

Recherches sur la croissance
des
Bourgeons de Chêne
et de
quelques autres espèces ligneuses

PAR

S. LAVARENNE - ALLARY

Docteur ès Sciences Naturelles



TABLE DES MATIÈRES

Recherches sur la croissance des bourgeons de chêne et de quelques autres espèces ligneuses, par S. LAVA- RENNE-ALLARY.

	PAGES
INTRODUCTION	3
CHAPITRE I	
LA CROISSANCE DES BOURGEONS DU CHENE. SES CARACTERES PARTICULIERS.	
I. — <i>Développement des bourgeons dans la nature.</i>	
A — Caractères généraux du développement des bourgeons du chêne	7
1° le débourrement printanier	7
2° la morphologie de la pousse d'avril	8
B — Caractères particuliers dus à l'âge des arbres ou des taillis.	
1° le comportement des arbres adultes	11
2° les taillis de dix ans et plus	16
3° les taillis de 4 à 6 ans	16
4° les taillis de 2 à 4 ans	17
5° les rejets de souche	22
6° les plantules	23
II. — <i>Développement des bourgeons en milieu contrôlé</i>	
A — Plantules dormantes placées à température élevée après avoir subi le froid hivernal	27
B — Plantules dormantes placées à température élevée avant le froid hivernal	29
III. — <i>Comparaison du chêne et de quelques autres espèces ligneuses...</i>	
A — Comportement du hêtre	30
B — Comportement de nombreuses espèces de nos taillis: <i>Pru-</i> <i>nus spinosa</i> L., <i>Crataegus monogyna</i> Jacq. et <i>Oxyacantha</i> L., <i>Tilia platyphyllos</i> L., <i>Rhamnus frangula</i> L., <i>Sorbus tor-</i> <i>minalis</i> L.	31

	PAGES
CONCLUSION	38
I. — <i>En ce qui concerne le chêne.</i>	
A) dans la nature	38
B) en chambres climatisées	39
II. — <i>Comparaison du chêne avec d'autres espèces ligneuses</i>	39

CHAPITRE II

DORMANCE ET INHIBITION CORRELATIVE
DES BOURGEONS DU CHÊNE.

ETUDE EXPERIMENTALE.

I ^{re} partie. — LE RAMEAU AVANT LE DÉBOURREMENT PRINTANIER	41
I. — <i>Comportement des rameaux rentrés en laboratoire.</i>	
A) d'octobre à janvier	43
B) de février au débourrement	44
C) morphologie du débourrement	46
II. — <i>La dormance avant février</i>	48
A) Effet d'une même dose	49
B) Utilisation de doses différentes d'Ethylène Chlorhydrine	56
Conclusion	57
III. — <i>Etude plus précise de la dormance aitionome. Ses relations avec la dormance endonome</i>	58
IV. — <i>Observations et réflexions sur l'acrotonie du rameau de chêne</i> .	66
V. — <i>Comparaison avec d'autres espèces ligneuses.</i>	
A) Les dormances	69
1° Espèces à dormance aitionome dès octobre	70
2° Espèces à dormance plus complexe	70
B) L'acrotonie	71
C) Conclusion	72
2 ^e partie. — CORRÉLATIONS ET DORMANCE SUR LE RAMEAU HERBACÉ.....	75
I. — <i>Comportement du rameau herbacé du chêne avant la Saint-Jean.</i>	75
A) Expériences sur des rameaux en fin de croissance	75
B) Expériences sur des bourgeons en voie de développement n'ayant encore aucun limbe adulte	76

TABLE DES MATIÈRES

XI

PAGES

C) Tentatives pour lever cette dormance	76
D) Les corrélations d'inhibition sur les rejets de souche	77
II. — <i>Le comportement du rameau herbacé après la Saint-Jean.</i>	
A) Expériences de décapitation et d'effoliation sur pousses de Saint-Jean et sur pousses d'août	77
B) Essais pour lever la dormance	78
C) Tailles estivales sur rameaux d'avril	79
CONCLUSION GÉNÉRALE	79

CHAPITRE III

LES SUBSTANCES DE CROISSANCE DES BOURGEONS ET DES FEUILLES DU CHÊNE - LEUR ÉVOLUTION - COMPARAISON AVEC CELLES DE QUELQUES AUTRES ESPÈCES LIGNEUSES.

INTRODUCTION	81
I. — <i>Techniques.</i>	
A) Extractions	82
B) Chromatographie	83
C) Tests biologiques	84
II. — <i>Les inhibiteurs et leur évolution.</i>	
A) Evolution des inhibiteurs entre l'arrêt de croissance automnale et le débourrement	86
B) Evolution des inhibiteurs après le débourrement et pendant la saison estivale	95
C) Discussion et conclusions	99
III. — <i>Les stimulateurs et leur évolution.</i>	
A) Evolution des stimulateurs entre l'arrêt de croissance automnale et le débourrement	101
B) Evolution des stimulateurs après le débourrement et pendant la période estivale	109
C) Discussion et conclusions	114
IV. — <i>Comparaison du chêne et de quelques autres végétaux ligneux ..</i>	
A) Espèces apparemment comparables au chêne.	
1° le frêne	116
2° le châtaignier	117
3° le hêtre	124
4° Conclusion générale après l'étude ces trois espèces	130

	PAGES
B) Espèces à dormance autonome à partir d'octobre.	
1° le lilas	131
2° le troène	136
3° le sureau	140
DISCUSSION GÉNÉRALE	149
CONCLUSION GÉNÉRALE	165
BIBLIOGRAPHIE	171
RÉSUMÉ	201
SUMMARY	202
ZUSAMMENFASSUNG	203

Avant d'exposer ce travail, effectué au laboratoire de Physiologie Végétale de la Faculté des Sciences de Clermont-Ferrand, je voudrais témoigner à mon maître, Monsieur le Professeur P. CHAMPAGNAT ma respectueuse reconnaissance. C'est à lui que je dois l'orientation de ces recherches. Malgré ses occupations nombreuses et avec un inlassable dévouement, il m'a toujours accordé l'aide précieuse de ses conseils et de ses critiques.

J'exprime ma très vive gratitude à Monsieur P. CHOUARD, professeur à la Sorbonne, à Monsieur J.P. NITSCH dont les conseils éclairés m'ont toujours été utiles. En m'accueillant au Phytotron de Gif-sur-Yvette ils m'ont permis de m'initier et de me perfectionner dans les techniques de dosage des substances de croissance. Qu'ils veuillent bien trouver ici le témoignage respectueux de ma profonde reconnaissance.

Je remercie aussi Monsieur R. ULRICH, professeur à la Sorbonne, pour la plus grande bienveillance qu'il m'a toujours témoignée et pour l'intérêt qu'il a manifesté pour ce travail en acceptant de venir à Clermont juger cette thèse.

Ma reconnaissance va également à Monsieur le Professeur H.J. MARESQUELLE, doyen de la Faculté des Sciences de Strasbourg, qui m'a toujours fait bénéficier de ses conseils et de ses critiques.

A Monsieur le Professeur P. REMY, doyen de la Faculté des Sciences de Clermont-Ferrand, à Monsieur le Professeur M. COULET, qui, en me permettant l'accès de leur laboratoire, m'ont permis de préciser certains points intéressants de ces recherches.

Monsieur M. ROGUES, professeur de Géologie à Clermont-Ferrand,

Monsieur J.E. LOISEAU, professeur de Botanique à Clermont-Ferrand,

Monsieur L. BAILLAUD, professeur de Botanique à Clermont-Ferrand,

ont bien voulu accepter de faire partie de mon jury. Je les en remercie vivement.



Introduction

Bien que le chêne (1) soit un des arbres les plus communs et les plus caractéristiques de l'Europe occidentale et atlantique, bien que son écologie, sa croissance en volume et son traitement sylvicole aient été très étudiés par les forestiers, sa biologie, et en particulier la physiologie de son développement, n'a donné lieu à aucune étude approfondie. Il est cependant facile de montrer l'intérêt de telles recherches.

On sait, notamment depuis les travaux de SPÄTH, que le chêne porte régulièrement des pousses de la Saint-Jean. C'est dire que les bourgeons développés en avril cessent leur croissance en mai, se couronnent d'apex écailleux pour débourrer à nouveau dans les derniers jours de juin. Le même phénomène peut encore se reproduire une fois au cours de la même période de végétation, ce qui provoque le développement d'une troisième pousse en août.

Un tel comportement pose de nombreux problèmes.

1° Les pousses de la Saint-Jean sont-elles des levées de dominance apicale, c'est-à-dire des ruptures d'inhibition corrélative, ou résultent-elles de levée de dormance?

Cette dernière hypothèse est la plus vraisemblable puisqu'un arrêt total de croissance précède la reprise d'activité de certains bourgeons. Mais on sait que, chez le lilas, des feuilles de grandes tailles peuvent être responsables d'une inhibition corrélative alors que le bourgeon terminal a cessé de fonctionner.

2° S'il s'agit d'une dormance, elle doit être à la fois très précoce et très labile, puisqu'elle apparaît et disparaît plusieurs fois en quelques mois.

(1) On entend ici les chênes à feuilles caduques:

Chêne pédonculé: *Quercus robur* L. = *Q. pedunculata* Ehrh.

Chêne rouvre: *Quercus petraea* (Mattuschka) Liebl. = *Q. sessilis* Ehrh = *Q. sessiliflora* Salisb.

Chêne pubescent: *Quercus pubescens* Willd. = *Q. lanuginosa* Thuill.
et les hybrides entre ces espèces.

Quels sont alors ses liens avec l'inhibition corrélative? Certains auteurs (LIBBERT) pensent que l'accumulation des vecteurs chimiques de l'inhibition corrélative est à l'origine de la dormance. L'étude du chêne devrait permettre d'apporter une utile contribution à ce problème: en étudiant, au cours de l'année, l'évolution des substances de croissance de divers organes aériens (bourgeons, feuilles d'âges variés, tiges), on peut espérer préciser celles qui sont impliquées dans l'un ou l'autre des deux phénomènes.

Pour l'instant, nos connaissances sont peu précises dans ce domaine:

a) Les corrélations d'inhibition seraient produites par la circulation d'auxine (531 - 532 - 569 - 570 - 581 - 582) ou d'un inhibiteur neutre à base d'auxine (544 - 292 - 359 - 104) dont l'effet serait facilité par la mauvaise nutrition (carences de natures très variées) des ébauches paralysées (104 - 242 - 428 - 196).

Admettre la seule réalité de cet inhibiteur spécifique (Hormone de Snow-Libbert), c'est admettre que l'auxine doit jouer un rôle de stimulateur. Or elle ne peut combattre l'action d'une fraction neutre extraite du pois, et à part certains cas particuliers (531 - 331 - 541 - 569), elle ne stimule jamais directement la croissance des bourgeons, même à faible dose.

L'hormone de Snow-Libbert est inconnue chimiquement. Elle n'a même jamais été caractérisée expérimentalement sur des végétaux autres que le pois.

Le meilleur argument en faveur de son existence est l'absence de polarité de l'inhibition corrélative. En effet, si l'auxine est capable de « remonter » dans une petite ébauche axillaire (579-580), il semble impossible qu'elle atteigne un méristème latéral sur une plante à deux pousses subégales.

Mais il n'est pas impossible que, dans ce cas, on soit en présence, non d'une circulation de substance hormonale, mais d'un détournement d'aliments par le méristème actif de la tige intacte (428 - 202 - 203 - 190), détournement dans lequel l'auxine qu'il synthétise peut jouer un rôle.

b) La dormance au contraire proviendrait d'une accumulation d'inhibiteurs très différents puisque acides. On les imagine voisins des acides phénoliques (292 à 295 - 599 à 607 - 218 à 225 - 227 à 230). Ils forment le complexe β de Bennett-Clark (44 - 45 - 236).

Dans ce cas, le rôle de l'auxine est également celui d'un stimulateur capable de s'opposer aux effets de ce complexe (57 - 134 - 140 - 165 - 223 - 643). Une gibbérelline peut vraisemblablement l'aider dans cette tâche (52 - 69 - 77 - 114 - 194).

Avant la découverte de ce complexe, on pensait plutôt que la dormance se caractérisait par une absence d'auxine libre et active (39 à 43 - 621). On pouvait donc se la représenter comme une inhi-

bition particulière, locale, par carence d'A.I.A. Quand la synthèse ou la libération de cette molécule redevenait possible, la croissance reprenait et avec elle des corrélations actives puisque, directement ou indirectement, elles dépendent de l'auxine.

Caractériser des tissus dormants, c'était donc avant tout mettre en évidence un système capable de faire disparaître ou d'empêcher d'apparaître l'A.I.A. Un tel système devrait être très sensible au froid ou à certains traitements chimiques (Ethylène chlorhydrine, par exemple) connus pour lever facilement la dormance.

Malgré certaines tentatives intéressantes (329 - 331 - 218), il n'est pas prouvé que l'inhibiteur puisse jouer un rôle aussi direct. Il agirait plutôt sur les phosphorylations oxydatives, donc sur un point moins particulier du métabolisme (221 - 226 - 354).

3° Les dormances estivales, dont on a pu démontrer la réalité, coexistent chez le chêne avec la dormance hivernale commune à tous les végétaux ligneux sous nos climats.

Sont-elles de même nature? Les mêmes facteurs peuvent-ils les faire disparaître?

Le froid, qui permet la sortie du repos automnal chez de nombreuses espèces, est-il indispensable au développement du chêne? On pourrait en douter, puisque, en juin et en août, il ne peut être responsable des débourrements observés.

Autrement dit, l'induction de la dormance automnale est-elle comparable à celle qui s'impose en mai et juillet? Y a-t-il plusieurs types de dormances de bourgeons comme il y a des dormances très variées de semences (113 - 114 - 410 - 638)?

4° A ce problème, on doit en rattacher un autre, d'égale importance. La plupart des auteurs qui, récemment, ont traité de la dormance des végétaux ligneux ont insisté sur l'importance des facteurs du milieu pour l'induire et la faire disparaître: humidité, thermopériodisme à rythme annuel, photopériodisme (629 - 428 - 638 - 113). Les jours courts, la sécheresse seraient indispensables à l'entrée en dormance. Le froid, les jours longs constitueraient les meilleurs antidotes.

A priori, ce raisonnement s'applique difficilement au chêne qui peut entrer en repos en mai, en juillet ou en septembre, c'est-à-dire sous des photopériodes variables et en présence d'une humidité elle-même très variable.

5° Sur le rameau d'un an, en avril, les bourgeons ne se développent pas tous également. Seuls les apicaux engendrent en général les rameaux longs. Les autres cessent prématurément d'évoluer ou restent inertes. Un comportement analogue s'observe à la Saint-Jean. Le chêne est acrotonie.

Quelle est la cause de cette acrotonie? S'agit-il d'une sortie inégale de dormance? Les ébauches apicales seraient-elles seules li-

bérées par le froid hivernal ou les autres facteurs responsables de l'évolution? C'est ce que vient récemment de conclure DÖRFFLING (144 à 147).

Sur l'éraable, qu'il a étudié en détail, les bourgeons basilaires contiennent moins d'auxine et plus de complexe inhibiteur β que leurs homologues terminaux.

Mais cet auteur pense avoir découvert en même temps une nouvelle explication de la dominance apicale. C'est dire qu'on rencontre une fois encore l'idée d'un lien entre les deux phénomènes.

Il n'est toutefois pas évident que le déterminisme de l'acrotonie soit identique à celui de l'inhibition corrélative sur une pousse herbacée (93 - 102 - 103 - 241 - 642). Divers auteurs ont, en effet, insisté sur les caractères originaux de la croissance des bourgeons sur le rameau d'un an (fixation de préséance, gravimorphisme, cinétiques particulières des levées d'inhibition, etc...).

Il est certain que le problème n'est pas résolu et que souvent il a été très mal posé.

Telles sont les principales raisons qui nous ont conduite à choisir le chêne comme matériel d'étude.

Nous pouvions espérer mettre à l'épreuve les conceptions actuelles sur la dormance et l'inhibition corrélative.

Nous pensions aussi, en précisant le comportement d'une espèce apparemment assez exceptionnelle, apporter une contribution à nos connaissances biologiques de l'ensemble des végétaux ligneux. Aussi avons-nous observé, quoique de façon plus sommaire, de nombreuses autres espèces (frêne, hêtre, châtaignier, lilas, sureau, troène) afin de savoir ce qui, dans nos conclusions, peut avoir une portée générale.

Après une brève revue du matériel utilisé, nous étudions successivement :

- le développement de la pousse herbacée,
 - la ramification du rameau d'un an,
 - l'évolution des substances de croissance, inhibitrices et stimulatrices, au cours d'une année, donc sur les différents types de rameaux. Dans l'introduction à ce chapitre, les techniques utilisées seront décrites.
 - Dans chaque partie, nous comparerons, si besoin est, le comportement du chêne et celui de quelques autres espèces, choisies en fonction du problème discuté.
 - Enfin, dans une discussion générale, nous préciserons la portée de notre contribution, c'est-à-dire les incidences qu'elle doit avoir sur les conceptions actuelles de la physiologie du bourgeon des végétaux ligneux.
-

CHAPITRE I

La croissance des bourgeons du chêne Ses caractères particuliers

I. — DEVELOPPEMENT DES BOURGEONS DANS LA NATURE

Presque tous nos essais ont été faits dans la forêt de Randan à 50 km de Clermont, où nous sommes allée régulièrement chaque semaine du printemps à l'automne et ceci de 1959 à 1963. La forêt de Randan nous permet de travailler dans d'excellentes conditions, car des taillis d'âge varié y poussent dans des stations à micro-climats divers. Nous avons également fait des observations au taillis de la Tour près Bussières, station à tendance xérothermique assez proche de Randan (1).

A. — Caractères généraux du développement des bourgeons du chêne

1^o LE DÉBOURREMENT PRINTANIER

Sur les arbres et buissons, au printemps, un certain nombre de bourgeons se développent en pousses herbacées feuillées. Sur certaines espèces, comme le lilas, le sureau, le troène, ils commencent à s'épanouir dès que la température le permet, en Auvergne début mars le plus souvent. Par contre, le chêne, comme le hêtre ou le frêne, a un débourrement tardif qui n'a jamais lieu, en plaine, avant la mi-avril.

(1) En forêt de Randan on trouve des chênes rouvre et pédonculé et des formes intermédiaires; en forêt de la Tour, surtout du chêne pubescent et des hybrides probables avec le chêne rouvre. En raison de la difficulté de déterminer exactement les divers types, aucune précision n'a été donnée dans la suite du texte où l'on parle simplement du chêne.

Cette règle demeure valable quelle que soit l'altitude et le micro-climat : à Besse en Chandesse (à 1 000 m), le retard moyen est d'environ trois semaines ; à Bussières, à cause de la tendance xérothermique, l'avance peut atteindre 15 à 20 jours (tableau I), mais partout ce sont les mêmes espèces qui verdissent les premières et partout le chêne, avec le frêne, le hêtre, sont les dernières à se couvrir de feuilles.

TABLEAU I

Dates moyennes du débourrement printanier des bourgeons du chêne de deux stations proches l'une de l'autre, la première étant à tendance xérothermique.

	Dates moyennes de débourrement à	
	Bussières	Randan
Année 1961	15-4	28-4
— 1962	7-4	14-4
— 1963	21-4	5-5

— Dans une même localité, on note des différences d'arbre à arbre, de souche à souche. L'étude simultanée de différentes souches dans un même taillis, en se limitant à une surface de quelques centaines de mètres carrés, soumise aux mêmes conditions climatiques, révèle des différences atteignant parfois plus d'une semaine (Tableau II).

— La comparaison du développement de différents rameaux d'une même souche conduit à la même constatation : certains bourgeons apicaux commencent à s'épanouir deux semaines avant d'autres (tableau III). Comme nous le montrerons plus loin, leur point végétatif aura cessé toute activité à un moment où les derniers sortiront de leur léthargie. Il est donc difficile de définir une date moyenne de débourrement. Pour y parvenir, nous avons considéré comme en développement :

- une souche dont 80 % des bourgeons apicaux ont une pointe verte et
- un taillis dont 80 % des souches sont dans l'état précédent.

L'écart sur la moyenne est de ± 8 jours environ.

2° LA MORPHOLOGIE DE LA POUSSE D'AVRIL

La taille des bourgeons reste constante de novembre à la première quinzaine d'avril. Ils gonflent alors (pl. I, photo 1) et très rapidement (en 15 à 25 jours au maximum) ils engendrent des axes longs (pl. I, photo 2) et cessent toute évolution. Les jeunes feuilles qui se dégagent très rapidement de l'apex, présentent une forte

épinastie tant qu'elles n'ont pas atteint la moitié environ de leur taille adulte. Ce caractère n'existe avec la même netteté sur aucune autre de nos espèces ligneuses, il mériterait une étude plus approfondie.

TABLEAU II

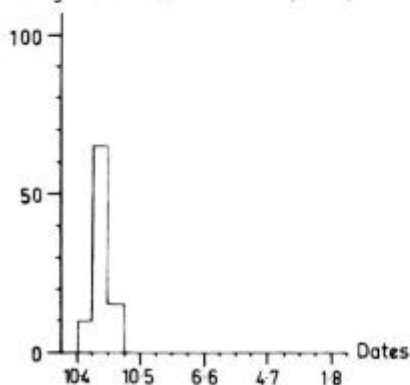
Dates moyennes du débourrement printanier des bourgeons de chêne de 10 « souches » d'un même taillis. Exemples pris à Bussières, et à Randan (Puy-de-Dôme), en 1963.

		Dates moyennes de débourrement à	
		Bussières	Randan
Souche		—	—
I	.....	22-4	8-5
— II	.....	15-4	23-4
— III	.....	8-5	8-5
— IV	.....	1-5	23-4
— V	.....	15-4	1-5
— VI	.....	22-4	1-5
— VII	.....	15-4	1-5
— VIII	.....	15-4	8-5
— IX	.....	1-5	8-5
— X	.....	22-4	1-5

Au bout de 10 à 15 jours, le sommet cesse de produire des feuilles. Cet arrêt de l'activité apicale est caractérisé par la formation d'un bourgeon terminal écailleux (pl. I, photo 3).

A ce moment, l'allongement de la pousse herbacée est loin d'être terminé: durant une semaine encore, il se poursuit uniquement par

Allongements hebdomadaires (m/m)



Allongements hebdomadaires (m/m)

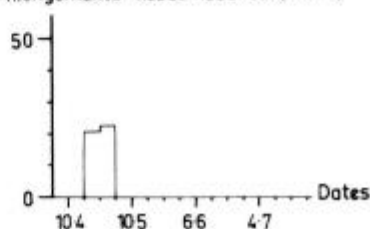


FIG. 4.

TABLEAU III
 DATES DU DEBOURREMENT PRINTANIER DES BOURGEONS DU CHENE
 DE DIFFERENTS RAMEAUX D'UNE MEME « SOUCHE ».
 6 EXEMPLES PRIS A BUSSIÈRES ET A RANDAN (16963)

		DATES DE DÉBOURREMENT A					
		BUSSIÈRES			RANDAN		
		Souche I	Souche II	Souche III	Souche I	Souche II	Souche III
		—	—	—	—	—	—
Rameaux	1	22-4	1-5	22-4	1-5	1-5	1-5
—	2	22-4	1-5	22-4	8-5	1-5	1-5
—	3	8-5	1-5	1-5	8-5	23-4	15-5
—	4	22-4	8-5	1-5	8-5	1-5	1-5
—	5	1-5	8-5	22-4	15-5	8-5	8-5
—	6	8-5	1-5	8-5	15-5	8-5	1-5
—	7	8-5	22-4	1-5	1-5	8-5	15-5
—	8	22-4	1-5	22-4	8-5	1-5	8-5
—	9	22-4	22-4	22-4	15-5	8-5	8-5
—	10	1-5	1-5	1-5	1-5	1-5	8-5

croissance intercalaire des entre-nœuds. Pendant ce temps, les limbes néoformés verdissent, les jeunes feuilles se redressent, s'étalent jusqu'à atteindre la position définitive qui caractérise le rameau adulte. Ce qu'il faut souligner avant tout, c'est la brièveté de cette période de croissance globale et le laps de temps encore plus bref durant lequel le méristème terminal reste en activité (Fig. 4).

Ces caractères seront valables pour tous les développements de bourgeons que nous décrirons dans les paragraphes suivants.

3° L'ACROTONIE CHEZ LE CHÊNE

Le rameau du chêne dans la nature est acrotonie, c'est-à-dire que seuls se développent au printemps le ou les bourgeons les plus apicaux (pl. I, photo 5). Souvent on observe un gonflement généralisé sur l'ensemble du rameau, mais les préséances se précisent très vite. Il arrive que les froids hivernaux détruisent l'apex de pousses mal aoûtées. Il y a alors apparence de mésotonie. Mais c'est en réalité le bourgeon intact le plus près du sommet qui devient dominant. Dans les taillis vigoureux c'est tout un groupe de ramifications apicales qui prend naissance. Dans ce cas, la plus développée n'est pas toujours la plus proche du sommet. On peut donc parler d'acrotonie de groupe (102 - 485 - 592). Sur une pousse faible, il y a au contraire un seul organe dominant et il est terminal.

4° LA NOTION DE POUSSE DE LA SAINT-JEAN

La brièveté de la période de croissance est un premier caractère original du chêne. Il en existe un second: le développement se fait par vagues successives. Au débourrement printanier, après une période de repos, succède un nouveau développement. Cette reprise d'activité peut avoir lieu à une date quelque peu variable, mais qui demeure proche de celle de la fête de Saint Jean (24 juin) (pl. II, courbes 6 - 7). Il est bon de rappeler que les caractères du nouveau rameau herbacé sont semblables à ceux que nous avons décrits précédemment (Pl. III, photos 8 et 9): en particulier, la période d'allongement ne dépasse pas 15 à 20 jours.

B. — Caractères particuliers des à l'âge des arbres ou des taillis (1)

1° LE COMPORTEMENT DES ARBRES ADULTES

C'est sur eux que les caractères originaux du chêne sont les moins marqués.

(1) Par âge des taillis, nous entendons non l'âge absolu (qui est celui du système racinaire) mais le nombre d'années écoulées depuis la dernière coupe: un taillis considéré comme ayant deux ans en été 1964, aura été coupé de décembre 1962 à mars 1963.

PLANCHE I

PHOTO 1. — Gonflement **des** bourgeons du chêne avant le débourrement printanier.

PHOTO 2. — Bourgeon épanoui sur le rameau d'un an du chêne.

PHOTO 3. — Lorsque l'apex a cessé toute activité, il se transforme en bourgeon écailleux.

PHOTO 5. — Acrotonie du rameau de chêne dans la nature.



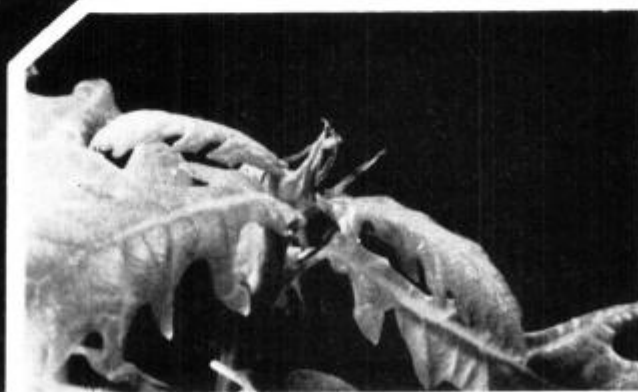
1



3



2



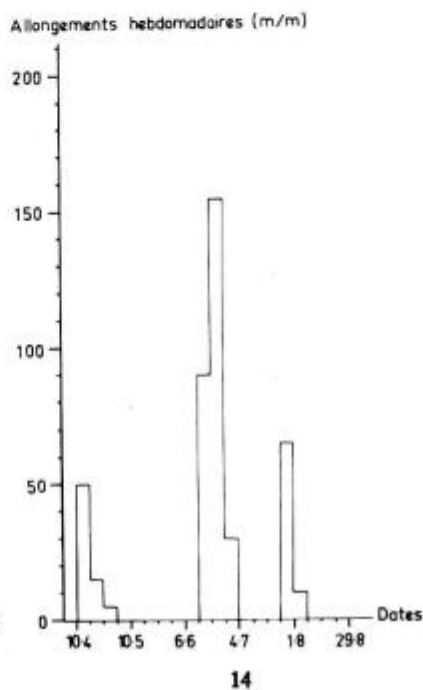
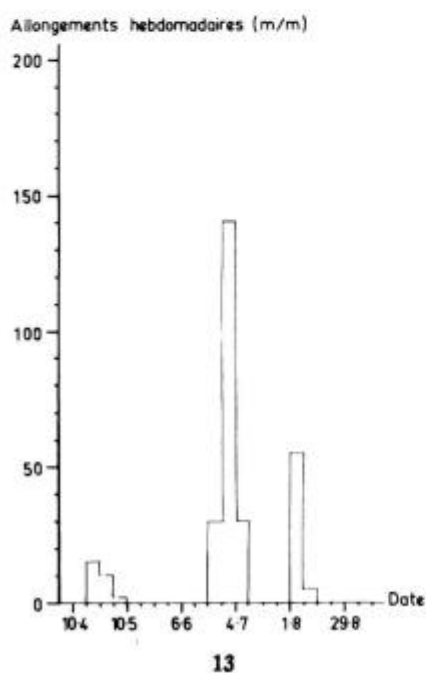
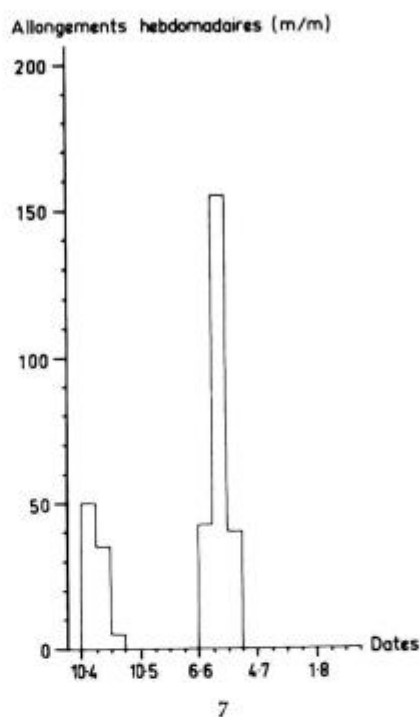
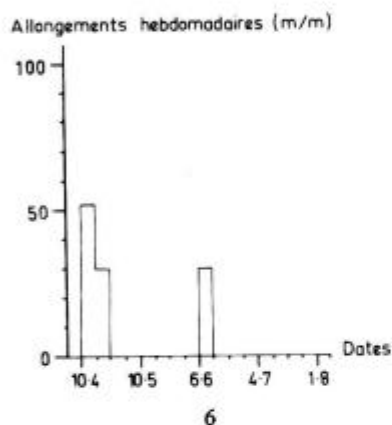
5

PLANCHE II

FIGURES 6-7. — Courbes de croissance de rameaux de chêne âgés de 3 ans, montrant — la reprise de croissance à la fin de juin, — la brièveté de chaque période de développement.

COURBE 13. — Sur les taillis de 2 à 4 ans, il y a toujours 3 reprises successives de croissance au cours d'une période de végétation.

COURBE 14. — Sur les taillis de 2 à 4 ans, il y a toujours trois reprises successives de croissance dont l'importance respective varie d'un rameau à l'autre.



a) La brièveté de leur période de croissance printanière frappe peu parce que, sur tous les arbres âgés, quelle que soit l'espèce, il en est de même. Les jeunes pousses restent courtes. On peut se demander si l'évolution n'a pas été réduite à l'épanouissement des organes présents dans le bourgeon, donc, si l'apex est redevenu fonctionnel.

b) Le nombre de pousses de la Saint-Jean est faible et leur répartition irrégulière. Un arbre peut en être couvert alors qu'un autre proche et de même âge, en porte peu ou pas.

c) Sur les arbres âgés, seul se développe le bourgeon apical. L'acrotonie est idéale parce que la vigueur n'est pas suffisante pour permettre le départ des axillaires sous-jacents, qui sont d'ailleurs très petits.

2° LES TAILLIS DE 10 ANS ET PLUS

Les taillis de plus de dix ans sont comparables aux arbres isolés âgés. Comme eux, ils portent assez peu de pousses de la Saint-Jean et de façon irrégulière.

3° LES TAILLIS DE 4 A 6 ANS

On retrouve une croissance d'avril classique, mais les dimensions des pousses produites sont plus importantes que précédemment.

Le débourrement de la Saint-Jean se généralise, ce qui nous permet de faire les remarques suivantes :

a) L'acrotonie atteint des degrés variables (planche III, photo 10 -

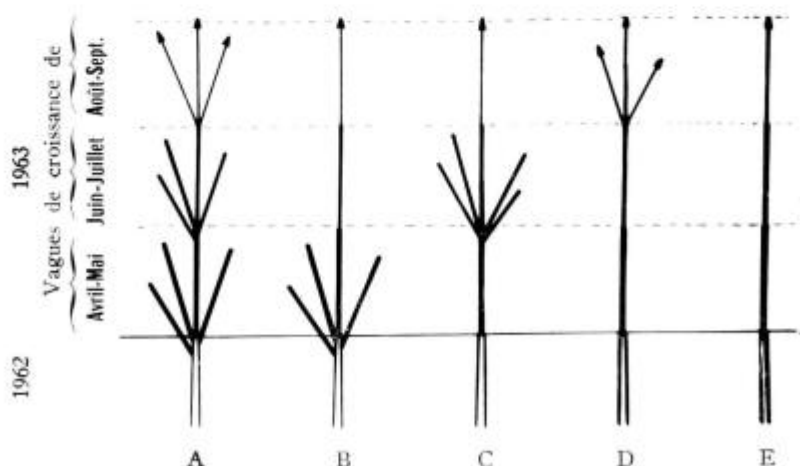


FIG. 12.

11). Lorsqu'en avril l'apical se développe seul, à la Saint-Jean, il peut en être de même, mais il se peut aussi qu'un groupe d'apicaux et subapicaux s'épanouisse. Les caractères de l'acrotonie ne sont pas fixés sur une souche ou un rameau. Ils sont assez labiles et semblent se déterminer avant chaque débourrement (figure 12).

b) Suivant les taillis, suivant les souches d'un même taillis et enfin suivant les rameaux d'une même souche, les dates d'apparition des pousses de la Saint-Jean varient, en Limagne, entre le 13 et le 30 juin. Toutefois, pour la grande majorité, le groupement autour du 20 juin est excellent. Les courbes représentées dans la planche 2 mettent bien cette idée en valeur.

La dormance estivale succédant à la deuxième reprise de croissance peut être levée une deuxième fois: il y aura ainsi formation de pousses d'août. Mais sur des coupes de cet âge, elles sont rares et irrégulières comme l'étaient les pousses de la Saint-Jean sur les arbres ou taillis plus âgés. Signalons enfin que la croissance la plus importante se fait non en avril mais en juin.

4° LES TAILLIS DE 2 A 4 ANS

Les différences par rapport aux précédents sont:

a) la généralisation de la pousse d'août (pl. II, courbes 13 - 14; pl. IV, courbes 15 - 16).

Tous les schémas comprennent trois colonnes: il y a toujours trois reprises de croissance successives.

Il est utile d'insister sur la variabilité exceptionnelle de la date d'apparition de ces pousses, date pouvant s'échelonner depuis les derniers jours de juillet jusqu'au 20 août environ. La notion de date de débourrement moyen n'a plus beaucoup de valeur. On peut cependant observer un maximum assez marqué dans la première semaine d'août.

b) L'apparition d'un quatrième cycle en septembre et même en octobre. Mais la croissance de ces nouvelles pousses est sporadique et surtout fréquente sur les cépées n'ayant pas eu de pousses d'août.

c) En 1961, année à automne chaud et sec, nous avons pu observer au taillis de la Tour à Bussièrès, composé en grande partie de *Quercus pubescens* hybridé de *Quercus sessiliflora* et *pedunculata*, des reprises de croissance en novembre, alors qu'à cette date les jours sont courts et les nuits froides. Il nous est arrivé de trouver gelées ces jeunes pousses écloses depuis deux ou trois jours et bien loin d'avoir terminé leur croissance.

Sur ces jeunes taillis, les caractères originaux du chêne (croissance par vagues successives de très courte durée) sont donc particulièrement nets, alors que, dans les mêmes conditions, les pous-

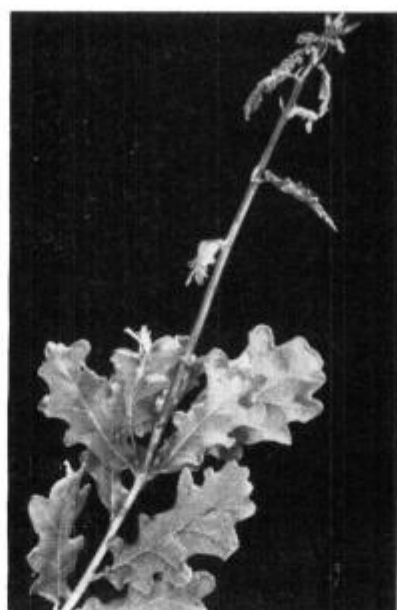
PLANCHE III

PHOTOS 8-9. — Rameaux de chêne avec pousses de la Saint-Jean à divers états de développement.

PHOTOS 10 et 11. — Pousses de la Saint-Jean : divers degrés d'acrotonie.



8 -



9



10



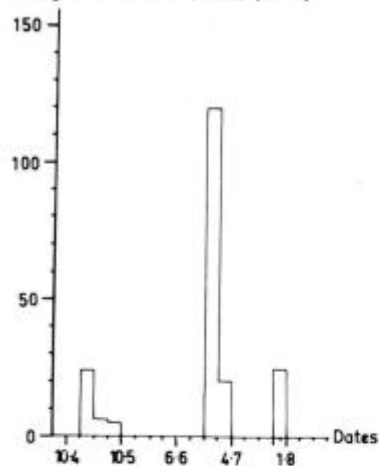
11

PLANCHE IV

COURBES 15 et 16. — Sur les taillis de 2 à 4 ans, il y a toujours trois reprises successives de croissance dont l'importance varie d'un rameau à l'autre.

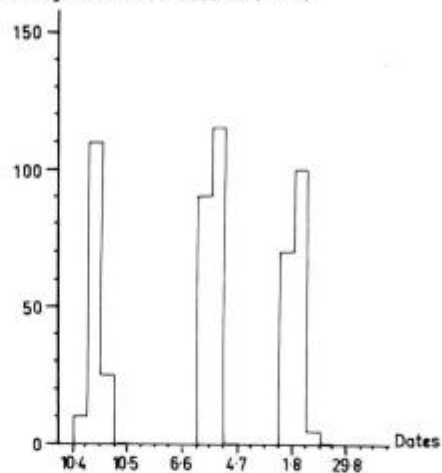
COURBES 17-18. — Exemples de courbes de croissance de « rejets de souche » montrant des variations individuelles importantes.

Allongements hebdomadaires (m/m)



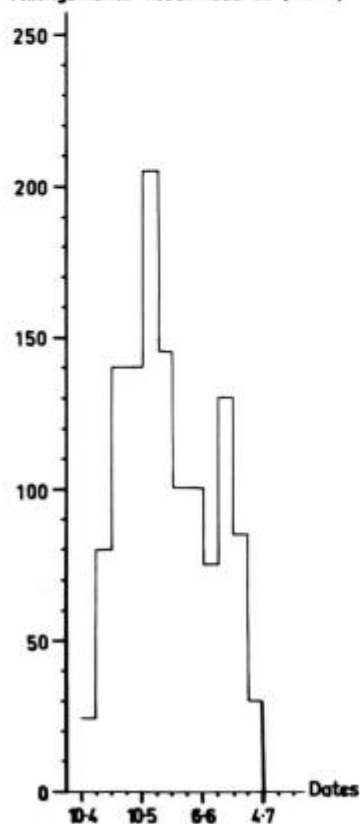
15

Allongements hebdomadaires (m/m)



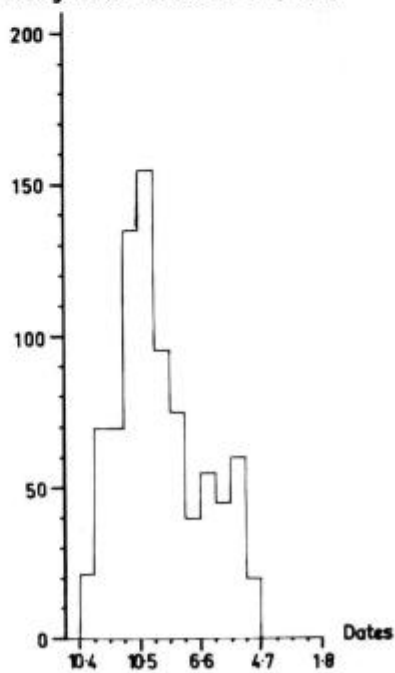
16

Allongements hebdomadaires (m/m)



17

Allongements hebdomadaires (m/m)



18

ses herbacées des autres espèces (sauf le hêtre et peut-être le charme (voir p. 31) croissent sans interruption jusqu'en juillet et même au delà.

