

<b>Zeitschrift:</b>	Berichte der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft = Bulletin de la Société Botanique Suisse
<b>Herausgeber:</b>	Schweizerische Botanische Gesellschaft
<b>Band:</b>	69 (1959)
<b>Artikel:</b>	Conséquences de mutilations expérimentales sur la croissance, l'anatomie, l'hydratation et la floraison de quelques espèces de lin
<b>Autor:</b>	Dang, Kien-Duong
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-48682">https://doi.org/10.5169/seals-48682</a>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 25.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Conséquences de mutilations expérimentales sur la croissance, l'anatomie, l'hydratation et la floraison de quelques espèces de lin

Par *Kien-Duong Dang*

Institut de botanique générale, Université de Genève

Manuscrit reçu le 10 août 1959

## Table des matières

### Partie générale

Introduction .....	348
Description et origine du matériel végétal utilisé .....	350
a) <i>Linum austriacum</i> L. ....	350
b) <i>Linum usitatissimum</i> L. ....	351
c) <i>Linum angustifolium</i> Huds. ....	351
Culture, traitements et répercussions contrôlées .....	352
Croissance.....	353
Anatomie de la tige .....	353
Hydratation du point végétatif .....	353
Floraison .....	353

### Expérience N° 1

Description du développement de la plante ( <i>Linum austriacum</i> L.) dans les conditions du cycle cultural habituel.....	353
Traitements .....	356
Conséquence de l'ablation des rameaux latéraux sur la croissance de <i>Linum austriacum</i> L. ....	356
Discussion .....	357
Conséquence de l'ablation des rameaux latéraux sur la floraison de <i>Linum austriacum</i> L. ....	358
Analyse du comportement de <i>Linum austriacum</i> L. à l'égard de sa floraison .....	359
Morphologie des lins vernalisés .....	361
Discussion .....	363

### Expérience N° 2

Traitements et sa conséquence sur l'hydratation des tissus .....	365
Discussion .....	366

### Expériences N°s 3 et 3<sup>bis</sup>

Traitements .....	367
a) Traitement de l'expérience N° 3 .....	367
b) Traitement de l'expérience N° 3 <sup>bis</sup> .....	370

<b>A. <i>Linum austriacum</i> L.</b> .....	<b>371</b>
Conséquence de l'effeuillage continu sur la croissance de <i>Linum austriacum</i> L. (exp. N° 3) .....	371
Discussion .....	374
Conséquence de l'effeuillage interrompu sur la croissance de <i>Linum austriacum</i> L. (exp. N° 3 <sup>bis</sup> ) .....	378
Discussion .....	379
Conclusions .....	381
Conséquence de l'effeuillage continu sur l'anatomie de <i>Linum austriacum</i> L. (exp. N° 3) .....	381
Histométrie .....	381
Morphoses tissulaires .....	385
Conséquence de l'effeuillage interrompu sur l'anatomie de <i>Linum austriacum</i> L. (exp. N° 3 <sup>bis</sup> ) .....	392
Conclusions .....	395
Conséquence de l'effeuillage continu ou interrompu sur la floraison de <i>Linum austriacum</i> L. (exp. N°s 3 et 3 <sup>bis</sup> ) .....	396
Discussion .....	398
<b>B. <i>Linum usitatissimum</i> L.</b> .....	<b>399</b>
Description de la lignée utilisée .....	399
Conséquence de l'effeuillage continu sur la croissance de <i>Linum usitatissimum</i> L. (exp. N° 3) .....	402
Conséquence de l'effeuillage interrompu sur la croissance de <i>Linum usitatissimum</i> L. (exp. N° 3 <sup>bis</sup> ) .....	403
Conséquence de l'effeuillage continu ou interrompu sur l'anatomie de <i>Linum usitatissimum</i> L. (exp. N°s 3 et 3 <sup>bis</sup> ) .....	407
Conséquence de l'effeuillage continu sur la floraison de <i>Linum usitatissimum</i> L. (exp. N° 3) .....	407
Discussion .....	412
Conséquence de l'effeuillage interrompu sur la floraison de <i>Linum usitatissimum</i> L. (exp. N° 3 <sup>bis</sup> ) .....	416
Discussion .....	419
<b>Expériences N°s 4, 5 et 6</b>	
Traitements .....	422
Portée de ces opérations .....	423
Conséquences sur la croissance .....	424
Conséquences sur la floraison .....	425
<b>Résumé et conclusions</b>	
Croissance .....	426
Anatomie .....	427
Hydratation .....	428
Floraison .....	428
<b>Summary .....</b>	<b>431</b>
<b>Bibliographie</b>	
Croissance .....	436
Anatomie .....	441
Hydratation .....	445
Floraison .....	451
Divers .....	461

## Introduction

Pour révéler les mécanismes immédiats ou seconds qui déterminent la morphologie et la physiologie d'une plante, on fait habituellement varier les conditions du milieu (externe à la plante).

La plante, tout entière soumise à des conditions de température, de lumière ou de ressources alimentaires différentes de celles de son cycle cultural habituel, répond par des réactions d'ordre morphologique ou physiologique.

Bien que cette méthode d'investigation soit loin d'être épuisée, nous lui avons préféré une méthode différente et encore mal connue.

En voici le principe: créer des conditions nouvelles, dues cette fois-ci non plus à un déséquilibre du milieu externe, mais à un *déséquilibre du milieu interne* de la plante.

Ce déséquilibre est provoqué par des mutilations diverses nommées ici traitements. Ajoutons que la plante traitée se développe dans les conditions réputées normales de son cycle cultural habituel.

Les mutilations réalisées sont: ablation des rameaux latéraux, effeuillage de la tige principale, ablation des racines latérales et des combinaisons de ces opérations.

Certains auteurs (L. Blaringhem, 1908; M. C. Cailahjan, 1936 à 1958; M. Fourcroy, 1937; E. C. Humphries, 1958; B. S. Moshkov, 1936-1956; F. Pellissier, 1944, et d'autres) ont déjà procédé à des expériences de mutilations de plantes, mais en utilisant des méthodes différentes de celles que nous avons employées. De ces travaux nous citerons, au cours de notre mémoire, ceux qui ont une relation avec nos problèmes. Rappelons dès maintenant un mémoire important de L. Blaringhem (1908), «Mutation et Traumatismes» où l'auteur a mis l'accent sur les conséquences héréditaires des traumatismes.

Nous ne pouvons pas dire que les perturbations ainsi obtenues sont différentes, plus importantes ou plus durables que celles dues aux fluctua-

tions du milieu externe. Nous pouvons simplement affirmer que ces perturbations d'origine interne révèlent des comportements inédits du végétal. L'analyse de ces derniers fournit des documents qui éclairent certains problèmes de morphogenèse, de circulation des sèves et de développement (floraison).

Ces recherches ont été effectuées sur le terrain de la Station de botanique expérimentale et au laboratoire de l'Institut de botanique générale. Elles ont commencé dès 1956 et se sont terminées en 1959. La nouvelle technique employée, soit le nouveau type de mutilation, a mis en évidence plusieurs phénomènes intéressant à la fois, comme nous l'avons cité plus haut: croissance, anatomie, circulation des sèves et floraison. Ces quatre grands problèmes ont une relation réciproque et ils ne peuvent pas être traités séparément. Au cours de ces recherches délicates, nous avons été dirigé par M. le Prof. F. Chodat, doyen de la Faculté des sciences et directeur de l'Institut de botanique générale, qui nous a fait profiter aussi bien de sa vaste culture que de sa précieuse expérience, et nous a encouragé avec sympathie. C'est grâce à cette aide importante et aux nombreux encouragements prodigués que nous avons pu poursuivre passionnément ces travaux. Nous devons mentionner ici que M. le Prof. F. Chodat est le fondateur de la Station de botanique expérimentale et que nous sommes parmi les premiers à bénéficier de ce nouveau terrain de recherches scientifiques. Que ce travail soit pour nous l'occasion de faire une dédicace à la Station et de témoigner notre très respectueuse reconnaissance à M. le Prof. F. Chodat.

Nous adressons nos vifs remerciements à M. le Prof. R. Cortesi, chef des travaux de l'Institut de botanique générale, pour ses conseils judicieux, particulièrement dans le domaine anatomique.

Nous ne saurions oublier non plus, l'accueil et l'appui que nous avons trouvés auprès de M. le Prof. Ch. Bæhni, directeur du Conservatoire de botanique, lorsque nous avons eu recours à sa compétence.

Nos remerciements vont aussi à tous les membres de la Station de botanique expérimentale, M. Gagnebin en particulier, et de l'Institut de botanique générale, soit pour leurs conseils utiles, soit pour leurs aides techniques. Nous garderons un souvenir inoubliable de l'atmosphère agréable de travail qu'ils ont créée.

Nous sommes touché de l'obligeance avec laquelle la direction de la gare frigorifique de Genève-Cornavin a mis à notre disposition des chambres froides pour assurer nos recherches sur la vernalisation.

Enfin, nous remercions sincèrement M. le Prof. E. Gäumann, directeur de «Institut für spezielle Botanik» de l'Ecole polytechnique fédérale à Zurich, qui nous fait l'honneur d'accepter d'imprimer ce travail dans le «Bulletin de la Société Botanique suisse».

## Description et origine du matériel végétal utilisé

Les expériences exposées ici sont faites avec trois espèces de lin :

- a) *Linum austriacum* L.
- b) *Linum usitatissimum* L.
- c) *Linum angustifolium* Huds.

Les deux premières sont utilisées pour les expériences principales qui sont complétées partiellement par la troisième espèce.

### a) *Linum austriacum* L.

#### *Nom et synonymie*

Cette espèce a reçu plusieurs noms donnés par les anciens auteurs :

*Linum angustifolium* Lodd.

*Linum marginatum* Reich.

*Linum montanum* Lorey et Dur.

*Linum tommasinii* Nym.

*Linum alpinum* Pall.

*Linum Lorey* Jord.

*Linum saxicola* Jord.

Ces divergences successives et la nature discrète des caractères qui distinguent ces «*taxa*» prouvent le caractère critique de la nomenclature du genre (ou du sous-genre) *Linum*. Les observations d'écologie physiologique que nous avons faites, montrent combien l'habitus de ces plantes peut varier selon les conditions du milieu et par conséquent la difficulté de fournir une diagnose correspondant à un *génome* particulier. Peut-être, nos recherches contribueront-elles à éclaircir ces points de systématique.

#### *Répartition géographique et écologie*

Selon les renseignements puisés dans les ouvrages de H. Le coq (1856), de G. Hegi (1924) et G. Bonnier (1935), il s'agit d'une espèce danubienne qui touche la Suisse par l'Engadine. L'extension à l'Est va du Sud de la Russie au Caucase, à la Géorgie et à la Perse. La limite occidentale de cette aire est la France. On retrouve encore l'espèce en Sicile.

Ces mêmes auteurs disent de *Linum austriacum* L. qu'il est disséminé, rare, et situé sur des pentes ensoleillées et sèches, ainsi que dans les prairies sèches et sur les rochers. L'espèce appartient à l'étage montagnard. A. De Candolle lui assigne une zone de 1000 m dans le Jura, jusqu'à 2000 m dans les Alpes.

Cette plante préfère les sols calcaires et les pépérites basaltiques ; on la trouve cependant sur les grès dans les Vosges.

b) *Linum usitatissimum* L.

*Nom et synonymie*

Cette espèce, comme *Linum austriacum* L., a reçu aussi plusieurs noms donnés par les anciens auteurs :

- Linum arvense* Neck.
- Linum crepitans* Dum.
- Linum grandiflorum* Hort.
- Linum monodelphum* Hort.
- Linum mucronatum* Gilib.
- Linum narbonense* Hort.
- Linum sativum* Hasselq.
- Linum utile* Salisb.

Il est cultivé pour la filasse et les graines oléagineuses. Sa culture remonte aux temps préhistoriques. Les variétés qui sont assez riches, donnent des fleurs bleues ou blanches, des graines rouges et non rouges, des tailles de la plante grandes ou petites, et présentent encore des autres morphologies modifiées.

*Répartition géographique et écologie*

Cette espèce de lin est cultivée ou subspontanée dans les régions tempérées relativement froides d'une grande partie du globe. La culture est surtout importante en Belgique, dans la Russie septentrionale, l'Irlande, la Prusse, l'Autriche, la France et l'Italie. On le cultive aussi dans les régions élevées de l'Inde, du Brésil, de l'Australie, de l'Algérie, ainsi que dans l'Amérique du Nord. Il peut atteindre jusqu'à 1500 m d'altitude.

Le lin cultivé préfère les terres sablo-argileuses, profondes et fraîches, à réaction neutre ou très légèrement acide, d'un ameublement facile. Il redoute au même degré les terres lourdes, compactes, à sous-sol imperméable et les sols pauvres et secs, ainsi que les terres calcaires (R. Saugier, 1952).

c) *Linum angustifolium* Huds.

*Nom et synonymie*

- Linum pyrenaicum* Pourr.
- Linum affine* Pauz.
- Linum agreste* Brot.
- Linum hispanicum* Mill.
- Linum Hohenackeri* Boiss.
- Linum marginatum* Poir.
- Linum multicaule* Hedw.
- Linum narbonense* Desf.

*Linum perenne* Vill.

*Linum usitatissimum* Griseb.

*Linum tenuifolium* With.

Cependant, N. I. Vavilov (1926) le considère comme la forme sauvage du *Linum usitatissimum* L.

#### *Répartition géographique et écologie*

Cette espèce se trouve dans l'Europe méridionale, Caucase et Afrique septentrionale.

Elle croît sur les coteaux, dans les prairies et les bois. Elle préfère les terrains siliceux et sablonneux et reste dans les plaines.

#### *Origine du matériel utilisé*

*Linum austriacum* L. et *Linum usitatissimum* L. que nous avons étudiés, ont été cultivés de nombreuses années au Jardin botanique de Genève, puis contrôlés par nous au cours de trois ans.

L'existence d'une hétéromorphie (fleurs brévi et fleurs longistylées) chez *Linum austriacum* L., ne semble pas jouer de rôle dans le problème qui nous occupe.

Les difficultés pour la détermination de la variété chez *Linum usitatissimum* L. ne présentent aucun inconvénient pour nos expériences (voir page 399).

*Linum angustifolium* Huds. qui est fourni par les Stations centrales d'amélioration des plantes et de pathologie végétale à Versailles, France, est considéré comme une race pure.

### **Culture, traitements et répercussions contrôlées**

#### *Culture*

Les cultures auxquelles il sera fait allusion ont été faites à la Station de botanique expérimentale de l'Université de Genève, en pots enfouis en pleine terre. Le sol des pots est une terre franche, complétée par du sable et de l'humus.

Les semis ont été faits dans des pots de 12 cm de diamètre. Pour assurer une croissance normale, les plantes ont été transvasées, au moment voulu, dans des pots de 17,5 cm. Les plantes ont bénéficié des pluies de la saison et d'arrosages quotidiens si nécessaires.

#### *Traitements*

Les mutilations ont été pratiquées systématiquement sur des rameaux latéraux, sur des feuilles et sur des racines secondaires ; nous les résumons dans les tableaux 1 et 2 (voir pages 354/55).

Les techniques des traitements sont décrites dans chaque expérience.

### *Répercussions contrôlées*

Les plantes soumises à ces traitements ont été examinées aux points de vue suivants :

*Croissance*, exprimée par des mesures d'elongation et de diamètre de la tige, de surface des feuilles et de volume du système radiculaire.

*Anatomie de la tige*, observée grâce à des coupes pratiquées à des niveaux comparables.

*Hydratation du point végétatif*, exprimée par des états turgescents ou fanés.

*Floraison*, cette dernière a été contrôlée au cours d'expériences d'ablation des rameaux latéraux, d'effeuillage, d'ablation des racines latérales et des combinaisons de ces opérations.

## **Expérience N° 1**

*Plante utilisée: Linum austriacum L.*

### **Description du développement de la plante (Linum austriacum L.) dans les conditions du cycle cultural habituel**

Semée à fin avril ou début mai, la plante lève (pots en plein air) en 10 à 14 jours. Une tige principale, porteuse de feuilles, apparemment opposées à ce stade de croissance, se développe au-dessus des cotylédons pendant 15 jours. A ce moment apparaît une paire de bourgeons à l'aisselle des cotylédons ; ces bourgeons développent, sans délai, des rameaux latéraux. Un peu plus tard surgit, à l'aisselle des deux premières feuilles, une seconde paire de rameaux latéraux. Ceux-ci, alors au nombre de 4, éventuellement de 5 ou 6, constituent une sorte de verticille qui se complétera ultérieurement par le développement d'autres rameaux latéraux de moindre importance et formés à peu près au même niveau que les premiers.

A l'époque de son développement maximum dans la première année, la tige principale de la plante atteint une hauteur d'environ 30 à 40 cm (moyenne 30,87 cm, pot  $\varnothing$  17,5 cm). On note cette première année que l'espèce ne fleurit pas.

Il y a lieu ici de rappeler que cette description ne correspond pas nécessairement à celle d'une plante de première année «dans la nature». Quant à la plante dans la nature, nous savons que ses semences germent autour d'elle aux mois d'août-septembre ou d'octobre. Au moment de l'arrivée du froid, on observe la plantule au stade d'une tige principale avec deux petits rameaux latéraux ou avec, encore, deux bourgeons latéraux. Cette espèce donnera des fleurs du mois de mai jusqu'au mois de juillet de l'année suivante. On observe également que la tige principale fleurit avant les rameaux latéraux.

TRAITEMENTS PRÉCOCES AFFECTANT LES FEUILLES ET LES RAMEAUX LATÉRAUX

Tableau I

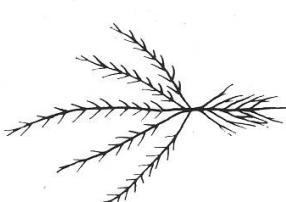
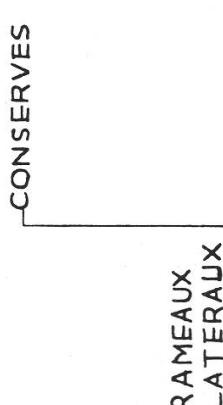
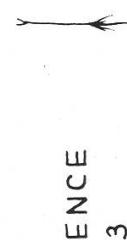
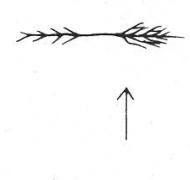
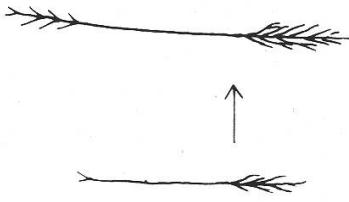
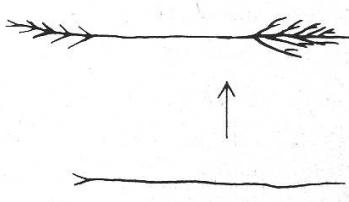
		TIGE PRINCIPALE	FEUILLES CONSERVÉES	FEUILLES ENLEVÉES
CONSERVES	RAMEAUX LATÉRAUX	TEM OIN		
		EXPERIENCE N° 2		
		EXPERIENCE N° 3		
		EXPERIENCE N° 1		

Tableau 2

TRAITEMENTS TARDIFS AFFECTANT LES FEUILLES ET LES RACINES LATERALES

		TIGE PRINCIPALE	
		FEUILLES CONSERVÉES	FEUILLES ENLEVÉES
TEMOIN:			
CONSERVÉES	ETAT DE LA PLANTE AU DÉBUT DU TRAITEMENT TARDIF		
RACINES LATERALES			
ENLEVÉES			
	EXPERIENCE N° 4		EXPERIENCE N° 6
			EXPERIENCE N° 5

## Traitements

Le traitement imposé, sorte de mutilation, consiste à couper aux ciseaux, les rameaux latéraux dès qu'ils apparaissent. La première ablation se fait quand la plante atteint environ 4 cm de hauteur, la seconde environ 12 jours plus tard.

Le délai nécessaire pour l'apparition d'une nouvelle ébauche de rameau latéral, tombe ensuite à 4 ou 5 jours. Les mutilations sont répétées jusqu'à la fin de la saison.

On note deux conséquences essentielles dans cette expérience :  
conséquence sur la croissance,  
conséquence sur la floraison.

### Conséquence de l'ablation des rameaux latéraux sur la croissance de *Linum austriacum L.*

Le rameau central, demeuré seul, s'allonge et s'épaissit par comparaison avec celui d'une plante témoin. La surface des feuilles est visiblement augmentée. Tout se passe, comme si le végétal compensait les surfaces transpirantes-photosynthétisantes éliminées par le traitement. L'importance des racines n'est toutefois pas modifiée.

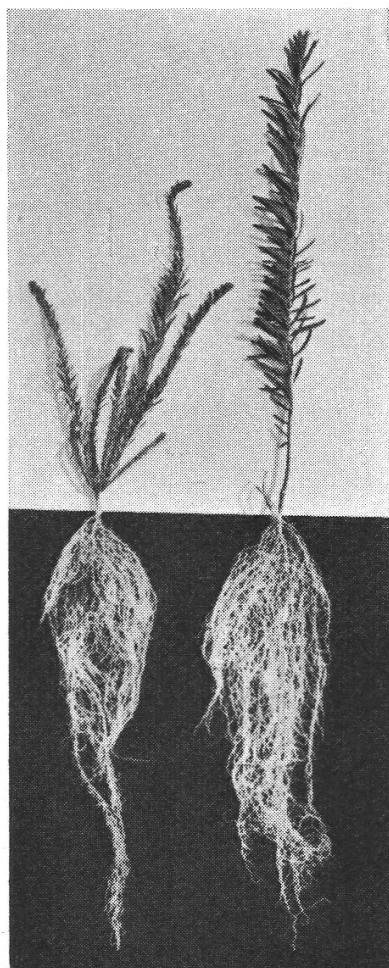


Figure 1

*Linum austriacum L.*

A gauche, plante témoin à l'âge de 2 1/2 mois;  
à droite, plante traitée (au même âge)

Pour préciser cette conséquence, nous aimerions présenter la figure 1 et le tableau 3.

Tableau 3

Conséquence sur la croissance (expérience N° 1) (pot ø 17,5 cm, âge 129 jours)

Condition	Tige		Feuilles	
	Longueur mm	Diamètre mm	Longueur max. mm	Largeur max. mm
Témoin	Tige principale 308,7	12 à 16	17	2
Ablation des rameaux latéraux	596,6	17 à 23	30	3

### Discussion

Nous verrons plus loin que l'allongement de la tige est aussi lié à la floraison qui elle-même est une conséquence de ce traitement, effectué chez des sujets non vernalisés.

L'élargissement des feuilles d'un sujet taillé a été déjà mentionné par F. Chodat et F. Gagnébin à propos des tomates (1955).

F. Chodat et F. Gagnébin avouent, dans le mémoire précédent, qu'ils ignorent le mécanisme précis de ces augmentations du poids moyen des fruits (tomates) consécutives à la taille.

La difficulté d'interprétation serait moindre si les auteurs avaient eu soin de distinguer sève brute et sève élaborée.

Nous proposons ici une explication, valable pour le cas des tomates taillées et aussi pour les compensations (élargissement des feuilles) mentionnées chez des lins ayant subi le traitement N° 1.

L'ablation des rameaux latéraux chez le lin ou la taille chez les tomates diminue la surface transpirante-photosynthétisante. Or cette réduction a, on le sait, un effet direct sur la succion des liquides du sol et par conséquence sur la quantité de sève brute circulant au travers de la plante. Les mutilations déterminent donc un déséquilibre entre les volumes respectifs des sèves brutes et élaborées, compte tenu de la répercussion des ressources en sève brute sur la formation de la sève élaborée. La plante est donc en possession d'une plus grande quantité de sève élaborée et la *concentre* dans un volume réduit de tissus (mutilations!). Ces réserves inusitées de sève élaborée provoquent l'élargissement des feuilles. Ces dernières, à leur tour, contribuent à la production de substances élaborées. Ce surplus détermine l'augmentation du poids des fruits ou la mise à fleur, dans le cas de lins non vernalisés dont les rameaux latéraux ont été enlevés. Le raisonnement précédent éclaire le problème considéré comme un bilan global des ressources présentes à un certain moment dans la plante. A cet égard il rejoint les conceptions analytiques

anciennes de G. Klebs (1918) sur le mécanisme nutritif de la mise à fleur. Notre argumentation est en harmonie avec la prétention de Klebs, à savoir qu'une quantité forte de substances hydrocarbonées opposée à une quantité moyenne de substances azotées minérales, est propice à l'état florifère. Tel est bien le cas lors de la prédominance de sève élaborée. En reprenant à Klebs son argument principal, nous ne prétendons pas limiter le problème à cette conception simplifiée de bilan. D'autres substances, les hormones en particulier, sont impliquées dans l'acte de croissance et de mise à fleur.

Pour intéressante qu'elle soit, notre explication ne nous satisfait pas encore pleinement. Elle néglige l'aspect circulation et translocation des sèves, phénomènes physiologiques hors de la connaissance desquels toute théorie apparaît comme un calcul abstrait.

#### **Conséquence de l'ablation des rameaux latéraux sur la floraison de *Linum austriacum* L.**

L'effet le plus curieux de l'intervention concerne la floraison. Les plantes témoins, semées le 4 mai 1956, puis le 29 avril 1957 (pot  $\varnothing$  17,5 cm) ne fleurissent pas au cours de l'année. Les plantes traitées, semées aux

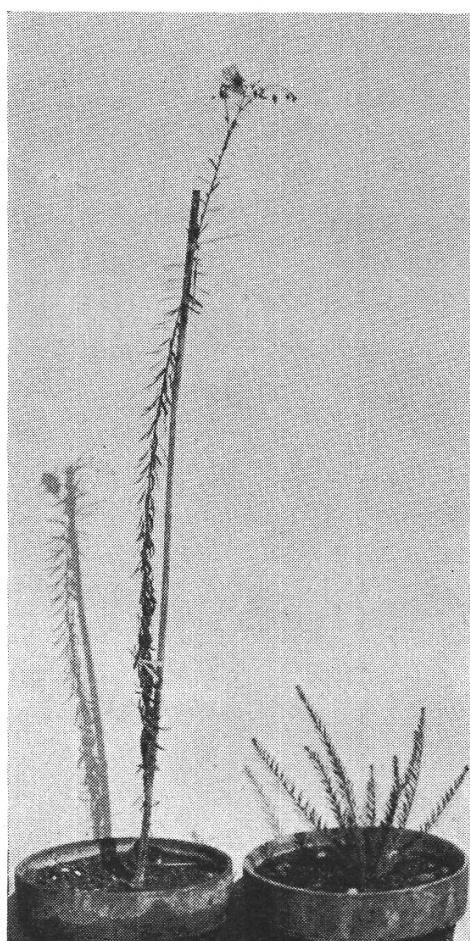


Figure 2  
*Linum austriacum* L.  
A gauche, plante traitée (fleurs); à droite,  
plante témoin

*Analyse du comportement de Linum austriacum L. à l'égard de sa floraison*  
 Les expériences suivantes furent ensuite faites pour expliquer la  
 cause de l'échec de floraison chez les plantes témoins

Tableau 4

Condition	Numéros	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Semis à fin avril ou début mai (jours longs) .....	0	0	0	0											0	0	0	0	0	0	0
Vernalisation artificielle et ensuite à la lumière naturelle (jours longs) .....				0	0	0	0														
Vernalisation artificielle et ensuite à la lumière de jours courts (8 heures) .....					0	0	0	0													
Traitements sous la lumière naturelle en jours longs .....						0	0	0	0						0	0	0	0	0	0	0
Traitements sous la lumière en jours courts (8 heures) .....							0	0	0						0	0	0	0	0	0	0
1 <sup>re</sup> floraison .....								+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Vernalisation naturelle hivernale et ensuite à la lumière naturelle (jours longs) .....	0				0	0					0	0									
Vernalisation naturelle hivernale et ensuite à la lumière de jours courts (8 heures) .....		0								0	0					0	0				
Sans vernalisation, sous la lumière de jours longs (15 heures) .....			0							0	0					0	0				
Sans vernalisation, sous la lumière de jours courts (8 heures) .....				0						0	0					0	0				
2 <sup>e</sup> floraison .....					+	−	(−)	−	+	+	−	−	(−)	−	−	+	+	−	(−)	−	−

mêmes dates, fleuriront respectivement au bout de 120 jours à 135 jours. Le traitement a donc pour résultat de déclencher la floraison (voir figure 2).

Les divers essais récapitulés au tableau 4 permettent de tirer trois conclusions relatives à la floraison.

1. *Linum austriacum* L. fleurit normalement lorsqu'il germe et lève au froid (60 jours de vernalisation). Toutefois, ce résultat est atteint à condition que la plante se développe ultérieurement en jours longs (voir figure 3). En jours courts, la plante reste à l'état végétatif.

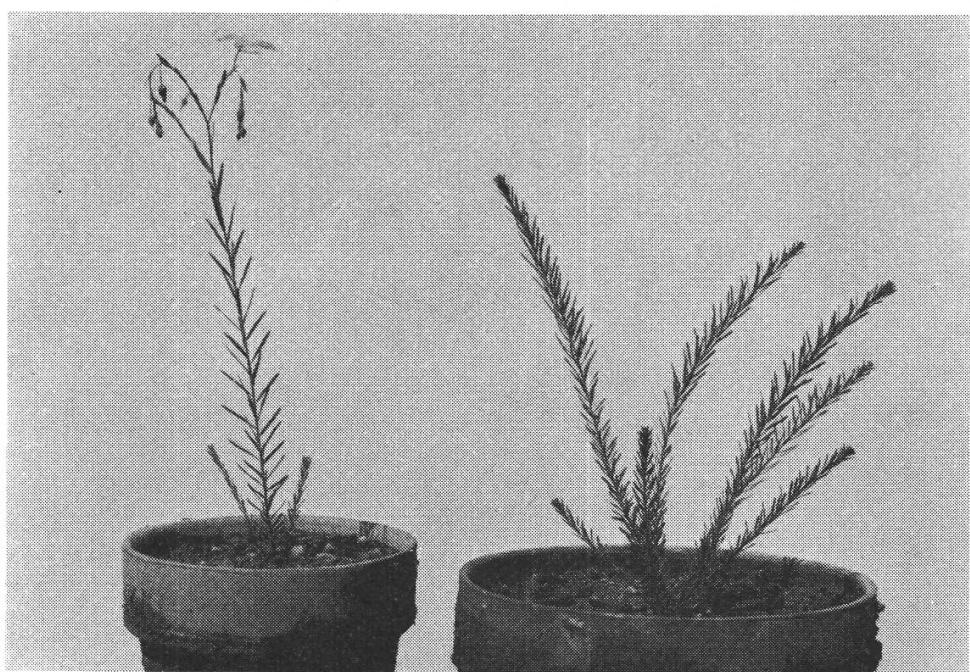


Figure 3  
*Linum austriacum* L., en jours longs:  
A droite, plante témoin; à gauche, plante vernalisée (fleurs)

*Légende du tableau 4 :*

N°s 1 à 20: types d'expériences.

Vernalisation artificielle, c'est-à-dire culture dans des frigorifiques, 3° et 4° C et sous la lumière (3500 lux au niveau du pot) de 10 heures par jour (sans lumière, la plantule vernalisée sera étiolée<sup>1</sup>).

Sans vernalisation, c'est-à-dire culture dans la serre chaude, 16° et 18° C pendant l'hiver, et ensuite à la lumière naturelle (jours longs).

Le signe 0 signifie l'intervention contrôlée de la condition.

Le signe + signifie la présence contrôlée de la floraison.

Le signe — signifie l'absence contrôlée de la floraison.

Le signe (-) signifie 3 à 4 fleurs dans certains rameaux seulement.

<sup>1</sup> Le besoin de lumière au cours de la vernalisation pour les plantules est également confirmé dans nos essais de céréales. Cette opinion est partagée par I. J. Korostelev dans ses observations de grande culture de blé d'hiver (1958).

2. L'ablation des rameaux remplace la vernalisation, c'est-à-dire que la plante mutilée non vernalisée fleurit normalement. Ce résultat est atteint, à condition toutefois, que la plante se développe en jours longs (voir figure 2). En jours courts, la mutilation ne suffit pas à remplacer la vernalisation.

3. *Linum austriacum* L., non vernalisé et non mutilé, donne 3 ou 4 fleurs sur un certain nombre de rameaux dans les conditions suivantes: semis postérieur à l'hiver, développement en plein air jusqu'à l'arrière-saison et séjour d'hiver en serre chaude (16–18°C, lumière 15 h/jour), retour en plein air au mois de mai: fleurs, en très petit nombre dans certains rameaux, apparaissant en juin-juillet de seconde année (voir figure 4).

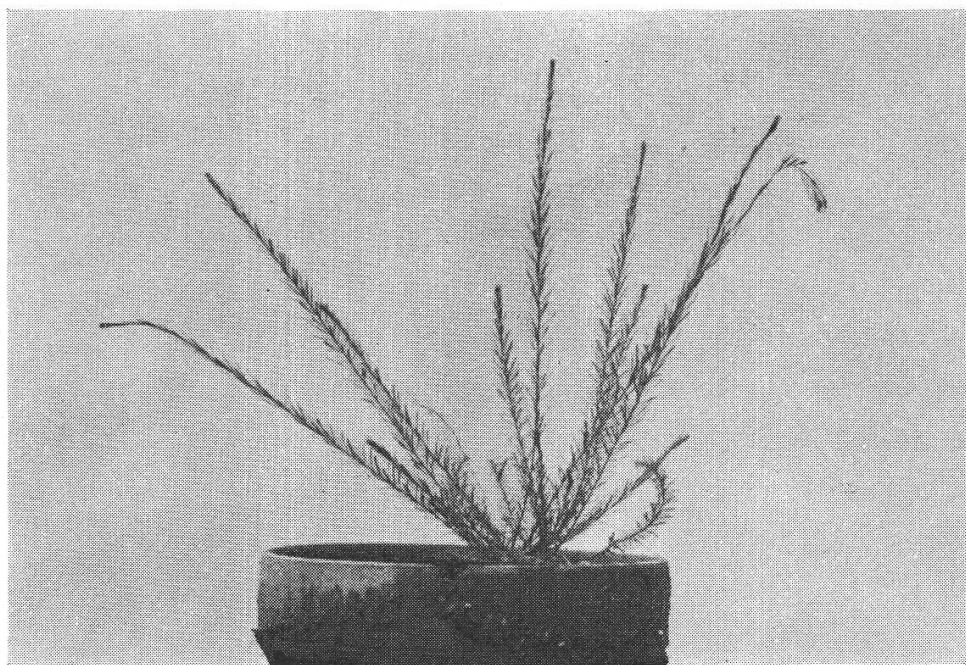


Figure 4  
*Linum austriacum* L.

Plante non vernalisée, développée en plein air jusqu'à l'arrière-saison et séjour en serre chaude, retour en plein air au mois de mai: fleurs, en très petit nombre, dans un seul rameau, apparaissant en juin-juillet de seconde année

Des expériences, dont les protocoles ne sont pas résumés ici, montrent que 33 jours de vernalisation ne suffisent pas chez *Linum austriacum* L., 1 plante sur 8 fleurit! Après 60 jours de basse température, toutes les plantes produisent des fleurs.

#### *Morphologie des lins vernalisés*

Les plantes traitées par le froid ne développent qu'une partie de leurs rameaux latéraux et prennent de ce fait un port plus ou moins *monocaule*. Les sujets qui ont subi une vernalisation insuffisante (33 jours) occupent, à cet égard, une position intermédiaire entre les témoins et les

sujets complètement vernalisés. La vernalisation artificielle provoque donc, chez les lins, des modifications organographiques (voir figure 5).

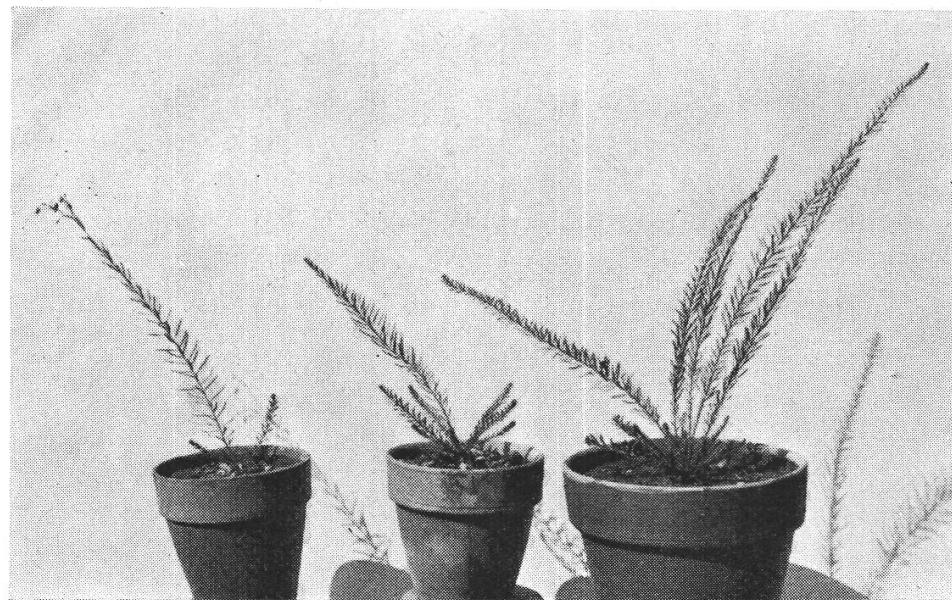


Figure 5

*Linum austriacum* L.

A gauche, plante vernalisée 60 jours (monoecie et fleurs); au milieu, plante vernalisée 33 jours; à droite, témoin (état végétatif et rameaux latéraux)

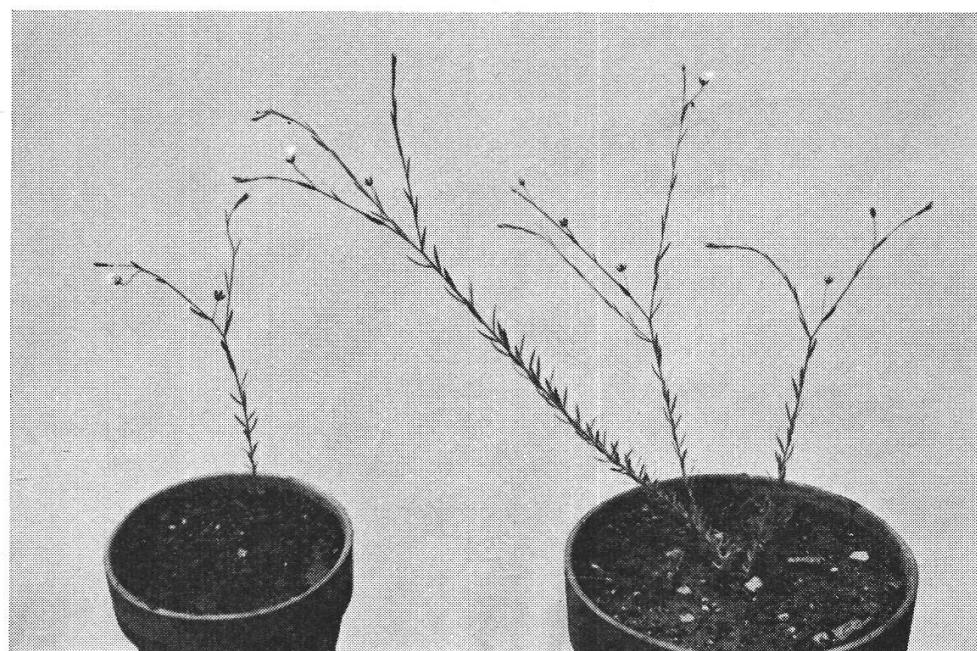


Figure 6

*Linum angustifolium* Huds.

A droite, plante témoin; à gauche, plante vernalisée (monoecie)

Ajoutons enfin que les plantes témoins de *Linum austriacum* L., devenues monocaules par une destruction des bourgeons de rameaux latéraux due à la microfaune du sol, ont fleuri sans vernalisation au cours de leur première année.

Une autre espèce de lin, *Linum angustifolium* Huds., plante annuelle, non vernalisée, produit des fleurs au sommet de plusieurs rameaux au cours de la première année. Si l'on vernalise, la plante fleurit précoce-ment, mais ne donne qu'un seul rameau (les rameaux latéraux ne se produiront qu'après la floraison, voir figure 6).

### Discussion

Dès 1918, G. Gassner, puis en 1929, T. Lyssenko, ont découvert le rôle important du froid pour la mise à fleur des plantes d'hiver. T. Lyssenko a donné le nom de vernalisation à ce phénomène et publié en 1935 un ouvrage fondamental sur ce sujet: «Les bases théoriques de la vernalisation» (éditions en langues étrangères en 1953).

Depuis lors, d'innombrables recherches ont été faites dans ce domaine. Citons, entre autres, en 1948 les travaux de G. Melchers et A. Lang. Ces auteurs, se fondant sur les résultats d'expériences de greffage de la jusquiaime, déduisent l'existence d'une hormone de vernalisation, la vernaline. On a tenté ces dernières années beaucoup d'expériences en vue de remplacer l'action du froid par l'application d'acides gibberelliques et d'autres substances chimiques. Les résultats obtenus à ce jour sont encore irréguliers.

Les indications que nous avons obtenues sur les besoins thermo-périodiques des lins sont peu nombreuses. G. Bonnier (1935), puis F. Plonka (1956) signalent pour *Linum usitatissimum* L. l'existence de variétés d'hiver et de printemps. J. Séchet (1953) étudie les effets de la vernalisation sur un grand nombre de plantes. A propos de *Linum usitatissimum* L., plante annuelle, il constate que les sujets vernalisés accusent une hauteur réduite, une ramification florifère augmentée et un poids des tiges élevé.

Nos résultats se distinguent de ceux de J. Séchet, en ce sens, que dans nos expériences le froid supprime les ramifications basales chez les lins naturellement polycaules.

En 1954, S. C. Chakravarti a inhibé la vernalisation chez *Linum usitatissimum* L. par certaines auxines synthétiques. Le même auteur, en 1958, ne réussit pas à substituer l'action de l'acide gibberellique à la vernalisation chez *Linum usitatissimum* L.

Dans la littérature, on trouve beaucoup de descriptions des rapports de la vernalisation avec la ramification. Par exemple, les céréales d'hiver, provenant des semences vernalisées, épient au cours de l'année, mais les tallages sont fortement réduits. Les plantes, provenant des semences

non vernalisées, n'épient pas, mais elles ramifient énormément. I. T. Iordanov (1957), travaillant sur le blé d'hiver, montre que les plantes traitées préalablement par la journée courte, se développent plus rapidement que les plantes d'éclairement naturel (long). D'après cet auteur, le tallage du blé est empêché au profit de la croissance de la tige principale qui utilise ainsi la plus grande partie des substances nutritives.

Les phénomènes précédemment décrits par nous chez *Linum austriacum* L. se résument en une double proposition : la vernalisation détermine une réduction naturelle de l'appareil végétatif : tendance à la monocaulie. Celle-ci est corrélative de la floraison. D'autre part, la réduction artificielle de l'appareil végétatif (ablation des rameaux latéraux) détermine une floraison de la plante non vernalisée. Un rapprochement s'impose entre ces deux constatations : quelle que soit l'origine de cette réduction de l'appareil végétatif, elle est accompagnée d'un réveil du pouvoir florigène.

Ces faits nous engagent à penser qu'une *concentration* des ressources tropho-hormonales dans un appareil aérien modifié par la mutilation, est en étroite liaison avec la formation des ébauches florales et l'épanouissement de ces dernières. La thermophase et la mutilation sont aptes à produire cette réduction de la masse de l'appareil aérien. Le rôle du froid ne serait-il pas, *pro parte*, de limiter l'expansion d'appareils végétatifs aériens dont l'importance tendrait à faire tomber au-dessous du seuil nécessaire à la floraison, la concentration des ressources tropho-hormonales requises pour cette floraison ? On passerait ainsi d'une théorie postulant l'absence ou la présence à une théorie plus biologique, fondée sur des concentrations infraoptimales et optimales de substances florigènes.

On retrouvera à la page 357 (chapitre de l'expérience N° 1) des considérations analogues et relatives à l'effet de la taille et des mutilations en général sur la croissance des tissus de la plante traitée.

On verra plus loin (page 410) que *Linum usitatissimum* L., plante de jours longs, ne fleurit pas en jours courts mais développe beaucoup de rameaux latéraux. K. K. Nanda (1958) montre que *Panicum miliaceum*, plante de jours courts, ne fleurit pas en jours longs, mais se ramifie considérablement.

Ces exemples illustrent la corrélation existant entre la ramification et la floraison, corrélation aussi bien liée à la vernalisation qu'au photopériodisme. Le partage des ressources tropho-hormonales semble jouer un rôle capital dans ces phénomènes.

### *Conclusion*

La conclusion essentielle et inédite de ces expériences est la suivante : un traitement de mutilation remplace chez *Linum austriacum* L. la vernalisation.

## Expérience N° 2

Plante utilisée: *Linum austriacum L.*

### Traitements et sa conséquence sur l'hydratation des tissus

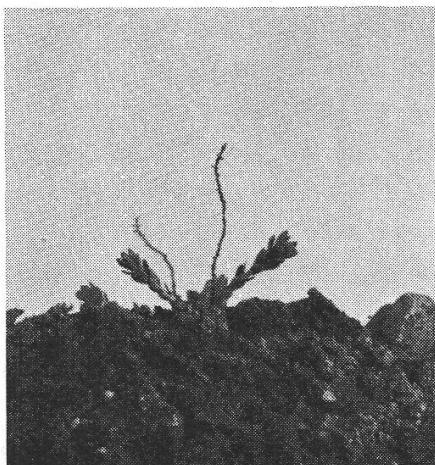
Ce traitement consiste à effeuiller la tige principale, tout en conservant les rameaux latéraux. On coupe tous les jours aux ciseaux les jeunes feuilles dès qu'elles s'étalent. Dans ces conditions, la tige principale pousse très peu et les rameaux latéraux émergent deux semaines après la levée. Dès que ces rameaux se développent, on observe la mort, par déshydratation, de la tige principale demeurée minuscule, à peine visible. Ce moment de la mort de la tige est difficile à fixer par photographie, le tout étant trop petit.

On peut réaliser un phénomène analogue par une seconde technique: 1<sup>re</sup> étape: effeuillage et ablation, opérations simultanées poursuivies pour une durée quelconque. 2<sup>e</sup> étape: effeuillage continu, mais ablation suspendue. On a, à la fin de la première étape, une petite tige filiforme. Si, à ce moment, les rameaux latéraux émergent pendant que l'effeuillage se poursuit, la tige principale se fane de haut en bas, puis incline sa portion terminale dans le délai d'une semaine. En fait, on assiste au même accident que celui décrit par la technique N° 1 (voir figure 7).

Figure 7

*Linum austriacum L.*

Traitements d'effeuillage accompagnant le traitement d'ablation des rameaux latéraux durant 4 mois, puis on laisse les rameaux latéraux émerger tout en continuant l'effeuillage. Ce régime ne dure pas plus d'une semaine, temps au bout duquel la tige principale se fane



Dans une troisième technique, on procède comme dans la seconde, mais on effeuille totalement les rameaux latéraux dès qu'ils apparaissent. On obtient alors une plante à tiges effeuillées. Dans ces conditions, la tige principale se développe dans la serre humide, mais elle se fane en plein air qui est plus ou moins sec.

Les résultats de cette expérience sont analogues chez *Linum usitatissimum L.* et chez *Linum angustifolium Huds.*

## Discussion

Le problème du transfert des matériaux nutritifs à travers la plante a fait déjà l'objet de nombreuses études. D. M. Bose en a donné une revue générale en 1956. Il a considéré les translocations à partir du système radiculaire et du mésophylle de la feuille, le mode d'absorption au niveau des racines, le transport avec ou sans modification chimique dans les vaisseaux du xylème, le mouvement de l'eau. A l'échelle de la cellule, il a envisagé le rôle possible des mitochondries. Cette synthèse ne suffit pourtant pas pour comprendre le mécanisme de la circulation des sèves. Nos expériences, faites dans des conditions toutes différentes, apportent la contribution suivante :

Le degré d'hydratation du tissu mutilé ne dépend pas uniquement des ressources en eau offertes par le sol et les racines ; ces valeurs sont pratiquement constantes dans les expériences, à l'importance près de la masse radiculaire. Le degré d'hydratation semble beaucoup plus réglé par l'*appel* de sève brute déterminé par la surface transpirante : dans la partie mutilée, où cette surface est minime, le filet de sève semble peu important. Il est alors facilement dévié par l'appel des rameaux latéraux qu'on laisse se développer. Le tissu mutilé échappe à cette dessiccation à condition de réserver pour lui tout seul le mince filet de sève qui l'irrigue : c'est-à-dire, lorsqu'il y a en même temps effeuillage et ablation des rameaux latéraux.

