{27^\circ}$ ou les deux à la fois. En plus donc de l'effet des radiations lumineuses démontré par HENDRICKS, l'intensité lumineuse et la température peuvent intervenir.

Du point de vue des substances chimiques, BAILLAUD *et al.* (1960-1962 et 1963) mettent en évidence l'induction du port volubile chez *Phaseolus vulgaris* traité à l'acide gibbéréllique (GA). TALLU et TALIERCIO (1984) dosent la gibbérélline sur la partie en voie de croissance du haricot, var. Coco nain, cultivé sous LD 16:8 à 30°C (volubile), à 18°C (érigé) et à $18^\circ\text{C} + 50 \mu\text{l de } 10^{-3} \text{ M de GA}_3$ (volubile). Les plantes volubiles ont une activité gibbéréllique et une concentration en GA plus élevées que les plantes érigées. THUAULT et HEMERY (1985) dosent, entre autres glucides, saccharose et glucose chez Coco à rames et Mangetout Princesse, traités ou non avec $50 \mu\text{l de } 10^{-3} \text{ M de GA}_3$ dans des conditions du milieu ($L_{33^\circ}D_{15^\circ}8:16$; $L_{28^\circ}D_{22^\circ}16:8$) où ils sont érigés ou volubiles. Le port érigé est caractérisé par une activité invertasique et glucosique faible et le port volubile, par une activité invertasique et glucosique élevée. Ainsi il existe une relation entre la température, le port de la plante et les teneurs en substances biochimiques.

— Relation entre la température et le port de la plante en champ

La température permet-elle d'expliquer le port de la plante en champ? Ce milieu est caractérisé par une variation à la fois journalière et saisonnière de la température.

Dans les conditions artificielles, les thermopériodes quotidiennes reproduisent partiellement les variations journalières tandis que les successions de thermopériodes reproduisent, partiellement aussi, les variations non seulement journalières mais encore saisonnières. Ce sont donc les successions de thermopériodes qui se rapprochent le plus des conditions du champ. Or, nous l'avons vu, une thermopériode quotidienne «chaude» est nécessaire au début

** longueur du jour de 11 h 42 (décembre-janvier) à 12 h 30 (juin-juillet) - température moyenne: 26°C ; maxima absolus: 36°C ; minima absolus: 16°C .

*** (9 + 7)h = 9 h de lumière intense (160 Wm^{-2}) et 7 h de lumière d'appoint faible (de l'ordre de $0,16 \text{ Wm}^{-2}$).

du développement (période initiale) pour obtenir un enroulement. Par exemple chez Mangetout Princesse, on observe:

$L_{32^{\circ}}D_{12^{\circ}}$	$\longrightarrow$	$L_{20^{\circ}}D_{12^{\circ}}$	: 100% de plantes volubiles
$L_{20^{\circ}}D_{12^{\circ}}$	$\longrightarrow$	$L_{32^{\circ}}D_{12^{\circ}}$	: 0% de plantes volubiles
		$L_{32^{\circ}}D_{12^{\circ}}$	: 27% de plantes volubiles
		$L_{20^{\circ}}D_{12^{\circ}}$	: 40% de plantes volubiles

La succession de 2 thermopériodes pourrait ainsi permettre d'entrevoir une explication du port des variétés naines en champ:

- les semis et le début des cultures ont lieu vers la fin du printemps (20 mai au 20 juin): c'est la période initiale avec une thermopériode quotidienne «fraîche»;
- la poursuite et la fin des cultures se déroulent en été (21 juin à fin août): c'est la période finale avec une thermopériode quotidienne «chaude»;
- en présence d'une telle période finale «chaude» succédant à une période initiale «fraîche», les variétés naines sont toujours érigées;
- dans les semis tardifs (de juillet), la thermopériode initiale «chaude» est suivie d'une thermopériode quotidienne finale «fraîche» (celle de fin août à septembre): cette succession est favorable au port volubile et explique que, dans de tels semis, des plantes de variétés naines deviennent volubiles. Il en est de même lorsque l'été est plus frais qu'il ne l'est d'ordinaire.

Le Coco à rames est toujours volubile en champ car il n'est érigé qu'à des températures extrêmes de culture (35° - 37°C ou 12°C), constantes pendant une partie au moins de la journée. Or, à l'extérieur, les températures varient souvent, aussi bien le jour que la nuit et la graine ne germe pas à des températures inférieures à 12°C .

ESSAI DE SYNTHÈSE ET CONCLUSION

De toutes nos expériences, il ressort nettement que, suivant les conditions du milieu, une variété dite naine peut être volubile et une variété dite à rames, érigée.

On peut rassembler les résultats obtenus sur les diverses variétés en désignant par:

- température «chaude», une température de 27°C à 33°C
- thermopériode quotidienne «chaude», une thermopériode dont la température correspondant à la phase éclairée est de 27°C à 33°C
- température «fraîche», une température de 16°C à 21°C
- thermopériode quotidienne «fraîche», une thermopériode dont la température correspondant à la phase éclairée est de 16°C à 21°C
- température «très fraîche», une température de 10°C à 12°C .

Les résultats peuvent être alors présentés de la façon suivante :

- en général, une température constante «très fraîche» (12°C) est propice au port érigé et une température constante «chaude» (27°C), propice au port volubile.

- Dans une succession de 2 températures, une température «chaude» (30°C) suivie, à l'étalement de la première feuille trifoliolée, d'une température «fraîche» (20°C) conduit au port volubile. Il en est de même, dans une succession de 2 thermopériodes, d'une thermopériode quotidienne «chaude» (L₃₂°D₁₂°12:12) suivie d'une thermopériode quotidienne «fraîche» (L₂₀°D₁₂°12:12).