5° LES REJETS DE SOUCHE

Nous nommons rejets de souche les rameaux qui apparaissent sur les souches l'année même de la coupe. Nous pourrions également dire qu'il s'agit de taillis de 1 an.

Il suffit de jeter un coup d'œil sur les courbes 17 à 20, groupées dans les planches IV et V, pour se rendre compte immédiatement que leur comportement est totalement différent des précédents, comme si un changement qualitatif se produisait chez le chêne à la fin de la première année qui suit l'abattage des taillis.

a) La naissance de ces bourgeons peut s'étaler sur plusieurs mois (comparer les fig. des pl. IV et V) et intéresse aussi bien des organes préformés enfouis sous le rhytidome que des bourgeons de néoformation au niveau du bourrelet cambial. En effet, sur des souches identiques, par des ablations répétées, nous avons pu faire développer des bourgeons sans interruption, de mai à septembre, sur quatre lots différents de souches. Nous avons obtenu des gonflements en avril-mai (pl. IV, courbes 17 - 18) sur le premier lot, en juin-juillet sur le second (pl. V, courbe 19), en août sur le troisième (pl. V, courbe 20) et en septembre sur le quatrième. Ceci prouve que sur des souches de taillis fraîchement coupés, le bourgeonnement est possible durant toute la saison et que, s'il cesse habituellement plus tôt, c'est parce que les bourgeons développés en début de saison empêchent les nouveaux de se former et de croître. Nous prouverons au contraire dans le chapitre suivant qu'il est impossible de provoquer le développement des bourgeons entre les vagues de croissance des taillis plus âgés.

b) La forme des courbes de croissance est aussi très différente :

— Lorsque le développement commence normalement en avril, la croissance, au lieu d'être très brève, comme dans les exemples précédents, est beaucoup plus durable; elle ne se fait plus par vagues successives (pl. IV, courbes 17 et 18). Cependant, quoique continues, ces courbes présentent des irrégularités: il y a des périodes d'allongement rapide, séparées par des périodes de croissance plus lente. Les premières, au nombre de 2 ou 3, coïncident souvent avec les débourrements d'avril, de Saint-Jean, et du mois d'août.

— Les courbes obtenues après observation des bourgeons développés en juin (pl. V, courbe 19) n'ont au contraire que deux maximums (juin et août) séparés par une seule période de faible activité.

— Pour les ébauches apparues en septembre, la courbe (20 pl. V) montre une croissance dont la durée n'excède pas trois à quatre semaines et qui présente un seul « pic ».

Donc, plus les bourgeons naissent tardivement et plus leur courbe de croissance est simple.

c) Sur les rameaux issus de méristèmes néoformés en avril-mai, les « anticipés » sont très fréquents. Il ne peuvent être confondus avec des pousses de Saint-Jean ou des pousses d'août, car ils naissent latéralement à un moment où l'apex est en pleine croissance. La photo 21 (pl. VI) montre que, dès leur formation, les bourgeons axillaires sont capables de se développer : ainsi sur un axe principal n'atteignant que deux à trois centimètres, leur gonflement est déjà très visible. La courbe de croissance de ces axillaires est parallèle à celle de l'apical et subit les mêmes fluctuations : périodes d'allongement rapide séparées par des périodes de croissance plus lente. Ces anticipés peuvent se former pendant presque toute la durée du développement des rejets les plus vigoureux.

Il faut signaler cependant que les rameaux issus de bourgeons apparus en août ou septembre en sont dépourvus.

Tout se passe en résumé comme si, dans les taillis de chêne, une importante variation physiologique se produisait entre la première et la deuxième année suivant la coupe. Elle se traduit par la disparition de la croissance par vagues, c'est-à-dire par une résistance particulière de l'apex à la dormance et par l'apparition de rameaux anticipés qu'on n'observe par la suite qu'exceptionnellement sur certains rejets très vigoureux âgés de deux ans. Ils sont moins rares certaines années (1963 par exemple) que d'autres, ce qui laisse supposer des différences dans l'évolution hivernale qu'il sera très difficile d'analyser. Autrement dit, pendant un an et pendant un an seulement, le chêne devient assez semblable à d'autres végétaux ligneux comme le bouleau, l'aulne, etc... On peut donc penser que son comportement habituel n'est pas aussi exceptionnel que les descriptions précédentes le laissaient supposer. C'est d'ailleurs ce que montreront les comparaisons précises avec d'autres espèces, exposées à la fin de ce chapitre.

6° LES PLANTULES

Les plantules de première année, issues de glands stratifiés à l'automne, sont très acrotones, c'est-à-dire que, sauf quelques exceptions, seul l'apical se développe et engendre un axe plus ou moins long et plus ou moins vigoureux.

Les courbes 22 et 23, dans la planche V, indiquent que, comme dans les taillis, la croissance se fait toujours par vagues successives : chacune étant très brève et suivie d'une période de dormance bien marquée. Un examen rapide de ces courbes montre un com-

PLANCHE V

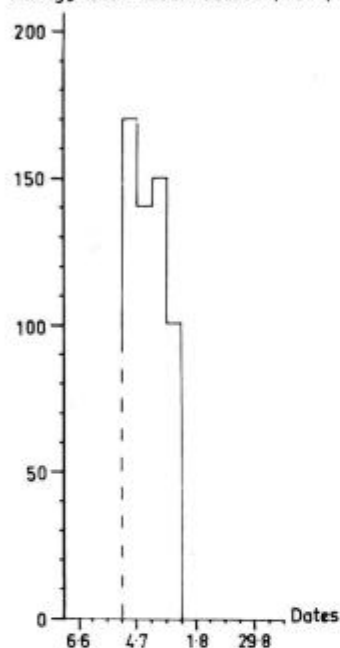
COURBE 19. — Une période de faible activité sépare les croissances rapides des bourgeons de rejets de souche nés tardivement (juin).

COURBE 20. — Lorsque sur les souches, les ébauches apparaissent en septembre, la croissance est réduite à 3 ou 4 semaines et sa courbe présente un seul maximum.

COURBES 22-23. — Autres exemples de croissance par vagues de germination de chêne.

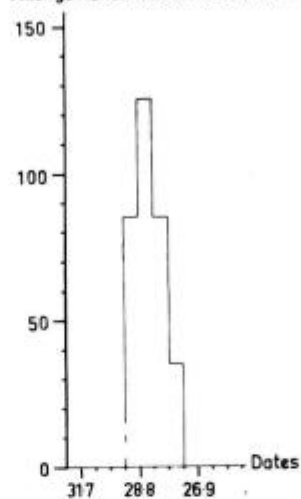
COURBE 24. — Sur des plantules de 2^e année, le développement rythmique s'observe toujours.

Allongements hebdomadaires (m/m)



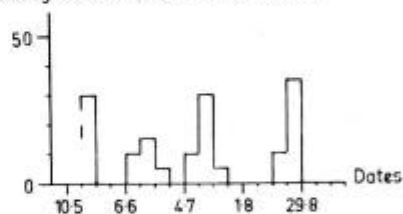
19

Allongements hebdomadaires (m/m)



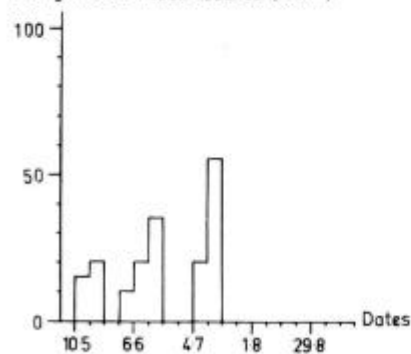
20

Allongements hebdomadaires (m/m)



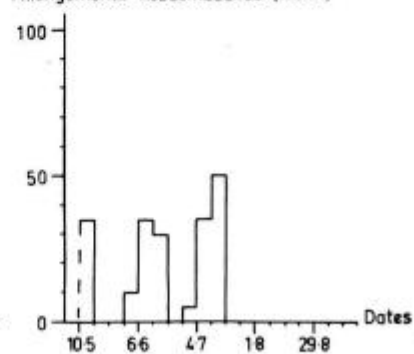
23

Allongements hebdomadaires (m/m)



22

Allongements hebdomadaires (m/m)



24

PLANCHE VI



21



25

PHOTO 21. — Rameaux anticipés en formation sur un rejet de souche.

PHOTO 25. — Plantules de chêne mises en jour long et à température constante et élevée après avoir subi le froid hivernal; on remarque les nombreuses vagues de croissance.

portement très variable des individus: le nombre de vagues varie de une à quatre, les courbes les plus nombreuses ont 3 maximums. Les dimensions atteintes par la tige au bout d'une année diffèrent beaucoup d'un individu à l'autre.

La régularité du développement qui existe dans les taillis ne s'établit donc pas dès la germination. Faute de pépinière, il nous a été impossible de préciser comment elle apparaît.

Les mêmes caractères se conservent l'année suivante comme le montre la courbe 24 (pl. V).

Toutes ces observations suggèrent que les arrêts et reprises de croissance des bourgeons du chêne ne sont pas liés à des variations du milieu, mais présentent un caractère endogène. Pour en apporter une preuve formelle, nous avons étudié le développement des bourgeons dans des conditions de milieu contrôlé.

II. — DEVELOPPEMENT DES BOURGEONS EN MILIEU CONTROLE

Faute de place, nous avons toujours utilisé des plantules et non des souches de taillis. Les témoins étaient soumis à l'évolution climatique normale dans le jardin du laboratoire de Botanique. Les sujets destinés aux expériences étaient placés en chambres climatisées, soit après avoir subi le froid hivernal, soit avant. Les résultats obtenus dans les deux cas ont été les suivants:

A. — Plantules dormantes placées à température élevée après avoir subi le froid hivernal

1° Depuis octobre 1958, nous avons suivi dans les serres de Gif-sur-Yvette, le comportement de jeunes chênes en pots maintenus en jour court (16 h nuit et 8 h jour), en jour long (8 h nuit - 16 h jour), ou en éclaircissement continu, mais sans climatisation de la température. Les reprises successives de croissance restent aussi nettes que dans la nature. Quoique plus nombreuses en jour de 24 h et de 16 h, elles se retrouvent aussi sous 8 heures d'éclaircissement. Cependant, un état de repos plus durable apparaît dans ce dernier cas: en effet, alors qu'en octobre 1961, les chênes maintenus en jours longs avaient encore des reprises de croissance, ceux laissés en jours courts cessaient tout développement et restaient dormants, jusqu'en 1963, date d'interruption de l'expérience.

Il était donc difficile de conclure: on pouvait penser aussi bien à une interaction entre conditions photopériodiques et rythme endogène qu'à une influence thermopériodique due à l'absence de climatisation et notamment aux nuits fraîches, dont l'importance pour la dormance et la tubérisation est maintenant reconnue.

2° Les essais commencés à Gif ont été répétés à Clermont dans les chambres climatisées du laboratoire de Botanique, ce qui nous a permis de suivre de plus près l'évolution des plantules. Les conditions de culture étaient les suivantes :

a) *jour long* (16 heures sur 24) (lumière artificielle, tubes fluorescents blanc de luxe, intensité 5 000 lux environ) et température constante de 27°.

b) *jour court* (8 heures sur 24) (lumière artificielle, tubes fluorescents blanc de luxe, intensité 5 000 lux environ) et température constante de 27°.

Les résultats peuvent se résumer ainsi :

De jeunes chênes issus de germination de l'année, mis en place sous les conditions énoncées, en décembre 1961, c'est-à-dire après avoir subi le froid de l'automne, ont rapidement débourré et ont, pendant plus de deux ans, donné de nouvelles pousses, après être

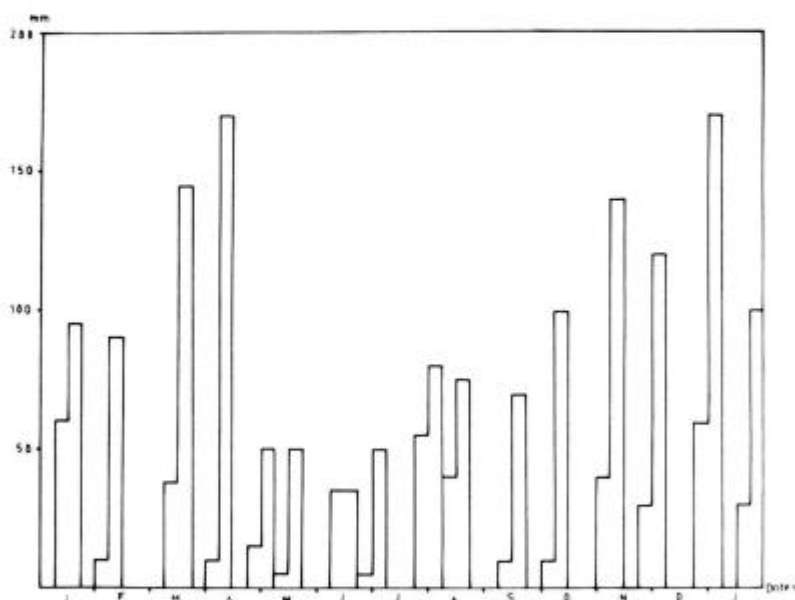


Fig. 26.

Croissance d'une plantule de chêne pendant un an en chambres climatisées : (27° - J.L.) 16 vagues successives de croissance.

chaque fois entrés en dormance (pl. VI, photo 25). Leur comportement est analogue sous toutes les conditions testées. Cependant le rythme est beaucoup plus soutenu en jour long : une plante a même présenté une vague de croissance tous les vingt jours environ et cela pendant près de deux ans (Fig. 26).

Le nombre total de pousses apparues en jours courts était beaucoup plus faible. De plus, alors qu'actuellement encore, ceux maintenus en jour de seize heures continuent régulièrement à se développer, ceux laissés en jour de huit heures ont pratiquement cessé toute croissance.

Le fait que l'évolution rythmique se retrouve dans les deux cas, montre cependant qu'il n'y a pas d'influence thermopériodique, mais qu'une assimilation suffisante est indispensable. Une large indépendance vis-à-vis des conditions climatiques est ainsi démontrée.

Il faut insister à nouveau sur le comportement irrégulier des individus, qui est comparable à celui des plantules témoins soumises aux fluctuations normales du milieu naturel. En effet, malgré la climatisation, certaines en sont actuellement à leur 15^e pousse (photo 25, pl. VI) alors que d'autres, voisines, amorcent seulement leur 5^e. Il nous est ainsi impossible de prévoir, même approximativement, les dates de débourrement, comme on peut le faire dans un taillis.

B. — Plantules dormantes placées à température élevée avant le froid hivernal

1^o Des plantules de l'année ont été mises en chambres climatisées dans les mêmes conditions que les précédentes mais dès octobre, c'est-à-dire avant les premiers froids. Elles s'avèrent alors incapables de débourrer normalement. Après cinq mois environ, certains bourgeons gonflent mais n'engendrent pas de pousses feuillées. Donc, si le rythme précédent existe, il est très lent à s'expliciter. On ne peut donc nier toute action du froid, tout lien avec les facteurs climatiques au moins en ce qui concerne la dormance automnale qui aurait donc un caractère particulier.

Il semble qu'à la fin de l'été, une évolution ait eu lieu qui peut être combattue par le seul froid hivernal ou par un traitement équivalent. Cette évolution n'apparaît que dans la nature ou lorsque les températures sont variables, car à température élevée et constante (27°), le rythme de type estival se maintient régulièrement pendant au moins 2 ans sans que le besoin de froid se manifeste pour mettre fin à l'une ou l'autre des périodes de repos.

2^o Des plantules ont également été placées en chambres climatisées avant le froid hivernal, mais après avoir subi un traitement à l'Ethylène Chlorhydrine. Nous pensions ainsi remplacer l'action du froid par cette substance chimique qui est capable de lever la dormance. Certaines plantules, un petit nombre en réalité, ont commencé à épanouir leurs bourgeons et à former de nouvelles pousses. Mais leur tentative de développement ne s'est poursuivie que pendant un laps de temps fort court. Ces essais devront être repris cet automne pour confirmer nos résultats.

III. — COMPARAISON DU CHÊNE ET DE QUELQUES AUTRES ESPÈCES LIGNEUSES

Une comparaison avec d'autres espèces nous a semblé nécessaire pour préciser et étendre la portée des caractères originaux du développement des bourgeons du chêne.

A. — Comportement du hêtre

Cet arbre, comme le chêne, possède apparemment une dormance intense et débourre tardivement au printemps : la taille des bourgeons reste constante du mois de novembre à la première quinzaine d'avril, puis brusquement ils gonflent et engendrent des axes longs ou courts. Sur des sujets vigoureux, le bourgeon apical et ses voisins évoluent simultanément, mais le premier donne le rameau le plus long. Sa préséance s'établit assez vite : la différence de taille des branches est la conséquence d'un gonflement et d'un début d'évolution plus rapide du bourgeon apical.

Comme pour le chêne, l'altitude et l'exposition influencent la date de débourrement. On a observé (106) un écart pouvant aller jusqu'à trois semaines entre les hêtres de Gravenoire au sud-ouest de Clermont à 500 m d'altitude et ceux du col des Goules à l'ouest de Clermont où l'altitude est voisine de 1 000 m.

Ainsi que nous l'avions signalé dans l'étude du chêne, il existe dans une même localité des différences d'arbre à arbre, atteignant parfois plus d'une semaine.

On sait depuis SPÄTH (550) et des observations personnelles nous ont permis de le vérifier que, en été, *Fagus silvatica* porte aussi des pousses de la Saint-Jean et des pousses d'août. Mais leur apparition selon les individus, est en général beaucoup plus irrégulière encore que chez le chêne.

Les études de WAREING (638 - 639) laissent penser que la photopériode est un facteur important du développement des bourgeons de hêtre au printemps. Plusieurs observations nous ont permis de le vérifier :

1° En Creuse, dans la région d'Aubusson, lorsque le printemps est précoce et doux (1960-1961), le chêne débourre avant le hêtre (1^{er} avril contre 25 avril environ en 1961). C'est l'inverse qui est vrai lorsque le printemps est froid (15 mai contre 1^{er} mai en 1963 pour les mêmes individus).

Tout se passe donc comme si l'éclosion des bourgeons de la première espèce, dépendant avant tout des températures, exigeait une moyenne plus élevée. Au contraire, pour que l'évolution de la seconde puisse commencer, il faut attendre que les jours soient assez longs.

2° Des rameaux coupés ont été placés à partir de mars dans des chambres climatisées à lumière artificielle (en jours longs ou courts, mais dans les mêmes conditions de température): en jour court, que les écailles, dont le rôle d'écran a été démontré par WAREING, soient présentes ou non, il n'y a pas de développement. En jour long, les bourgeons privés d'écailles débourent immédiatement. En présence d'écailles, l'éclosion se fait aussi, mais deux semaines plus tard environ.

Le hêtre a donc un comportement très voisin de celui du chêne. Il s'en distingue seulement par une forte sensibilité du débourrement printanier à la photopériode.

B. — Comportement de nombreuses espèces de nos taillis :

Prunus spinosa L. - *Crataegus monogyna* Jacq. et *oxyacantha* L. -
Tilia platyphyllos S. - *Rhamnus frangula* L. - *Sorbus torminalis* L. - *Carpinus betulus* L.

Leur comportement, que l'on devrait retrouver sur des espèces plus nombreuses encore de notre flore, permet d'utiles comparaisons avec celui du chêne. Dans ce cas, la majorité des observations a été faite sur des taillis de deux ou trois ans.

1° Les rejets vigoureux de toutes ces espèces se développent beaucoup plus longtemps que les rameaux de vigueur moyenne et les vitesses atteintes sont beaucoup plus importantes (Pl. VII, courbes 27 à 30 et pl. VIII, courbe 31).

2° Leur courbe de croissance n'est pas régulière, mais, comme celle des rejets de souche de *Quercus*, elle comprend des périodes d'allongement rapide alternant avec des périodes d'activité moindre pouvant aller jusqu'à l'arrêt.

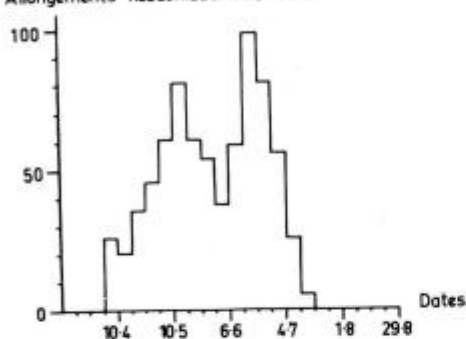
3° Dans une même station (forêt de Randan), les maximums d'allongement coïncident dans le temps sur toutes les espèces et correspondent ainsi aux différentes époques de débourrement du chêne (Pl. VIII, courbes 32 - 33; pl. IX, courbes 34 - 35). Le chêne n'est donc pas un végétal ligneux qualitativement différent des autres. Un mécanisme commun doit régler le développement printanier et estival de tous les ligneux; ce mécanisme est, chez le chêne, particulièrement exagéré et schématique.

On peut penser que la vitesse de croissance de tout rameau résulte d'un équilibre entre des substances inhibitrices et stimulatrices. L'excès des premières provoquerait un arrêt total suivi d'une entrée en dormance. Leur prépondérance serait compatible avec un allongement lent, leur diminution relative permettrait une évolution plus rapide. L'important est que cette variation rythmique doit être endogène puisque :

PLANCHE VII

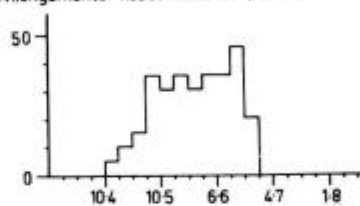
COURBES 27-28-29-30. — Les rejets vigoureux de Prunellier (fig. 27) et d'aubépine (fig. 30) se développent beaucoup plus longtemps que les rameaux de vigueur moyenne (fig. 28 prunellier; fig. 29 aubépine).

Allongements hebdomadaires (m/m)



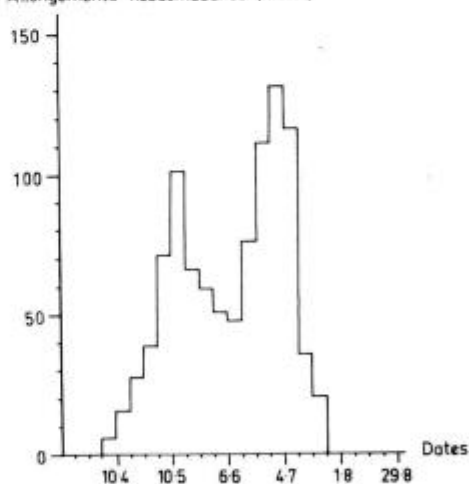
27

Allongements hebdomadaires (m/m)



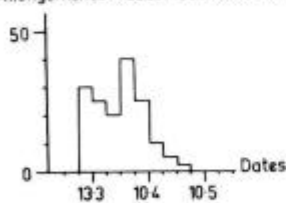
28

Allongements hebdomadaires (m/m)



30

Allongements hebdomadaires (m/m)

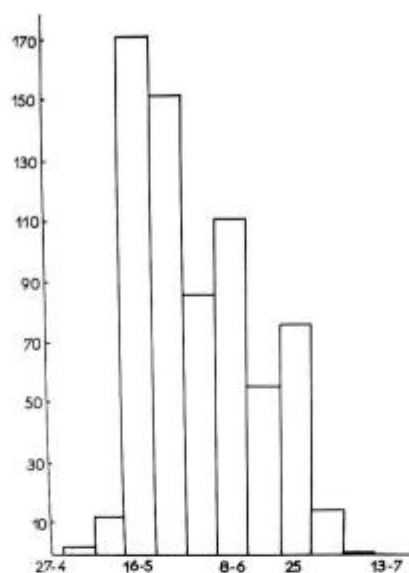


29

PLANCHE VIII

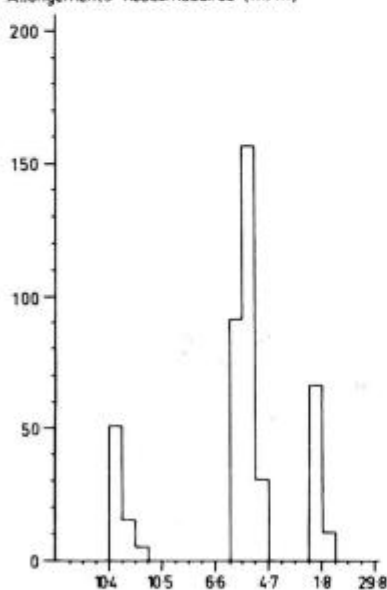
COURBE 31. — De même les rameaux vigoureux de tilleul (fig. 31) se développent plus longtemps que les tiges faibles.

COURBES 32-33. — Dans une même station, les courbes de croissance de différentes espèces; chêne (fig. 32, charme (fig. 33), présentent les maximums d'allongement aux mêmes moments.

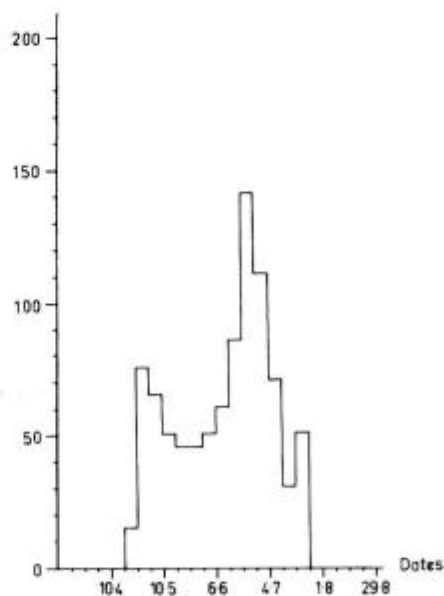


31

Allongements hebdomadaires (m/m)

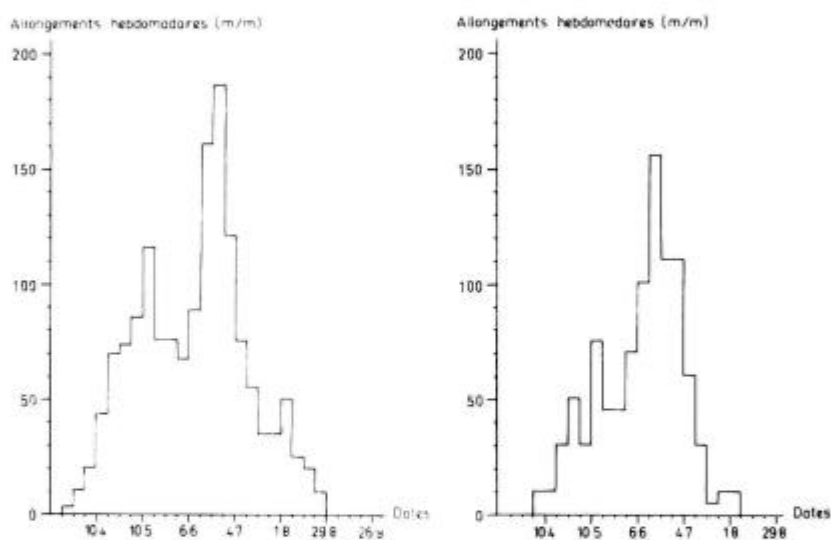


32



33

PLANCHE IX



COURBES 34-34. — Prunellier (fig. 34), aubépine (fig. 35) présentent aussi les maximums d'allongements aux mêmes moments.

a) elle s'observe en même temps sur toutes les espèces d'un taillis et que

b) elle se reproduit chaque année plusieurs fois, d'avril à septembre, en dépit de variations de la photopériode, de la thermopériode ou du degré d'humidité du sol.

CONCLUSION

L'ensemble de nos observations a mis en évidence les faits suivants :

I. — EN CE QUI CONCERNE LE CHENE

A. — **Dans la nature**, nous insistons sur

1° *la croissance par vagues successives des pousses herbacées*. Peu d'espèces ont été décrites présentant ainsi des périodes d'activité alternant avec des périodes de repos s'étalant sur un laps de temps souvent plus long que celui pendant lequel les bourgeons se développent.

2° *L'indépendance de cette rythmicité vis-à-vis du milieu*, qui peut cependant être quantitativement modifiée par des variabilités locales (altitude - exposition) et individuelles (vigueur - position).

Remarque. — Ces variabilités le plus souvent imprévisibles, ont des conséquences importantes pour le dosage des substances de croissance. En effet, pendant une grande partie de la belle saison, on ne peut prévoir quel aurait exactement été le devenir d'un bourgeon récolté pour un dosage : serait-il resté dormant ? aurait-il évolué en pousse feuillée dans quelques jours ? dans plusieurs semaines ? De plus, si on soumet à l'extraction plusieurs ébauches prélevées sur des souches différentes ou même simplement sur des rameaux différents d'une même souche, on aura inévitablement un mélange d'états physiologiques et il deviendra alors impossible de dégager une évolution biochimique claire.

3° *La diminution du nombre de vagues avec l'âge des arbres ou des taillis étudiés*. Ceux qui en présentent le plus grand nombre sont les taillis âgés de 2 ou 3 ans. Sur les grands arbres et les taillis de plus de 5 ans, les pousses de la Saint-Jean existent en général seules.

4° *Le comportement très spécial des rejets de souche avec :*

a) la disparition de la croissance par vagues. Le développement s'étale sur plusieurs mois sans arrêt marqué, mais avec des périodes d'allongement rapide alternant avec des croissances lentes.

b) la fréquence du développement anticipé des axillaires sur toute la longueur de l'axe.

B. — L'étude expérimentale en chambres climatisées conduit aux idées suivantes :

1° *Le caractère endogène* de la croissance rythmique estivale est prouvé.

2° La dormance hivernale au contraire a besoin de froid pour être levée. Elle semble se superposer à la rythmicité fondamentale qui est peut-être de nature différente.

3° Les variations individuelles sont très importantes, imprévisibles et leur cause demeure inconnue.

II. — La comparaison du chêne avec d'autres espèces ligneuses montre que, contrairement à ce qu'on pensait, son comportement n'est pas exceptionnel, il est simplement exagéré et schématique. Les conclusions auxquelles nous conduit l'étude du chêne s'appliquent donc à l'ensemble des végétaux ligneux. Le rôle important des diminutions périodiques de la dormance a été souligné et discuté à propos du charme. Les rapports entre dormance et inhibition corrélative chez le chêne restent cependant à préciser. On peut même douter de la réalité des corrélations d'inhibition, sauf sur les rejets de souche. Si elles existent, quels sont leurs rapports avec la dormance ?

Il faudra aussi démontrer plus clairement qu'on est bien en présence d'une dormance, ce qui est admis implicitement dans ce chapitre. Nous aurons encore à préciser les différences entre dormance aitionome et autonome. Le déterminisme de l'acrotonie se pose enfin : il s'agit d'un fait morphologique banal, mais qui n'a presque jamais retenu l'attention des physiologistes.

L'étude de ces différents problèmes fera l'objet du chapitre suivant.



CHAPITRE II

Dormance et inhibition corrélative des bourgeons du chêne - Étude expérimentale

PREMIÈRE PARTIE

LE RAMEAU AVANT LE DEBOURREMENT PRINTANIER (*)

(*) Pour plus de clarté, nous étudierons d'abord le rameau de débourrement printanier, puis le rameau herbacé feuillé.



Le chêne, comparé à la majorité des arbres, est une espèce qui au printemps épanouit ses feuilles tardivement (le 12 avril en 1960, le 4 en 1961, le 10 en 1962 et le 18 avril en 1963).

a) D'octobre à février, un débourrement ne peut se produire que si des rameaux rentrés au laboratoire ont subi un traitement contre la dormance, à l'Ethylène Chlorhydrine par exemple).

b) La nécessité de ce traitement disparaît en février et, à partir de cette date jusqu'en avril, il suffit d'une température élevée pour provoquer le développement des bourgeons. On dit alors que la dormance endonome du chêne est levée et qu'une dormance aitionome, c'est-à-dire imposée directement par les facteurs du milieu, lui succède.

c) Nous savons aussi, pour l'avoir mentionné dans le précédent chapitre, que la dormance des bourgeons axillaires du chêne est très précoce et nous montrerons que les corrélations d'inhibition classiques ne jouent aucun rôle: tout essai de décapitation et d'effoliation restant sans effet à l'exception de ceux faits sur les rejets de souche.

Pour étudier expérimentalement ces phénomènes de dormance et d'inhibition corrélative avant le débourrement, nous avons dû, faute de serres, utiliser la technique des rameaux coupés. Des échantillons aussi semblables que possible tant par leur vigueur que par la morphologie du groupe apical sont choisis de préférence dans un même taillis. Les rameaux coupés sont rentrés au laboratoire en chambres climatisées, leur base plongeant dans de l'eau fréquemment renouvelée. En l'absence de dormance, le débourrement des bourgeons peut se produire. La technique est valable si l'on se contente d'étudier les premiers stades de développement des ébauches jusqu'à ce qu'elles atteignent 2-3 cm, ce qui demande en général 4 à 6 semaines. Par la suite, leur croissance est trop lente, beaucoup se dessèchent et les résultats deviennent très difficiles à interpréter. La simultanéité du débourrement d'un même lot de rameaux coupés n'est pas parfaite, on considère qu'une série a débourré lorsque 80 % environ des pousses présentent des bourgeons gonflés ou munis d'une pointe verte.

I. — COMPORTEMENT DES RAMEAUX RENTRES AU LABORATOIRE

A. — D'octobre à janvier, il est aisé de vérifier qu'aucun développement des bourgeons ne s'observe, les tiges coupées se dessè-

chent après 5 à 8 semaines dans l'état même de leur mise en culture. Cependant durant l'automne 1961, nous avons pu remarquer des exceptions. Cette année où l'automne fut particulièrement chaud et sec, nous avons noté des reprises de croissance dans la nature en novembre et simultanément nous avons toujours eu au laboratoire des développements de bourgeons sur des rameaux non traités par l'éthylène chlorhydrine, mais mis seulement à température élevée. Ces débourrements étaient peu nombreux, mais constants. Nous considérons ces exceptions comme une preuve d'une installation particulièrement tardive de la dormance.

B. — De février à la date normale de débourrement, on obtient au contraire un développement sans cesse plus rapide. Quelques résultats sont réunis dans le tableau IV et dans la fig. 36. Alors que le temps nécessaire au débourrement était de plus de trois semaines en janvier, il n'est que de huit à dix jours en février-mars. Autrement dit, l'intensité de la dormance aïtione du chêne diminue progressivement au cours de l'hiver: le temps de latence diminue au fur et à mesure que l'on approche de la belle saison. Remarquons aussi que le délai minimum entre la mise en expérience et le gonflement est obtenu bien avant la date du développement des bourgeons dans la nature: celui-ci se produit seulement en avril et cependant, dès mars, le temps nécessaire au débourrement reste constant et n'excède pas 8 à 10 jours.

Nous soulignerons donc que:

1° A partir de janvier-février, la dormance est aïtione, un traitement à l'éthylène chlorhydrine n'étant plus indispensable pour provoquer l'épanouissement des ébauches rentrées au laboratoire.

2° Une évolution progressive conduit vers cette disparition totale qui a lieu un mois avant l'éclosion naturelle des bourgeons.

TABLEAU IV

Dates de mise expérience	Temps de latence nécessaire au gonflement
—	—
28 décembre 1962	24 jours
3 janvier 1963	26 —
10 janvier 1963	21 —
17 janvier 1963	20 —
22 janvier 1963	12 —
29 janvier 1963	10 —
7 février 1963	9 —

Temps de latence nécessaire au gonflement des bourgeons sur les rameaux coupés de chêne après disparition du besoin d'E. C.

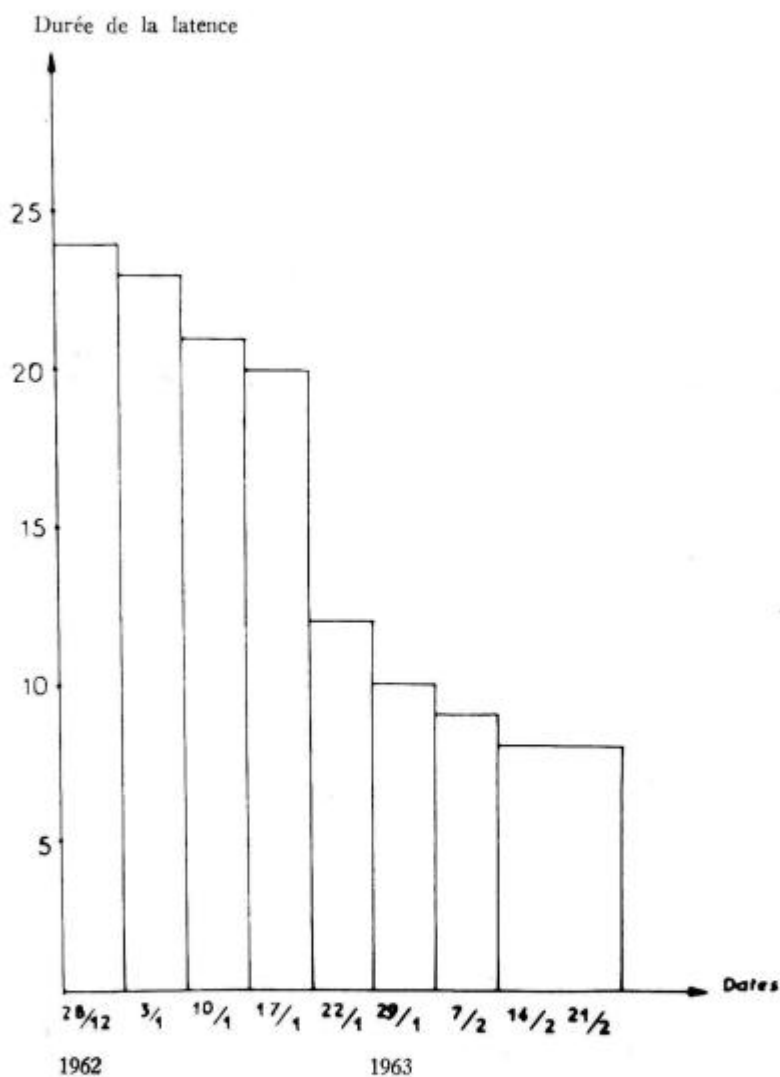


FIG. 36.

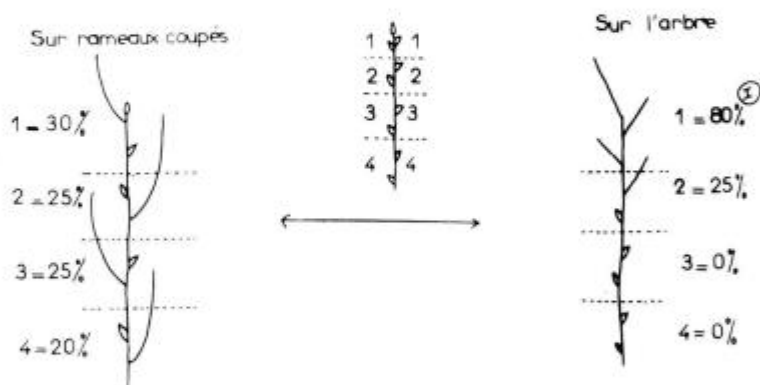
Diminution du temps de latence entre la mise en expérience et le débourrement des bourgeons du chêne entre décembre et mars.

C. — Morphologie du débourrement

Le débourrement des bourgeons est très différent dans la nature et sur les rameaux coupés. Le rameau d'un an du chêne dans la nature est acrotonie, c'est-à-dire que seuls se développent au printemps le ou les bourgeons les plus apicaux (tableaux V, VI, VII). Mais la stabilité de cette acrotonie est faible, car, si on utilise la technique des rameaux coupés, les ébauches qui croissent sont réparties au hasard le long de l'axe (tableaux V, VI, VII).