Ces expériences attirent notre attention sur le fait suivant : la distribution de l'eau dans les diverses parties de la plante ne se fait pas en vertu d'un principe de partage équitable de la sève brute (poussée !) entre les divers territoires à irriguer. Ce sont en fait, ces derniers qui, par la puissance de leur *appel* d'eau commandent cette répartition. On doit au premier chef tenir compte de la surface transpirante-photosynthétisante et de l'intensité du flot de sève brute permise par la dimension des appareils conducteurs (xylème).

Comme toujours il s'agit d'un mécanisme principal, c'est-à-dire qu'il n'écarte pas d'autres mécanismes accessoires ou secondaires qui peuvent, eux aussi, intervenir comme facteurs mineurs (humidité, température, etc., voir les résultats de la 3<sup>e</sup> technique).

Sur un plan plus général, les expériences susdéescrites nous renseignent sur l'état d'irrigation à l'intérieur d'un même sujet végétal. Or nous connaissons déjà des données sur les variations de cette turgescence en fonction du milieu ambiant, en fonction de l'espèce expérimentée, mais très rarement en fonction de territoires distincts d'un même sujet. Il y a donc là des signes de la circulation de la sève brute et des causes qui peuvent modifier son sens ou son intensité. Ne pas perdre non plus de vue que cette hydratation n'est pas qu'une seule arrivée d'eau pure, mais qu'elle correspond encore à la nutrition minérale des divers territoires.

N'oublions pas que le xylème, tel que nous l'avons envisagé avec sa fonction classique de conduction de la sève brute, est encore un dispositif anatomique capable d'assurer, dans une certaine mesure, la conduction de la sève élaborée. Cette fonction mixte, entrevue dès 1922 par H. H. Dixon, 1924 par E. Kastens, doit jouer aussi un rôle dans les phénomènes que nous décrivons.

Nos expériences ont permis d'apprécier, dans diverses circonstances, le degré d'hydratation de diverses régions de la plante. De ces informations nous avons alors déduit les mouvements et les partages de la sève. L'étape suivante sera de contrôler cette circulation par des éléments marqués comme l'ont fait, dans d'autres circonstances, A. I. Akhromejko, M. V. Zhuravleva (1957), A. L. Kursanov (1957/1958) et d'autres. La continuité expérimentale de la recherche serait ainsi améliorée.

### *Conclusion*

Dessiccation de la tige principale effeuillée sous l'influence de la succion opérée par les rameaux en voie de développement (concurrence).

## **Expériences № 3 et № 3<sup>bis</sup>**

*Plantes utilisées: Linum austriacum L. et Linum usitatissimum L.*

### **Traitements**

Les techniques d'effeuillage et d'ablation des rameaux latéraux ont été sommairement décrites à propos de l'expérience № 2. Dans l'expérience № 3, il y a effeuillage total et continu. Cette troisième expérience comporte des variantes où l'effeuillage est continu, mais de moindre sévérité.

Ces mutilations diverses ont été appliquées au *Linum austriacum* L. et au *Linum usitatissimum* L.

On considérera ensuite (expérience № 3<sup>bis</sup>) un traitement interrompu après un temps choisi.

#### *a) Traitement de l'expérience № 3*

L'effeuillage intégral quotidien est une opération minutieuse et astreignante lorsqu'il s'applique à 600 plantes par jour. Cultivé en pots en plein air, *Linum austriacum* L. lève en 12 jours ( $\pm 2$ ) et étale ses cotylédons. L'opérateur attend encore 3 ou 4 jours pour permettre au point végétatif de se développer légèrement. Les 2 cotylédons sont alors enlevés aux ciseaux. Il reste une tige d'environ 10 mm de hauteur qui fournira, 3 jours après, la première paire de feuilles. Dès qu'elles seront à peine étalées, ces feuilles seront coupées à leur tour, le plus près possible de la tige (feuille sessile), en évitant de blesser le point végétatif au cours

de ces interventions. La feuille sectionnée a un limbe d'environ 2 mm de longueur. L'absence de surface cotylédonaire et foliaire réduit considérablement la croissance de la plantule. Il faudra donc attendre environ 3 jours pour que la seconde paire de feuilles soit prête à être coupée. Ce délai se raccourcit ensuite à 2 jours, puis après 2 semaines, à 1 jour. La plante a acquis, à ce moment, une intensité de croissance un peu meilleure qui restera sensiblement la même au cours de la saison. Toutefois, durant les mois chauds de juillet et août, il arrive qu'il soit nécessaire de sectionner, chaque jour, jusqu'à 3 et 4 feuilles. Pour l'effeuillage, les pots sont placés sur une table roulante (voir figure 8). Avec de l'habileté, l'opérateur pourra traiter plus de 100 plantes à l'heure. Les traitements signalés ici ont été poursuivis sans interruption d'un seul jour durant 5 mois.

La hauteur atteinte par les sujets mutilés après 5 mois de croissance en plein air est de 40 à 50 mm (témoin 300 à 400 mm). Si étonnant que cela paraisse, ces minuscules tiges ont manifesté une rusticité étonnante (voir figure 9).

L'effeuillage susdit comporte toujours, aux moments nécessaires, l'*ablation des rameaux latéraux*. Cette mutilation complémentaire est indispensable; si elle n'est pas pratiquée, le rameau central effeuillé ne



Figure 8  
Travail des opérateurs

tarde pas à se faner définitivement comme nous l'avons indiqué dans l'expérience N° 2.

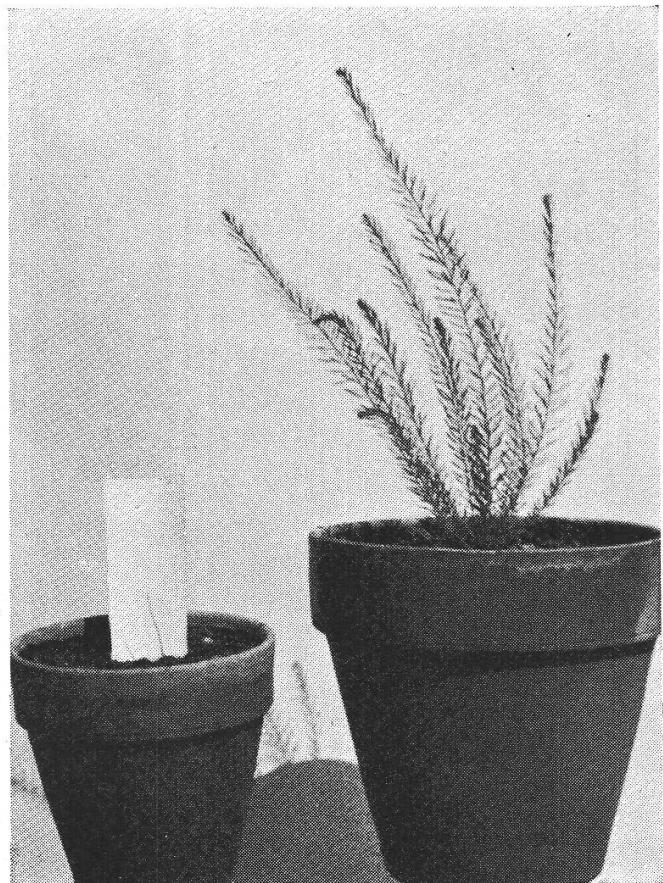


Figure 9

*Linum austriacum* L.

A droite, plante témoin, âge 4 1/2 mois; à gauche, plante traitée, effeuillage total, même âge

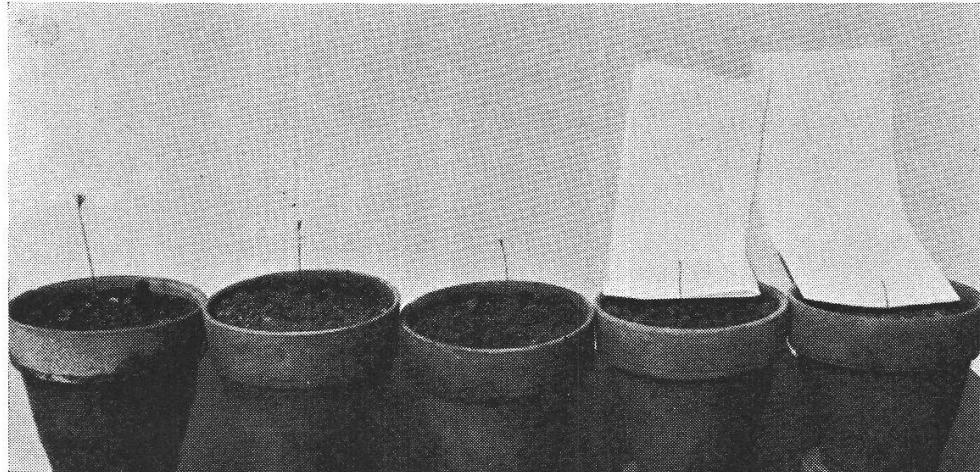


Figure 10

*Linum austriacum* L.

Plantes à l'âge de 3 mois: à droite, plante au régime sans feuille; à gauche, plante au régime à 10 feuilles; au centre, plantes aux régimes intermédiaires, 2, 4, 6 feuilles

laisse à côté du point végétatif, 2 feuilles, 4 feuilles, 6 feuilles et 10 feuilles. Les surfaces transpirantes-photosynthétisantes dont disposent les individus de ces catégories sont donc de plus en plus grandes. Ainsi sont constitués des types intermédiaires entre les deux extrêmes : témoin et effeuillage total (voir figure 10).

### b) Traitement de l'expérience № 3bis

L'interruption de l'effeuillage produit des lins dits à 2 étages : la partie basse est nue, la partie supérieure est feuillée. Les feuilles ne se reforment jamais sur la partie nue de la tige ; cette dernière donne naissance, de temps à autre, à des rameaux latéraux qu'on élimine au fur et à mesure de leur apparition.

On distinguera, chez ces plantes à 2 étages, au moment de l'examen, deux périodes de leur vie (voir figure 11) :

1. période de mutilation,
2. période de vie normale (réapparition des feuilles).



Figure 11  
*Linum austriacum* L.  
Plante à 2 étages, âge : 4 ½ mois

### Conséquences provoquées

Les mutilations décrites réduisent au minimum la surface transpirante-photosynthétisante du végétal. L'arrêt de l'effeuillage, à des moments déterminés, assure le retour d'une surface transpirante-photosynthétisante. Ces deux expériences, № 3 et № 3<sup>bis</sup>, montrent les résultats essentiels suivants :

1. conséquence sur la croissance,
2. conséquence sur l'anatomie,
3. conséquence sur la floraison.

Etant donné que *Linum austriacum* L., plante d'hiver, réagit différemment de *Linum usitatissimum* L., plante de printemps, aux expériences N° 3 et N° 3<sup>bis</sup>, surtout en ce qui concerne la *floraison*, nous parlerons séparément de ces deux espèces.

### A. *Linum austriacum* L.

#### Conséquence de l'effeuillage continu sur la croissance de *Linum austriacum* L. (exp. N° 3)

##### *Méthode*

La croissance est assimilée à l'allongement de la tige principale tant chez le témoin que chez les plantes traitées. Nous savons que cette expression ne représente qu'une partie du phénomène; toutefois, les résultats fournis méritent d'être signalés à cause des indications nouvelles qu'ils donnent. La hauteur de la tige est mesurée à partir de la trace cotylédonaire jusqu'au point végétatif. Dans les cas d'une population d'apparence homogène, on mesure 12 plantes comparables. Lorsque les sujets de la culture présentent des irrégularités d'individu à individu, on mesure 20 plantes. Les valeurs fournies sont donc des moyennes. Ces documents sont encore complétés par les mesures du diamètre des tiges principales, la longueur et la largeur maximales des feuilles.

La durée des mesures s'échelonne, pour cette espèce, sur 150 jours. A cet âge, *Linum austriacum* L., s'il a été vernalisé, a déjà produit fleurs et fruits. C'est-à-dire que l'enquête auxanométrique couvre une large partie du cycle vital de cette espèce.

##### *Longueur atteinte au bout de 150 jours (pot Ø 12 cm)*

Régime sans feuille	4,95 cm
Régime à 2 feuilles	6 cm
Régime à 4 feuilles	7,45 cm
Régime à 6 feuilles	8,95 cm
Régime à 10 feuilles	12 cm
Témoin	28,5 cm

La figure 12 montre que l'allongement de la tige est proportionnel à la sévérité du traitement: les sujets chez lesquels on laisse 10 feuilles offrent encore une tige raccourcie par rapport à celle du témoin. Plus la sévérité du régime augmente, plus grande sera la réduction de l'allongement. Celle-ci affecte non seulement les tiges, mais encore les racines. Ce rapport est mis en évidence par les résultats obtenus à la suite de traitements de sévérités différentes: 0, 2, 4, 6, 10 feuilles.

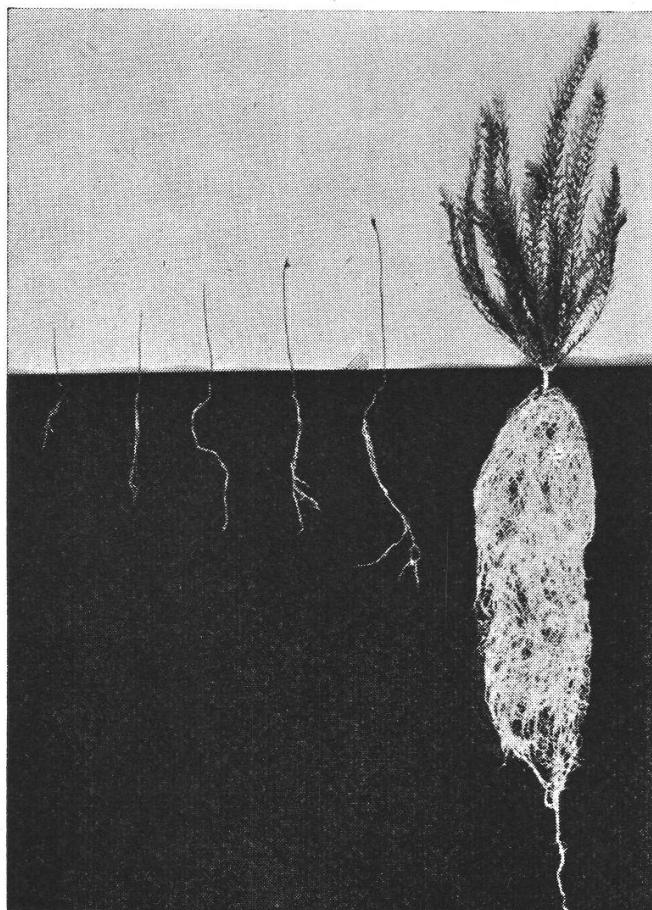


Figure 12

*Linum austriacum L.*

Plantes à l'âge de 3 mois;  
à droite, plante témoin;  
à gauche, plante au régime  
sans feuille; au centre,  
plantes aux régimes inter-  
médiaires: 2, 4, 6, 10 feuilles

#### *Vitesse de croissance (allongement de la tige)*

Des mesures successives, établies de 10 jours en 10 jours, permettent d'évaluer l'allure de la croissance pour la période considérée (150 jours). Les valeurs obtenues sont exprimées soit par le mode cumulatif (courbe de croissance, voir graphique A), soit par le mode unitif: établissement de l'incrément (voir graphique B).

##### *a) Témoin*

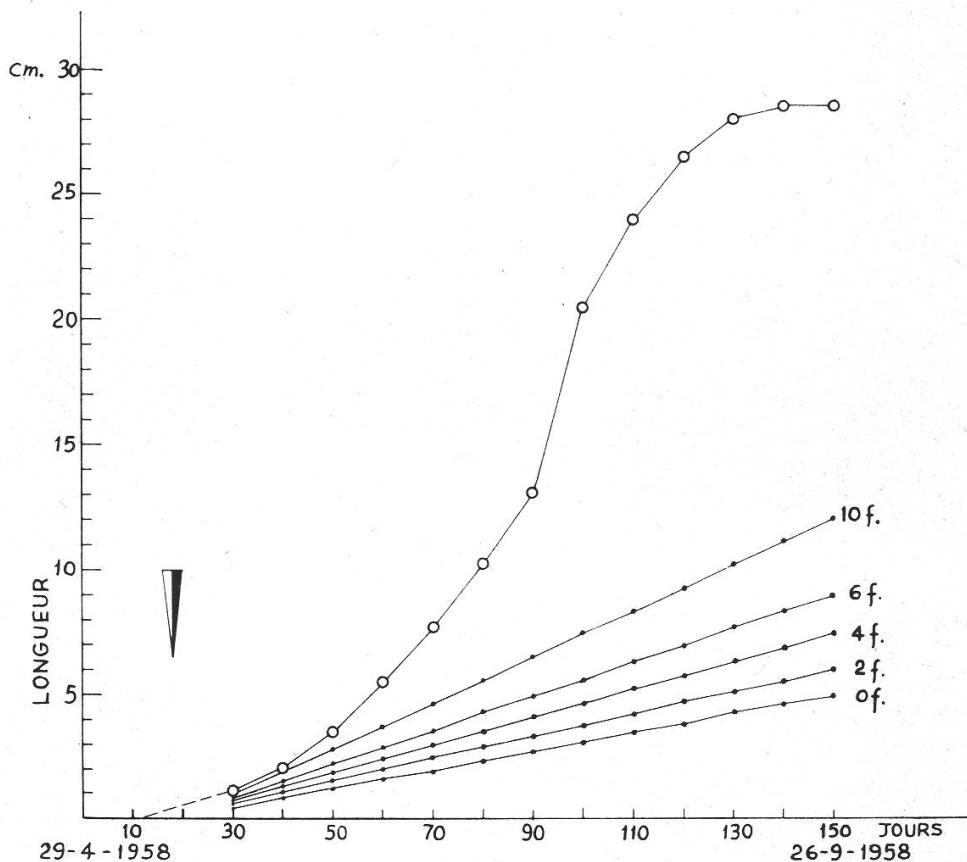
Il s'agit d'une plante semée au printemps, donc non vernalisée et ne produisant point de fleurs au cours de la saison. Cette condition expérimentale est légèrement aberrante par rapport aux conditions naturelles où le semis se fait en automne: l'hiver assure la vernalisation et la plante fleurit au cours de l'été qui suit. Notons pourtant que des sujets cultivés dans les conditions expérimentales susdéescriptes, mais vernalisés, ont donné, au point de vue de la croissance, des résultats très semblables à ceux des sujets non vernalisés.

La courbe de croissance présente la forme classique en S (voir graphique A). Dans la courbe fournie par la succession des incréments (voir graphique B), du 30<sup>e</sup> au 90<sup>e</sup> jour, l'intensité de la croissance augmente d'une façon régulière. C'est durant cette période que le végétal allonge sa tige principale et forme la première corbeille de rameaux latéraux.

Entre le 90<sup>e</sup> et 110<sup>e</sup> jour, la courbe accuse un pic évident. Durant cette période, l'allongement s'accélère. Ce temps est encore celui qui précède immédiatement la formation des rameaux florifères et des fleurs, dans le cas d'une plante vernalisée. On constate donc, chez notre témoin incapable de fleurir, faute de vernalisation, la même crise de croissance précédant ou annonçant le temps de floraison. Cette observation a son importance puisqu'elle met en évidence les prémisses végétatives de la mise à fleur. On sépare ici, par l'analyse de l'allongement, la part végétative de la floraison, prise au sens large du terme, de la floraison proprement dite. (Si l'on enlève des rameaux latéraux à ce moment [60, 80, 90 jours], les plantes donneront *parfois* quelques fleurs au cours de la première année.)

### b) Plantes traitées

Voici les résultats du traitement le plus sévère, c'est-à-dire 0 feuille : la courbe de croissance, établie sur les valeurs de 13 ordonnées équi-



Graphique A

Longueur de la tige principale de *Linum austriacum* L. (mesurée de la trace cotylédonaire au sommet, pot  $\varnothing$  12 cm)

Plante témoin: —o—o—o—

Plantes soumises à divers régimes d'effeuillage: —·—·—

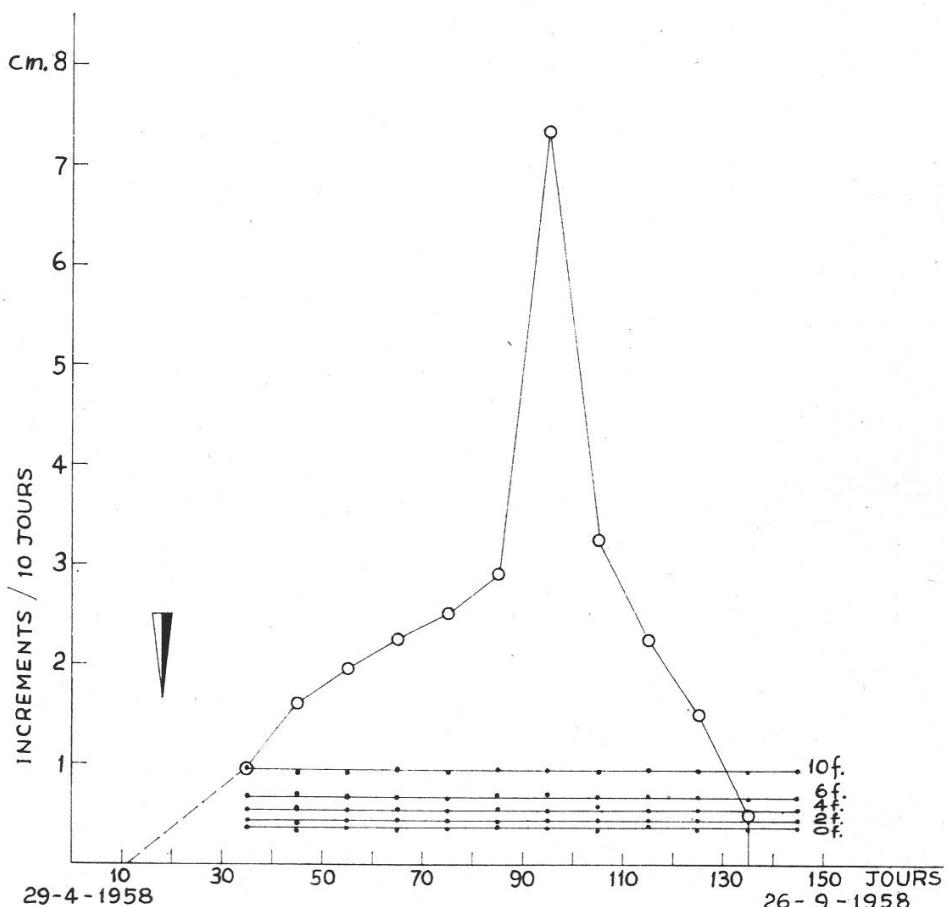
Début de l'effeuillage: ┴

distantes, est un *segment de droite rectiligne* (voir graphique A). La hauteur atteinte au bout de 150 jours est environ six fois plus petite que celle du témoin. Dans cette courbe cumulative, la figure du S classique a complètement disparu. Si l'on considère, d'autre part, la courbe unitive, on constate qu'elle est *rectiligne et horizontale*. Ici encore, l'apparence classique en profil de chapeau n'existe plus (voir graphique B).

### Discussion

Parmi les nombreux phénomènes naturels ou mathématiques auxquels on a essayé de comparer la croissance, celui de l'autocatalyse est l'un des plus appropriés. A chaque instant d'une réaction chimique de ce type, la vitesse de réaction est égale au produit d'une constante ( $k$ ) par la valeur de la concentration des masses en présence ( $A$ ).

$$v_1 = k \cdot (A_1)$$



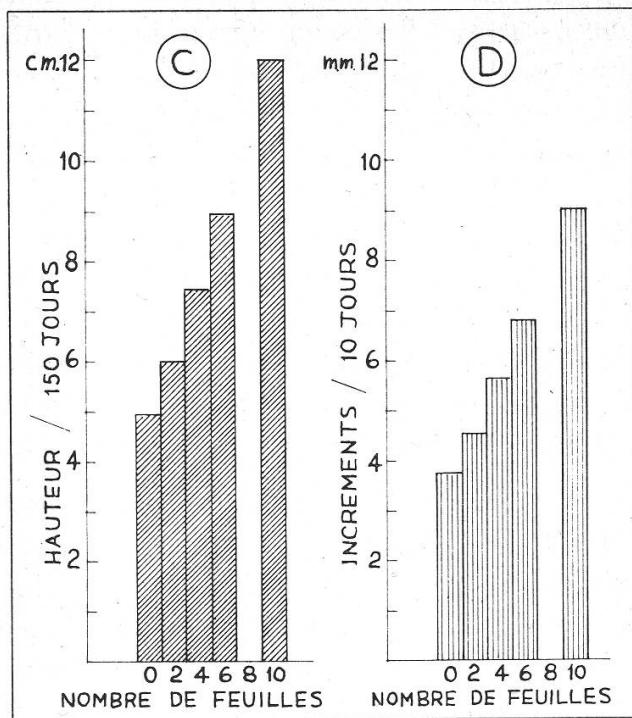
Graphique B

Allongement de la tige principale de *Linum austriacum* L.: incrément de croissance, correspondant à des périodes de 10 jours.

Plante témoin: —○—○—

Plantes soumises à divers régimes d'effeuillage: ——

Début d'effeuillage: ▲



Hauteur de la tige principale de *Linum austriacum* L., à l'âge de 150 jours, en fonction du nombre des feuilles laissées

Graphique D

Allongement de la tige principale de *Linum austriacum* L. : incrément *constant* de croissance (période de 10 jours), en fonction du nombre de feuilles laissées

Dans cette formule, c'est le terme ( $A_1$ ) qui représente la variable,  $k$ , étant par définition constant. Si nous essayons de transposer, en une formule comparable le phénomène de croissance, nous pourrions écrire, en donnant au terme  $v_1$  le sens de vitesse de croissance :

$$v_1 = k \cdot (\text{S.T.P.})$$

S.T.P.<sup>1</sup> exprime la surface transpirante-photosynthétisante de laquelle nous faisons dépendre, dans les conditions de notre expérience, l'intensité de croissance. Une chose est certaine : le terme S.T.P. chez le témoin est une variable, son importance grandit progressivement, puis s'atténue. Sur le plan physiologique, la S.T.P. représente, pour nous, le

<sup>1</sup> Précisons la notion de S.T.P. chez les plantes mutilées et en particulier dans la catégorie dite à 0 feuille : en fait, la S.T.P. est une somme des surfaces vertes de la tige, du point végétatif et des feuilles. De telle sorte que l'ablation systématique de la première paire de feuilles (régime à 0 feuille) laisse une S.T.P. de point végétatif et de tige. Le rôle de cette dernière sera mentionné à propos de l'inflexion des courbes reconnaissable dans les graphiques C et D.

*moteur physiologique principal.* De la surface dépend l'intensité de l'évaporation. Cette dernière commande dans une très large mesure l'ascension de la sève, soit en conséquence l'hydratation et la nutrition minérale des tissus. Simultanément, la S.T.P. règle l'importance des synthèses glucidiques. Or, eau, glucides et aliments non glucidiques (minéraux inclus) constituent les matériaux généraux et suffisants au développement d'une cellule ou d'un tissu vivant. L'introduction du terme S.T.P. dans une formule exprimant la croissance est physiologiquement légitime. Ce n'est d'ailleurs pas la première fois qu'une idée semblable est présentée. La nouveauté sera de lier étroitement ce terme à la formule de croissance et de fournir une démonstration de cette considération.

Retournons maintenant aux courbes de croissance du témoin et des plantes traitées. Chez le témoin, le développement progressif du feuillage correspond à la variabilité du terme S.T.P. C'est le terme variable qui détermine, dans la courbe de croissance, les étapes successives: phase de latence, phase d'accélération, phase exponentielle, phase de retard, phase stationnaire, phase de déclin de la croissance. La succession de ces phases se traduit par une courbe en S ou, dans l'expression unitive de la croissance, par une courbe en profil de chapeau. Ces deux figures sont effectivement celles obtenues sur la base des valeurs fournies par le témoin.

Ces phases correspondent au développement des rameaux latéraux et à l'annonce du temps de floraison, ainsi que nous l'avons vu plus haut.

Chez le végétal mutilé, où l'on maintient artificiellement 0 feuille, on *rend pratiquement constant*, au cours du temps, la valeur du terme S.T.P. Cette *constance* se retrouvera d'ailleurs dans des plantes traitées moins sévèrement, mais qui n'en vivent pas moins toute leur vie sous le régime de 2, 4, 6 ou 10 feuilles. Dès que le terme S.T.P. devient pratiquement invariant, on obtient une courbe de croissance exceptionnelle, figurée par un *segment de droite rectiligne et d'inclinaison dépendante du nombre de feuilles conservées* (voir courbes A et B).

Remarquons une fois de plus, que cette anomalie de la croissance, due à l'effeuillage, se produit dans un milieu écologique inchangé; le nouvel équilibre adopté par la plante est déterminé par les réductions de surface qu'on lui impose.

Comparons maintenant les croissances fournies par les plantes à 0, 2, 4, 6 et 10 feuilles. Dans chacune de ces catégories, *l'incrément est constant: horizontalité de la courbe unitive!* Cette *constance* vient de ce que l'on a maintenu le *moteur physiologique* (S.T.P.) à un régime d'intensité *constante* tout au cours de l'expérience. Les valeurs de l'incrément sont différentes et croissantes lorsqu'on passe du régime à 0 feuille au régime de 2 feuilles, puis au régime de 4 feuilles, etc. Les graphiques C et D concernent le facteur nombre de feuilles conservées et l'incrément de

croissance correspondant à chacune de ces catégories: 0 feuille, 2 feuilles, etc. L'inclinaison de la courbe inscrite sur le graphique prouve d'emblée que l'intensité d'allongement n'est pas directement proportionnelle au nombre des feuilles. Le nombre des feuilles, élément essentiel de ce rapport, n'est pourtant pas le seul à considérer. Nous devons tenir compte ici de facteurs multiples et agissant parfois en sens contraire: concurrence faite à la croissance par la différenciation (élément négatif) et vraisemblablement augmentation de la S.T.P. de la tige qui grandit avec le nombre des feuilles laissées (élément positif).

On s'étonnera de la faible différence existant entre les incrément de la plante à 0 feuille d'une part et de la plante à 2 feuilles d'autre part, par exemple. En d'autres termes, l'allongement de la tige à 0 feuille semble excessif par rapport à celui des plantes bifoliacées.

A l'échelle où ces phénomènes de croissance sont observés, c'est-à-dire à un stade juvénile, nous pouvons, mieux que plus tard, discerner dans la croissance ce qui va à l'allongement proprement dit et ce qui va aux autres activités de la plante: différenciation en particulier.

Chez la plante à 0 feuille, l'activité vitale se traduit essentiellement par une multiplication et un allongement cellulaires. Les dépenses relatives à la différenciation anatomique sont encore faibles, comme nous le montrerons plus loin. Dans ces conditions, l'incrément correspond à un minimum de base, valeur résultant de l'efficacité d'un moteur S.T.P. faible et d'une utilisation primitive des matériaux synthétisés. Lorsqu'un nombre de feuilles, supérieur à 0, est toléré et maintenu sur la plante, il y a nécessairement une augmentation de l'efficacité du moteur S.T.P. Mais, simultanément, il y a des dépenses supplémentaires relatives à l'organisation du végétal. La preuve en sera fournie par les études anatomiques comparées des tiges maintenues à divers régimes. Le surplus de puissance attribuable à 2 ou 4 feuilles ne se convertit que partiellement en allongement de la tige. D'où l'écart apparemment excessif entre l'incrément d'une tige à 0 feuille et celui d'une tige à plusieurs feuilles.

Ces considérations sont valables pour l'époque où la plante présente une structure primaire; elles peuvent s'étendre encore au début de la croissance secondaire: c'est alors qu'intervient l'utilisation des matériaux par le cambium! Nous ferons allusion à ce dernier point quand nous décrirons l'allongement consécutif à l'interruption de l'effeuillage.

Rappelons, pour conclure, que dans les études sur la croissance, l'usage est de perturber les conditions du milieu écologique (nutrition, humidité, température, lumières de diverses longueurs d'ondes, rayons X, rayons  $\gamma$ , ultrasons, etc.) et d'influencer, en conséquence, indirectement les auxines, les gibberellines et les diverses substances chimiques. Les recherches faites sur les rapports de la croissance et de la surface transpi-

rante-photosynthétisante comparables à celles décrites ici sont très rares. Elles appartiennent, comme nous l'avons déjà dit plus haut, à la connaissance des effets d'un *déséquilibre interne* de la plante. Ce dernier se traduit, non seulement sur la croissance, mais encore, comme nous le verrons plus loin sur l'anatomie et sur la floraison.

#### *Diamètre de la tige*

Le diamètre de la tige diminue sensiblement du témoin au sujet à 10 feuilles :

témoin : 1,2 à 1,6 mm  
10 feuilles : 0,6 à 0,75 mm.

Cette réduction ne se poursuit plus quand on augmente la sévérité du régime : les diamètres des tiges à 10, 6, 4, 2 et 0 feuilles sont pratiquement les mêmes. La seule conclusion qu'on puisse tirer de ces mesures est qu'il existe un diamètre minimal de la tige. Même en réduisant la S.T.P. de 10 feuilles à 0 feuille on ne réussit pas à diminuer la valeur de ce diamètre.

Ces diamètres égaux ne correspondent pas à des structures équivalentes : la tige à 0 feuille possède un cylindre central réduit et une écorce dilatée. La tige à 10 feuilles possède un cylindre central de grand diamètre et une écorce petite. Ces réactions anatomiques aux divers traitements seront traitées plus loin (voir conséquence sur l'anatomie).

#### **Conséquence de l'effeuillage interrompu sur la croissance de *Linum austriacum* L. (exp. N° 3<sup>bis</sup>)**

L'interruption de l'effeuillage produit des lins dits à *deux étages*. La plante, qui a perdu temporairement la presque totalité de sa surface transpirante-photosynthétisante, s'acheminait vers les états que nous avons décrits (période de mutilation). La réapparition des feuilles, soit le retour d'une S.T.P. ranime la croissance et la différenciation du végétal (période de vie normale).

Les observations qui vont suivre dépendent dans une large mesure des rapports de durée de ces deux périodes.

L'elongation de la tige durant la période d'effeuillage est très faible ; l'allongement de la tige, dans sa portion supérieure feuillée, augmentera au fur et à mesure que les feuilles seront plus nombreuses. Le développement du système radiculaire suit la même règle.

Nous faisons deux lots d'expériences et nous présentons leurs résultats dans la figure 13.

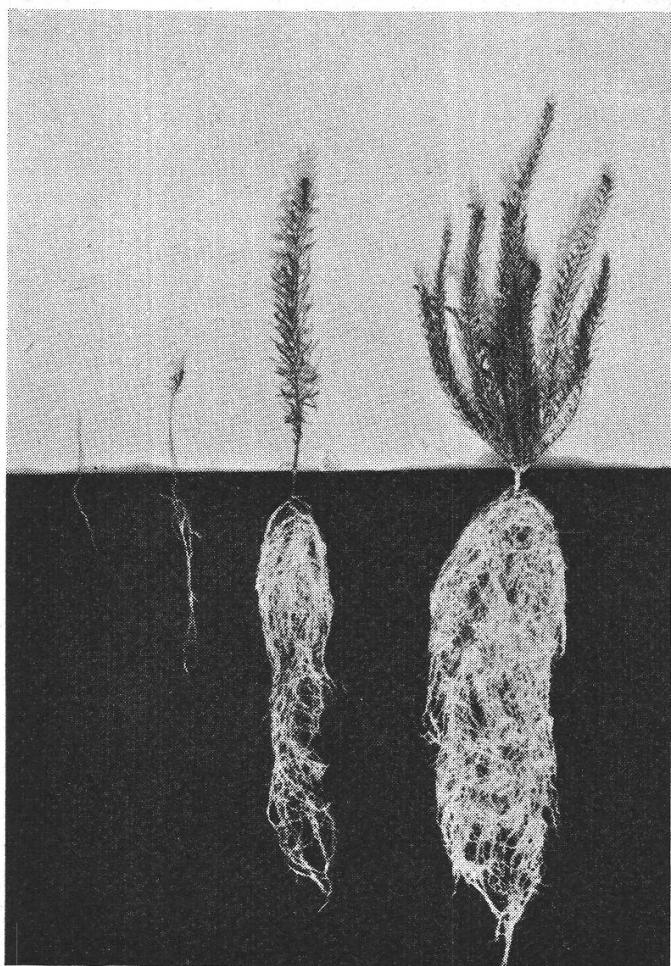


Figure 13

*Linum austriacum* L. Plantes à l'âge de 129 jours: à droite, plante témoin; à gauche, plante effeuillée totalement; centre droit, plante du 1<sup>er</sup> lot = 12 jours de levée + 54 jours de traitement + 63 jours de vie normale; centre gauche, plante du 2<sup>e</sup> lot = 12 jours de levée + 92 jours de traitement + 25 jours de vie normale

La croissance de la tige, des feuilles et des racines des deux lots de plantes à *deux étages* est inscrite dans le tableau 5.

### Discussion

La comparaison des croissances de l'étage feuillé de ces deux lots est difficile, parce que chacun des lots possède des antécédents différents (inégalité de la durée du traitement). Des commentaires sur l'allongement de la tige dans les plantes à deux étages seront fournis à propos de *Linum usitatissimum* L., espèce pour laquelle nous disposons de documents plus nombreux (voir page 403).

Pour ce qui est de la dimension des feuilles, dans chacun de ces lots, on constatera qu'elle est plus grande chez les individus dont la vie normale fut de 63 jours que chez ceux dont la vie n'a été que de 25 jours.

Tableau 5

Condition	Partie inférieure de la tige			Partie supérieure de la tige			Feuilles			Racines	
	Longueur mm	Diamètre mm	Longueur mm	Diamètre mm	Longueur maximale mm	Largeur maximale mm					
<i>1<sup>er</sup> lot:</i> 12 jours de levée + 54 jours de traitement + 63 jours de vie normale = 129 jours d'âge	18,3	1,5	174	14	21	2	Proportionnelles aux feuilles réapparues				
<i>2<sup>e</sup> lot:</i> 12 jours de levée + 92 jours de traitement + 25 jours de vie normale = 129 jours d'âge	33	0,8	30	0,75	12	1,4	Proportionnelles aux feuilles réapparues				

Remarque

Plante témoin à l'âge de 129 jours, longueur: 285 mm.

Plante à rameaux latéraux supprimés, même âge, longueur: 596 mm.

Cette dernière durée n'a pas permis aux feuilles d'atteindre leurs dimensions maximales.

La figure 13 apporte des indications évidentes relatives au développement du système radiculaire dans les conditions des expériences 3 et 3<sup>bis</sup>. L'importance de l'appareil radiculaire est *proportionnelle* à celle de l'appareil foliacé. Cette règle est particulièrement démontrée par l'expérience N° 3<sup>bis</sup> (effeuillage interrompu): la tige, nue pendant la période de mutilation, possède un système radiculaire très réduit ; il se développera, plus tard, *proportionnellement* au nombre des feuilles réapparues. On voit en conséquence que les plantes ayant bénéficié de 63 jours de vie normale ont des racines beaucoup plus vigoureuses que celles de 25 jours. Il ne faut pas perdre de vue le fait que les plantes des deux lots ont le même âge ! Notons encore que les racines tardivement formées (après 25 jours d'effeuillage) développent, dès la réapparition des feuilles, un appareil vigoureux sinon égal à celui du témoin. Une croissance énergique de l'appareil aérien a pour conséquence le développement des racines.

La racine des lins a été l'objet de plusieurs recherches. Citons, entre autres, celles de J. P. Reuss (1938) étudiant les effets de différents agents d'excitation, et celles de R. Dostal' (1956) prouvant l'action stimulante des racines sur la croissance.

### Conclusions

La réduction de la surface transpirante-photosynthétisante du végétal (expérience N° 3) diminue l'appel de la sève brute, la synthèse des hydrates de carbone et supprime en grande partie les microfonctions de thermo- et photoperception caractéristiques des feuilles. Ces troubles, déséquilibre interne d'un organisme demeuré dans un milieu externe inchangé, se répercutent sur la croissance, la circulation des sèves et le développement (floraison) de la plante expérimentée.

L'arrêt de l'effeuillage à des moments déterminés (expérience N° 3<sup>bis</sup>) permet d'assister au rétablissement de certaines fonctions physiologiques.

### Conséquence de l'effeuillage continu sur l'anatomie de *Linum austriacum* L. (exp. N° 3)

#### *Histométrie*

Les documents qui suivent sont fondés sur la comparaison de coupes transversales et longitudinales de tiges de lin de même âge, obtenues à partir de plantes témoins et de plantes traitées. Analysons tout d'abord les coupes transversales. Les mesures de surface sont faites au planimètre de Kern sur des agrandissements (diamètre: 50 cm) de microphotographies, technique appliquée par F. Chodat et R. Cortesi depuis 1941.

Chaque surface tissulaire considérée est rapportée à la surface totale de la coupe, puis exprimée en pour-cent de cette dernière. On compare ensuite les valeurs fournies par la coupe expérimentale à celles de la coupe témoin. On peut aussi quantifier ces comparaisons de la manière suivante: diviser la surface tissulaire expérimentale  $\times K$  par la surface tissulaire témoin. K est le rapport de la surface totale de la coupe témoin à la surface totale de la coupe expérimentale. La valeur du quotient fourni par ce deuxième type d'appréciation peut être:

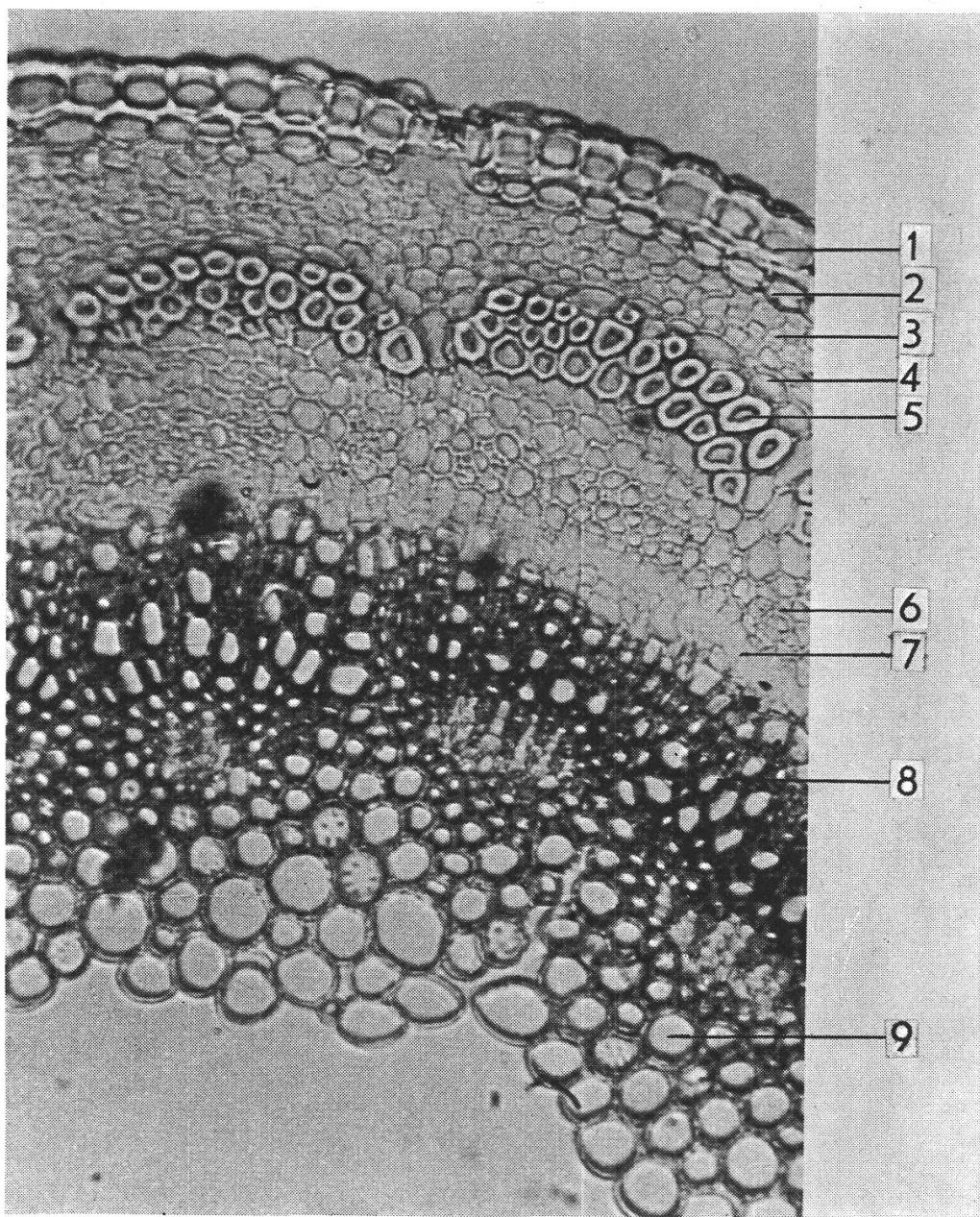


Figure 14

*Linum austriacum* L.

Coupe transversale à mi-hauteur d'une tige témoin. 1 épiderme, 2 hypoderme, 3 parenchyme cortical, 4 cellules amylières, 5 fibres, 6 phloème, 7 cambium, 8 xylème, 9 moelle.  
(Gr. 172  $\times$ )

Tableau 6

Rapport	Epiderme + hypoderme	Parenchyme cortical	Cellules amyloïfères	Fibres	Phloème	Cambium	Xylème	Moelle	Valeur absolue
Surface tissulaire de la plante témoin									
Surface totale de la plante témoin	10,4 %	10,5 %	4 %	10,7 %	8,5 %	4,4 %	20,7 %	30,8 %	2,50 mm <sup>2</sup>
Surface tissulaire de la plante traitée	Val. appar. 19,3 %	42,4 %	4,7 %	5,6 %	8,4 %	4,2 %	9,8 %	5,6 %	0,76 mm <sup>2</sup>
Surface totale de la plante traitée	Val. corrig. 8,7 % <sup>1</sup>								
Quotient:									
Surface tissulaire de la plante traitée $\times K$	Val. corrig. 0,83 <sup>1</sup>	4,04	1,18	0,52	0,99	0,95	0,47	0,18	
Surface tissulaire de la plante témoin									
$(K = \frac{\text{Surface témoin}}{\text{Surface traitée}} = 3,29)$									

<sup>1</sup> Valeur absolue de la surface épidermique de la plante témoin: 0,260 mm<sup>2</sup>  
 Valeur absolue de la surface épidermique de la plante traitée: 0,147 mm<sup>2</sup>  
 La surface globale du cortex et des cellules amyloïfères de la plante traitée est 2,25 fois plus grande que celle de la plante témoin

Donc:  

$$\frac{\text{Epiderme traité : } 0,147 \text{ mm}^2}{2,25} = 0,066 \text{ mm}^2$$

Rapport: 
$$\frac{\text{Surface épidermique : } 0,066 \text{ mm}^2}{\text{Surface totale : } 0,760 \text{ mm}^2} \times 100 = 8,7 \%$$

Quotient: 
$$\frac{\text{Surface épidermique de la plante traitée} \times K}{\text{Surface épidermique de la plante témoin}} = \frac{0,066 \text{ mm}^2 \times 3,29}{0,260 \text{ mm}^2} = 0,83$$

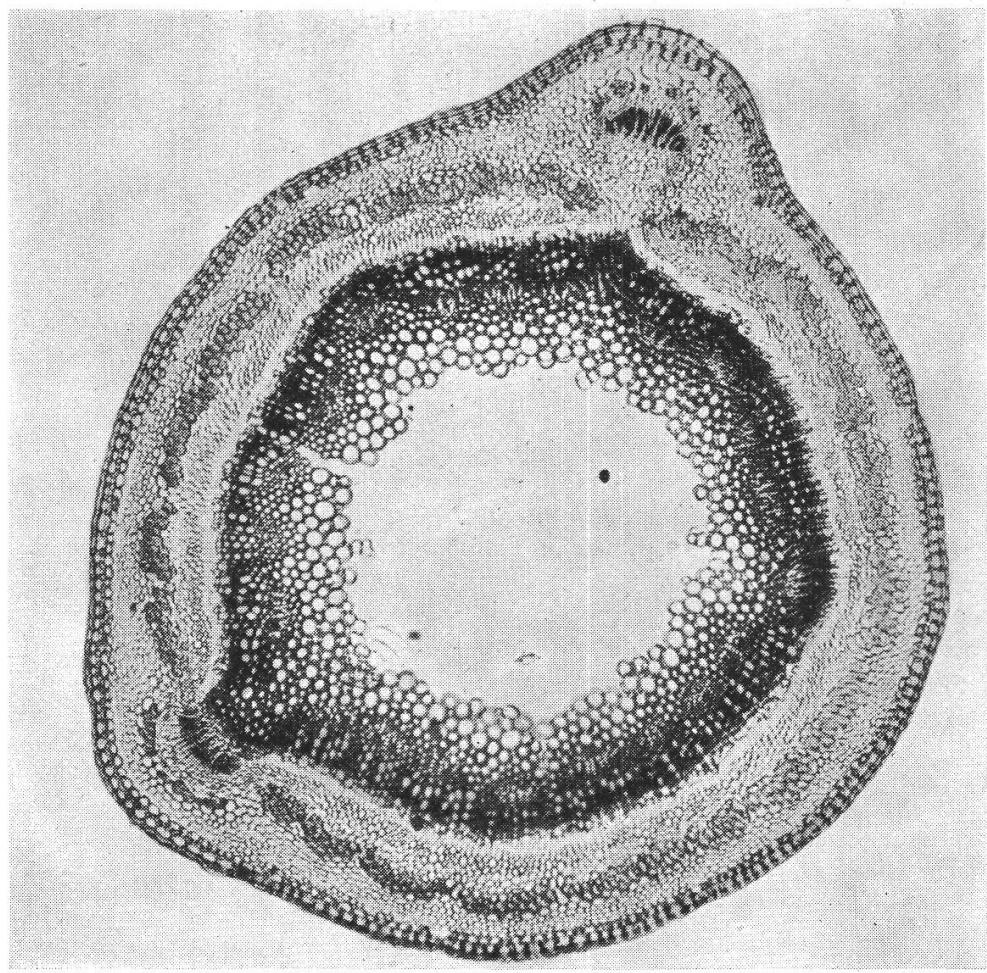


Figure 15  
*Linum austriacum* L.