- Par contre, le port est érigé si, dans une succession de 2 températures ou de 2 thermopériodes, une température «fraîche» (20°C) est suivie d'une température «chaude» (30°C) ou une thermopériode quotidienne «fraîche» (L₂₀°D₁₂°12:12) suivie d'une thermopériode quotidienne «chaude» (L₃₂°D₁₂°12:12).

La variété est caractérisée par sa sensibilité à la température (ou aux conditions du milieu), sensibilité qui lui confère une aptitude plus ou moins grande à édifier un port donné dans des conditions de milieu déterminées : Coco nain et Ocelo érigés à 20°/30° en lumière continue, Mangetout Princesse non érigé dans ces conditions mais à

L₂₀°D₁₂°12:12 —————→ L₃₂°D₁₂°12:12 et Coco à rames non érigé à
 L₂₀°D₁₂°12:12 —————→ L₃₂°D₁₂°12:12 mais à
 L₃₂°D₁₂°16:8 —————→ L₁₂°D₁₂°16:8. Il existe toute une gamme de variétés naines depuis la moins fréquemment volubile (Mangetout Silvert ou Coco nain) jusqu'à la plus fréquemment volubile (Mangetout Princesse).

Ainsi, toute variété de haricot, qu'elle soit communément considérée comme «naine» ou comme «à rames», est susceptible d'être volubile. Mais l'expression de ce volubilisme est liée aux conditions du milieu, permettant le déclenchement et le contrôle des processus qui contribuent à l'édification du port de la plante.

De plus, chaque variété réagit de manière particulière aux différents facteurs externes.

BIBLIOGRAPHIE

- BAILLAUD (L.), 1953. — Action de la température sur la période de nutation de tiges volubiles de Cuscuta. *C.R. Acad. Sci., Paris*, 236: 1986-1988.
- BAILLAUD (L.) et COURTOT (Y.), 1960-1962. — Essai de coordination des faits expérimentaux concernant l'induction du port volubile par l'acide gibbérellique. In R. KNAPP: *Eigenschaften und Wirkungen der Gibberelline* (Symp. Giessen, 1960), Springer édit., Berlin (1962): 136-145.

- BAILLAUD (L.), COURTOT (Y.), MONNIER (Y.), PERNEY (J.P.) et TAVANT (H.), 1960-1962. — Quelques expériences relatives à l'induction du port volubile par l'acide gibbérellique. *Ibid.* : 130-136.
- BAILLAUD (L.) et MONNIER (Y.), 1960. — La circumnutation de la tige d'un *Phaseolus* rendu volubile par l'acide gibbérellique. *C.R. Acad. Sci., Paris*, 250: 4032-4034.
- BAILLAUD (L.) et MONNIER (Y.), 1960-1962. — Le rythme de l'allongement d'un Haricot nain rendu volubile par l'acide gibbérellique. In Atti VII conf. ritmi biol.: 5-6 (1960-1962). **Résumé**: la périodicité de la croissance d'un haricot rendu volubile par l'acide gibbérellique. *Soc. for biol. Rhythm.*, 7th conf. Siena, 1960. Summaries: 3.
- BAILLAUD (L.), BULLE (J.) et COURTOT (Y.), 1963. — Sur le développement de haricots nains et grimpants cultivés en pleine terre traités par l'acide gibbérellique. 16th intern. hort. Congress 1962, Brussels, 2: 602-605. **Résumé**: 1: 155-156.
- CHODAT (R.), 1911. — Principe de Botanique, 2^e éd. Genève: Georg.
- DAGBA (E.), 1974. — Contribution à l'étude de l'influence du milieu sur la croissance et le développement de quelques cultivars de niébé, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. Thèse 3^e cycle, Univ. de Clermont-Ferrand II, 2 vol.: 128 p. + 72 p.
- DARWIN (C.), 1865. — On the movements and habits of climbing plants. *J. Linnean Soc., Bot.* 9: 1-118 (imprimé en 1867).
- DENAIFFE (*), 1905. — Les haricots. Librairie horticole, 84 bis, rue de Grenelle, Paris: 493 p., 272 fig.
- DEQUEUDRE (G.), 1962. — Étude expérimentale de la croissance et du déclenchement du volubilisme chez le *Vincetoxicum officinale*. Dipl. Ét. sup. Sc. nat., Besançon.
- DEQUEUDRE (G.), COURTOT (Y.) et BAILLAUD (L.), 1963. — Développement d'un «flagelle» chez le *Vincetoxicum officinale* cultivé à l'obscurité ou traité par l'acide gibbérellique. 88^e congrès Soc. Sav., Clermont-Ferrand, 2: 459-467.
- HENDRICKS (S.B.), 1960. — Photochemical aspects of plant photoperiodicity. In *Photophysiology*, edited in 1964 by Arthur C. GIESE, vol. I, chapter 10: 305-331. Academic Press édit., New York et Londres.
- MARTENS (G. von), 1860. — Die Gartenbohnen. Ihre Verbreitung, Kultur und Benutzung. Stuttgart: 92 pp.
- TALLU (B.) et TALIERCIO (B.), 1984. — Influence de la température sur l'édification du port du haricot nain. Dosage des gibbérellines. Mémoire de maîtrise de Phys. Végét., Univ. de Clermont-Ferrand II: 16 p.
- THUAULT (M.C.) et HEMERY (M.C.), 1985. — Influence de la température et de la gibbérelline sur le port du haricot. Dosage des sucres pour chaque type de port obtenu. Mémoire du maîtrise de Phys. Végét., Univ. de Clermont-Ferrand II: 54 p.

* Prénom inconnu.