Le rameau est arbitrairement divisé en 4, de façon à obtenir quatre groupes comprenant à peu près le même nombre d'ébauches : groupes apical, subapical, médian, basal. Au cours de chaque expérience on observe toujours vingt à trente rameaux.

a) Dans le tableau V, les résultats sont donnés par expérience : on a calculé le rapport du nombre de bourgeons développés dans chacun des groupes définis précédemment au nombre total de bour-



⑤ 80% des bourgeons sont développés en position 1.

FIG. 37.

Dans la nature, le rameau d'un an du chêne est acrotonie; sur rameaux coupés on obtient un développement réparti plus uniformément le long de l'axe.

geons observés dans chacun de ces groupes. Le tableau récapitulatif VII et la fig. 37 dans lesquels une série différente de témoins non coupés a été introduite, montrent clairement le résultat obtenu : alors que dans la nature 77 % des développements sont apicaux, sur les rameaux coupés au laboratoire on obtient au contraire un dé-

veloppement réparti beaucoup plus uniformément le long de l'axe: 25 % d'apicaux, 20 % de subapicaux, 22 % de médians et 11 % de basaux.

b) Dans le tableau VI, les résultats obtenus sont groupés de façon un peu différente: on compare les échantillons coupés et les témoins

TABLEAU V

Disparition de l'acrotonie naturelle sur les rameaux coupés de chêne développés au laboratoire *sans aucun traitement*

Rapport du nombre de bourgeons développés au nombre total de bourgeons observés dans chacun des groupes	Groupes de bourgeons observés			
	Apicaux	Subapicaux	Médians	Basaux
<i>Sur des rameaux coupés:</i>	—	—	—	—
Expérience du 10 janvier 1962	7/26	4/30	4/32	2/30
— 22 janvier 1962	7/20	8/25	3/29	0/23
— 29 janvier 1962	9/42	10/54	23/60	7/46
— 7 février 1962	6/16	0/18	3/18	1/17
— 28 décembre 1962	4/31	10/37	5/39	6/34
<i>Dans la nature:</i>				
Expérience du 15 avril 1962	73/95	33/108	2/119	7/98

TABLEAU VI

Disparition de l'acrotonie naturelle sur les rameaux coupés de chêne développés au laboratoire sans aucun traitement

Dates des expériences	Nombre de bourgeons observés	Nombre total de bourgeons développés (1)	Nombre de bourgeons développés dans le groupe apical (2)	Rapport (2)/(1)
—	—	—	—	—
<i>Rameaux coupés:</i>				
10 janvier 1962	118	17	7	7/17
22 janvier 1962	97	18	7	7/18
29 janvier 1962	202	49	9	9/49
7 février 1962	69	10	6	6/10
28 février 1962	141	25	4	4/25
Somme des rapports (2)/(1)	—	—	—	33/119
%	—	—	—	27/73
<i>Dans la nature:</i>				
15 avril 1962	420	105	73	73/105
Somme des rapports (2)/(1)	—	—	—	73/105
%	—	—	—	69,52

TABLEAU VII

Disparition de l'acrotonie naturelle sur les rameaux coupés de chêne développés au laboratoire *sans aucun traitement*

Rapport du nombre de bourgeons développés au nombre total de bourgeons observés dans chacun des groupes	Groupes de bourgeons observés			
	Apicaux	Subapicaux	Médians	Basaux
Sur rameaux coupés	33/135	32/164	38/178	16/150
%	24,44	19,51	21,34	10,66
Dans la nature	73/95	33/108	2/119	7/98
%	76,84	30,55	1,68	1,02

observés en place, et on note la somme des rapports du nombre total de bourgeons développés, quelle que soit leur position, au nombre d'ébauches épanouies dans le groupe apical. Les résultats énoncés précédemment sont ainsi confirmés.

Mais une autre question se pose :

Pourquoi certains axillaires semblent-ils incapables de se développer alors que d'autres le peuvent ? Une étude expérimentale décrite dans un paragraphe ultérieur nous permettra de répondre, en partie au moins, à cette question.

On peut pour l'instant conclure que :

1° l'acrotonie du chêne, faible et instable, demande pour s'expliquer que le rameau d'un an reste uni à l'ensemble de la plante. Les parties plus âgées des tiges ou le système racinaire sont donc des facteurs importants de la ramification. Cette idée, qui n'avait encore jamais été émise, sera reprise dans la discussion générale.

2° sur un rameau coupé ou non, tous les bourgeons ne se développent pas. Y a-t-il des corrélations ? si oui, elles doivent être très précoces.

II. — LA DORMANCE AVANT FEVRIER

Il s'agit d'étudier de façon plus détaillée la dormance endonome du chêne et préciser quels sont les effets des traitements par l'éthylène chlorhydrine.

Les rameaux sont placés en atmosphère saturée sous cloche (capacité 15 l) retournée sur une terrine contenant du sable humidifié pour parfaire l'étanchéité. La durée optimale du traitement a été déterminée : des essais ont été faits successivement avec 24 h, 18 h, 12 h, 6 h, et avec diverses doses de substance active. Le temps le plus favorable s'est révélé être dans tous les cas de 12 h.

Nous rapporterons surtout ici les résultats obtenus avec des rameaux traités pendant 12 h à des concentrations différentes d'éthylène chlorhydrine. Cette substance est, à l'aide d'une micropipette graduée, déposée sur un peu de coton. Le tout est placé dans une coupelle à côté des échantillons sous la cloche.

A. — Effet d'une même dose

1° La concentration moyenne de 0,1 cc d'éthylène chlorhydrine pendant 12 h s'est révélée donner des résultats satisfaisants. A une telle dose, les rameaux ne subissent aucun dommage et le traitement provoque toujours le débourrement des ébauches (tableaux VIII et IX). Dans le tableau VIII, on a compté par expérience le nombre de bourgeons développés par rapport au nombre total de bourgeons observés. Dans le tableau IX, les rameaux ont été subdivisés suivant les quatre groupes définis précédemment et à l'intérieur de chacun d'eux on a compté le nombre total de ceux qui se sont développés et on l'a rapporté au nombre total de bourgeons observés.

Nous voyons que :

a) l'acrotonie ne se manifeste pas mieux que dans les expériences de février à mars faites sans traitement. Les bourgeons apicaux représentent environ le quart des bourgeons développés. La préséance apicale est donc bien un caractère du rameau en place et non la conséquence d'un certain état de dormance.

b) Il y a des bourgeons non développés et le pourcentage de ces derniers est le même qu'en février sans traitement par l'éthylène chlorhydrine (comparer avec tableau VI).

2° Le résultat est obtenu d'autant plus rapidement que la saison est plus avancée. Pour s'en convaincre, il suffit d'examiner le tableau X et la courbe correspondante (fig. 38). Cette dernière est une courbe en cloche, c'est-à-dire qu'en septembre, époque où la dormance n'est pas encore très profonde, le temps de latence nécessaire au développement est de sept jours seulement environ, puisque cette durée augmente en octobre (12-14 jours) pour atteindre son maximum en novembre-décembre (3-4 semaines), enfin qu'à nouveau le laps de temps indispensable pour le débourrement diminue et qu'en février comme en septembre un délai d'une semaine est suffisant.

En conclusion, nous dirons que :

a) L'idée d'une entrée très tardive et progressive en dormance au cours de l'automne, même lorsqu'aucun débourrement n'apparaît dans la nature, est confirmée.

TABLEAU VIII

Disparition de l'acrotonie naturelle sur les rameaux coupés de chêne développés au laboratoire, après traitement *par l'éthylène chlorhydrine*

Dates des expériences	Nombre de bourgeons observés	Nombre de bourgeons développés (1)	Nombre de bourgeons développés dans le groupe apical (2)	Rapport (2)/(1)
—	—	—	—	—
6 septembre 1961	95	20	7	7/20
29 septembre 1961	190	52	22	22/52
10 octobre 1961	82	21	5	5/21
16 octobre 1961	65	16	3	3/16
22 novembre 1961	107	29	2	2/29
3 janvier 1962	162	26	9	9/26
10 janvier 1962	97	26	4	4/26
22 janvier 1962	65	16	2	2/16
29 janvier 1962	139	25	10	10/25
7 février 1962	130	20	3	3/20
Somme des rapports (2)/(1)	—	—	—	67/251
%	—	—	—	26,69

TABLEAU IX

Disparition de l'acrotonie naturelle sur les rameaux coupés de chêne développés au laboratoire, après traitement *par l'éthylène chlorhydrine*

Rapport du nombre de bourgeons développés au nombre total de bourgeons observés dans chacun des groupes sur rameaux coupés, traités par 0,1 cc d'éthylène chlorhydrine.	Groupe de bourgeons observés			
	Apicaux	Subapicaux	Médians	Basaux
Expérience du 6 septembre 1961	7/20	7/25	3/27	3/23
— 22 septembre 1961	22/42	17/49	8/55	5/44
— 10 octobre 1961	5/16	10/23	3/23	3/20
— 16 octobre 1961	3/15	8/16	0/19	5/15
— 22 novembre 1961	2/22	5/30	8/31	14/24
— 3 janvier 1962	9/33	4/43	3/47	10/39
— 10 janvier 1962	4/20	8/25	9/30	5/22
— 22 janvier 1962	2/13	3/17	6/19	5/16
— 29 janvier 1962	10/31	3/36	8/38	4/34
— 7 février 1962	3/27	7/35	6/37	4/31

b) La dormance endonome disparaît progressivement de novembre à février et passe graduellement à la dormance aitionome.

3° Même lorsque cette dernière forme de dormance existe seule, c'est-à-dire à partir de janvier ou février, l'éthylène chlorhydrine hâte le débourrement mais n'augmente pas pour autant le nombre des développements.

TABLEAU X

Temps de latence nécessaire au gonflement des bourgeons
sur les rameaux coupés de chêne traités par 0,1 cc d'éthylène chlorhydrine
pendant 12 heures

Date des expériences	Temps de latence nécessaire au gonflement	Moyenne
6 septembre 1961	6 jours	} 6,5 jours
29 septembre 1961	7 —	
10 octobre 1961	12 —	} 13,5 —
10 octobre 1962	15 —	
16 octobre 1961	11 —	
23 octobre 1962	15 —	
31 octobre 1961	13 —	
6 novembre 1962	30 —	} 25 —
20 novembre 1961	25 —	
22 novembre 1961	21 —	
7 décembre 1961	20 —	} 21 —
28 décembre 1962	22 —	
3 janvier 1962	22 —	} 14 —
10 janvier 1962	16 —	
17 janvier 1962	14 —	
22 janvier 1962	10 —	
29 janvier 1962	10 —	
7 février 1962	8 —	7 —

Une comparaison du temps de latence nécessaire au gonflement, faite entre des rameaux témoins et des rameaux traités par 0,1 cc d'éthylène chlorhydrine est résumée dans le tableau XI et la figure 39. Nous pouvons voir qu'au cours de toutes les expériences réa-

Durée de la latence (en jours)

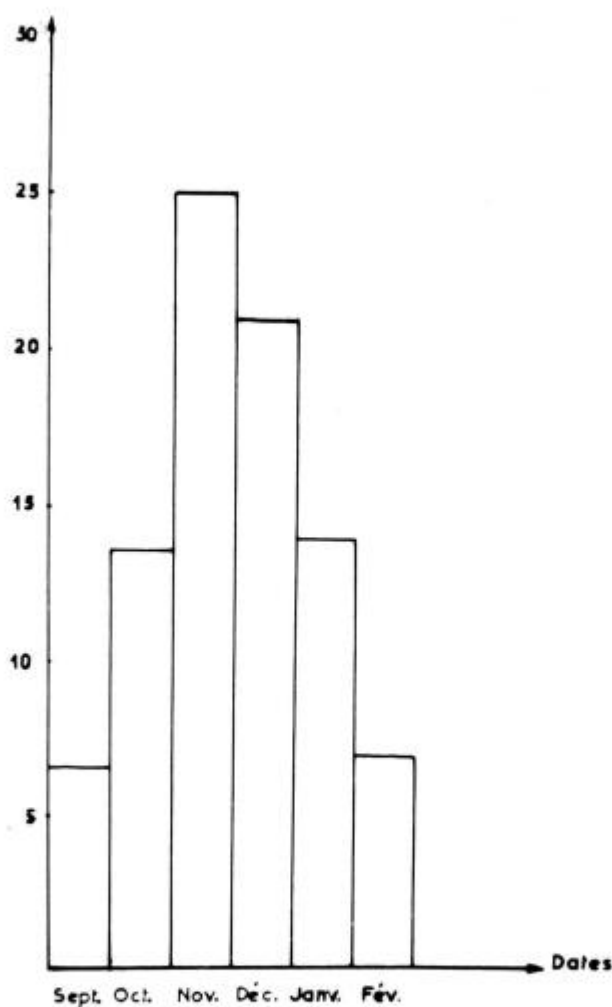


FIG. 38.

Evolution du temps de latence entre le traitement à l'Ethylène Chlorhydrine et le débourrement des bourgeons du chêne de septembre à février.

lisées depuis la fin décembre jusqu'en février, le temps utile au débourrement est plus court sur les rameaux traités que sur les témoins.

TABLEAU XI

Comparaison du temps de latence nécessaire au gonflement des bourgeons sur les rameaux témoins et sur les rameaux traités à l'E. C. lorsque la dormance est aitionome

Dates des expériences	Temps de latence nécessaire au gonflement des bourgeons sur :	
	Rameaux témoins	Rameaux traités par 0,1 cc E.C.
28 décembre 1962	24 jours	22 jours
3 janvier 1963	26 —	22 —
10 janvier 1963	21 —	16 —
17 janvier 1963	20 —	14 —
22 janvier 1963	12 —	10 —
29 janvier 1963	10 —	10 —
7 février 1963	9 —	8 —

Durée de la latence (en jours)

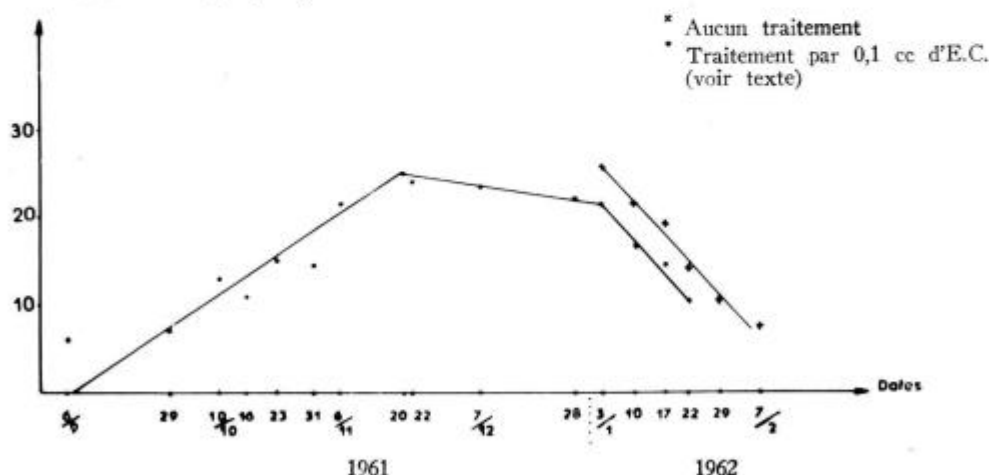


FIG. 39.

Evolution du temps de latence nécessaire au gonflement des bourgeons sur des rameaux coupés de chêne, traités par l'éthylène chlorhydrine (0,1 cc pendant 12 h).

Pendant cette période où la nécessité d'éthylène chlorhydrine n'est plus absolue, le nombre de gonflements reste le même que le traitement ait eu lieu ou non. Dans le tableau XII, nous avons compté, par expérience, le nombre de bourgeons développés par rapport au nombre de bourgeons observés, d'une part sur des rameaux témoins, d'autre part sur des rameaux coupés traités par 0,1 cc d'éthylène chlorhydrine. Nous voyons que la somme des rapports, dans les deux cas, est sensiblement la même.

De même la position des bourgeons développés reste toujours celle qui caractérise les rameaux coupés (tableaux XIII et XIV) puisque la proportion de rameaux apicaux est de 26,7 % seulement.

TABLEAU XII

Durant la période de dormance aïtione un traitement par l'éthylène chlorhydrine n'augmente pas le nombre de bourgeons développés sur le rameau

Dates des expériences	Nombre de bourgeons observés	Nombre de bourgeons développés (1)	Nombre de bourgeons développés dans le groupe apical (2)	Rapport (2)/(1)
—	—	—	—	—
<i>Rameaux coupés non traités:</i>				
10 janvier 1962	118	17	7	7/17
22 janvier 1962	97	17	7	7/17
29 janvier 1962	202	49	9	9/49
7 février 1962	69	10	6	6/10
Somme des rapports (2)/(1)	—	—	—	29/93
%	—	—	—	31/18
<i>Rameaux coupés traités par 0,1 cc d'éthylène:</i>				
10 janvier 1962	97	26	4	4/26
22 janvier 1962	65	16	2	2/16
29 janvier 1962	139	25	10	10/25
7 février 1962	130	20	3	3/20
Somme des rapports (2)/(1)	—	—	—	19/87
%	—	—	—	21,83

TABLEAU XIII

Comparaison du mode de développement des bourgeons du chêne
sur rameaux non traités et traités par l'éthylène chlorhydrine

Tableau récapitulatif

Rapport du nombre de bourgeons développés au nombre total de bourgeons observés dans chacun des groupes	Groupes de bourgeons observés			
	Apicaux	Subapicaux	Médians	Basaux
<i>Sur des rameaux coupés non traités:</i>				
Expérience du 10 janvier 1962	7/26	4/30	4/32	2/30
— 22 janvier 1962	7/20	8/25	3/29	0/23
— 29 janvier 1962	9/42	10/54	23/60	7/46
— 7 février 1962	6/16	0/18	3/18	1/17
<i>Sur des rameaux coupés et traités par l'éthylène chlorhydrine:</i>				
Expérience du 10 janvier 1962	4/20	8/25	9/30	5/22
— 22 janvier 1962	2/13	3/17	6/19	5/16
— 29 janvier 1962	10/31	3/36	8/38	4/34
— 7 février 1962	3/27	7/35	6/37	4/31

TABLEAU XIV

Comparaison du mode de développement des bourgeons du chêne
sur rameaux non traités et traités par l'éthylène chlorhydrine

Tableau récapitulatif

	Groupes de bourgeons observés			
	Apicaux	Subapicaux	Médians	Basaux
<i>Rameaux coupés non traités:</i>				
Somme des rapports	29/104	22/127	33/139	10/116
%	27,88	17,32	23,74	8,62
<i>Rameaux coupés traités par E.C.*:</i>				
Somme des rapports	19/91	21/113	29/124	18/103
%	20,87	18,58	23,38	17,47

* E.C. = éthylène chlorhydrine, 0,1 cc.

B. — Utilisation de doses différentes d'éthylène chlorhydrine

Comme on pouvait le penser, à une concentration plus élevée correspond un temps de latence nécessaire au débourrement plus court et inversement à une concentration plus faible correspond un temps de latence plus long. Le tableau XV illustre cette idée.

Un fait nouveau doit cependant être souligné: seuls les rameaux en dormance très profonde résistent à des fortes doses ou à des

TABLEAU XV

Influence de la concentration d'éthylène chlorhydrine
sur le temps de latence nécessaire au gonflement des bourgeons
sur les rameaux coupés de chêne

Dates des expériences	Temps de latence nécessaire au gonflement		1 cc
	0,01 cc	0,1 cc	
6 septembre 1961	9 jours	6 jours	6
29 septembre 1961	8 —	7 —	6
10 octobre 1961	14 —	12 —	10
16 octobre 1961	11 —	9 —	8
31 octobre 1961	18 —	13 —	10
20 novembre 1961	ras	25 —	20
22 novembre 1961	36 —	21 —	15
7 décembre 1961	ras	20 —	15
3 janvier 1962	26 —	22 —	18
10 janvier 1962	18 —	16 —	12

traitements prolongés: en novembre ou décembre on peut augmenter aussi bien la concentration que le temps de traitement: en novembre ou décembre des résultats favorables ont été obtenus à des concentrations de 5 cc, pendant 12 h ou de 1 cc pendant 36 h.

Au contraire, à toutes les autres époques de telles concentrations ou des durées de traitements supérieurs à 12 h sont nocives: les échantillons noircissent ou se dessèchent.

C. — D'autres substances telles que la kinétine, la gibbérelline, connues comme capables de s'opposer à la dormance ont été testées par pulvérisation ou trempage sur les bourgeons du chêne en octobre 1962. Elles se sont révélées légèrement actives mais les résultats obtenus sont très variables, et, comme leur emploi est moins commode que celui de l'éthylène chlorhydrine, nous avons uniquement poursuivi nos essais avec cette dernière.

CONCLUSION

1° La dormance aitionone ne succède pas brutalement à la dormance endonome, mais il y a un passage progressif de l'une à l'autre.

L'intensité de la dormance diminue régulièrement de novembre à mars, mais, à un certain stade de cette évolution, la stimulation exercée par les températures élevées est suffisante pour provoquer un développement, lentement d'abord, plus vite ensuite. Mais, tant que l'éveil n'est pas total, l'éthylène chlorhydrine peut aider ces températures élevées.

2° Cependant, il demeure permis de se demander si, en février, un changement qualitatif interne ne rend pas possible les influences stimulatrices des températures élevées. On pense notamment aux substances de croissance. Nous étudierons ce point en détail dans le 3^e chapitre. Auparavant, dans le paragraphe suivant, nous préciserons mieux les relations existant entre dormance aitionone et endonome.

3° L'entrée en dormance est progressive comme l'est la sortie, de plus elle est tardive: en septembre et octobre, l'inertie est plus faible qu'en novembre. Cela explique qu'en année favorable (1962) des débourrements aient lieu dans la nature jusqu'au 1^{er} novembre.

4° Le rameau du chêne n'est acrotonne que s'il reste uni à l'arbre ou à la souche qui le porte. Cette acrotonie est donc labile et non fixée comme celle du lilas par exemple (103). L'éthylène chlorhydrine ne modifie pas ce caractère.

5° Qu'un traitement par l'éthylène chlorhydrine ait eu lieu ou non, tous les bourgeons d'un rameau coupé ne se développent pas. Le nombre de ceux qui croissent est à peu près constant. C'est leur place qui varie suivant qu'on observe un rameau coupé ou non. On pense à des corrélations d'inhibition qui, partant des ébauches gonflées les premières, paralyseraient celles qui n'ont pas commencé à évoluer.

III. — ETUDE PLUS PRECISE DE LA DORMANCE AITIONOME. SES RELATIONS AVEC LA DORMANCE ENDONOME

Il était tentant de chercher à transformer le repos aitionome en dormance endonome. Plusieurs séries d'expériences réalisées dans ce but peuvent être résumées :

A) En injectant un extrait de bourgeons prélevés dans la nature en octobre ou novembre au voisinage des bourgeons de rameaux rentrés au laboratoire en février ou mars, on retarde le débourrement de ces derniers (Tableaux XVI-C et XVII-B) d'une à deux semaines par rapport à des témoins n'ayant reçu que de l'eau bi-distillée. Les injections doivent être faites huit jours environ après la mise des rameaux au laboratoire, c'est-à-dire doivent précéder de quelques jours le gonflement des ébauches, elles doivent être par la suite répétées régulièrement tous les trois ou quatre jours. On n'observe aucun développement des bourgeons tant que dure le traitement; puis lorsqu'il a cessé les ébauches commencent à croître mais se dessèchent rapidement, sans doute parce que, comme nous l'avons déjà indiqué, la vie d'un rameau coupé au laboratoire est limitée de 4 à 6 semaines.

Le tableau XVI-B montre que des injections répétées d'eau bi-distillée ne modifient nullement le développement des ébauches: si on fait la comparaison avec des rameaux n'ayant subi aucun traitement (tableaux XVI-A et XVII-A) on remarque qu'après trois ou quatre jours on observe un début de gonflement en tout point normal. Il faut préciser aussi que les injections répétées d'extraits d'ébauches dormantes, qui empêchent tout développement des bourgeons, n'endommagent jamais ces derniers, qui demeurent capables de croître après la fin du traitement.

Quelque chose existe donc dans les bourgeons en automne qui disparaît pendant l'hiver ou sous l'effet de l'éthylène chlorhydrine et qui les rend insensibles à la stimulation des températures favorables.

B) Pour de nombreux auteurs (VARGA, MARINOS, HEMBERG), il s'agit d'un inhibiteur chimique composé essentiellement d'acides phénoliques. Nous avons donc injecté des solutions d'acides phénoliques divers (acide ferulique - coumarique - caféique) pour tenter de remplacer l'extrait naturel. Le résultat a été très surprenant. Au lieu d'une inhibition, nous avons obtenu une stimulation du débourrement.

TABLEAU XVI — A —

Influence d'injections répétées d'extrait aqueux de bourgeons dormants
sur le développement de 10 ébauches de rameaux de chêne
dont la dormance endonome est levée

A) *Témoins non traités*

Longueur des bourgeons terminaux	Dates des mesures			
	30 mai 1962	14 avril 1962	4 avril 1962	6 avril 1962
T 1	10	17	20	20
T 2	10	10	10	10
T 3	5	10	12	15
T 4	10	14	17	20
T 5	15	18	20	25
T 6	15	20	22	30
T 7	20	26	30	30
T 8	10	15	20	20
T 9	12	15	20	25
T 10	10	20	25	30

TABLEAU XVI — B —

Influence d'injections répétées d'extrait aqueux de bourgeons dormants
sur le développement de 10 ébauches de rameaux de chêne
dont la dormance endonome est levée

B) *Témoins ayant reçu des injections d'eau distillée*

Longueur des bourgeons (en mm)	Dates des mesures			
	30 mai 1962	14 avril 1962	4 avril 1962	6 avril 1962
T 1	15	18	20	25
T 2	13	13	15	15
T 3	10	12	14	14
T 4	5	7	12	15
T 5	10	10	10	10
T 6	10	10	15	15
T 7	5	5	6	6
T 8	5	8	10	10
T 9	10	20	25	30
T 10	10	12	12	12

TABLEAU XVI — C —

Influence d'injections répétées d'extrait aqueux de bourgeons dormants
sur le développement de 10 ébauches de rameaux de chêne
dont la dormance endonome est levée

C) *Tiges traitées tous les quatre jours avec 40 mm³ d'extrait
représentant environ 2 gr de poids frais de bourgeons dormants*

Longueur des bourgeons terminaux	Dates des mesures			
	30 mai 1962	14 avril 1962	4 avril 1962	6 avril 1962
T 1	6	6	6	6
T 2	12	12	12	12
T 3	8	8	8	8
T 4	13	13	13	13
T 5	3	3	3	3
T 6	6	6	6	6
T 7	10	10	10	10
T 8	5	5	5	6
T 9	8	8	8	10
T 10	10	10	10	10

TABLEAU XVII — A —

Influence inhibitrice d'un extrait naturel de bourgeons dormants de chêne
sur le développement de 10 ébauches dont la dormance est levée

A) *Témoins non traités.*

Longueur des bourgeons (en mm)	Date des mesures					
	31-3	1 ^{er} -4	4-4	6-4	8-4	11-4
T 1	16	16	30	45	50	50
T 2	22	25	35	40	45	45
T 3	8	8	15	20	20	20
T 4	10	10	20	22	22	22
T 5	15	15	30	30	35	35
T 6	25	30	35	40	45	45
T 7	10	10	13	13	15	18
T 8	12	13	20	20	25	25
T 9	11	15	30	35	40	45
T 10	15	15	20	25	30	30

a) Dans une première série d'expériences, le bourgeon apical d'un certain nombre de rameaux a reçu des injections d'acide ferulique à 20 000 γ /l soit par piqure à la base d'un bourgeon soit par injection entre les écailles écartées. Les résultats résumés dans les tableaux XVIII A et B montrent que sur les rameaux témoins il y a comme toujours 23 % environ de développements apicaux, alors que, lorsque l'apex a reçu une injection d'acide ferulique, nous en obtenons jusqu'à 58,5 %, ce qui dénote une restauration partielle de l'acrotonie naturelle (fig. 40).

b) Une deuxième série d'expériences nous a permis de montrer que c'est d'ailleurs le bourgeon traité qui en général réagit. Cet essai réalisé en février 1962 indique que, sur soixante-trois rameaux ayant reçu une injection médiane d'acide ferulique, 36 ont eu un développement de l'ébauche traitée, qui domine nettement les autres. Dans l'expérience précédente, c'est donc parce que le traitement était apical que l'acrotonie était restaurée.

TABLEAU XVII — B —

Influence inhibitrice d'un extrait naturel de bourgeons dormants de chêne sur le développement de 10 ébauches dont la dormance est levée
B) *Rameaux traités* (3 injections les 30-3, 14-4 et 8-4 (1962))

Longueur des bourgeons (en mm)		Date des mesures					
		31-3	1 ^{er} -4	4-4	6-4	8-4	11-4
—		—	—	—	—	—	—
T 1	.....	12	12	12	12	12	12
		0	0	0	0	0	
T 2	.....	10	12	12	12	12	12
		2	0	0	0	0	
T 3	.....	11	11	11	11	11	11
		0	0	0	0	0	
T 4	.....	12	14	14	14	14	14
		2	0	0	0	0	
T 5	.....	4	5	5	5	5	5
		1	0	0	0	0	
T 6	.....	13	13	13	13	15	15
		0	0	0	2	0	
T 7	.....	8	10	10	10	10	10
		2	0	0	0	0	
T 8	.....	5	5	5	5	5	5
		0	0	0	0	0	
T 9	.....	12	12	12	12	12	12
		0	0	0	0	0	
T 10	.....	9	9	9	9	9	9
		0	0	0	0	0	

TABLEAU XVIII — A —

Influence d'une injection d'acide ferulique à 20 mg/l
sur le développement des bourgeons de rameaux coupés de chêne.
On remarque la restauration partielle de l'acrotonie.

Dates des expériences	17 janvier 1962		7 février 1962		28 décembre 1962	
	T	Ac.F.	T	Ac.F.	T	Ac.F.
Nombre de bourgeons observés ...	169	647	196	462	198	229
Nombre de bourgeons développés (1).	30	115	30	61	35	33
Nombre de bourgeons développés dans le groupe apical (2)	11	63	9	46	5	14
Rapport (2)/(1)	11/30	63/115	9/30	46/61	5/35	14/33

	Témoins	Acide ferulique
Somme des rapports (2)/(1)	25/95	123/209
%	23,15	58,85

TABLEAU XVIII — B —

Essai de rétablissement de l'acrotonie, sur rameaux coupés de chêne,
n'ayant subi aucun traitement, par injection d'une solution d'acide ferulique
à 20 000 γ /l.

	Groupes de bourgeons observés			
	Apicaux	Subapicaux	Médians	Basaux
<i>Expérience du 17 janvier 1962:</i>				
Eau bidistillée	8/21	1/26	2/38	1/22
Acide ferulique a	12/26	1/31	1/33	2/26
— — b	15/39	8/51	9/49	8/45
<i>Expérience du 7 février 1962:</i>				
Eau bidistillée	6/16	0/15	3/18	1/17
Acide ferulique a	9/19	2/22	1/24	0/19
— — b	18/38	1/51	1/53	0/43
<i>Expérience du 28 décembre 1962:</i>				
Eau bidistillée	4/31	10/32	5/39	6/34
Acide ferulique	9/30	0/39	4/34	4/34

a) Piqûre à la base d'un bourgeon.

b) Injection entre les écailles écartées d'un bourgeon.

c) Ces résultats sont analogues à ceux obtenus par E. HUGON ou par WICKSON et THIMANN avec des substances de type kinétine ou gibbérelline. C'est pourquoi nous avons répété les mêmes expériences avec des solutions de ces deux substances. Nous avons effectivement obtenu les mêmes effets (tableaux XIX A,B,C et XX D).

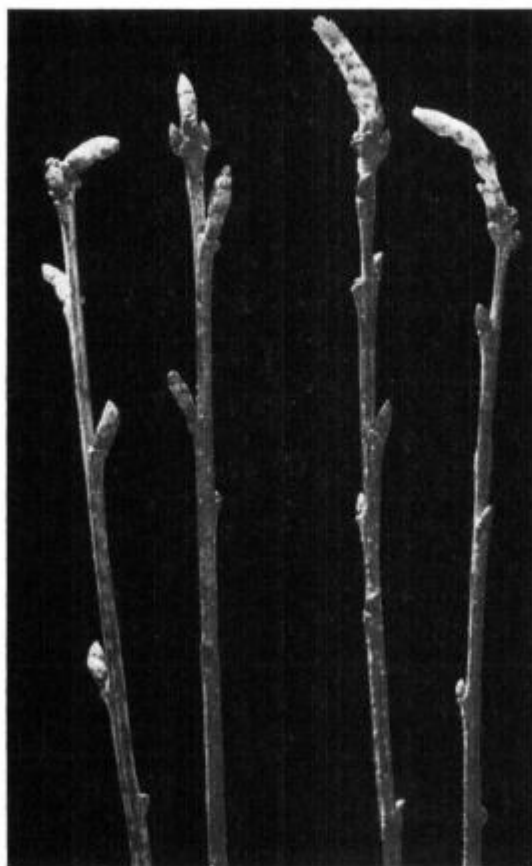


FIG. 40.

L'acrotonie sur rameaux coupés peut être rétablie par l'injection dans l'apex d'une solution d'acide férulique.

Sur les rameaux témoins il y a seulement 16 % ou 25 % de développements apicaux, alors que, lorsqu'une solution de kinétine à 50 000 γ /l a été injectée dans l'apex, on en observe 48 % ou même 65 %. Le premier tableau XIX-A, traduisant les derniers pour-

centages énoncés, a été réalisé avec des rameaux traités par 0,1 cc d'éthylène chlorhydrine; le second XIX-C avec des rameaux témoins n'ayant subi aucun traitement.

On retrouve donc le fait déjà signalé que le traitement par la monochlorhydrine du glycol ne modifie ni le nombre total de déboulements ni leur répartition sur l'ensemble du rameau.

Par injection d'une solution de gibberelline à 20 000 γ /l on obtient de même 56 % de développements apicaux contre les 14,28 % seulement sur les rameaux témoins (Tableau XX) particulièrement mésotones dans ce cas.

TABLEAU XIX — A —

I^{re} expérience.

Influence d'une injection de kinétine (20 mg/l)
sur le développement des bourgeons de rameaux coupés de chêne.
Restauration partielle de l'acrotomie.

Dates des expériences	11-1-1962		29-1-1962		7-2-1962		28-12-1962	
	T	K	T	K	T	K	T	K
Nombre de bourgeons observés	118	164	202	244	69	122	141	127
Nombre de bourgeons développés (1)	17	26	49	39	10	13	25	14
Nombre de bourgeons développés dans le groupe apical (2)	7	15	9	22	6	12	4	11
Rapport (2)/(1)	7/17	15/26	9/49	22/39	6/10	12/13	4/25	11/14

	Témoins	Kinétine
Somme des rapports (2)/(1)	26/101	60/92
%	25,74	65,21

d) Acides phénoliques, kinétine, gibberelline produisent donc une stimulation du développement des ébauches traitées à condition qu'elles soient déjà en état de dormance autonome. Elles lèvent très difficilement la dormance endogène elle-même. Rappelons que des injections faites d'octobre à décembre sont restées à peu près sans effet.

TABLEAU XIX — B —

Essai de rétablissement de l'acrotonie, sur rameaux coupés de chêne n'ayant subi aucun traitement, par injection d'une solution de kinétine à 50 000 γ /L dans l'apex.

	Groupes de bourgeons observés			
	Apicaux	Subapicaux	Médians	Basaux
<i>Epreuve du</i>				
Eau distillée	7/26	4/30	4/32	2/30
Kinétine a	4/11	0/13	0/14	3/13
— b	11/24	3/30	2/34	3/26
<i>Epreuve du</i>				
Eau distillée	9/42	10/54	23/60	7/46
Kinétine a	9/17	6/33	1/24	0/20
— b	13/32	7/41	1/45	2/32
<i>Epreuve du</i>				
Eau distillée	6/16	0/18	3/18	1/17
Kinétine a	7/14	1/18	0/18	0/18
— b	5/10	0/15	0/15	0/14
<i>Epreuve du</i>				
Eau distillée	4/31	10/37	5/39	6/34
Kinétine a	11/27	0/32	2/37	1/31

a) Piqûres à la base d'un bourgeon.

b) Injection entre les écailles écartées d'un bourgeon.

TABLEAU XIX — C —

2^e expérience.

Influence d'une injection de kinétine (20 mg/l)
sur le développement des bourgeons de rameaux coupés de chêne.
Restauration partielle de l'acrotonie.

Dates des expériences	10-1-1962		20-1-1962		7-2-1962		28-2-1962	
	T	K	T	K	T	K	T	K
Nombre de bourgeons observés	97	157	78	282	130	184	17	63
Nombre de bourgeons développés (1).	26	45	20	64	20	23	2	11
Nombre de bourgeons développés dans le groupe apical (1)	4	18	4	28	3	17	0	5
Rapport (2)/(1)	4/26	18/45	4/20	28/64	3/20	17/23	0/2	5/11

	Témoins	Kinétine
Somme des rapports (2)/(1)	11/68	68/143
%	16,17	47,55

TABLEAU XX

Influence d'une injection de gibbérelline (50 mg/l)
sur le développement des bourgeons de rameaux coupés de chêne.
Restauration partielle de l'acrotonie.

Dates des expériences	28 décembre 1962		
Substances employées	Eau bidistillée	Acide coumarique	Gibbérelline
	—	—	—
Nombre de bourgeons observés	198	158	177
Nombre de bourgeons développés (1)	35	19	25
Nombre de bourgeons développés dans le groupe apical (2)	5	10	14
Rapport 2/1	5/35	10/19	14/25
%	14,28	52,63	56

IV. — OBSERVATIONS ET REFLEXIONS SUR L'ACROTONIE DU RAMEAU DE CHÊNE

1° Nous venons de voir qu'en général chez le chêne, un pourcentage donné de bourgeons se développe quelles que soient les conditions et le traitement. C'est la répartition de ce pourcentage qui diffère: elle est acrotonie dans la nature, quelconque sur les rameaux coupés traités ou non par l'éthylène chlorhydrine, orientée lorsqu'il y a stimulation locale par certaines substances chimiques (acides phénoliques, kinétine, gibbérelline). Il y a donc un certain potentiel de croissance qui caractérise le rameau, potentiel qu'il est difficile de modifier, mais qui peut être orienté: l'acrotonie est une conséquence de cette orientation.

2° Certains bourgeons se développent, d'autres non. On pense que les premiers inhibent les seconds.

En effet:

a) l'acrotonie dans la nature est particulièrement nette sur les arbres âgés, car sur les huit à dix bourgeons qu'ils portent, seul l'apical croît au printemps. Or, si on l'enlève en hiver ou au début du développement, un ou deux des bourgeons sous-jacents, en position apicale, débourent.

b) sur les rameaux coupés, si on supprime dès leur gonflement les organes dominants, on provoque toujours le débourement d'ébauches qui sans cela n'auraient pas évolué, ces ébauches supprimées à leur tour permettent à nouveau des croissances (tableau

XXI., fig. 41). En enlevant régulièrement les organes dès que le gonflement est décelable, on élève le taux de développement de 22 % à 42 % environ. Ces corrélations sont totalement dépourvues de polarité; il suffit pour s'en convaincre d'examiner la fig. 41. Elles sont d'une extraordinaire précocité, car elles sont décelables dès le début de l'évolution des bourgeons. On peut se demander si elles n'existent pas en même temps que la dormance et si cette dernière ne les masque pas seulement. Un résultat identique est obtenu après traitement par l'éthylène chlorhydrine. Dans ce cas, si tous les bourgeons d'un rameau n'évoluent pas, ce n'est pas parce que

TABLEAU XXI

Influence de l'ébourgeonnement des axillaires gonflés,
sur le développement des autres bourgeons

Dates des expériences	Rameaux non ébourgeonnés		Rameaux ébourgeonnés	
	Nombre total de bourgeons	Nombre de bourgeons développés	Nombre total de bourgeons	Nombre de bourgeons développés
—	—	—	—	—
22 novembre 1961	107	29	170	84
7 décembre 1961	21	5	64	30
3 janvier 1962	178	33	219	76
Nombre total de bourgeons.	306	67	453	190
%	21,80 %		42,92 %	

l'éthylène chlorhydrine ne lève pas la dormance de tous les bourgeons. C'est le jeu des corrélations libérées immédiatement qui explique que certains méristèmes restent en repos, parce qu'il suffit d'ébourgeonner pour faire développer les organes restants.