Coupe transversale à mi-hauteur d'une tige témoin montrant les proportions tissulaires: grand cylindre central, petite écorce, cellules du parenchyme cortical arrondies ou aplatis, plages fibreuses abondantes. (Gr. 50  $\times$ ). (Voir aussi figure 14)

égale à 1, ce qui signifie que l'effeuillage n'a pas exercé d'effet spécifique sur la surface de la plage anatomique considérée,  
inférieure à 1, ce qui signifie que le traitement réduit spécifiquement la surface de la plage anatomique choisie,  
supérieure à 1, ce qui signifie que la mutilation augmente spécifiquement la surface de la plage envisagée.

Ni l'une ni l'autre de ces appréciations histométriques n'est à l'abri d'une erreur d'origine géométrique provenant de l'inégalité des rayons des cercles considérés.

Les valeurs inscrites au tableau 6 donnent en conséquence un ordre de grandeur aux intensités des morphoses qui vont être décrites.

Cette défalcation de la valeur due à l'amplification géométrique a été faite pour les tissus épidermiques et hypodermiques. Le tableau comporte en conséquence une valeur apparente et une valeur corrigée, seule significative (voir aussi figures 14, 15 et 16).

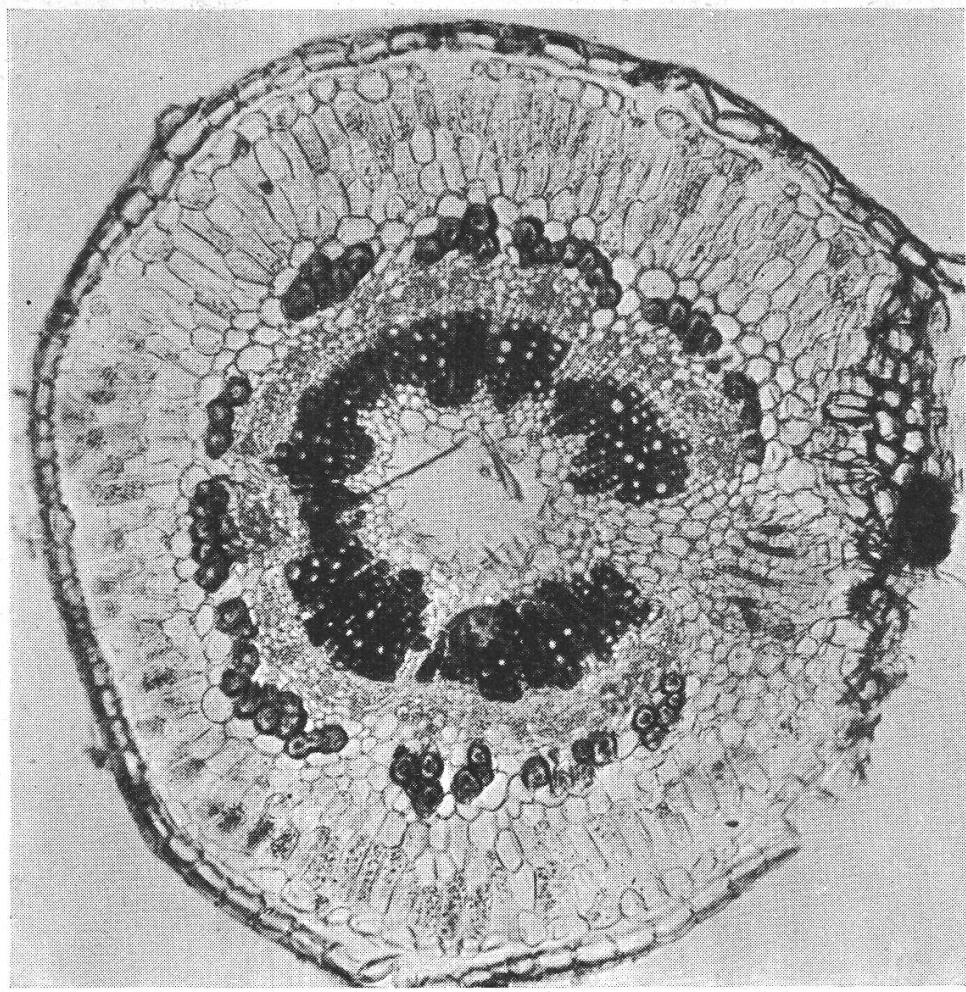


Figure 16  
*Linum austriacum* L.

Coupe transversale à mi-hauteur d'une tige totalement effeuillée montrant les proportions tissulaires: petit cylindre central, grande écorce, cellules du parenchyme cortical palissadiques, plages fibreuses réduites. (Gr. 92×)

### *Morphoses tissulaires*

#### **Epiderme-hypoderme**

Le volume des cellules de chacune de ces assises n'est pas modifié par l'effeuillage. La couronne marginale formée par ces tissus occupe dans la coupe traitée un pourcentage de surface plus grand que celui mesuré dans la coupe témoin. Cette majoration a une origine géométrique et non biologique (voir figures 15 et 16).

#### **Parenchyme cortical**

C'est à ce niveau anatomique que l'augmentation est la plus marquée: plante témoin, 10,5%; plante traitée, 42,4%. Il faut considérer à part le nombre des assises de cellules corticales et la dimension de ces dernières. Le nombre des assises dans la plante mutilée est de 2 à 3,

avec prédominance de 2. Chez le témoin, ce nombre est de 3 à 5, avec prédominance de 3. Le traitement a donc pour effet de réduire d'une unité le nombre des assises de cellules corticales. Cette réduction tendrait à diminuer la surface de cette plage tissulaire. Par contre, la surface de toutes les cellules corticales, vues en coupe transversale, est nettement plus grande chez les plantes traitées que chez les plantes témoins. Cette

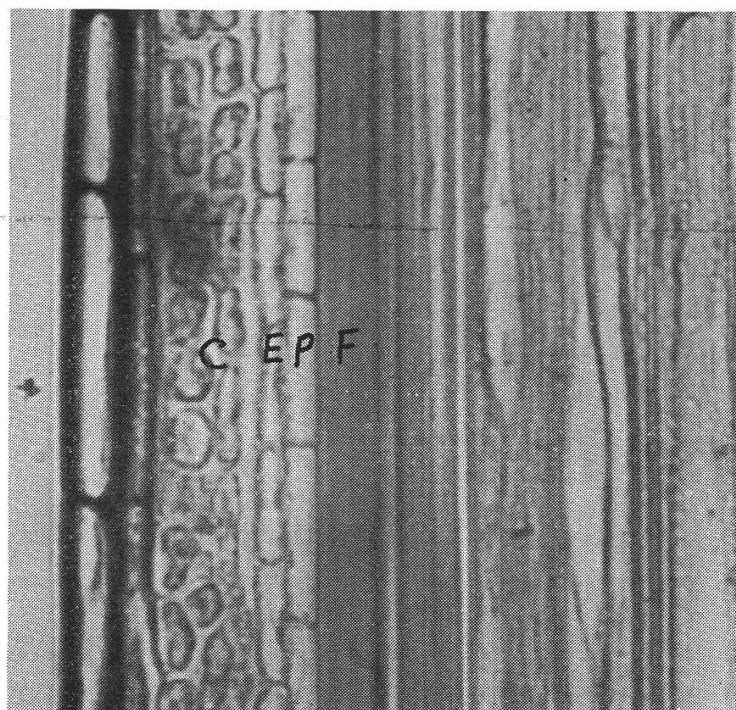


Figure 17  
*Linum austriacum* L.

Coupe longitudinale à mi-hauteur d'une tige témoin montrant le parenchyme cortical (C) composé de cellules en forme de cylindres dressés, endoderme (E), péricycle (P) et fibres (F). (Gr. 290×)

augmentation est essentiellement due à l'allongement du côté radial de ces unités. La dimension du côté tangentiel n'est pratiquement pas modifiée. Cette particularité compense la réduction du nombre des assises et détermine l'augmentation de surface susnommée (voir figures 15 et 16). La coupe longitudinale révèle que, d'une façon générale, les cellules corticales de la plante effeuillée ont par contre une hauteur 1 1/2 à 2 fois plus petite que celle des cellules homologues du témoin. On pourrait résumer en disant que dans la plante témoin, examinée suivant son axe, les cellules corticales sont des cylindres dressés, alors que dans la plante traitée, examinée également suivant son axe, ce sont des cylindres couchés. L'effeuillage réduit donc la hauteur des cellules corticales (voir figures 17 et 18).

Laissons cette description géométrique pour nous attacher maintenant à l'aspect biologique des cellules corticales de la plante effeuillée.

Le caractère de son écorce rappelle celui d'un tissu palissadique foliaire. On a donc ici une modification adaptative évidente de cette partie de la tige. Tout se passe comme si le végétal suppléait à l'absence de tissu assimilateur foliaire manquant à la plante traitée. L'écorce de la tige fonctionne à la place des feuilles et prend en même temps les caractéristiques de l'*assise palissadique*: cellules allongées et séparées par des

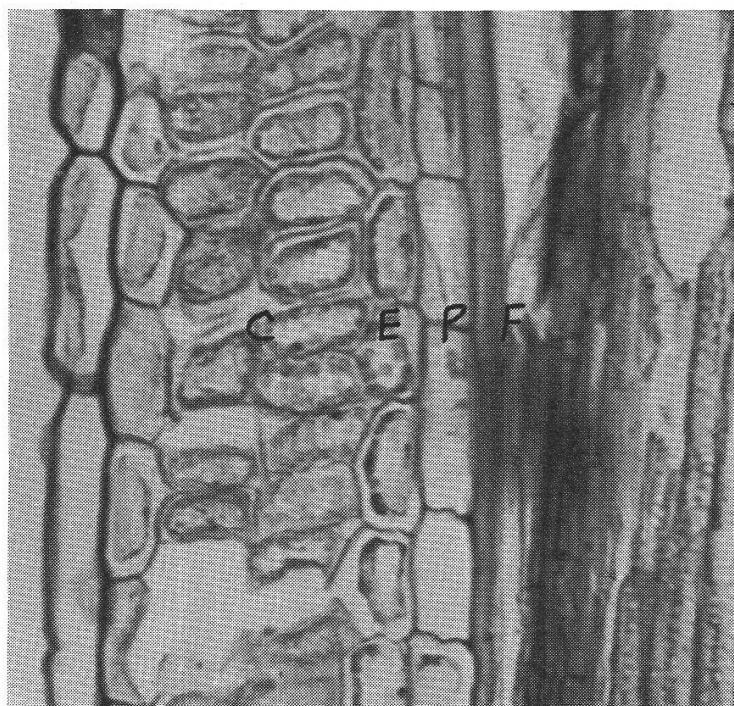


Figure 18  
*Linum austriacum* L.

Coupe longitudinale à mi-hauteur d'une tige totalement effeuillée montrant le parenchyme cortical (C) composé de cellules en forme de cylindres couchés, endoderme (E), péricycle (P), et fibres (F). (Gr. 290×)

méats. La densité des chloroplastides est plus grande dans les cellules corticales de la plante traitée que dans les cellules homologues de la plante témoin.

Il est intéressant de comparer cette morphose expérimentale à des structures naturelles rencontrées chez les *Cactus* en particulier: en l'absence de feuilles, la tige différencie un chlorenchyme palissadiforme.

Si l'on examine l'épiderme, on constate que le nombre des cellules par unité de surface est à peu de chose près le même chez le témoin que chez la plante traitée. Par contre, le nombre des stomates, par unité de surface est plus considérable chez la plante mutilée: 1 appareil stomatique pour 5 cellules, alors que la proportion chez le témoin est de 1 pour 8. Tout se passe, ici encore, comme si la plante assurait, par un nombre supérieur d'ouvertures les fonctions physiologiques plus importantes de son écorce modifiée (voir figures 19 et 20).

Ces faits tendent à prouver la plasticité du végétal qui remplace l'activité d'un tissu manquant par celle d'un tissu «vicariant». Cette foliaison retrouvée de la tige repose les problèmes de l'origine structurale des tiges des végétaux supérieurs.

Ces modifications anatomiques de l'écorce disparaissent dès que le régime d'effeuillage maintient 4 feuilles. Cette surface transpirante-photosynthétisante, jointe à celle du point végétatif, semble suffisante pour assurer la nutrition carbonée sans suppléance par l'écorce.

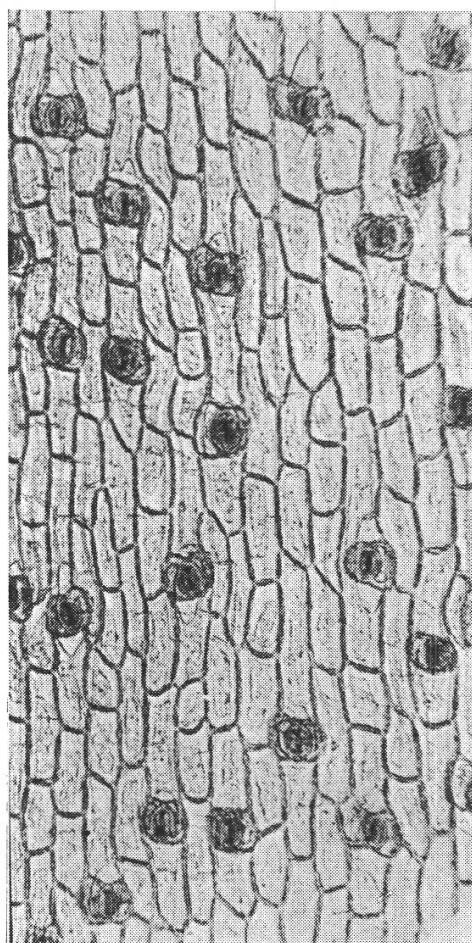


Figure 19

*Linum austriacum* L.

Stomates de la tige témoin, 1 appareil stomatique pour 8 cellules épidermiques. (Gr. 92 ×)

Les observations anatomiques consignées sont celles que l'on peut faire chez les lins qui ont subi 4 mois de traitement (âge de la plante: 4 1/2 mois). Après 3 mois de traitement, les tiges ne révèlent qu'un début de modification: ces dernières ne sont pas immédiatement réalisées.

Ajoutons encore que l'importance de la modification dépend du niveau auquel la coupe a été faite. Un peu au-dessous du point végétatif, dans une région où la différenciation anatomique normale est déjà

réalisée, les modifications sont inapparentes. Par contre, à mi-hauteur de la tige, elles sont accentuées.

#### Assise de cellules amyliifères (endoderme)

Cette assise est plus visible dans la coupe de la plante traitée que dans celle du témoin. Cette assise n'offre aucune particularité nouvelle; elle est simplement mieux mise en évidence par le contraste que forme avec elle l'écorce modifiée (voir figures 14, 15, 16, 17 et 18).



Figure 20  
*Linum austriacum* L.

Stomates de la tige totalement effeuillée, 1 appareil stomatique pour 5 cellules épidermiques  
(Gr. 92 ×)

L'existence d'une assise péricyclique chez *Linum austriacum* L. est douteuse. K. Esau (1942/1943) ne la mentionne pas dans son étude de *Linum*. Les coupes longitudinales faites dans une même *tige* montrent parfois une assise de cellules amyliifères touchant les fibres; parfois une assise parenchymateuse de cellules allongées s'intercale entre l'endoderme et les fibres. On songe alors à un péricycle. Ces deux possibilités se rencontrent aussi bien chez la plante témoin que chez la plante traitée.

L'existence d'un endoderme doublé ou non doublé d'une assise péricyclique suggère la notion, chez ces plantes, d'un péricycle *intermittent* dont la formation est encore énigmatique. Le cas de *Linum austriacum* L. augmente encore l'incertitude des anatomistes contemporains à l'égard de la notion du péricycle dans la tige, puisque l'irrégularité surgit au sein d'une même plante (voir figures 17 et 18).

#### Fibres

Chez la plante témoin, elles sont groupées en plages distinctes situées entre le liber et l'assise des cellules amyloïfères. Chaque plage est constituée par 3 ou 4 assises se succédant dans le plan radial. Les coupes des sujets traités (totalement effeuillés) ne présentent plus que 1 ou 2 assises, avec prédominance de 1. Chez la plante à 10 feuilles conservées, la plage fibreuse est constituée par 1 ou 2 assises avec prédominance de 2. Dans une coupe longitudinale, pratiquée sur le sujet traité, on remarque que la longueur de la fibre est 6 à 10 fois plus courte que dans le témoin (voir figures 14, 15, 16, 17 et 18).

Cette différence considérable ne se retrouve pas lorsqu'on compare les diamètres des sections transversales des fibres de la plante traitée à ceux de la plante témoin. L'effeuillage réduit donc le nombre des fibres et leur longueur, mais n'apporte pas de modification appréciable à l'épaisseur des membranes. Le raccourcissement des fibres doit être mis en relation avec la réduction de la longueur de la tige effeuillée.

Ces observations sur l'anatomie pathologique du lin mutilé apportent quelques éléments nouveaux au problème si discuté de l'origine tissulaire des fibres. Les positions respectives des plages fibreuses et de l'assise amyloïfère extérieure aux fibres écartent l'hypothèse d'une nature corticale des fibres. Le caractère douteux du péricycle, chez ce lin, rend tout aussi improbable une origine péricyclique des fibres (voir figures 17 et 18).

Une remarque analogue a déjà été publiée par K. Esau (1943) qui considère que *les fibres du lin proviennent du protophloème*. Ces éléments conducteurs sans noyau sont petit à petit écrasés par les cellules parenchymateuses voisines en voie d'allongement. Cet effacement a reçu le nom d'oblitération. G. O. Sakalo (1956) attribue une même origine aux fibres du chanvre et consolide ainsi la thèse d'Esau.

Esau n'explique cependant pas comment pourrait s'organiser, au cours de la dégénérescence du tube criblé la structure si caractéristique de la membrane fibreuse.

#### Phloème

Les mesures montrent que l'effeuillage n'exerce *pas d'effet* sur l'étenue de ce tissu observée en coupe transversale. La proportion de cette plage libérienne par rapport à la surface totale de la section transversale de la tige, est la même chez le témoin et la plante traitée. Il serait prématuro de tirer une conclusion générale de cette constatation. Rappelons

simplement que l'importance des cordons libériens ne change que peu avec l'âge de la tige. Cette constance relative de la section du phloème est un phénomène mal connu et, dans bien des cas, contradictoire avec l'hypothèse classique du fonctionnement alternatif des cellules cambiales. On a, ces dernières années, apporté beaucoup d'informations sur la différenciation des tubes criblés, mais fort peu sur l'évolution du tissu pris dans son ensemble (V. I. Cheadle, 1956).

### Cambium

Ici, encore, on ne constate *point de modification histométrique*. Il n'y a là rien d'étonnant puisque la puissance fonctionnelle de cette assise ne s'estime point par rapport à elle-même, mais bien par rapport à ses produits.

### Xylème

C'est à ce niveau anatomique que l'effet de l'effeuillage est le plus marqué: plante témoin, 20,7%; plante traitée, 9,8%. Ces expériences montrent que l'importance de l'anneau ligneux dépend directement du nombre des feuilles en fonction. Au niveau où sont faites les coupes, dans la tige du témoin, l'anneau ligneux est continu. Les anatomistes du lin ont expliqué cette continuité comme étant le résultat de la soudure de faisceaux ligneux. (K. Esau, 1942/1943; A. Carton, 1948; L. Plantefol, 1952, et d'autres). Le nombre de ces derniers est en rapport avec celui des feuilles. Lorsque la plante est très jeune, les feuilles sont encore en nombre limité et les coins ligneux sont nettement séparés. Au fur et à mesure que de nouvelles feuilles se forment, la couronne de coins s'enrichit en plages ligneuses nouvelles (voir figures 15 et 16).

Ces apports successifs déterminent finalement la soudure de tous ces éléments du bois. Cette conception améliorée de la genèse de l'anneau ligneux conduit à l'adoption de quelques principes dont il faudra vérifier expérimentalement l'exactitude. La fermeture de l'anneau ligneux marque une date dans la vie de la plante. Ce seuil étant atteint, les besoins de conduction nécessités par les feuilles formées après cette date, seront satisfaits par le mécanisme de la croissance secondaire du bois; on pourrait, en d'autres termes, lire par le nombre des feuilles, pour une espèce choisie, le niveau à partir duquel s'organise la croissance secondaire.

Chez la plante traitée, le xylème présente l'apparence d'un anneau imparfaitement soudé. En outre, la périphérie du bois, au lieu d'être un cercle régulier comme chez le témoin, montre des irrégularités. Le bord externe de certains secteurs est en retrait par rapport au bord des secteurs adjacents.

L'imperfection de la soudure de l'anneau ligneux est une figure anatomique qui correspond à celle de l'état juvénile d'un lin témoin. On peut dire que l'effeuillage continu fait obstacle à l'accomplissement de la maturité anatomique de la tige.

L'irrégularité de la périphérie ligneuse implique, en première approximation, une irrégularité similaire de l'assise cambiale. Cette dernière s'explique si l'on tient compte, dans l'âge juvénile d'une plante normale, des distances inégales auxquelles se trouvent les divers coins ligneux par rapport au centre de la tige. Des documents anatomiques, relatifs au lin et à d'autres genres, démontrent cette affirmation. Dans le cas du lin effeuillé nous rencontrons, en dépit de l'âge de la plante, une structure juvénile qui justifie cette irrégularité de la périphérie ligneuse.

Les comparaisons qui précèdent concernent deux cas extrêmes: plante témoin et plante totalement effeuillée. L'étude de plantes qui ont été moins sévèrement traitées et auxquelles on a laissé 2, 4, 6, 10 feuilles, apporte une information complémentaire; plus il y a de feuilles conservées, plus le cylindre central s'élargit. Simultanément, l'irrégularité de la périphérie de la zone ligneuse s'atténue pour être finalement nulle dans le cas de 10 feuilles conservées. Ces deux constatations sont évidentes lorsqu'on compare les coupes de tiges de plantes à 0 feuille et de plantes à 10 feuilles. Chez ces dernières, le diamètre du cylindre central est pourtant encore loin d'égaler celui des plantes témoins.

Signalons enfin que les documents publiés par F. Pellissier (1944), relatifs à des expériences où il supprime le primordium foliaire, chez les Cucurbitacées, sont conformes à ceux que nous présentons ici.

#### Moelle

La littérature fournit peu d'indications sur l'évolution de ce tissu. Chez les lins étudiés par nous, la plantule et la jeune plante ont une moelle sans cavité centrale. Chez la plante adulte, le volume de la moelle est comparable à celui d'un fuseau: faible au niveau du collet et dans la région subapicale. Dans la majorité des cas, la moelle des lins adultes montre une cavité centrale allongée, due à l'accroissement progressif du diamètre de la tige et à l'absence de divisions chez les cellules médullaires. Ces dernières sont fréquemment plus volumineuses que les autres cellules parenchymateuses. Cette hypertrophie pourrait s'expliquer par la faculté de gonfler osmotiquement dans un espace plus ou moins libre. Chez les plantes effeuillées, la moelle est de faible importance, cylindrique et peu ou pas lacuneuse. Ces trois caractéristiques nous semblent résulter du défaut de dilatation de la tige chez les plantes traitées (voir figures 15 et 16).

#### Conséquence de l'effeuillage interrompu sur l'anatomie de *Linum austriacum* L. (exp. N° 3<sup>bis</sup>)

L'interruption de l'effeuillage produit des lins dits à *deux étages*:  
1. période de mutilation, 2. période de vie normale (réapparition des feuilles).

Rappelons que nous avons fait deux lots d'expériences cités plus haut:

1<sup>er</sup> lot: 12 jours de levée + 54 jours de traitement + 63 jours de vie normale = âge 129 jours: longueur de la partie nue, 1,83 cm; longueur de la partie feuillée, 17,4 cm.

2<sup>e</sup> lot: 12 jours de levée + 92 jours de traitement + 25 jours de vie normale = âge 129 jours: longueur de la partie nue, 3,3 cm; longueur de la partie feuillée, 3 cm (voir figures 11, 13 et tableau 5).

L'étude anatomique se fonde sur l'examen des coupes transversales faites à mi-hauteur de la portion feuillée et surtout à mi-hauteur de la portion nue de la tige.

Le témoin choisi (=plante à effeuillage total), auquel nous comparons les plantes à *deux étages*, atteint après 122 jours d'effeuillage (âge 134 jours), la hauteur de 4,4 cm. La plante à *deux étages* produit après 92 jours d'effeuillage (=2<sup>e</sup> lot) une tige nue, haute de 3,3 cm. Le sujet du 1<sup>er</sup> lot, après 54 jours du traitement, fournit une tige nue de 1,83 cm. Les sections étudiées dans chacun de ces trois cas, sont faites à mi-hauteur de la tige nue. Elles ne sont donc pas rigoureusement comparables au point de vue de l'âge de la tige. Nous verrons plus loin l'importance de cette remarque. L'expérience nous a appris que l'effeuillage total et continu détermine une structure anatomique assez homogène tout le long de la tige (sauf la région subapicale); elle diffère en ceci d'une tige normale.

Chez une plante à *2 étages*, il n'y a pas d'anomalie du profil de la tige, au niveau de passage de l'étage nu à l'étage feuillé. La continuité est comparable à celle d'une tige témoin. Ceci résulte de la normalisation de la tige nue. L'anatomie de la portion supérieure (partie feuillée) est normale, c'est-à-dire comparable à celle d'une plante témoin. Plus la vie normale de la plante à *2 étages* sera longue, meilleure sera la restauration de la partie inférieure atrophiée. Inversement, les anomalies d'un lin qui a vécu une courte période d'effeuillage sont peu marquées; la normalisation par retour des feuilles y sera d'autant plus facile. En résumé, on dira pour le premier lot: faible anomalie, forte restauration, et pour le deuxième lot: forte anomalie, faible restauration.

Description du lot 1 qui a eu 63 jours de vie normale: l'aspect général de la coupe transversale (étage nu) est celui d'une coupe pratiquée dans le témoin: grand cylindre central compact, petite écorce, cellules corticales à forme aplatie, plages des fibres très faibles. Le tout est comparable à la figure d'une plante témoin sectionnée au-dessus de la trace des cotylédons (voir figures 16 et 21).

F. Plonka (1956) a déjà signalé chez *Linum usitatissimum* L. l'observation suivante: l'importance des fibres est faible un peu au-dessus du collet; au fur et à mesure que l'on s'élève dans la plante, ce cordon fibreux s'épaissit, alors que le xylème se comporte inversement.

Les coupes pratiquées dans la partie nue de la tige du lot 1 sont voisines du collet; la croissance pendant la période de traitement était très faible et la tige ne s'est guère allongée. Nous nous trouvons donc bien au même niveau que celui décrit par Plonka.

Description du lot 2 qui a eu 25 jours de vie normale. Coupe de l'étage nu: les modifications causées par l'effeuillage dans l'écorce et la région fibreuse ne sont pas encore réparées. Par contre, l'anneau ligneux s'est fermé et épaisse. La structure juvénile de l'anneau ligneux de la tige effeuillée, s'efface progressivement au cours de la restauration (voir figures 16 et 22).

Ces études d'anatomie expérimentale mettent en évidence le rôle décisif des feuilles dans la différenciation des tissus conducteurs. La restauration d'une anatomie normale, dans la zone apicale, s'explique partiellement par le phénomène de fermeture de l'anneau ligneux dis-

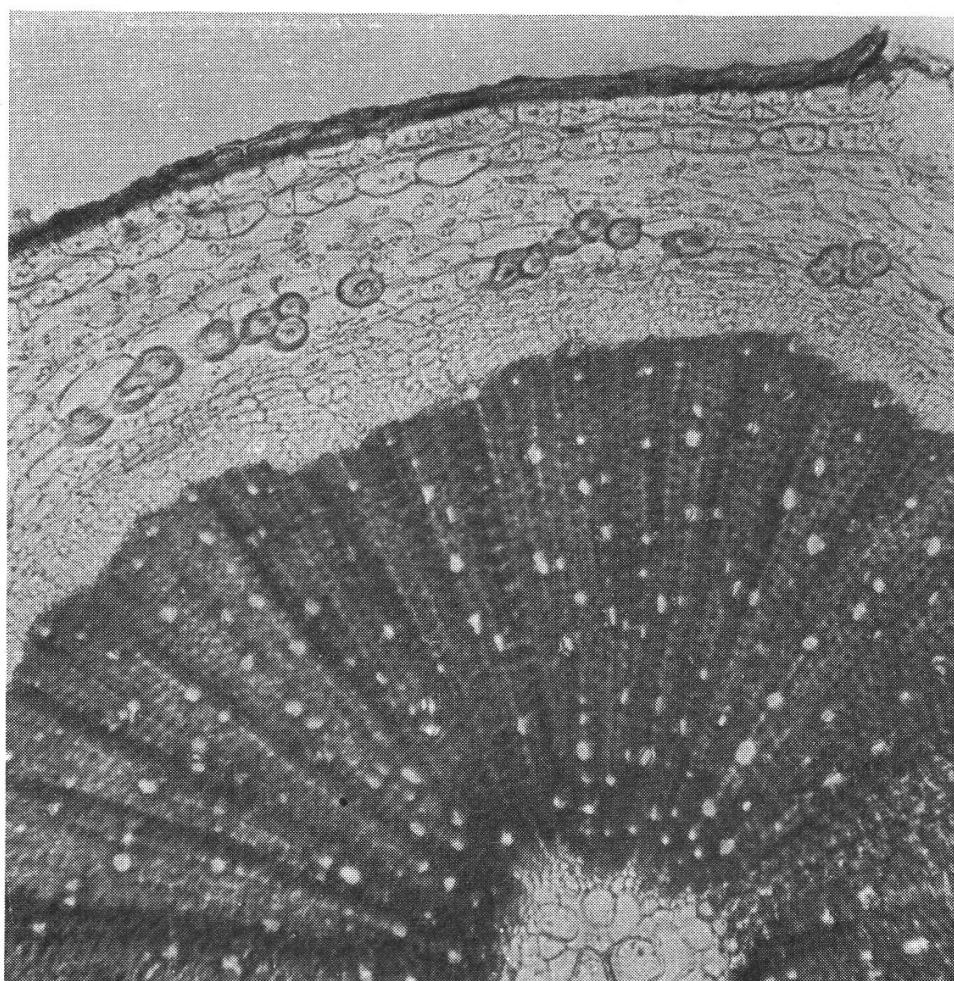


Figure 21  
*Linum austriacum* L.

Coupe transversale à mi-hauteur de la portion nue de la plante du 1<sup>er</sup> lot, montrant grand cylindre central compact, petite écorce, cellules corticales à forme aplatie, plages fibreuses très faibles. (Gr. 115×)

continu. Plus difficile est l'interprétation de cette restauration dans les zones basses, soit distantes de l'apex. L'assise cambiale doit jouer ici le rôle réparateur.

### Conclusions

Les carences dues à la réduction de la surface transpirante-photosynthétisante exercent des *modifications tissulaires*. L'examen critique de ces changements révèle les faits suivants: ni l'épiderme, ni l'hypoderme, ni l'assise de cellules amyloïdes, pas plus que le phloème et le cambium n'accusent de profondes modifications. Seules les cellules parenchymateuses corticales ont évolué dans le sens de cellules *palissadiques*. Ces faits de plasticité cellulaire (nulle ou positive) font penser que les assises qui ne se sont pas modifiées sont celles que le traitement n'a point obligé

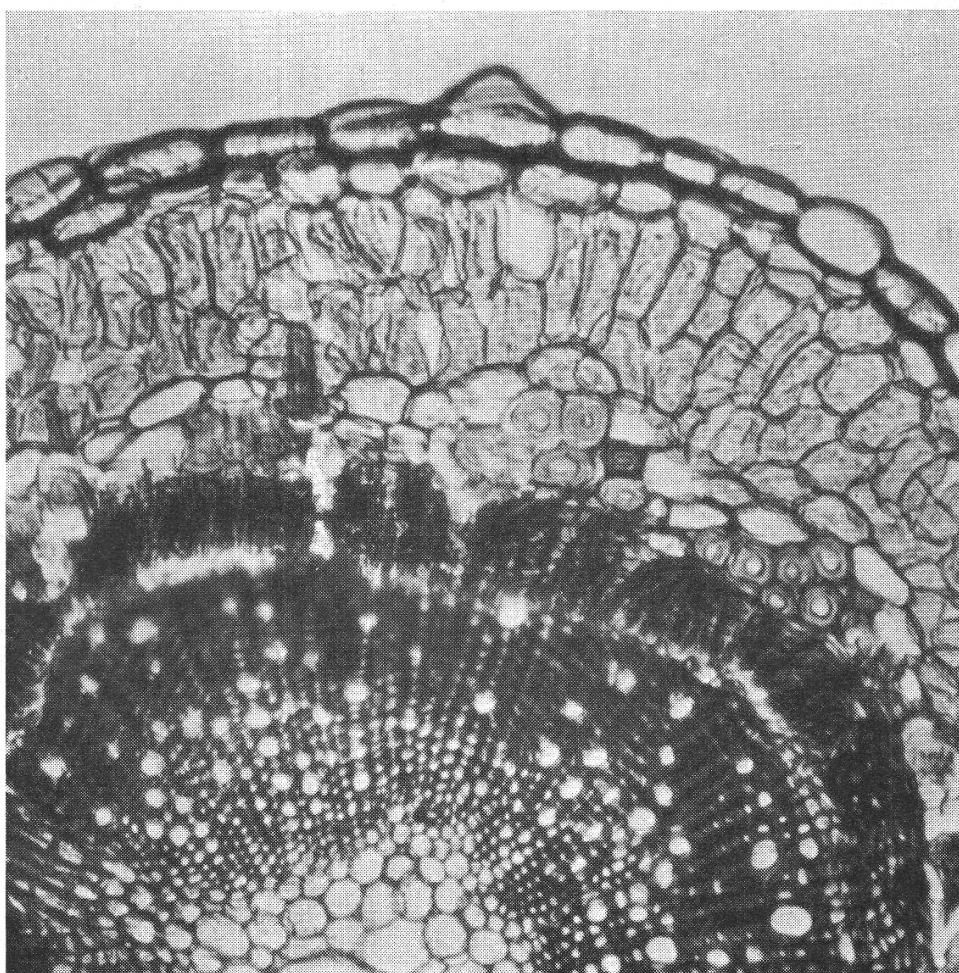


Figure 22  
*Linum austriacum* L.

Coupe transversale à mi-hauteur de la portion nue de la plante du 2<sup>e</sup> lot, montrant que les modifications causées par l'effeuillage dans l'écorce et la région fibreuse ne sont pas encore réparées; par contre, l'anneau ligneux s'est fermé et épaisse. (Gr. 147×)

à changer leurs fonctions originales. Au contraire, l'effeuillage a imposé, par un mécanisme d'adaptation, une exagération fonctionnelle au parenchyme cortical. La diminution de pression exercée par un bois secondaire peu développé chez la plante traitée, peut aussi avoir contribué au développement de l'écorce.

On note en outre que l'effeuillage détermine, comme répercussion directe, une réduction de la quantité des fibres et du bois.

Les *modifications anatomiques* dues à l'effeuillage n'ont pas un caractère irréversible. L'étude des plantes à *deux étages* fournit la preuve d'une restauration morphologique et fonctionnelle.

### Conséquence de l'effeuillage continu ou interrompu sur la floraison de *Linum austriacum L.* (exp. N° 3 et 3<sup>bis</sup>)

Le tableau 4, relatif à l'expérience N° 1, nous a appris que *Linum austriacum L.* est une plante de jours longs. Cette condition indispensable sera donc toujours réalisée dans les essais qui suivent. Par ailleurs, ce tableau 4 nous a renseigné sur les conditions générales de la floraison de cette espèce. Il nous reste maintenant à examiner le rôle de l'effeuillage (expérience N° 3). Le tableau suivant résume les essais :

Tableau 7

Essai	Vernalisation	Ablation des rameaux latéraux	Effeuillage	Floraison
A		0	0	—
B	0	0	0	—

Le signe 0 signifie l'intervention contrôlée de la condition

Le signe — signifie l'absence contrôlée de la floraison

L'effeuillage continu et sévère (0 feuille), combiné à l'ablation des rameaux latéraux, empêche la plante non vernalisée de fleurir. Rappelons que la seule ablation des rameaux latéraux (expérience N° 1), provoque la floraison de sujets non vernalisés. Dans les conditions de l'expérience, l'effeuillage supprime l'effet florigène de la simple ablation des rameaux latéraux (essai A).

*Linum austriacum L.*, espèce d'hiver, exige une période froide pour fleurir, comme nous l'avons vu plus haut. Donnons à la floraison toutes ses chances en vernalisant un lot à 3–4 °C durant 60 jours et un autre durant 80 jours. Appliquons ensuite à ces plantes le double traitement

décrit ci-dessus, effeuillage-ablation : elles ne donnent pas de fleurs. Cette expérience (essai B), montre que l'effeuillage sévère et continu, est un obstacle à la floraison, même dans le cas de notre expérience où la plante est doublement incitée à fleurir : vernalisation et ablation des rameaux latéraux. Rappelons que ces essais ont été faits en deux lots : éclairement naturel et éclairement de 24 heures durant la période de traitement. Même en régime lumineux de 24 heures ces plantes de jours longs n'ont pas fleuri. L'effeuillage sévère fait disparaître une partie très importante de la S.T.P., soit les feuilles. Or, l'on sait le rôle joué par ces tissus (les parenchymes chlorophylliens) en tant qu'appareils percepteurs du photopériodisme et comme lieux générateurs des impulsions florigènes.

Dans l'expérience N° 3<sup>bis</sup>, c'est-à-dire celle de l'effeuillage interrompu (qui produit les plantes à *deux étages*), nous avons opéré cinq essais figurés au tableau 8.

Tableau 8

Essais	Prévernalisation	Ablation ram. lat.	Durée de l'effeuillage	Retour des feuilles	1 <sup>re</sup> floraison	Postvernalisation	2 <sup>e</sup> floraison
a		0	54 jours	0	—	0	+
b		0	54 jours	0	—		(-)
c		0	92 jours	0	—	0	?
d		0	92 jours	0	—		?
e	0	0	92 jours	0	—	0	?

Le signe 0 signifie l'intervention contrôlée de la condition

Le signe + signifie la présence contrôlée de la floraison

Le signe — signifie l'absence contrôlée de la floraison

Le signe (-) signifie 3 ou 4 fleurs seulement

De ces cinq essais, considérons tout d'abord les résultats obtenus au cours du premier cycle de culture, c'est-à-dire à l'automne de la première année. Le retour des feuilles ne permet pas la floraison tant pour les plantes qui ont subi un effeuillage de 54 jours, que pour celles qui ont eu un traitement de 92 jours. Cette constatation est vraie pour les plantes vernalisées et non vernalisées. On peut donc dire, que dans les conditions de notre expérience, la réapparition de feuilles ne corrige pas l'effet de l'effeuillage antérieur qui empêchait la floraison. Toute interprétation de ces résultats serait hasardeuse, étant donné que les plantes ayant subi le traitement 3<sup>bis</sup>, disposent d'une période de vie normale (feuillée), peut-être trop courte pour parachever le cycle vital.

Lorsque les résultats précédents furent consignés, ces mêmes plantes à deux étages furent (novembre), les unes gardées en plein air, les autres mises en serre chaude (16–18° C), éclairées (1500 lux, chaque jour, pendant 15 heures). D'une façon générale, toutes les plantes qui avaient subi un effeuillage de 92 jours ont succombé au cours de l'hiver, tant celles de plein air que celles mises en serre. Cette décimation s'explique ainsi: l'étage feuillé est encore peu important chez ces plantes; elles ont en conséquence conservé, plus ou moins, la sensibilité des plantes à 0 feuille. On sait pour ces dernières que le développement de rameaux latéraux, dessèche la tige principale en peu de temps. Malgré une ablation à vrai dire relâchée des rameaux latéraux, de tels accidents se produisirent. Par contre, les sujets qui avaient subi un effeuillage de 54 jours, avaient eu le temps, à la fin de l'été, de reconstituer un feuillage assez important pour redonner à la plante sa rusticité. Conservées en plein air, subissant le froid du premier hiver, ces plantes (essai A sans prévernalisation) fleurirent normalement au cours de la seconde année. Conservées en serre chaude et à la lumière, ces plantes fournissent, au cours de la seconde année, quelques fleurs. Ce phénomène de floraison réduite en l'absence de vernalisation, mais en présence d'un appoint de lumière au cours de l'hiver, a déjà été mentionné pour les plantes témoins (voir page 360).

## Discussion

Le rôle des feuilles dans le processus des réactions dues au froid et nécessaires à la floraison est étudié par divers auteurs. G. Melchers et A. Lang (1948) ont signalé, à propos de la jusquiame, l'importance de l'ablation des feuilles pour l'épanouissement des fleurs de variétés annuelles et bisannuelles. Ces mêmes auteurs ont fait fleurir une jusquiame bisannuelle non vernalisée, par le greffage d'une feuille, soit de la variété bisannuelle vernalisée, soit de la variété annuelle. M. C. Cailahjan et L. P. Khlopenkova (1957) greffent des rosettes de *Brassica napus oleifera* d'hiver (sujet non vernalisé) sur un *Brassica napus oleifera* de printemps en voie de floraison. Ces rosettes greffées donnent des rameaux fleuris, en condition de jours longs et aux dépens des métabolites provenant du porte-greffe de printemps. F. Oehlkens (1956) dans ses études sur *Streptocarpus* considère que l'effet stimulant de la vernalisation débute vers le milieu de la feuille, s'étend ensuite vers la base, puis vers les pousses. Th. A. Hartman (1956), S. J. Wellensiek, J. Doorenbos et J. A. D. Zeevaart (1956) ont un autre point de vue: ils interprètent certaines observations faites chez *Cichorium intybus* en disant que la vernalisation détermine dans le point végétatif une transformation irréversible qui s'exprimera par la forme des feuilles ultérieurement produites. A. K. Efejkin (1957) travaillant sur la betterave fourragère, a montré

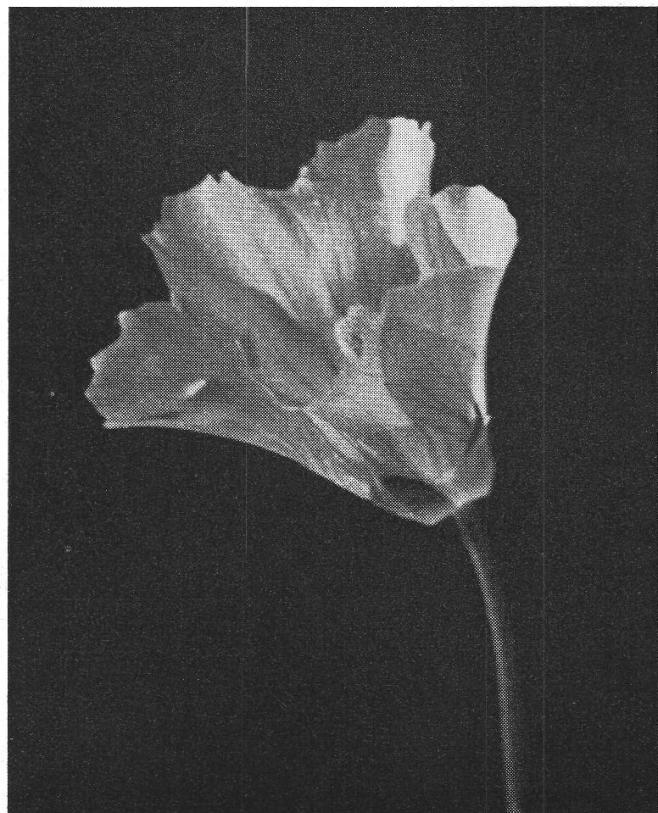
que les processus provoqués par un abaissement de la température, indispensable au début de la floraison, ne se localisent pas dans la zone de croissance de l'extrémité de la tige mais dépendent de l'état de l'organisme dans son ensemble. Nos expériences apportent une nouvelle contribution dans ce domaine de recherches. L'effeuillage empêche la floraison de *Linum austriacum* L. vernalisé ou non vernalisé. Même en régime lumineux de 24 heures, ces plantes de jours longs n'ont pas fleuri. Le retour des feuilles rétablit, dans les conditions précisées, les fonctions physiologiques de la plante qui retrouve les caractères du témoin : floraison après le froid.

### B. *Linum usitatissimum* L.

#### Description de la lignée utilisée

Les plantes que nous avons utilisées proviennent du Jardin botanique de Genève et appartiennent à l'espèce linnéenne *usitatissimum*. Cette désignation, puisqu'il s'agit d'une plante cultivée, correspond à une collection considérable de races ou lignées. Nous n'avons pas identifié notre souche à cet égard. Voici quelques caractères de cette lignée : développée en pots de 12 cm, la plante développe, après un temps de levée de 6 ou 7 jours, une tige unique qui atteint 45 cm en moyenne et qui présente peu de ramifications au sommet par rapport à d'autres variétés

Figure 23  
Fleur de *Linum usitatissimum* L.



de la même espèce. On voit, en coupe transversale de la tige, une plage fibreuse abondante (voir figure 26). La fleur affecte la forme d'un cornet. L'étalement des pétales est d'ailleurs en grande partie une question d'éclaircissement. Les sépales sont sans moucheture et sans anthocyane. Les pétales sont bleu pâle, légèrement frisés et un peu plus longs que larges. Les étamines sont un peu enroulées. Les stigmates sont situés au-dessous du niveau des anthères et enroulés sur eux-mêmes. La capsule est sphérique, les graines brunes à rouge pâle ont un bec retourné (voir figure 23). Ces caractères qui servent de base à la détermination des espèces et variétés sont très sensibles à l'influence du milieu. Par ailleurs, il ne faut pas perdre de vue que le lin cultivé est un produit très complexe d'une sélection opérée depuis des milliers d'années. Pour ce qui est des conditions culturales et des traitements imposés, nous renvoyons à la partie générale (voir pages 352 et 367).