Tous les méristèmes étaient donc bien aptes au développement, que la dormance soit levée naturellement ou artificiellement. A la dormance succèdent immédiatement des inhibitions par corrélation.

c) Si on ne laisse, par rameau coupé, qu'un seul bourgeon diversement placé (en position apicale, subapicale, médiane ou basale), il se développe dans la grande majorité des cas et à peu près en même temps, quelle que soit sa position sur le rameau.

3° L'existence de ces corrélations n'explique pas l'acrotonie. Le problème est de savoir pourquoi certaines ébauches commencent à

évoluer avant d'autres, et comment ensuite elles les paralysent. C'est un problème biochimique. Diverses hypothèses peuvent être proposées.

A) Il ne peut s'agir ici comme dans l'érable étudié par DÖRFFLING d'une sortie inégale de dormance. Pour cet auteur, seuls les bourgeons apicaux produiraient des stimulateurs et perdraient leurs inhibiteurs. Les bourgeons de base seraient donc plus dormants qu'inhibés. En réalité, ils peuvent être l'un et l'autre : un bourgeon partiellement dormant est plus sensible à l'inhibition corrélative



FIG. 41.

Sur rameaux coupés, on provoque le développement d'ébauches qui n'auraient pas évolué, en supprimant les bourgeons en gonflement.

que s'il est libre de dormance (CHAMPAGNAT). Seuls des dosages de substances de croissance nous permettront de savoir si, sur le chêne, à l'inhibition corrélative dont nous venons de démontrer l'existence s'ajoute un reste de dormance au voisinage de la base des pousses. Le fait paraît cependant peu vraisemblable, puisque le comportement est le même avec et sans traitement par l'éthylène chlor-

hydrine et qu'un bourgeon basal laissé seul sur une pousse se développe en même temps qu'un bourgeon apical, épargné dans les mêmes conditions.

B) Si on exclut l'intervention des substances de dormance et qu'on envisage l'influence des seules substances de corrélation, on aboutit aux idées suivantes :

a) l'auxine est l'inhibiteur naturel de corrélations, ou elle fait partie de cet inhibiteur, donc tout bourgeon qui la produit en premier lieu est le premier dominant.

b) tous les bourgeons produisent cet inhibiteur, qui peut n'être pas auxinique, mais ce sont ceux qui ont un antidote (de type kinétine ou gibberelline par exemple) qui se développent seuls.

Les résultats obtenus par la méthode des piqûres, exposée précédemment, sont en faveur de cette dernière hypothèse.

De plus :

a) des injections d'A I A ne favorisent nullement la croissance ; en effet, les essais d'enrichissement en auxine ont toujours donné des résultats négatifs.

b) Lorsque l'inhibiteur naturel est capable de retarder le débourrement, on peut facilement annuler son action par des injections d'acides phénoliques, de kinétine, de gibberelline et provoquer ainsi des débourrements.

c) Au contraire, l'application de kinétine, de gibberelline rétablit toujours l'acrotonie (tableaux XVIII à XX).

d) Acides phénoliques et kinétine, non seulement rétablissent l'acrotonie, mais stimulent en même temps la vitesse de croissance (fig. 40). Leur effet est donc complexe.

V. — COMPARAISON AVEC D'AUTRES ESPECES LIGNEUSES

Pour donner plus de valeur à nos résultats, il nous a paru intéressant de comparer les phénomènes de dormance et d'inhibition corrélatrice que nous venons de décrire chez le chêne à ceux observés sur d'autres espèces ligneuses.

A. — Les dormances

Nous pouvons classer sommairement ces espèces en deux groupes : celles dont la dormance est aitionome dès octobre (troène - lilas) et celles dont l'évolution est apparemment analogue à celle du chêne (frêne - châtaignier - hêtre).

1° ESPÈCES A DORMANCE AITIONOME DÈS OCTOBRE

a) *Le lilas.*

— Dans la nature, les bourgeons de lilas sont connus (102 - 113) pour leur aptitude au gonflement automnal et même hivernal; ils évoluent plus ou moins pendant tout l'hiver avec des croissances très faibles ou nulles en octobre et des arrêts imposés par le froid.

— Au laboratoire, sur rameaux coupés, pendant toute cette période les bourgeons s'épanouissent sans traitement chimique mais après un délai d'une vingtaine de jours. Il y a dormance partielle, car plus la saison avance et plus la réponse aux températures élevées est rapide.

Durant toute la saison, les bourgeons de lilas sont dans le même état que les bourgeons de chêne en janvier et février.

b) *Le troène.*

— Dans la nature, *durant tout l'hiver, aucun gonflement n'est décelable*; de ce point de vue le troène se sépare donc nettement du lilas: il n'y a aucun développement avant février; c'est cependant une espèce relativement précoce (éclosion des bourgeons en mars) puisque la majorité des arbres débourre en avril.

— Au laboratoire, un traitement à l'éthylène chlorhydrine s'est cependant avéré inutile: le débourrement de rameaux témoins mis simplement à une température de 20° ou plus est possible dès octobre: *le troène, comme le lilas, ne possède aucune dormance endonyme.*

Le délai séparant la mise en expérience du débourrement varie dans le même sens: il devient de plus en plus faible au fur et à mesure que la saison avance: comme ceux du lilas, les bourgeons de troène sont le siège d'une *dormance partielle*, mais trop faible, dès octobre, pour résister à la stimulation des températures favorables.

2° ESPÈCES A DORMANCE PLUS COMPLEXE

a) *Frêne et châtaignier.*

Leur comportement est exactement parallèle à celui du chêne: même nécessité d'un traitement chimique jusqu'en février, même disparition de ce besoin à cette date, même évolution progressive des deux dormances. Cette similitude sera précieuse pour préciser si une évolution identique des substances de croissance est ou non à la base du comportement hivernal et de la réaction à l'éthylène chlorhydrine (66).

b) *Le hêtre.*

Comme le chêne, le hêtre possède une dormance intense et débourre tardivement au printemps. Il ne montre aucune évolution hivernale. On sait grâce à WAREING que le hêtre se singularise par

un besoin de jour long qui s'ajoute aux exigences déjà connues. Pour WAREING, un hêtre qui resterait en jour court au printemps ne produirait pas de pousses feuillées. Ce serait la lumière perçue à travers les écailles qui lèverait la dormance.

Pour préciser cette influence de la photopériode et vérifier les résultats de WAREING, nous avons placé à partir de mars des branches dans des chambres climatisées à lumière artificielle. Les résultats obtenus avec une température de 6 à 24° varient avec la longueur du jour : en jour court, que les écailles soient présentes ou non, il n'y a pas de développement ; en jour long, les bourgeons dépourvus d'écailles gonflent immédiatement ; en présence d'écailles, il y a débourrement, mais beaucoup plus tard. Nous confirmons donc entièrement les résultats de WAREING. Nous avons de plus vérifié que ce besoin de jour long se traduit par une inefficacité de tout traitement à l'éthylène chlorhydrine si les rameaux sont placés en jour court.

Remarque. — Sur toutes ces espèces, pendant la dormance aitonome, des stimulations ont été obtenues aussi bien avec la kinétine qu'avec les acides phénoliques. Elles se traduisent à la fois par un débourrement plus précoce et par une croissance plus rapide durant les premiers jours sur les rameaux traités que sur les témoins. Sur le hêtre, il a même été possible de remplacer le jour long par une application d'acides phénoliques (106). Les résultats obtenus sur le chêne sont donc confirmés et leur portée étendue.

B. — L'acrotonie

1° Elle peut être morphologiquement différente suivant les espèces :

a) plus intense, lorsque, comme chez le lilas (rameaux de vigueur moyenne), elle est très localisée : le ou les bourgeons apicaux étant les plus développés ou seuls développés dans 100 % des cas.

b) moins intense ou peut-être même d'une autre nature si tous les bourgeons sont capables de se développer, mais le font inégalement : type orme, noisetier, troène. Dans ce cas, c'est seulement la vitesse et la durée de la croissance qui varient du haut en bas d'une tige.

2° Elle peut être physiologiquement plus stable et se conserver sur tous les rameaux coupés. Dans ce cas, au contraire, elle s'intensifie : sur un rameau de frêne ou d'érable capable de développer dans la nature 4 ou 6 bourgeons, une ou deux ébauches évoluent seulement s'il est isolé. Elles sont toujours apicales. Le résultat est normal et suit la règle classique d'accentuation de l'acro-

tonie avec la vigueur décroissante: le rameau coupé est en effet beaucoup moins bien alimenté que le témoin resté sur l'arbre (93 - 102).

Dans ce cas on peut parler d'acrotonie fixée. Elle s'établit au cours de l'été sur le rameau herbacé. Elle peut se marquer par une croissance différentielle des bourgeons (lilas) ou ne pas se manifester morphologiquement (Padus). Il faut supposer que dans tous ces cas les bourgeons apicaux n'ont plus besoin des racines ou des tiges plus âgées pour établir leur préséance. Ils débourent les premiers peut-être parce qu'ils ont accumulé kinine ou complexes phénoliques. Mais peut-être aussi l'état de dormance est-il dans ce cas différent au sommet et à la base, comme le pense DÖRFFLING. Il y aurait alors deux types différents de comportement parmi les végétaux ligneux suivant l'intensité de fixation des préséances. Dans ce cas encore, des recherches de physiologie et de biochimie comparée, qui n'ont encore jamais été réalisées, s'imposent.

3° La stabilité de l'acrotonie est sans rapport avec les caractères de la dormance: elle est très forte par exemple chez le lilas et très faible chez le troène, bien que leur dormance soit d'intensité comparable.

4° Les deux phénomènes ne sont cependant pas entièrement indépendants, comme le montrent certaines expériences réalisées sur le troène: en même temps que la dormance diminue, le nombre de bourgeons susceptibles d'évoluer sur des rameaux coupés, tous identiques, augmente d'octobre à mars. On observe une nette acrotonie en automne et un développement plus généralisé à partir de janvier: en mars le nombre de bourgeons développés, au moment du débourrement naturel, est le même dans la nature et au laboratoire, ce qui montre que l'évolution décelée sur les rameaux coupés n'est pas un artéfact dû à la méthode de travail.

De même sur le châtaignier, un traitement par l'éthylène chlorhydrique modifie la morphologie du débourrement. Sur les tiges non traitées le seul bourgeon capable de croître de janvier à avril est apical; c'est seulement à partir de cette époque que l'on peut observer sur les rameaux témoins deux ou trois « départs » apicaux. Mais après traitement à l'éthylène chlorhydrique, dès octobre, plusieurs bourgeons terminaux peuvent évoluer simultanément. Le facteur qui détermine cette acrotonie n'est donc pas très sensible au froid, mais il est détruit en partie dès octobre par tout traitement à l'éthylène chlorhydrique (66).

C. — Conclusion

1° Ce résumé d'une étude comparée du comportement de quelques espèces (lilas, troène, hêtre, frêne, châtaignier) fournit une base aux études biochimiques. Y aura-t-il un lien précis entre les

caractères de la dormance et l'évolution des substances de croissance tant inhibitrices que stimulatrices? C'est ce que nous étudierons dans le prochain chapitre. En effet:

a) Lilas et troène en octobre devraient être comparables au chêne en février, tout en étant dissemblables, puisque les bourgeons des premiers gonflent dans la nature en automne et hiver, alors que ceux du second en sont incapables.

b) Il sera intéressant de savoir si le besoin de jour long du hêtre se traduit au niveau des substances de croissance.

2° L'effet stimulateur de la kinétine et des acides phénoliques est très général, bien que difficile à expliquer pour ces dernières substances. Il s'oppose à un reste de dormance et peut même remplacer le jour long chez le hêtre.

3° Sortie de dormance et acrotonie sont deux phénomènes largement indépendants, bien que, chez le troène, l'aptitude au développement d'un nombre sans cesse plus grand de bourgeons coïncide avec une diminution de profondeur de la dormance.



DEUXIÈME PARTIE

Corrélations et dormance sur le rameau herbacé

Nous étudierons successivement son comportement, avant l'apparition des pousses de la Saint-Jean, puis après le développement de celles-ci.

I. — COMPORTEMENT DU RAMEAU HERBACE DU CHENE AVANT LA SAINT-JEAN

A. — Expériences sur des rameaux en fin de croissance

Avant la Saint-Jean, sur des pousses d'avril en fin de croissance, donc déjà suffisamment lignifiées, mais avec un méristème apical actif, nous avons réalisé de nombreuses expériences de décapitation et d'effoliation, c'est-à-dire de suppression des centres d'inhibition corrélative. On sait en effet que, suivant les espèces, l'apex ou les feuilles de grande taille peuvent jouer le rôle essentiel.

La décapitation seule n'est pas suivie d'effet pas plus que l'ablation des limbes de grande taille; il en est de même pour une décapitation conjuguée avec l'ablation des feuilles. Mais, au moment de la Saint-Jean, témoins intacts et pousses mutilées épanouissent en même temps certains bourgeons apicaux.

Donc, sur des pousses d'avril, choisies sur des taillis de deux à trois ans, aucune corrélation d'inhibition n'est décelable. On peut penser que ces pousses sont le siège d'une dormance très précoce et totale, qui masque toute interaction; il faut attendre le 25 juin, date où l'intensité de la dormance diminue, pour que des ramifications apparaissent. En effet, HUGLIN (241) a montré que la dormance

précoce de la vigne diminue en juin pour s'établir de façon définitive quelques semaines plus tard. Mais nous avons pensé que nos expériences avaient peut-être été réalisées trop tardivement. Pour le savoir, nous avons expérimenté sur des pousses beaucoup plus jeunes.

B. — Expériences sur des bourgeons en voie de développement n'ayant encore aucun limbe adulte

Les résultats sont restés les mêmes, c'est-à-dire négatifs. Beaucoup plus tard, si les pousses décapitées et effeuillées ne se dessèchent pas, leurs bourgeons les plus apicaux, qui n'ont pas évolué jusque-là, gonflent en même temps que les pousses de Saint-Jean des témoins. Il s'agit donc bien d'une dormance précoce.

C. — Tentatives pour lever cette dormance

Il nous a paru alors intéressant d'essayer de lever cette dormance par les mêmes techniques qui ont été utilisées en hiver.

Des traitements ont été réalisés, soit avec l'éthylène chlorhydrine, soit avec la gibbérelline. Dans le premier cas, un certain nombre de rameaux, effeuillés ou non, soit coupés, soit en place sur l'arbre, sont placés à l'intérieur d'un sac en matière plastique de volume connu; dans ce sac on glisse un coton imbibé d'éthylène chlorhydrine. L'ouverture est ensuite fermée aussi hermétiquement que possible par une bande adhésive. Le lendemain, c'est-à-dire 12 à 15 heures après, le sac est enlevé. Avec la gibbérelline, substance non volatile, nous avons injecté à la base des bourgeons, soit une solution de concentration variée, soit, après incision, quelques cristaux. Pour l'éthylène chlorhydrine nos essais ont été faits avec des concentrations de 0,01 cc, 0,1 cc, 0,5 cc, 1 cc pour 5 l, pour la gibbérelline, avec des concentrations de 2 000 γ /l à 20 000 γ /l.

En aucun cas nous n'avons obtenu de résultats positifs: ou les doses employées sont trop fortes et tuent les pousses, ou elles restent sans effet.

Nous avons cette année réalisé à nouveau mais, également sans succès, de nombreux essais en coupant les échantillons et en les traitant par trempage dans une solution différemment concentrée. Bien qu'il s'agisse de résultats négatifs, on peut en tirer un argument en faveur de l'idée que la dormance estivale, dont nous connaissons le caractère autonome, est de nature différente de la dormance hivernale, dont l'apparition et la disparition sont liées au milieu.

D. — Les corrélations d'inhibition sur les rejets de souche

Les résultats précédents s'appliquent aux taillis d'un an et plus comme aux arbres âgés. Mais si on expérimente avec des rejets de souche, de préférence en mai, on met facilement en évidence des corrélations d'inhibition et une installation beaucoup plus tardive de la dormance.

1° Les rejets de souche présentent fréquemment des rameaux anticipés (voir chap. I, p. 22). Or, on sait que leur formation s'explique par le jeu de corrélations, dans lesquelles l'effet des stimulateurs (vigueur ou kinines) domine celui des inhibiteurs de la dominance apicale. Sur le chêne comme sur les autres espèces il existe une relation nette entre vigueur et levées d'inhibition, puisque les rejets les plus faibles ne portent que des bourgeons dormants.

2° Dans ce dernier cas, on peut alors, en opérant sur des pousses très jeunes, ne dépassant pas quelques centimètres, faire développer ces méristèmes en décapitant et en effeuillant. Il nous a été impossible de préciser si l'apex ou les feuilles de grande taille jouent le rôle essentiel.

Il serait donc inexact de prétendre que le chêne se distingue des autres espèces ligneuses par l'absence de corrélations d'inhibition. Ces corrélations existent, mais sont masquées par une dormance extraordinairement précoce, que les observations du chapitre I nous permettaient de prévoir. Lorsque, comme sur les rejets de souche, l'entrée en dormance est combattue par une grande vigueur, elles se manifestent de façon parfaitement classique.

II. — LE COMPORTEMENT DU RAMEAU HERBACE APRÈS LA SAINT-JEAN

A) Sur la pousse de la Saint-Jean et sur les pousses d'août, des expériences de décapitation et d'effoliation identiques à celles d'avril ont été faites. Les résultats sont les mêmes et prouvent que l'absence de développement des axillaires provient d'une dormance précoce et non d'une inhibition corrélative :

1° Si, sur la souche utilisée, les bourgeons apicaux de certains rameaux témoins non effeuillés ni décapités se développent en août, ceux des rameaux traités (effeuillés et décapités) croissent en même temps. La proportion n'est pas sensiblement différente dans les deux cas. Au contraire, les résultats sont négatifs si la souche n'entre plus en activité après la Saint-Jean.

2° Cependant nous avons pu prouver, après décapitation et effoliation totale, que les bourgeons croissent quelques jours plus tôt

que ceux des témoins et surtout que l'acrotonie disparaît, laissant place à un développement analogue de huit à vingt bourgeons.

3° Au contraire, si on laisse deux limbes au niveau de la décapitation, l'acrotonie est conservée. Les feuilles de grande taille ont donc le même effet que celles du lilas (103). Cette influence n'est cependant pas due à une forte inhibition, car après décapitation, effoliation épargnant la paire supérieure et ablation des axillaires de cette paire, on obtient la croissance des ébauches insérées plus bas (voir discussion p. 157). Il est curieux de constater qu'en été les feuilles sont un facteur d'acrotonie, alors qu'en hiver nous avons montré que les racines ou les tiges âgées jouaient le rôle essentiel. Cet effet n'est pas particulier au chêne, mais a été observé par CHAMPAGNAT sur *Prunus*, *Syringa*, *Sambucus*, *Cornus*, etc...).

Conclusion

1° Comme au printemps, l'entrée en dormance qui suit la Saint-Jean est très précoce.

2° Il est cependant possible de mettre en évidence l'existence de corrélations, qui sont en grande partie masquées par la dormance, et qui se traduisent uniquement par un débourrement un peu plus précoce et une morphologie différente de ce débourrement.

3° En cette période de l'année les feuilles sont responsables de l'acrotonie.

B. — Essais pour lever la dormance

1° Des essais par l'éthylène chlorhydrine ont été réalisés parallèlement sur des pousses coupées et effeuillées et sur des rameaux en place.

a) sur des pousses coupées et effeuillées, donc comparables aux rameaux d'automne et d'hiver, les résultats sont négatifs, exactement comme ils l'étaient après la première vague de croissance: les doses trop élevées tuent les rameaux en quelques jours

— s'ils survivent, ils n'épanouissent certains bourgeons que si des témoins non traités en épanouissent aussi (en août par exemple).

— si les pousses ont été choisies sur une même souche, ces débournements des rameaux isolés témoins ou traités correspondent à ceux des bourgeons dans le taillis. Ce fait montre que la technique des rameaux coupés n'est pas sans valeur et que ces tiges isolées conservent le rythme autonome qui caractérise la plante sur laquelle elles ont été prélevées.

b) sur les rameaux en place. Les résultats sont identiques: il n'y a de développement que si les bourgeons témoins eux-mêmes dé-

bourrent On retrouve alors l'influence des feuilles de grande taille sur l'acrotonie et le développement un peu plus précoce des rameaux décapités et effeuillés.

2° Tous les traitements par la *gibbérelline*, la *kinétine* ou *différents acides phénoliques* sur les rameaux en place ou sur les rameaux coupés ont également échoué.

C. — Tailles estivales sur rameaux d'avril

Elles complètent les expériences précédentes. Il s'agit de savoir si les bourgeons axillaires des pousses d'avril sont inhibés ou dormants en août, à un moment où, à l'extrémité des pousses de la Saint-Jean, de nouvelles ébauches évoluent en rameau long. On pourrait penser en effet que la dormance disparaît à leur seul niveau et que le reste de la pousse conserve un état de repos total. Sur diverses souches de deux ans (les plus aptes à produire des pousses d'août), mais aussi de trois ans, qui ont en grande partie perdu cette aptitude, nous avons donc, en juillet, fait à la fois des expériences de décapitation et d'effoliation des pousses de la Saint-Jean et taillé des rameaux au-dessous de ces pousses, c'est-à-dire au sommet du rameau d'avril. Les feuilles restantes ont été aussi épargnées ou enlevées. Le résultat a toujours été conforme à l'attente: les bourgeons devenus apicaux se sont développés, quel que soit le lieu de la taille, mais à une condition essentielle: que sur la souche, des pousses d'août soient nées à l'extrémité des tiges de la Saint-Jean, et ceci, comme toujours, que la décapitation et l'effoliation aient eu lieu ou non. Le synchronisme est en général excellent (4 à 8 jours séparent les divers gonflements).

CONCLUSION GENERALE

1° La levée de dormance estivale, comme celle du printemps ou celle produite en hiver par l'éthylène chlorhydrine, intéresse tous les bourgeons du rameau de l'année, quel que soit le nombre de ses vagues de croissance.

2° Si en août les bourgeons apicaux de la pousse d'avril ne se développent pas, c'est parce qu'ils sont inhibés par les ébauches apicales de la pousse de Saint-Jean. C'est la seule façon d'expliquer l'efficacité de la taille.

3° Donc des corrélations d'inhibition existent sans cesse et sur tout le rameau (sans doute même sur l'ensemble de l'arbre), mais elles n'interviennent qu'au moment où les levées temporaires de dormance le leur permettent. Elles évitent cependant, pendant ces quelques jours, un développement anarchique qui pourrait nuire à l'architecture de l'arbre.

4° Le chêne est, parmi les espèces ligneuses étudiées de ce point de vue, celle sur laquelle la précocité et l'intensité de la dormance sont les plus grandes. Il constitue un type particulier (voir discussion, p. 185).

5° Cette dormance n'est cependant pas durable. Elle se lève spontanément en juin, août et parfois octobre. C'est ce qui cause l'apparition régulière des pousses de la Saint-Jean.

6° Cette dormance, à l'opposé de celle qui existe au début de l'hiver, n'est sensible à aucun des traitements chimiques que nous avons employés. Bien qu'il s'agisse d'un résultat négatif, nous y voyons une preuve en faveur d'une différence de nature entre la dormance estivale et hivernale. On se souvient (voir p. 27) que seules les plantules mises en chambre climatisée après l'action du froid hivernal ont réussi à débourrer et ont par la suite engendré sans cesse, par vagues successives, de nouveaux rameaux. Les deux résultats sont en parfait accord l'un avec l'autre. Nous reconnaissons cependant que de nouvelles expériences sont nécessaires pour tester la portée de notre hypothèse qui, pour l'instant, est entièrement originale.

CHAPITRE III

Les substances de croissance des bourgeons et des feuilles du chêne - Leur évolution Comparaison avec celles de quelques autres espèces ligneuses

INTRODUCTION

Les fluctuations du développement de la pousse herbacée des végétaux ligneux démontrées dans le précédent chapitre permettent d'envisager une dormance apparemment indépendante des facteurs du milieu, confirment le caractère endogène de la croissance rythmique, et donnent l'idée de l'existence d'un support chimique de ces variations. On peut penser que la vitesse de croissance de tout rameau résulte d'un équilibre entre des substances inhibitrices et stimulatrices, l'excès des premières provoquant un arrêt total suivi d'une entrée en dormance.

L'étude du chêne doit permettre

- de tester cette hypothèse, puisqu'il s'agit d'une espèce présentant des fluctuations rythmiques très accusées durant la belle saison,
- de vérifier si ce déterminisme reste le même en hiver lorsque la dormance typique a disparu, et s'il est le même encore lorsque l'on provoque des levées artificielles de dormance.

Enfin, comme nous avons souligné la parenté entre le comportement du chêne et celui d'autres espèces ligneuses, nous comparerons aussi l'évolution de leurs substances de croissance.

I. — TECHNIQUES

A. — Extractions

Nous avons utilisé soit des extraits globaux, soit des extraits fractionnés, de façon à séparer les substances acides et les substances neutres.

1° EXTRAITS GLOBAUX

Le principal solvant utilisé a été l'éther. Les tissus frais et pesés y séjournent au frigidaire (+ 1°) douze à vingt-quatre heures; bien entendu, l'éther est préalablement purifié par distillation à 55° en présence de sulfate ferreux et de chaux-vive (élimination des peroxydes).

Après décantation le solvant, réduit à quelques mm³, est déposé sur le chromatogramme.

Dans certains cas, nous avons utilisé comme solvant l'alcool absolu en mélange avec l'eau (60 cc alcool pour 40 cc eau), le méthanol et l'eau (méthanol 60 cc pour eau 40 cc), ou l'acétone et l'eau (50 cc pour 50 cc).

Nous avons aussi extrait par l'alcool de grandes quantités de matériel et, après décantation et distillation partielle, conservé l'ensemble à — 15°.

2° SÉPARATION DES SUBSTANCES ACIDES ET NEUTRES

Nous avons utilisé soit la méthode de Larsen au bicarbonate et à l'acide chlorhydrique, soit la chromatographie dans l'hexane. On sait que la première technique consiste à transformer les acides en sels, de façon à augmenter leur solubilité dans l'eau; une décantation permet de les isoler des substances neutres (non acides), qui restent dans l'éther.

La seconde méthode, mise au point par NITSCH, consiste à chromatographier une première fois un extrait concentré dans l'hexane (hexane 75 cc, chloroforme 15 cc, eau 5 cc). Seules les substances non acides migrent et se séparent; on découpe le spot de départ et après élution on procède à une deuxième analyse dans un nouveau solvant (à base d'isopropanol ou de butanol) (405 - 406).

3° PURIFICATION DES EXTRAITS

Elle est indispensable, principalement à cause des gommés très abondantes dans les bourgeons, et de la chlorophylle des feuilles. Un résultat assez satisfaisant est obtenu en évaporant à sec l'extrait étheré et en ajoutant quelques centicubes d'eau dans l'ampoule à évaporer. Les substances de croissance passent en solution; les pigments et les composés lipidiques restent en suspension. Il suffit de filtrer, de reprendre par l'éther et de chromatographier selon la méthode habituelle.

On peut employer aussi une méthode préconisée par NITSCH, qui, non seulement élimine la chlorophylle, mais sépare en outre inhibiteurs et stimulateurs: le matériel frais est passé à l'autoclave pendant 10 à 15 minutes pour inactiver les enzymes et mis en contact avec de l'éther de pétrole pendant quelques heures. Après décantation, on ajoute du méthanol froid. Ce dernier est évaporé, et le résidu est repris par un mélange d'éther et d'eau acidifié (0,5 % HCl concentré). Les chlorophylles se concentrent dans l'éther, les substances inhibitrices et stimulatrices restent dans l'eau acide. On agite alors l'extrait aqueux avec du charbon actif, on filtre: les inhibiteurs sont dans le filtrat, les stimulateurs sont adsorbés; on les élue au méthanol bouillant.

Cette méthode intéressante s'est cependant très mal adaptée à notre matériel, d'abord parce que de nombreuses substances actives restent dans l'éther, et aussi parce que les inhibiteurs et les stimulateurs sont toujours mélangés.

B. — Chromatographie

Nous avons utilisé, soit la chromatographie ascendante, soit la chromatographie descendante, avec une préférence pour cette dernière technique, qui nous a donné les meilleures séparations.

Nous avons toujours utilisé le papier Whatmann n° 1.

1° LES TÉMOINS

Pour chaque dosage, nous avons chromatographié

a) une goutte d'eau distillée mélangée ou non à de l'éther. Cette bande, après chromatographie, est découpée en dix parties égales, dont chacune est soumise aux tests biologiques.

b) Une goutte d'un mélange d'A.I.A. et d'A.I.N. (parfois d'ester éthylique de l'A.I.A., de gibbéréline, de kinétine). Nous avons révélé par réaction colorée le point de migration des différentes molécules (pour la kinétine et la gibbéréline, nous avons recours aux tests biologiques).

2° LES EXTRAITS

Ils représentent toujours un poids défini de matériel (2 g. de poids frais pour les inhibiteurs, 200 mg de poids frais pour les stimulateurs); mais lorsqu'on doit comparer la teneur des différents organes ou la teneur d'un même organe à différentes époques, on utilise simultanément des quantités variées (dilutions).

3° LES SOLVANTS

Nous avons utilisé le plus fréquemment un mélange d'isopropanol 75 cc, ammoniacque 15 cc, eau 5 cc. La présence de l'ammoniacque est importante pour maintenir le Rf de l'A.I.A. en 0,4, mais elle peut être une cause d'artéfact (inhibition) déjà signalée par NITSCH.

Nous avons dans tous les cas étudié les substances de croissance des arbres d'après les chromatographies faites soit avec, soit sans ammoniacque. Cela nous a permis d'éliminer des irrégularités dues aux solvants.

Pour résoudre des problèmes plus spéciaux (par exemple pour comparer la migration d'une substance naturelle et celle d'une substance synthétique supposée identique), nous avons eu recours à toute la gamme des mélanges signalés dans les traités spécialisés ou même à l'eau pure. La chromatographie dans l'eau pure, qui inverse complètement le Rf de l'A.I.A. et de l'A.I.N., nous a souvent rendu de grands services.

4° CHROMATOGRAPHIES MULTIPLES ET INTERCONVERTIBILITÉ

Nos recherches ont abouti à la mise en évidence d'un nombre limité de substances (voir paragraphes suivants). Il nous a semblé indispensable de tenter de les isoler. Pour cela, une fois le Rf défini par des expériences préliminaires, nous découpons la zone de papier susceptible de les contenir, et, après élution, le nouvel extrait était soumis à la chromatographie. Nous espérons obtenir un seul point d'activité correspondant exactement à la place occupée par la substance sur le précédent chromatogramme. Dans bien des cas, le résultat est conforme à l'attente, mais les exceptions sont nombreuses. Il est fréquent, par exemple, d'avoir deux zones d'activité au lieu d'une, comme si, pendant la chromatographie, un dédoublement ou une modification moléculaire avait eu lieu, responsable du nouveau Rf. Nous nommons interconvertibilité ce phénomène qui a déjà été décrit par quelques auteurs.

C. — Les tests biologiques

Nous avons utilisé principalement trois tests: le test mésocotyle, spécifique des stimulateurs et surtout des auxines et des gibbérél-

lines, le test coléoptile de blé (test Bonner) sensible aux inhibiteurs, et le test hypocotyle de Nielle (test *Agrostemma*), qui permet de séparer activité auxinique et activité gibbérellinique.

1° TEST MÉSOCOTYLE

Nous l'avons utilisé tel qu'il a été mis au point par NITSCH (408). Sa sensibilité est bien celle signalée par les auteurs auxquels nous renvoyons pour le détail des manipulations à réaliser.

Nous insistons cependant sur le fait que la présence d'inhibiteur dans un extrait contenant soit des auxines, soit des gibbérellines ne change en rien les stimulations observées. Nous en avons fait maintes fois l'expérience. Ceci est fondamental, sinon il serait impossible d'affirmer qu'un extrait ou un Rf est dépourvu d'activité, une croissance des segments comparable à celle des témoins pouvant résulter d'une interférence entre stimulation et inhibition.

2° LE TEST COLÉOPTILE DE BLÉ

Ce test est également classique. Rappelons que les segments de 5 mm prélevés sur des coléoptiles de 2,5 cm doublent pratiquement de longueur dans le tampon phosphate sucré de pH 5. Les stimulations auxiniques sont possibles, mais elles exigent de fortes concentrations; au contraire les inhibitions sont facilement décelables et sont proportionnelles à la quantité de substances présentes.

Dans nos expériences avec le blé, nous n'avons jamais tenu compte des stimulations, mais uniquement des inhibitions.

3° LE TEST AGROSTEMMA

Dérivé de la méthode de BORRIS, il a été mis au point dans notre laboratoire par BARNOLA (32). Les segments, découpés à l'extrémité supérieure de jeunes hypocotyles de plantules développées à l'obscurité, croissent très peu dans un tampon sans auxine. Au contraire ils sont stimulés par des concentrations d'A.I.A. n'excédant pas quelques γ /l. La proportionnalité entre la croissance et la concentration n'est pas bonne, mais on peut mettre en évidence, grâce à ce test, des quantités très faibles d'auxine naturelle. L'A.I.A. est même la seule substance capable d'être décelée à très faibles doses; les gibbérellines, dont certaines ont un Rf voisin de l'A.I.A. dans les solvants que nous avons utilisés, sont pratiquement inactives.

Les résultats que nous allons exposer dans les pages qui suivent résultent de six années de recherches. Ils ont tous été répétés plusieurs fois. Par contre, nous n'avons pas tenu compte de certains faits exceptionnels, dont l'analyse serait peut-être intéressante, mais qui apparaissent trop irrégulièrement pour qu'on puisse les considérer comme des facteurs importants du développement des bourgeons.

II. — LES INHIBITEURS ET LEUR EVOLUTION

Rappelons que c'est à l'aide du test « coléoptile de blé » que nous avons étudié l'évolution des substances inhibitrices des bourgeons du chêne. Des analyses ont été faites régulièrement au cours du cycle complet de végétation et renouvelées pendant plusieurs années, en insistant particulièrement sur les moments où se produisent des changements physiologiques intéressants : entrées et sorties de dormance, passage d'un type de dormance à un autre, etc... Pour la clarté de l'exposé nous subdiviserons le cycle annuel en plusieurs étapes.

A. — Evolution des inhibiteurs entre l'arrêt de croissance automnal et le débourrement

1° LES INHIBITEURS SONT PRÉSENTS D'OCTOBRE A MARS

La planche X, où sont représentés des chromatogrammes réalisés successivement en octobre, novembre, décembre, montre que durant tout l'automne des inhibiteurs sont toujours présents et ne subissent aucune variation quantitative importante (fig. 42, 43, 44, planche X).

Rappelons qu'au cours de toute cette période, des rameaux coupés et placés dans une pièce dont la température est voisine de 18-20° ne se développent pas s'ils ne sont pas soumis à un traitement par l'éthylène chlorhydrine.

Rappelons au contraire qu'à partir de janvier, il suffit de rentrer des rameaux dans les mêmes conditions pour provoquer, au delà du délai habituel, le développement d'un certain nombre de bourgeons. Autrement dit la véritable dormance du chêne, celle sensible à l'éthylène chlorhydrine et que l'on peut qualifier d'endonome, avec les réserves faites au chapitre précédent, disparaît en janvier-février, donc bien avant le débourrement printanier ; il lui succède alors une dormance aitonome immédiatement levée par les hautes températures.

Cette variation physiologique va-t-elle de pair avec une évolution biochimique intéressant les inhibiteurs ? Les graphiques 45 - 46, planche X, nous montrent qu'il n'en est rien. On n'observe aucune variation, même quantitative, au cours des mois de janvier, février, mars.

2° LES INHIBITEURS SONT ACIDES

Des extraits fractionnés nous ont permis de préciser la nature de ces inhibiteurs. De l'observation des schémas représentés sur la planche X, il découle qu'ils sont toujours acides (fig. 46) et présentent les caractères du complexe β de Bennett Clark. Les fractions neutres (fig. 47 - 48) sont dépourvues d'activité. Dans les fractions acides l'inhibition, dans le solvant isopropanol - eau 80-20, se lo-

calise aux Rf 0,6 - 0,8; ces Rf correspondent bien à ceux indiqués pour les composés phénoliques constituant essentiels du complexe de Bennett-Clark.

Durant toute la période automnale et hivernale, les bourgeons de chêne renferment donc des quantités importantes d'inhibiteurs acides. Leur persistance lors du changement physiologique de février, c'est-à-dire lors d'une sortie partielle de dormance, nous empêche de les considérer, contrairement à ce qui avait été signalé par HEMBERG (220 - 224), WAREING (443 - 445 - 627 - 640 - 641 - 642) comme de véritables substances de dormance. On serait tenté de les prendre pour des artéfacts dus, par exemple, aux solvants d'extraction ou de chromatographie. Nous allons montrer qu'il n'en est rien.

3° CES INHIBITEURS SONT DES SUBSTANCES DE DÉBOURREMENT

Quelques jours avant l'éclosion des bourgeons, ils diminuent, puis disparaissent presque totalement. Les résultats résumés dans la planche XI (fig. 49, 50, 51, 52) ont été obtenus après extraction de bourgeons ne montrant encore aucun signe de développement, mais prélevés dans la nature peu avant le début des gonflements (premiers jours d'avril). Les fractions neutres (fig. 50, 52) aussi bien que les fractions acides (fig. 49, 51), sont dépourvues de tout pouvoir inhibiteur.

4° L'ÉVOLUTION APRÈS UN TRAITEMENT PAR L'ÉTHYLÈNE CHLORHYDRINE

Il ne semble pas que le débourrement puisse avoir lieu sans cette évolution. Mais en est-il de même lorsqu'on provoque artificiellement celui-ci par un traitement chimique de rameaux coupés (éthylène chlorhydrine par exemple)?

Nous savons en effet que, jusqu'en janvier, les bourgeons de chêne ne peuvent se développer et s'épanouir que s'ils ont subi un traitement chimique approprié. Nous avons donc placé des rameaux sous cloche en atmosphère saturée pendant 15 h. et les avons traités par des concentrations d'éthylène chlorhydrine allant de 5 cc à 0,01 cc. Ils étaient ensuite remis en atmosphère normale et soumis à l'extraction, soit immédiatement, soit après un laps de temps plus ou moins long allant jusqu'aux premiers débourrements.

Un tel traitement n'a pas un effet immédiat: l'inhibiteur diminue légèrement après 6 jours environ, mais c'est seulement trois ou quatre jours avant l'éclosion qu'il disparaît. Sur les graphiques 53 - 54 les bourgeons ont été dosés cinq jours après le traitement: l'inhibiteur acide (fig. 53) a déjà beaucoup diminué, la fraction neutre (fig. 54) étant toujours dépourvue d'activité. Le fait se précise sur le chromatogramme 55 qui renferme les substances de croissance

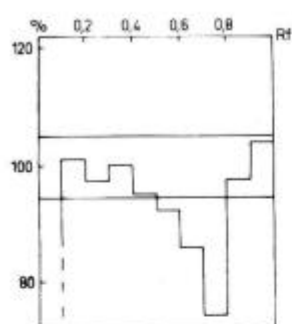
PLANCHE X

FIGURES 42-43-44. — Diagramme représentant les substances inhibitrices extraites de bourgeons de chêne récoltés en automne et séparées par chromatographie sur papier (extraction faite en octobre: figure 42, en novembre: figure 43, en décembre figure 44).

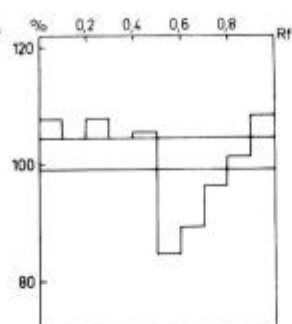
FIGURES 45-46. — Des bourgeons de chêne récoltés en janvier (figure 45) et février (figure 46) (c'est-à-dire au moment où la dormance devient autonome) sont toujours riches en inhibiteurs dosables au test coléoptile de blé.

FIGURE 46. — Les fractions acides obtenues après chromatographie à l'hexane sont très actives sur le test coléoptile de blé, ce qui prouve la nature acide des inhibiteurs (dosages du 12-2-60).

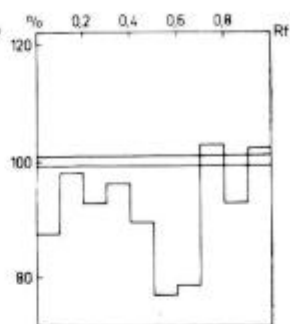
FIGURES 47-48. — Les fractions neutres des mêmes extraits sont dépourvues de toute activité (Dosages des 12-2-60, 15-1-59, 2-2-61).



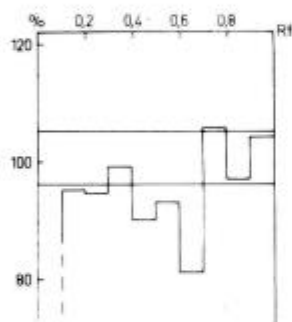
42



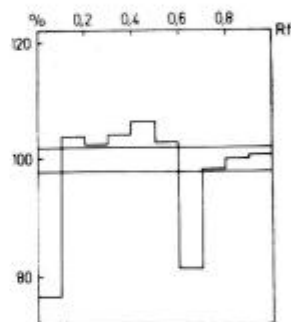
43



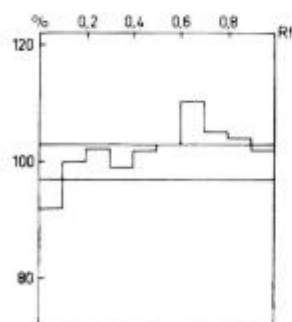
44



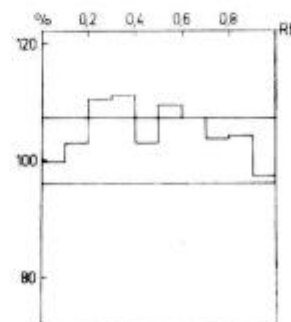
45



46



47



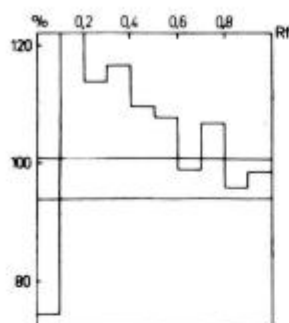
48

PLANCHE XI

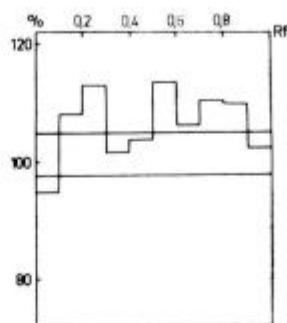
FIGURES 49-51. — Les fractions acides obtenues avec des extraits de bourgeons récoltés quelques jours avant l'éclosion ne présentent aucun pouvoir inhibiteur significatif. (Dosages des 20-4-60, 24-4-59, 17-4-59).

FIGURES 50-52. — Les fractions neutres correspondantes sont également dépourvues de toute activité. (Dosages des 20-4-60, 24-4-59, 17-4-59).

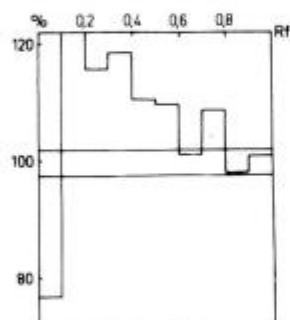
FIGURES 53-54-55. — Lorsque les bourgeons ont subi un traitement à l'Éthylène Chlorhydrine, l'inhibiteur acide commence à diminuer 5 jours après le traitement (figure 53); 18 jours après, c'est-à-dire quelques jours avant l'éclosion, il a totalement disparu (figure 55). La fraction neutre (figure 54) reste dépourvue d'activité).



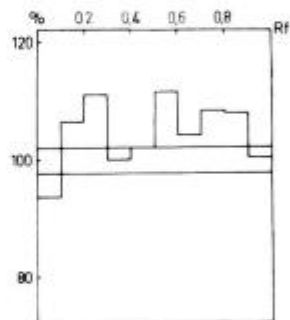
49



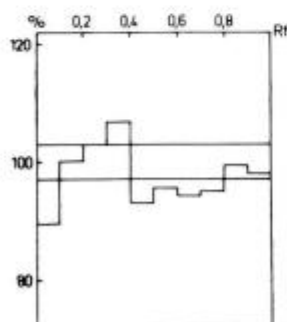
50



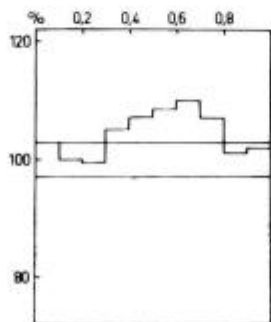
51



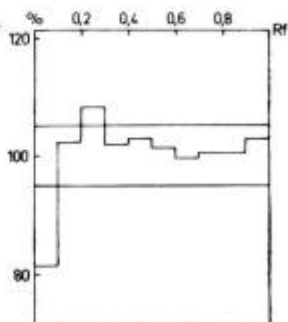
52



53



54



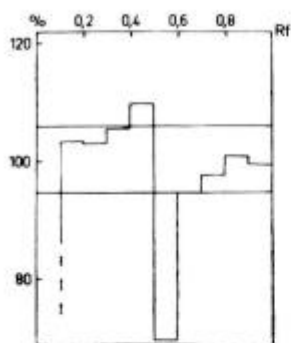
55

PLANCHE XII

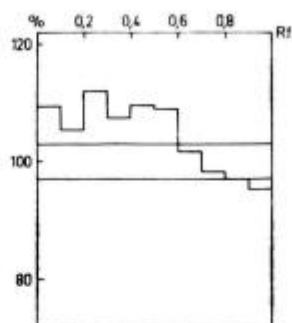
FIGURE 56. — Chromatogramme réalisé avec un extrait de bourgeons commençant à gonfler: l'inhibiteur est réapparu. (Dosage du 24-4-60).

FIGURES 57-58-59. — La quantité d'inhibiteur augmente avec le développement des bourgeons: figure 57: bourgeon épanoui; figure 58: bourgeons présentant quelques feuilles; figure 59: un axe est déjà visible.

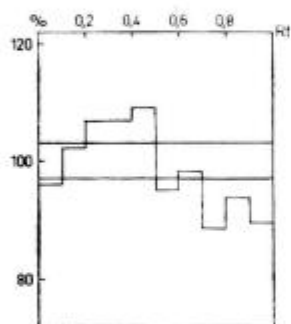
FIGURES 60-61-62. — Chromatographie de bourgeons en épanouissement: réapparition de l'inhibiteur.



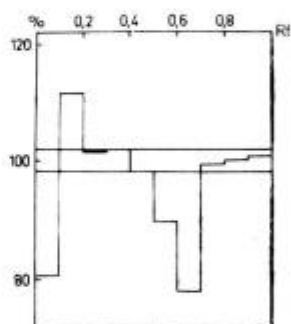
56



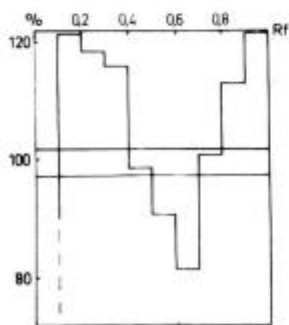
57



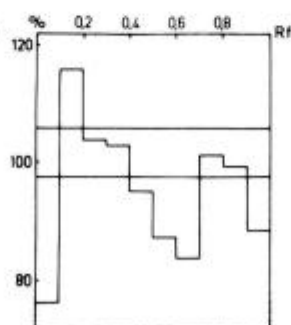
58



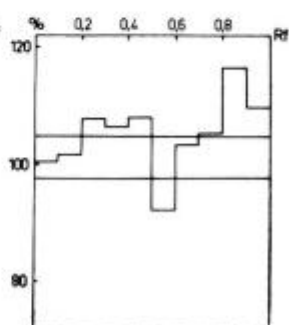
59



60



61



62

extraites de bourgeons récoltés en octobre et dosés 18 jours après l'exposition aux vapeurs d'éthylène chlorhydrine, soit trois ou quatre jours avant le débourrement. Nous n'observons plus aucune trace d'inhibiteur.

5° LE STADE SANS INHIBITEUR EST TRÈS FUGACE

Dans les conditions naturelles, comme après un traitement chimique, l'inhibiteur réapparaît, très abondant, dès les premiers gonflements visibles des bourgeons. Cette idée est illustrée par les chromatogrammes groupés dans la planche XII. La figure 56 a trait aux substances extraites de bourgeons traités à l'éthylène chlorhydrine et dosées au début du débourrement. L'inhibiteur est réapparu, très localisé au Rf 0,7, mais déjà abondant. Une comparaison établie entre les schémas 57 - 58 - 59 indique que la quantité d'inhibiteurs va croissant avec le développement des bourgeons.

Remarque. — Si l'on s'en tenait aux résultats obtenus sur rameaux coupés après avoir levé leur dormance naturelle par un moyen chimique, on pourrait être d'accord avec la plupart des chercheurs (HEMBERG - WAREING...) et admettre que la levée de dormance est en liaison étroite avec une disparition d'inhibiteurs, disparition qui coïncide avec le début de la croissance. Mais il en est ainsi uniquement parce qu'un traitement chimique de type éthylène chlorhydrine groupe dans un laps de temps très court (15 à 20 jours au maximum) à la fois sortie de dormance et reprise de croissance. Il est donc difficile de dire ce qui, dans l'évolution hormonale, revient à l'un ou à l'autre de ces deux phénomènes.

Mais il n'en est pas de même dans la nature: sortie de dormance et débourrement sont alors très nettement distincts: depuis l'automne la dormance évolue progressivement, et en février sa diminution est suffisante pour permettre une éclosion sans recours aux moyens chimiques, mais la croissance des bourgeons n'a lieu le plus souvent qu'au début d'avril. Grâce à cet étalement dans le temps, nous avons pu dissocier levée de dormance et disparition du pouvoir inhibiteur des extraits. Ce qui devrait se produire en février c'est au moins une diminution de l'inhibiteur, or elle n'a pas lieu. Donc quantitativement rien ne justifie le lien entre la possibilité de croissance à température élevée et inhibiteur. Au contraire, ce sera à ce moment qu'apparaîtra le stimulateur de Rf 0,5 qui modifie

stimulateur (croissant)
alors l'équilibre quantitatif, le rapport $\frac{\text{stimulateur (croissant)}}{\text{inhibiteur (constant)}}$.

C'est pourquoi nous considérons ces substances acides comme liées au débourrement beaucoup plus qu'à la dormance proprement dite.

B. — Evolution des inhibiteurs après le débourrement et pendant la période estivale

1° LEUR PRÉSENCE ET LEUR IMPORTANCE AU DÉBUT DU DÉVELOPPEMENT

Nous venons de voir qu'après le développement provoqué par un traitement à l'éthylène chlorhydrine, l'inhibiteur réapparaît très rapidement et qu'il en est de même après le débourrement naturel. Les graphiques 60 - 61 - 62 (planche XII) donnent une idée des substances de croissance extraites de bourgeons commençant à s'épanouir. Une comparaison entre les figures 49 et 61 d'une part et 51 et 60 d'autre part, fournissent la preuve que du matériel prélevé à la même date (20 avril 1960 dans le premier, 24 avril 1959 dans le second) peut avoir un taux d'inhibiteur absolument différent suivant que les bourgeons sont sur le point de se développer ou présentent un gonflement à peine visible. Dans le premier cas, l'inhibiteur a disparu, dans le second il est à nouveau présent et en quantités aussi importantes que celles observées en hiver (voir planche X). Cette forte teneur en inhibiteurs demeure inchangée pendant toute la première période de croissance de la jeune pousse. Nous ne dosons ici que des inhibiteurs de bourgeons ou de petits apex, mais nous montrerons plus loin que toutes les feuilles grandes ou petites en contiennent également beaucoup. L'évolution de la jeune pousse se poursuit donc malgré la présence des substances inhibitrices. Mais on est tenté néanmoins d'établir un parallélisme entre le peu de durée de la croissance d'un bourgeon de chêne et cette précocité de réapparition des inhibiteurs. On imagine volontiers qu'un antidote existe d'abord en quantité considérable, puisque, dès qu'il diminue suffisamment, tout développement devient impossible. Pour vérifier cette hypothèse, il faudrait prouver que la période sans inhibiteur est plus longue sur une espèce dont les pousses herbacées croissent plus longtemps au cours du printemps. C'est ce que nous étudierons dans la dernière partie de ce chapitre.

2° EVOLUTION DES INHIBITEURS AU MOMENT DE LA SAINT-JEAN

Au contraire, quelques jours avant la Saint-Jean, lorsque à l'aiselle des feuilles supérieures les bourgeons subissent un gonflement à peine perceptible, nous retrouvons la brusque disparition des inhibiteurs. La figure 63 (planche XIII) représentant les substances acides de bourgeons sur le point de se développer, illustre ce fait. Les fractions neutres 64 (planche XIII) sont toujours dépourvues de toute activité.

PLANCHE XIII

FIGURE 63. — Fraction acide d'extraits étherés de bourgeons récoltés quelques jours avant la Saint-Jean: aucune substance inhibitrice n'est décelable. (Dosage du 3-7-59).

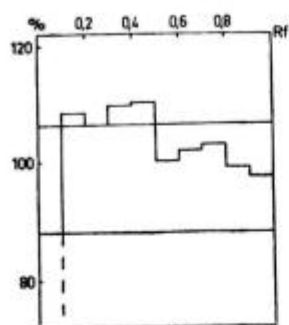
FIGURE 64. — Les fractions neutres correspondantes ne présentent aucune activité significative. (Dosage du 26-6-59).

FIGURE 65. — Les substances inhibitrices acides sont à nouveau présentes avant même que les pousses de la Saint-Jean aient épanoui leurs premières feuilles. (Dosage du 26-6-59).

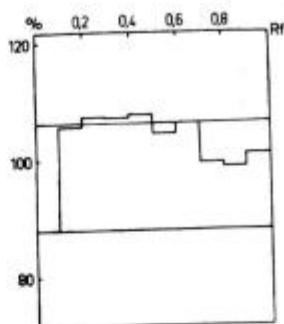
FIGURE 66. — Les inhibiteurs neutres sont toujours absents. (Dosage du 26-6-59).

FIGURES 69-70. — Une chromatographie de feuilles, juin (figure 69), septembre (figure 70), révèle la présence constante de substances inhibitrices.

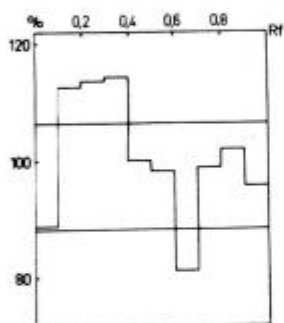
FIGURE 71. — De même les axes aussi bien en avril qu'en août (figure 71) présentent une zone inhibitrice significative.



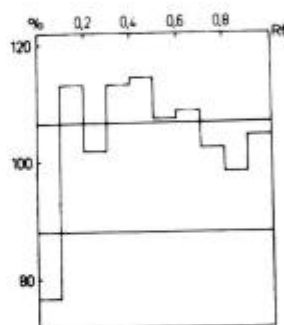
63



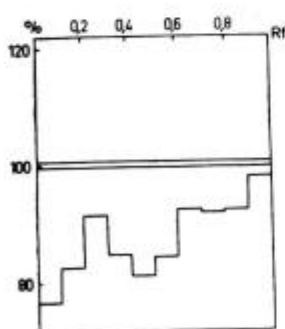
64



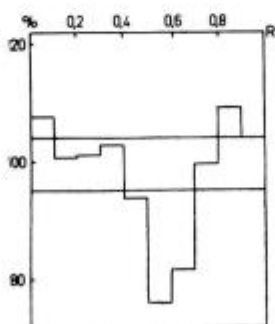
65



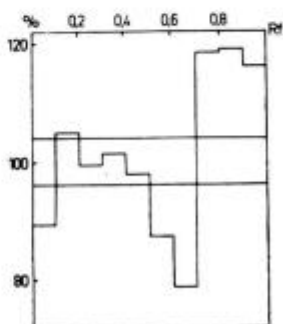
66



69



70



71

3° CET ÉTAT EST TRÈS FUGACE

Cet état n'est pas plus durable qu'au début du printemps: avant que les pousses de la Saint-Jean aient épanoui leurs premières feuilles, les inhibiteurs sont à nouveau présents. Le schéma 65 réalisé aux mêmes dates que les précédents, mais avec des bourgeons commençant à verdier, est riche en inhibiteur acide, les fractions neutres (66) étant toujours sans action.

4° L'ÉVOLUTION SE RÉPÈTE EN AOÛT

Les chromatogrammes demeureront identiques jusqu'au moment de l'apparition des pousses d'août où les mêmes stades se renouvellent. Ce fait est important, car il montre clairement que, chez le chêne, il n'y a pas de débourrement sans disparition de l'inhibiteur, mais que cette disparition est toujours fugace. Il montre aussi que de ce point de vue toutes les sorties de dormance sont comparables, et que la façon de les lever (froid, éthylène chlorhydrine, facteurs endogènes) est sans influence. Ceci renforce le rôle que l'on attribue aux inhibiteurs dans le débourrement.

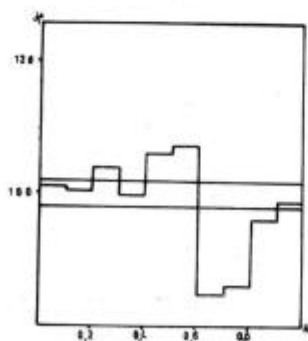
5° INHIBITEURS ET ACROTONIE

Les bourgeons de base, qui chez le chêne ne s'épanouissent jamais, subissent la même évolution que les éléments apicaux (fig. 67 et 68): l'inhibiteur subit les mêmes fluctuations que ces derniers (disparition et brusque réapparition) aux mêmes moments. Il n'y a aucun gradient longitudinal comme chez certaines autres espèces acrotones.

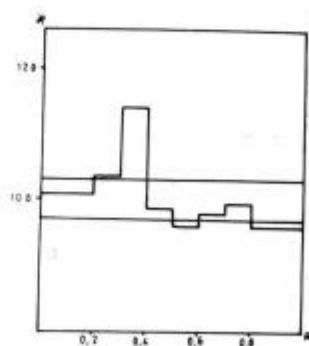
Dosages réalisés avec des bourgeons de base qui chez le chêne ne s'épanouissent jamais. L'inhibiteur subit la même évolution que chez les éléments apicaux.

67 = chromatogramme de septembre 1958.

68 = chromatogramme de juin 1959 — il n'y a plus trace d'inhibiteur.



67



68

6° COMPORTEMENT COMPARÉ DES BOURGEONS ET DES FEUILLES

Seuls les bourgeons subissent ces modifications à la Saint-Jean et en août. Les feuilles, qu'elles soient grandes ou petites, contiennent toujours beaucoup d'inhibiteurs et ne sont pas intéressées par ces changements d'avril à septembre (fig. 69-70, planche XIII). Il en est de même pour les tiges (fig. 71, planche XIII).

L'évolution des inhibiteurs est donc un phénomène local ne s'étendant pas au rameau dans son ensemble. Or, ce caractère local, cette absence de transmission, de corrélations, est ce qui caractérise le mieux la dormance et s'accorde très bien avec le fait décrit précédemment de l'absence apparente de corrélations d'inhibition sur la pousse herbacée du chêne. On comprend mieux que la période de croissance soit si courte.

C. — Discussion et conclusions

1° L'évolution des inhibiteurs au cours d'un cycle complet de végétation d'une part; la comparaison entre reprise de croissance naturelle et développement provoqué artificiellement par un traitement chimique d'autre part, nous permettent d'envisager ces inhibiteurs comme des substances de débourement plutôt que de dormance. Il semble en effet que leur disparition coïncide davantage avec une reprise de croissance qu'avec une sortie de dormance véritable, puisque aucun changement ne se produit en février lors de la disparition du besoin d'éthylène chlorhydrine.

Le cas du chêne est assez particulier. Les autres espèces étudiées (frêne, érable... comme les tubercules de pommes de terre) montrent plutôt une disparition progressive au cours de l'hiver, et, bien qu'on signale rarement une disparition totale, le parallélisme avec la dormance est à première vue meilleur. Aucune réapparition aussi brutale n'a également été signalée. Mais aucune des espèces étudiées n'avait des périodes de croissance aussi étroitement localisées dans le temps que le chêne: d'où l'hypothèse d'une relation de cause à effet entre les deux observations.

2° Nous n'avons pas tenté de préciser la nature chimique de ces inhibiteurs. Avant de le faire, il fallait d'ailleurs bien établir le parallélisme entre leur évolution et un phénomène biologique. Si on ne prend pas cette indispensable précaution, on risque de faire de la chimie végétale analytique utile, certes, mais les corps isolés pourront ne pas intervenir dans le développement. Or nous ne pouvons pour l'instant attribuer aucun rôle fondamental à ces inhibiteurs dans la dormance. Il n'y avait donc aucune urgence à les purifier. Ce sera le sujet de recherches ultérieures. Pour l'instant nous affirmons que ces corps sont acides, se localisant dans le solvant isopropanol-eau au même Rf que le complexe β de Bennett-Clark.

On sait que le complexe β est constitué essentiellement d'acides phénoliques (VARGA et ses collaborateurs). Plus récemment encore, MARINOS et HEMBERG (354) suggèrent que ces acides phénoliques agissent en supprimant les phosphorylations génératrices de liaison riches en énergie. La dormance serait alors liée à une inhibition de certains processus respiratoires. Mais comment expliquer qu'une application d'acides phénoliques, même à très forte concentration, puisse stimuler des bourgeons alors qu'un extrait naturel est inhibiteur? N'existe-il pas autre chose dans cet extrait qui pourrait être considéré comme la véritable substance active? Aucune réponse satisfaisante n'a, à notre connaissance, été donnée. GUERN a isolé récemment plusieurs acides phénoliques des frondes de lentilles d'eau; il a mis en évidence des corps volatils, sans doute aldéhydiques, qui se groupent au même R_f sur les chromatogrammes. Mais il travaille avec un matériel non dormant et n'a pas étudié l'évolution quantitative qui devrait se produire au moment de la formation des turions ou de leur « germination ». Il n'y a donc aucune raison pour qu'il s'agisse de composés importants pour le développement de la plante.

3° L'évolution des inhibiteurs intéresse tous les bourgeons, qu'ils soient destinés à se développer ou non. Nous ne retrouvons pas sur le chêne le gradient signalé par DÖRFFLING sur l'érable. Et cependant les rameaux de chêne sont acrotones comme ceux de l'érable. L'absence de développement des bourgeons de base ne peut donc ici s'expliquer par la présence d'un inhibiteur qui aurait disparu dans ceux du sommet. Nous proposons ultérieurement une autre hypothèse, faisant intervenir la production par les bourgeons du sommet de stimulateurs spéciaux différents peut-être de ceux qui interviennent dans la dormance, et qui donnent aux éléments apicaux le pouvoir d'agir sur ceux de la base par voie corrélatrice.

4° L'analogie de l'évolution hivernale et estivale ne nous apporte aucun argument en faveur de la similitude ou de la nature différente des deux dormances. Elle montre que, quel que soit le déterminisme de sa levée, les inhibiteurs disparaissent de façon temporaire. Comme il ne peut y avoir levée de dormance sans débourrement, il n'y a aucun inconvénient à considérer que la disparition des inhibiteurs lève seulement le dernier obstacle au développement des bourgeons.

III. — LES STIMULATEURS ET LEUR EVOLUTION

Parallèlement à l'étude des inhibiteurs, nous avons suivi l'évolution des substances stimulatrices à l'aide du test mésocotyle de NITSCH, dont la technique a été décrite précédemment. Pour exposer nos résultats, nous suivrons le même plan que celui adopté pour l'étude des inhibiteurs.

**A. — Evolution des stimulateurs
entre l'arrêt de croissance automnale et le débourrement**

1° *Au début de l'automne et jusqu'en janvier-février*, les stimulateurs sont en général peu abondants et localisés à des Rf variables.

a) Une présence est cependant constante: celle d'un stimulateur de Rf élevé 0,7 à 0,9 dans le solvant isopropanol - eau 80 - 20. Les graphiques 72 - 73 (planche XIV) en donnent des exemples, le premier pour octobre, le dernier pour décembre.

b) Lorsque des résultats plus complexes sont obtenus, on note souvent une faible action positive sur les mésocotyles au Rf 0,3 - 0,4 (fig. 74, planche XIV). Très rarement le pic de Rf élevé est à peine indiqué. Mais il faut signaler qu'au même moment des levées de dormance s'observaient çà et là dans des taillis voisins de ceux où les bourgeons ont été prélevés.

c) Un fractionnement des extraits par l'hexane montre que l'influence dominante provient à la fois de substance acide (fig. 75, planche XIV) et neutre (fig. 76, planche XIV). Cette dernière est la plus abondante; son Rf correspond à celui de l'A.I.N. dans le même solvant.

2° *Au moment du changement physiologique de février*, à la fin de la dormance endonome, il se produit un changement très important. Au cours de la première quinzaine de février, c'est-à-dire environ 8 à 10 jours après que le besoin d'éthylène chlorhydrine a disparu, on voit apparaître un stimulateur de Rf 0,5. Les chromatogrammes (planche XIV) réalisés le 29 janvier 1960 (fig. 77), le 27 février 1962 (fig. 78) montrent le début d'apparition du « pic » en 5. Par la suite, il devient plus important, mais reste moins actif que les substances qui s'accumulent aux Rf élevés (fig. 79, planche XV). Le dosage de mars 1961 (fig. 80, planche XV) indique ce fait de façon très précise. Cet état se maintiendra jusqu'au débourrement. Si, au lieu d'utiliser le solvant isopropanol - ammoniacal - eau, on chromatographie dans l'eau pure, le résultat reste le même mais les Rf sont inversés (fig. 81, planche XV). Notons que le spot de d'A.I.A. synthétique coïncide dans les deux cas avec celui du stimulateur apparu en février (Rf respectifs de 0,4 et de 0,8 dans les conditions de nos expériences).

Il faut ajouter les précisions suivantes:

a) des fractionnements à l'hexane permettent de déterminer sa nature acide (fig. 82, planche XV).

b) Lorsqu'on utilise des solvants variés, le Rf de l'A.I.A. coïncide toujours avec celui de la substance extraite du chêne: Rf 0,5 -

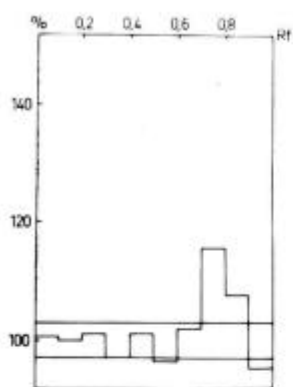
PLANCHE XIV

FIGURES 72-73. — En octobre (fig. 72), décembre (fig. 73), il y a *présence constante d'un stimulateur de Rf 0,7 0,9* dans le solvant isopropanol-eau (80-20).

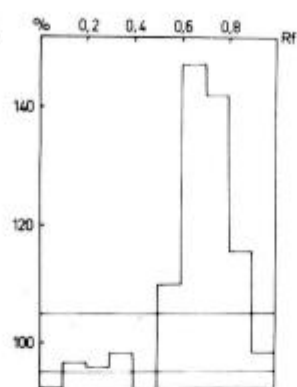
FIGURE 74. — Parfois il y a tendance à une stimulation localisée au Rf 0,3 (dosage du 26-10-62).

FIGURES 75-76. — Les substances décelées sont à la fois acides (fig. 75) et neutres (fig. 76) (fractionnement à l'hexane). (Dosage du 26-10-62).

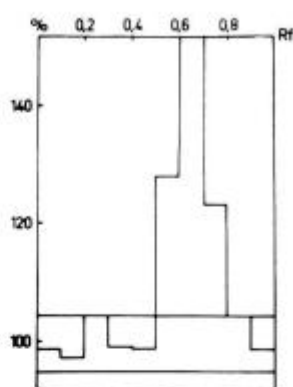
FIGURES 77-78. — Aussitôt après la disparition du besoin d'E.C. au début de février, un stimulateur de Rf 0,4-0,5 apparaît. (Dosages des 29-1-60, 27-2-62).



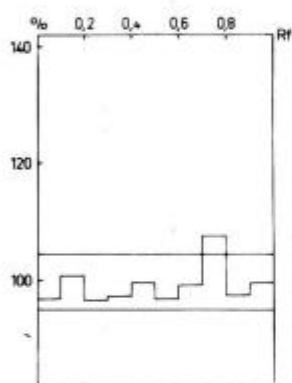
72



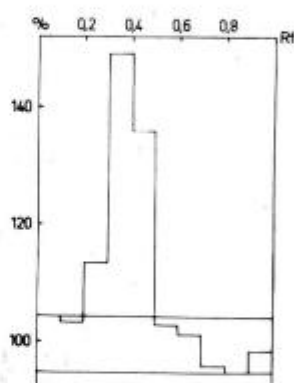
73



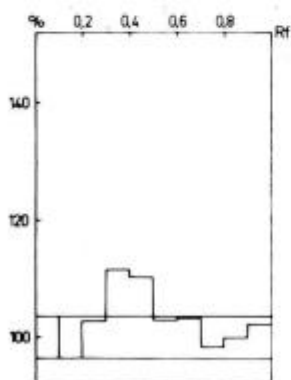
74



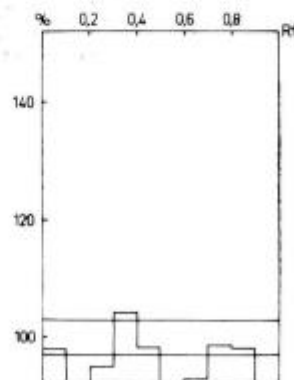
75



76



77



78

PLANCHE XV

FIGURES 79-80. — Ce stimulateur prend de l'importance, mais c'est toujours la substance de Rf élevé qui domine. (Dosages des 14-2-61, 7-3-61).

FIGURE 81. — Une chromatographie dans l'eau met en évidence les mêmes stimulations, les Rf sont simplement inversés. (Dosage du 21-2-61).

FIGURE 82. — Après fractionnement à l'hexane, la stimulation de Rf 0,5-0,6 se retrouve dans la fraction acide. (Dosage du 25-2-60).

FIGURES 83-84. — Le stimulateur observé dans nos extraits est actif sur les hypocotyles de Nielle. C'est donc une auxine. Dosages des 27-1-62, 3-2-62).

FIGURE 85. — Par une élution et une 2^e chromatographie, on montre que la substance de Rf 0,5 est interconvertible avec le stimulateur de Rf élevé. (Dosage du 6-4-62).

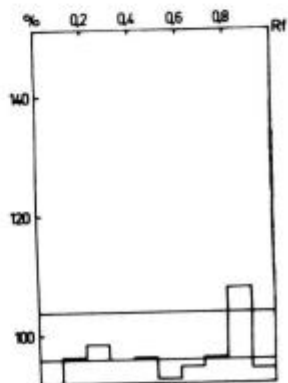
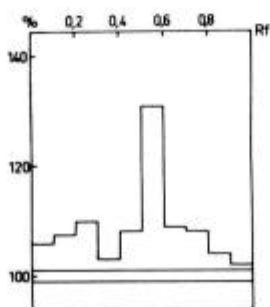
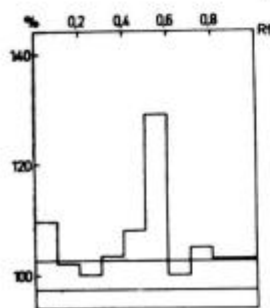
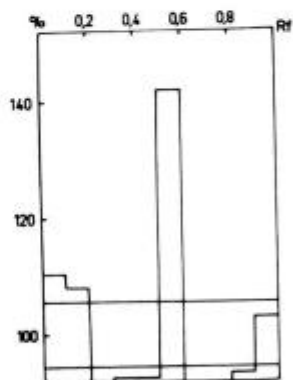
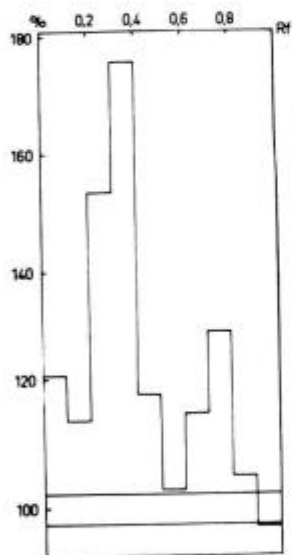
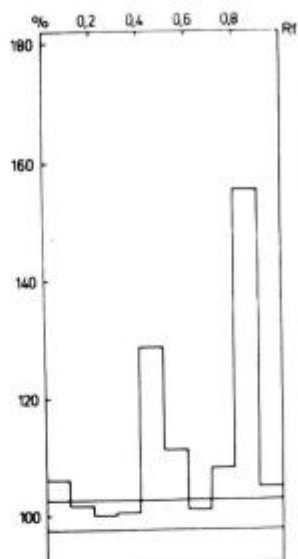
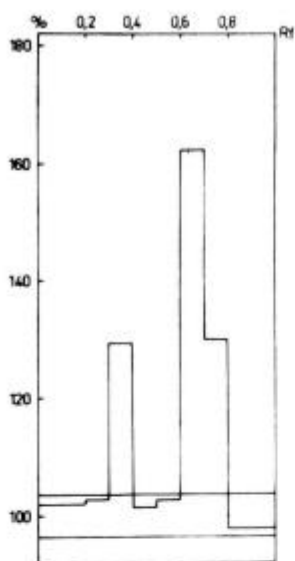


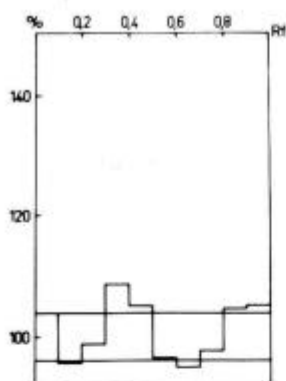
PLANCHE XVI

FIGURE 86. — L'interconvertibilité intéresse également le stimulateur de Rf 0,8. (Dosage du 6-4-62).

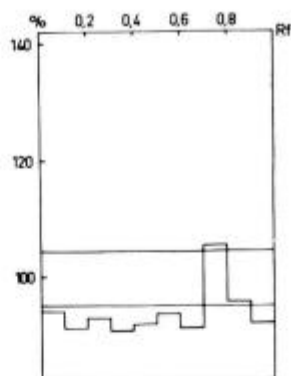
FIGURE 87. — La même expérience réalisée avant février donne un résultat négatif. Le stimulateur élué et rechromatographié se retrouve uniquement au Rf élevé. (Dosage du 26-1-62).

FIGURES 88-89-90-91. Chromatogramme réalisé 2 jours, 5 jours, 13 jours, 19 jours après un traitement à l'E.C. C'est seulement une quinzaine de jours après le traitement, c'est-à-dire 3 ou 4 jours avant l'éclosion des bourgeons que le stimulateur de Rf 0,5 apparaît.

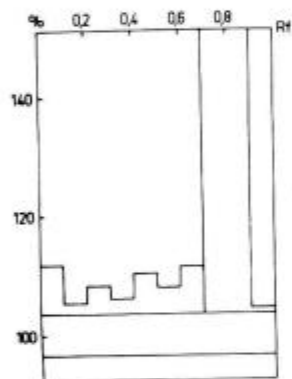
FIGURE 92. — Chromatogramme de bourgeons laissés au laboratoire sans traitement et dosés après 20 jours. Il n'y a jamais de stimulateur de Rf 0,5. (Dosage du 17-12-60).



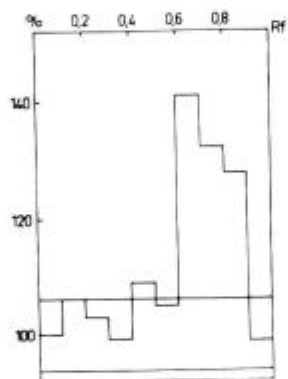
86



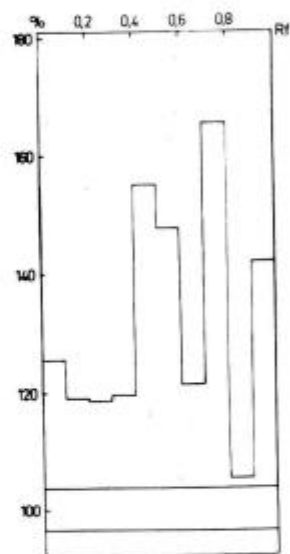
87



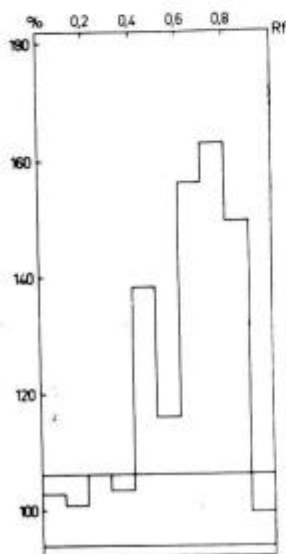
88



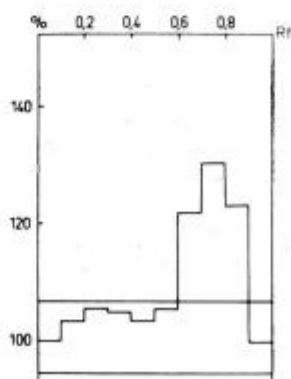
89



90



91



92

0,6 dans le solvant isopropanol - eau 80 - 20. Rf 0,3 - 0,4 dans le solvant isopropanol - ammoniac - eau 80 - 15 - 5 (fig. 78 et fig. 80, pl. XV). Rf 0,8 - 0,9 dans le solvant eau 100 % (fig. 81, pl. XV).

c) Pour préciser encore mieux la nature de ce stimulateur, nous avons eu recours au test *Agrostemma* mis au point par BARNOLA (33) et qui est, nous l'avons déjà signalé, spécifique de l'A.I.A.; gibbérelline et kinétine restant sans effet. Quelques résultats sont résumés dans la planche XV (fig. 83 - 84): nous voyons que le stimulateur observé dans nos extraits est actif sur des hypocotyles de NIELLE.

d) Si on réalise les extractions avec d'autres solvants et notamment avec ceux préconisés par NITSCH, ou utilisés pour obtenir les gibbérellines (449 - 479 - 481), on ne révèle aucun centre d'activité nouveau sur les chromatogrammes.

e) Nous pouvons donc dire que la substance au Rf 0,5 dans le mélange isopropanol - eau est une auxine. Cependant un point nous empêche de conclure qu'elle est de l'A.I.A.: c'est son interconvertibilité avec le stimulateur de Rf élevé étudié précédemment. Après une première chromatographie, la zone comprise entre les Rf 0,4 et 0,6 est mise éluée dans l'éther, déposée sur une nouvelle bande et rechromatographiée. Le graphique 85 (pl. XV) montre que la stimulation en 0,5 - 0,6 a disparu, mais un pic significatif est obtenu au Rf 0,8. Dans d'autres cas on retrouve les deux stimulateurs.

f) Nous avons mentionné que le spot d'activité de Rf 0,8 provient d'un mélange de substances neutres (A.I.N.?) et acide. C'est évidemment cette dernière seulement qui est produite par convertibilité. Mais y a-t-il interconvertibilité?

— en éluant après fractionnement à l'hexane le Rf 0,8 acide et en soumettant l'éluat à une nouvelle chromatographie on peut obtenir assez souvent une substance au Rf 0,5 (fig. 86, pl. XVI).

— mais cette transformation a lieu uniquement à partir de février. La même expérience réalisée en automne donne un résultat négatif (fig. 87, pl. XVI).

Il semble donc qu'avec l'apparition dans les bourgeons d'une activité au Rf 0,5 coïncide la possibilité d'interconvertibilité. D'où l'idée, très difficile à prouver définitivement, que le principal changement apparu en février est une possibilité de formation d'A.I.A. à partir d'un précurseur ou d'une molécule plus complexe analogue à celle décrite récemment par ANDREAE, LEOPOLD, GMELIN, etc... (1).

(1) Colloque sur les substances de croissance naturelles, Gif-sur-Yvette. Juillet 1963. Sous presse.