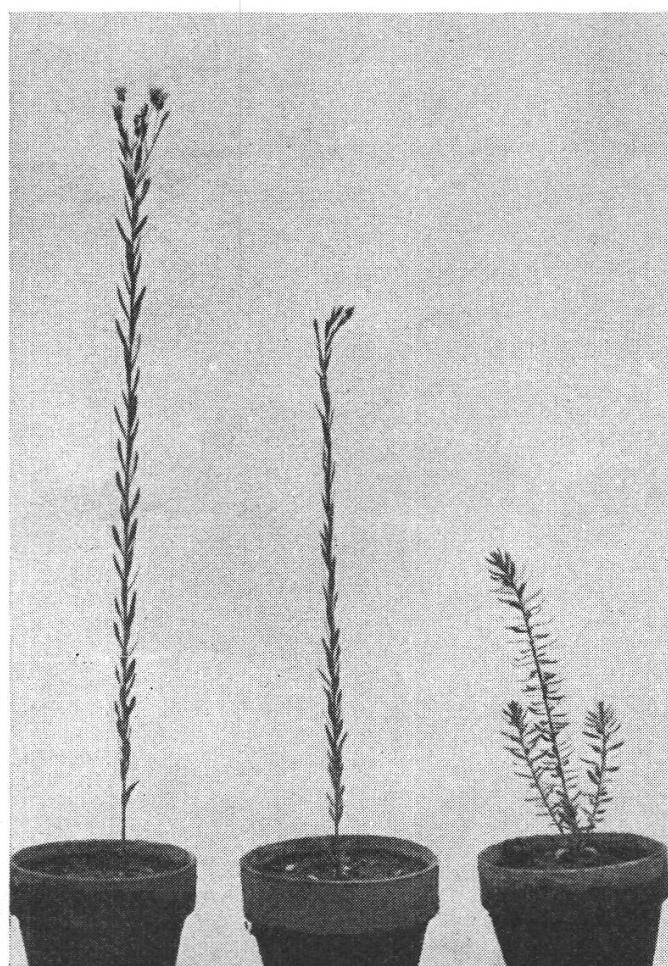


Figure 24  
*Linum usitatissimum* L.

A gauche, plante cultivée en 24 heures (fleurs); au centre, plante cultivée en jours naturels (bourgeons floraux, puis fleurs); à droite, plante cultivée en jours courts (état végétatif et rameaux latéraux)

### Développement

*Linum usitatissimum* L. est une plante annuelle de jours longs qui n'exige pas de vernalisation. Semée le 29 avril 1958, cultivée en pots en plein air, la plante fleurira en 56 jours (plus ou moins 1 ou 2 jours), c'est-à-dire fin juin. En conditions de plein air, des journées longues de 24 heures d'éclairement (lumière d'appoint de 400 à 500 lux) déterminent une floraison en 51 jours. Des journées courtes de 8 heures (lumière naturelle de 9 heures à 17 heures, cage obscure pour le reste du temps) provoqueront une ramification considérable, mais une floraison tardive (118 jours) ou nulle (voir figures 24 et 31). La plante a donc un caractère héméro-périodique.

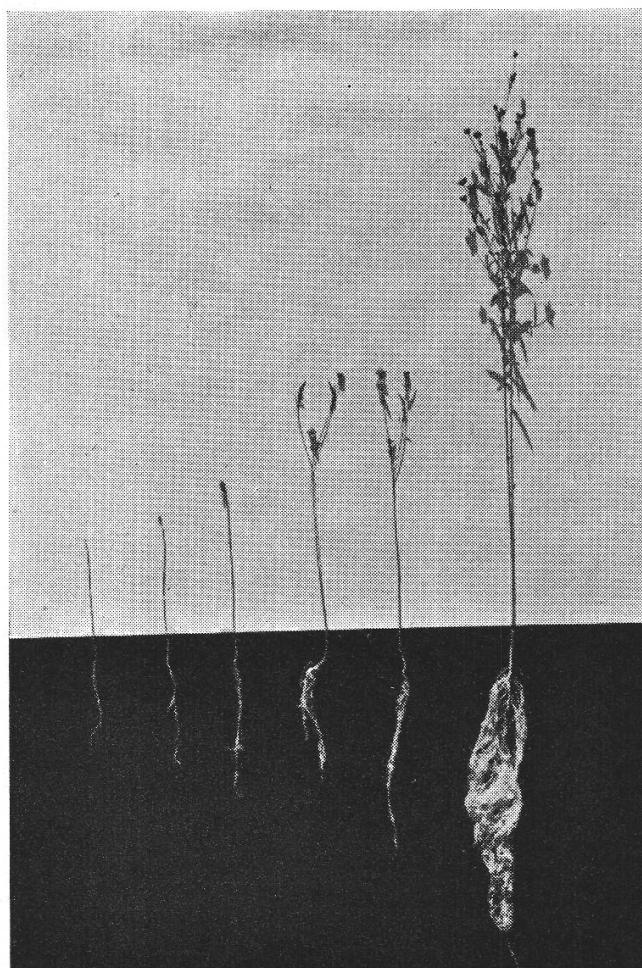


Figure 25  
*Linum usitatissimum* L.

A droite, plante témoin; à gauche, plante au régime sans feuille; au centre, plantes aux régimes intermédiaires: 2, 4, 6, 10 feuilles

## Conséquence de l'effeuillage continu sur la croissance de *Linum usitatissimum* L. (exp. N° 3)

Pour cette espèce, comme pour la précédente, l'effeuillage est toujours combiné à l'ablation des rameaux latéraux.

Rappelons que *Linum usitatissimum* L. lève en 7 jours et le traitement commence 3 jours après, c'est-à-dire à l'âge de 10 jours.

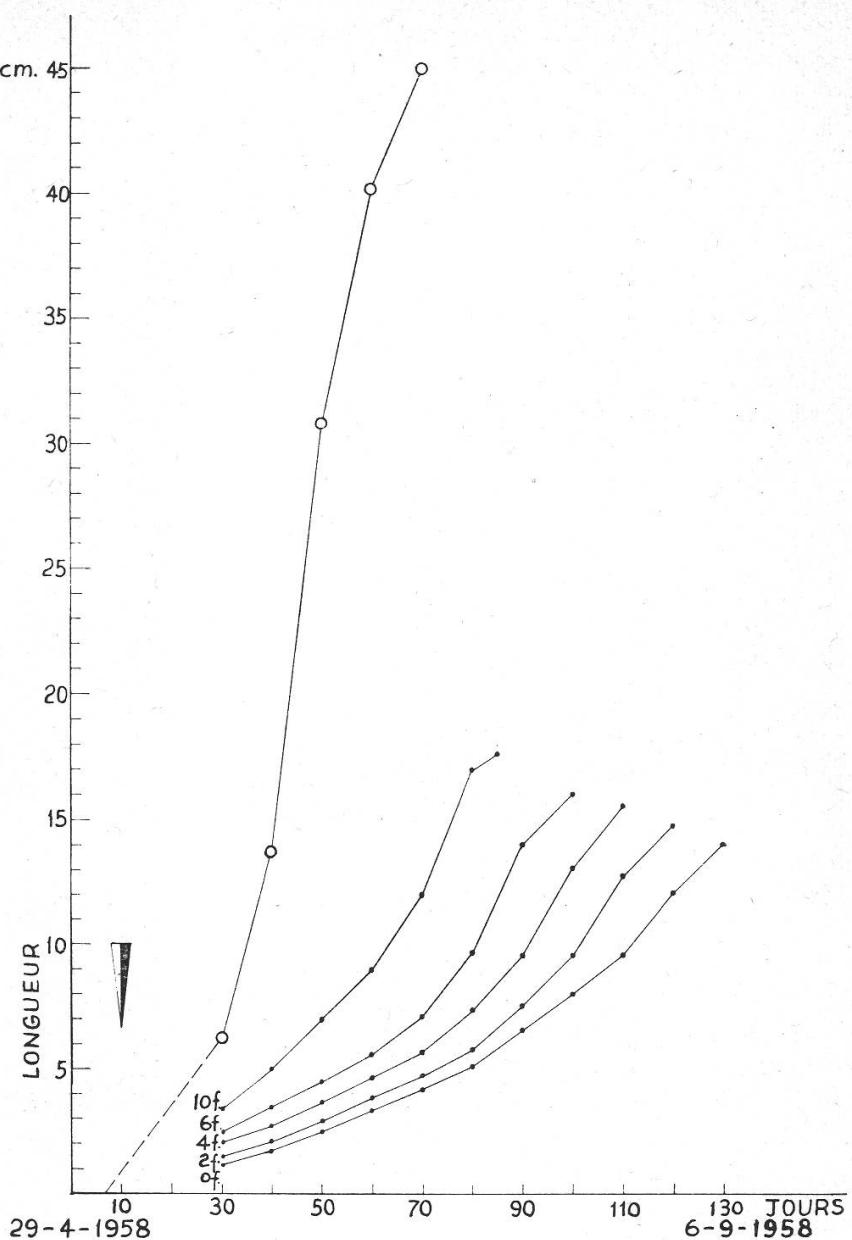
La figure 25 qui montre l'élongation de la tige et le développement du système radiculaire confirme les résultats obtenus chez *Linum austriacum* L.: ces croissances sont proportionnelles à la sévérité de l'effeuillage. Ajoutons que les mesures d'allongement chez cette espèce sont prises de la trace cotylédonnaire jusqu'à la première fleur pseudo-terminale de la tige.

### *Longueur finale de la tige principale (pot Ø 12 cm)*

Régime sans feuille	14 cm
Régime à 2 feuilles	14,7 cm
Régime à 4 feuilles	15,5 cm
Régime à 6 feuilles	16 cm
Régime à 10 feuilles	17,6 cm
Témoin	45 cm

Le traitement N° 3 se traduit, au point de vue de l'allongement de la tige, d'une façon différente chez *Linum usitatissimum* L. que chez *Linum austriacum* L. (voir graphiques A, B et E, F). Les courbes cumulatives de croissance présentent encore le caractère en S chez les lins cultivés (*Linum usitatissimum* L.) alors qu'elles étaient figurées par des segments de droites rectilignes chez *Linum austriacum* L., mutilés de la même façon. Parallèlement, l'expression unitive de la croissance, valeurs de l'incrément, se présente différemment chez les deux espèces: ligne horizontale pour *Linum austriacum* L., et ligne en chapeau pour *Linum usitatissimum* L. L'origine de cette différence est la suivante: *Linum austriacum* L. ne fleurit pas quand il est effeuillé, *Linum usitatissimum* L. peut fleurir dans ces conditions comme nous le verrons un peu plus loin.

La floraison est accompagnée, dans bien des cas, d'un brusque allongement des rameaux florifères (R. David, 1952). Dans le cas du *Linum usitatissimum* L., cet événement se greffe sur ceux consécutifs à l'effeuillage et les modifie. Le cycle vital du lin cultivé étant relativement court, cette influence perturbatrice se marque de bonne heure et masque le comportement particulier des plantes effeuillées.



Graphique E

Longueur de la tige principale de *Linum usitatissimum* L. (mesurée de la trace cotylédonnaire au sommet, pot  $\varnothing$  12 cm)

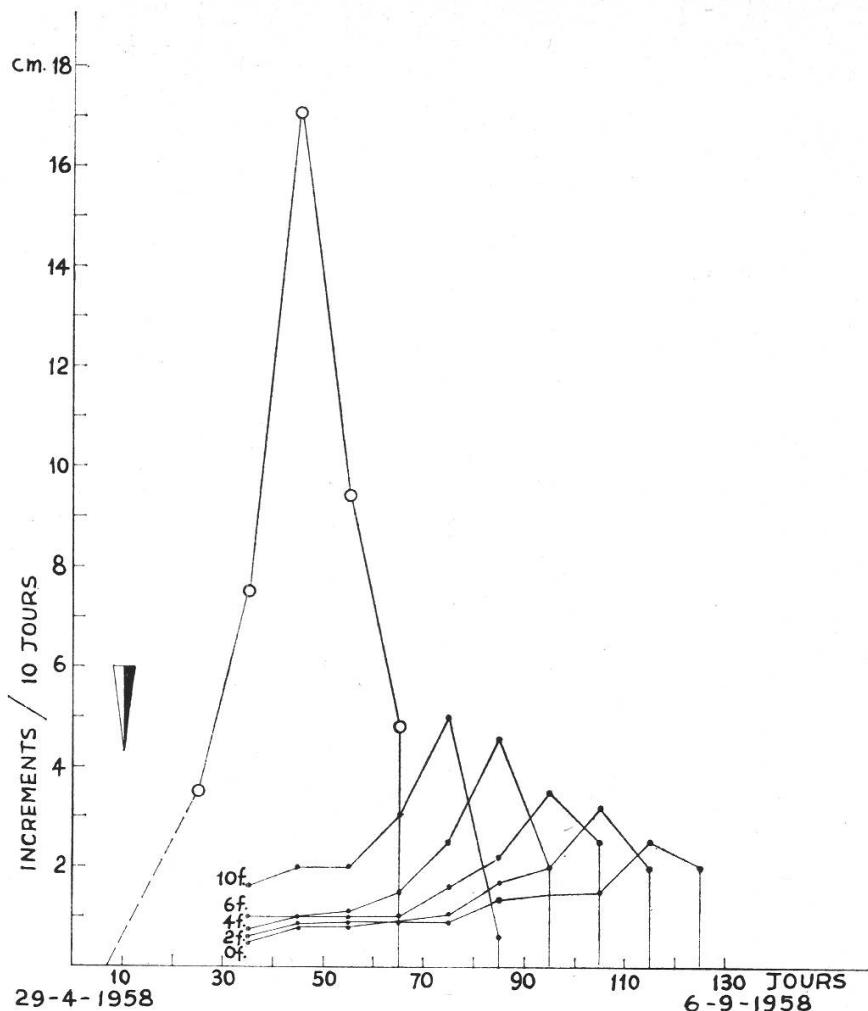
Plante témoin: —o—o—o—

Plantes soumises à divers régimes d'effeuillage: —.---.---

Début de l'effeuillage:

### Conséquence de l'effeuillage interrompu sur la croissance de Linum usitatissimum L. (exp. N° 3<sup>bis</sup>)

L'effeuillage interrompu produit une plante dite à *deux étages* nue en bas, feuillée en haut. Rappelons qu'il s'agissait d'un régime à 0 feuille. Ces plantes totalement effeuillées ont été divisées en 6 lots:



Graphique F

Allongement de la tige principale de *Linum usitatissimum* L.: incrément de croissance, correspondant à des périodes de 10 jours.

Plante témoin: —○—○—○—

Plantes soumises à divers régimes d'effeuillage: ——.———

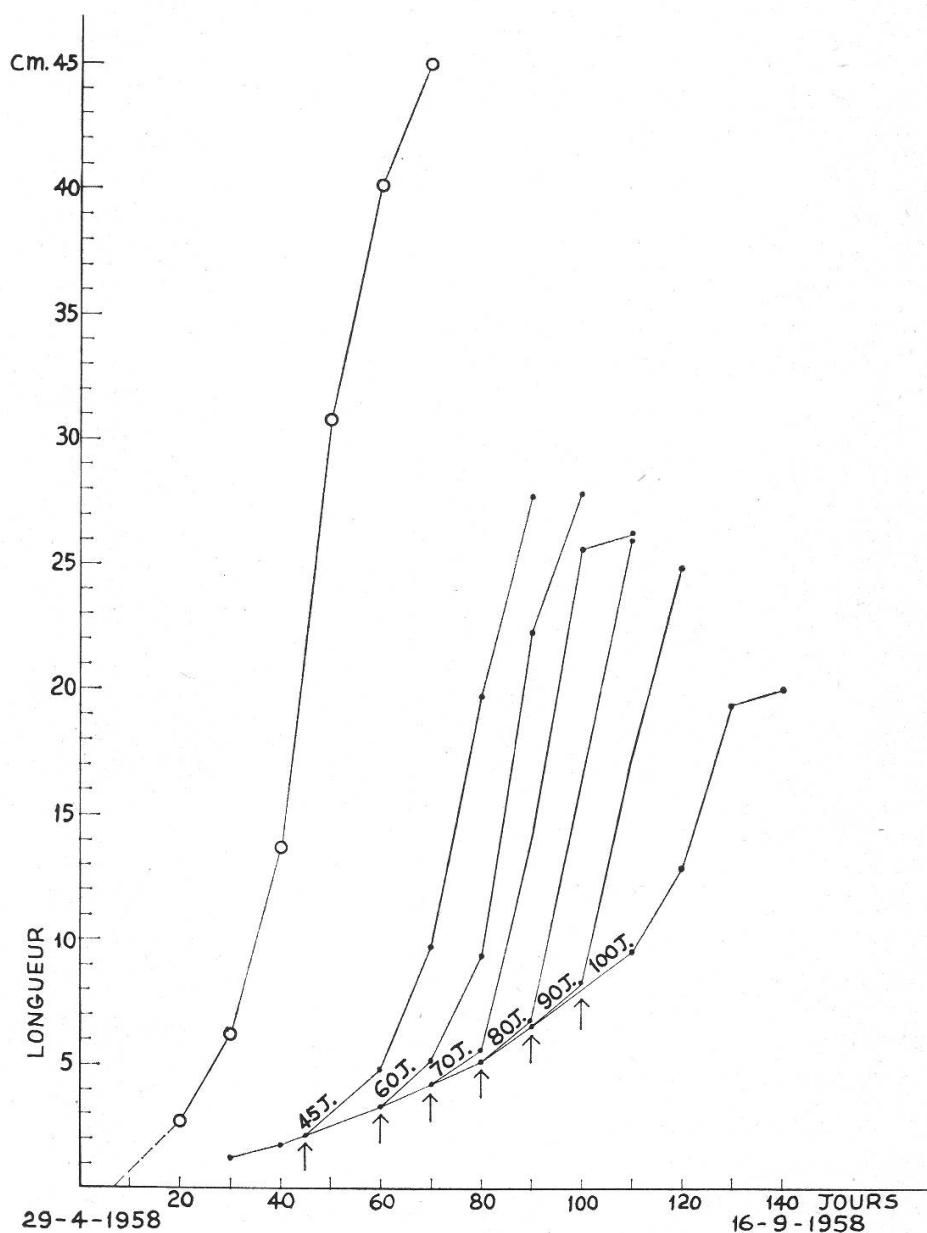
Début de l'effeuillage: 

1. L'effeuillage est interrompu à l'âge de 45 jours
2. L'effeuillage est interrompu à l'âge de 60 jours
3. L'effeuillage est interrompu à l'âge de 70 jours
4. L'effeuillage est interrompu à l'âge de 80 jours
5. L'effeuillage est interrompu à l'âge de 90 jours
6. L'effeuillage est interrompu à l'âge de 100 jours

La réapparition des feuilles produit chez tous ces lots la réaction suivante: l'allongement de la tige et le développement des racines sont accélérés au fur et à mesure que le nombre des feuilles augmente dans la partie supérieure. Tout se passe comme si les fonctions physiologiques étaient progressivement rétablies. Cette restauration s'exprime par les

courbes de croissance en S (méthode cumulative) et en chapeau (méthode unitive) qui s'apparentent aux courbes de la plante témoin.

Les graphiques G et H montrent toutefois que la plante croît très peu durant les premiers 10 jours consécutifs à l'arrêt de l'effeuillage. Les effets de la surface transpirante-photosynthétisante nouvellement formée sont encore faibles. Une pareille observation avait également été faite pour *Linum austriacum* L. soumis au même traitement. Ce lent démarrage de la croissance est interprété comme suit: il y a dérivation



Graphique G

Longueur de la tige principale de *Linum usitatissimum* L. (mesurée de la trace cotylédonnaire au sommet, pot  $\varnothing$  12 cm).

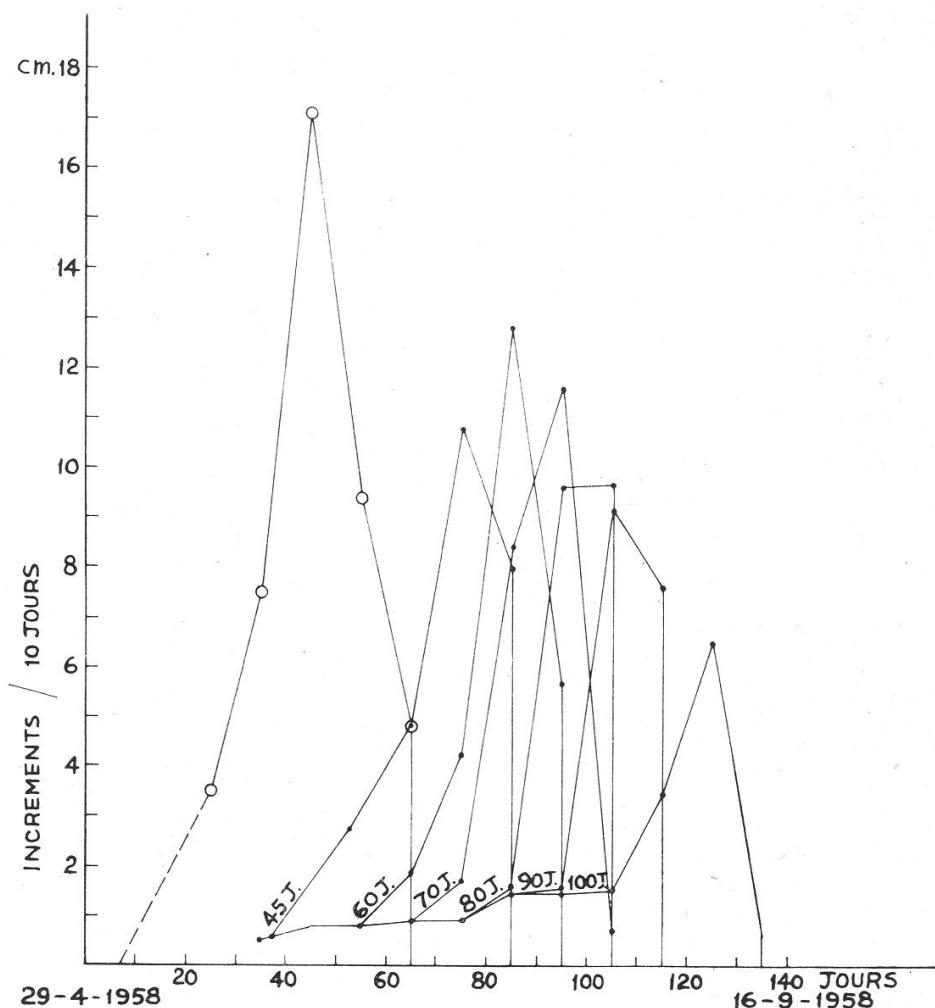
Plante témoin: —o—o—o—

Plantes dont l'effeuillage a été interrompu à l'âge de 45, 60, 70, 80, 90 et 100 jours: —.—.—

Début de l'interruption de l'effeuillage: ↑

des substances nutritives pour reconstituer le cylindre central de la portion basilaire. Cet état déficient du cylindre central a été décrit à propos de *Linum austriacum* L. (conséquence anatomique du traitement 3). Il se retrouve, comme nous le verrons plus loin, chez *Linum usitatissimum* L.

Les courbes montrent aussi que ce démarrage est d'autant plus lent que la plante a vécu plus longuement à l'état effeuillé.



Graphique H

Allongement de la tige principale de *Linum usitatissimum* L.: incrément de croissance successifs (période de 10 jours), mesurés chez la plante témoin et chez les plantes à deux étages, dont l'effeuillage a été interrompu à l'âge de 45, 60, 70, 80, 90 et 100 jours.

Sur le graphique, l'ordonnée, par exemple, au 65<sup>e</sup> jour de l'âge de la plante, correspond à l'incrément de croissance mesuré pour la période allant du 60<sup>e</sup> au 70<sup>e</sup> jour et ainsi de suite.

Plante témoin: —o—o—o—

Plantes à 2 étages: —.---.---.

## Conséquence de l'effeuillage continu ou interrompu sur l'anatomie de *Linum usitatissimum L.* (exp. Nos 3 et 3<sup>bis</sup>)

Les *modifications tissulaires* provoquées par l'effeuillage continu et l'effeuillage interrompu sont analogues à celles de *Linum austriacum L.*, dont nous avons parlé plus haut (voir page 381). Mais ces modifications sont un peu moins accentuées. Surtout les cellules corticales sont moins allongées du côté radial (voir figures 15, 16 et 26, 27).

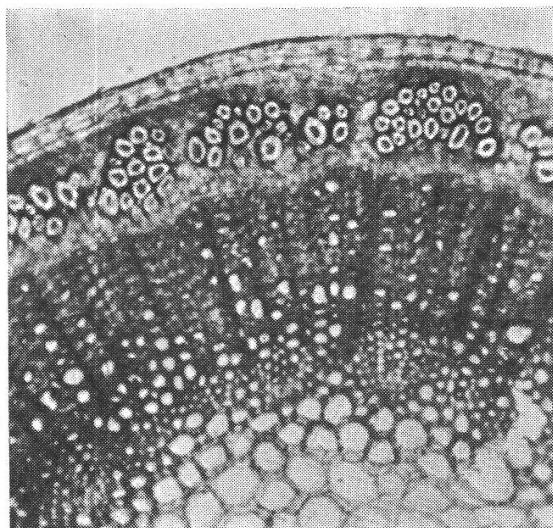


Figure 26

*Linum usitatissimum L.*

Coupe transversale à mi-hauteur de la tige témoin montrant les cellules corticales aplatis, plages fibreuses abondantes. (Gr. 75 $\times$ )

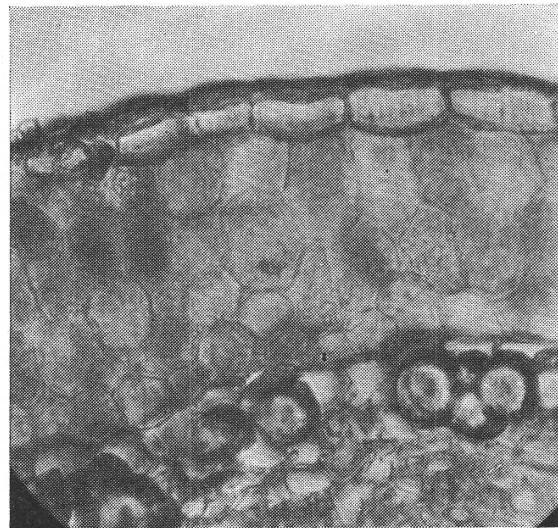


Figure 27

*Linum usitatissimum L.*

Coupe transversale à mi-hauteur de la tige effeuillée totalement montrant les cellules corticales palissadiques, plages fibreuses réduites. (Gr. 225 $\times$ )

L'effeuillage total (0 feuille) a des répercussions anatomiques plus marquées chez *Linum austriacum L.* que chez *Linum usitatissimum L.*. Nous expliquons cette différence par le fait que les feuilles du lin cultivé sont plus grandes que celles du *Linum austriacum L.* Durant la courte période où les pousses de feuilles de *Linum usitatissimum L.* ont été attachées à la tige, elles ont pu produire un effet de différenciation anatomique normale plus marqué que les feuilles plus petites de *Linum austriacum L.*

## Conséquence de l'effeuillage continu sur la floraison de *Linum usitatissimum L.* (exp. N° 3)

Cette conséquence affecte le temps de la floraison, le nombre de fleurs et la perfection organographique des fleurs. Par contre, ni la dimension du périanthe, ni la fertilité ne semblent influencées.

*Retard de la floraison.* Le double traitement, effeuillage continu et ablation des rameaux latéraux, retarde la floraison par rapport à celle d'une plante non traitée. Pour un régime à 0 feuille, la floraison a lieu au bout de 116 jours, témoin 56 jours. La figure 28 montre l'aspect étrange de ce lin fleuri.

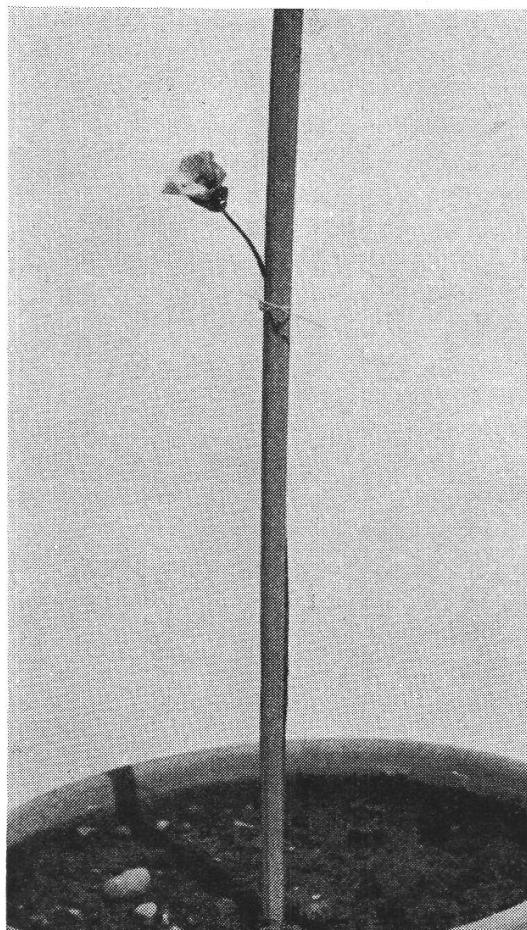


Figure 28  
*Linum usitatissimum* L.  
 Plante effeuillée totalement (fleur!)

Si l'effeuillage est moins sévère avec conservation au sommet de 2, 4, 6 et 10 feuilles, le retard de floraison est de moins en moins grand. Le tableau 9 résume ces constatations :

Tableau 9

Effeuillage continu laissant	Nombre de jours pour la mise à fleur
Toutes les feuilles (= témoin) .....	56
10 feuilles .....	75
6 feuilles .....	89
4 feuilles .....	97
2 feuilles .....	105
0 feuille .....	116

Semis le 29.4.1958

La figure 29 montre des sujets à régime sévère qui n'ont pas encore fleuri et d'autres à régime moins sévère qui ont fleuri (âge de la culture au moment de la photographie 100 jours).

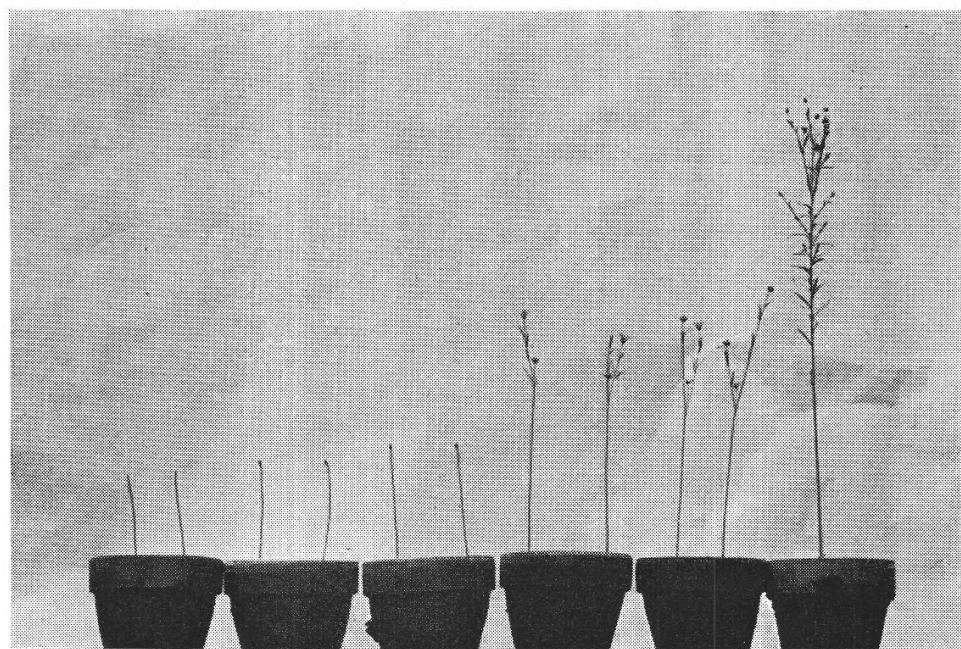


Figure 29

*Linum usitatissimum* L.

A droite, plante témoin (fruits); à gauche, plante au régime à 0 feuille (état végétatif); au centre, plantes aux régimes intermédiaires: 2, 4, 6, 10 feuilles (bourgeons floraux ou fleurs)

*Nombre de fleurs.* Dans le régime à 0 feuille, 2, parfois 3 fleurs se produisent. Pour 4 feuilles conservées, 5 ou 6 fleurs normales se produisent. Le nombre des fleurs se réduit donc avec la sévérité du régime.

*Dimension des fleurs.* Le périanthe des fleurs produites dans le régime à 0 feuille, est quelque peu réduit ( $\frac{3}{4}$ ) par rapport à celui d'une fleur de la plante témoin. La réduction de l'appareil floral est minime si on la compare à celle de l'allongement de la tige. Cette différence souligne l'indépendance relative du territoire floral par rapport au territoire végétatif (voir figure 28).

Ces trois fleurs dans le régime sévère se distinguent pourtant par leur degré de perfection. Si l'opérateur conserve les deux premières fleurs formées, l'une des deux, soit la première, soit la seconde montre, au moment de la fructification, une réduction de la capsule (voir figure 30). D'autre part, la troisième fleur qui se forme à côté des deux premières, montre alors une malformation des carpelles, véritable atrophie par carence nutritive.

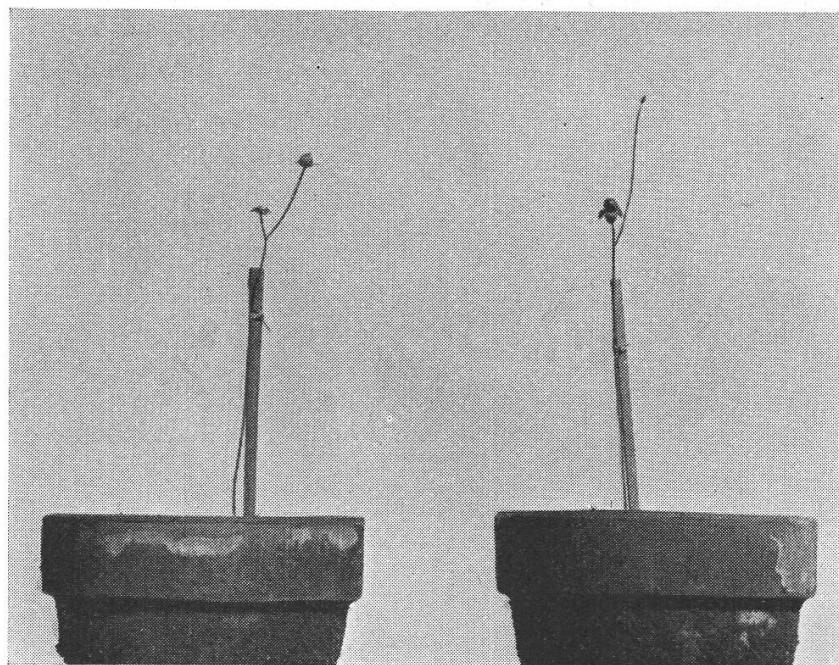


Figure 30

*Linum usitatissimum* L.

Plantes au régime de 0 feuille : à gauche, le premier fruit réduit ; à droite, le second fruit réduit

*Fertilité.* Les graines fournies par les deux premières fleurs sont parfaitement fertiles. Leurs descendants sont des plantes normales, chez qui nous ne trouvons pas des nouveaux caractères héréditaires provoqués par le traitement, comme dans le cas du maïs, bien étudié par L. Blaringhem (1908).

D'autre part, nous avons vu auparavant que *Linum usitatissimum* L., qui est une plante de jours longs, fleurit au 51<sup>e</sup> jour pour la culture soumise à 24 heures de lumière, c'est-à-dire 5 jours plus tôt que la plante soumise à la lumière naturelle (56<sup>e</sup> jour). La plante au régime de 0 feuille, soumise à la lumière de 24 heures, fleurit au 102<sup>e</sup> jour, et au 116<sup>e</sup> jour à la lumière naturelle. Cette constatation montre un caractère héméro-périodique de cette espèce, non seulement pour la plante témoin, mais aussi bien pour les plantes traitées.

Rappelons que *Linum usitatissimum* L. cultivé en jours courts de 8 heures, se ramifie considérablement ; la plante donne une floraison tardive (118 jours) ou nulle. La figure 31 montre un aspect curieux : à gauche, la plante cultivée en jours courts (hauteur 85 cm), à l'âge de 116 jours est encore à l'état végétatif, tandis qu'à droite, la plante totalement effeuillée, cultivée à la lumière naturelle (jours longs), épanouit une fleur au sommet d'une tige minuscule (hauteur 14 cm).

Le nombre de jours pour la mise à fleur, varie légèrement d'une année à l'autre et d'une saison à l'autre. Le résumé du tableau 9 concerne les résultats du semis pratiqué le 29 avril 1958. En 1957, semis en même

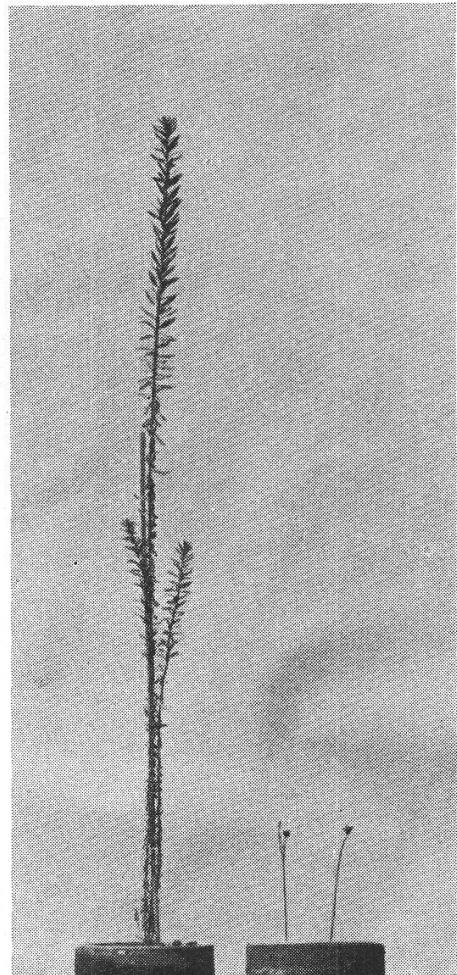
date, la floraison est relativement retardée: 61 jours pour la plante témoin, 121 jours pour la plante au régime de 0 feuille, et 4 à 6 jours de retard pour les autres plantes traitées.

L'année 1958 est considérée comme bonne dans la plupart des cultures dans la région de Genève. Cette condition climatique joue un rôle important pour la floraison.

Figure 31

*Linum usitatissimum* L.

Plantes à l'âge de 116 jours: à gauche, plante cultivée à la lumière de 8 h (état végétatif, beaucoup de rameaux latéraux); à droite, plante effeuillée totalement, soumise à la lumière naturelle (fleur!).



Les résultats de cet exposé, concernant *Linum usitatissimum* L., sont confirmés par *Linum angustifolium* Huds., plante printanière, forme sauvage de la plante de *Linum usitatissimum* L.

La plante témoin de *Linum angustifolium* Huds. fleurit au 73<sup>e</sup> jour en lumière naturelle (1957). La plante au régime de 0 feuille fleurit au 91<sup>e</sup> jour, et les plantes aux régimes de 2, 4, 6, 10 feuilles fleurissent respectivement au 90<sup>e</sup>, 88<sup>e</sup>, 86<sup>e</sup>, 84<sup>e</sup> jour. L'écart est moins grand que pour *Linum usitatissimum* L.

Figure 32: à droite, plante témoin; à gauche, plante au régime de 10 feuilles; au centre, aux régimes plus sévères. On voit que la plante effeuillée totalement est encore à l'état de bourgeons floraux, tandis que les autres sont déjà en fructification. Cette figure montre encore

que le nombre des fruits, celui des ramifications florifères, la hauteur des tiges et le volume des racines sont proportionnellement augmentés quand les traitements sont de moins en moins sévères. La plante témoin est nettement plus vigoureuse que les plantes traitées.

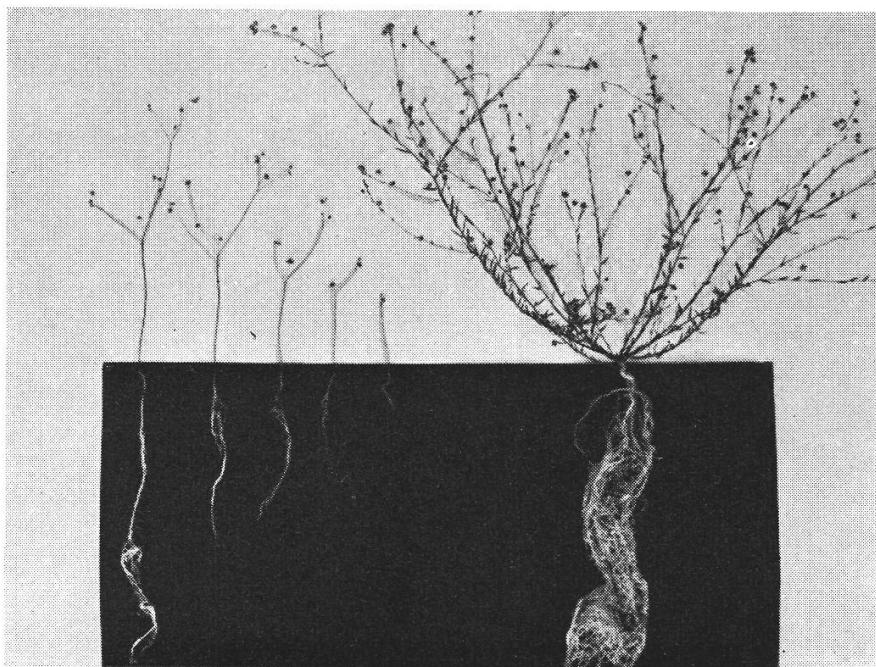


Figure 32

*Linum angustifolium* Huds.

A droite, plante témoin; à gauche, plante au régime de 10 feuilles; au centre, plantes aux régimes à sévérités diverses

## Discussion

Dès 1912 (J. Tournois), puis en 1918-1920 (W. W. Garner et H. A. Allard) ces auteurs ont découvert indépendamment une réaction de la plante vis-à-vis de la durée de la période d'éclairement (longueur du jour) qui alterne avec la période d'obscurité (nuit); cette réaction commande la mise à fleur. Ce phénomène a reçu, plus tard, le nom de photopériodisme.

Au cours des quarante dernières années bien des travaux ont été faits en vue de comprendre le rôle particulier du feuillage ou de la feuille dans cette réaction. Nous avons parlé plus haut du problème analogue concernant la vernalisation. Nous n'y revenons pas et nous limitons ici aux questions de photopériodisme.

Les expériences les plus variées et les interprétations les plus différentes ont été entreprises et données à ce sujet. L'unité d'opinion étant loin d'être faite, nous passerons en revue les principaux travaux pour donner un aperçu aussi fidèle que possible de l'état de la question.

Pour rejoindre nos propres expériences, nous insisterons sur les essais antérieurs concernant le rôle d'une seule feuille ou d'une fraction de feuillage dans le phénomène de mise à fleur. Cette technique implique presque toujours l'effeuillage auquel nous avons consacré nos recherches.

M. C. Cailahjan (1936-1958) a longuement expérimenté sur *Perilla nankinensis* et d'autres plantes. Il enlève ou cache certaines feuilles ou certaines parties de la feuille soumises à des inductions lumineuses appropriées. La greffe complète ces techniques expérimentales. Ce savant a établi dès 1936 la théorie hormonale du florigène. Ses récents travaux, en 1958, montrent que des feuilles de *Perilla nankinensis* isolées, sans racines et privées de toute nutrition azotée, se sont montrées sensibles à la perception de l'action photopériodique et ont accusé une accumulation de substances spécifiques nécessaires à la floraison.

K. C. Hamner et J. Bonner (1938), travaillant sur *Xanthium pennsylvanicum*, plante de jour court ne fleurissant pas en 16 heures de lumière, ont montré qu'une seule feuille exposée en jours courts (moins de 15 heures de lumière) suffit pour déclencher la floraison d'un sujet dont les autres feuilles ont reçu plus de 15 heures d'éclairement. Cette feuille unique suffit encore pour induire la floraison d'un second sujet, soumis à plus de 15 heures d'éclairement et mis en communication par une greffe d'approche des tiges.

Parallèlement, K. C. Hamner et A. W. Naylor (1939) étudiant *Anethum graveolens*, plante de jours longs ne fleurissant pas en jours de 9 heures de lumière, ont montré qu'une seule feuille plusieurs fois pennatiséquée, exposée en jours longs (18-19 h), fait fleurir la plante dont toutes les autres parties sont exposées aux jours courts (9 h).

C. Sironval (1952-1956) dans ses études sur le fraisier des quatre saisons, a observé le changement de la forme des feuilles et les variations de la teneur en chlorophylles de phase à phase. Il a constaté également qu'une seule feuille adulte de la plante mère suffit pour induire la floraison de la plante fille.

Les auteurs précédemment cités envisagent tous la création de substances formées dans la feuille, sous l'influence d'un photopériodisme approprié. Ils apportent donc des contributions positives à la théorie hormonale de la floraison.

L'hypothèse de l'antiflorigène a été défendue par K. C. Hamner et J. Bonner (1938, *Xanthium pennsylvanicum*) et par F. Lona (1948, 1950, *Chenopodium amaranticolor*) et d'autres. Le principe général de ces essais est le suivant: cultiver en jours longs des plantes de jours courts. Dans ces conditions il n'y a pas de mise à fleur, à moins qu'on enlève les feuilles âgées. L'idée est née que les feuilles chez les plantes soumises à une mauvaise condition lumineuse, ne sont pas passives: elles sont le siège d'une inhibition de la floraison. Selon Hamner et Bonner (1938) les jeunes feuilles sont, au contraire, utiles à la floraison. Ces

considérations sont renforcées récemment, en 1958, par R. G. Lincoln et K. C. Hamner à propos de l'effet de l'acide gibberellique sur la floraison de *Xanthium*.

Une autre considération est faite par S. J. Wellensiek, J. Doorenbos et D. De Zeeuw en 1954. Ils citent un travail de De Zeeuw (1954) d'après lequel les jeunes feuilles retardent la floraison chez certaines espèces considérées comme indifférentes à la photopériode. Ces auteurs insistent sur le rôle de l'auxine pour la mise à fleur.

A. Lang (1952) a énoncé le principe suivant: les feuilles non induites empêchent le transport de l'hormone florigène venant des feuilles induites.

M. C. Cailahjan et R. G. Butenko ont utilisé, en 1957, la méthode des traceurs pour suivre le cheminement des produits de la photosynthèse ( $C_{14}$ ) chez des plantes de *Perilla* soumises à des régimes photopériodiques différents. Ces auteurs constatent une correspondance complète entre le développement des ramifications et la circulation des substances assimilées. Celle-ci s'effectue au moyen des mêmes tissus conducteurs; toutefois, la destination des métabolites varie suivant l'emplacement des feuilles par rapport aux ramifications.

Les idées de B. S. Moshkov ont été *faussement présentées* par suite de traductions imparfaites du russe. De 1936 à 1956, cet auteur a travaillé sur le chrysanthème et d'autres plantes. Un mémoire important est consacré à des expériences où interviennent des inductions lumineuses variées, diverses techniques d'effeuillage, d'annélation de la tige et de greffage. Il interprète ses résultats en s'appuyant sur la théorie stadiale de T. Lyssenko et critique vivement la théorie hormonale et les expériences de M. C. Cailahjan. En 1950 déjà il conclut: «La rapidité de la transformation photopériodique de la feuille d'une plante prête à la floraison, dépend de sa situation physiologique et avant tout de son âge et de sa situation morphologique sur la tige. Dans ce sens, même les feuilles d'une seule tige sont de signification différente.»

H. Zieriacks (1952), procède, lui, à l'ablation tardive des feuilles de diverses plantes annuelles, au moment où les ébauches florales commencent à se former. Cette technique est différente de la nôtre, effeuillage précoce et continu au cours de la croissance. *Rudbeckia bicolor* et *Kalanchoe Blossfeldiana* ne fleurissent pas quand l'effeuillage ne conserve qu'une ou deux feuilles autour du bourgeon. Si l'on a, par contre, conservé une ou deux feuilles primordiales, la floraison a lieu. Pour *Kalanchoe*, plante à jours courts, la feuille active doit avoir au moins une surface de  $100 \text{ mm}^2$ ! Pour d'autres plantes, ajoute Zieriacks, la floraison exige, en plus du mouchet de feuilles situées autour du point végétatif, une surface minimale de feuilles spécifiques (cotylédons et feuilles primordiales). Pour *Phaseolus multiflorus* les ébauches florales s'épanouissent aussi bien à

l'obscurité qu'à la lumière. Là encore l'auteur constate qu'une surface foliaire minimale ou critique est nécessaire pour faire apparaître la quantité minimale de substances nécessaires à l'épanouissement des bourgeons floraux. D'après cet auteur, la rapidité de l'épanouissement d'une fleur dépend de la surface des feuilles laissées, surtout de celle des cotylédons et des feuilles primordiales. Ces organes photosensibles sont capables à eux seuls d'induire la floraison.

E. Bünning (1936-1958), en étudiant les mouvements périodiques des feuilles, a pu constater l'alternance des phases photophile et scotophile qui s'installent à des moments déterminés pour les plantes de jours courts, ainsi que les plantes de jours longs. Il présente alors une hypothèse de rythme endogène pour interpréter les phénomènes du photopériodisme. Au point de vue du métabolisme général, il semble que les phases photophile et scotophile correspondent à des phases d'un cycle de l'activité photosynthétique et du métabolisme se déroulant dans les feuilles: prédominance des synthèses dans la phase photophile et des hydrolyses dans la phase scotophile. La période du rythme endogène diurne est indépendante de la température, ainsi que des autres facteurs susceptibles d'intervenir directement sur la vitesse du développement (auxines, sucres, etc.).