3° Les conclusions précédentes ne peuvent être valables que si une *levée artificielle de dormance* produit dans les bourgeons un changement analogue. *C'est bien ce que prouvent les dosages réalisés après un traitement par l'éthylène chlorhydrine*. Des bourgeons traités le 7 décembre 1960 ont été soumis à l'extraction successivement 2 jours, 5 jours, 13 et 18 jours après le traitement. Chromatographie et fractionnement ont été réalisés comme de coutume. Les résultats réunis dans la planche XVI, fig. 88 - 89 - 90 - 91 indiquent que c'est seulement une quinzaine de jours après le traitement, c'est-à-dire 3 ou 4 jours avant le gonflement des bourgeons que l'on voit apparaître le stimulateur de Rf 0,5. Un chromatogramme témoin (fig. 92, p. XVI) donne les résultats obtenus avec des bourgeons récoltés à la même date, mais conservés au laboratoire sans traitement. Le dosage a été fait au bout de 20 jours: le stimulateur de Rf élevé est seul présent. Si l'on compare le moment où le stimulateur apparaît et celui où l'inhibiteur disparaît, on remarque que les deux phénomènes sont contemporains. C'est la raison pour laquelle une étude basée uniquement sur l'observation de rameaux coupés et traités au laboratoire ne peut pas permettre de distinguer, comme dans la nature, entre l'apparition du stimulateur (lié de façon plus précise à la sortie de dormance) et la disparition de l'inhibiteur.

B. — Evolution des stimulateurs après le débourrement et pendant la période estivale

1° Le stimulateur de Rf 0,5 apparu en février lors de la fin de la dormance endonome domine au moment du débourrement, puis très vite diminue. Les figures 93 - 94 (pl. XVII) le montrent clairement. La première a été réalisée 3 jours après le développement des bourgeons et la seconde 6 jours après: l'auxine de type A.I.A. a déjà nettement diminué. Par contre, le spot de Rf 0,8 tend à devenir plus important. Dès que l'activité du méristème apical est arrêtée, on peut voir (fig. 95, pl. XVII) que la stimulation a pratiquement disparu aux Rf moyens. Cette disparition se maintient pendant tout le développement de la jeune pousse, qui n'est plus alors qu'un allongement intercalaire.

2° Quelques jours avant les gonflements de la Saint-Jean on retrouve à nouveau l'activité au Rf 0,5. L'hétérogénéité morphologique du matériel rend toutefois difficile sa mise en évidence régulière: tous les bourgeons ne sont pas capables de donner en même temps une nouvelle pousse, et, selon la façon dont la récolte est faite dans la nature, les résultats peuvent être différents.

Des dosages réalisés avec des bourgeons prélevés sur des souches n'ayant pas donné de pousses de la Saint-Jean (fig. 96, pl. XVII) ont seulement le stimulateur de Rf élevé.

PLANCHE XVII

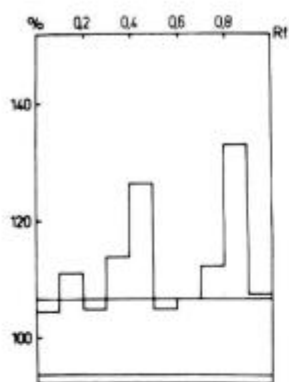
FIGURES 93-94. — Chromatogrammes réalisés 3 et 6 jours après l'épanouissement des bourgeons: la quantité de stimulateur de Rf 0,5 diminue. (Dosages des 27-3-62, 3-4-62).

FIGURE 95. — Chromatographie de jeunes rameaux ayant achevé leur développement. Seule se maintient la substance de Rf élevé. (Dosage du 6-5-61).

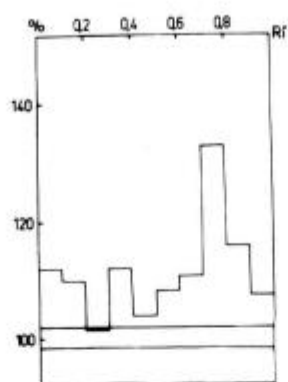
FIGURE 96. — Dosage réalisé avec des bourgeons prélevés sur des souches ne formant pas de Saint-Jean: une seule stimulation s'observe au Rf 0,8. (Dosage du 22-7-62).

FIGURE 97. — Lorsque les bourgeons, non encore épanouis, sont prélevés sur des souches formant des pousses de la Saint-Jean, le stimulateur Rf moyen domine. (Dosage du 12-2-62).

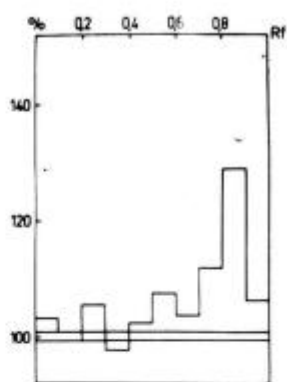
FIGURES 98-99. — En juin, au moment du gonflement des bourgeons, les deux spots s'équilibrent. (Dosages des 22-6-62, 19-6-61).



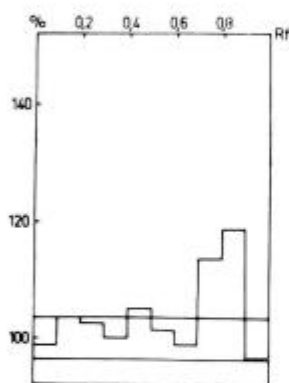
93



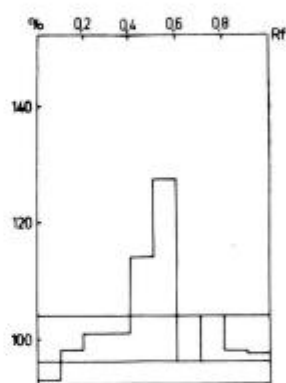
94



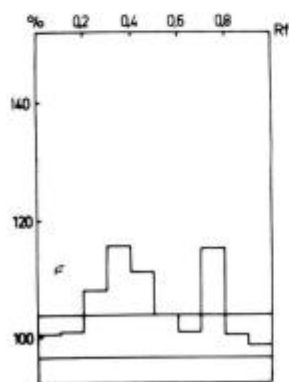
95



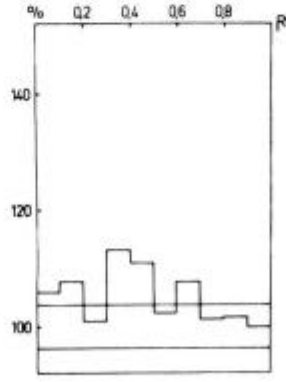
96



97



98



99

PLANCHE XVIII

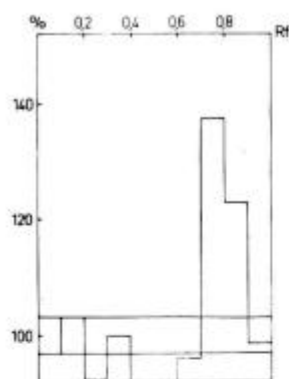
FIGURE 100. — Lorsque les premières feuilles de la pousse de la Saint-Jean apparaissent, seul le Rf 0,8 est actif sur le test mésocotyle. (Dosage du 28-5-62).

FIGURES 101-102. — Lorsque la croissance de la nouvelle pousse est terminée, on observe toujours une stimulation au Rf 0,8. (Dosages des 19-6-62, 4-6-61).

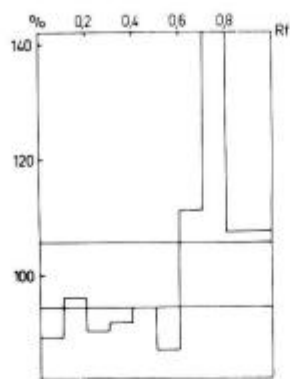
FIGURES 103 et 104. — Lorsque les bourgeons gonflent en août, la substance de Rf 0,5 est présente. (Dosages des 9-9-62 et 21-8-61).

FIGURE 105. — Les feuilles sont toujours riches en substance de Rf élevé. (Dosage du 4-7-62).

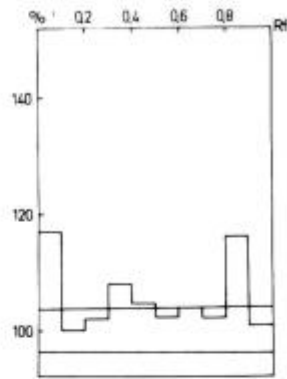
FIGURE 106. — Après une élution et une deuxième chromatographie, on montre que cette substance n'est pas interconvertible. (Dosage du 30-10-62).



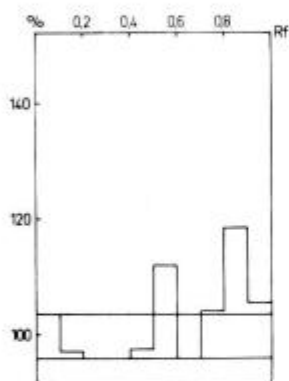
100



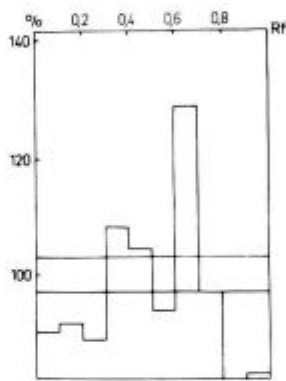
101



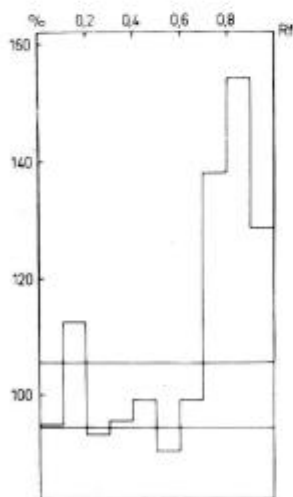
102



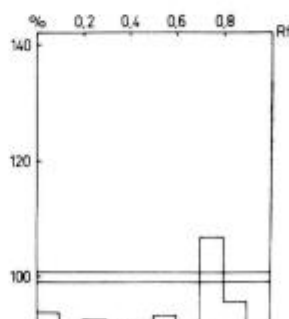
103



104



105



106

Lorsque les bourgeons ne sont pas encore épanouis au moment du dosage, mais ont été récoltés sur des souches formant des « Saint-Jean » (fig. 97, pl. XVII), le stimulateur de Rf moyen domine et parfois même existe seul. Au moment du gonflement l'activité des deux spots semble s'équilibrer (fig. 98 - 99, pl. XVII).

3° Mais dès que les ébauches atteignent 2-3 cm, formant déjà des feuilles, seul le Rf 0,8 est actif (fig. 100, pl. XVIII). Il en est de même lorsque la croissance de la nouvelle pousse est terminée (fig. 101, pl. XVIII).

Le fait est encore plus probant après comparaison de bourgeons prélevés sur la même souche, à la même date, les uns en voie de développement (fig. 99, pl. XVII), les autres (fig. 102, pl. XVIII) terminant leur croissance. Dans le premier cas, l'auxine de type A.I.A. domine, mais non dans l'autre.

4° Le même phénomène se répète lors de la formation des pousses d'août. Il suffit, pour s'en convaincre, de comparer les graphiques 103 - 104, pl. XVIII.

5° Comme dans le cas des inhibiteurs, seuls les bourgeons sont intéressés par ces modifications. Les feuilles ne subissent aucun changement et sont toujours riches, à quelque période de l'année que ce soit, en substances de Rf élevé (fig. 105, pl. XVIII). Ce stimulateur se localise au même Rf que celui trouvé dans les bourgeons dormants ou non. Il est acide. Comme dans le cas des bourgeons dormants, il n'est pas interconvertible (fig. 106, pl. XVIII).

C. — Discussion et conclusions

L'évolution des substances stimulatrices extraites des bourgeons du chêne récoltés dans la nature prouve que :

1° L'apparition du stimulateur de Rf 0,5 dans le solvant isopropanol - eau 80 - 20 est liée à la disparition de la dormance, puisque ses relations sont étroites avec les changements physiologiques et morphologiques observés en février, juin, août.

2° La disparition de cette même substance précède d'assez peu l'arrêt de fonctionnement de l'apex. On en conclut que la faible durée de chaque période de croissance est liée à l'absence d'une auxine active.

Dans ce cas, cependant, la réapparition des inhibiteurs est plus rapide encore. Il est donc possible qu'ils soient plus étroitement liés à l'entrée qu'à la sortie de dormance.

3° Le stimulateur de Rf 0,8 est souvent un mélange de substances neutres et acides pouvant servir de précurseur à la substance

de Rf 0,5. Ni les unes ni les autres ne sont liées directement à l'évolution des bourgeons.

4° L'interconvertibilité, dont le mécanisme reste mystérieux, se manifeste également lorsque la possibilité de croissance sans traitement chimique apparaît.

5° Les bourgeons sont le siège unique de ces évolutions. Les tiges et les feuilles n'y participent pas. Ce résultat est en accord avec l'absence de corrélations sur le rameau herbacé du chêne.

6° La répétition de cette même évolution en février, juin, août, c'est-à-dire dans des conditions variées de thermopériode et de photopériode montre qu'elle n'a aucun rapport avec les facteurs du milieu. Il s'agit d'un rythme d'évolution chimique parallèle au rythme de développement. Le fait que cette évolution chimique soit comparable à celle observée par d'autres auteurs sur des espèces dont la dormance est liée au milieu (Acer, Cornus...) prouve qu'il n'y a pas entre les deux les relations de cause à effet envisagées habituellement. Le mécanisme biochimique fondamental peut être déclenché dans des conditions diverses.

IV. — COMPARAISON DU CHENE ET DE QUELQUES AUTRES VEGETAUX LIGNEUX

Il nous a paru indispensable de rechercher quel degré de généralité pouvaient avoir les résultats obtenus avec le chêne en comparant son comportement à celui de quelques autres végétaux ligneux. Nous avons choisi les espèces d'après les caractères de leur dormance et la date de leur débourrement.

1° Dès octobre, les bourgeons de certains buissons se développent sans traitement chimique lorsqu'ils sont mis à température élevée. Ils se comportent donc comme ceux du chêne en janvier-février. Leur dormance est aitionome. Le lilas, le sureau, le troène correspondent à ce type. Ils diffèrent par d'autres caractères que nous signalerons dans le paragraphe qui leur est consacré.

2° Parmi les espèces à dormance endonome nous avons choisi le châtaignier, qui débourre un peu plus tôt que le chêne, et le frêne, qui débourre un peu plus tard.

Nous avons enfin repris l'étude du hêtre, dont le comportement estival est comparable à celui du chêne, mais dont, d'après WAREING, le développement printanier des bourgeons est dominé par la photopériode.

A. — Espèces apparemment comparables au chêne

1° LE FRÊNE.

a) *Caractères de la dormance et du développement des bourgeons.*

Nous noterons à nouveau ceux qui permettent une utile comparaison avec le chêne.

— Le passage de la dormance endonome à la dormance aitonome se produit aussi en février.

— Le débourrement est un des plus tardifs (deuxième quinzaine d'avril). Il laisse donc prévoir une difficulté particulière pour la levée de la dormance résiduelle.

— La croissance des pousses herbacées est durable. Elle se poursuit jusqu'en juillet-août sur les rejets vigoureux, même si la vitesse d'allongement subit des variations analogues à celles que nous avons signalées.

Pendant toute la croissance, une dominance apicale, des corrélations entre bourgeons existent. Les feuilles de grande taille en sont les facteurs importants. L'entrée en dormance est particulièrement lente et progressive.

Il est donc intéressant de comparer l'évolution des substances de croissance du frêne et du chêne d'octobre à mai, mais surtout de février à mai. On pourra ainsi décider si leurs différences de comportement sont liées à des caractères particuliers de ces substances de croissance.

b) *Les inhibiteurs et leur évolution (planche XIX).*

— Ils sont abondants, et pas plus que chez le chêne, ne disparaissent en février (fig. 107 et 108). Leur nature est acide (109).

— Mais ils ne disparaissent pas au moment du débourrement, ce qui est une différence importante avec le chêne (fig. 110).

— De même un traitement par l'éthylène chlorhydrique de novembre à février est sans effet (fig. 111), bien qu'il provoque la croissance. Il peut donc y avoir croissance en présence de quantités importantes de complexe β .

— C'est lorsque les bourgeons éclos évoluent en jeunes tiges herbacées que s'observe une diminution du pouvoir inhibiteur des extraits (fig. 112). Plus tard les jeunes organes en croissance restent pauvres en substances inhibitrices, mais toutes les parties adultes en sont abondamment pourvues. C'est là une nouvelle différence importante avec le chêne : on peut avec plus de certitude envisager une relation entre la brièveté de la période de développement printanier de cette espèce et la rapide réapparition du complexe β . L'abondance de ce dernier empêcherait une croissance durable, hâterait la rentrée en dormance.

— Remarquons enfin qu'à aucun moment il n'y a disparition totale de l'inhibiteur. L'interprétation précédente doit s'appliquer à une simple variation quantitative.

c) *Les stimulateurs et leur évolution* (planche XX).

Leur évolution est analogue à celle décrite précédemment chez le chêne.

— Jusqu'en mars des stimulateurs acides de Rf élevé sont seuls présents (fig. 113 - 114).

— A partir de cette date la substance de Rf 0,5 apparaît et se maintient en coexistence avec les précédentes (fig. 115). Sa formation est plus tardive que chez le chêne. Elles est également moins étroitement liée à la disparition de la dormance endonome, ne la précédant plus, mais la suivant avec un retard de trois à quatre semaines. Il n'est toutefois pas interdit de penser que des quantités non décelables dans les tissus soumis à l'extraction existaient auparavant.

— Un traitement par l'éthylène chlorhydrique fait apparaître cette même substance (fig. 116).

— Elle persiste dans tous les organes en croissance comme chez le chêne (fig. 117); cette croissance étant beaucoup plus durable, la mise en évidence est plus facile.

— Elle domine en général ou même est seule présente dans les entre-nœuds en croissance.

— Dans les organes adultes (feuilles) elle disparaît et on ne retrouve que les stimulateurs de Rf élevé (fig. 118). Il en est de même dans les bourgeons axillaires inhibés.

L'ensemble de ces résultats renforce donc l'idée d'un lien entre l'apparition d'une substance stimulatrice particulière et la diminution d'intensité de la dormance.

2° LE CHATAIGNIER.

a) *Caractères de la dormance et du développement des bourgeons.*

Ils sont très proches de ceux du frêne.

— A partir de février la dormance autonome succède à la dormance endonome.

— Le débourrement est contemporain de celui du chêne ou même un peu plus précoce. Cette année dans une même station les premiers gonflements sont apparus chez le châtaignier le 7 avril, chez le chêne le 10 avril.

Comme chez le frêne, la croissance des bourgeons est durable. On n'a jamais observé de pousses de la Saint-Jean.

— des corrélations entre bourgeons existent, mais leur caractère est inconnu.

PLANCHE XIX

Substances inhibitrices extraites des bourgeons du
Frêne.

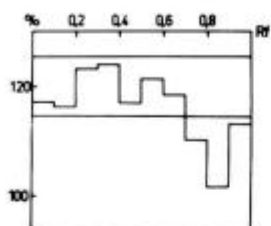
FIGURES 107-108. — Les inhibiteurs sont abondants
dès octobre (figure 107, dosage d'octobre 1960)
et sont encore présents en février (figure 108).

FIGURE 109. — Un fractionnement à l'hexane ré-
vèle leur nature acide.

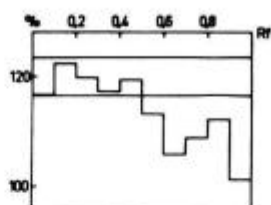
FIGURE 110. — Chromatogramme réalisé le 29
avril 1961 avec des bourgeons sur le point de
débourrer: l'inhibiteur n'est pas disparu.

FIGURE 111. — Des bourgeons traités à l'Ethylène
Chlorhydrine et dosés 12 jours après le traite-
ment sont toujours riches en substances inhi-
bitrices.

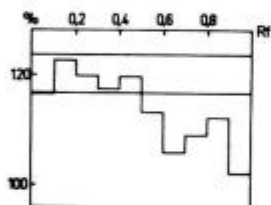
FIGURE 112. — Lorsque les bourgeons ont déjà
évolué en jeunes tiges herbacées (dosage de
mai 1961), l'inhibiteur diminue.



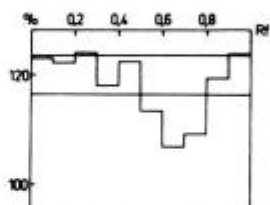
107



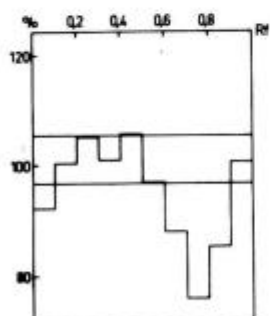
108



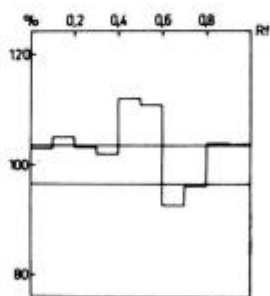
109



110



111



112

PLANCHE XX

Substances stimulatrices extraites des bourgeons
du *Frêne*.

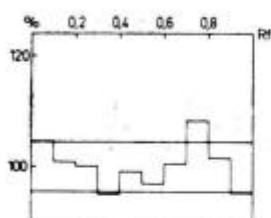
FIGURES 113-114. — Des dosages réalisés en décembre 1960 (figure 113) et en février 1961 (figure 114) mettent en évidence la seule présence de stimulateur de Rf élevé.

FIGURE 115. — En avril (dosage du 4 avril 1961), la substance de Rf 0,5 est apparue.

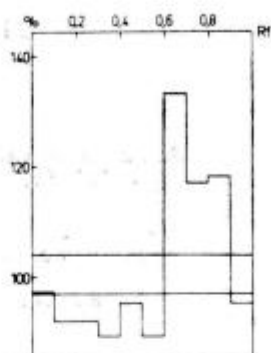
FIGURE 116. — Un traitement par l'Ethylène Chlorhydrine fait apparaître le stimulateur de Rf 0,5. (Dosage de décembre 1960).

FIGURE 117. — La substance de Rf moyen persiste dans les organes en croissance (jeunes tiges).

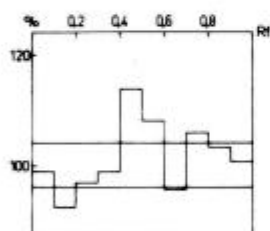
FIGURE 118. — Les feuilles adultes par contre sont dépourvues du stimulateur de Rf.



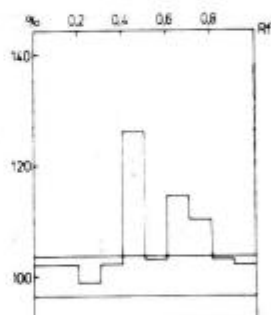
113



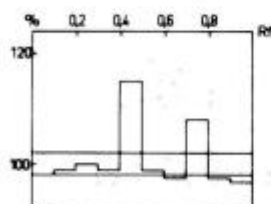
114



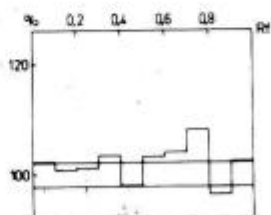
115



116



117



118

PLANCHE XXI

Substances inhibitrices extraites des bourgeons du
Châtaignier.

FIGURE 119. — En février (figure 119 = dosage de février 1963), les inhibiteurs sont très abondants (20 mg seulement de matériel ont été utilisés).

FIGURE 120. — Le chromatogramme réalisé avec 20 mg de bourgeons en gonflement traités par l'Éthylène Chlorhydrine montre que cette substance est sans effet sur la teneur en inhibiteur.

FIGURE 121. — En avril, une extraction faite à partir de 200 mg de bourgeons ne révèle pas plus d'inhibiteur qu'une extraction de février faite à partir de 20 mg (figure 121).

FIGURE 122. — Les substances inhibitrices ont réapparu dans les feuilles adultes. (Dosage d'avril 1963).

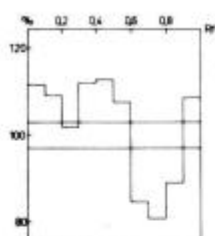
Substances stimulatrices extraites des bourgeons du *Châtaignier*.

FIGURES 123-124. — Durant tout l'automne (novembre 1962, figure 123 et décembre 1962, figure 124), un seul stimulateur de Rf élevé est présent. L'étude d'une fraction neutre (figure 123) permet de préciser sa nature.

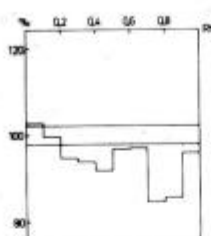
FIGURE 125. — Chez les bourgeons épanouis (dosage du 22 avril) elle devient plus abondante.

FIGURE 126. — Des bourgeons en gonflement après un traitement à l'Éthylène Chlorhydrine renferment aussi cette substance de Rf moyen.

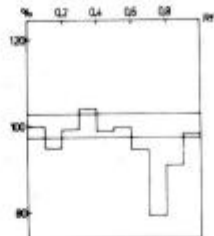
FIGURE 127. — Dans les feuilles de grande taille, on retrouve seulement les activités de Rf élevé.



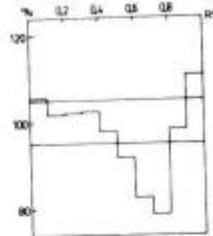
119



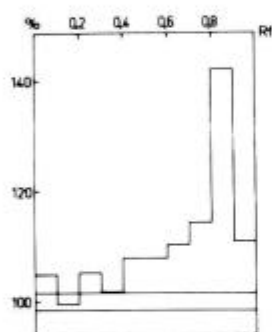
120



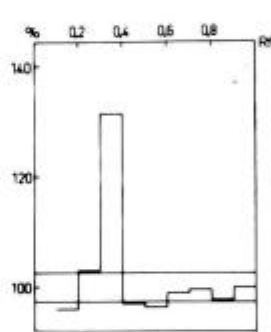
121



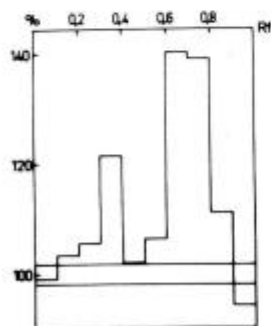
122



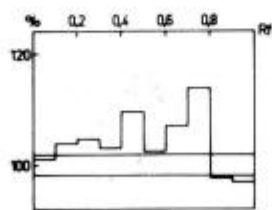
123



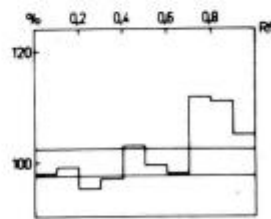
124



125



126



127

b) *Les inhibiteurs et leur évolution* (planche XXI).

— Ils sont présents et en grande abondance jusqu'au débourrement. Aucune diminution n'a pu être observée en février (fig. 119) malgré l'emploi de dilutions (en effet dans le graphique 119 nous avons utilisé seulement 20 mg de matériel), nous retrouvons toujours une zone inhibitrice significative.

— un traitement par l'éthylène chlorhydrine n'a aucun effet sur leur concentration bien qu'il provoque le développement. Le chromatogramme (120) est aussi réalisé avec seulement 20 mg de matériel.

— au moment du débourrement, c'est-à-dire en avril, une diminution s'amorce allant jusqu'à la disparition presque totale (sur le graphique 121 la quantité d'inhibiteur obtenue avec 200 mg de matériel est à peu près la même que sur les chromatogrammes précédents où nous avons seulement 20 mg). Ce résultat est à mettre en parallèle avec la croissance durable.

— ils réapparaissent dans les organes adultes où on les retrouve en automne (fig. 122).

c) *Les stimulateurs et leur évolution* (planche XXI).

— Durant tout l'automne un seul stimulateur de Rf élevé est présent (fig. 123). Il est neutre et se comporte comme l'A.I.N. (fig. 124). La fraction acide est dépourvue de toute activité.

— A partir de février, une deuxième substance de Rf moyen fait son apparition, elle peut correspondre à l'A.I.A. Son activité reste longtemps faible, mais devient plus importante et même domine parfois dans les bourgeons en croissance active (fig. 125). Cette apparition succède à la disparition de la dormance endonome.

— Un traitement par l'éthylène chlorhydrine fait aussi apparaître cette substance (fig. 126).

— Elle existe dans les jeunes organes (fig. 125), mais disparaît dans les feuilles de grande taille, où on retrouve seules les activités de Rf élevé (fig. 127). Ces dernières se maintiennent jusqu'en automne et ne disparaissent qu'après le jaunissement des limbes.

3° LE HÊTRE.

D'après WAREING, le développement printanier des bourgeons du hêtre est dominé par la photopériode. Le principal intérêt de l'étude de cette espèce est de la comparer à une autre ne jouissant pas de cette propriété. L'évolution des substances de croissance reflétera-t-elle cette différence?

a) *Caractères de la dormance et du développement des bourgeons.*

Rappelons que :

1° Les résultats de WAREING ont pu être retrouvés par des expériences sur rameaux coupés en chambres climatisées. Le jour

long (16 h) permet seul le développement, et l'ablation des écailles favorise beaucoup l'action de la lumière. Un fait nouveau est apporté: le besoin de jour long a pu être remplacé par les acides phénoliques.

2° Cette différence est la seule qui sépare chêne et hêtre: les deux ont des pousses de la Saint-Jean, une croissance de courte durée lors de chaque vague (bien que le hêtre soit moins caractéristique que le chêne à cet égard) et un débourrement tardif: la taille des bourgeons reste constante du mois de novembre à la première quinzaine d'avril; à cette date seulement ils gonflent et engendrent des axes longs ou courts.

b) *Les inhibiteurs et leur évolution* (planche XXII).

— Ils sont abondants durant tout l'automne. Ils sont à la fois acides et neutres (fig. 128 et 129).

— Ils ne diminuent pas en janvier lors du passage de la dormance endonome à la dormance aitionome: sur le chromatogramme (fig. 130) ils sont aussi abondants qu'ils l'étaient au mois de novembre; ils ne subissent aucune modification jusqu'en avril. Donc à un moment où les bourgeons se développent en jour long avec la plus grande facilité, l'inhibiteur reste présent.

— Ils diminuent et même disparaissent avant le gonflement des bourgeons (fig. 131). Ce stade s'observe au même moment que chez le chêne.

— Il est aussi très fugace. Dès que les ébauches commencent à s'épanouir, ils réapparaissent, mais peut-être un peu plus progressivement que chez le chêne. Les extraits de bourgeons gonflés (fig. 132) en sont moins riches que ceux de bourgeons bien développés présentant déjà une tige et de jeunes feuilles.

Les substances inhibitrices subissent donc la même évolution chez le hêtre et chez le chêne; cette disparition brusque, mais non durable, est une fois encore à mettre en parallèle avec les périodes d'allongement courtes, la croissance par vagues qui caractérisent ces deux espèces.

c) *Les stimulateurs et leur évolution* (planche XXIII).

— En automne, les bourgeons de hêtre possèdent très peu de substances stimulatrices (fig. 133), la stimulation dominante étant celle de Rf élevé (fig. 134).

— Ils augmentent progressivement (le graphique 134 réalisé en décembre est plus riche que le graphique 133 qui date de début novembre) avec l'apparition en février du stimulateur de Rf moyen (fig. 135). Celui-ci devient de plus en plus important, et en mars est aussi abondant que l'autre (fig. 136).

PLANCHE XXII

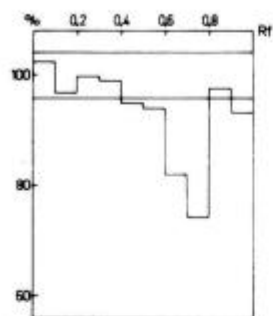
Substances inhibitrices extraites des bourgeons du
Hêtre.

FIGURES 128-1729. — Les inhibiteurs sont présents en automne (dosage de décembre 1961), ils sont à la fois acides (figure 128) et neutres (figure 129).

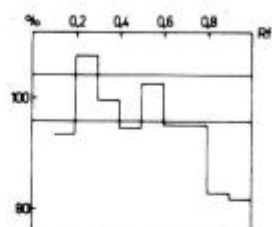
FIGURE 130. — En janvier ces inhibiteurs n'ont pas diminué.

FIGURE 131. — La teneur en inhibiteurs diminue avant le gonflement des bourgeons (la figure 131 représente les substances de croissance de bourgeons non encore gonflés récoltés en avril).

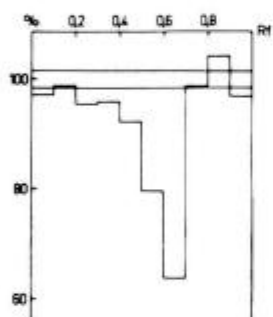
FIGURE 132. — Dès que les bourgeons commencent à s'épanouir (figure 132) l'inhibiteur commence à réapparaître.



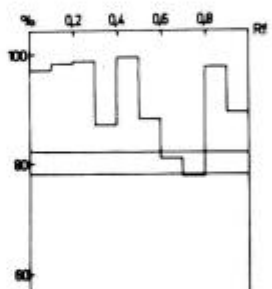
128



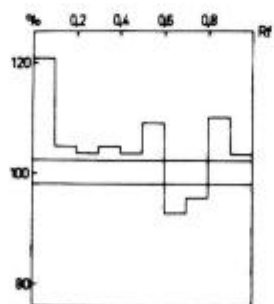
129



130



131



132

PLANCHE XXIII

Substances stimulatrices extraites des bourgeons
du *Hêtre*.

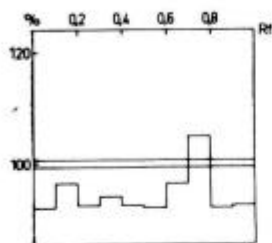
FIGURES 133-134. — En automne (figure 133 = dosage de novembre 1961), les bourgeons de hêtre possèdent peu de stimulateurs; la substance de Rf élevé domine (figure 134 = dosage de décembre 1961).

FIGURE 135. — Un chromatogramme réalisé en février 1962 révèle l'apparition du stimulateur de Rf moyen.

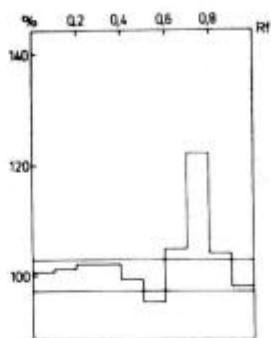
FIGURE 136. — En mars, l'importance des 2 stimulateurs est à peu près la même.

FIGURE 137. — Dans les jeunes organes en croissance, le stimulateur de Rf 0,5 se maintient.

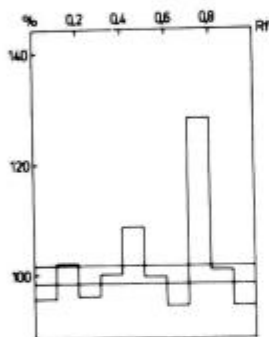
FIGURE 138. — Les feuilles de grande taille accumulent seulement la substance de Rf élevé.



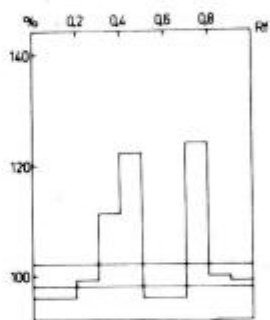
133



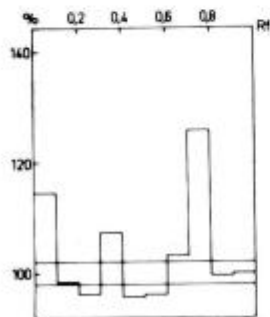
134



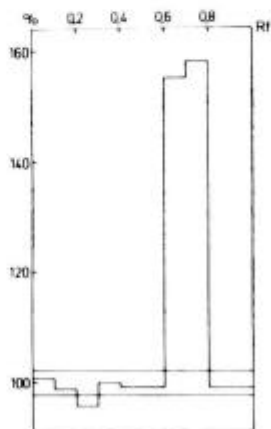
135



136



137



138

— Sa dominance devient très nette sur les bourgeons gonflés après traitement en jour long.

— On retrouve sur les jeunes axes et dans les jeunes limbes (fig. 137) beaucoup de substances de Rf moyen. Les feuilles de grande taille accumulent celles de Rf élevé (fig. 138). C'est là une différence essentielle avec le chêne, sur lequel la disparition est plus rapide.

— Les caractères de la substance de Rf moyen ont été étudiés, ils correspondent, comme chez le chêne, à ceux de l'A.I.A. L'interconvertibilité existe entre les deux substances acides, alors qu'elle n'existe avec aucune substance synthétique connue.

CONCLUSION.

1° Nous n'avons trouvé aucune trace dans l'évolution des stimulateurs ou des inhibiteurs de ce qui fait la particularité du hêtre : le besoin de jour long. Ce qui se passe au cours de la dernière phase de l'éveil des bourgeons nous échappe complètement.

2° Il y a une similitude parfaite entre les évolutions du chêne et du hêtre : notamment disparition complète des inhibiteurs, et surtout réapparition très rapide de ces derniers. Le rôle du stimulateur de Rf moyen se confirme.

4° CONCLUSION GÉNÉRALE APRÈS L'ÉTUDE DE CES 3 ESPÈCES.

- a) Dans l'ensemble elles présentent une grande similitude.
- b) L'intensité de la dormance peut être expliquée par un équilibre entre inhibiteur et stimulateur. La disparition de l'un des deux n'est pas indispensable.
- c) Le stimulateur est lié plus étroitement à la sortie de dormance. Il y a en effet un lien entre le moment de sa diminution, le temps pendant lequel elle se maintient, et la longueur de la période de croissance.
- d) Le stimulateur est une auxine décelable au test *Agrostemma*. Aucune trace de gibbérelline n'a pu être mise en évidence. Peut-être n'utilisons-nous pas assez de matériel pour l'extraction.
- e) On imagine volontiers l'existence d'un mécanisme lié beaucoup plus étroitement à la dormance et que les variations de substances de croissance ne révèlent nullement. Elles n'en seraient peut-être que les conséquences, ce qui expliquerait le retard entre leur évolution et celle des caractères physiologiques.

B. — Espèces à dormance autonome à partir d'octobre

1° LE LILAS.

a) *Caractères de la dormance et du développement des bourgeons.*

Nous savons déjà que :

— à partir d'octobre, les bourgeons de lilas rentrés au laboratoire évoluent sans avoir besoin d'éthylène chlorhydrine, mais après un délai d'une vingtaine de jours : il y a donc une dormance partielle. En effet, plus la saison avance et plus la réponse aux températures élevées est rapide. Un traitement à l'éthylène chlorhydrine ne rend pas le débourrement plus rapide.

— Dans la nature, les bourgeons de lilas sont connus pour leur aptitude au développement en automne et à la fin de l'hiver. Ils poussent plus ou moins pendant toute la mauvaise saison, sauf quand le froid est trop intense.

— Le débourrement est précoce, début mars à Clermont ; il succède insensiblement au développement hivernal, et se fait à des températures basses.

— Le temps de croissance d'une pousse est court (103). A cet égard, lilas et chêne se rapprochent.

— Des corrélations d'inhibition existent dans lesquelles les feuilles de grande taille jouent le rôle essentiel (103). L'entrée en dormance est très précoce.

b) *Les inhibiteurs et leur évolution (planche XXIV).*

— En automne et en hiver les tissus des bourgeons qui, dans la nature, gonflent, sont très pauvres en inhibiteurs (fig. 139).

— En janvier-février, aucune différence n'est observable (fig. 140) ; il y a une très faible inhibition à certains Rf, mais à aucun moment elle n'est comparable à celle observée aux mêmes dates sur le chêne, le hêtre.

— Une comparaison entre des bourgeons récoltés au printemps ne présentant encore aucun signe visible de développement (fig. 141) et des bourgeons gonflés (fig. 142) ne montre aucune différence nette.

— Un changement brutal apparaît en avril-mai, lorsque les jeunes feuilles s'épanouissent. Qu'elles soient jeunes (fig. 143), adultes ou âgées (fig. 144), elles contiennent en abondance des inhibiteurs. Ils se maintiendront sans interruption jusqu'en automne.

— Des fractionnements à l'hexane pour préciser leur nature ont montré qu'ils sont neutres, comme l'ont déjà prouvé von GUTTENBERG et LEIKE par des méthodes toutes différentes. C'est là une originalité du lilas.

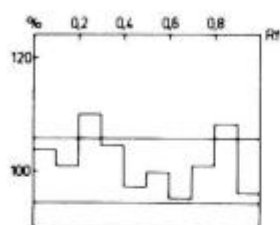
PLANCHE XXIV

Substances inhibitrices extraites des bourgeons du
Lilas.

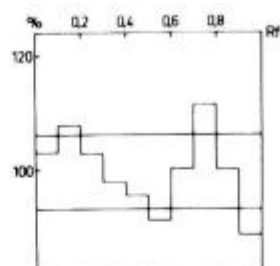
FIGURES 139-140. — En automne (figure 139, dosage de novembre 1961) comme en janvier (figure 140), les bourgeons de lilas sont très pauvres en inhibiteurs.