A vrai dire, face à des expériences faites par divers chercheurs dans des conditions très différentes, il est difficile d'établir pour le moment, une doctrine du rôle exact du feuillage dans la mise à fleur. Il est même téméraire de soupçonner une contradiction essentielle entre des données en apparence contradictoires. Tout ce que nous pouvons faire est d'apporter une contribution nouvelle et quelques remarques utiles.

Les expériences que nous venons de décrire à propos de *Linum usitatissimum* L. et de *Linum angustifolium* Huds., révèlent le phénomène suivant: l'effeuillage ou diminution de la surface transpirante-photosynthétisante retarde la floraison. Ce retard est proportionnel à l'importance de l'effeuillage comme l'ont montré nos essais avec des régimes intermédiaires.

Retard de la floraison: tout se passe, dans les conditions de nos expériences, comme si la disparition des feuilles déterminait une diminution des métabolites utiles à la floraison. Plus cette réduction est considérable, plus tardive est la floraison. Toutefois, nous n'avons pas franchi le seuil à partir duquel la floraison devient impossible chez ces deux espèces. Le retard de floraison correspond à une diminution de la puissance du végétal, diminution qu'expriment très visiblement les courbes de croissance. La réduction de la surface transpirante-photosynthétisante agit sur la floraison comme elle le fait sur l'allongement de la tige.

Cette diminution de vitalité due à l'effeuillage se traduit encore par la réduction du nombre des fleurs et celle du nombre de semences.

Nos expériences attirent l'attention sur un phénomène qui a été jusqu'à présent négligé. Dans les essais relatifs à l'effeuillage, les auteurs parlent toujours de l'organe feuilles. Or, trois espèces de lins nous montrent une compensation chez la plante ayant subi un effeuillage sévère (0 feuille). Un tissu assimilateur s'organise dans l'écorce de la tige. Cette suppléance joue un rôle pour le maintien des fonctions végétatives et reproductrices. *L'élément nouveau de nos recherches est de supprimer la notion organographique de feuilles et de la remplacer par la notion tissulaire de parenchyme assimilateur chlorophyllien.*

Ajoutons enfin une relation qui a été méconnue dans les systèmes expérimentaux décrits. Prenons, par exemple, le cas d'un éclairement de jours longs sur des plantes de jours courts, munies de leurs feuilles ou dépourvues de leurs feuilles. L'effet de cet éclairement antiécologique ne sera pas le même sur la plante feuillée et la plante effeuillée. Cette dernière, à qui l'on a supprimé sa surface transpirante-photosynthétisante est capable de fleurir, tandis que la plante feuillée ne l'est pas (chrysanthème par exemple). Le rapport entre l'énergie lumineuse incidente et la surface foliaire disponible est déterminant.

H. Zieriacks (1952) a déjà tenu compte de ce principe de surface minimale. Nous ne croyons cependant pas que cette surface est liée à des feuilles spécifiques (cotylédons et feuilles primordiales). Il s'agit d'une surface minimale de tissu assimilateur répartie dans la plante tout entière et non nécessairement localisée dans les feuilles.

Les conclusions précédentes établissent un lien, de caractère trophique, entre l'importance de la S.T.P. et la puissance de floraison. Cette causalité directe peut être effacée ou masquée dans des conditions d'un photopériodisme antiécologique: en jours courts *Linum usitatissimum* L. à feuillage *pâle*, allonge anormalement sa tige, se ramifie et ne fleurit pas. Ici, la S.T.P. est pourtant considérable!

La conclusion générale à tirer de l'expérience № 3 est qu'*une certaine surface de tissu assimilateur placée n'importe où, est nécessaire à la floraison.*

### **Conséquence de l'effeuillage interrompu sur la floraison de *Linum usitatissimum* L. (exp. № 3<sup>bis</sup>)**

Si l'on permet aux feuilles de se développer à partir d'un moment déterminé sur des plantes totalement effeuillées, on obtient les lins dits à *deux étages*. L'arrêt de l'effeuillage a été fait à 7 âges différents. Pour chacun de ces lots, l'époque de floraison a été notée. Le tableau 10 résume ces essais :

Tableau 10

Effeuillage interrompu à l'âge de .. jours	Nombre de jours pour la mise à fleur	
	A partir du semis	A partir de l'interruption de l'effeuillage
45	84	39
60	93	35
70	99	29
80	105	25
90	115	25
100	131	31
110	116	6

Remarque

Semis le 29.4.1958, plante témoin fleurit après 56 jours, plante totalement effeuillée fleurit après 116 jours

Le temps pour la mise à fleur, compté à partir du semis, est un temps composite: avant et après l'interruption de l'effeuillage. Ce temps sera pourtant utile pour comparer l'âge de mise à fleur de la plante à *deux étages* à celui des témoins choisis.

Le temps pour la mise à fleur, compté à partir de l'interruption de l'effeuillage, permet d'établir des relations entre la croissance et le développement dans le système expérimental 3<sup>bis</sup>.

Considérons d'abord ces relations: une interruption précoce de l'effeuillage (45<sup>e</sup> jour) est suivie d'une période de mise à fleur longue: 39 jours. Une interruption tardive de l'effeuillage (110<sup>e</sup> jour) est suivie d'une période de mise à fleur courte: 6 jours. Ces faits se comprennent quand on se rappelle que la mise à fleur dépend du titre en facteurs florigènes (*sensu lato*) de la plante. Ce titre est faible chez une plante jeune et grand chez une plante âgée.

D'autre part, un travail de croissance a lieu plus longtemps chez la plante dont l'effeuillage a été suspendu tôt que chez celle dont l'effeuillage a été suspendu tard.

Ces deux phénomènes conjugués: titre en facteurs florigènes et compétition végétative, satisfont aux résultats obtenus.

La question posée par le titre du paragraphe est celle de l'influence du traitement 3<sup>bis</sup> (plante à *deux étages*) sur le moment de la floraison.

Deux références sont possibles: la plante témoin (non traitée) et la plante dont l'effeuillage est continu.

La floraison des plantes à *deux étages* est toujours en retard par rapport à celle des plantes témoins, quelle que soit l'époque à laquelle l'effeuillage a été interrompu. L'effeuillage continu déterminait déjà un retard de floraison par rapport au témoin; le retour des feuilles ne corrige pas ce retard.

Comparons maintenant, au point de vue de la floraison, la plante à *deux étages* à la plante à effeuillage continu.

Le tableau suivant nous indique les avances et les retards de cette floraison.

Tableau 11

Effeuillage interrompu à l'âge de ... jours	Avance jours	Retard jours
45	32	—
60	23	—
70	17	—
80	11	—
90	1	—
100	—	15
110	nulle	nul

Comme l'indique le tableau précédent, la plante à *deux étages* (interruption de l'effeuillage au 100<sup>e</sup> jour) fleurit 15 jours plus tard que la plante totalement effeuillée (116<sup>e</sup> jour). Un retard similaire de 20 jours est également enregistré en 1957. La figure 33 montre à gauche une plante effeuillée déjà porteuse d'un fruit et à droite une plante à *deux étages* encore à l'état végétatif.

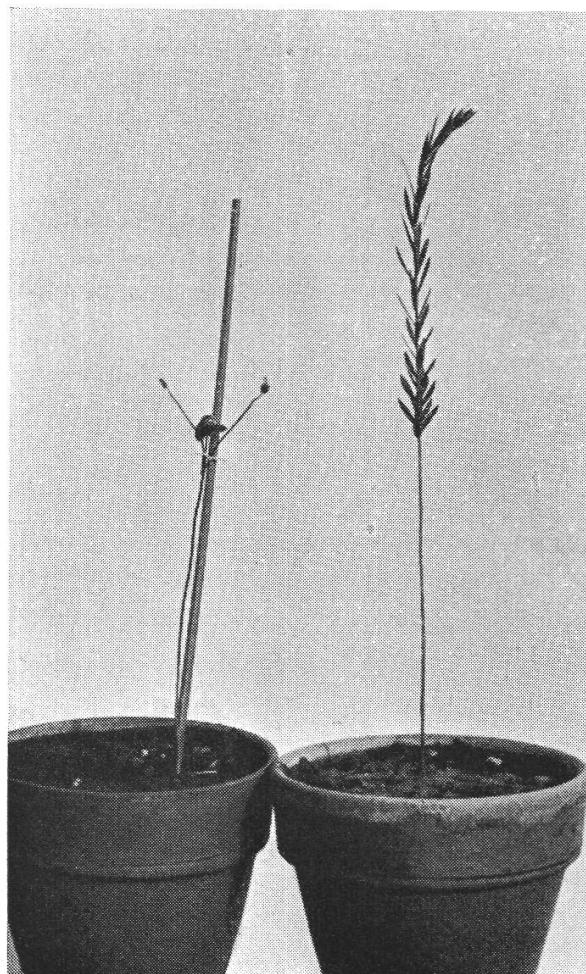


Figure 33

*Linum usitatissimum L.*

Plantes à l'âge de 121 jours: à gauche, plante à effeuillage total (fruit); à droite, plante à 2 étages (faits au 100<sup>e</sup> jour) (état végétatif)

Enfin, l'interruption de l'effeuillage au 110<sup>e</sup> jour n'exerce plus d'influence sur le temps de la floraison. En fait, à ce moment, l'ébauche est déjà formée.

### Discussion

Nous interprétons les données du tableau 11 comme suit: l'interruption de l'effeuillage tend à ramener la plante dans les conditions normales. Si cette interruption est faite de bonne heure (45 jours), la plante, fortifiée par son nouveau feuillage, fleurira plus tôt que la plante maintenue sans feuille: 32 jours d'avance! Plus tardive est cette interruption, moins efficace est le retour des feuilles: faite au 90<sup>e</sup> jour, l'interruption de l'effeuillage ne détermine plus qu'un jour d'avance. Pratiquement, on se trouve dans l'état d'une plante à effeuillage continu. L'arrêt de l'effeuillage au 100<sup>e</sup> jour provoque, au contraire, un retard de floraison de 15 jours. Cette constatation paradoxale nous semble s'expliquer ainsi: à cet âge, la plante atteint un seuil, celui de l'organisation de ses boutons floraux. Organographiquement, c'est-à-dire de *visu*, rien n'est encore perceptible. La formation des feuilles, permise à ce moment précis, dévie la puissance créatrice vers l'appareil végétatif. *Cette compétition se fait au détriment des fleurs, dont l'éclosion est alors retardée.*

En reprenant l'interprétation développée à propos de l'ablation des rameaux latéraux (voir expérience N° 1), on peut ici encore fournir une explication relativement simple: le retour des feuilles assure une circulation de plus en plus importante de sève brute dans la plante. Il y a en quelque sorte «dilution» de la sève élaborée produite. Cette disproportion est alors défavorable à la mise à fleur.

Enfin, l'arrêt de l'effeuillage pratiqué au 110<sup>e</sup> jour, n'a plus de sens: les bourgeons floraux se sont déjà formés et la compétition de l'appareil végétatif surgit trop tard.

Nous avons noté, plus haut, une compétition du même ordre: ralentissement de l'allongement de la tige pendant les 10 premiers jours où les feuilles réapparaissent. C'était alors la restauration anatomique de la tige qui déviait à son profit une partie de l'énergie créatrice. Ici, ce sont les feuilles en formation qui accaparent une partie des forces destinées aux fleurs.

Au premier abord, ces observations paraissent des détails. En fait, elles nous conduisent à un phénomène important et souvent mal compris: celui de la réversibilité des stades dans le développement. A la lumière des expériences précédentes, la réversibilité momentanée nous apparaît comme le résultat d'une compétition entre deux tendances. Ce caractère de compétition a échappé à plus d'un auteur parce que rares sont les cas où l'étude du phénomène réversible a été faite parallèlement avec celle de la croissance.

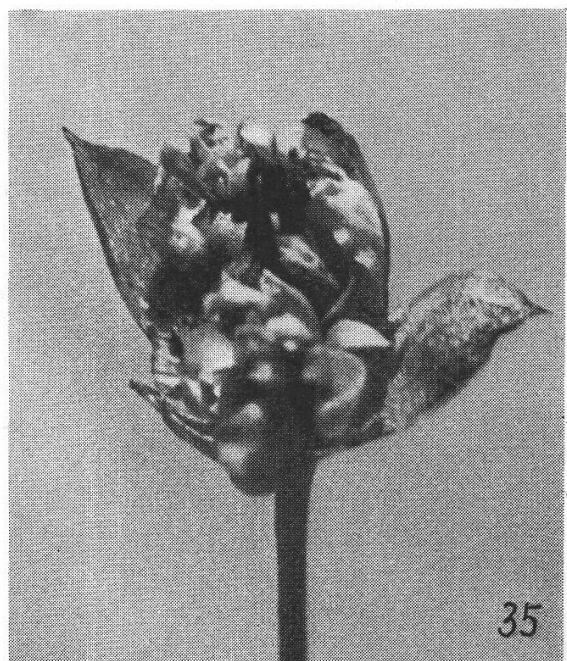
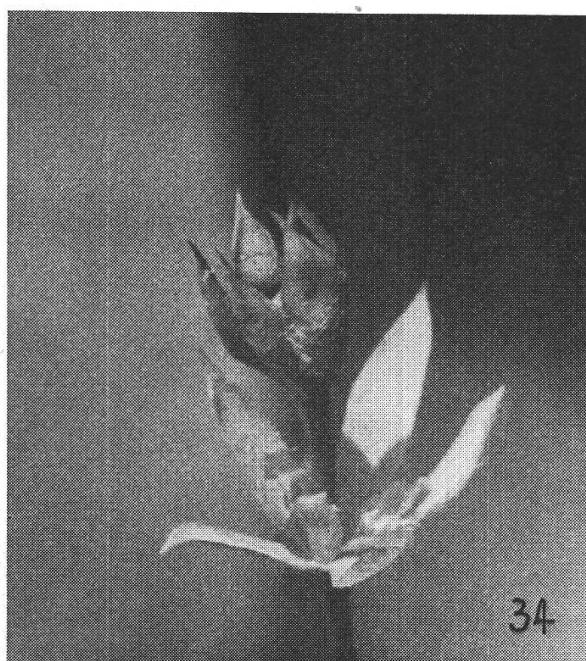
Le phénomène de la réversibilité a été examiné par divers auteurs : F. G. Gregory et O. N. Purvis (1937) ont pu dévernaliser des semences de céréales déjà traitées par le froid. A. A. Avakian et M. T. Jaskreb (1949) et d'autres auteurs, champions de la théorie stadiale de T. Lys-senko, défendent la thèse de l'irréversibilité de la transformation phasique. P. Chouard (1949) a observé des plantes annuelles héméropériodiques comme la pensée des champs, le plantain des sables, le mouron rouge qui reviennent à l'état végétatif peu de temps après qu'elles ont été ramenées en jours courts, si toutefois tous leurs bourgeons n'ont pas été déjà transformés en boutons. L'auteur montre encore qu'une scabieuse d'Ukraine, traitée en jours longs, développe des rameaux longs à bractées étroites, signes de l'engagement vers l'état reproductif. Mais si l'on fait alors retour en jours courts, l'allongement cesse immédiatement et au lieu d'un capitule de fleurs, l'extrémité du rameau forme une rosette perchée de feuilles divisées, c'est-à-dire manifeste une réversion complète à l'état végétatif. Chouard, en 1957, a obtenu chez le mouron rouge des fleurs prolifères en variant la durée de l'illumination. C. Sironval (1952-1956) travaillant sur les fraisiers des quatre saisons, a prouvé que ces plantes de jours longs qui sont déjà en fleurs ne cessent jamais de fleurir en jours courts. L'auteur conclut que le développement ne retourne pas en arrière vers la phase végétative. Il est irréversible. Cependant cet auteur montre que l'isolement et le bouturage de hampes florales de fraisier provoque la croissance végétative du bourgeon de la feuille préflorale pendant un certain temps. H. M. Cathey et H. A. Borthwick (1957), expérimentant sur le chrysanthème, ont trouvé que les ébauches florales sont nettement réduites par une exposition d'une minute à la lumière rouge filtrée et sont complètement inhibées par une exposition de 16 à 27 minutes. Ces ébauches reprennent leur cours normal après une exposition de quelques minutes aux rayons infrarouges. J. Doorenbos (1954) a montré que les branches florifères de *Hedera helix*, porteuses de feuilles cordées, fourniront, à la suite d'une greffe de *Hedera* à l'état végétatif, des feuilles de forme pentagonale, caractéristique de l'état végétatif de cette espèce. L'auteur croit qu'il y a un rajeunissement. J. A. D. Zeevaart (1957) procède à des greffes de feuilles de *Perilla* et de *Xanthium* provenant de plantes ayant bénéficié d'un photopériodisme à jours courts. Ces feuilles, greffées sur des sujets ayant bénéficié d'un photopériodisme inapproprié, déterminent la floraison de ces sujets. L'auteur considère l'induction photopériodique comme un phénomène irréversible.

Ajoutons quelques observations faites sur des plantes de *Linum usitatissimum* L. cultivées en lumière continue. Ces plantes donnent précocement des fleurs normales par leur structure et leur situation sur l'inflorescence. Plus tard quelques fleurs se forment à l'aisselle de feuilles de la tige principale, au bas des rameaux florifères. Jusqu'à présent rien

d'anormal, sinon la précocité. En général, ces plantes jaunissent et meurent après la fructification. Certains sujets, dont les racines sont sorties du pot et qui ont rencontré dans le sol de nouvelles ressources nutritives, développent tardivement, après la fructification, une série de fleurs anormales ou prolifères (voir figures 34 à 37). Dans beaucoup de cas on note le développement d'un rameau feuillé né dans la fleur ou à la place de la fleur anormale. Nous sommes ici en face d'un réveil de l'appareil végétatif chez une plante qui, en temps ordinaire, avait achevé son cycle vital. Ce réveil des tissus foliaires est, dans nos expériences, en relation avec une alimentation privilégiée.

L'intérêt de ces observations réside dans l'état intermédiaire de ces appareils mi-fleur-mi-feuille. Un changement des conditions du milieu provoque ici un retour de la vie végétative, soit une réversibilité conditionnée par le milieu ambiant. Ces observations confirment celles publiées récemment (1957) par P. Chouard.

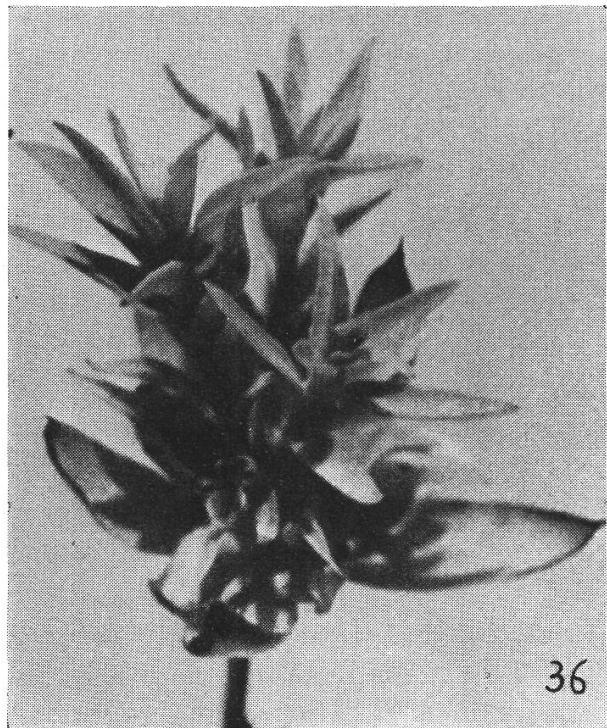
Soulignons, pour conclure, que nos observations sur l'époque de floraison des plantes à *deux étages* mettent en évidence le moment à partir duquel la réversibilité n'est plus possible.



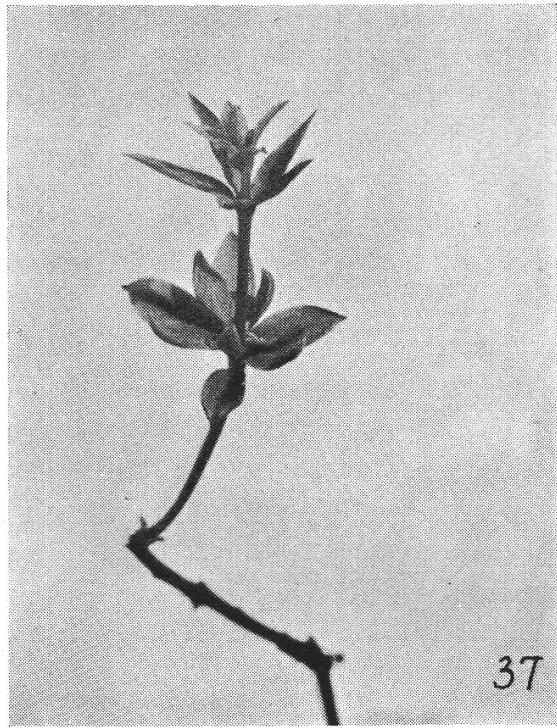
Série de fleurs anormales ou prolifères de *Linum usitatissimum* L.

Figure 34. Sépales géants, pétales verdâtres et réduits, étamines réduites, présence gynophore allongé, ovaire béant

Figure 35. Sépales géants, pétales verdâtres et nombreux, étamines absentes, carpelles géants, ovaire béant



36



37

Figure 36. Bouquet de fleurs foliacées enveloppé par 5 sépales géants

Figure 37. Fleurs foliacées superposées

### Expériences N°s 4, 5 et 6

Plante utilisée: *Linum usitatissimum L.*

*Traitements pour l'expérience N° 4.* On procède sur certaines plantes à un effeuillage unique à un moment déterminé, avec conservation de quelques feuilles au sommet de la tige (voir figure 38, à droite).

*Traitements pour l'expérience N° 5.* On procède à une ablation des racines latérales.

Dans le genre *Linum*, les racines sont fasciculées. Chez l'espèce *usitatissimum* que nous avons utilisée, la racine principale ne porte que des racines latérales grêles. L'ablation a été pratiquée à un moment déterminé. On sort la plante de son pot, on la débarrasse des fragments de terre qui restent adhérents et toutes les racines latérales (secondaires) sont coupées aux ciseaux au ras de la racine principale: on ne conserve que cette dernière longue de 15 cm. La plante aussitôt remise dans son pot, arrosée, est gardée 3 jours à l'ombre. Elle est ensuite replacée dans les conditions culturales ordinaires (voir figure 38, au centre).

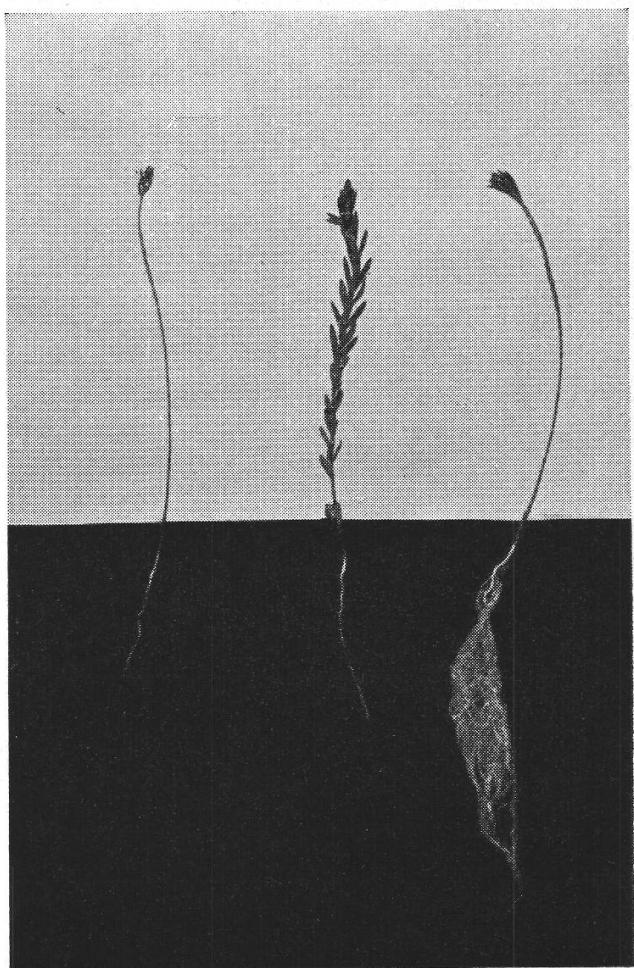
*Traitements pour l'expérience N° 6.* On pratique simultanément ces deux mutilations: effeuillage unique et ablation des racines latérales (voir figure 38, à gauche).

Ces trois types d'opération ont été faits une fois le 30<sup>e</sup> jour et une autre fois le 35<sup>e</sup> jour.

Figure 38

*Linum usitatissimum* L.

Opération faite au 35<sup>e</sup> jour:  
à droite, plante à effeuillage  
unique (exp. N<sup>o</sup> 4); au  
centre, plante à ablation des  
racines latérales (exp. N<sup>o</sup> 5);  
à gauche, plante à opérations  
combinées (exp. N<sup>o</sup> 6)



### Portée de ces opérations

*Expérience N<sup>o</sup> 4.* L'effeuillage unique provoque une disparition brusque de la surface transpirante-photosynthétisante. Ceci correspond à l'arrêt momentané du moteur physiologique: l'appel de sève brute diminue et il y a réduction des métabolites respirables. Mais il y a peu de perte des substances accumulées dans les racines et la tige, avant l'intervention.

*Expérience N<sup>o</sup> 5.* L'ablation des racines latérales réduit les ressources en eau et les aliments minéraux de la plante ainsi que la matière organique des racines éliminées. Dans le cas de la simple ablation des racines, sans effeuillage, la S.T.P. reste la même. Il en résulte un déséquilibre momentané qui conduit à la déshydratation du végétal. L'expérience montre en effet que les feuilles formées avant l'opération se fanent progressivement et définitivement. La plante rétablira son équilibre au fur et à mesure que de nouvelles racines se forment. En bref, il s'agit d'un trouble du bilan de l'eau. Les substances accumulées avant l'intervention sont utilisées partiellement pour former de nouvelles racines.

*Expérience N<sup>o</sup> 6.* L'effeuillage unique ou la simple ablation des racines latérales ne menacent pas la vie de la plante.

Par contre, les deux opérations combinées provoquent parfois la mort de la plante. La surface transpirante-photosynthétisante joue un rôle important pour la formation de nouvelles racines, ce qui a déjà été confirmé par J. Gorter (1957) dans son travail de bouturage.

### Conséquences sur la croissance

L'effeuillage unique n'a pas beaucoup d'effet par rapport au témoin. L'ablation des racines latérales produit une diminution plus accentuée de la croissance (allongement de la tige et développement des racines). La réduction est encore plus forte chez les plantes qui ont subi les doubles mutilations. Voir figure 39, plantes opérées au 30<sup>e</sup> jour et photographiées à l'âge de 65 jours.

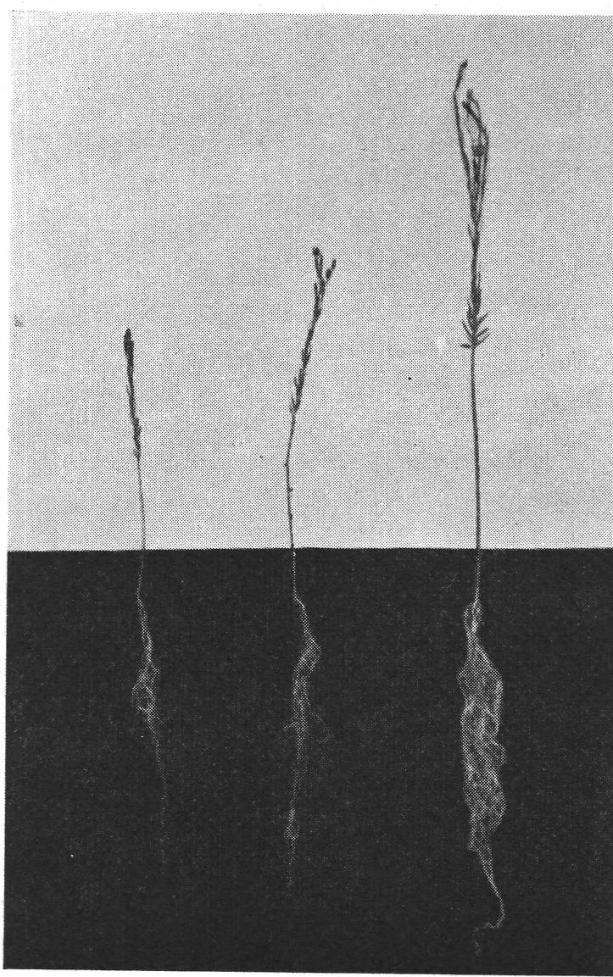


Figure 39

*Linum usitatissimum* L.

A droite, plante de l'exp. N° 4 (fleurs); au centre, plante de l'exp. N° 5 (bourgeons floraux); à gauche, plante de l'exp. N° 6 (état végétatif)

Nos expériences rejoignent celles de E. C. Humphries (1958) qui a déjà noté chez le seigle et l'orge que l'ablation d'une partie du système radiculaire diminue de manière proportionnelle la croissance de la tige.

## Conséquences sur la floraison

Ces trois traitements retardent la floraison, voir tableau suivant:

Tableau 12

Opération au	Témoin	Nombre de jours pour la mise à fleur	
		A partir du semis: 56 jours	A partir de l'opération
30 <sup>e</sup> jour	Effeuillage unique (exp. N <sup>o</sup> 4) .....	65	35
	Ablation des racines latérales (exp. N <sup>o</sup> 5) .....	68	38
	Effeuillage et ablation simultanés (exp. N <sup>o</sup> 6) .....	72	42
35 <sup>e</sup> jour	Effeuillage unique (exp. N <sup>o</sup> 4) .....	63	28
	Ablation des racines latérales (exp. N <sup>o</sup> 5) .....	66	29
	Effeuillage et ablation simultanés (exp. N <sup>o</sup> 6) .....	68	33

Les données précédentes nous apprennent que les trois traitements retardent l'époque de la floraison, comparée à celle de la plante témoin. Le retard dû à l'effeuillage unique est moindre que celui dû à l'ablation des racines latérales. Le cumul des deux traitements détermine un retard plus marqué encore (voir figure 39).

L'opération pratiquée au 35<sup>e</sup> jour est moins funeste, au point de vue de la floraison, que celle pratiquée au 30<sup>e</sup> jour. Si l'opération est pratiquée peu avant la floraison, au 50<sup>e</sup> jour par exemple, on ne remarque pas un grand effet de retard. Ce dernier dépend donc du capital nutritif et hormonal accumulé dans la tige avant l'intervention.

M. C. Cailahjan (1956) supprime tardivement toutes les racines de *Perilla nankinensis* et cultive ensuite le végétal dans de l'eau de fontaine: la plante fleurit. *Rudbeckia bicolor* traité de la même manière ne donne pas de fleurs. L'auteur ne mentionne pas l'âge de la plante au moment du traitement et attribue ces comportements divers à des questions d'espèces.

E. C. Humphries (1958) provoque par ablation des racines avant la fin du tallage une augmentation du nombre des épis, augmentation qu'il attribue à une dérivation des glucides vers la tige.

## Résumé et conclusions

Un déséquilibre du milieu interne, chez la plante de lin, est créé par diverses mutilations: ablation des rameaux latéraux, effeuillage de la tige principale, ablation des racines latérales et des combinaisons de ces opérations. Les plantes traitées se développent dans un milieu écologique normal. Le nouvel équilibre adopté par la plante lui impose des comportements physiologiques et morphologiques inédits dont voici le résumé succinct:

### A. Croissance

a) Tige. Chez *Linum austriacum* L., l'effeuillage continu, combiné à l'ablation des rameaux latéraux si c'est nécessaire (expérience N° 3), réduit l'allongement de la tige. Cette réduction est proportionnelle à la sévérité du traitement, ainsi que le prouvent les variantes expérimentales à 0, 2, 4, 6 et 10 feuilles. La courbe cumulative de croissance des plantes effeuillées est un segment de droite rectiligne; la figure du S classique a complètement disparu. La courbe unitive de croissance des plantes effeuillées est rectiligne et horizontale; l'apparence classique en profil de chapeau n'existe plus. Ces documents nous permettent de considérer la surface transpirante-photosynthétisante comme le moteur physiologique de la plante (voir page 374).

La réapparition des feuilles (effeuillage interrompu = expérience N° 3<sup>bis</sup>), réveille l'allongement de la tige dont le rythme de croissance s'accélère au fur et à mesure que le nombre des feuilles augmente dans la partie supérieure. Les 10 premiers jours consécutifs à la suspension de l'effeuillage sont cependant caractérisés par une croissance très faible.

Si la mutilation se borne à l'ablation des rameaux latéraux (expérience N° 1), la tige s'allonge et la surface des feuilles est augmentée. Tout se passe comme si le végétal compensait la surface transpirante-photosynthétisante éliminée par le traitement.

Simultanément, le traitement favorise la floraison de cette espèce d'hiver (*Linum austriacum* L.); donc l'allongement de la tige est lié au phénomène de floraison.

Une autre espèce de lin, *Linum usitatissimum* L., plante qui peut fleurir quand elle est totalement effeuillée, ne présente pas les mêmes courbes de croissance que *Linum austriacum* L. effeuillé, décrites ci-dessus (expérience N° 3). La floraison est accompagnée d'un brusque allongement des rameaux florifères. Cet événement se greffe sur ceux consécutifs à l'effeuillage et les modifie.

b) Racine. L'importance de l'appareil radiculaire est proportionnelle à celle de l'appareil foliacé (expérience N° 3). Cette règle est particulièrement démontrée par l'effeuillage interrompu (expérience N° 3<sup>bis</sup>).

La tige, nue pendant la période de mutilation, possède un système radiculaire très réduit; il se développera, plus tard, proportionnellement au nombre des feuilles réapparues.

L'ablation des rameaux latéraux (expérience N° 1) ne modifie pas l'importance des racines, puisqu'il y a une compensation de la surface transpirante-photosynthétisante dans la partie aérienne.

L'ablation des racines latérales (expériences N°s 5 et 6) réduit momentanément les ressources provenant du sol et supprime à la plante toute la matière organique liée aux racines éliminées. La plante rétablira cet équilibre au fur et à mesure que de nouvelles feuilles se formeront.

### B. Anatomie

L'effeuillage sévère (0 feuille) et continu exerce des modifications tissulaires (expérience N° 3). La coupe transversale faite à mi-hauteur d'une tige témoin, à l'âge de 4 1/2 mois, montre les proportions tissulaires suivantes: grand cylindre central, petite écorce, cellules du parenchyme cortical arrondies ou aplatis, plages fibreuses abondantes. La coupe transversale d'une tige totalement effeuillée (même âge et même niveau) révèle: petit cylindre central, grande écorce, cellules du parenchyme cortical palissadiques, plages fibreuses réduites. Si l'on examine une coupe longitudinale d'une tige témoin, on constate que le parenchyme cortical est composé de cellules en forme de cylindres dressés; celui de la plante traitée est composé de cellules en forme de cylindres couchés. On a donc une modification adaptative évidente de cette partie de la tige. Tout se passe comme si le végétal suppléait à l'absence du tissu assimilateur foliaire manquant à la plante effeuillée. L'écorce de la tige fonctionne à la place des feuilles et prend en même temps les caractéristiques de l'assise palissadique: cellules allongées et séparées par des méats.

Le nombre des stomates, par unité de surface, est plus considérable chez la plante traitée: 1 appareil stomatique pour 5 cellules épidermiques, alors que le rapport chez le témoin est de 1 pour 8. Tout se passe ici encore comme si la plante assurait, par un nombre supérieur d'ouvertures, les fonctions physiologiques plus importantes de son écorce modifiée.

La coupe faite dans la tige du témoin montre un anneau ligneux continu. Chez la plante effeuillée, le xylème présente l'apparence d'un anneau imparfaitement soudé. En outre, la périphérie du bois, au lieu d'être un cercle régulier comme chez le témoin, montre des irrégularités. L'imperfection de la soudure de l'anneau ligneux est une figure anatomique qui correspond à celle de l'état juvénile d'un lin témoin. On peut dire que l'effeuillage continu fait obstacle à la réalisation de la maturité anatomique de la tige; l'importance de l'anneau ligneux dépend donc directement du nombre des feuilles en fonction.

L'effeuillage réduit le nombre des fibres et leur longueur, mais n'apporte pas de modification appréciable à l'épaisseur des membranes.

Les tissus qui ne sont pas profondément modifiés par le traitement sont: l'épiderme, l'hypoderme, l'assise de cellules amyloïfères, ainsi que le phloème et le cambium. Ces constatations font penser que le traitement n'a pas obligé ces régions anatomiques à changer leurs fonctions initiales.

L'arrêt de l'effeuillage (tige nue en bas et feuillée en haut = expérience N° 3<sup>bis</sup>) met en évidence le rôle décisif des feuilles dans la différenciation des tissus conducteurs: la réapparition des feuilles assure une restauration du xylème, atrophié durant la période d'effeuillage.

### C. Hydratation des tissus

Une tige minuscule, obtenue par effeuillage intégral continu, combiné à l'ablation des rameaux latéraux, a manifesté une rusticité étonnante (expérience N° 3). Par contre, si l'on ne pratique pas l'ablation des rameaux latéraux, la tige principale effeuillée ne tarde pas à se faner définitivement (expérience N° 2). Cependant, si l'on procède comme dans l'expérience 2, mais qu'on effeuille totalement les rameaux latéraux dès qu'ils apparaissent, on obtient alors une plante à tiges effeuillées. Dans ces conditions, la tige principale se développe dans la serre humide, mais elle se fane en plein air qui est plus ou moins sec.

Ces trois résultats attirent notre attention sur la distribution des sèves à l'intérieur de la plante; elle semble être réglée par la surface transpirante-photosynthétisante. La tige totalement effeuillée échappe à toute dessiccation à condition de réserver pour elle seule le mince filet de sève. Ce dernier est facilement dévié par l'appel puissant des rameaux latéraux ou celui des feuilles basilaires.

### D. Floraison

#### 1. *Linum austriacum L.*

a) L'ablation des rameaux latéraux chez cette espèce qui exige dans son cycle écologique le froid de l'hiver (voir les démonstrations expérimentales au tableau 4) suffit pour déclencher la floraison de sujets non vernalisés, qui se développent en jours longs. Le témoin, plante non mutilée, ne fleurit pas, faute d'avoir été vernalisé (voir expérience N° 1).

D'autres expériences montrent que la vernalisation empêche la croissance des rameaux latéraux. Le même phénomène est également observé chez *Linum angustifolium* Huds., plante annuelle, et chez d'autres plantes. Une corrélation existe donc entre l'absence des rameaux latéraux, qu'elle soit due au froid ou à l'ablation, et la floraison. L'ablation des rameaux supprime un volume appréciable du tissu végétatif, diminue la compétition interne des tissus à l'égard des métabolites disponibles et concentre ces derniers au profit de la tige centrale (voir page 357).

b) Si l'on pratique l'effeuillage total, combiné à l'ablation des rameaux latéraux (expérience N° 3), la plante ne fleurit pas, qu'elle soit vernalisée ou non. Même en régime lumineux de 24 heures, ces plantes de jours longs n'ont pas fleuri. Or, l'on connaît le rôle joué par les parenchymes chlorophylliens en tant qu'appareils percepteurs du photopériodisme et comme lieux générateurs des impulsions florigènes.

La réapparition des feuilles (expérience N° 3<sup>bis</sup>) rétablit, dans les conditions précisées, les fonctions physiologiques de la plante qui retrouve les caractères du témoin : floraison après le froid, en conditions de jours longs.

## 2. *Linum usitatissimum* L.

a) Nos expériences ont montré que cette espèce annuelle exige des jours longs pour fleurir. Le double traitement, effeuillage et ablation des rameaux latéraux, retarde la floraison par rapport à celle d'une plante non traitée (expérience N° 3). Si l'effeuillage est moins sévère, le retard de floraison est de moins en moins grand. La réduction du nombre des fleurs et du nombre des semences, chez les sujets soumis au double traitement, dépend de la sévérité de l'intervention. Remarquons toutefois que l'effeuillage total n'inhibe pas la floraison. Le tissu assimilateur cortical, formé par compensation, remplace la surface foliaire minimale nécessaire pour assurer la mise à fleur. Ces constatations sont confirmées par *Linum angustifolium* Huds., plante printanière, forme sauvage de la plante de *Linum usitatissimum* L. A cet égard, les espèces annuelles *usitatissimum* et *angustifolium* se distinguent de l'espèce vivace *austriacum*.

L'élément nouveau de ces recherches est la suppression de la notion organographique de feuille, remplacée par celle de parenchyme chlorophyllien, situé en un organe quelconque de la plante et assurant la floraison.

Les semences fournies par ces plantes traitées sont parfaitement fertiles : leurs descendants sont des plantes normales.

b) La floraison des plantes où l'interruption de l'effeuillage détermine deux étages (tige nue en bas et feuillée en haut = expérience N° 3<sup>bis</sup>), est toujours plus tardive que celle des témoins.

Une interruption précoce de l'effeuillage est suivie d'une période de mise à fleur relativement longue. Une interruption tardive de l'effeuillage est suivie d'une période de mise à fleur relativement courte. Ces faits se comprennent lorsqu'on rappelle que la mise à fleur dépend du titre en facteurs florigènes de la plante. Ce titre est faible chez une plante jeune et grand chez une plante âgée. D'autre part, un travail de croissance a lieu plus longtemps chez la plante dont l'effeuillage a été suspendu tôt que chez celle dont l'effeuillage a été suspendu tard. Ces deux phénomènes conjugués : titre en facteurs florigènes et compétition végétative contri-

buent aux résultats obtenus. Ces constatations, susceptibles d'être logiquement interprétées, sont valables pour toute une période de l'expérience. Une époque surgit, à la fin, où se manifeste une réaction paradoxale : la plante dont l'effeuillage est interrompu au 100<sup>e</sup> jour fleurit au 131<sup>e</sup> jour. Le témoin choisi (effeuillage intégral et continu) fleurit au 116<sup>e</sup> jour. Il y a donc 15 jours de retard chez la plante à deux étages. L'explication probable est la suivante : à l'âge de 100 jours, la plante effeuillée atteint un seuil, celui de l'organisation des boutons floraux. La formation des feuilles, permise à ce moment précis, dévie la puissance histogène vers l'appareil végétatif. Cette compétition se fait au détriment des fleurs dont l'éclosion est alors retardée.

La possibilité d'une augmentation de la sève brute, due à la réapparition des feuilles, a également été envisagée : cette disproportion de la sève brute par rapport à la sève élaborée pourrait être à l'origine du retard de floraison.

Enfin, l'arrêt de l'effeuillage, pratiqué au 110<sup>e</sup> jour, n'a plus de sens : les bourgeons floraux se sont déjà formés et la compétition de l'appareil végétatif surgit trop tard.

c) L'effeuillage unique (expérience N° 4) ou l'ablation des racines latérales (expérience N° 5) ou les deux opérations combinées (expérience N° 6) retardent la floraison. Le retard dû à l'effeuillage unique est moindre que celui dû à l'ablation des racines latérales. Le cumul des deux traitements détermine un retard plus marqué encore. D'autre part, on note que si l'une ou l'autre de ces mutilations est pratiquée tôt, le retard de la floraison est grand. Si l'intervention est faite peu avant la floraison, on ne remarque pas un grand effet de retard. Ce dernier dépend donc du capital nutritif et hormonal accumulé dans la tige avant l'intervention.

Les hypothèses concernant le temps de la floraison sont nombreuses ; l'unité d'opinion est loin d'être faite. Nos expériences apportent des contributions nouvelles aux problèmes de la vernalisation, du photopériodisme et de la réversibilité. Bien que nous ne puissions pas trancher la question de la présence ou de l'absence d'une hormone florigène, nos expériences nous conduisent à penser que la concentration des substances tropho-hormonales doit jouer un rôle important dans la mise à fleur.

En conclusion, les mutilations se présentent comme une méthode féconde d'investigation de la vie végétale. Cette analyse, encore peu exploitée, a soulevé dans nos recherches de nombreux problèmes. Ceux que nous avons abordés sont essentiels. Nos documents permettent de dire qu'il y a encore d'autres phénomènes intéressants qui feront l'objet de nos recherches futures.

## Summary

A disequilibrium of the flax plant's internal medium is created by various mutilations: ablation of the lateral branches, defoliation of the main stem, ablation of the lateral roots, and combinations of these operations. The treated plants are developed in a normal ecological medium. The new equilibrium adopted by the plant imposes some hitherto unstudied physiological and morphological behaviours of the plant itself, which may be summarised as follows:

### A. Growth

*a) Stem.* In *Linum austriacum* L. the continued defoliation, combined if necessary, with ablation of lateral branches (experiment No. 3), reduces the lengthening of the stem. This reduction is proportional to the strictness of the treatment as it is proved by the experimental variants with 0, 2, 4, 6 and 10 leaves. The cumulative curve of the growth of the defoliated plants is a slanting rectilinear line; the form of the classical S has completely disappeared. The unitive curve of growth of the defoliated plants is rectilinear and horizontal; the classical appearance of a hat's profile does not exist any more. These documents permit us to consider the transpiring-photosynthesizing surface as the physiological motor of the plant (see page 374).

The reappearance of leaves (discontinued defoliation=experiment No. 3<sup>bis</sup>), provokes the lengthening of the stem, the growth-rythm of the latter is accelerated as the number of leaves increases at the upper part. The ten first consecutive days of defoliation suspension are characterised however by a very limited growth.

If the mutilation is limited to the ablation of lateral branches (experiment No. 1) the stem is lengthened and the surface of the leaves is increased. All happens as if the plant compensates the transpiring-photosynthesizing surface eliminated by the treatment.

At the same time this treatment favours flowering of this winter species (*Linum austriacum* L.); therefore elongation of the stem is related to the flowering phenomenon.

Another species of flax, *Linum usitatissimum* L., which can flower when it is completely defoliate does not present the same curves of growth as *Linum austriacum* L. defoliate, described above (experiment No. 3). The flowering is accompanied by an abrupt elongation of the flowering branches. This phenomenon is superimposed upon those due to the defoliation and modifies them.

*b) Root.* The importance of the radicular system is proportional to that of the foliaceous system (experiment No. 3). This rule is particularly demonstrated by the discontinued defoliation (experiment No. 3<sup>bis</sup>).

During the mutilation period the naked stem possesses a rather reduced radicular system; later it will be developed proportionally to the number of leaves reappeared.

The ablation of the lateral branches (experiment No. 1) does not modify the roots degree of development as there is a compensation of the transpiring-photosynthesizing surface in the aerial part.

The ablation of the lateral roots (experiments Nos. 5 and 6) reduces momentarily the resources coming from the soil, and eliminates from the plant all the organic matter pertaining to the roots removed. The plant will re-establish this equilibrium gradually as new leaves are formed.

### **B. Anatomy**

The absolute and continued defoliation (0 leaves) exerts some tissular modifications (experiment No. 3). The transverse section made halfway up a control stem, at the age of  $4\frac{1}{2}$  months, shows the following tissular proportions: big central cylinder, small bark, rounded or flattened cortical parenchyma cells, abundant fibrous strands. The transverse section of a totally defoliated stem (same age and same level) reveals: small central cylinder, well developed bark, palisade-type cortical parenchyma-cells, reduced fibrous strands. If a control stem's longitudinal section is examined, it is found that the cortical parenchyma is composed of cells in the form of erect cylinders; that of the treated plant is composed of horizontal cylinders. One has thus an evident adaptive modification of this part of the stem. All happens as if the plant makes up the deficiency, due to the absence of assimilatory foliar tissue lacking in the defoliated plant. The bark of the stem functions in the place of the leaves and takes up at the same time the characteristics of a palisade tissue: elongated cells and separated by the meatus.

The number of stomata, per unit surface, is more considerable in the treated plant: One stomatic system for 5 epidermal cells whilst the proportion in the control is 1 for 8. Here still all happens as if the plant insures, by a superior number of openings, the more important physiological functions of its modified bark.

The cross-section made in the control stem shows a continued ligneous ring. In the defoliated plant the xylem takes on the appearance of an imperfectly welded ring. Besides the periphery of the wood, instead of being a regular circle as in the control plant, shows irregularities. The imperfection of the ligneous ring's welding is an anatomic figure which corresponds to that of the juvenile stage of a control flax. One could say that the continued defoliation impedes the realisation of anatomic maturity of the stem; thus the importance of the ligneous ring depends directly on the number of functioning leaves.

The defoliation reduces the number of fibres and their length but does not modify appreciably the thickness of the membranes.

The tissues which are not deeply modified by the treatment are: the epidermis, the hypodermis, the range of amyloferous cells, also the phloem and the cambium. These observations show that the treatment does not force these anatomic regions to change their initial functions.

The halting of the defoliation procedure (stem naked below and foliated above, experiment No. 3<sup>bis</sup>) proves the decisive role of the leaves in the differentiation of the conducting tissue: the reappearance of the leaves insures the restoration of the xylem atrophied during the period of defoliation.

### C. Water equilibrium of the tissues

A small stem, obtained by continued total defoliation, combined with the ablation of lateral branches, has shown an astonishing rusticity (experiment No. 3). On the contrary, if the ablation of the lateral branches does not take place, the principal defoliated stem does not take long to wither completely (experiment No. 2). However if one proceeds as in the second experiment but defoliating the lateral branches totally as soon as they appear, then a plant with defoliated stem is obtained. Under these conditions the principal stem is developed in the green house, but it would wither in the open air which is more or less dry.

These three results draw our attention to the distribution of the sap in the plant; this seems to be regulated by the transpiring-photosynthesizing surface. The totally defoliated stem would be exempt from all desiccation on condition that the entire meagre supply of sap is reserved for it alone. This supply is easily deviated by the powerful suction of the lateral branches or that of the basal leaves.

### D. Flowering

#### 1. *Linum austriacum* L.

a) The ablation of lateral branches of this species which requires wintry cold in its ecological cycle (see the experimental demonstration in table 4), is sufficient to start the flowering of non-vernalised stock. The flowers develop when the plant is subjected to a long-day illumination. The control, a non mutilated plant, does not blossom because of having not been vernalised (see experiment No. 1).

The same phenomenon is also observable in the case of *Linum angustifolium* Huds., an annual, and in other plants. A correlation exists then between the absence of lateral branches, due either to the cold or to ablation, and the flowering. The ablation of branches eliminates an appreciable volume of vegetative tissue, diminishes the internal competition regarding the available metabolites and concentrates the latter to the benefit of the central stem (see page 357).

b) If total defoliation, combined with ablation of lateral branches, takes place (experiment No. 3), the plant does not blossom whether it is vernalised or not. Even under light treatment (24 hours) these long-day plants do not blossom. However one knows the role played by the chlorophylle parenchyma as sensory apparatus for photoperiodicity and as the generating centre of florigeneous impulses.

The reappearance of leaves (experiment No. 3<sup>bis</sup>) re-establishes, under certain limited conditions, the physiological functions of the plant which regains the characteristic of the control plant. These are: flowering after a cold period in a long-day sequence.

## 2. *Linum usitatissimum L.*

a) Our experiments have shown that this annual species demands a long-day illumination blossoming. The double treatment, defoliation and ablation of lateral branches, delays the flowering in comparison to a non treated plant. (Experiment No. 3). If the defoliation is less complete, the delay in flowering is less and less significant. In plants under the double treatment, the reduction of the number of flowers and of seeds depends on the completeness of the intervention. Nevertheless it is noted that total defoliation does not inhibit flowering. The cortical assimilatory tissue, formed in compensation, replaces the minimum necessary foliary surface required in order to insure flowering. These observations are confirmed by *Linum angustifolium* Huds., vernal plant, wild form of *Linum usitatissimum* L. In this respect the annual species *usitatissimum* and *angustifolium* differ from the perennial *austriacum*.

The new element from these researches is the elimination of the organographic notion of the leaf and is replaced by that of a chlorophylle parenchyma, situated in any organ of a plant, and insuring the flowering.

The seeds produced by these treated plants are perfectly fertile: they give rise to plants whose generations are perfectly normal.

b) The flowering of plants, in which the interruption of defoliation determined two areas (naked stem below and foliated above=experiment No. 3<sup>bis</sup>), is always later than that of the control plants.

A precocious interruption of defoliation is followed by a relatively long period of blossoming. A tardy interruption of defoliation is followed by a relatively short period of blossoming. These facts are understood as one recalls that the blossoming depends on the quantity of florigeneous factors in the plant. This quantity is small in a young plant and large in an aged plant. On the other hand the effect of growth lasts for a longer period in the plant wherein the defoliation has been suspended early than that wherein the defoliation has been suspended late. These two conjugated phenomena: quantity of florigeneous factors and vegetative

competition, contribute to the results obtained. These remarks, susceptible of being logically interpreted, are valid for a whole period of the experiment. A time arises at the end where a paradoxical reaction is manifested: the plant wherein the defoliation is interrupted on the 100<sup>th</sup> day, blossoms on the 131<sup>st</sup> day. The chosen control plant (continued total defoliation) blossoms on the 116<sup>th</sup> day. They are then 15 days late in the plant at two stages. The probable explanation is as follows at the age of 100 days the defoliated plant reaches a critical stage, that of the organisation of floral buds. The leaf formation, permitted at this precise moment, deviates the histogeneous power towards the vegetative system. This competition takes place at the expense of the flowers of which the blooming is then delayed.

The possibility of an increase of water-solutes, due to the reappearance of the leaves, has also been considered: this disproportion of water-solutes in relation to the elaborated sap may be the reason for the delay in flowering.

Finally the stop of defoliation, carried out on the 110<sup>th</sup> day is not of any importance: the floral buds have already been formed and the competition of the vegetative system is too late.

c) The unique defoliation (experiment No. 4) or the ablation of lateral roots (experiment No. 5) or the two operations combined (experiment No. 6) delay flowering. The delay due to the unique defoliation is less than that due to the ablation of lateral roots. The combining of the two treatments determines a still more marked delay. On the other hand, one remarks that if the one or the other of these mutilations is made early, the delay in flowering is great. If the intervention is made a little before flowering, one does not notice a great effect of delay. The latter depends then on the nutritive and hormonal supply accumulated in the stem before intervention.

There are so many hypotheses concerning the time of flowering, that an uniform opinion is still far from being obtained. Our experiments bring out some fresh data on the problems of vernalization, of photoperiodism and of reversibility. Although we cannot give a clear answer to the question of the presence or absence of a flowering hormone, our experiments lead us to think that the concentration of tropho-hormonal substances should play an important role in flowering.

In conclusion, the mutilations are presented as a fecund method of investigation of a plant's life. This analysis, still little studied, has raised many problems in our research. The ones which we have approached are essential. Our documents permit us to say that there are still other interesting phenomena which will be the object of our future researches.

---

## Bibliographie

Ces travaux ont abordé quatre domaines à la fois: croissance, anatomie, hydratation et floraison; pour faciliter le lecteur, la bibliographie est présentée séparément.

### *Croissance*

(voir aussi Floraison)

- Amato, F.D' Fasciazioni caulinari e fiorali, sterilità ed altre modificazioni di sviluppo indotte dalla irradiazione cronica gamma da radiocobalto nel lino. Nuovo G. bot. ital., **64**, 1, 1957.
- Applegate, H.G. Photoperiod and temperature effects on gibberellin-sprayed plants. Bot. Gaz., U.S.A., **120**, 39, 1958.
- Asana, R.D. Saini, A.D. Studies in physiological analysis of yield. Physiol. Plant, Danem., **11**, 655, 1958.
- Augsten, H. Die Wirkung tiefer Temperaturen auf die Entwicklung von *Ranunculus ficaria* L. Ber. Dtsch. Bot. Ges., **70**, 233, 1957.
- Bharucha, F.R., Selod, Y.I. Growth responses of *Amaranthus spinosus* L., a nitrate indicator plant, as influenced by the variations in the composition of the nutrient medium. J. Univ. Bombay, Biol. Sci., **26B**, 3: 21, 1957.
- Bilquez, A. F. Résultats d'un essai de stimulation de croissance chez le Radis par application de faibles doses de rayons X aux graines avant le semis. J. agric. trop., Bot. appl., Fr., **5**, 365, 1958.
- Binet, P. La morphogenèse des feuilles: photopériode et développement hétéroblastique chez *Ulex europaeus* L. Rev. gén. bot., Fr., **65**, 365, 1958.
- Björn, L.O., Virgin, H.I. The influence of red light on the growth of pea seedlings. An attempt to localize the perception. Physiol. Plant., Danem., **11**, 363, 1958.
- Blagoveshchenskij, A.V. (En russe.) La stimulation chimique de la croissance des plantes. Bjull. moskov. Obschh. Ispytatel Prirody Otd. biol., **63**, 99, 1958.
- Brebion, G., Scuflaire, R. Excitation et inhibition de la germination et des premières phases de la croissance par diverses substances chimiques. Bull. Soc. fr. physiol. végét., **3**, 125, 1957.
- Breslavec, L.P., Berezina, N.M., Shchibrja, G.I. (En russe.) Action prolongée de faibles doses de rayons  $\gamma$  sur certaines plantes cultivées. Biofizika S.S.S.R., **1**, 555, 1956.
- Brezhnev, D. D. (En russe.) Influence de la gibberelline sur la croissance et le développement des plantes. Vest. selskokhojajstv., Nauk., S.S.S.R., **3**, 15, 1958.
- Brian, P.W., Hemming, H.G. Effects of gibberellic acid, cobalt and acetate on growth of pea stem sections. Naturwiss., Dtsch., **44**, 593, 1957.
- Effects of gibberellic acid and kinetin on growth of pea stem sections. Naturwiss., Dtsch., **44**, 594, 1957.
- et Hemming, H. G. Complementary action of gibberellic acid and auxins in pea internode extension. Ann. Bot., G.B., **22**, 1, 1958.
- Bukovac, M.J., Wittwer, S.H. Comparative biological effectiveness of the gibberellins. Nature, G.B., **181**, 1484, 1958.
- Buslova, E.D. (En ukrainien.) Rôle du potassium dans la croissance et la nutrition des plantes. Ukrain. Bot. Zh., **15**, 15, 1958.
- Champagnat, M., Pigeret, C. Action comparée du glucocholate sur la stimulation exercée par le cotylédon de lin sur son bourgeon axillaire. Rev. gén. bot., Fr., **64**, 307, 1957.
- et Berthier, J. Remarques sur l'absence de bourgeons axillaires chez les Angiospermes. Bull. Soc. bot., Fr., **104**, 451, 1958.
- Champagnat, P. Les corrélations entre feuilles et bourgeons de la pousse herbacée du lilas. Rev. gén. bot., Fr., **62**, 325, 1955.

- Chodat, F. Croissance et caractères spécifiques des feuilles d'érables-I, Méthodologie. C.R. Soc. phys. d'hist. nat., Genève, **59**, 69, 1942.
- et Fattet, P. Analyse des caractères spécifiques des feuilles d'érables. Bull. Soc. bot., Genève, 2<sup>e</sup> série, **34**, 51, 1943.
  - Expression allométrique de la précocité d'un légume-racine (*Daucus*). Experientia, **5**, 287, 1949.
  - et Bocquet, G. Dispositif pour la culture massive des Algues en milieu aéré et agité. C.R. Soc. phys. d'hist. nat., Genève, **8**, 214, 1955.
  - et Gagnebin, F. Mesures et expression des effets de la taille chez diverses variétés de tomates. Rev. Hort., Paris, p. 1347, 1955.
  - et Uehlinger, V. Concentration en gaz carbonique de l'atmosphère, utile à la croissance d'une Algue unicellulaire. C.R. Soc. phys. d'hist. nat., Genève, **8**, 211, 1955.
  - et Uehlinger, V. Quelques réactions dues à la taille chez les Tomates et leurs corrélations. Arch. Sci., Genève, **9**, I: 199, 1956.
  - et Dang, K. D. Conséquences morphologiques et anatomiques de mutilations expérimentales chez des lins. Communication 137<sup>e</sup> Ass. ann. Soc. helv. sc. nat., Neuchâtel, 1957.
- Chouard, P. Quelques effets de la lumière sur la croissance, la floraison, l'enracinement et le bourgeonnement de diverses plantes. C.R. Ac. sc., Fr., **202**, 1434, 1936.
- Les progrès récents dans la connaissance et l'emploi des substances de croissance. Monnoyer, Le Mans, 1949.
  - Les desherbants sélectifs et les régulateurs de croissance. Journées fr. inf. féd. nat. prot. cult., 1956.
- Corns, W.G. Effects of foliage treatments with gibberellin on forage yield of alfalfa, Kentucky blue-grass and winter wheat. Canad. J. Plant. Sci., **38**, 314, 1958.
- Cortesi, R., Tripet, C., Girard, R. Influence de quelques substances hormonales sur le développement et la floraison des bulbes de jacinthes. Bull. Soc. pharm., Bordeaux, **96**, 128, 1957.
- Demolon, A. Croissance des végétaux cultivés. Dunod, Paris, 1956.
- Diaz Eimil, R. Auxinas e inhibidores del crecimiento en las plantas. An edafol. fisiol. veget., Esp., **16**, 867, 1957.
- Dore, J., Thevan, P.V. Studies on seed germination and seedling growth in rice (*Oryza sativa* L.). Trop. Afric., Trinidad, **36**, 15, 1959.
- Dostal', R. (En russe.) Corrélation entre influences provenant des racines et des feuilles; leurs importances. Fiziol. Rasten., S.S.S.R., **3**, 355, 1956.
- Downs, R.J', Borthwick, H.A. Effect of photoperiod upon the vegetative growth of *weigelia florida*. var. *variegata*. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., **68**, 518, 1956.
- Du, Z.F. (En chinois.) Modification des caractères de l'épi du Blé de printemps sous l'effet du jour court. Acta agric. sinica, **9**, 1, 1958.
- Dubrovina, A.V. (En russe.) Traitement des graines de Concombre par le CO avant leur semis. Fiziol. Rasten., S.S.S.R., **5**, 16, 1958.
- Eliasson, L. The inhibitory effect of oxygen on the growth of wheat roots. Physiol. Plant, Danem., **11**, 572, 1958.
- Ergle, D.R. Compositional factors associated with the growth responses of young cotton plants to gibberellic acid. Plant Physiol., U.S.A., **33**, 344, 1958.
- Faccini, M. Influenza dell'associazione radiazioni Roentgenonde ultrasonore nello sviluppo di germogli di fagiolo. Radioterap. Radiobiol. Fis. med., Ital., **13**, 399, 1958.
- Ferguson, J.D., Street, H.E., David, S.B. The carbohydrate nutrition of tomato roots. Ann. Bot., G.B., **22**, 88, 1958.
- Gagnebin, F., Chodat, F. Indice allométrique de précocité de quelques variétés de radis. Arch. Sci., Genève, **2**, 2: 344, 1949.

- Gagnebin, F. Importance de la densité du semis sur le poids des racines de Carottes nantaises. *Rev. Hort. Suisse*, 3: 81, 1955.
- Gestin, H. Etude des lois de croissance d'une plante en fonction des facteurs du climat. *Thèse de Paris*, 1944.
- Ghisleni, P.L. Contributi alla conoscenza degli effetti degli ultrasuoni sui vegetali superiori. *Ann. Accad. Agric.*, Torino, 98, 63, 1955/1956.
- Goodsell, S.F. Germination of dormant Sorghum seed. *Agron. J. U. S. A.*, 49, 387, 1957.
- Gregory, F.G., Veale, J.A. A Reassessment of the Problem of Apical Dominance. *Symposia Soc. Exp. Biol.*, 11: 1, 1957.
- Greulach, V.A., Haesloop, J.G. The influence of gibberellic acid on cell division and cell elongation in *Phaseolus vulgaris*. *Amer. J. Bot.*, 45, 566, 1958.
- Guljakin, I.V., Kirillova, N.M., Korovkina, A.V., Judinceva, E.V. (En russe.) Influence du thorium radioactif sur la croissance et le rendement du Blé. *Izvest. Timirjaz. sel'skokh. Akad.*, S.S.S.R., 6: 7, 1957.
- Gusejnov, D.M. (En russe.) Un facteur de croissance, dérivé du pétrole pouvant être utilisé pour augmenter le rendement des cultures maraîchères. *Dokl. Akad. Nauk. S.S.S.R.*, 119, 1032, 1958.
- Guttenberg, H. von, Leike, H. Untersuchungen über den Wuchs- und Hemmstoffgehalt ruhender und treibender Knospen von *Syringa vulgaris* L. *Planta*, Allem., 52, 96, 1958.
- Harder, R. Growth in relation to differentiation and morphogenesis. Cambridge, 1948.
- Haslett, A.W. Gibberellic acid and plant growth. *S. Afr. J. Sci.*, 54, 1: 1, 1958.
- Highkin, H.R. Temperature-induced variability in peas. *Amer. J. Bot.*, 45, 626, 1958.
- Hotta, Y. (En japonais.) Rôles du cotylédon dans la différenciation morphologique des plantules de Légumineuses. *Bot. Mag.*, Jap., 70, 383, 1957.
- Huber, A. The influence of depth of sowing and light conditions on the development of the peanut seedling. *Bull. Res. Counc. Israel, Sect. D.*, 5, 257, 1957.
- Hugon, E. Interactions entre saccharose, thiamine et auxine dans les corrélations entre bourgeons cotylédonaires chez *Cicer arietinum* L. *C.R. Ac. sc., Fr.*, 247, 339, 1958.
- Humphries, E.C. Effect of gibberellic acid and kinetin on growth of the primary leaf of dwarf bean (*Phaseolus vulgaris*). *Nature G.B.*, 181, 1081, 1958.
- Effect of removal of a part of the root system on the subsequent growth of the root and shoot. *Ann. Bot.*, G.B., 22, 251, 1958.
  - The effect of removal of the root system of barley on the production of ears. *Ann. Bot.*, G.B., 22, 417, 1958.
- Hurel-Py, G. Croissance in vitro de jeunes tiges d'*Equisetum arvense* L. *C.R. Ac. sc., Fr.*, 247, 1487, 1958.
- Ichimura, K., Okamoto, H. Distribution of electric potential on the seedling of *Phaseolus angularis*, a hypogeal plant. *Bot. Mag.*, Jap., 71, 201, 1958.
- Jankó, B., Falvay, E. Experimental investigation of leaf growth with special regard to heteroblastic development. I. The effect of defoliation on the growth of bean leaves. *Acta bot. Acad. Sci. Hungar.*, 4, 271, 1958.
- Janushevich, Z.V. (En russe.) Modification de la forme et de la structure de la racine de *Taraxacum kok-saghyz* Rod. sous l'influence des conditions de culture. *Bot. Zh.*, S.S.S.R., 43, 1278, 1958.
- Kato, J. Studies on the physiological effect of gibberellin. *Physiol. Plant*, Danem., 11, 10, 1958.
- Klein, S., Preiss, J.W. Reversibility of the red-far-red reaction by irradiation at different sites. *Nature, G.B.*, 181, 200, 1958.
- Depth controlled deuteron irradiation of *Lactuca sativa* seeds. I. Effects on germination and growth. *Plant Physiol.*, U.S.A., 33, 321, 1958.
- Knapp, R. Die Gibberelline und ihre Bedeutung für die Pflanzenphysiologie. *Naturwiss., Dtsch.*, 45, 408, 1958.

- Kohlbecker, R. Die Abhängigkeit des Längenwachstums und der phototropischen Krümmungen von der Lichtqualität bei Keimwurzeln von *Sinapis alba*. Z. Bot., Dtsch., **45**, 507, 1957.
- Kolesnikov, V.A. (En russe.) Le système radiculaire des arbres fruitiers et des arbres-seaux à baies. Vest. sel'skokhoz. Nauk. S.S.S.R., **3**, 64, 1958.
- Kraevoj, S. Ja., Es'kin, B.I. (En russe.) Sur les causes probables de la croissance polyvalente du Chêne *Quercus robur*. Dokl. Akad. Nauk. S.S.S.R., **117**, 333, 1957.
- Krasil'nikov, N.A., Cailahjan, M.C., Skrjabin, G.K., Khokhlova, Ju.M., Ulezlo, I.V., Konstantinova, T.N. (En russe.) Action stimulante des gibberellines d'origines diverses. Dokl. Akad. Nauk. S.S.S.R., **121**, 755, 1958.
- Kurakina, L.I. (En russe.) Influence de l'humidité du sol sur la croissance et le développement des plantes de *Larix sibirica* Ldb. Bot. Zh. S.S.S.R., **43**, 1627, 1958.
- Lang, A. Entwicklungsphysiologie. Fortschr. Bot., Dtsch., **19**, 356, 1956.
- Linser, H., Kirschner, R. Zur Beeinflussung der Blattbildung durch Morphoregulatoren. Planta, Allem., **50**, 211, 1957.
- Lockhart, J.A. The role of gibberellin in the control of pea growth by temperature. Planta, Allem., **52**, 250, 1958.
- Loeb, J. Regeneration from a physico-chemical viewpoint. Mc-Graw Hill N.Y., 1924.
- Lona, F. Growth-regulators and nutritional relations in the plant and their connection with development. 8<sup>e</sup> Congrès int. bot., Paris, sect. 11 et 12, 131, 1954.
- et Bocchi, A. Effetti morfogenetici ed organogenetici provocati dalla cinetina (kinetin) su piante erbacee in condizioni esterne controllate. Nuovo G. bot. ital., **64**, 236, 1957.
- Machold, O., Marschner, H. Ein Beitrag zur Frage der Wirkung von radioaktiven Strahlen auf Pflanzenwachstum und -ertrag. Atompraxis. Dtsch., **4**, 128, 1958.
- McNulty, I.B. Studies of the mineral nutrition of greasewood (*Sarcobatus vermiculatus*). Thèse Ohio State Univ., 1958.
- Meijer, G. The influence of light and of growth regulators on the elongation of gherkin seedlings. Acta bot. neerl., **7**, 621, 1958.
- Mendizabal, M., Verdejo, C. El ácido gibberélico. Fitohormona de elongación. Ion. Esp., **18**, 639, 1958.
- Mer, C.L. Growth-promoting effect of ethanol on oat seedlings. Nature, G.B., **182**, 1812, 1958.
- Mericle, L.W., Mericle, R.P. Irradiation of developing plant embryos. I. Effects of external irradiation (X rays) on barley embryogeny, germination, and subsequent seedling development. Amer. J. Bot., **44**, 747, 1957.
- Milthorpe, F.L., Gregory, F.G., Bunning, E., Heyes, J.K., Brown, R., Wardlaw, C.W., etc. The Growth of Leaves. Butterworths Sc. Pub. London, 1956.
- Misra, G., Sahu, G. Interaction of hormone and photoperiod in an early variety of rice. Nature, G.B., **181**, 637, 1958.
- Mohr, H., Lünenschloss, A. Weitere Studien zur Photomorphogenese der Keimlinge von *Sinapis alba* L. Naturwiss., Dtsch., **45**, 578, 1958.
- Molotkovskij, G.KH. (En russe.) Nature de la polarité et corrélation entre les organes souterrains et aériens de la Betterave. Bjull. moskov. Obshch. Ispytatel. Prirody, Otd. biol., **63**, 147, 1958.
- Monselise, S.P., Went, F.W. Effects of temperature on growth and dry matter accumulation of peas. Plant Physiol., U.S.A., **33**, 372, 1958.
- Morel, G. Nouveaux régulateurs de croissance. Ann. agron. Fr., **8**, 167, 1958.
- Morozova, Z.A. (En russe.) Effet des jours courts sur l'organogenèse du Blé. Vest. selsk. Nauk. S.S.S.R., **3**, 139, 1958.
- Nanda, K.K., Grover, R., Chinoy, J.J. Factors affecting growth and development of some millets. I. Stem elongation and its correlation with flowering as influenced by the time of sowing. Phyton, Argent., **9**, 15, 1957.

- Nitsch, J.P. Photoperiodism in woody plants. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., **70**, 526, 1957.
- Novak, J. Vliv umelého svetla na rast klienich rostlin zita. Placé brn. Zakl. ceskosl. Akad. Véd., **29**, 207, 1957.
- Omel'chenko, M.V. (En russe.) Croissance et développement des plantes de Cotonnier issus d'embryons d'âges différents. Agrob. S.S.S.R., **2**: 136, 1958.
- Parhon, C.I., Istrati, F., Valeanu, L. Cercetari ou privire la actiunea unor ergone de origine animală și vegetala asupra cresterii și înradacinării butasilor de via de vie. Stud. Cerc. Endocrinol. Roman., **8**, 297, 1957.
- Philips, I.D.J., Wareing, P.F. Effect of photoperiodic conditions on the level of growth inhibitors in *Acer pseudoplatanus*. Naturwiss., Dtsch., **45**, 317, 1958.
- Pilet, P.E. Variations de croissance des racines et phénomènes auxiniques. 8<sup>e</sup> Congrès int. bot. Paris, sect. 11-12, 178, 1954.
- Action de l'acide indolyl-acétique, à diverses températures, sur la croissance des racines et la formation des radicelles du Lens. Phyton, Argent., **8**, 13, 1957.
  - Action de l'indole sur la destruction des auxines en relation avec la sénescence cellulaire. C.R. Ac. sc., Fr., **246**, 1896, 1958.
  - Etude chromatographique des facteurs de croissance radiculaire. C.R. Ac. sc. Fr., **246**, 2399, 1958.
- Piringer, A.A., Downs, R.J., Borthwick, H.A. Effects of photoperiods on *Rauwolfia*. Amer. J. Bot., **45**, 323, 1958.
- Pohl, R. Versuche zur Analyse des Wuchstoff-Primäreffektes bei der Zellstreckung. Physiol. Plant, Danem., **10**, 681, 1957.
- Pollock, J.R.A. Growth substances in relation to dormancy in barley. Chem. and Ind. G.B., **13**: 387, 1958.
- Prikhod'ko, P. M. (En russe). Développement de feuilles et rendement de la Betterave sucrière chez les plantes possédant une surface d'assimilation normale ou surabondante. Dokl. Akad. Nauk. S.S.S.R., **119**, 1035, 1958.
- Rejmers, F.E. (En russe.) Influence de la photopériode sur la croissance et la formation des bulbes d'Ail et d'Oignon. Fiziol. Rasten. S.S.S.R., **4**, 463, 1957.
- Reuss, J.P. Recherches sur l'excitabilité de la racine de Lin par l'étude des variations de vitesse de croissance. Rev. gén. bot., Fr., I, 437, 1938.
- Richardson, S.D. Radicle elongation of *Pseudotsuga menziesii* in relation to light and gibberellic acid. Nature, G.B., **181**, 429, 1958.
- The effect of IAA on root development of *Acer saccharinum* L. Physiol. Plant, Danem., **11**, 698, 1958.
- Riggio Bevilacqua, L. Azione fisiologica dell'idrazina sui vegetali superiori. Atti Accad. ligure Sci. Lett., **13**, 241, 1956.
- Salageanu, N., Sileanu, I. Axiunea unor substante chimice asupra cresterii radacinilor de fasole. An. Univ. C.I. Parhon Bucuresti, Ser. Sti. nat., **11**: 135, 1956.
- Schermeister, L.J. Growth and nitrogenous constituents of *Atropa belladonna* L. as affected by different sources of nitrogen. Thèse Univ. Illinois, 1958.
- Schrank, A.R. Stimulation of *Avena coleoptile* growth by 6- (substituted) thio- and amino purines. Arch. Biochem. Biophys., U.S.A., **77**, 258, 1958.
- Schwabe, W.W. Effects of photoperiod and hormone treatment on isolated rooted leaves of *Kalanchoe blossfeldiana*. Physiol. Plant, Danem., **11**, 225, 1958.
- Sen, S.P. Some growth-regulating substances from barley leaves. J. Indian Bot. Soc., **36**, 312, 1957.
- Skripchinskij, V.V. (En russe.) Quelques lois de la formation du talle chez les céréales vivaces à talle lâche au cours de la première année et des années suivantes, par rapport aux céréales annuelles qui leur sont apparentées. Dokl. Akad. Nauk. S.S.S.R., **118**, 829, 1958.
- Stiles, W. Plant physiology. Growth regulators. Sci. Progr., G.B., **46**, 322, 1958.

- Stolwijk, J.A.J., Thimann, K.V. On the uptake of carbon dioxide and bicarbonate by roots, and its influence on growth. *Plant Physiol.*, U.S.A., **32**, 513, 1957.
- Stroun, M. Rôle de la composition du spectre lumineux dans la ramification de l'épi des céréales. *Bull. Soc. bot., Fr.*, **105**, 1, 1958.
- Thimann, K.V. L'origine et les fonctions des auxines. *Cent. doc. univ.*, Paris, 1956.
- et Chouard, P. Les facteurs de la croissance cellulaire. Masson, Paris, **77**, 1956.
- Growth and growth hormones in plants. *Amer. J. Bot.*, **44**, 49, 1957.
- Torrey, J.G. Physiology of root elongation. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, **7**, 237, 1957.
- Uehlinger, V., Chodat, F. Influence d'intensités lumineuses variées sur la croissance, le titre en chlorophylle et le pouvoir photosynthétique d'une algue unicellulaire. *Arch. Sci., Genève*, **8**, 2: 187, 1955.
- Utkin, A.I. (En russe.) Quelques caractères particuliers du développement des systèmes radiculaires des espèces arborescentes dans les sols froids. *Soobshch. Inst. Lesa, S.S.S.R.*, **2**, 64, 1958.
- Van der Veen, R. Plant growth in coloured light. *Sci. Hort., G.B.*, **13**, 33, 1957/58.
- Vardar, Y., Tözün, B. Role played by decapitation in growth and differentiation of *Lens culinaris* roots. *Amer. J. Bot.*, **45**, 714, 1958.
- Vasil'ev, I.M. (En russe.) Les modifications des corrélations entre organes observées chez les végétaux sous l'influence des rayons X. *Dokl. Akad. Nauk. S.S.S.R.*, **116**, 49, 1957.
- Wain, R.L. Plant growth and man-made molecules. *Proc. r. Inst. G.B.*, **36**, 163: 488, 1956.
- Wareing, P.F., Nasr, T. Gravimorphism in trees. Effects of gravity on growth, apical dominance and flowering in fruit trees. *Nature, G.B.*, **182**, 379, 1958.
- Wedin, W.F., Struckmeyer, B.E. Effects of chloride and sulfate ions on the growth, leaf burn, composition and anatomical structure of tobacco (*Nicotiana tabacum* L.). *Plant Physiol.*, U.S.A., **33**, 133, 1958.
- Went, F.W. The experimental control of Plant growth. *Chron. Bot. Waltham, Mass., U.S.A.*, 1957.
- Whittington, W.J. The role of boron in plant growth I. The effect on general growth, seed production and cytological behaviour. *J. Exper. Bot. G.B.*, **8**, 353, 1957.
- Wickson, M., Thimann, K.V. The antagonism of auxin and kinetin in apical dominance. *Physiol. Plant, Danem.*, **11**, 62, 1958.
- Wiersum, L.K. Density of root branching as affected by substrate and separate ions. *Acta bot. neerl.*, **7**, 174, 1958.
- Wilson, K. Extension growth in primary cell walls with special reference to *Elodea canadensis*. *Ann. Bot., G.B.*, **21**, I, 1957.
- Winneberger, J.H. Transpiration as a requirement for growth of land plants. *Physiol. Plant, Danem.*, **11**, 56, 1958.

#### *Anatomie*

- Alexandrov, V.G., Yakovlev, M.S. Caractères anatomiques de différents types de lin. *Bull. of Appl. Bot. Gen. and Plant-Breeding*, **3**, 4: 49, 1934.
- Balashov, V., Preston, R.D., Ripley, G.W., Spark, L.C. Structure and mechanical properties of vegetable fibers. I. The influence of strain on the orientation of cellulose microfibrils in sisal leaf fiber. *Proc. r. Soc., Ser. B. G.B.*, **146**, 460, 1957.
- Balfour, E. The development of the vascular systems in *macropiper excelsum* Frost. I. The embryo and seedling. *Phyto., India*, **7**, 354, 1957. II. The mature stem. *Phyto., India*, **8**, 224, 1958.
- Beakbane, A.B. Physiological anatomy in relation to tree growth. 8<sup>e</sup> Congrès int. bot., Paris, sect. 7 et 8, 311, 1954.
- Bersillon, G. Organisation et structure du tubercule de *Corydalis solida* Sw. *C.R. Ac. sc., Fr.*, **246**, 2644, 1958.

- Böhmer, H. Untersuchungen über das Wachstum und den Feinbau der Zellwände in der *Avena-Koleoptile*. *Planta*, Allem., **50**, 461, 1958.
- Borsos, O. Experimentelle morphologische Beobachtungen in der Gewebestruktur der Blätter von ungarländischen *Festuca*-Arten. *Acta bot. Acad. Sci. Hungar.*, **3**, 219, 1957.
- Boureau, Ed. Les modifications morphologiques et anatomiques apportées par les influences de l'hétéroauxine et des traumatismes dans les plantules de l'*Araucaria imbricata*. *C.R. Ac. sc., Fr.*, **218**, 421, 1944.
- Anatomie végétale, *Pres. Univ. Fr.*, **1**, 1954, **2**, 1956, **3**, 1957.
- Braun, M. Zur Kenntnis von *Epilobium*. II. Entwicklungsgeschichte des Sprosses. *Planta*, Allem., **50**, 250, 1957.
- Brown, W.V. Leaf anatomy in grass systematics. *Bot. Gaz.*, U.S.A., **119**, 170, 1958.
- Bucher, H. Die Tertiärwand von Holzfasern und ihre Erscheinungsformen bei Koni-feren. *Holzforschung*, **Dtsch.**, **11**, 1, 1957.
- Buvat, R. Le méristème apical de la tige. *Ann. Biol. Fr.*, **31**, 595, 1955.
- Carton, A. Etudes phyllotaxiques sur quelques espèces de *Linum*. *Rev. gén. bot.*, Fr., **55**, 137, 1948.
- Champagnat, M. Particularités du bourgeonnement axillaire chez les Linaires. *C.R. Ac. sc., Fr.*, **246**, 153, 1958.
- Chavarroc, M. Modifications organographiques et anatomiques de l'appareil radiculaire chez les plantules de Radis issues de graines traitées par des aérosols à base de 2,4-D. *Bull. Soc. bot.*, Fr., **104**, 480, 1958.
- Cheadle, V.I. Research on xylem and phloem; progress in fifty years. *Amer. J. bot.*, **43**, 719, 1956.
- Chel'cova, L.P. (En russe.) Le problème du développement du tissu conducteur dans les feuilles de Blé et d'oignon. *Izvest. Akad. Nauk. S.S.R.*, Ser. biol., **4**: 74, 1956.
- Chodat, F., Cortesi, R., Dolivo, A. Essai d'histométrie appliquée au pétiole. *C.R. Soc. phys. d'hist. nat.*, Genève, **58**, 33, 1941.
- et Dang, K.-D. Modifications tissulaires provoquées par l'effeuillage chez le lin. *Commémoration Léo Errera*, Bruxelles, sous presse.
- Codaccioni, M. Point végétatif du Châtaignier: étude morphologique et anatomique des premières formations des jeunes plantes. *C.R. Ac. sc., Fr.*, **246**, 826, 1958.
- Cookerham, G. Some observations on cambial activity and seasonal starch content in Sycamore (*Acer pseudo platanus*). *Leeds Phil. Lit. Soc. Proc.*, **2**, 64, 1930.
- Cortesi, R. Anatomie de quelques plantes alpines. *Bull. Soc. bot.*, Genève, 2<sup>e</sup> série, **33**, 145, 1942.
- Emploi de l'Histométrie dans l'examen de certaines drogues naturelles. *Pharm. Acta Helv.*, N° 8/9, 1943.
- Contribution à l'anatomie des pétioles d'*Acer*. *Bull. Soc. bot. Suisse*, **53**, 102, 1943.
- Histo-métrie de quelques Labiées. *Bull. Soc. bot. Suisse*, **54**, 534, 1944.
- et Girard, R. Remarques sur le liber interne des gamopétales. *Bull. Soc. pharm.*, Bordeaux, **96**, 123, 1957.
- et Girard, R. Le liber interne dans les plantes vasculaires. IX<sup>e</sup> Cong. Soc. pharm., Fr., Clermont-Fd. G. de Bussac, **73**, 1957.
- Courtot, Y., Baillaud, L. Sur la périodicité des différenciations libériennes chez le Tilleul. *Ann. sc. Univ. Besançon, Bot.*, **8**: 73, 1956.
- Czaja, A.T. Die submikroskopische Wandstruktur der Parenchymzellen in Organen verschiedener Funktion. *Ber. Dtsch. Bot. Ges.*, **70**, 11: 28, 1957.
- Dang, Y.K., Bonner, C.E. Brief notes on floral vascularization.
- I. *Linum usitatissimum* L.
- II. *Oxalis stricta* L.
- III. *Tropaeolum peregrinum* L.
- Candollea, Genève, sous presse.

- Dycus, A.M., Knudson, L. The role of the velamen of the aerial roots of orchids. *Bot. Gaz.*, U.S.A., **119**, 78, 1957.
- Engstrom, P., Back, E. Note on leaf traces in the stem wood of *Picea abies* Karsten (*Picea excelsa* Link). *Svensk Papers Tidng.*, **9**: 276, 1958.
- Esau, K. Vascular differentiation in the vegetative shoot of *Linum*:
- I. The procambium. *Amer. J. Bot.*, **29**, 738, 1942.
  - II. The first phloem and xylem. *Amer. J. Bot.*, **30**, 248, 1943.
  - III. The origin of the bast fibers. *Amer. J. Bot.*, **30**, 579, 1943.
- Plant Anatomy. John Wiley. N.Y., 1953.
- Present status of knowledge on trends of specialization in the phloem tissue. 8<sup>e</sup> Congrès int. bot., Paris, sect. 7 et 8, 279, 1954.
- Fang, T.K. (En chinois.) Observations sur la morphologie et l'anatomie du rhizome d'*Humulus lupulus* L. *Acta bot. sinica*, **6**, 297, 1957.
- Frederiksen, P.S. Etude de la ramification des faisceaux de fibres de lin. *Lin*, **3**, 101, 1949.
- La structure de la tige du lin. *Inst. dan. de rech. sur le lin, rapport N° 1*, Gr.A., 1952.
- Fourcroy, M. Influence de divers traumatismes sur la structure des organes végétaux à évolution vasculaire complète. Thèse de Paris, 1937.
- Frey-Wyssling, A. Macromolecules in cell structure. *Nature*, G.B., **179**, 941, 1957.
- Fridralzsky, L. Beiträge zur Frage der Organisierung der Blattepidermis bei *Allium cepa*. *Acta biol. Acad. Sci., Hungar.*, **7**, 291, 1957.
- Gregoire, V. Données nouvelles sur la morphogenèse de l'axe feuillée dans les Dicotylées. *C.R. Ac. sc., Fr.*, **200**, 1127, 1935.
- Les liens morphogénétiques entre la feuille et la tige dans les Dicotylées. *C. R. Ac. sc., Fr.*, **200**, 1349, 1935.
- Huber, B., Zajewitsch, W. von. Jahrringuntersuchungen an Pfahlbauhölzern. *Flora, Dtsch.*, **146**, 445, 1958.
- Hunger, G.J., Hunger, G. Änderung der nativen Mikrofibrillenlagerung in pflanzlichen Zellwänden durch die Trocknung. *Phys. Verh., Dtsch.*, **8**, 228, 1957.
- Husain, A., Cooper, W.C. Cambial activity in grapefruit trees as influenced by winter irrigation. *Amer. J. Bot.*, **45**, 517, 1958.
- Jacobs, W.P., Morrow, I.B. A quantitative study of xylem development in the vegetative shoot apex of *Coleus*. *Amer. J. Bot.*, **44**, 823, 1957.
- Quantitative relations between stages of leaf development and differentiation of sieve tube. *Science, U.S.A.*, **128**, 1084, 1958.
- Jayme, G., Bauer, G. Die Unterscheidung von Früh- und Spätholzfasern durch sekundäre Fluoreszenz. *Holz., Dtsch.*, **11**, 16, 1957.
- Kondrat'eva, Mel'Vil', E.A. (En russe.) La structure du système vasculaire de la tige des Dicotylédones (herbacées). *Bot. Zh. S.S.S.R.*, **41**, 1273, 1956.
- Kumazawa, M. (En japonais.) Connexion vasculaire entre laousse axillaire, la racine adventive et l'axe. Anatomie vasculaire du Maïs. *Bot. Mag., Jap.*, **71**, 70, 1958.
- (En japonais.) Considérations sur l'anatomie vasculaire, et plus spécialement sur le tracé des vaisseaux. Anatomie vasculaire du Maïs. *Bot. Mag. Jap.*, **71**, 117, 1958.
- Kundu, B.C., Rao, N.S. Origin and development of axillary buds in *Hibiscus cannabinus*. *Amer. J. Bot.*, **42**, 830, 1955.
- Lance, A. Sur la structure et le fonctionnement du point végétatif de *Vicia faba* L. *Mém. Faculté sc., Paris, Masson*, 1952.
- et Rondet, P. Sur le fonctionnement du méristème apical de *Beta vulgaris* L. (variété Cérès sucrière) depuis la phase adulte jusqu'à la fleur terminale. *C.R. Ac. sc., Fr.*, **246**, 3177, 1958.
- Lee, C.L., Chang, H.Y. (En chinois.) Etudes morphologiques de *Sagittaria sinensis*. I. Anatomie des racines. *Acta bot. sinica*, **7**, 71, 1958.
- Lemesle, R. Particularités histologiques de la tige âgée du *Trachymene compressa* Rudge, subsp. *platytera* Bunge. *C.R. Ac. sc., Fr.*, **244**, 2413, 1957.

- Liu, H.C., Wu, U.W. (En chinois.) Etude de la différenciation des bourgeons à fruit chez l'Oranger. *Acta bot. sinica*, **6**, 134, 1957.
- Lobzhanidze, E.D. (En russe.) Les premières étapes de la formation des anneaux annuels du bois. *Dokl. Akad. Nauk. S.S.S.R.*, **121**, 928, 1958.
- Loiseau, J.-E. Expérimentation chirurgicale sur le sommet végétatif *d'impatiens roylei* Walp. 8<sup>e</sup> Congrès int. bot., Paris, sect. 7 et 8, 268, 1954.
- Lück, H.B., Lück, J. Entwicklungsmechanische Untersuchungen an Epidermiszellen. I. Einleitende Studien zur Anatomie von Gramineenspaltöffnungen. *Phyton*, Argent., **11**, 39, 1958.
- Martens, P. Recherches sur les divisions cambiales et procambiales. 8<sup>e</sup> Congrès int. bot., Paris, sect. 7 et 8, 199, 1954.
- Meier, H. Discussion of the cell wall organization of tracheids and fibers. *Holz., Dtsch.*, **11**, 41, 1957.
- Metcalfe, C.R., Chaik, L. Anatomy of Dicotyledons. Oxf. Univ. Press, London, 1950.
- Meyer-Uhlenried, K.-H. Holzanatomische Untersuchungen an der Pappel. *Holz., Dtsch.*, **11**, 150, 1958.
- Miller, R.H. Morphology of *Humulus lupulus*. I. Developmental anatomy of the primary root. *Amer. J. Bot.*, **45**, 418, 1958.
- Mitchell, K.J., Soper, K. Effects of differences in light intensity and temperature on the anatomy and development of leaves of *Lilium perenne* and *Paspalum dilatatum*. *New Zeal. J. agric. Res.*, **1**, 1, 1958.
- Mohammad Sheikhzahur. A comparative study of secondary phloem of 423 species of woody dicotyledons belonging to 85 families. Thèse Cornell Univ., 1958.
- Moreau, C., Moreau, M. Signification et réactions aux traumatismes de la racine du Palmier à huile en pépinières. *Oléagineux, Fr.*, **13**, 735, 1958.
- Narducci, A. Osservazioni sulla morfologia, anatomia e ciclo di sviluppo di *Asphodelus ramosus* L. var. *aestivus* Brot. *Nuovo G. bot. ital.*, **64**, 319, 1957.
- Nilson, E.B., Johnson, V.A., Gardner, C.O. Parenchyma and epidermal cell length in relation to plant height and culm internode length in winter wheat. *Bot. Gaz.*, U.S.A., **119**, 38, 1957.
- Nobecourt, P. Evolution des caractères morphologiques et anatomiques dans des cultures de tissus végétaux. 8<sup>e</sup> Congrès int. bot., Paris, sect. 11 et 12, 192, 1954.
- Northcote, D.H. The cell walls of higher plants: their composition, structure and growth. *Biol. Rev., G.B.*, **33**, 53, 1958.
- Pellissier, F. Trachéogenèse et terminologie du Xylème. *Bull. Soc. pharm.*, Montpellier, **3**, 77, 1944.
- La signification du point nodal initial au cours de l'édification de l'appareil vasculaire chez les feuilles. *C.R. Ac. sc., Fr.*, **222**, 676, 1946.
  - et Bernard, P. Les premières étapes de la trachéogenèse radiculaire avant l'édification des radicelles. *C.R. Ac. sc., Fr.*, **234**, 2216, 1952.
  - I. Le «système nodal». La notion d'unités conductrices et l'origine de l'appareil vasculaire dans la feuille et dans la tige.
  - II. Le «système nodal» dans la trachéogenèse comparée chez la feuille et le pétaile. 8<sup>e</sup> Congrès int. bot., Paris, sect. 7 et 8, 272, 1954.
- Plantefol, L. La phyllotaxie du *Linum usitatissimum* L. *C.R. Ac. sc., Fr.*, **235**, 1242, 1952.
- Priyadarsan Sensarma. On the vascularization of the leaf and its associated structures in *Muntingia calabura*. *Bot. Gaz.*, U.S.A., **119**, 116, 1957.
- Rehfous, L. Recherches expérimentales sur la morphogenèse des stomates. *Bull. Soc. bot.*, Genève, **11**, 3, 1920.
- De l'action de condition extrême sur la structure du stomate du *Zea mays*. *Bull. Soc. bot.*, Genève, **12**, 3, 1920.
  - Sur la phylogénie des stomates. *C.R. Soc. phys. d'hist. nat.*, Genève, **40**, 68, 1923.

- Rendle, B.J., Phillips, E.W.J. The effect of rate of growth (ring width) on the density of softwoods. *Forestry*, G.B., **31**, 113, 1958.
- Resch, A. Weitere Untersuchungen über das Phloem von *Vicia faba*. *Planta*, Allem., **52**, 121, 1958.
- Roberts, R.H., Struckmeyer, B.E. Anatomical and histological changes in relation to vernalization and photoperiodism. *Vernalization and photoperiodism, a symposium*, P. 91, Ed. Chron. Bot., 1948.
- Rodin, R.J. Leaf anatomy of *Welwitschia*. I. Early development of the leaf. *Amer. J. Bot.*, **45**, 90, 1958.
- Rogalev, I.E. (En russe.) Différenciation des faisceaux vasculaires fibreux et des faisceaux du xylème sous l'influence de la nutrition phosphorée des plantes. *Dokl. Akad. Nauk. S.S.S.R.*, **115**, 1206, 1957.
- Rudiger, W. Morphologisch-anatomische Untersuchungen am Kelch des Leins *Linum usitatissimum* L. *Der Züchter*, **21**, 39, 1951.
- Sakalo, G.O. (En ukrainien.) La nature des fibres libériennes primaires dans la tige du chanvre. *Ukrain. Bot. Zh.*, **13**, 63, 1956.
- (En ukrainien.) La transformation du xylème en parenchyme dans les tiges de Chanvre. *Ukrain. Bot. Zh.*, **15**, 57, 1958.
- Scaramella-Petri, P., Strigoli, P., Sangiorgi, A.V. Influenza della bile a diverse concentrazioni sui tessuti radicali di *Allium cepa* L. *Caryologia, Ital.*, **10**, 181, 1957.
- Schieferstein, R.H. Development of the protective structures of the plant epidermis. *Thèse Iowa State Coll.*, 1957.
- Setterfield, G., Bayley, S.T. Studies on the mechanism of deposition and extension of primary cell walls. *Canad. J. Bot.*, **35**, 435, 1957.
- Sterling, C., Spit, B.J. Microfibrillar arrangement in developing fibers of *Asparagus*. *Amer. J. Bot.*, **44**, 851, 1957.
- Vasil'chenko, I.T. (En russe.) Sur les modifications des feuilles chez le Noyer (*Juglans regia* L.). *Bot. Zh. S.S.S.R.*, **43**, 287, 1958.
- Wang, H.H. Recherches sur la morphologie et l'anatomie comparée des espèces du genre *Linum*. *Thèse de Nancy*, 1935.
- Wardrop, A.B., Cronshaw, J. Changes in cell wall organization resulting from surface growth in parenchyma of oat coleoptiles. *Austral. J. Bot.*, **6**, 89, 1958.
- Wareing, P.F. Growth studies in Woody species, IV: The initiation of cambial activity in ring-porous species. *Physiol. Plantarum*, **4**, 546, 1951.