FIGURES 141-142. — Les bourgeons non gonflés (figure 141) et les bourgeons gonflés (figure 142) en sont pratiquement dépourvus. (Dosage du 28 mars 1962).

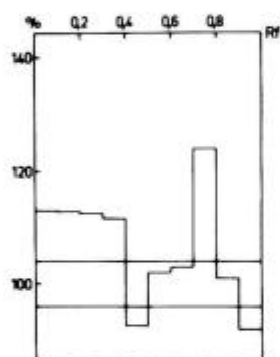
FIGURES 143-144. — Par contre, en mai, les jeunes feuilles qui s'épanouissent (figure 143) de même que les feuilles adultes (figure 144) en contiennent en abondance.



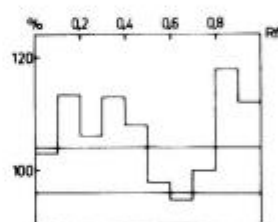
139



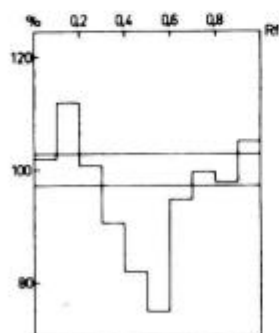
140



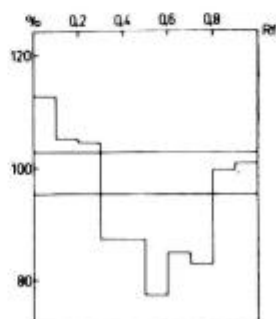
141



142



143



144

PLANCHE XXV

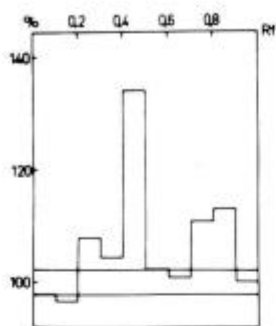
Substances stimulatrices extraites des bourgeons
du *Lilas*.

FIGURES 145-146. — En décembre (figure 145)
jusqu'en février (figure 146), on met en évi-
dence, dans les bourgeons prélevés dans la na-
ture, deux stimulateurs acides: Rf 0,5 et 0,8.

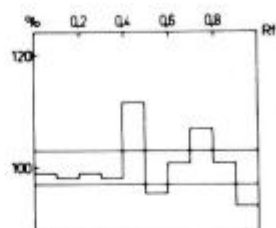
FIGURE 147. — Lors du gonflement rapide des
bourgeons au printemps (dosage du 23 mars)
aucune substance nouvelle n'apparaît.

FIGURE 148. — Il en est de même lorsque les jeu-
nes feuilles se développent.

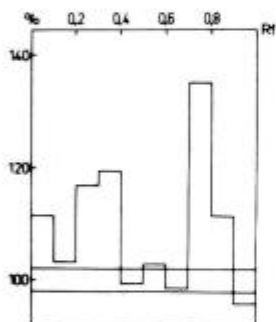
FIGURES 149 et 150. — Sur les feuilles d'âge
moyen (figure 149) et les feuilles adultes
(figure 150) la substance de Rf élevé devient
dominante.



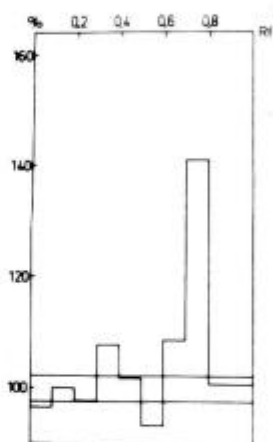
145



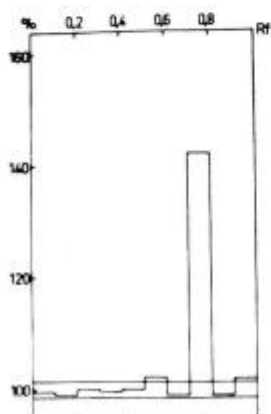
146



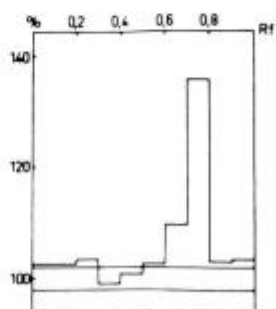
147



148



149



150

c) *Les stimulateurs et leur évolution* (planche XXV).

— D'octobre à février, dans les ébauches prélevées dans la nature, on met en évidence deux stimulateurs acides (Rf 0,5 et 0,8 dans le mélange isopropanol - eau 80 - 20 (fig. 145 et 146).

— L'entrée en croissance rapide au printemps dans les conditions naturelles n'amène l'apparition d'aucune substance nouvelle (fig. 147).

— Le développement se produit sans aucun changement (fig. 148).

— Les jeunes feuilles présentent les mêmes caractéristiques (fig. 149), mais sur les feuilles âgées la substance de Rf élevé devient dominante (fig. 150).

— Comme pour les autres espèces déjà décrites, des dosages faits au test *Agrostemma*, sensibles aux seules auxines, révèlent très clairement le stimulateur de Rf moyen qui ne peut être une gibbérelline. Les deux stimulateurs sont acides, et, si le premier se comporte comme l'A.I.A., la nature du second est inconnue. Ils correspondent en tout point à ceux mis en évidence sur les espèces étudiées précédemment.

CONCLUSION.

— Il y a un bon parallélisme entre le pouvoir de croissance des bourgeons durant toute la mauvaise saison et la présence continue des auxines.

— Nous retrouvons une corrélation entre l'apparition des inhibiteurs après le débourrement, leur abondance dans les feuilles, même jeunes, et la brièveté de la période de croissance du lilas au printemps.

— Le fait que ces inhibiteurs soient neutres et que cependant ils jouent le même rôle que les substances acides, démontre que leur chimie doit être assez voisine.

2° L'E. TROËNE.

a) *Caractères de la dormance et du développement des bourgeons.*

— *Caractères communs avec le lilas.*

— Il appartient à la même famille des oléacées.

— Il n'a aucune dormance endonome véritable, puisqu'en décembre et janvier des rameaux rentrés au laboratoire épanouissent leurs bourgeons.

— Le gonflement de ces bourgeons dans la nature est précoce puisqu'il débute en mars ou même février.

— L'intensité de la dormance diminue progressivement au cours de l'hiver: le temps de latence entre la date d'entrée au laboratoire et le débourrement devenant de plus en plus court (30 jours en octobre, 15 jours en décembre, 5 jours en février 1963).

— Un traitement à l'éthylène chlorhydrine n'accélère nullement l'évolution des bourgeons; au contraire les rameaux traités se dessèchent et meurent, alors que les témoins restent en bonne santé.

— Le débourrement sur rameaux coupés a lieu à des températures fraîches (8°), alors que chêne, hêtre, frêne n'évoluent pas au-dessous de 15°. Ce besoin de froid explique les différences observées. Son lien avec la dormance est inconnu.

— *Caractères distinctifs.*

— Il n'y a aucun gonflement des bourgeons durant tout l'hiver.

— La durée de la période de croissance est beaucoup plus grande, elle peut s'étendre jusqu'en juin. De plus, après des tailles, de nouveaux débourrements ont lieu jusqu'en octobre, ce qui prouve qu'aucune inertie totale des bourgeons n'est notable pendant toute la belle saison.

— Il existe des corrélations entre bourgeons, dans lesquelles les feuilles de grande taille ne jouent aucun rôle.

— La dormance partielle hivernale n'est sensible à aucun stimulateur habituel: kinétine, gibbérelline, acides phénoliques.

b) *Les inhibiteurs et leur évolution* (planche XXVI).

— En automne, les bourgeons contiennent beaucoup d'inhibiteurs. La fig. 151, réalisée en novembre 1962, montre que l'extraction à l'éther de 2 gr. de bourgeons en libère beaucoup; le maximum d'action se trouve entre les Rf 0,6 - 0,7. De ce point de vue le troène est très différent du lilas, qui à la même époque contient très peu d'inhibiteur.

On peut croire à un lien entre cette présence de substances inhibitrices et l'absence de gonflement des bourgeons.

— Un fractionnement (fig. 152) montre une nouvelle différence avec le lilas: la nature acide de l'inhibiteur.

— Par des dilutions on démontre qu'aucune diminution significative ne se produit avant mars. Le graphique (fig. 153) réalisé avec seulement 50 mg de matériel présente encore une zone inhibitrice importante.

— Au contraire une extraction réalisée en avril avec 300 mg de bourgeons, ne provoque pas l'inhibition de la croissance des coléoptiles (fig. 154). Or à cette époque le débourrement est en cours: la coïncidence est ici aussi bonne que chez le chêne et le hêtre.

— Cependant sur les rameaux coupés le développement peut avoir lieu sans diminution notable du complexe β (fig. 155).

— La réapparition des inhibiteurs ou le retour à une concentration maxima est plus lent que chez le lilas. Souvent il a lieu seulement dans les feuilles jeunes. Il y a donc une fois encore corrélation avec une période de croissance durable.

PLANCHE XXVI

Substances inhibitrices extraites des bourgeons du
Troène.

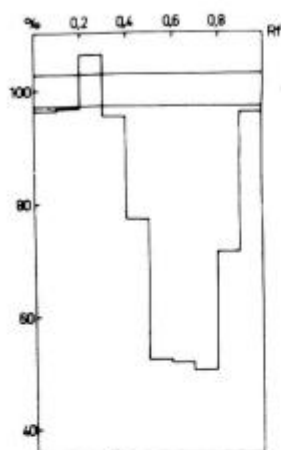
FIGURE 151. — En automne les bourgeons de troène contiennent beaucoup d'inhibiteurs. (Dosage du 13-11-62).

FIGURE 152. — Un fractionnement à l'hexane montre la nature acide de ces inhibiteurs.

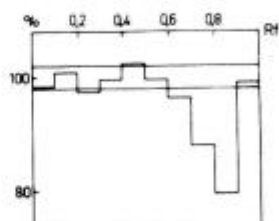
FIGURE 153. — Une extraction réalisée en mars (dosage du 2-3-1963) avec seulement 50 mg de bourgeons démontre que la teneur en substances inhibitrices ne diminue pas.

FIGURE 154. — Au contraire en avril (dosage du 18 avril 1963), l'inhibiteur a pratiquement disparu (extraction faite avec 300 mg de bourgeons).

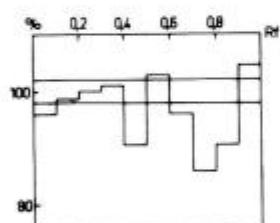
FIGURE 155. — Après traitement à l'Éthylène Chlorhydrine, les bourgeons, sur rameaux coupés, évoluent en présence du complexe.



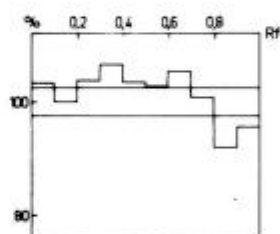
151



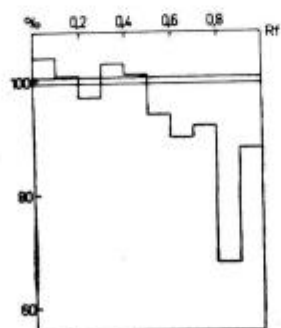
152



153



154



155

c) *Les stimulateurs et leur évolution* (planche XXVII).

— De septembre à février, les substances acides font à peu près défaut (fig. 156). On observe de faibles stimulations dans la fraction neutre (fig. 157), généralement localisées entre les Rf 0,2 - 0,4 et 0,6 - 0,7.

— C'est seulement en février qu'un stimulateur neutre abondant peut être extrait (fig. 158).

— En avril, fait nouveau et important: les substances neutres diminuent et la fraction acide s'enrichit (fig. 159). Ceci suggère l'idée de la transformation d'un type en l'autre. Ce qui est important, c'est la présence de la substance habituelle de Rf moyen. Mais elle apparaît au moment de l'entrée en croissance rapide et non lors du débourrement.

— Elle se maintient dans les apex et les organes jeunes en croissance (fig. 160) mais disparaît vite dans les grandes feuilles, où on trouvera des substances de Rf élevé (fig. 161).

d) *Conclusion.*

— Il y a un lien entre la disparition de l'inhibiteur et la croissance, et entre sa réapparition tardive dans l'apex et la durée de la période d'allongement.

— Les substances acides se comportent comme les substances neutres du lilas.

— On est tenté de dire que si les bourgeons du troène ne gonflent pas en hiver, c'est parce que, à l'opposé de ceux du lilas, ils ont de l'inhibiteur. Or c'est faux, car nous avons vu qu'ils peuvent gonfler, au laboratoire sur rameaux coupés, sans perdre le complexe β .

C'est au contraire l'absence de stimulateurs qui donne la meilleure explication.

— Le principal problème posé est cependant celui des stimulateurs: leur présence ne coïncide pas avec l'état de dormance aitonome, comme l'étude des autres espèces le donnait à penser. L'apparition du Rf 0,5 acide est cette fois beaucoup trop tardive pour qu'on la lie à autre chose qu'à la croissance. Il faudrait penser que l'enrichissement en précurseur neutre, qui coïncide avec la possibilité de débourrement rapide, est le phénomène important. L'opinion selon laquelle l'évolution des substances de croissance n'est que la conséquence d'un autre changement plus proche de la dormance est renforcée.

3° SUREAU.

a) *Caractères de la dormance et du développement des bourgeons.*

— Le sureau est comparable au lilas en ce sens que:

— ses bourgeons se développent sans traitement chimique dès septembre,

- ils gonflent durant tout l'hiver si la température le permet,
 - le passage entre le gonflement hivernal et le débourrement est progressif,
 - les rameaux coupés placés à des températures basses de 5° se développent.
- Il s'en distingue, car :
- la pousse herbacée poursuit sa croissance durant très longtemps, comme celle du troène. Son entrée en dormance est donc lente; elle intéresse les axillaires de base alors que ceux du sommet sont sous dominance apicale,
 - les corrélations de bourgeons sont normales et proviennent d'une action conjuguée de l'apex et des feuilles de grande taille. Mais l'influence de ces dernières est beaucoup plus faible que chez le lilas.

b) *Les inhibiteurs et leur évolution* (planche XXVIII).

— Les substances acides existent au Rf habituel dès l'automne (fig. 162).

— Elles ne diminuent pas durant tout l'hiver (fig. 163-164).

— Elles ne disparaissent ni ne diminuent au moment du développement rapide des bourgeons (fig. 165). Elles ne sauraient donc empêcher le gonflement hivernal.

— Elles sont présentes dans tous les organes, aussi bien dans les axes en croissance (fig. 166) que dans les feuilles adultes (fig. 167). Il n'y a donc aucun lien apparent entre la possibilité de croissance d'un bourgeon et sa teneur en inhibiteur. Le sureau à cet égard est différent de toutes les autres espèces étudiées.

c) *Les stimulateurs et leur évolution* (planche XXIX).

— Ils existent dès l'automne, mais à des Rf plus ou moins variables, soit près du front du solvant (fig. 168), soit au milieu du chromatogramme à un Rf correspondant à celui de l'A.I.A. (fig. 169).

— Le développement des bourgeons dans la nature ou au laboratoire sur rameaux coupés a pour effet d'augmenter et de diversifier les substances de croissance qui se répartissent en trois groupes (fig. 170). Sur la fig. 178, trois lieux d'activité sont bien significatifs: l'un de Rf 0,1-0,2, l'autre, le plus abondant a le même Rf que l'A.I.A.; enfin un troisième a un Rf plus élevé.

— Au printemps, les stimulateurs sont très abondants, et parmi eux l'A.I.A. (la nature du stimulateur de Rf moyen a été précisée par dosage au test courbure de Went).

Les axes le contiennent même seul (fig. 171), il est très abondant dans les feuilles jeunes (fig. 172) et fait défaut dans les limbes adultes.

PLANCHE XXVII

Substances stimulatrices extraites des bourgeons de *Troène*.

FIGURE 156. — Dosage réalisé le 4-1-1963: les substances acides obtenues après fractionnement à l'hexane font défaut.

FIGURE 157. — Le même dosage révèle de faibles stimulations dans la fraction neutre.

FIGURE 158. — En février (dosage du 19-2-1963) un stimulateur neutre abondant est extrait.

FIGURE 159. — Dosage d'avril 1963, la fraction acide s'est enrichie en substances stimulatrices.

FIGURES 160-161. — Les feuilles jeunes (figure 160) encore en croissance sont riches en substances de Rf moyen, dans les feuilles adultes (figure 161) on trouve seulement une stimulation significative au Rf élevé.

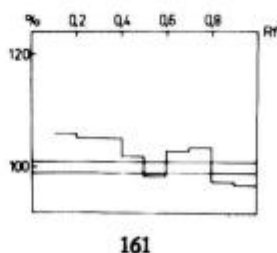
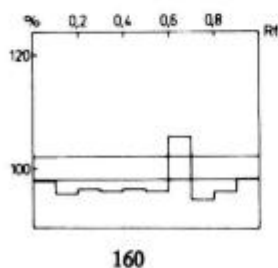
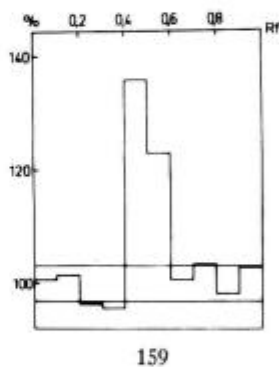
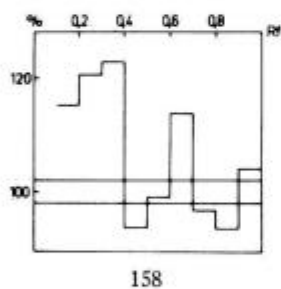
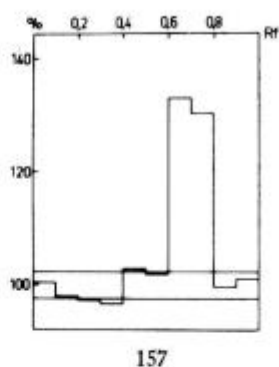
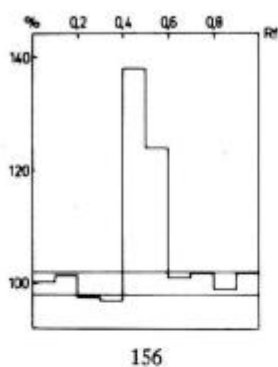


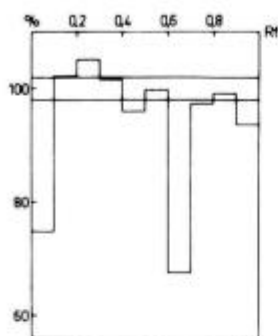
PLANCHE XXVIII

Substances inhibitrices extraites des bourgeons du
Sureau.

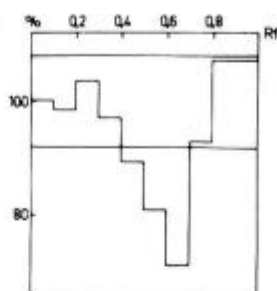
FIGURES 162-163-164. — Les substances acides sont présentes dès l'automne (figure 162, dosage de novembre 1959), elles ne diminuent pas pendant l'hiver (fig. 163 et 164, dosage de janvier et mars 1960).

FIGURE 165. — Au moment du développement des bourgeons, les inhibiteurs restent présents.

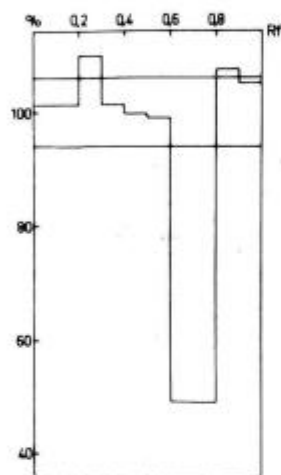
FIGURES 166-167. — Ils se maintiennent aussi bien dans les axes en croissance (figure 166) que dans les feuilles adultes (figure 167).



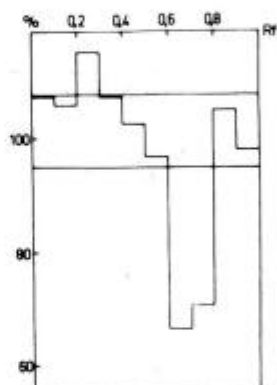
162



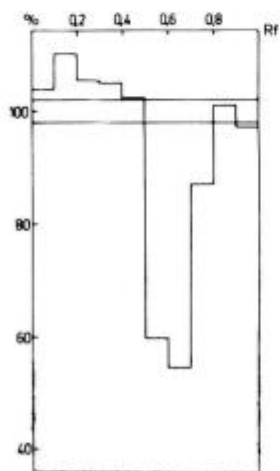
163



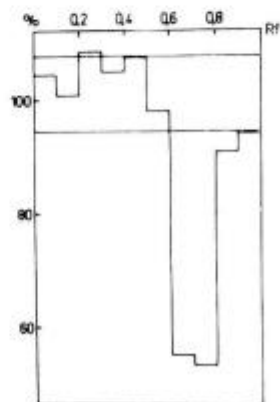
164



165



166



167

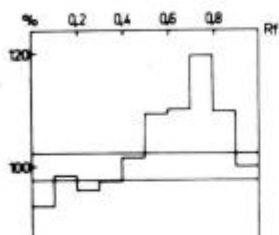
PLANCHE XXIX

Substances stimulatrices extraites des bourgeons
de *Sureau*.

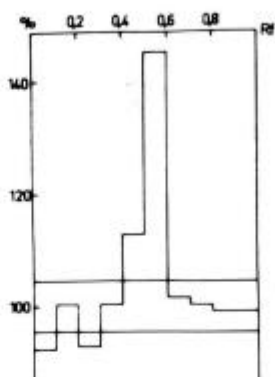
FIGURES 168-169. — Les stimulateurs durant l'hiver se localisent à des Rf variables.

FIGURE 170. — Au moment du débourrement (dosage de mars 1960) les substances stimulatrices se diversifient et se répartissent en 3 groupes.

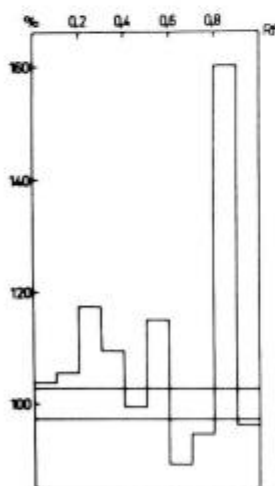
FIGURES 171-172. — Les axes (figure 171) contiennent seulement la substance de Rf moyen, dans les feuilles jeunes (figure 172) l'auxine et la substance de Rf élevé sont présentes.



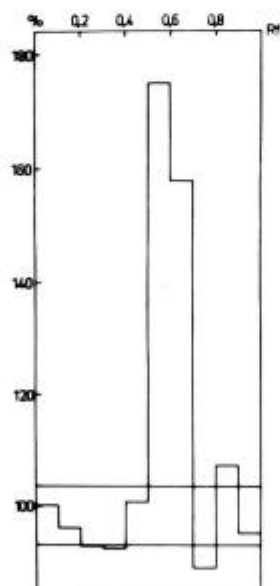
168



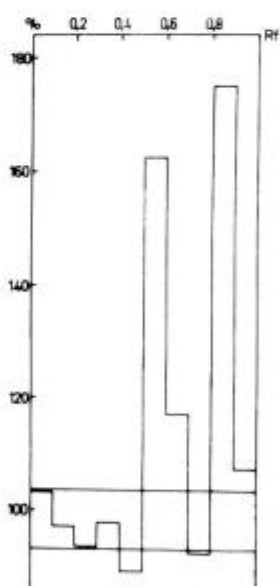
169



170



171



172

d) *Conclusion.*

— Le sureau est particulièrement riche en stimulateurs, qui jouent le rôle essentiel. Parmi eux le type A.I.A. est très abondant, surtout dans les jeunes tiges en croissance.

— Cette richesse peut expliquer la possibilité de gonflement hivernal et d'allongement printanier durable malgré l'abondance des inhibiteurs.

— L'idée que le pouvoir de croissance d'un bourgeon, comme son état de dormance plus ou moins profonde, dépendent d'un équilibre entre les deux types de substance est renforcée.

Discussion générale

L'ensemble de nos résultats apporte une contribution originale aux quatre problèmes suivants, importants pour comprendre le développement de l'ensemble des végétaux ligneux :

- 1° Relations entre dormance et substances de croissance.
- 2° Diversité des types de dormance.
- 3° Relations entre inhibition corrélative et acrotonie.
- 4° Relations entre dormance et inhibition corrélative.

Notre discussion les traitera dans cet ordre.

I. — RELATIONS ENTRE DORMANCE ET SUBSTANCES DE CROISSANCE

Nos analyses montrent avant tout que ces relations ne sont pas assez étroites pour qu'on puisse envisager une causalité simple. Il est vraisemblable que l'essentiel du phénomène nous échappe, ainsi d'ailleurs que certaines complications d'importance secondaire.

A) Les dormances hivernale et estivales du chêne doivent être de nature différente, puisque la première est levée par le froid et l'éthylène chlorhydrine, alors que les secondes, insensibles aux traitements chimiques disparaissent périodiquement sous un climat uniforme et entrent dans le cadre des rythmes endogènes.

Or l'évolution biochimique que nous avons décelée est rigoureusement identique dans tous les cas.

Comment ne pas envisager des modifications, chimiques ou non, liées de façon plus précise au type de repos? Or, non seulement nous les ignorons, mais nous ne pouvons même pas proposer d'hypothèse quant à leur nature. L'ensemble de la bibliographie ne nous est d'aucun secours. Les publications les plus récentes sont basées sur l'intervention des substances de croissance connues (auxines, gibbérellines, kinines, complexe inhibiteur) qui sont étudiées par

les méthodes mêmes que nous avons employées. Mais comme les auteurs n'étudient qu'une seule espèce et n'opposent pas plusieurs sortes de dormance ils ne peuvent saisir la difficulté qui, pour nous, est essentielle.

B) Le besoin de jour long est le principal caractère qui sépare chêne et hêtre au printemps. Il est possible qu'il intervienne également en fin d'été, car nous n'avons jamais noté de débourrement d'octobre chez *Fagus*. Des essais en phytotron permettront aisément d'en décider.

Cette sensibilité photopériodique ne saurait être générale. Sur les rameaux coupés de la plupart des espèces (lilas, troène, sureau, châtaignier, frêne, bouleau...) des bourgeons s'épanouissent aisément à l'obscurité. Il s'agit donc d'un mécanisme secondaire surajouté. Le fait qu'il est insensible à la monochlorhydrine du glycol est aussi en faveur de cette interprétation. *Or, l'évolution des substances de croissance reste une fois encore la même.* L'identité est parfaite, meilleure que pour aucune autre espèce.

Le photorécepteur des ébauches foliaires du hêtre (phytochrome) doit cependant induire une première série de modifications biochimiques qui, secondairement, agit sur les auxines ou les inhibiteurs. Il est même vraisemblable que les deux chaînes de réactions sont indépendantes et que, sans photopériode favorable, les stimulateurs même présents ne peuvent conduire au débourrement. Rappelons en effet que la substance de Rf 0,5 est apparue en février, donc en jours courts.

Il faut éviter de tomber dans l'erreur commise il y a quelques années par certains spécialistes de la physiologie de la floraison: ils considéraient que l'évolution des auxines et des antiauxines pouvait, à elle seule, expliquer la mise à fleur. On ne le croit plus actuellement. *Mais le parallélisme est frappant entre leur raisonnement et celui de la plupart des chercheurs qui se sont intéressés à la dormance.*

Ce qu'ils ont mis en évidence, comme nous-même, n'est donc pas la cause première, mais un phénomène secondaire, bien qu'il soit important et lié manifestement au développement.

Nous affirmons en effet qu'une corrélation existe entre la teneur des bourgeons et des apex en stimulateurs et inhibiteurs et

- l'aptitude à la croissance,
- la durée de cette croissance,
- l'arrêt du développement.

La variation du rapport:

stimulateur acide de Rf 0,4 - 0,5

complexe inhibiteur acide de Rf 0,7 - 0,9

est fondamentale à cet égard.

Notre apport le plus original est que, suivant les espèces, les modalités de cette variation diffèrent. Par exemple, pour la sortie de dormance :

1° Chez le chêne et le hêtre, c'est surtout une apparition précoce de stimulateur qui est en cause. Elle constitue une première étape très nettement séparée de la disparition du complexe β .

2° Chez le sureau, c'est une abondance très grande du même stimulateur qui surmonte dès octobre les effets de l'inhibiteur. Il en est de même, mais à partir de mars seulement, pour le frêne et le châtaignier.

3° Chez le lilas, on observe à la fois la présence constante de la substance de Rf 0,5 et l'absence des inhibiteurs.

4° Le cas du troène reste plus énigmatique, comme si le stimulateur actif n'avait pas été décelé par nos tests. Il est vraisemblable que l'étude d'autres végétaux ligneux élargirait encore l'éventail des possibilités. L'entrée en dormance de ces diverses espèces est plus uniforme, puisqu'elle succède toujours à une disparition complète du stimulateur et à une augmentation du complexe β , et ceci quelle que soit la date de cette entrée; avril puis juillet pour le chêne, mai-juin pour le lilas, septembre-octobre pour le troène. Comment ne pas penser, une fois encore, que les causes de la dormance ne peuvent être dans tous les cas les mêmes et qu'entre cette diversité et l'uniformité de l'évolution biochimique mise en évidence il y a place pour un ou des intermédiaires de plus grande spécificité?

Comment expliquer ces insuffisances? Peut-on envisager des recherches d'un autre type pour résoudre le problème?

Nos difficultés proviennent surtout :

- de l'imperfection des méthodes d'étude des substances de croissance,
- du petit nombre de ces substances connues chimiquement.

Bien que les chercheurs aient utilisé des solvants très variés, il reste possible que les molécules les plus spécifiquement actives n'aient pas été extraites. *Mais surtout les substances de dormance sont dosées grâce à la croissance de segments de coléoptiles ou de mésocotyles.*

Considérer qu'on peut, dans ces conditions, obtenir un résultat valable, c'est admettre que des substances, spécifiques de tel ou tel phénomène de développement, n'existent pas. On ne connaît, sur ce point, aucune démonstration satisfaisante. Certes, les anciennes théories de SACHS ont perdu beaucoup de leurs adeptes : on ne connaît actuellement encore ni rhizocaline, ni caulocaline, ni hormone de corrélation. On ignore ce qu'il faut entendre par florigène. *Mais la découverte d'une hormone spécifique n'est pas in-*

terdite par des faits. Depuis quelques années on admet plus volontiers que la spécificité d'un phénomène morphogénétique est déterminée par des équilibres entre des molécules banales (auxines, gibbérellines, bases puriques ou pyrimidiques, kinines, vitamines, etc...). On insiste aussi, à juste titre, sur la sensibilité parfois très différente des divers organes (tiges, racines, feuilles, bourgeons) en présence d'une même substance: auxine, inhibiteur β , kinétine, etc...). *Ce qui suffit à justifier l'emploi de certains tests spéciaux* (tests « bourgeons », tests racines, etc...).

L'extraction par solvants organiques, l'analyse chromatographique sur papier, les tests biologiques habituels mettent en évidence des centres d'activité multiples le plus souvent définis par leur seul Rf. S'il est assez facile de séparer auxines et gibbérellines, on peut difficilement pousser plus loin la détermination. L'analyse du complexe β avait poussé VARGA, FERENCZY et ses collaborateurs à le considérer comme formé d'un mélange d'acides phénoliques. *Nous avons prouvé que, physiologiquement, il ne pouvait leur être comparé.* GUERN, qui l'a minutieusement étudié, a montré que de nombreux artifices étaient pratiquement inévitables au cours des fractionnements, purifications, chromatographies. Si nous avons tenu à répéter nos essais pendant 3 ou 4 années, c'est que nous avons conscience de cette possibilité d'artefacts plus ou moins accidentels. L'interconvertibilité n'est-elle pas un curieux phénomène, difficile à interpréter et qui ne se produit jamais avec des solutions d'auxines ou de gibbérellines pures?

Une véritable analyse chimique est devenue indispensable. Elle doit se substituer aux « solutions de facilité » utilisées actuellement. Sans elle les biochimistes accueilleront avec un scepticisme de plus en plus marqué les résultats publiés par les spécialistes des substances de croissance et de la morphogénèse. Le stade du test, même spécifique, doit être dépassé au moins pour un temps. L'évolution du problème des kinétines naturelles le prouve: y a-t-il une activité « kinétine » émanant de molécules de composition et structure très diverses? ou y a-t-il un « squelette » kinétine comme il y a un « squelette » gibbérelline ou auxiné?

Si la première hypothèse se révélait exacte, *il faudrait dissocier nettement structure chimique et activité. Les tests physiologiques retrouveraient un très grand intérêt.*

Mais il est dangereux de faire une telle supposition sans base chimique sérieuse. On peut stipuler l'existence d'auxines non indoliques, de substances dont l'activité participe à la fois de celle des auxines et de celles des gibbérellines. Sans base chimique, avec les seuls arguments tirés des analyses chromatographiques et des tests biologiques, il sera difficile de convaincre.

Il est vraisemblable que les nouvelles substances, si elles existent, sont présentes dans les tissus à des concentrations encore plus

faibles que celles des molécules connues. D'où un risque très grand de les perdre ou de les modifier au cours des purifications. L'échec des essais entrepris pour caractériser le « facteur du lait de coco », malgré l'importance des moyens mis en œuvre, est significatif à cet égard.

On peut transposer ce raisonnement dans le domaine des substances de dormance, infiniment moins étudiées. Les difficultés sont et seront les mêmes. Il est donc difficile de proposer une voie susceptible de conduire à un rapide progrès. Mieux vaut pour l'avenir immédiat, étudier expérimentalement les dormances, définir leurs caractères, leur évolution, afin de pouvoir proposer aux biochimistes, le moment venu, des bases suffisantes pour que leurs analyses soient en corrélation parfaite avec des phénomènes physiologiques clairement posés. C'est ce à quoi nous avons consacré une grande partie de nos recherches.

II. — DIVERSITÉ DES TYPES DE DORMANCE

A. — Dormance autonome (rythme endogène) et dormances liées au milieu

L'essentiel de la discussion précédente est basé sur l'opposition entre dormance automnale et dormances estivales chez le chêne. Ces dernières ne sont ni induites ni levées par les facteurs habituels du milieu. Elles sont insensibles aux stimulations chimiques (monochlorhydrine du glycol, gibbérelline, kinétine, etc...). Nous les classons parmi les rythmes endogènes, faute de connaître les mécanismes responsables de l'évolution des substances de croissance. *Nous sommes conscient que, tant qu'il en sera ainsi, il restera dans notre affirmation une part d'hypothèse.*

D'autant plus que nous ignorons aussi le facteur responsable de l'entrée en dormance automnale. Nous savons seulement que si septembre et octobre sont secs et chauds, le rythme endogène est masqué plus tard et que l'efficacité de l'éthylène chlorhydrine est plus grande en octobre qu'en novembre ou décembre (fig. 38, p. 52).

Peut-être les mauvaises conditions atmosphériques, en interdisant croissance et métabolisme de façon durable, sont-elles responsables d'un « désamorçage », d'une « intoxication » des fonctions cellulaires dans les ébauches que seul le froid (ou un traitement chimique approprié) peut surmonter. On sait que, suivant les espèces et les climats, le jour court, la sécheresse, les températures élevées peuvent jouer le même rôle (VEGIS, 629). On ignore s'ils agissent sur un mécanisme commun. Ce qui est certain c'est qu'un autre facteur climatique (pas nécessairement les basses températures) doit servir d'antidote. Des études plus nombreuses et plus appro-

fondies seraient nécessaires pour qu'on puisse préciser le degré de spécificité de ces facteurs. Certains, comme le jour court et le jour long, semblent associés. Dans d'autres cas des substitutions sont possibles (VEGIS, 629; CHOUARD, 113).

A notre avis, les bourgeons en croissance des végétaux ligneux possèdent tous une activité rythmique qui se traduit par des vitesses d'allongement plus ou moins grandes, voire par un arrêt complet suivi de reprises d'activité, donc par des dormances successives caractérisées.

L'important est que, sous nos climats, les croissances rapides des espèces à évolution continue coïncident avec les levées de dormance du chêne (voir p. 31).

Mais il est encore impossible d'affirmer que les deux phénomènes sont exactement de même nature: dans un cas le point végétatif terminal entre en repos, dans l'autre l'ensemble des tissus jeunes qu'il a engendré n'est qu'en partie paralysé. Les cas où les deux comportements se retrouvent sur une même espèce sont trop rares pour servir de base à la discussion. *Ils devront cependant être recherchés avec beaucoup de soin.*

La vigueur, dont le déterminisme est encore mal connu, est importante, puisque seules les pousses vigoureuses ont des courbes de croissance à plusieurs « pics » et que seuls les taillis de chêne de 2 à 4 ans présentent régulièrement des pousses d'août. Dans ce cas encore, l'arrêt de croissance, s'il se maintient trop longtemps, peut conduire à une installation irréversible d'une dormance, trop intense pour être levée par une stimulation banale, analogue donc au repos automnal. *Un manque de vigueur (rameaux faibles), une puissante inhibition corrélative (lilas) seraient des facteurs capables de masquer le rythme endogène, donc comparables à la sécheresse ou au jour court.*

Cette évolution rythmique fondamentale est particulièrement nette sous l'équateur: sous des conditions constamment favorables les arbres se comportent comme les plantules de chêne en chambres climatisées. Débourrement et repos se succèdent *irrégulièrement*. *Il n'y a même aucun synchronisme entre les diverses branches d'un arbre.*

L'une peut porter de jeunes feuilles, une autre des fleurs, une troisième des fruits ou des feuilles adultes (SCARRONE). *Cette absence de synchronisme nous semble particulièrement importante.* Elle se maintient indéfiniment sous température constante et élevée, elle existe également sur les semis d'un an de chêne.

L'existence de saisons pourrait être le facteur habituel de synchronisation. Sous climat tropical les bourgeons éclosent ensemble au début de la saison des pluies. Sous l'équateur mais en altitude il y a des périodes plus fraîches qui favorisent l'entrée en repos

et au sortir desquelles s'ébauche une nouvelle croissance (SCARONE). On sait l'importance de l'automne et de l'hiver en pays tempéré. Malheureusement, les observations précises sont encore trop rares dans ce domaine. Il faudrait étudier de nombreuses espèces sous des climats variés et pendant de nombreuses années. Il faudrait transplanter des arbres d'une région à une autre. Peut-être est-ce en Phytotron, sur de petites formes, que le problème sera le plus aisément résolu?

En résumé, nous proposons à titre d'hypothèse de travail, l'idée suivante: sur de nombreuses espèces vivaces, ligneuses, en conditions constantes et favorables, *la croissance ne se poursuit pas à un rythme constant*. Elle se fait par des vagues successives séparées par des périodes de dormance. *Leur succession est automatique* (rythme endogène). Chaque bourgeon peut évoluer indépendamment de ses voisins et de ceux des autres arbres de la même espèce (*absence de synchronisme*). Si le climat est moins uniforme, notamment si des périodes assez longues, moins favorables au développement, existent (sécheresse-froid) *elles induisent des entrées en repos de nature différente* qui disparaîtront sous l'effet d'un autre facteur du milieu. *Le rythme endogène est alors masqué*. Un synchronisme dans l'entrée comme dans la sortie de dormance apparaît. Seul ce dernier type a été maintes fois étudié jusqu'ici.

B. — Dormances endonome et aitionome

Nos conclusions à leur sujet rejoignent celles de CHOUARD (113-114). *Il s'agit de deux manifestations d'un même phénomène*. De novembre à mars, l'intensité de la dormance diminue régulièrement, mais à partir d'une certaine date (janvier ou février en général, septembre ou octobre pour le lilas, le sureau ou le troène), les bourgeons réagissent à la sollicitation des températures élevées. C'est à ce moment que le rapport

Stimulateur acide de Rf moyen

inhibiteurs du complexe β

est devenu suffisant pour qu'un traitement chimique ou un supplément de froid ne soient plus indispensables pour l'élever. *Il n'y a pas lieu de supprimer ces termes*. Ils sont utiles pour définir un virage important dans l'évolution physiologique des bourgeons et pour classer les espèces. Parfois comme chez le chêne, le hêtre, le lilas, il y a coïncidence avec un changement important dans les substances de croissance (apparition du stimulateur acide de Rf moyen et de l'interconvertibilité). *Une difficulté demeure*: alors que l'éthylène chlorhydrine (à une concentration définie) diminue le temps de latence nécessaire au débourrement d'ébauches en repos

endonome, elle est sans effet sur la dormance résiduelle (cf. p. 53) comme si deux mécanismes différents se succédaient. Ce point particulier demanderait plus d'attention de la part des chercheurs.