#### *Hydratation*

- Akhromejko, A.I., Zhuravleva, M.V. Etude de la vitesse de l'ascension de l'eau chez les plantes arborescentes. *Fiziol. Rasten.*, S.S.S.R., **4**, 164, 1957.
- Antipov, N.I. (En russe.) Régime hydrique dans quelques plantes herbacées cultivées sur les sols salés. *Fiziol. Rasten.*, S.S.S.R., **5**, 282, 1958.
- Arisz, W.H. Influence of inhibitors on the uptake and the transport of chloride ions in leaves of *Vallisneria spiralis*. *Acta bot. neerl.*, **7**, 1, 1958.
- Badanova, K.A. (En russe.) Le régime hydrique des plantes du point de vue de la viscosité structurale et hydrophile du protoplasme. *Dokl. Akad. Nauk. S.S.S.R.*, **116**, 1033, 1957.
- Bernstein, L., Hayward, H.E. Physiology of salt tolerance. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, U.S.A., **9**, 25, 1958.
- Biddulph, O., Biddulph, S., Cory, R., Koontz, H. Circulation patterns for phosphorus, sulphur and calcium in the bean plant. *Plant Physiol.*, U.S.A., **33**, 293, 1958.
- Biddulph, S., Biddulph, O., Cory, R. Visual indications of upward movement of foliar applied  $P_{32}$  and  $C_{14}$  in the phloem of the bean stem. *Amer. J. Bot.*, **45**, 648, 1958.
- Biebl, R., Hözl, J. Vergleich des Wasserumsatzes normaler und röntgenstrahlen-geschädigter Blätter von *Soja hispida*. *Österr. Bot. Zschr.*, **105**, 167, 1958.

- Blanchet, R. Influence des colloïdes humiques sur différentes phases de l'absorption des éléments minéraux par les plantes. C.R. Ac. sc., Fr., 244, 2418, 1957.
- Bollmann, A., Schwanitz, F. Über den Eisengehalt in Pflanzen eines eisenreichen Standortes. Z. Bot., Dtsch., 45, 39, 1957.
- Bond, G. Some aspects of translocation in root nodule plants. J. Exper. Bot. G.B., 7, 387. 1956.
- Bose, D.M. Circulation of nutrients in plant. J. asiat. Soc. Sci., India, 22, 73, 1956.
- Bukovac, M.J., Wittwer, S.H. Absorption and mobility of foliar applied nutrients. Plant Physiol., U.S.A., 32, 428, 1957.
- Cailloux, M. Une théorie sur le mécanisme de la coulée printanière de sève chez l'*Acer saccharum*. 8<sup>e</sup> Congrès int. bot., Paris, sect. 11 et 12, 214, 1954.
- The ascent of sap in the dormant and winter condition. Rev. Canad. Biol., 15, 77, 1956.
- Carles, J. Rapports entre le phosphore et l'azote dans le métabolisme et la migration du Maïs. C.R. Ac. sc., Fr., 244, 254, 1957.
- Chang, H.T. The effect of light and darkness on the uptake and distribution of nitrogen in *Phaseolus vulgaris* L. Thesis Cornell Univ., 1932.
- Chodat, F. Influence de la lumière sur la transpiration végétale. C.R. Arch. sci. phys. nat., 48, 55, 1931.
- Closs, R.L. The heat pulse method for measuring rate of sap flow in a plant stem. New Zeal. J. Sci., 1, 281, 1958.
- Curtis, O.F. The translocation of solutes in plants. McGraw-Hill, 1935.
- Curtis, R.W. Translocatable plant growth inhibitors produced by *Penicillium thomii* and *Arachniotus trisporus*. Plant Physiol., U.S.A., 32, 56, 1957.
- Dixon, H.H., Ball, N.G. Transport of organic substances in plants. Nature, G.B., 109, 236, 1922.
- Domien, M.F. Influence de la déshydratation sur la respiration des feuilles de végétaux aériens. Rev. gén. bot., Fr., 286, 1949.
- Dugger, W.M. jr., Humphreys, T.E., Calhoun, B. The influence of boron on starch phosphorylase and its significance in translocation of sugars in plants. Plant Physiol., U.S.A., 32, 364, 1957.
- Dvoreckaja, E.I. Kazuto, O.N. (En russe.) Quelques particularités du régime hydrique des plantes d'Orme et de Chêne âgées de un et deux ans. Fiziol. Rasten., S.S.S.R., 5, 363, 1958.
- Elagin, I.N. (En russe.) Conditions de température convenant au début de l'exsudation de la sève chez l'Erable-faux platane et le Bouleau. Trudy inst. Lesa. S.S.S.R., 33, 115, 1957.
- Fedorovskij, D.V. (En russe.) L'excrétion du P et du Ca marqués par les racines dans le sol au cours de la nutrition radiculaire des plantes. Pochvovedenie, S.S.S.R., 3: 17, 1958.
- Fejér, D. Quantitative changes during the growing season in the sulphur-compounds contained in the bleeding sap of maize. Acta biol. Acad. sci., Hungar., 9, 159, 1958.
- Filippenko, I.M. (En russe.) Problème de la pénétration de l'eau dans les racines des plantes pendant la période de circulation printanière de la sève. Fiziol. Rasten., S.S.S.R., 5, 175, 1958.
- Filippov, L.A. (En russe.) La périodicité nycthémérale de la sudation chez le cotonnier. Zh. Obshch. Biol., S.S.S.R., 19, 286, 1958.
- Frazier, J.C., Schaff, J.F., Hein, R.E., McFarland, R.H. Translocation and distribution of radioactive Phosphorus in wheat. Bot. Gaz. U.S.A., 118, 122, 1956.
- Frey-Wyssling, A. Der Milchsafterguss von *Hevea brasiliensis* als Blutungserscheinung. Jahrb. f. wiss. Bot., 560, 1933.
- Gaffey, C.T. The correlation between bioelectric changes and ion flows in Chara. Thèse Purdue Univ., 1958.

- Gray, R.A. The downward translocation of antibiotics in plants. *Phytopathology*, U.S.A., **48**, 71, 1958.
- Greb, H. Der Einfluss tiefer Temperatur auf die Wasser- und Stickstoffaufnahme der Pflanzen und ihre Bedeutung für das «Xeromorphieproblem». *Planta*, Allem., **48**, 523, 1957.
- Greenidge, K.N.H. A note on the rates of upward travel of moisture in trees under differing experimental conditions. *Canad. J. Bot.*, **36**, 357, 1958.
- Grimmer, G., Machleidt, H., Schwanitz, F., Tschesche, R. Selektive Aufnahme von Digitalisglykosiden durch *Cuscuta*-Arten. *Z. Natf., B.*, Dtsch., **13**, 672, 1958.
- Guljakin, I.V., Judinceva, E.V. (En russe.) L'incorporation par les plantes des isotopes radioactifs de strontium, césium, ruthénium, zirconium et cérium. *Dokl. Akad. Nauk., S.S.S.R.*, III, 206, 1956.
- Gunar, I.I., Krastina, E.E., Petrov-Spiridonov, A.E. (En russe.) Caractère rythmique de l'absorption et de l'excrétion par les racines. *Izv. Tim. Sel. Akad., S.S.S.R.*, 4: 181, 1957.
- Helder, R.J. The influence of pretreating young barley plants with water and various solutions on subsequent absorption of labelled rubidium. I-II. *Kkl. neerl. Akad. Wetensch., Proc., Ser. C*, **60**, 603, 1957.
- Studies on the absorption, distribution and release of labelled rubidium ions in young intact barley plants. *Acta. bot. neerl.*, **7**, 235, 1958.
- Helmy, A.K., Elgabaly, M.M. Exchange capacity of plant roots. *Plant and Soil*, Netherl., **10**, 78, 1958.
- Hendrickson, A.H., Veihmeyer, F.J. Some factors affecting absorption of moisture by plant roots. *8<sup>e</sup> Congrès int. bot.*, Paris, sect. 11 et 12, 1954.
- Höhn, K. Wachstumsverlauf, Wurzeldruck und Guttation bei *Avena*. *Ber. Dtsch. Bot. Ges.*, **70**, 19, 1957.
- et Bilaudelle, H., Schilling, F. Beeinflussung der Guttation durch Röntgenstrahlen. *Ber. Dtsch. Bot. Ges.*, **71**, 227, 1958.
- Horwitz, L. Some simplified mathematical treatments of translocation in plants. *Plant Physiol.*, U.S.A., **33**, 81, 1958.
- Huber, B., Bauer, L. Wasserumsatz und Stoffbewegungen. *Fortschr. Bot., Dtsch.*, **209**, 1956.
- Husain, A., Cooper, W.C. Cambial activity in grapefruit trees as influenced by winter irrigation. *Amer. J. Bot.*, **45**, 517, 1958.
- Hylmo, B. Passive components in the ion absorption of the plant. II. The zonal water flow, ion passage, and pore size in roots of *Vicia faba*. *Physiol. Plant., Danem.*, **11**, 382, 1958.
- Iljin, W.S. Influence of water upon absorption by plants of elements from the soil. *8<sup>e</sup> Congrès int. bot.*, Paris, sect. 11 et 12, 243, 1954.
- Jacobson, L., Overstreet, R., Carlson, R.M., Chastain, J.A. The effect of pH and temperature on the absorption of potassium and bromide by barley roots. *Plant Physiol.*, U.S.A., **32**, 658, 1957.
- Jakushkina, N.I., Porojskaja, S.M., Filatova, T.G. (En russe.) Quelques particularités du mouvement des substances organiques dans les plantes et influence de l'irrigation sur ce processus. *Fiziol. Rasten., S.S.S.R.*, **3**, 423, 1956.
- Jonas, H. Calcium translocation and ascorbic acid status in Peas. *8<sup>e</sup> Congrès int. bot.*, Paris, sect. 11 et 12, 81, 1954.
- Kastens, E. Beiträge zur Kenntnis der Funktion der Siebröhren. *Mitt. Inst. f. allg. Bot., Hamburg*, **6**, 33, 1924.
- Kazarjan, V.O., Zakarjan, N.E., Balagezjan, M.V. (En russe.) Le changement de direction rythmique du déplacement de substances plastiques dans les tiges coupées des plantes. *Akad. Nauk. armjan., S.S.S.R., Izrest., biol. selskokh. Nauk.*, **9**, 3, 1956.

- Kazarjan, V. O., et Palandzhjan, V. A. (En russe.) Les voies de migration des glucides de réserve se dirigeant du bois de cœur vers les pousses des plantes. Akad. Nauk. armjan. S.S.S.R., Dokl., **23**, 81, 1956.
- Kennedy, J.S., Booth, C.O. Water relations of leaves from woody and herbaceous plants. Nature, G.B., **181**, 1271, 1958.
- Kessler, B., Moscicki, Z.W. Effect of triiodobenzoic acid and maleic hydrazide upon the transport of foliar applied calcium and iron. Plant Physiol., U.S.A., **33**, 70, 1958.
- Kleshnin, A.F., Shul'gin, I.A. (En russe.) L'intensité de la transpiration au cours de l'éclairement artificiel. Fiziol. Rasten., S.S.S.R., **4**, 548, 1957.
- Koontz, H.V. Factors affecting absorption and translocation of foliar applied phosphorus. Thèse de State Coll., Washington, 1958.
- Kramer, P.J., Wiebe, H.H. Mineral absorption through various regions of roots. 8<sup>e</sup> Congrès int. bot., Paris, sect. 11 et 12, 82, 1954.
- Kursanov, A.L. (En russe.) Le système radiculaire des plantes considéré comme organe de métabolisme. Izvest. Akad. Nauk., S.S.S.R., Ser. biol., **6**: 689, 1957.
- Tracer atoms in the study of plant life. Curr. Sc., India, **27**, 87, 1958.
- Langston, R. Studies on marginal movement of cobalt 60 in cabbage. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., **68**, 366, 1956.
- Linder, P.J., Craig, J.C.jr., Walton, T.R. Movement of C<sub>14</sub> tagged alpha-methosyphenylacetic acid out of roots. Plant Physiol., U.S.A., **32**, 572, 1957.
- Craig, J.C. jr., Cooper, F.E., et Mitchell, J.W. Translocation of growth regulators. Movement of 2, 3, 6-trichlorobenzoic acid from one plant to another through their root systems. J. Agric. Food Chem., U.S.A., **6**, 356, 1958.
- Ljashchenko, I.F., Ljashchenko, I.I. (En russe.) Rôle du système radiculaire dans l'élaboration de la chlorophylle. Fiziol. Rasten., S.S.S.R., **4**, 529, 1957.
- Lundegardh, H. Investigations on the mechanism of absorption and accumulation of salts. I. Initial absorption and continued accumulation of potassium chloride by wheat roots. Physiol. Plant, Danem., **11**, 332, 1958.
- Marshall, D.C. Measurement of sap flow by heat transfer. Nature, G.B., **182**, 878, 1958.
- Maskell, E.J., Mason, T.G. Studies on the transport of nitrogenous substances in the cotton plant. Ann. Bot., **43**, 205, 1929; **43**, 615, 1929; **44**, 233, 1930; **44**, 657, 1930.
- Mason, T.G., Maskell, E.J. Further studies on transport in the cotton plant. Ann. Bot., **45**, 125, 1931; **48**, 119, 1934.
- Massini, P. Uptake and translocation of 3-amino-and-3-hydroxy-1, 2, 4-triazole in plants. Acta bot. neerl., **7**, 524, 1958.
- McCune, D.L. Effect of moisture tension on the production and movement of carbohydrates in plants. Thèse Purdue Univ., 1958.
- McIlrath, W.J. Absorption of nutrient ions by the tomato plant at various stages of development. Proc. Iowa Ac. sc., **63**, 399, 1956.
- Mees, G.C., Weatherley, P.E. The mechanism of water absorption by roots. I. Preliminary studies on the effects of hydrostatic pressure gradients. Proc. r. Soc. Ser. B.G.B., **147**, 367, 1957. II. The role of hydrostatic pressure gradients across the cortex. Proc. r. Soc. Ser. B.G.B., **147**, 381, 1957.
- Mes, M.G. The transport and recretion of salts by transpiring shoots in saturated salt solutions. S. Afr. J. Sc., **53**, 411, 1957.
- Middleton, L.J., Russell, L.J. The interaction of cations in absorption by plant tissues. J. Exper. Bot. G.B., **9**, 114, 1958.
- Mosolov, I.V., Panova, A.V. (En russe.) Etude du rôle des racines primaires et secondaires dans la nutrition du Maïs. Dokl. Akad. Nauk., S.S.S.R., **121**, 378, 1958.
- Negrul', A.M., Nikiforova, L.T. (En russe.) Note sur les relations entre les organes de la Vigne. Izvest. Timirjaz. Selskokh. Akad., S.S.S.R., **1**: 73, 1958.
- Odincov, P.N. (En russe.) L'absorption de la vapeur d'eau par le tissu ligneux du Sapin. Latv., P.S.R. Zināt. Akad, Vēstis, **2**, 65, 1958.

- Okuda, A., Kasai, Z. Translocation of mineral nutrient in crops. 6<sup>e</sup> Congrès int. sc. sol. IV, Paris, 99, 1956.
- Olsen, C. Iron absorption in different plant species as a function of the *pH* value of the solution. C.R. Lab. Carlsberg, Danem., 31, 41, 1958.
- Oota, Y. Carbohydrate change in water absorbing bean germ-axes. Physiol. Plant, Danem., 10, 910, 1957.
- A study on the relationship between water uptake and respiration of isolated bean germ-axes. Physiol. Plant, Danem., 11, 710, 1958.
- Opritov, V.A. (En russe.) Rôle des potentiels bioélectriques dans l'absorption et le transfert des substances dans les plantes. Biofizika, S.S.S.R., 3, 38, 1958.
- Overstreet, R. Comments on the absorption of inorganic ions root cells. Plant Physiol., U.S.A., 32, 491, 1957.
- Penot, M. Recherches sur les voies de circulation des sels dans les plantes d'après des expériences d'isotopes radioactifs. Rev. gén. bot., Fr., 63, 545, 1956.
- Philip, J.R. The osmotic cell, solute diffusibility, and the plant water economy. Plant Physiol., U.S.A., 33, 264, 1958.
- Propagation of turgor and other properties through cell aggregations. Plant Physiol., U.S.A., 33, 271, 1958.
- Osmosis and diffusion in tissue: half-times and internal gradients. Plant Physiol., U.S.A., 33, 275, 1958.
- Postlethwait, S.N., Rogers, B. Tracing the path of the transpiration stream in trees by the use of radioactive isotopes. Amer.J. Bot., 45, 753, 1958.
- Prat, S., Pazourek, J. The desiccation of plant organs. 8<sup>e</sup> Congrès int. bot., Paris, sect. 11 et 12, 233, 1954.
- Pristupa, N.A., Kursanov, A.L. (En russe.) Reflux des substances assimilées et ses rapports avec l'activité absorbante des racines. Fiziol. Rasten., S.S.S.R., 4, 417, 1957.
- Prokofev, A.A., Sobolev, A.M. (En russe.) Le déplacement du phosphore des feuilles vers les graines. Fiziol. Rasten., S.S.S.R., 4, 14, 1957.
- Zhdanova, L.P., Sobolev, A.M. (En russe.) Quelques lois de la pénétration dans les organes de reproduction des substances contenues dans les feuilles. Fiziol. Rasten., S.S.S.R., 4, 425, 1957.
- Rakhtenko, I.N. (En russe.) Note sur le transfert de substances nutritives minérales d'une plante à l'autre résultant de l'interaction de leurs systèmes radiculaires. Bot. Zh., S.S.S.R., 43, 695, 1958.
- Rosene, H.F. The water absorptive capacity of root-hairs. 8<sup>e</sup> Congrès int. bot., Paris, sect. 11 et 12, 217, 1954.
- Rutter, A.J., Sands, K. The relation of leaf water deficit to soil moisture tension in *Pinus sylvestris* L.I. The effect of soil moisture on diurnal changes in water balance. New Phytologist, G.B., 57, 50, 1958.
- Sands, K., Rutter, A.J. The relation of leaf water deficit to soil moisture tension in *Pinus sylvestris* L. II. Variation in the relation caused by developmental and environmental factors. New Phytologist, G.B., 57, 387, 1958.
- Scheffer, F., Kloke, A., Folster, H. Untersuchungen über den Einfluss des Lichtes auf die  $P_2O_5$ -Aufnahme bei Keimpflanzen. Plant and soil, Netherl., 8, 194, 1957.
- Scheibe, A., Wohrmann-Hillmann, B. Untersuchungen über den Tryptophan-gehalt verbänderter und unverbänderter Formen von *Pisum sativum*. Naturwiss., Dtsch., 44, 92, 1957.
- Shkol'nik, M.Ja., Abdurashitov, J.A. (En russe.) Influence des oligo-éléments sur la synthèse et la migration des glucides. Fiziol. Rasten., S.S.S.R., 5, 393, 1958.
- Scholander, P.F., Rund, B., Leivestad, H. The rise of sap in a tropical liana. Plant Physiol., U.S.A., 32, 1, 1957.

- Shustova, A.P. (En russe.) Absorption des éléments minéraux (azote, phosphore et potassium) au cours de l'ontogenèse du Sarrasin. *Fiziol. Rasten.*, S.S.S.R., **5**, 31, 1958.
- Silin, H.H.A. Translocation of the floral stimulus in two-branched plants of *Perilla*. *KKL. nederl.*, Akad. Wetensch., Proc. Ser. C., **60**, 67, 1957.
- Single, W.V. The mobility of manganese in the wheat plant. *Ann. Bot.*, G.B., **22**, 479, 1958.
- Sirbu, E. Unele cercetari asupra proceselor fiziologice la tomate in conditii de irigare. *An. Univ. C.I. Parhon Bucuresti, Ser. Sc. nat.*, **11**: 183, 1956.
- Sitnik, K.M. (En ukrainien.) Absorption et distribution du phosphore radioactif dans les organes de la Tomate. *Ukraïn. bot. Zh.*, **15**, 22, 1958.
- et Grodzins'kij, A.M. (En ukrainien.) Influence de la lumière sur l'absorption et le transport de  $P_{32}$  chez les plantes. *Ukraïn. bot. Zh.*, **15**, 29, 1958.
- Slavik, B. The influence of water deficit on transpiration. *Physiol. Plant.*, Danem., **11**, 524, 1958.
- Smelov, S.P., Tatarinova, N.K. (En russe.) Le déplacement de  $P_{32}$  dans l'Avoine sauvage au cours de la sénescence des pousses. *Fiziol. Rasten.*, S.S.S.R., **5**, 280, 1958.
- Sosa-Bourdouil, C., Lecat, P. Emploi des éléments marqués en physiologie végétale. *Ann. biol.*, Fr., **29**, 69, 1953; **32**, 341, 1956.
- Stocker, O. von. Die Trockenresistenz der Pflanzen. 8<sup>e</sup> Congrès int. bot., Paris, sect. 11 et 12, 223, 1954.
- Swanson, C.A., El-Shishiny, E.D. Translocation of sugars in the concord grape. *Plant Physiol.*, U.S.A., **33**, 33, 1958.
- Tammes, P.M.L. Micro- and macro-nutrients in sieve-tube sap of palms. *Acta bot. neerl.*, **7**, 233, 1958.
- Tararinova, N.K. (En russe.) Les interactions entre les diverses pousses d'une touffe de Graminée de prairie. *Fiziol. Rasten.*, S.S.S.R., **5**, 445, 1958.
- Thorne, G.N. Factors affecting uptake of radioactive phosphorus by leaves and its translocation to other parts of the plant. *Ann. Bot.*, G.B., **22**, 381, 1958.
- Tjurina, M.M. (En russe.) Détermination de la capacité de rétention d'eau des tissus végétaux. *Fiziol. Rasten.*, S.S.S.R., **4**, 378, 1957.
- Tsao, T.H., Liu, C.Y. (En chinois.) Problème du transport des substances organiques dans le tissu vasculaire. *Acta bot. sinica*, **6**, 269, 1957.
- Van Lookeren Campagne, R.N. Light-dependent chloride absorption in *Vallisneria* leaves. *Acta bot. neerl.*, **6**, 543, 1957.
- Virgin, H.I. Stomatal transpiration of some variegated plants and of chlorophyll deficient mutants of barley. *Physiol. Plant.*, Danem., **10**, 170, 1957.
- Voznesenskij, V.L. (En russe.) L'absorption du  $CO_2$  par les racines des plantes. *Fiziol. Rasten.*, S.S.S.R., **5**, 329, 1958.
- Wiersum, L.K. Ionenopname en-transport. *Landbouwkdg. T.*, Nederl., **70**, numéro spécial, 327, 1958.
- Witsch, H.V., Englet, J. Beobachtungen über die Wasseraufnahme und Assimilationsleistung von Pflanzen mit erhöhtem Aneuringehalt. *Naturwiss.*, Dtsch., **45**, 450, 1958.
- Woolley, J.T., Broyer, T.C., Johnson, G.V. Movement of chlorine within plants. *Plant Physiol.*, U.S.A., **33**, 1, 1958.
- Zemlianukhin, A.A. (En russe.) L'hydratation des feuilles en fonction du développement individuel des plantes. *Dokl. vsevoj. Akad. sel'skokh. Nauk. Lenina*, S.S.S.R., **21**, 14, 1958.
- Zholkevich, V.N., Prusakova, L.D., Lizandr, A.A. (En russe.) La migration des produits de la photosynthèse et la respiration des tissus conducteurs en fonction de l'humidité du sol. *Fiziol. Rasten.*, S.S.S.R., **5**, 337, 1958.

Ziegler, H. Über die Atmung und den Stofftransport in den isolierten Leitbündeln der Blattstiele von *Heracleum mantegazzianum* Somm. et Lev. *Planta*, Allem., **51**, 186, 1958.

Zimmermann, M.H. Translocation of organic substances in trees. *Plant Physiol.*, U.S.A., **32**, 288, 1957; **32**, 399, 1957; **33**, 213, 1958.

*Floraison*

(voir aussi *Croissance*)

Avakian, A.A. Processus stadiaux et hormone dite florigène. *Agrob.* I: 47, 1948.

— et Jaskreb, M.T. L'irréversibilité des phénomènes stadiaux. *Agrob.* 6: 41, 1949.

Barbat, I., Puia, I. Contributii la studiul influentei luminii asupra dez voltarii porumbului, III. *Stud. Cerc. Agron.*, Cluj., 8, 75, 1957.

Blake, J. Quelques effets de la température sur l'œillet à floraison perpétuelle. *Bull. Soc. fr. physiol. végét.*, **2**, 169, 1956.

Blum, F., Krzhizh, Ja. (En russe.) Effets de la longueur du jour sur le développement et la morphogenèse des épis de Blé. *Fiziol. Rasten.*, S.S.S.R., **3**, 414, 1956.

Bogatov, V.M. (En russe.) Influence des basses températures sur les Aubergines. *Fiziol. Rasten.*, S.S.S.R., **5**, 356, 1958.

Boroditch, Z.N. On the problem of biology of flowering of flax. *Proc. Lenin. Acad. Sci.*, S.S.S.R., **7**: 19, 1940.

Borthwick, H.A., Parker, M.W. Photoperiodic perception in Biloxi Soybean. *Bot. Gaz.*, U.S.A., **100**, 374, 1938.

— Hendricks, S.B., Parker, M.W. Action spectrum for photoperiodic control of floral initiation of a length day plant, Wintex Barley (*Hordeum vulgare*). *Bot. Gaz.*, U.S.A., **110**, 102, 1948.

— Hendricks, S.B., Parker, M.W. The reaction controlling floral initiation. *Proc. Nat. Acad. Sc.*, U.S.A., **38**, 929, 1952.

Bouillenne, R. Hormones végétales, organogenèse et sexualité. *Acad. r. belg.*, *Bull. Cl. sci.*, **41**, 1352, 1955.

Bouillenne-Walrand, M. L'action de la lumière artificielle sur la croissance et le développement des Tomates. I. *Acad. r. belg.*, *Bull. Cl. sci.*, **43**, 756, 1957.

Breslavec, L.P., Berezina, N.M., Shchibrja, G.I., Romanchikova, M.L. (En russe.) Action du rayonnement ionisant sur la croissance et le développement de certaines plantes de culture. *Biofizika*, S.S.S.R., **1**, 628, 1956.

Bünning, E. Die physiologische Uhr. Springer-Verlag, édit., Heidelberg, 1958.

— Mécanisme physiologique et importance biologique de la périodicité endogène diurne. *Bull. Soc. fr. physiol. végét.*, **4**, 77, 1958.

Bünsow, R. Die Wirkung der Tageslänge auf die apikale Dominanz bei der Kurztagpflanze *Kalanchoe blossfeldiana*. *Ber. Dtsch. Bot. Ges.*, **70**, № 11, (Sch.), 12, 1957.

— Penner, J., Harder, R. Blütenbildung bei *Bryophyllum* durch Extrakt aus Bohnensamen. *Naturwiss.*, Dtsch., **45**, 46, 1958.

Burr, G.O. Light, temperature and chemical factors affecting the flowering of sugarcane. 8<sup>e</sup> Congrès int. bot., Paris, sect. 11 et 12, 345, 1957.

Cailahjan, M.C. (En russe.) On the mechanism of photoperiodic reaction. *Dokl. Akad. Nauk.*, S.S.S.R., **1**, 85, 1936.

— (En russe.) On the hormonal theory of plant development. *Dokl. Akad. Nauk.*, S.S.S.R., **3**, 443, 1936.

— (En russe.) Translocation of flowering hormones across various plant organs. *Dokl. Akad. Nauk.*, S.S.S.R., **27**, 253, 1940.

— (En russe.) Photoperiodism of individual part of the leaf its half. *Dokl. Akad. Nauk.*, S.S.S.R., **47**, 220, 1945.

— (En russe.) On the nature of the inhibiting affect of leaves upon flowering. *Dokl. Akad. Nauk.*, S.S.S.R., **55**, 69, 1947.

- Cailahjan, M. C., et Rupcheva, I. (En russe.) Sur la signification de l'interruption de la photopériode par un moment d'obscurité pour la réaction photopériodique. Dokl. Akad. Nauk., S.S.S.R., **60**, 1441, 1948.
- (En russe.) Le développement des plantes d'automne lors de leur greffe sur des formes de printemps. Fiziol. Rasten., S.S.S.R., **2**, 253, 1955.
  - et Nekrasova, T. V. (En russe.) Rôle des vitamines dans l'aptitude des boutures de Citronnier à dominer les phénomènes de polarité. Dokl. Akad. Nauk., S.S.S.R., **111**, 482, 1956.
  - (En russe.) Influence des vitamines sur la croissance et le développement des plantes. Dokl. Akad. Nauk., S.S.S.R., **111**, 894, 1956.
  - (En russe.) Photopériodisme et processus physiologiques fondamentaux dans les végétaux. Zh. Obshch. Biol., S.S.S.R., **17**, 121, 1956.
  - (En russe.) Ontogenèse et unité de l'organisme végétal. Bot. Zh., S.S.S.R., **41**, 487, 1956.
  - et Butenko, R. G. (En russe.) Déplacement des substances assimilées des feuilles vers les rameaux au cours d'un traitement photopériodique différentiel des feuilles. Fiziol. Rasten., S.S.S.R., **4**, 450, 1957.
  - et Khlopenkova, L. P. (En russe.) Rôle des feuilles dans le développement des plantes d'hiver. Dokl. Akad. Nauk., S.S.S.R., **112**, 774, 1957.
  - (En russe.) Influence des gibberellines sur la croissance et la floraison des plantes. Dokl. Akad. Nauk., S.S.S.R., **117**, 1077, 1957.
  - (En russe.) Influence des gibberellines sur la croissance et le développement des plantes. Bot. Zh., S.S.S.R., **43**, 927, 1958.
  - (En russe.) Physiologie de la croissance et du développement des plantes en U.R.S.S. pendant 40 ans (1917-1957). Izwest. Akad. Nauk., S.S.S.R., Ser. biol., **23**, 59, 1958.
  - (En russe.) Sensibilité photopériodique des feuilles isolées de plantes. Dokl. Akad. Nauk., S.S.S.R., **118**, 197, 1958.
- Campbell, C.W. Modification of light control in plant development. Thèse, Purdue Univ., 1958.
- Cathey, H.M. *Chrysanthemum* temperature study. F. The effect of temperature upon the critical photoperiod necessary for the initiation and development of flowers of *Chrysanthemum morifolium*. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., **69**, 485, 1957.
- et Borthwick, H.A. Photoreversibility of floral initiation in *Chrysanthemum*. Bot. Gaz., U.S.A., **119**, 71, 1957.
  - et Stuart, N.W. Growth and flowering of *Chrysanthemum morifolium* Ramat as affected by time of application of gibberellic acid. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., **71**, 547, 1958.
- Chakravarti, S.C. Inhibition of vernalization in *Linum usitatissimum* L. by certain synthetic hormones. Nature, G.B., **174**, 461, 1954.
- Pillai, V.N. et Krishna. Studies in auxin-vernalization relationships. I. The effects of certain synthetic auxins and their antagonists on the vernalization of *Brassica campestris*. Phyt. Arg., **5**, 1, 1955.
  - Gibberellic acid and vernalization. Nature, G.B., **182**, 1612, 1958.
- Chao, T.F. (En chinois.) Dormance des grains de Blé récoltés à différents stades de maturité et traités par diverses méthodes. Acta bot. sinica, **6**, 80, 1957.
- Chen, S.C. (En russe.) Etude comparative de la période végétative chez diverses variétés de Riz. Agrob., S.S.S.R., **3**: 83, 1958.
- Cheuvart, C. Expériences sur le développement de *Cannabis sativa* L. Sexualité et pigments foliaires à température constante et sous différents régimes de photopériodisme. Acad. r. belg., Bull. cl. sci., **40**, 1152, 1954.
- Chinoy, J.J. Determination of photothermic quantum for the vegetative period in Wheat. 8<sup>e</sup> Congrès int. bot., Paris, sect. 11 et 12, 342, 1954.

- Chkolnik, M.J., Makarova, N.A., Stekova, M.M., Evstafieva, L.N. Le rôle physiologique du bore chez la plante. Sur les raisons spéciales nécessitant la présence du bore pour la formation des organes reproductifs, la fécondation et la formation des fruits. Rev. gén. bot., Fr., 64, 642, 1957.
- Chodat, F. Le photopériodisme. Bull. Soc. hort., Genève, № 4, 1933.
- La printanisation des cultures. Bull. Soc. des arts, № 6, 1936.
  - et Dang, K.D. Effets de mutilations sur la floraison de *Linum austriacum* L. et de *Linum usitatissimum* L. Bull. Soc. fr. physiol. végét., 4, 83, 1958.
  - Le temps de la floraison. Act. Soc. helv. sc. nat., Glaris, 62, 1958.
- Chouard, P. Pourquoi fleurissent les plantes ? Les conférences du Palais de la découverte, Paris, 1949.
- Gregory, F.G., David, R., Duperon, R., Friedberg, R., Ulrich, R., Lavollay, J., Geslin, H., Mathon, Cl. Ch., Melchers, G., Moyse, A., et de Vil-morin, R. Débat sur la Vernalisation. Bull. Soc. bot., Fr., Mémoires, 67, 1950/1951.
  - Exposé introductif sur les problèmes de la vernalisation. Bull. Soc. fr. physiol. végét., 2, 125, 1956.
  - Diversité des mécanismes des dormances, de la vernalisation et du photopériodisme, révélée notamment par l'action de l'acide gibberellique. Bull. Soc. bot., Fr., Mémoires, 51, 1956/57.
  - Réversibilité de l'état reproductif à l'état végétatif par le photopériodisme et production expérimentale de fleurs prolifères chez *Anagallis arvensis*. C.R. Ac. sc., Fr., 245, 2351, 1957.
  - La journée courte ou l'acide gibberellique comme succédanés du froid pour la vernalisation d'une plante vivace en rosette, la *Scabiosa succisa* L. C.R. Ac. sc., Fr., 245, 2520, 1957.
  - Remarques sur l'induction de quelques capacités fonctionnelles chez les plantes à fleurs et sur leur réversibilité. Rev. pathol. gén. physiol. clin., Fr., 58, 289, 1958.
- Chu, K.H., Yang, C.F., Chang, F. (En chinois.) Etude des caractéristiques de la floraison d'*Agropyron elongatum*. Acta agric. sinica, 9, 64, 1958.
- Cooper, J.P. The developmental analysis of local populations in the cereals and herbage grasses. 8<sup>e</sup> Congrès int. bot., Paris, sect. 11 et 12, 356, 1954.
- Cortesi, R., Tripet, C., Girard, R. Influence de quelques substances hormonales sur le développement et la floraison des bulbes de jacinthes. Bull. Soc. pharm., Bordeaux, 96, 128, 1957.
- Dang, K.D., Chodat, F. Vernalisation de *Linum austriacum* L. par ablation des rameaux latéraux. Experientia, 14, 68, 1958.
- Nouvelles recherches sur le rôle des mutilations dans la floraison de *Linum usitatissimum* L. Communication 138<sup>e</sup> Ass. ann. Soc. helv. sc. nat., Glaris, 1958.
  - Effets de la lumière au cours de la vernalisation. Communication verbale inédite. Stat. bot. exp., Genève, 1958.
- David, R. Facteurs de développement et Printanisation des végétaux cultivés. Hermann, Paris, 1946.
- L'influence de la printanisation sur les glucides de l'albumen du grain de blé. C.R. Ac. sc., Fr., 228, 1242, 1949.
  - Les hormones végétales. Pres. Univ. Fr., Paris, 1952.
  - Printanisation des semences préalablement soumises à l'action des hautes températures. 8<sup>e</sup> Congrès int. bot., Paris, sect. 11 et 12, 293, 1954.
- Davis, W.E. Relation of time of year and short photoperiod to floral initiation and development in *Gardenia grandiflora*. Thèse Ohio State Univ., 1958.
- De Zeeuw, D. Thèse de Wageningen. 1954; cité par Wellensiek, Doorenbos et De Zeeuw, dans: The mechanism of photoperiodism. 8<sup>e</sup> Congrès int. bot., Paris, sect. 11 et 12, 307, 1954.

- Dolgoshov, V.I. (En russe.) Durée de la floraison des plantes et coefficient d'humidification. *Geogr. Sbor., S.S.S.R.*, **9**, 173, 1957.
- Dolgushin, D.A. (En russe.) Particularités du développement par stades du Blé d'hiver semé en automne. *Agrob., S.S.S.R.*, **3**: 19, 1958.
- Doorenbos, J. "Rejuvenation" of *Hedera helix* in graft combination. *Proc. Kon. Nederl. Akad. Wetensch., Ams.*, **57**, 99, 1954.
- Flowering and environment. *Sci. Hort., G.B.*, **12**, 44, 1955/1956.
- Vernalisation et dévernalisation d'une plante vivace: *Chrysanthemum morifolium* Ram. *Bull. Soc. fr. physiol. végét.*, **2**, 159, 1956.
- Duperon, R. A propos de la réversibilité des processus de vernalisation. *C.R. Ac. sc., Fr.*, **233**, 1053, 1951.
- Influence de la vernalisation sur le métabolisme. *Rev. gén. bot., Fr.*, **59**, 580, 1952; **60**, 33, 1953.
- Efejkin, A.K. (En russe.) Problème de la localisation de l'action thermique et photopériodique provoquant la floraison des plantes. *Dokl. Akad. Nauk., S.S.S.R.*, **117**, 1068, 1957.
- Emberger, L. La valeur morphologique et l'origine de la fleur. (A propos d'une théorie nouvelle.) *Ann. Biol., Fr.*, **26**, 279, 1950.
- Fedorov, A.K. (En russe.) Le passage du stade de vernalisation chez les céréales d'hiver dans les conditions naturelles. *Fiziol. Rasten., S.S.S.R.*, **5**, 62, 1958.
- (En russe.) Contribution au problème du développement stadiaire des Graminées vivaves. *Agrob., S.S.S.R.*, **5**: 57, 1958.
- Fredericq, H. On the significance of carbon dioxide of the air for flower bud initiation. *Biol. Jaarb., Belg.*, **26**, 53, 1958.
- Galston, A.W. Adaptive enzymes, endogenous rhythms and the photoperiodic behavior of plants. 8<sup>e</sup> Congrès. int. bot., Paris, sect. 11 et 12, 326, 1954.
- Gardone, M.E. Trattamento auxinico di bocci fiorali. (Ricerche su *Nicotiana longiflora*.) *Atti Accad. Ligure Sci. Lett.*, **13**, 285, 1957.
- Garner, W.W., Allard, H.A. Effect of the relative length of day and night and other factors of the environment on growth and reproduction in plants. *J. Agr. Res.*, **18**, 553, 1920.
- Gassner, G. Beiträge zur physiologischen Charakteristik sommer- und winterannueller Gewächse, insbesondere der Getreidepflanzen. *Ztschr. f. Bot.*, **10**, 417, 1918.
- Geslin, H., Bustarret, J., Margara, J. La printanisation des blés en France à l'échelle culturelle. Les données du problème. *Bull. techn. d'information*, **41**, 351, 1949.
- Influence de la température sur le tallage épi du blé. 8<sup>e</sup> Congrès int. bot., Paris, sect. 11 et 12, 300, 1954.
- Gilson, M. Evolution quantitative de l'acide  $\beta$  indol-acétique chez *Hyoscyamus niger*, en rapport avec la sexualisation et la floraison. *Acad. r. belg., Bull. Cl. sci.*, **43**, 778, 1957.
- Gogolan, I., Cojeneau, N., Scumpu, N. Contributii la cunoasterea stadiilor de dezvoltare la plantele agricole. *Stud. Cerc. sti., Biol. Sti. agric.*, Iasi, **7**, 133, 1956.
- Gregory, F.G., Purvis, O.N. Devernalization of spring Rye by anaerobic conditions and reveralization by low temperature. *Nature, GB.*, **140**, 547, 1937.
- et Purvis, O.N., Devernalization by high temperature. *Nature, G.B.*, **155**, 113, 1945.
- The control of flowering in plants. *Sympos. of the Soc. exp. Biol.*, **11**, 75, 1948.
- Spear, I., et Thimann, K. The interrelation between  $\text{CO}_2$  metabolism and photoperiodism in *Kalanchoe*. *Plant Phys.*, U.S.A., **29**, 220, 1954.
- Gupta, J.C.S., Thakurta, P.G. Effect on indoleacetic acid and triiodobenzoic acid treatments on the induction of flowering in (1) short day plants: (a) *Corchorus capsularis* L., (b) *Corchorus olitorius* L., (c) *Sorghum roxburghii* var. *Hians* Stapf., and (2) day neutral plant: *Brassica juncea* Hook F. and Thoms. var. p. 72. 8<sup>e</sup> Congrès int. bot., Paris, sect. 11 et 12, 332, 1954.

- Gupta, J. C. S., and Talukdar, S. Investigations on the physiology of growth and development of *Hibiscus sabdariffa*. 8<sup>e</sup> Congrès int. bot., Paris, sect. 11 et 12, 347, 1954.
- Habermann, H.H., Wallace, R.H. Transfer of flowering stimulus from stock to scion in grafted *Helianthus annuus* L. Amer. J. Bot., **45**, 479, 1958.
- Hamner, K.C., Bonner, J. Photoperiodism in relation to hormones as factors in floral initiation and development. Bot. Gaz., U.S.A., **100**, 388, 1938.
- and Naylor, A.W. Photoperiodic response of Dill, a very sensitive long-day plant. Bot. Gaz., U.S.A., **100**, 853, 1939.
- Hormones and photoperiodism. Cold Spring Harb., Symposia on Quant. Biol., **10**, 49, 1942.
- and Nanda, K.K. A relationship between applications of indoleacetic acid and the high intensity light reaction of photoperiodism. Bot. Gaz., U.S.A., **118**, 13, 1956.
- Harder, R., Bode, O. Über die Wirkung von Zwischenbelichtungen während der Dunkelperiode auf die Blüten, die Verlaubung und die Blattsukkulenz bei der Kurztagpflanze *Kalanchoe blossfeldiana*. Planta, Allem., **33**, 469, 1943.
- Vegetative and reproductive development of *Kalanchoe blossfeldiana* influenced by photoperiodism. In: Growth in relation to differentiation and morphogenesis. 117, Cambridge, 1948.
- et Bünsow, R. Über Blühhemmstoffe in verkehrter Tageslänge bei *Kalanchoe blossfeldiana*. 8<sup>e</sup> Congrès int. bot., Paris, sect. 11 et 12, 333, 1954.
- et Bünsow, R. Über die Wirkung von Gibberellin auf Entwicklung und Blütenbildung der Kurztagpflanze *Kalanchoe blossfeldiana*. Planta, Allem., **51**, 201, 1958.
- Hartman, Th.A. After-effects of low temperature on leaf morphology of *Cichorium intybus*. Proc. Kon. Ned. Akad. Wetensch., Amst., C 59, 1956.
- Harrington, J.F., Rappaport, L., Hood, K.J. Influence of gibberellins on stem elongation and flowering of endive. Sci. U.S.A., **3248**: 601, 1957.
- Hartsema, A., Luyten, I. Early flowering of dutch irises as influenced by temperature and light. 8<sup>e</sup> Congrès int. bot., Paris, sect. 11 et 12, 348, 1954.
- Haupt, W. Die Blütenbildung bei *Pisum sativum*. Weitere Untersuchungen zur Übertragbarkeit eines Blühimpulses durch Ppropfung. Z. Bot., Dtsch., **46**, 242, 1958.
- Hemberg, T., Lowen, B. The effect of vitamin K and naphtalene acetic acid on *Datura*. Svensk farmaceutisk tidskrift, **58**, 938, 1954.
- Hendricks, S.B., Borthwick, H.A. Time dependencies in photoperiodism. 8<sup>e</sup> Congrès int. bot., Paris, sect. 11 et 12, 323, 1954.
- Photoperiodism. Agron. J., U.S.A., **50**, 724, 1958.
- Hillman, W.S. Photoperiodic control of flowering in *Lemna perpusilla*. Nature, G.B., **181**, 1275, 1958.
- Hoyle, D.A. Sur les réponses du Cassissier: *Ribes nigrum* à la photopériode et à la température. Bull. soc. fr. physiol. végét., **2**, 172, 1956.
- Iordanov, I.T. (En russe.) L'importance de la photosynthèse et des conditions de croissance pour le développement des végétaux. Fiziol. Rasten., S.S.S.R., **4**, 52, 1957.
- Ivanov, V.P. (En russe.) Accélération du développement du Maïs par action photopériodique différentielle d'un éclairement journalier de dix heures. Fiziol. Rasten., S.S.S.R., **5**, 285, 1958.
- Jacobsen, P. The sex chromosomes in *Humulus*. Hereditas, Suède, **43**, 357, 1957.
- Jennings, P.R., Zuck, R.K. The cotyledon in relation to photoperiodism in cocklebur. Bot. Gaz., U.S.A., **116**, 119, 1954.
- Johnson, L.P.V., Taylor, A.R. Note on the effect of photoperiod and temperature on the development of spike primordia in barley. Cand. J. Plant Sci., **38**, 122, 1958.
- Jonkers, H. Accelerated flowering of strawberry seedlings. Euphytica, Pays-Bas, **7**, 41, 1958.
- Judin, B.F. (En russe.) Quelques particularités de la floraison du Maïs dans l'Oural moyen. Bot. Zh., S.S.S.R., **43**, 861, 1958.

- Kan, K.C., Chzhuo, J.S., Ku, M.M. (En chinois.) Observations sur les différents stades de développement du Blé dans la province du Kwangtung. *Acta. bot. sinica*, **6**, 245, 1957.
- Khudairi, A.K., Lang, A. Flowering hormone of short-day and long-day plants. 8<sup>e</sup> Congrès int. bot., Paris, sect. 11 et 12, 331, 1954.
- Klebs, G. Über die Blütenbildung von *Sempervivum*. *Flora*, **111**, 128, 1918.
- Kloen, D. La jarovisation de la betterave, du navet fourrager, du colza et des choux. 8<sup>e</sup> Congrès int. bot., Paris., sect. 11 et 12, 291, 1957.
- Knapp, R. Über die Wirkung von Gibberelline auf Wachstum und Blütenbildung bei verschiedenen Temperatur- und Lichtverhältnissen. *Z. Naturforsch. B. Dtsch.*, **11**, 698, 1956.
- Über die Beeinflussung von Eigenschaften der Blüten und Infloreszenzen durch die Temperatur. *Naturwiss., Dtsch.*, **44**, 383, 1957.
- Knott, J.J. Effect of a localized photoperiod on spinach. *Proc. Am. Soc. Hort. Sc.*, **31**, 152, 1934.
- Köhler, D. Die Entwicklung von *Cannabis sativa* unter dem Einfluß verschiedener Tageslängen. *Physiol. Plant, Danem.*, **11**, 249, 1958.
- Könitz, W. Blühhemmung bei Kurztagpflanzen durch Hellrot- und Dunkelrotlicht in der photo- und skotophilen Phase. *Planta, Allem.*, **51**, 1, 1958.
- Korostelev, I.J. (En russe.) Influence de l'éclairement d'automne sur l'épiaison du Blé d'hiver. *Agrob., S.S.S.R.*, **3**: 60, 1958.
- Koupermann, F.M. (En russe.) Les étapes de la formation des organes de fructification chez les céréales. Ed. Univ., Moscou, 1955.
- (En russe.) Les bases biologiques de la culture du froment. Ed. Univ., Moscou, 1956.
- (En russe.) Le contrôle biologique du développement et de la croissance des céréales d'automne. *Sci. et Exp. dans l'Agric.*, **2**, 28, 1957.
- et Morozova, Z.A. (En russe). Les phases du développement et les étapes de l'organogenèse chez le froment. *Sci. et Exp. dans l'Agric.*, **5**, 30, 1957.
- Kruzhilin, A.S., Shvedskaja, Z.M. (En russe.) La vernalisation des bourgeons isolés de plantes bisannuelles dans les solutions sucrées. *Dokl. Akad. Nauk., S.S.S.R.*, **121**, 561, 1958.
- (En russe.) Particularités du développement stadiaire des plantes bisannuelles. *Vest. Selsko. Nauk., S.S.S.R.*, **3**, 46, 1958.
- Lang, A., Melchers, G. Über den hemmenden Einfluss der Blätter in der photoperiodischen Reaktion der Pflanzen. *Naturwiss., Dtsch.*, **29**, 82, 1941.
- et Melchers, G. Die photoperiodische Reaktion von *Hyoscyamus niger*. *Planta, Allem.*, **33**, 653, 1943.
- et Melchers, G. Auslösung von Blütenbildung bei Langtagpflanzen unter Kurztagbedingungen durch Kurztagpflanzen. *Z. f. Naturf.*, **36**, 108, 1948.
- Physiology of flowering. *Ann. Rev. Plant physiol.*, **3**, 265, 1952.
- The role of auxin in the photoperiodic response of long-day plants. 8<sup>e</sup> Congrès int. bot., Paris, sect. 11 et 12, 330, 1954.
- The effect of gibberellin upon flower formation. *Proc. nation. Acad. Sci., U.S.A.*, **43**, 709, 1957.
- Lanza, F. Considérations physiologiques, écologiques et agronomiques sur le thermostade et le photostade des plantes herbacées. 8<sup>e</sup> Congrès int. bot., Paris., sect. 11 et 12, 358, 1954.
- Laude, H.M., Stanford, E.H., Enlof, J.A. Photoperiod temperature and competitive ability as factors affecting the seed production of selected clones of *Ladino clover*. *Agron. J., U.S.A.*, **50**, 223, 1958.
- Lee, S.H., Sheo, C.H. (En chinois.) Effects of Vernalization and Photoperiod on the development of chinese Cabbage and Mustards. *Acta. bot. sinica*, **6**, 27, 1957.

- Leopold, A.C. Auxin uses in the control of flowering and fruiting. Ann. Rev. Plant Physiol., U.S.A., **9**, 281, 1958.
- Levin a, R.E. Interprétation de l'alternance des générations chez les plantes supérieures à la lumière de la théorie de l'évolution par stades. Rev. biol. gén., Moscou, **10**, 4, 1949.
- Li, C.D., Pej, S.S., Pyn, D.K. (En chinois.) Analyse des stades de développement de la *Ramie boehmeria tenacissima*. Acta. agric. sinica, **8**, 347, 1957.
- Lincoln, R.G., Hamner, K.C. An effect of gibberellic acid on the flowering of *Xanthium*, a short day plant. Plant Physiol., U.S.A., **33**, 101, 1958.
- Liverman, J.L. The physiology of flowering. Ann. Rev. Plant Physiol., U.S.A., **6**, 117, 1956.
- Lockhart, J.A., Hamner, K.C. Effect of darkness and indoleacetic acid following exposure to short day on the floral response of *Xanthium*, a short-day plant. Bot. Gaz., U.S.A., **116**, 133, 1954.
- Loehwing, W. Locus and physiology of photoperiodic perception in plants. Proc. Soc. Exp. Biol. and Med., **37**, 631, 1938.
- The developmental physiology of seed plants. Science, U.S.A., **197**, 529, 1948.
- Lona, F. La fioritura della brevidiurna *Chenopodium amaranticolor* Coste et Reyn. Coltivata in soluzione nutritizia con saccarosio, in assenza di stimolo fotoperiodico enflorigeno. Nuovo Giorn. Bot. Ital., **55**, 559, 1948.
- La forma del nomofillo come indice del passaggio alla fase riproduttiva in *Chenopodium amaranticolor*. Nuovo Giorn. Bot. Ital., **56**, 669, 1949.
- Il significato delle glucidi e del fattore antiflorigeno nel meccanismo di fioritura della pianta erbacea ed in particolare della brevidiurne. REND Ist. Lombardo Sci. e Let., **83**, 1, 1950.
- Fioritura di Orobanche e Cuscuta su ospiti vegetativi. L'Ateneo Parmense, **24**, 1, 1953.
- Growth-regulators and nutritional relations in the plant and their connection with development. 8<sup>e</sup> Congrès int. bot., Paris, sect. 11 et 12, 131, 1954.
- Il fenomeno della prefioritura di *Brassica rapa* L. in culture alpine ed il fattore ecologico determinante. Boll. Soc. ital. biol. sper., **33**, 137, 1957.
- Lyssenko, T. Agrobiologie. Editions en langues étrangères, Moscou, 1953.
- Margara, J. Sur la dévernalisation de bourgeons de la tige chez des espèces du genre *Beta*. C.R. Ac. sc., Fr., **246**, 145, 1958.
- Martens, P. Floraison et sexualisation. Bull. Soc. r. bot. belg., **90**, 335, 1958.
- Massengale, M.A., Medler, J.T. Some responses of alfalfa (*Medicago sativa* L.) to different lengths of day and growth regulators in the greenhouse. Agron. J., U.S.A., **50**, 377, 1958.
- Mathon, C.C., Stroun, M. Intensité lumineuse et fertilité chez les céréales. Bull. Soc. bot., Fr., **103**, 247, 1956.
- Maximov, N.A., Henkel, P.A. La théorie stadiale et son importance dans la physiologie des plantes. Rev. biol. gén., Moscou, **10**, 1, 1949.
- Mcilrath, W.J., Bogorad, L. Photoperiodic floral induction of *Xanthium* and germination of lettuce seeds implanted in the petioles. Bot. Gaz., U.S.A., **119**, 186, 1958.
- Meijer, G. The influence of light quality on the flowering response of *Salvia occidentalis*. Acta bot. neerl., **6**, 395, 1957.
- et Van Der Veen, R. Wavelength dependance on photoperiodic responses. Acta bot. neerl., **6**, 429, 1957.
- Melchers, G. Die Wirkung von Genen, tiefen Temperaturen und blühenden Propfpartnern auf die Blühreife. Biol. Zentr., **57**, 268, 1937.
- Die Blühhormone. Ber. Dtsch. Bot. Ges., **57**, 29, 1939.
- et Lang, A. Die Physiologie der Blütenbildung. Biol. Zbl., **67**, 105, 1948.
- et Lang, A. Versuche zur Auslösung von Blütenbildung an zweijährigen *Hyoscyamus niger* Pflanzen durch Verbindung mit einjährigen ohne Gewebeverwachsung. Ztschr. f. Natf., **36**, 105, 1948.

- Melchers, G. Zusammenhang der Vernalisation mit dem Photoperiodismus. 8<sup>e</sup> Congrès int. bot., Paris, sect. 11 et 12, 205, 1954.
- Mechanismus der Vernalisation. 8<sup>e</sup> Congrès int. bot., Paris. sect. 11 et 12, 189, 1954.
- Miller, R.O. jr. A study of the vegetative growth and flowering of snapdragons (*Antirrhinum majus*) as affected by the interrelationship of light intensity and night temperature. Thèse de Cornell Univ., 1958.
- Mizunov, G.P. (En russe.) Seconde floraison chez l'Oignon vivace. Bot. Zh., S.S.S.R., **43**, 577, 1958.
- Moiseeva, M.N. (En russe.) Au sujet de la discussion sur les phytohormones. Bot. Zh., S.S.S.R., **41**, 522, 1956.
- Moore, T.C., Bonde, E.K. Interaction of gibberellie acid and vernalization in the dwarf telephone pea. Physiol. Plant, Danem., **11**, 752, 1958.
- Moshkov, B.S. Rôle de la feuille dans la réaction photopériodique des plantes. Troudi po prikladnoi. Bot. Gen. i sel. (Bull. Appl. Bot. Z.A.), **17**, 25, 1936.
- Blooming of short day plants in a condition of continuous illumination as a result of grafting. Troudi po prikladnoi. Bot. Gen. i sel. (Bull. Appl. Bot. Z.A., suppl.), **21**, 145, 1937.
  - Transfer of photoperiodic reaction from leaves to growing points. Dokl. Akad. Nauk., S.S.S.R., **24**, 5, 1939.
  - Sur les photopériodes critiques et optimales. Soviet. Bot., **4**, 32, 1940.
  - (En russe.) Nature physiologique de la réaction photopériodique des feuilles. Prob. Bot. Imp. Akad. Nauk., S.S.S.R., **1**, 367, 1950.
  - (En russe.) Les problèmes fondamentaux des recherches photo-physiologiques en culture. Akad. Nauk., S.S.S.R., **81**, 1955.
  - (En russe.) Influence de l'intensité et de la durée de l'éclairement sur la croissance et le développement des plantes. Fiziol. Rasten., S.S.S.R., **2**, 539, 1955.
  - (En russe.) L'influence de la photopériode sur les mouvements des feuilles des haricots. Biofizika, S.S.S.R., **1**, 334, 1956.
- Murneek, A.E., Whyte, R.O., etc. Vernalization and photoperiodism. A symposium. Ed. Chron. Bot., 1948.
- Nakayama, S. Experimental researches on photoperiodism analysis of the mechanism of the dark period reaction by the high-temperature interruption. 8<sup>e</sup> Congrès int. bot., Paris, sect. 11 et 12, 341, 1954.
- Nanda, K.K. Analysis of factors determining the yield of wheat as influenced by photoperiodic treatments. 8<sup>e</sup> Congrès int. bot., Paris, sect. 11 et 12, 344, 1954.
- Effect of photoperiod on stem elongation and lateral bud development in *Panicum miliaceum* and its correlation with flowering. Phyton, Argent., **10**, 5, 1958.
  - et Hamner, K.C. Studies on the nature of the endogenous rhythm affecting photoperiodic response of biloxi soybean. Bot. Gaz., U.S.A., **120**, 14, 1958.
- Napp-Zinn, K. Vernalisation und Blattbildung. 8<sup>e</sup> Congrès int. bot., Paris, sect. 11 et 12, 288, 1954.
- Fur Frage nach der Übertragbarkeit des durch die Vernalisation bewirkten Blüh-impulses. Ber. Dtsch. Bot. Ges., **69**, 193, 1956.
  - Die Abhängigkeit des Vernalisationseffektes bei *Arabidopsis thaliana* von der Dauer der Vorquellung der Samen sowie vom Alter der Pflanzen bei Beginn der Vernalisation. Z. Bot., Dtsch., **43**, 379, 1957.
  - Untersuchungen über das Vernalisationsverhalten einer winterannuellen Rasse von *Arabidopsis thaliana*. Planta, Allem., **50**, 177, 1957.
  - Vernalisation und Thermoperiodismus. Planta, Allem., **52**, 230, 1958.
- Nasr, T., Wareing, P.F. Photoperiodic induction of flowering in black-currant. Nature, G.B., **182**, 269, 1958.

- Oehlkers, F. Veränderungen in der Blühbereitschaft vernalisierter Cotyledonen von *Streptocarpus*, kenntlich gemacht durch Blattstecklinge. *Zschr. f. Natforsch.*, B., Dtsch., **11**, 471, 1956.
- Parhon, C.I., Istrati, F., Ionescu, G. Efectul unor hormoni animali si extracte de glande endocrine asupra sistemului radicular la butasii de *Salix caprea*. *Stud. Cerc. Endocrinol.*, Romîn, **7**, 301, 1956.
- et Ionescu, G., Sahleanu, V., Istrati, F. Modificari morfofiziologice obtinute la *Primula obconica* in urma tratamentului cu hormoni animali si extracte de glande endocrine. *Stud. Cerc. Endocrinol.*, Romîn, **9**, 49, 1958.
- Parker, M., Hendricks, S., Borthwick, H., Jenner, C. Photoperiodic responses of plants and animals. *Nature*, G.B., **169**, 242, 1952.
- Piringer, A.A., Downs, R.J., Hendricks, S.B., Borthwick, H.A. A reversible photoreaction controlling photoperiodic response, seed germination and other phenomena. 8<sup>e</sup> Congrès int. bot. Paris, sect. 11 et 12, 321, 1954.
- Preda, V., Ghisa, A. Dirijarea determinarii sexelor la plantele dioice (*Urtica dioica*). *Comunic. Acad. Republ. Popul.*, Romîn, **7**, 663, 1957.
- Prozina, M.N. (En russe.) Biologie de la floraison de certaines espèces d'Erable. *Vest. moscou Univ. ser. Biol. Pochoov. Géol. Géogr.*, **11**, 39, 1956.
- Purvis, O.N. The mechanism of vernalization with particular reference to the temperate cereals. 8<sup>e</sup> Congrès int. bot., Paris, sect. 11 et 12, 286, 1954.
- Rau, W., Zehender, C. Beobachtungen über den Einfluss des Lichts auf das Blühen von *Selenicereus pteranthus*. *Phyton*, Argent., **10**, 27, 1958.
- Razumov, V.I. (En russe.) Résultats d'études relatives à la théorie de l'évolution par stades. *Agrob.*, S.S.S.R., **5**: 89, 1957.
- Ressende, F. Auxin and antiauxin, the hormones responsible for the change of the vegetative into floral phenotypes. *Bol. Soc. Portug. Cienc. Nat.*, **17**, 174, 1949.
- Riddell, J.A., Gries, G.A., Stearns, F.W. Development of spring wheat. I. The effect of photoperiod. II. The effect of temperature on responses to photoperiod. III. Temperature of maturation and age of seeds as factors influencing their responses to vernalization. *Agron. J.*, U.S.A., **50**, 735, 1958.
- Roberts, R.H. The role of photoperiod in flowering. 8<sup>e</sup> Congrès int. bot., Paris, sect. 11 et 12, 349, 1954.
- Roodenburg, J.W.M. The physiological length of the photoperiod. 8<sup>e</sup> Congrès int. bot., Paris, sect. 11 et 12, 318, 1954.
- Sachs, J. Vorlesungen über Pflanzen-Physiologie. Leipzig, 1882.
- Gesammelte Abhandlungen über Pflanzen-Physiologie. Leipzig, 1: 229, 1892; 2: 1168, 1893.
- Salisbury, F.B. Kinetic studies on the physiology of flowering. *Thèse Inst. Tech.* Pasadena, Calif., 1955.
- Growth regulators and flowering. *Plant Physiol.*, U.S.A., **32**, 600, 1957.
- Santosh Kumar Sarkar. Sex chromosomes in palms. *Genet. Iber.*, **9**, 133, 1957.
- Schmalz, H. Untersuchungen über den Einfluss von photoperiodischer Induktion und Vernalisation auf die Winterfestigkeit von Winterweizen. *Z. F. Pflanzen.*, Dtsch., **38**, 147, 1957.
- Der Einfluss alternierender Kurztag- und Dauertag-Perioden verschiedener Länge auf die generative Entwicklung einer Sommerweizenformen. *Z.F. Pflanzen.*, Dtsch., **39**, 97, 1958.
- Die generative Entwicklung von Winterweizensorten mit unterschiedlicher Winterfestigkeit bei Frühjahrssässaat nach Vernalisation mit Temperaturen unter- und oberhalb des Gefrierpunktes. *Züchter.*, Dtsch., **28**, 193, 1958.
- Schmitz, J. Über die Beziehungen zwischen Blütenbildung in verschiedenen Licht-Dunkelkombinationen und Atmungsrhythmik bei wechselnden photoperiodischen Bedingungen. *Planta*, Allem., **39**, 279, 1951.

- Schwabe, W.W. Factors controlling flowering in the *Chrysanthemum* VI. Devernali-  
zation by lowlight intensity in relation to temperature and carbohydrate supply.  
*J. Exp. Bot. G.B.*, **8**, 220, 1957.
- Schweitzer, R. Essai de printanisation des végétaux par la chaleur. 8<sup>e</sup> Congrès int. bot.,  
Paris, sect. 11 et 12, 298, 1954.
- Séchet, J. Contribution à l'étude de la printanisation. Thèse de Bordeaux, 1953.  
— L'action de la température sur la reproduction des végétaux. 8<sup>e</sup> Congrès int. bot.,  
Paris, sect. 11 et 12, 295, 1954.  
— Influence de la température de vernalisation sur les phénomènes de reproduction.  
*Bull. Soc. fr. physiol. végét.*, **2**, 163, 1956.
- Seitz, F.W. Frühreibversuche mit Blühreisern des Aspe. *Silvae genet.*, Allem., **7**, 102,  
1958.
- Selim, H.H.A. Translocation of floral stimulus in two-branched plants of *Perilla*.  
*Kkl. Nederl. Akad. Wetensch.*, Proc., Ser., C., **60**, 67, 1957.
- Sen, S.P., Leopold, A.C. Tracer studies in the biochemical aspects of flowering. 8<sup>e</sup> Con-  
grès int. bot., Paris, sect. 11 et 12, 326, 1954.
- Sergeev, L.I., Bajkov, G.K., Sergeeva, K.A. (En russe.) Le stade de vernalisation  
chez les plantes arborescentes. *Dokl. Akad. Nauk. S.S.S.R.*, **116**, 510, 1957.
- Skok, J., Scully, N.J. Characteristics and movements of the flowering stimulus from  
the induced leaf of *Xanthium*. *Bot. Gaz.*, U.S.A., **116**, 142, 1954.
- Shulyndin, A.F., Poltarev, E.M. (En russe.) Note sur les différences observées dans  
le stade de vernalisation dans les graines et les plantes des hybrides interspécifiques  
du Blé. *Dokl. vsesoj. Akad. selskokh. Nauk. Lenina, S.S.S.R.*, **23**, 14, 1958.
- Shustova, A.F. (En russe.) Détermination de la fin du stade photosensible au cours du  
développement du Sarrasin. *Agrob. S.S.S.R.*, **5**: 50, 1958.
- Sironval, C. La photopériode et la sexualisation du fraisier des quatre saisons à fruits  
rouges. *Travaux de Cen. rech. horm. végét.*, 1957.
- Skripchinskij, V.V. (En russe.) La modification de la longueur du jour, facteur réglant  
le rythme de la croissance et du développement des plantes dans les régions tropi-  
cales. *Bot. Zh.*, S.S.S.R., **43**, 490, 1958.
- Sprent, J.I., Barber, H.N. Leaching of a flower inhibitor from late varieties of peas.  
*Nature*, G.B., **180**, 200, 1957.
- Steinberg, R.A. Comparison of daylength and temperature responses in *Nicotiana* and  
its taxonomie sections. *Amer. J. Bot.*, **46**, 261, 1959.
- Stinson, R.F. The effect of light intensity on the initiation and development of flower  
buds in the *Saintpaulia*. Thèse Ohio State Univ., 1958.
- Stolwijk, J.A.J. Antagonistic effects of supplementary light of various wave length  
regions. 8<sup>e</sup> Congrès int. bot., Paris, sect. 11 et 12, 320, 1954.
- Stroun, M. Contribution à l'étude du développement des céréales. Thèse de Genève, 1956.  
— Photostade et spectrostade. *Phy. Plantarum*, **11**, 548, 1958.  
— et Pugnat, C. Action de l'hivernage sur le blé tendre de printemps «Lichti-früh»  
(*Triticum vulgare*). *Bull. Soc. bot. Suisse*, **69**, 5, 1959.
- Sugino, M. Flower initiation of the spring wheat in total darkness. *Bot. Mag.*, Jap.,  
**70**, 369, 1957.
- Sun, S.C., Juj, L.F., Czao, V.Z., Zin, Z.S., Ma, C.L. (En chinois.) Importance de la  
lumière sur la croissance et le développement du Blé et du Seigle. *Acta agric. sinica*,  
**9**, 36, 1958.
- Tournois, J. Influence de la lumière sur la floraison du houblon japonais et du chanvre.  
*C.R. Ac. sc., Fr.*, **155**, 297, 1912.
- Tunescu, G. Unele date referitoare la stadiul de lumina al speciei rosii. *An. Univ. C.I.  
Parhon Bucuresti. Ser. Sti. Nat.*, **11**: 191, 1956.
- Vince, D. Quelques aspects de la vernalisation chez le Chrysanthème. *Bull. Soc. fr. physiol.  
végét.*, **2**, 165, 1956.

- Vince, D. Photoperiodism and flowering, with special reference to the *Chrysanthemum*.  
Sci. Hort. G.B., **13**, 7, 1957/58.
- Vitkovskij, V.L. (En russe.) Problème du développement par stade annuel des bourgeons floraux des arbres fruitiers et des arbustes à baies. Dokt. Akad. Nauk., S.S.S.R., **119**, 174, 1958.
- Volodarskij, N.I. (En russe.) La floraison du chrysanthème dans des conditions d'éclairage continu. Dokl. Akad. Nauk., S.S.S.R., **117**, 504, 1957.
- Wareing, P. Experiments on the "light-break" effect in short-day plants. Plant Physiol., U.S.A., **27**, 157, 1954.
- Wassink, E.C. On plants grown exclusively in light of restricted spectral regions. 8<sup>e</sup> Congrès int. bot., Paris, sect. 11 et 12, 316, 1954.
- Waterschoot, H.F. Effects of temperature and daylength on flowering in *Dianthus barbatus* L. Kkl. nederl. Akad. Wetensch., Proc. Ser. C., **60**, 318, 1957.
- Weber, M.R. Recherches sur la vernalisation d'une plante vivace: *Geum urbanum*. Bull. Soc. fr. physiol. végét., **2**, 164, 1956.
- Wellensiek, S.J., Doorenbos, J., de Zeeuw, D. The mechanism of photoperiodism. 8<sup>e</sup> Congrès int. bot., Paris, sect. 11 et 12, 305, 1954.
- Doorenbos, J., et Zeevaart, J.A.D. L'action du froid dans le processus de la vernalisation. Bull. Soc. fr. physiol. végét., **2**, 136, 1956.
- Went, F.W. Thermoperiodicity and photoperiodism. 8<sup>e</sup> Congrès int. bot., Paris, sect. 11 et 12, 335, 1954.
- Wiggans, S.C., Fry, K.J. Tillering Studies in oats. II. Effect of photoperiod and date of planting. Agron. J., U.S.A., **49**, 215, 1957.
- Wittwer, S.H., Teubner, F.G. The effect of temperature and nitrogen nutrition on flower formation in the tomatoes. Amer. J. Bot., **44**, 125, 1957.
- Zeevaart, J.A.D. La transmission de l'effet de vernalisation par greffage. Bull. Soc. fr. physiol. végét., **2**, 162, 1956.
- Studies of flowering by means of grafting. 1. Photoperiodic induction as an irreversible phenomenon in *Perilla*. 2. Photoperiodic treatment of detached *Perilla* and *Xanthium* leaves. Kkl. nederl. Akad. Wetensch., Proc., Ser. C., **60**, 332, 1957.
- Zeuker, A.M. Jarowisationsuntersuchungen an sommerannuellen *Arabidopsis*-Rassen. Beitr. Biol. Pfl., **32**, 135, 1955.
- Zieriacks, H. Über Blüteninduktion durch Keim- und Primärblätter. Biol. Zen., **71**, 210, 1952.

#### Divers

- Aach, H.G. Vergleichende Untersuchungen an den Cytophasma-Eiweisskörpern vernalisierter und nicht vernalisierter Pflanzen. Ber. Dtsch. Bot. Ges., **69**, 20, 1956.
- André, E., Carbouère, M., Maille, M. Sur la teneur en huile et en linamaroside des graines de diverses variétés de lin. C.R. Séances acad. agric., **231**, 590, 1950.
- Andreenko, S.S., Titova, Z.V. (En russe.) Modifications de la teneur en chlorophylle des feuilles de Maïs liées à des variations de température dans la zone des racines. Dokl. Akad. Nauk., S.S.S.R., **116**, 157, 1957.
- Araratjan, A.G. (En russe.) Du «rajeunissement» des plantes. Akad. Nauk. armjansk., S.S.S.R., Izvest. biol. selskokh. Nauk., **10**, 103, 1957.
- Ascherson, P., Graebner, P. Synopsis der Mitteleuropäischen Flora. Ed., Verlag Wilhelm Engelmann, Leipzig, 1914.
- Baillaud, L. Recherches sur les mouvements spontanés des plantes grimpantes. Thèse de Besançon, 1957.
- Rythmes endogènes et rythmes exogènes, notamment chez les végétaux. Ann. Biol., Fr., **34**, 299, 1958.
- Bentley, J.A. The naturally-occurring auxins and inhibitors. Ann. Rev. Plant Physiol., U.S.A., **9**, 47, 1958.
- Berzins, E. Le lin. Station sélect. d'Etat, Stende, Riga, 162, 1931.

- Binz, A., Thommen, E. Flore de la Suisse. Ed. F. Rouge, 1941.
- Blaringhem, L. Mutations et traumatismes. Bull. sci. fr. bel., Paris, 1908.
- Polymorphisme et fécondité du lin d'Autriche. C.R. Soc. biol., 82, 756, 1919.
  - Sur le pollen du *linum* et la dégénérescence des variétés cultivées pour la fibre. C.R. Ac. sc., Fr., 172, 1603, 1921.
- Bonnier, G. Flore de France, Suisse et Belgique. Ed. E. Orlhac, Paris, 1911–1935.
- Bossier, E. Flore orientalis. Georg, Genevae et Basileae, 1879.
- Braconnier, R., Gandard, J., etc. Nouveau Larousse Agricole. Libr. Larousse, Paris, 1952.
- Bunting, E.S., Blackman, G.E. Varietal differences in Linseed. J. Nat. Inst., Agric. Bot., 6, 45, 1951.
- Cailahjan, M.C., Bavrina, T.V. (En russe.) Influence de la longueur du jour sur la teneur en pigments des feuilles. Fiziol. Rasten., S.S.S.R., 4, 312, 1957.
- Camus, G. Recherches sur le rôle des bourgeons dans les phénomènes de morphogenèse. Rev. cyt. et biol. végét., 11, 1949.
- Chereeva, S.N. (En russe.) Le problème de la morphogenèse chez le chou. Agrob., S.S.S.R., 1: 78, 1957.
- Chodat, F. Les formations végétales et les réactions du sol. Verh. Schweiz. Natf. Ges., Zermatt, 1923.
- La concentration en ions hydrogènes du sol et son importance pour la constitution des formations végétales. Bull. Soc. bot., Genève, 16, 1, 1924.
  - Rôle des plantes dans l'équilibre atmométrique de leurs phyllosphères. C.R. Soc. phys. et nat., Genève, 45, 133, 1928.
  - et Solowski, H. Fonctionnement des stomates en lumière continue. Actes Soc. helv. sci. nat., Thoune, 372, 1932.
  - Problèmes du déterminisme phénotypique du sexe chez les végétaux. Arch. Jul. Klaus. F. Ver. soz. u. rassen., 17, 496, 1942.
  - et Casas, J. Contribution à l'étude physiologique des écotypes du *Laserpitium halleri* Crantz. Arch. Jul. Klaus. F. Ver. soz. u. rassen., 20, 366, 1945.
  - et Gagnebin, F. L'amélioration de la Laitue pommée du Cazard. Rev. Hort. Suisse, 2 : 31, 1948.
  - et Gagnebin, F. Contribution à l'étude de la phénogénétique des Carottes. Arch. Sci., Genève, 2, 2, 1949.
  - Les ébauches de l'adaptation: L'adaptation enzymatique. Arch. Sci., Genève, 3, 395, 1950.
  - Essai de classification des principaux problèmes de la botanique. Scientia, avril, 1954.
  - et Gagnebin, F. Caractères principaux de vingt-trois variétés de tomates. Rev. Hort., Paris, 1190, 1955.
  - Les tendances actuelles de l'aristomixie, remarque sur la sélection. Rev. Hort. Suisse, 5: 151, 1955.
  - et Stroun, M. Place de l'hybridation végétative dans l'information générale de l'hérédité. Arch. Sci., Genève, 9, 206, 1956.
  - Problèmes actuels de la Photosynthèse. Bull. Soc. bot., Genève, 2, 1958.
- Chodat, R. Observations tétratologiques. Arch. Sc. phys. nat., Genève, 22, 42, 1889.
- Principes de Botanique. Atar, Genève, 3<sup>e</sup> éd., Georg & Cie., Genève, 1920.
  - Essais d'acclimatation de céréales hâties dans un village valaisan, situé à la limite supérieure de cette culture. Bull. Soc. bot., Genève, 49, 1923.
- Chouard, P. Introduction à la connaissance des mécanismes de la tétratogenèse chez les plantes. Rev. path. gén. comp., Paris, 651, 1953.
- Remarques sur l'accoutumance des feuilles aux conditions photopériodiques et sur les effets du sens de variation (ou de la dérivée) de la durée de la photopériode. Bull. Soc. bot., Fr., 104, 608, 1957.

- Chouard, P. Les gibberellines, nouveaux facteurs de croissance des plantes à fleurs. Rev. Hort., Fr., **130**, 1792, 1958.
- Ciferri, R. La sistematica del Lino, secondo Wulff ed Elladi. Anonima arti grafiche, Bologna, 1949.
- Coleman, R.G. Occurrence of ornithine in sulphurdeficient flax and the possible place of ornithine and citrulline in the arginine metabolism of some higher plants. Nature, G.B., **181**, 776, 1958.
- Corner, E.J.H. Transference of function. J. Linn. Soc., London, **44**, 33, 1958.
- Curtis, H.J., Delihas, N., Caldecott, R.S., Konzak, C.F. Modification of radiation damage in dormant seeds by storage. Rad. Res., U.S.A., **8**, 526, 1958.
- Dang, K.D. Nouvelles techniques de l'agriculture chinoise pour la production intensive des blés d'hiver. Conférence Soc. arts cl. agric., Genève, 1959.
- Demolon, A. Dynamique du sol. Dunod, Paris, 1952.
- Detroux, L. Utilisation et influence des herbicides sélectifs sur les cultures de lin à fibre. Rev. d'agric. belg., 1063, 1952.
- Diehl, R., Du Crehu, G. Le lin dans la région de l'Ouest. Bull. techn. d'inf., **69**, 279, 1952.
- Engelbrecht, L., Unverricht, A. Über den Einfluss von Starklicht auf den physiologischen Zustand isolierter Blätter. Flora, Dtsch., **145**, 236, 1957.
- Exer, B. Über Pflanzenwachstumsregulatoren. Der Einfluss von Simazin auf den Pflanzestoffwechsel. Experientia, Suisse, **14**, 136, 1958.
- Fadeeva, T.S. (En russe.) Relation entre les processus de régénération et la croissance de la plante greffée. Bot. Zh., S.S.S.R., **43**, 788, 1958.
- Fedorov, A.K. La transformation du froment de printemps en froment d'automne. Travaux Inst. Génét. Ac. Sc., S.S.S.R., **24**, 213, 1958.
- Frederiksen, P.S. Influence de l'acide phosphorique et de la potasse sur la filasse du lin. T. f. Planteavl., B., **58**, 278, 1954.
- Freiburg, M. Enturlungs physiologische Untersuchungen über den Einfluss einiger Nar-kotika auf die heterostyle Leinart *Linum austriacum* L. Planta, Arch. f. wiss. Bot., **15**, 659, 1933.
- Friederich, J.C. Results of the research on flax varieties in the year 1950 up to 1954 inclusive and on an international basis for the harvest year 1953. Report Ist. Intern. Flax Res. Congr., Wageningen, Part II, 19, 1955.
- Froment, P. Essais d'amélioration dans la culture du lin en Bretagne. 8<sup>e</sup> Congrès int. bot., Paris, sect. 14–16, 14, 1954.
- Fukui, H.N., Weller, L.E., Wittwer, S.H., Sell, H.M. Natural growth substances in vernalized and nonvernalized lettuce seedlings. Amer. J. Bot., **45**, 73, 1958.
- Garnaga, K.S. (En ukrainien.) Influence des conditions de nutrition des racines et de l'annellation sur les processus métaboliques, la croissance et la formation des organes reproducteurs chez le Pommier. Ukrain. Bot. Zh., **15**, 16, 1958.
- Gast, A. Über Pflanzenwachstumsregulatoren. Beiträge zur Kenntnis der phytotoxischen Wirkung von Triazinen. Experientia, Suisse, **14**, 134, 1958.
- Geneves, L. Effets cytologiques du gel hivernal dans les feuilles d'*Iris germanica*. C.R. Ac. sc., Fr., **244**, 115, 1957.
- Genkel, P.A., Badanova, K.A. (En russe.) Rôle de la viscosité du protoplasme dans la résistance de plantes aux températures hautes ou basses. Fiziol. Rasten., S.S.S.R., **3**, 455, 1956.
- Gilles, A. Les radiations au service du règne végétal. Rev. quest. sci. belg., **18**, 497, 1957.
- Girolami, G. Leaf histogenesis in *Linum usitatissimum* L. Amer. J. Bot., **40**, 618, 1953; **41**, 264, 1954.
- Golovcov, L.A. (En russe.) Expérience sur l'hybridation interspécifique des céréales. Agrob., S.S.S.R., **5**: 55, 1956.

- Goris, A., Duhamet, L. Etude de l'action du lait de coco sur la croissance et la composition glucidique des tissus végétaux cultivés in vitro. Rev. gén. bot., Fr., **65**, 5, 1958.
- Gorter, J. The rooting of Cuttings of vegetative and flowering plants. Kkl. nederl. Akad. Wetensch., Proc. Ser. C., **1**, 61, 1957.
- Grif, V.G. (En russe.) La possibilité de division cellulaire chez les plantes, aux températures inférieures à 0. Dokl. Akad. Nauk., S.S.S.R., **108**, 7347, 1956.
- Grillot, G. Etude et amélioration des lins textiles. Cahiers Rech. Agron., Rabat, **4**, 27, 1951.
- Guillaumin, A., Moreau, F., Moreau, Cl. La vie des plantes. Librairie Larousse, Paris, 1955.
- Happert, H. Erbliche Polyembryonie bei *Linum usitatissimum* L. Biol. Centr. **53**, 276, 1933.
- Hegi, G. Illustrierte Flora von Mitteleuropa. Ed. Carl Hansen Verlag, München, Dtsch., 1924.
- Hess, D. Die Regulatoren des Streckungswachstums bei *Streptocarpus wendlandii* Utrecht und ihre Veränderungen während der Blühinduktion. Planta, Allem., **50**, 504, 1958.
- Heymann, B. Zur Physiologie der Spaltöffnungsbewegung. Mikrokosmos, Dtsch., **46**, 104, 1957.
- Homès, J. Contribution à l'étude histologique de la greffe de *Gossypium hirsutum* L. C.R. Soc. biol., Fr., **152**, 1205, 1958.
- Ionita, M. La résistance et l'élasticité des fibres unicellulaires de lin à fibre par rapport à la grosseur des tiges. An. Fac. agron. Cluj., **12**, 179, 1946/1947.
- James, W.O. Introduction to Plant Physiology. Oxf. Univ. Press, London, 1955.
- Karmanov, V.G., Pumpjanskaja, S.L. (En russe.). Influence de photopériode sur la transpiration chez le Haricot cultivé. Agrob. S.S.S.R., **6**: 117, 1956.
- et Pumpjanskaja, S.L. (En russe.) Etude de transpiration des plantes de Cotonnier au cours des 24 heures. Biofizika S.S.S.R., **1**, 43, 1956.
- Kartha, A.R.S., Sethi, A.S. Mobilization of fat in germinating linseed and poppy seed. J. sci. Ind. Res., India, **17**, 104, 1958.
- Kazimierski, T. Transformation of ovary into leaves in tetraploid white clover (*Trifolium repens* L.) and in Swedish clover (*Trifolium hybridum* L.). Bull Acad. polon. sci., sér. sci. biol., **6**, 103, 1958.
- Kerr, H.B. Abnormalities in *Linum usitatissimum* L. Proc. L. Soc. N.S.W., **78**, 247, 1953.
- Khurshudjan, P.A. (En russe.) Apparition de formes traumatiques chez les feuilles de *Fraxinus*. Bot. Zh., S.S.S.R., **43**, 529, 1958.
- Kolesnikov, V.A. (En russe.) Le système radiculaire des arbres fruitiers et des arbisseaux à baies. Vest. sel'. skokhoz, Nauk., S.S.S.R., **3**, 64, 1958.
- Kouperman, F.M. (En russe.) Les bases biologiques de la culture du Froment. Ed. de l'Univ., Moscou, 1956.
- Kraevoj, S.Ja. (En russe.) A propos de la transmissibilité des modifications provoquées par la greffe. Dokl. Akad. Nauk., S.S.S.R., **116**, 1022, 1957.
- Kravcova, B.E. (En russe.) Etude du rôle des feuilles de divers nœuds dans la formation des organes de fructification chez le Blé de printemps. Dokl. Akad. Nauk., S.S.S.R., **115**, 822, 1957.
- Krenke, N. (En russe) La régénération des plantes. Akad. Nauk., S.S.S.R., Moscou, 1950.
- Kruzhilin, A.S., Shvedskaja, Z.M. (En russe.) Changement du taux de glucides au cours de la vernalisation des plantes bisannuelles. Dokl. Akad. Nauk., S.S.S.R., **116**, 870, 1957.
- Laibach, F. Über Störungen in den physiologischen Beziehungen zwischen Mutter und Embryo bei Bastardierung. Zschr. f. ind. Abst. u. Vererb., **59**, 102, 1931.
- Lambert, R.G., Linck, A.J. Effects of high temperature on yield of peas. Plant Physiol., U.S.A., **33**, 347, 1958.

- Lance, A. Recherches cytologiques sur l'évolution de quelques méristèmes apicaux et sur ses variations provoquées par des traitements photopériodiques. Ann. sci. nat. bot. végét., Fr., 18, 91, 1957.
- Lang, A. Entwicklungsphysiologie. Fortschr. Bot., 15, 400, 1954.
- Larsen, A. Expériences sur diverses cultures précédant le lin à fibre. T. Planteavl., 55, 557, 1952.
- Leblond, C. La respiration des fruits sur pied. Bull. Soc. fr. physiol. végét., 4, 26, 1958.
- Lecoq, H. Etude sur la géographie botanique de l'Europe. Ed. J.-B. Bailliére, Paris, 1854-1858.
- Li, S.J., Yni, H.C. Effet de la lumière sur la formation de l'amidon à partir de Saccharose dans des coupes de feuilles. Acta bot. sinica, 6, 201, 1957.
- Litvin, F. F., Krasnovskij, A.A. (En russe.) Etude des stades intermédiaires de la formation de chlorophylle dans les feuilles étiolées utilisant les spectres de fluorescence. Dokl. Akad. Nauk., S.S.S.R., 117, 106, 1957.
- Loo, S.W., Lie, S.H. (En chinois.) La tyrosinase dans les cultures de tissus végétaux. Acta bot. sinica., 6, 281, 1957.
- Lörcher, L. Die Wirkung verschiedener Lichtqualitäten auf die endogene Tagesrhythmik von *Phaseolus*. Z. Bot., Dtsch., 46, 209, 1958.
- Lyssenko, T. La vitalité des organismes animaux et végétaux. La Nou. Crit., Paris, 1953.
- Soil nutrition of plants. For. lang. publ. House, Moscou, 1957.
- Mac Millan, J., Suter, P.J. The occurrence of gibberellin A<sub>1</sub> in higher plants: isolation from the seed of runner bean (*Phaseolus multiflorus*). Naturwiss., Dtsch., 45, 46, 1958.
- Madzhirova, L.D. (En russe.) Les principales étapes de l'organogenèse du riz et quelques-unes de leurs particularités. Agrob., S.S.S.R., 6: 73, 1956.
- Malik, P.V., Klotchkov, V.N. Nouvelles variétés de lins à fibre. Selekcja i Semenovodstvo, 5, 51, 1953.
- Mathon, C.C. Tératogenèse expérimentale. Bull. Soc. bot., Fr., 104, 461, 1958.
- McLean, R.C. I. Textboock of theoretical. Longmans, London, 1951. II. Textbook of botany. Longmans, London, 1956.
- Mikgajlova, G.R. (En russe.) Etat du protoplasme et métabolisme dans la région de soudure des plantes greffées. Fiziol. Rasten., S.S.S.R., 4, 266, 1957.
- Moiseeva, M. N. (En russe.) Sur les substances physiologiquement actives présentées dans les tissus de graminées. Bot. Zh. S.S.S.R., 41, 560, 1956.
- Mozhejko, L.N., Sergeeva, V.N. (En russe). Changement de la nature de la lignine dans le bois de *Populus trichocarpa* sous l'influence des conditions de croissance. Latv. P.S.R. Zināt. Akad. Vēstis, 4: 47, 1958.
- Nagao, M. Cytogenetics in the genus *Linum*. Jap. J. Gent., 17, 109, 1941.
- Navalikhina, N.K. (En russe). Modifications adaptatives des racines de *Festuca sulcata* Hack, dans les plantations forestières de protection steppiques. Bot. Zh. S.S.S.R., 43, 408, 1958.
- Nestler, H. Beiträge zur systematischen Kenntnis der Gattung *Linum*. Beihefte zum Bot. Centr., 50, 2. Abt., 497, 1933.
- Nezgovorov, L.A. (En russe.) Actions des basses températures positives sur la photosynthèse des plantes thermophiles. Fiziol. Rasten., S.S.S.R., 3, 527, 1956.
- Oehlkers, F. Veränderungen in der Blühbereitschaft vernalisierter Cotyledonen von *Streptocarpus*. Kenntlich gemacht durch Blattstecklinge. Z. Nat. B., Dtsch., 11, 471, 1956.
- Pandey, K.K. Studies in autotetraploids of Linseed (*Linum usitatissimum* L.). I. Growth rate. Liydia. 19, 120, 1956. II. Morphology and cytogenesis. Liydia, 19, 245, 1956.

- Pearson, L.G., Lawrence, D.B. Photosynthesis in aspen bark. Amer. J. Bot., **45**, 383, 1958.
- Petinov, N.S., Korshunova, K.M. (En russe.) Rôle du système radiculaire dans la productivité de l'appareil foliaire de Maïs dans les conditions d'irrigation. Fiziol. Rasten., S.S.S.R., **4**, 365, 1957.
- Pilet, P.E. A la découverte des gibberellines. Rev. hort. Suisse, **4**:116, 1958.
- et Stroun, M. Etude physiologique et biochimique (auxines-oxydases) de la « greffe embryonnaire » du *Triticum vulgare* Host. Rev. gén. bot., **65**, 244, 1958.
- Pirson, A. Stoffwechsel organischer Verbindungen. I. (Photosynthese). Fortschr. Bot. Dtsch., **19**, 235, 1956.
- Plainsted, P.H. Some biochemical changes during development and aging of *Acer platanoides* L. leaves. Contrib.-Boyce. Thompson Inst., U.S.A., **19**, 245, 1958.
- Planchon, J.E. Sur la famille des Linées. Hook. Lond. J. Bot., **6**, 1847; **7**, 1848.
- Plonka, F. Comportement génétique de quelques caractères de la fleur et des graines chez le lin. Ann. Inst. nat. rech. agron., série B, 155, 1951.
- et Anselme, Cl. Les variétés de lin et leurs principales maladies cryptogamiques. Stat. Cent. amél. pl. et pat. végét., Versailles, Ed. René-P. Colas, Paris, 1956.
- Pirson, H. Über die Meiosis bei *Linum usitatissimum* L. Der Züchter, **25**, 186, 1955.
- Popovskaja, E.M. (En russe.) Influence de la nutrition phosphorée et du régime hydrique sur la croissance et l'accumulation d'acide ascorbique chez la tomate. Fiziol. Rasten., S.S.S.R., **4**, 338, 1957.
- Potocanac, J. Nase sorte ozimog lana i njihovo oplemenjivanje. Arhiv. za poljoprivredne naude., **7**, 118, 1952.
- Poux, N. Comportement du méristème apical d'un Blé d'hiver (*Triticum sativum* Lamk) semé au printemps. C.R. Ac. sc., Fr., **245**, 2522, 1957.
- Radley, M. The distribution of substances similar to gibberellic acid in higher plants. Ann. Bot., G.B., **22**, 297, 1958.
- Rakitin, Ju. V., Imamaliev, A. (En russe.) Modifications physiologiques des arbres fruitiers au cours de la défoliation chimique. Fiziol. Rasten., S.S.S.R., **6**, 197, 1959.
- Raschke, K. Über die physikalischen Beziehungen zwischen Wärmeübergangszahl, Strahlungsaustausch, Temperatur und Transpiration eines Blattes. Planta, Allem., **68**, 200, 1956.
- Ray, Ch. Cytological studies on the flax genus, *Linum*. Am. J. Bot., **31**, 241, 1944.
- Riativin, V. La resistenza delle varie razze di lino geli primaverile e l'influenza di quest'ultimi sull'acerescimento, lo sviluppo e la produttività del lino. Lav. di bot. appl. gen. e sel., **4**, 227, 1935.
- Rubin, B.A., Germanova, V.E. (En russe.) Rôle des racines dans l'activité biologique des plantes. Usp. Sovrem. Biol., S.S.S.R., **45**, 366, 1958.
- Salmon, J. Recherches cytologiques sur la différenciation des tubes criblés chez les Angiospermes. Thèse Univ. Paris, 1946.
- Sauger, R. Le lin. Nouveau Larousse Agricole, Paris, 221, 1952.
- Scarascia, G.T. Ricerche sugli effetti della radiazione in *Nicotiana*. II. Modificazioni morfologiche ed irregolarità meiotiche in piante di *Nicotiana tabacum* L. derivate da semi trattati con neutroni termici. Caryologia, Ital., **10**, 304, 1957.
- Schuphan, W. Beziehungen zwischen morphologischen Variationen und biochemischen Veränderungen bei *Brassica oleracea* L. Naturwiss., Dtsch., **45**, 170, 1958.
- Shatilov, I.S., Rachinskij, V.V. Polikarpova, L.G. (En russe.) La photosynthèse chez les plantes herbacées vivaces et le blé d'hiver, lorsque la température est inférieure à 0°. Izvest. Timirjaz. selskokh. Akad., S.S.S.R., **16**, 207, 1957.
- Shaw, M. The physiology of stomata. Canad. J. Bot., **36**, 575, 1958.
- Shimans'kij, M.K. (En ukrainien). Croisements intervariétaux du Lin sans castration des boutons. Dokl. Akad. Nauk. ukrain., S.S.S.R., **5**: 569, 1958.

- Simonet, M., Chopinet, R., Sonilijaert, G. Sur l'obtention d'un *Linum usitatissimum* L. tétraploïde, après application de colchicine. C.R. Ac. sc., Fr., **207**, 85, 1938.
- Sinskaia, E.N. Bases biologiques et physiologiques de la classification des lins cultivés. Dokl. Akad., Nauk., S.S.S.R., **92**, 855, 1953.
- Sissakian, I. (En russe.) Biochimie de l'échange des substances. Acad. Sci., Moscou, 1954.
- Sivadjian, J. Action des traumatismes sur la transpiration végétale, études hydrographiques. 8<sup>e</sup> Congrès int. bot., Paris, sect. 11 et 12, 71, 1954.
- Skok, J. Relationship of boron nutrition to radiosensitivity of sunflower plants. Plant Physiol., U.S.A., **32**, 648. 1957.
- Soding, H. Die Wuchsstofflehre. G. Thiema, Stuttgart, 1952.
- Sokolova, V.E., Savel'eva, O.N. (En russe.) Particularité des systèmes oxydatifs des Blés d'hiver et de printemps. Dokl. Akad. Nauk., S.S.S.R., **111**, 165, 1956.
- Stroun, M., Cortesi, R. La greffe comme facteur de variation des caractères des symbiotes. Bull. Soc. bot. Suisse, **68**, 183, 1958.
- et Cortesi, R. Note préliminaire sur la fécondation pluri-paternelle chez la Belle-de-nuit (*Mirabilis jalapa* L.). Arch. Sci., Genève., **11**, 566, 1958.
- Vegetative hybridization in plants. 10th Int. Congress genetics, Montreal, 1958.
- et Pugnat, C. Relations entre l'accomplissement du photostade et la résistance au froid des céréales. Phyton, Argent., **11**, 1, 1958.
- Szymanek, J. Etude histologique et technologique de trois variétés de lins. Bull. Inst. text., Fr., **27**: 9, 1951.
- Tammes, T. Das genotypische Verhältnis zwischen *Linum angustifolium* und dem Kulturlein, *Linum usitatissimum* L. Genetica, **5**, 61, 1923.
- Die Genetik des Leins. Sonderdruck aus «Der Züchter», **9**, 245, 1930.
- Tunescu, G. Despre intensitatea respiratiei în decursul iarovizarii semintelor speciei de zahar. An. Univ. C.I. Parhon Bucuresti, Ser. Sti. nat., **11**: 195, 1956.
- Ulrich, R. Travaux récents sur les échanges gazeux et le métabolisme des fruits. Bull. Soc. fr. physiol. végét., **4**, 1, 1958.
- Usmanoo, H.U. Physical chemistry of native cellulose. J. Polymer. Sci., U.S.A., **23**, 831, 1957.
- Vavilov, N.I. Studies on the origin of cultivated plants. Inst. Bot. App. et Amél., pl., Leningrad, 248, 1926.
- Virgin, H.I. Studies on the formation of protochlorophyll and chlorophyll under varying light treatments. Physiol. Plant, Danem., **11**, 347, 1958.
- Voskresenskaja, N.P., Grishina, G.S. (En russe.) Problème de l'action prolongée des différentes parties du spectre de la lumière sur les plantes. Fiziol. Rasten., S.S.S.R., **5**, 147, 1958.
- Wardlaw, C.W. Phylogeny and Morphogenesis. MacMillan, London, 1952.
- Watson, D.J. The dependence of net assimilation rate on leafarea index. Ann. Bot. G.B., **22**, 37, 1958.
- Withrow, R.B., Klein, W.H., Elstad, V. Action spectra of photomorphogenic induction and its photoinactivation. Plants Physiol., U.S.A., **32**, 453, 1957.