C. — Le problème des dates de débourrement des bourgeons

Nous venons d'insister sur le rôle des saisons pour uniformiser les dates du débourrement des bourgeons. La synchronisation n'est cependant pas parfaite, puisque sous notre climat les éclosions s'échelonnent des premiers jours de mars à la dernière semaine d'avril.

Or, nos observations ont montré qu'il ne s'agit pas d'une dormance résiduelle. Si on excepte le besoin de jours longs, les bourgeons de toutes les espèces sont aptes au développement à la fin de février. Le temps de latence entre la mise à température élevée et le gonflement des ébauches est minimum et constant (8 à 10 jours). La cause est à rechercher dans une sensibilité différente des méristèmes apicaux des différentes espèces aux températures. Si on place, en mars, des rameaux coupés de sureau, de lilas, de chêne, de châtaignier dans des chambres noires aux températures constantes de 5°, 9°, 14°, 20°, 27°, tous épanouissent des bourgeons à peu près simultanément à 20° et 27° mais seuls les deux premiers évoluent rapidement à 9° et 14°. Il s'agit, certes, d'essais préliminaires, mais qui nous semblent intéressants. On ignore en effet tout de ce besoin différentiel de chaleur. Il s'agit vraisemblablement d'une étape originale, différente d'une dormance, mais que le végétal doit franchir pour se développer. Ce besoin reste-t-il le même après une sortie prématurée de repos (par traitement chimique par exemple)? Pendant la dormance aitonome reste-t-il constant? Le fait est important pour les espèces (sureau, lilas, troène) qui passent plusieurs mois dans cet état. En cas de réponse affirmative, ce serait la *preuve d'une relation certaine avec cette dormance*.

A notre connaissance, cette question n'avait jamais été posée clairement par un chercheur.

III. — INHIBITION CORRELATIVE ET ACROTONIE

A. — Les modalités de l'inhibition corrélatrice chez les végétaux ligneux

Initialement, un des buts de nos recherches était d'étudier les corrélations entre bourgeons sur une espèce ligneuse afin d'en comparer le mécanisme à ceux proposés après expérimentation sur des plantes herbacées (Légumineuses notamment). Les résultats ont été

décevants. Le chêne n'est pas un matériel favorable à l'analyse de la dominance apicale à cause de la précocité et de l'intensité de la dormance de ses bourgeons. Il constitue même un type particulier. Une des originalités des végétaux ligneux est que *l'inhibition totale des ébauches axillaires sur une pousse herbacée n'est pas toujours induite, comme chez le pois ou la fève, par quelques petits limbes encore proches de l'apex.*

Pour le montrer, on choisit des tiges feuillées en croissance de vigueur moyenne, alors qu'elles ont atteint la moitié environ de leur longueur définitive. On les répartit dans les 5 séries suivantes :

1 — Ablation de toutes les feuilles à l'exception de celles inférieures à 1 cm qui sont incluses dans le bourgeon terminal. Ce dernier reste intact. L'opération est répétée aussi souvent que nécessaire.

2 — Ablation de toutes les feuilles à l'exception d'une paire atteignant au moins les trois quarts de leur longueur définitive ; au-dessus de cette paire l'axe est décapité.

3 — Même traitement que précédemment mais avec, en plus, ablation de deux bourgeons axillaires des feuilles épargnées.

4 — Décapitation au-dessus de deux limbes de grande taille, mais toutes les feuilles sous-jacentes sont épargnées.

5 — Décapitation sous le bourgeon terminal et ablation de tous les limbes sans exception.

Les réponses varient suivant les espèces et ont permis de distinguer les types suivants (5-99-100) :

1) Type *Prunus avium*, comparable aux légumineuses herbacées : 2 bourgeons au moins se développent sauf dans la série 1 (totipotence des petites ébauches).

2) Type sureau, frêne dans lequel l'inhibition la plus forte provient des limbes de grande taille : développement dans les séries 1, 2, 4, 5, inhibition totale dans la troisième.

3) Type lilas, analogue au précédent, mais avec inhibition totale dans les séries 3 et 4 : les feuilles adultes exercent une inhibition acropète additive.

4) Type *Acer*, caractérisé par une croissance des bourgeons sur tous les rameaux : l'action conjuguée de l'apex et des grandes feuilles est indispensable pour produire une inhibition totale.

Il est bien évident que le *chêne* (ainsi d'ailleurs que le charme) à l'exception des rejets de souche, *ne peut être classé dans aucune de ces catégories* puisqu'il n'y a aucun développement dans la série 5 (sauf en cas d'apparition de pousses de la Saint-Jean). On

peut donc faire un cinquième type: ses bourgeons n'étant plus paralysés par l'inhibition corrélative émanant d'un ou plusieurs autres organes, mais par une dormance précoce. Nous savons d'ailleurs (voir p. 29 et 90) que l'inhibition existe, puisqu'elle se manifeste sur les rejets de souche et sur le rameau d'un an privé de dormance; mais elle est habituellement si bien masquée par les dormances qu'on peut douter de son existence. Nous discuterons ultérieurement des problèmes posés par les relations entre les deux phénomènes.

B. — Le déterminisme de l'acrotonie

L'acrotonie est liée aux corrélations entre bourgeons sur le rameau d'un an des végétaux ligneux. Au sortir de dormance, après le débourrement, les ébauches les plus apicales se développent seules ou plus intensément que celles qui sont plus proches de la base. Les vitesses et les durées de croissance relatives, les dimensions atteintes varient beaucoup d'une espèce à l'autre: on peut opposer les « arêtes de poisson » d'un orme vigoureux, qui laissent peu de place à l'inhibition totale, et les groupes apicaux homogènes d'un Robinier ou d'un Ailanthé qui passent sans transition à de minuscules ébauches qui ne se libèrent jamais de leurs écailles. C'est dire que le *degré d'acrotonie est un élément important de la forme spécifique de l'allure des arbres*.

Mais si l'acrotonie est liée aux corrélations d'inhibition *elle ne doit pas être confondue avec elles*. Elle détermine leur intensité, leur expression. *Il ne s'agit pas d'un seul et même phénomène, réglé par un seul et même mécanisme*. Après la thèse récente de DÖRFFLING qui tend à les confondre, une mise au point est nécessaire.

1° *Il n'y a pas d'acrotonie sans dormance préalable*, sinon le point végétatif principal, en croissance continue, inhibe les méristèmes latéraux qu'il engendre continuellement. Sa préséance a un aspect anatomique et existe dès le commencement de l'évolution. Au contraire, si le point végétatif s'arrête, même temporairement, de nouvelles relations peuvent s'établir. C'est ainsi que s'installe la méso-tonie d'un Cydonia ou la basitonie d'un Sureau ou d'un Rosier (102). Si à la dominance de l'apex principal succède une acrotonie c'est pour des raisons nouvelles et variées:

— le bourgeon terminal peut être resté plus gros, donc peut attirer plus facilement les aliments (190 - 485).

— Il peut avoir avorté ou ne se distinguer en rien de ses voisins. Dans ce cas, physiologiquement, il a acquis des aptitudes différentes des autres. Ils sont sortis de la dormance mieux armés, aptes à exercer une dominance. Plus grand sera le nombre de ceux capables de s'opposer à l'inhibition mutuelle, plus le groupe apical sera important.

2° *Au contraire il y a dominance apicale, corrélations entre bourgeons, indépendamment de toute dormance.* C'est précisément sur les légumineuses annuelles que les mécanismes ont été les mieux étudiés. Il n'y a aucune raison de penser que sur le rameau d'un an ils soient qualitativement différents. Leurs particularités ont été soulignées à diverses reprises (102-642) mais il n'a jamais été prouvé qu'elles soient d'une autre nature.

3° A cette unité de mécanisme des corrélations on peut *opposer la pluralité des déterminismes qui conduisent à l'acrotonie.*

a) DÖRFFLING prouve que chez l'érable, la présence des bourgeons apicaux sur les ébauches plus basales vient de leur plus grande richesse en stimulateur (auxine) et de leur pauvreté en inhibiteurs du complexe β , *donc d'un gradient de sortie de dormance le long du rameau.* N. BOYER a retrouvé un comportement analogue chez le châtaignier (66) à ceci près que l'évolution différentielle est surtout nette pour les stimulateurs. Il sera intéressant de rechercher le degré de généralité du phénomène.

b) Sur le chêne, au contraire, dont l'acrotonie disparaît sur le rameau coupé, en hiver comme en été, la disparition de la dormance intéresse en même temps tous les bourgeons. *Elle est donc due dans la nature à des facteurs provenant des rameaux plus âgés ou plus vraisemblablement des racines.* Mais pourquoi sont-ils attirés (ou particulièrement actifs) au niveau des méristèmes les plus apicaux? Il est possible qu'un gradient physique ou chimique diffère de celui de DÖRFFLING soit responsable. Il est pour l'instant inconnu, comme reste inconnu le degré de généralité de ce type de comportement. Certes, l'existence d'un gradient est peut-être nécessaire à la naissance de toutes les acrotonies. Mais leur nature peut être variée comme est variée celle des gradients eux-mêmes.

On sait d'ailleurs que leur fixation est plus ou moins précoce et forte suivant les espèces. Une pousse herbacée de *Prunus padus* ou de lilas arquée en juillet porte l'année suivante les ramifications les plus vigoureuses au niveau du coude; arquée en hiver elle conserve son acrotonie. Il y a donc eu stabilisation du gradient pendant la période de dormance partielle ou totale. Des arcures à des dates variées seraient nécessaires pour décider si cette fixation est progressive.

On sait aussi que sur les rameaux coupés de certaines espèces (voir p. 100) le nombre de bourgeons capables de se développer augmente d'octobre à mars, donc pendant que la dormance disparaît graduellement. Le degré d'acrotonie se modifie ainsi peu à peu sans qu'on puisse pour l'instant envisager une influence des corrélations d'inhibition.

Il nous semble donc utile de considérer l'acrotonie comme un phénomène original, d'étudier son initiation, son évolution, sa fixation, en cherchant bien entendu à préciser des relations non seulement avec les corrélations d'inhibition mais encore avec la dormance, considérées aussi comme des phénomènes originaux.

IV. — RELATIONS ENTRE DORMANCE ET INHIBITION CORRELATIVE

Parmi nos résultats, nombreux sont ceux qui montrent leur intrication: sur le chêne, dès que la dormance disparaît ou diminue d'intensité, les corrélations se manifestent pour régler le développement des bourgeons. Sur d'autres espèces (lilas, bouleau, aulne) l'inhibition corrélatrice est facilitée par la dormance progressive. Les notions de rameaux anticipés et de pousses de la Saint-Jean (101 - 105) fournissent également un excellent exemple.

A. — Rameaux anticipés et pousses de la Saint-Jean

La meilleure démonstration est fournie par le charme:

Sur les rejets de deux ans (taillis coupés par exemple en février 1959 et observés à partir d'avril 1961) on remarque des rameaux dont on peut se demander s'ils sont des pousses de la Saint-Jean ou des Rameaux Anticipés.

— Habituellement la différenciation est facile:

— Les pousses de la Saint-Jean sont des reprises de croissance d'un apex, terminal ou non, qui a cessé au préalable tout allongement pendant un temps plus ou moins long. Sur un même rameau, leur apparition, même si elles sont nombreuses, est à peu près simultanée. Des tiges faibles en portent aussi bien que des tiges vigoureuses.

— Les rameaux anticipés sont des ramifications qui se forment pendant que le sommet terminal se développe: ce sont des levées de dominance apicale. Ils n'existent pas sur les pousses faibles. Ils sont donc plus précoces que les pousses de la Saint-Jean et d'autant plus que l'évolution apicale est d'emblée plus rapide. Leur apparition est espacée dans le temps et ceci d'autant plus que la vigueur est plus grande, c'est-à-dire que la croissance rapide se maintient plus longtemps.

— Dans le cas du Charme, le développement des bourgeons axillaires a lieu au moment d'une croissance active et rapide de l'apex. Si elle est insuffisante (pousse de vigueur moyenne ou faible), l'inhibition reste totale. C'est un caractère de rameau anticipé.

Mais c'est en juin seulement, c'est-à-dire au moment de la Saint-Jean, qu'on observe cette évolution. Des vitesses d'allongement importantes peuvent avoir été notées avant cette date sans être suivies d'effet.

Si l'on admet les conclusions tirées de l'étude du bouleau et de l'aulne (101), la vitesse de croissance, test de la vigueur, est un moyen de lutter contre la dominance apicale et contre l'inertie des ébauches latérales (dormance partielle). Si une même vitesse de croissance est efficace à un moment et inefficace à un autre, c'est que cette dominance ou cette inertie étaient moins fortes dans le premier cas.

Habituellement, d'avril à juillet, les vigueurs indispensables doivent être de plus en plus élevées, car une dormance partielle des axillaires les rend de plus en plus sensibles à l'inhibition.

Le comportement du charme est très différent: en juin, il y a une diminution d'intensité des corrélations d'inhibition et surtout de la dormance des axillaires eux-mêmes. Une vitesse de croissance relativement faible sera alors capable de produire des ramifications alors que, quelques semaines plus tôt, elle ne le pouvait pas. Par la suite, l'inertie augmentant à nouveau, il y aura retour aux conditions premières. Les pousses anticipées auront donc une position médiane et leur nombre sera d'autant plus important que la vigueur aura été plus grande. Il s'agit donc de rameaux anticipés mais dont l'apparition dépend de la levée temporaire de dormance qui caractérise de très nombreux végétaux ligneux en juin.

Chez les arbres et les buissons, contrairement à ce qui se passe sur les pousses herbacées, dormance et inhibition corrélative sont intimement mêlées pour régler le développement des bourgeons; que le déterminisme chimique des deux phénomènes soit différent ou non, ne change rien à cela.

Il reste cependant à rechercher pourquoi cette ramification plus aisée à la Saint-Jean n'a pas été observée sur l'aulne et le bouleau. Cela provient peut-être de ce que le seuil de vitesse de croissance qui doit être franchi pour qu'un axillaire échappe à l'emprise apicale est beaucoup plus bas sur ces deux espèces. Il serait ainsi dépassé très facilement avant juin et les fluctuations de la dormance resteraient sans conséquence. Au contraire, chez le charme l'inertie axillaire doit être précocée et forte (comme chez le chêne et le hêtre) si bien que le seuil est d'emblée très élevé, si élevé que seules des vigueurs exceptionnelles peuvent le surmonter. C'est uniquement lorsqu'il s'abaisse spontanément, par sortie partielle de dormance, que la ramification devient possible.

Une preuve de l'exactitude de ce raisonnement est que, parfois, la pousse herbacée du charme cesse tout allongement en mai. Il se forme un bourgeon mal recouvert d'écailles qui débouvrera quelques jours plus tard. Une série de rides existent alors à sa base. On est en présence d'une vraie pousse de la Saint-Jean.

On voit que les fluctuations printanières de la dormance sont un élément essentiel de la morphogénèse de la pousse herbacée des végétaux ligneux. Le fait essentiel est que l'apex principal est moins fortement atteint par l'inertie que les axillaires. Il poursuit sa croissance et inhibe des ébauches latérales qui, par elles-mêmes, sont presque incapables de se développer. On doit en tenir compte pour définir aussi bien rameaux anticipés que pousses de la Saint-Jean.

a) Les premières sont une levée de dominance apicale. Cette dominance, pour être totale, dépend à la fois d'une dormance assez poussée des axillaires et du pouvoir inhibiteur de l'apex lui-même, pouvoir qui diminue lorsque la croissance s'accélère (diminution du rapport hormone de corrélation - teneur en stimulateur de type kinétine par exemple). Sur certaines espèces (aulne, bouleau), peu après le débourrement, la dormance est faible, l'allongement rapide : les rameaux anticipés sont nombreux. Sur d'autres (chêne, charme), la précocité de l'inertie des méristèmes latéraux rend impossible cette ramification. Mais elle aura lieu en juin, lorsqu'il y aura disparition brusque de cette inertie, comme de celle, moins forte, de l'apex principal. Autrement dit, il y a toujours collaboration entre des corrélations actuelles et la dormance.

b) Avant l'apparition des pousses de la Saint-Jean il y a au contraire disparition complète de ces corrélations, puisque tous les bourgeons, y compris le terminal, ont cessé de se développer. Le nouveau débourrement, qui intéresse en même temps plusieurs bourgeons, est donc comparable à celui d'avril. Si de nouvelles interactions s'établissent, elles auront les caractères de celles qui existent sur le rameau d'un an (voir chap. 2).

En résumé, il ne saurait y avoir de pousses de la Saint-Jean sans dormance, alors que, sans elles, il y a des levées anticipées d'inhibition sur de nombreuses plantes herbacées (cf. Cicer arietinum étudié par HUGON). Mais si la dormance existe et subit des fluctuations, elle intervient de façon déterminante dans les deux phénomènes dont la distinction devient ainsi plus difficile.

B. — Substances de croissance; dormance et inhibition corrélatrice

1° Certains auteurs (LIBBERT, VON GUTTENBERG et LEIKE) pensent que ce sont les mêmes substances de croissance qui commandent aux deux phénomènes. Leur opinion est surtout basée sur des observations faites sur le lilas. On connaît sur cette espèce le passage progressif de l'inhibition corrélatrice à la dormance et le rôle essentiel joué par les feuilles (103). On sait aussi qu'un inhibiteur neutre, venu des limbes de grande taille, s'accumule dans les bour-

geons (208). On se souvient enfin que l'hormone de corrélations de LIBBERT est neutre. D'où le rapprochement fait par cet auteur.

Nos recherches n'apportent aucun argument en faveur de cette thèse. Elles ne la contredisent pas non plus formellement. Certes les inhibiteurs neutres sont rares et leur évolution irrégulière. Mais les relations entre complexe β et dormance ne sont pas assez étroites pour qu'on puisse nier l'existence d'autres substances, présentes à très faibles concentrations et que nos techniques n'ont pas révélées. On peut cependant faire état de quelques faits d'importance secondaire :

— l'éthylène chlorhydrine, qui lève la dormance hivernale, n'augmente en général pas le nombre de bourgeons capables de se développer sur des rameaux coupés. Elle ne modifie donc ni l'acrotonie, ni l'intensité des corrélations.

— l'auxine, dont le rôle dans les corrélations semble certain, ne lève jamais une dormance. Il est vrai qu'elle est également incapable d'agir sur l'acrotonie.

Dormance et inhibition corrélative n'ont donc pas les mêmes antidotes.

2^e Rôle de l'auxine dans les corrélations et dans la dormance.

Il est actuellement impossible de démontrer, en discutant ce rôle, que dormance et inhibition corrélative sont ou ne sont pas de même nature. Il est également impossible de préciser le rôle joué par l'auxine dans les deux phénomènes. Nos résultats soulignent cependant d'une façon particulièrement nette la contradiction suivante :

a) Nos dosages ont prouvé qu'il *n'y a pas de débourrement* (donc de croissance) *possible sans l'apparition d'un stimulateur*, qu'avec beaucoup d'autres auteurs nous considérons comme une auxine. Une dormance serait en partie une inaptitude à synthétiser cette auxine, comme le pensaient il y a plus de 25 ans BENNETT et SKOOG.

b) Il faut cependant remarquer et nous avons déjà beaucoup insisté sur ce point, qu'une application d'auxine ne réussit jamais à lever une dormance de bourgeons, même faible et résiduelle.

c) Au contraire, au sortir de cette dormance, et sur les bourgeons des végétaux dépourvus de dormance, *l'auxine, même à très faible dose, est uniquement inhibitrice*. Les cas où des stimulations ont été obtenues sont rares et ont nécessité la mise en œuvre d'expériences complexes dans lesquelles de nombreux facteurs interviennent. La courbe classique de SKOOG et THIMANN reste partiellement hypothétique.

— *Aucune synthèse susceptible de concilier ces faits n'a été posée.*

Il semble certain que, pour être valable, une telle synthèse devra tenir compte des recherches faites sur la dormance comme de celles ayant trait à l'inhibition corrélative, et que la période de transition, au cours de laquelle l'une succède à l'autre, devra particulièrement retenir l'attention des chercheurs.

Conclusions générales

I. — CARACTERES GENERAUX DE LA CROISSANCE DES BOURGEONS DU CHENE. SUR LE CHENE, ESPECE ACROTONE A DEBOURREMENT TARDIF :

1° Le développement de la pousse herbacée se fait par « *vagues* » *successives* (pousses d'avril, de la Saint-Jean, d'août et parfois d'octobre) séparées par des périodes de *repos total*.

2° Chaque « vague » de croissance est très brève. L'activité apicale dure de 10 à 15 jours. Une période d'allongement intercalaire d'une ou deux semaines lui succède.

3° Le nombre de vagues est fonction de l'âge des arbres ou des taillis étudiés. Ceux qui en présentent le plus grand nombre sont les *taillis âgés de deux ou trois ans*, et certaines plantules.

4° Les rejets de souche ont un comportement très spécial : le développement s'étale sur plusieurs mois sans arrêt marqué, des croissances lentes alternant avec des périodes d'allongement rapide. On note la présence de rameaux anticipés.

5° Des expériences en chambres climatisées sous lumière artificielle et à température constante (27°) prouvent que la croissance rythmique estivale est indépendante des facteurs du milieu (rythme endogène).

6° La dormance hivernale, au contraire, a besoin de froid pour être levée.

7° Les pousses vigoureuses de nombreux autres arbres et arbustes, dont la croissance est continue d'avril à juillet, présentent des périodes d'allongement plus rapide qui coïncident souvent avec

celles du chêne. Le comportement de ce dernier n'est donc pas exceptionnel, mais explicite de façon schématique une *tendance générale des végétaux ligneux de nos régions*.

II. — DORMANCE ET INHIBITION CORRELATIVE DES BOURGEONS DU CHENE

1° D'octobre à janvier la *dormance des bourgeons du chêne est endonome* (nécessité d'un traitement chimique pour provoquer le développement). L'intensité de cette dormance *croît de septembre à novembre puis diminue progressivement*.

2° A partir de février, la *dormance est aitonome* (des températures élevées suffisent à induire la croissance). Son intensité décroît régulièrement jusqu'à la fin de mars.

3° Les dormances printanière et estivale n'ont pu être levées par aucun traitement chimique. Elles seraient de nature différente.

4° Un extrait éthéré de bourgeons en dormance endonome *retarde significativement le débourrement* de rameaux rentrés au laboratoire en février ou mars, les rendant ainsi insensibles à la stimulation des températures élevées.

5° Au contraire, une injection d'acides phénoliques, considérés par certains comme des substances de dormance, stimule débourrement et croissance. La kinétine et l'acide gibbérellique ont le même effet. Les auxines sont sans action.

6° Après la sortie de dormance tous les bourgeons d'un rameau sont capables de se développer. Si certains débourrent seuls, c'est qu'ils imposent leur dominance grâce à une *inhibition corrélative très précoce*.

7° Ces bourgeons dominants sont apicaux dans la nature, mais, sur des rameaux coupés, ils sont répartis au hasard. *L'acrotonie du chêne est donc très labile* et a besoin pour s'expliquer des tiges âgées ou du système racinaire.

8° Sur rameaux coupés, *l'acrotonie peut être rétablie* par une injection apicale d'acides phénoliques, de kinétine ou d'acide gibbérellique.

9° Sur les pousses herbacées *l'entrée en dormance très rapide* qui suit chaque vague de croissance *masque entièrement les corrélations d'inhibition*. Leur existence peut cependant être révélées sur les rejets de souches. Une influence des feuilles adultes contrôle aussi l'acrotonie des pousses de la Saint-Jean, et des pousses d'août.

III. — EVOLUTION DES SUBSTANCES DE CROISSANCE DES BOURGEONS ET DES FEUILLES DU CHENE ET DE QUELQUES AUTRES ESPECES LIGNEUSES

A. — Evolution des substances inhibitrices des bourgeons du chêne

1° Les substances inhibitrices sont *acides*. Elles correspondent au complexe β de Bennett-Clark.

2° Ce sont des substances de *débourrement* plutôt que de *dormance*: leur concentration ne diminue pas au cours de l'hiver, mais elles disparaissent peu avant le gonflement des bourgeons. Leur réapparition est brusque et doit être liée à la brièveté de la période d'activité apicale.

3° On observe la même évolution lors d'un débourrement provoqué par un traitement à l'éthylène chlorhydrine.

4° On la retrouve aussi en juin et en août lors de chaque vague de croissance. Elle ne caractérise donc pas un type particulier de dormance. Le lien avec le développement des bourgeons est cependant certain.

5° Cette évolution intéresse tous les bourgeons d'une pousse. En particulier, les ébauches basales ne sont jamais plus riches en inhibiteur que les apicales. Ce fait peut être en relation avec l'absence d'acrotomie du rameau coupé.

B. — Evolution des substances stimulatrices des bourgeons du chêne

1° Seules deux substances acides présentent une évolution intéressante: après chromatographie d'un extrait éthéré dans le solvant isopropanol-eau (80-20) l'une se localise au R_f 0,4 - 0,5. Elle a tous les caractères chromatographiques de l'A.I.A. L'autre se concentre au R_f 0,8 - 0,9. Sa nature chimique est inconnue.

2° Aucune gibbérelline n'a pu être mise en évidence. L'emploi de solvants d'extraction variés n'a révélé aucune activité nouvelle.

3° La substance de R_f moyen apparaît en février, donc semble liée de façon précise à la disparition de la dormance endonome. Sur la pousse herbacée elle disparaît lorsque cesse l'activité apicale.

4° On retrouve la même évolution:

a) lors d'un débourrement provoqué par l'éthylène chlorhydrine.

b) quelques jours avant l'apparition des pousses de la Saint-Jean et des pousses d'août.

Elle ne caractérise donc pas un type particulier de dormance, mais plutôt une aptitude à la croissance.

5° *Le stimulateur de Rf élevé existe durant toute l'année. Il peut servir de précurseur, car il diminue ou disparaît dans les très jeunes feuilles et les axes en allongement rapide, riches en stimulateurs de Rf moyen. Il est très abondant dans les limbes adultes.*

6° *Les deux substances sont interconvertibles par chromatographie, sauf durant la période de dormance endonome.*

7° *L'évolution est la même dans tous les bourgeons d'une pousse. Les ébauches apicales ne sont pas plus riches en stimulateurs de Rf moyen que les ébauches basales. Un lien peut être établi entre ce fait et l'absence d'acrotonie du rameau coupé.*

C. — Evolution comparée des substances de croissance sur d'autres espèces

1° *Sur les six espèces étudiées, les mêmes substances de croissance ont été retrouvées. Aucune activité nouvelle n'a pu être mise en évidence sur les chromatogrammes.*

2° *Les caractères de l'évolution des substances de croissance du hêtre sont les mêmes que ceux observés sur le chêne. Ils ne rendent donc pas compte du besoin de jour long qui caractérise *Fagus sylvatica*.*

3° *Sur certains arbres à dormance endonome (frêne - châtaignier), l'inhibiteur acide ne disparaît jamais. Sa concentration diminue cependant plus ou moins peu avant le débourrement. Elle augmente ensuite plus lentement que chez le chêne. Le stimulateur de Rf moyen fait toujours défaut en automne et apparaît toujours avant la reprise de croissance mais en général plus tardivement que chez le chêne. Il persiste plus longtemps dans les jeunes pousses, ce qui doit être mis en relation avec leur allongement plus durable.*

4° *Sur des arbustes à dormance aitionome dès l'automne, l'évolution est plus variable.*

a) *chez le lilas, les inhibiteurs font défaut dès novembre alors que les stimulateurs sont abondants. La croissance continue des bourgeons s'explique parfaitement. Des inhibiteurs neutres abondent au contraire dans les feuilles de grande taille.*

b) chez le troène, le débourrement est lié, non à la disparition des inhibiteurs, mais à *l'apparition du stimulateur acide de Rf moyen* qui devient très abondant durant la période d'allongement rapide.

c) chez le sureau, une évolution hivernale des ébauches est possible malgré une abondante présence d'inhibiteurs. Mais les *stimulateurs habituels sont toujours très abondants*.

5° Le lien très étroit entre débourrement et absence d'inhibiteurs qui caractérise le chêne *n'est donc pas général*. La *corrélation entre croissance et apparition d'un stimulateur particulier, se comportant comme l'A.I.A., est au contraire excellente*.

L'aptitude au développement (dormance aitionome) peut cependant, dans tous les cas, s'expliquer par une augmentation du rapport

stimulateur de Rf moyen

Inhibiteurs acides.

6° Aucune des évolutions biochimiques observées ne rend compte de la diversité des types de dormances mis en évidence expérimentalement. *Leur déterminisme échappe encore aux techniques d'analyse dont nous disposons actuellement.*



BIBLIOGRAPHIE

1. AEROV (J.-L.). — Influence des photopériodes changeantes sur le développement des plantules de plantes ligneuses. *Ukrain. bot. Zh.*, 1962, **19**, 39.
2. ALEXANDER (D.-M.), WOODHAM (R.-C.). — Premature bursting of *Sultana* buds. *Nature*, 1962, **194**, 206.
3. ALI-ZADE (M.-A.). — Modifications de la teneur en acides nucléiques au cours de la croissance des bourgeons et des jeunes rameaux chez le théier. *Fiziol. Rasten. S.S.S.R.*, 1959, **6**, 48.
4. ALLARY (S.). — Rôle respectif des feuilles et de la tige dans la production d'auxine diffusible chez le lilas. *C.R. Acad. Sci. Fr.*, 1957, **245**, 981.
5. ALLARY (S.). — Remarques sur l'inhibition des bourgeons axillaires sur la pousse herbacée des végétaux ligneux. *C.R. Acad. Sci. Fr.*, 1958 a, **255** 1071.
6. ALLARY (S.). — La libération d'auxine diffusible par les organes aériens des végétaux ligneux. *C.R. Acad. Sci. Fr.*, 1958 b, **247**, 1606.
7. ALLARY (S.). — Substances de croissance et dormance des bourgeons de *Quercus pedunculata*. Ehrh. *C.R. Acad. Sci. Fr.*, 1959, **249**, 1957.
8. ALLARY (S.). — Evolution annuelle des substances inhibitrices acides des bourgeons de *Quercus pedunculata*. Ehrh. *C.R. Acad. Sci. Fr.*, 1960, **250**, 911.
9. ALLARY (S.). — Remarques sur le rôle du complexe inhibiteur dans la dormance des bourgeons de *Quercus pedunculata* Ehrh. *C.R. Acad. Sci. Fr.*, 1961 a, **252**, 930.
10. ALLARY (S.). — Evolution des inhibiteurs et des stimulateurs au cours de la dormance du chêne. *Bull. Soc. Fr., Physiol. Vegetal*, 1961 a, **7**, 75.
11. ALLEN (R.-M.). — Changes in acid growth substances in terminal buds of long leaf pine sapling during the breaking of winter dormancy. *Plant Physiol.*, 1960, **13**, 555.
12. ALLEWELDT (G.). — Der Einfluss von Photoperiode und Temperatur auf Wachstum und Entwicklung von Holzpflanzen unter besonderer Berücksichtigung der Gattung *Vitis*. *Vitis*, 1957, **1**, 159.
13. ALLEWELDT (G.). — Austriebshemmung ruhender Knospen von Reben durch Gibberellinsäure. *Naturwiss.*, 1959 b, **46**, 434.
14. ALLEWELDT (G.). — Untersuchungen über die Kausalität zwischen Gibberellin Behandlung und Austriebshemmung bei Reben. *Vitis*, 1961, **2**, 266.
15. ALLSOPP (A.). — Apical dominance in *Marsilea*, with particular reference to the effects of 1-indolylacetic acid, 3 indolylacetonitrile, and coumarin on lateral buds development. *J. Exp. Bot. b.B.*, 1956, **7**, 14.
16. ANIKIN (M.-A.). — The growth of young oak trees under different environmental conditions. *Trudy. kasanak. Sel'skokhoz. Inst.*, 1957, **35**, 183.
17. ARESCHOUG (F.-C.). — Beiträge zur Biologie der Holzgewächse. *Lunds Universitets Arsskrift*, 1877, **12**.

18. ASHBY (W.-C.). — Root growth in American basswood. *Ecology*, 1962, **43**, 336.
19. SKENASY (E.). — Über die jährliche Periode der Knospen. *Bot. Ztg.*, 1877, **35**, 817.
20. AUDUS (L.-J.). — Plant growth substances. 1 vol. New York: Intersci. Publ. Inc., 1953.
21. AUDUS (L.-J.). — Correlations. *Journ. Linn. Soc. London (Bot.)*, 1959, **56**, 177.
22. AVERY (G.-S.). — Differential distribution of a phytohormone in the developing leaf of *Nicotiana* and its relation to polarized growth. *Bull. Torrey Bot. Club.*, 1935, **62**, 313.
23. AVERY (G.-S.), BURCKHOLDER (D.-R.), CREIGHTON (H.-B.). — Production and distribution of growth hormone in shoots of *Aesculus* and *Malus*, and its probable role in stimulating cambial activity. *Amer. Jour. Bot.*, 1937, **24**, 51.
24. AVERY (G.-S.), JOHNSON (E.-B.), ADDOMS (R.-M.), THOMSON (B.-F.). — Hormones and horticulture. Mc Graw-hill, Book Cie, New York, 1947.
25. BARANETZKY (J.). — Über die Ursachen, welche die Richtung der Aeste der Baum- und Straucharten bedingen. *Flora*, 1901, **89**, 188.
26. BARLOW (H.-W.-B.). — Root shoot relationships in fruit trees. *Sci. Hortie. G. B.*, 1961, **14**, 35.
27. BARLOW (H.-W.-B.), HANCOCK (C.-R.). — Studies on extension growth in coleoptile sections III. The interaction of temperature and β indol-acetic acid on section growth. *Jour. Exp. Bot.*, 1959, **10**, 157.
28. BARLOW (H.-W.-B.), HANCOCK (C.-R.). — The experimental modification of branch form in an apple rootstock. *Bot. Gaz.*, 1960, **121**, 208.
29. BARLOW (H.-W.-B.), HANCOCK (C.-R.). — The influence of the leaf upon the development of its axillary meristem. *E. Malling Res. Sta. Ann. Rept.*, 1961, 71.
30. BARLOW (H.-W.-B.), HANCOCK (C.-R.), LACEY (H.-J.). — Some observations on growth inhibitors extracted from woody shoots. *Ann. Rep. East. Malling Res. Sta.*, 1954, 115.
31. BARLOW (H.-W.-B.), HANCOCK (C.-R.), LACEY (H.-J.). — An artefact in a coleoptile straight growth assay method. *Ann. Rep. East Malling Res. Sta.*, 1961, 72.
32. BARNOLA (P.). — Mise au point d'un test biologique spécifique de certains indoles: le test *Agrostemma*. D.E.S. Clermont, 1962.
33. BARSKAJA (E.-I.), OKNINA (E.-Z.). — Le rôle des acides nucléiques dans les processus de la croissance et leurs effets sur la dormance des bourgeons à fruits. *Fiziol. Rast.*, 1959, **6**, 457.
34. BARTON (L.-V.). — Growth response of physiologic dwarfs of *Malus arnoldiana* Sarg. to gibberellic acid. *Contr. Boyce Thompson Inst.*, 1956, **18**, 311.
35. BEAUCHESNE (G.), JOUANNEAU (J.-P.). — Progrès dans la technique de séparation et l'étude de la fraction neutre des substances de croissance des graines de maïs immatures. *C.R. Acad. Sci. Fr.*, 1960, **251**, 2396.
36. BECK (M.-T.), EBREY (P.). — Interaction of substances during the process of paper chromatography. *Biochim. biophys. Acta. Pays-Bas*, 1956, **20**, 393.
37. BELL (H.-P.). — Winter growth in the vegetative buds of the Wagner apple. *Canad. j. Res., Sect. C, Bot. Sci.*, 1940, **18**, 585.
38. BELOSTOROV (G.-P.). — Cycle morphologique de la croissance des rameaux annuels des arbres. *Dokl. Akad. Nauk. SSSR.*, 1959, **126**, 682.
39. BENNETT (J.-P.). — Temperature and bud-rest period. *Calif. Agric.*, 1949, **3**, 9.
40. BENNETT (J.-P.). — Temperature and bud rest period. Effect of temperature and exposure on the rest period of deciduous plant leaf buds investigated. *Calif. Agricult.*, 1950 a, **4**, 11 et 15.

41. BENNETT (J.-P.). — Temperature and bud rest period. *Blue Anchar*, 1950 b, **27**, 17.
42. BENNETT (J.-P.), SKOOG (F.). — Preliminary experiments on the relation of growth promoting substances to the rest period in fruit-trees. *Plant Physiol.*, 1938, **13**, 219.
43. BENNETT (J.-P.), OSERKOWSKY (J.), JACOBSON (L.). — Glutathione and rest period of buds. *Amer. j. Bot.*, 1940, **27**, 883.
44. BENNETT-CLARK (T.-A.), KEFFORD (N.-P.). — Chromatography of the growth substances in plant extracts. *Nature (Lond.)*, 1953, **171**, 645.
46. BENTLEY (J.-A.). — The naturally occurring auxins and inhibitors. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, 1958, **9**, 47.
46. BERTHOLD (G.). — Untersuchungen zur Physiologie der pflanzlichen Organisation. 1904, Teil II, **1**, Hälfte, Leipzig: Wilhelm Engelmann.
47. BESSIS (R.). — Sur quelques particularités des corrélations de croissance entre bourgeons d'un an dans les sarments de la vigne. *C.R. Acad. Sci. Fr.*, 1962, **255**, 3214.
48. BESSIS (R.). — Nouvelles observations sur les corrélations entre bourgeons d'un an chez la vigne. *C.R. Acad. Sci. Fr.*, 1963, **256**, 1586.
49. BLACK (M.-W.). — Some physiological effects of oil sprays upon deciduous fruit trees. *J. Pomol. Hort. Sci.*, 1936, **14**, 175.
50. BLACK (M.-W.). — The problem of prolonged rest in deciduous trees. 1953. Rep. 13 th. Int. Hort. Congr. 1122.
51. BLACK (M.-W.), MICKLEM (T.). — The effect of shading on tree growth, fruit development, and subsequent storage behaviour of the Peregrine peach. Union of S. Afr. Dept. of Agr. Sci. Bull., 1939, n° 194.
52. BLACK (M.), NAYLOR (J.-M.). — Prevention of the onset of seed dormancy by gibberellic acid. *Nature (Lond.)*, 1959, **184**, 468.
53. BLACK (M.), WAREING (P.-F.). — The role of germination inhibitors and oxygen in the dormancy of the light sensitive seed of *Betula*. *Jour. exp. Bot.*, 1959, **10**, 134.
54. BLACK (R.-J.), DURRUM (E.-L.K.), ZWEIG (G.). — A manual of Paper chromatography and electrophoresis. Acad. Press, New York, 1958.
55. BLOMMAERT (K.-L.-J.). — Growth and inhibiting substances in relation to the rest period of the potato tuber. *Nature*, 1954, **174**, 970.
56. BLOMMAERT (K.-L.-J.). — The significance of auxins and growth inhibiting substances in relation to winter dormancy of the peach tree. *Dept. Agricult. Union of South Africa. Sci. Bull.*, 1955, **368**, 1.
57. BLOMMAERT (K.-L.-J.). — Winter temperature in relation to dormancy and the auxin and growth inhibitor content of peach buds. *South. Afr. j. Agric. Sc.*, 1959, **2**, 507.
58. BOJCHUK (O.-B.). — Dynamique des auxines dans les graines de tomate en germination. *Bull. signal.*, 1961, **17**, 7.
59. BONDE (E.-K.). — Growth inhibitors and auxins in leaves of cocklebur. *Physiol. Plant.*, 1953, **6**, 234.
60. BOO (L.). — The effect of gibberellic acid on the inhibitor complex in resting potato. *Plant Physiol.*, 1961, **14**, 676.
61. BOO (L.). — Gibberellin-like substances in the potato tubers during and after the rest period. Preliminary report. *Svensk. bot.*, 1963, **56**, 193.
62. BORESCH (K.). — Zur Analyse der frühlreibenden Wirkung des Warmbades. *Biochem. Z.*, 1924, **143**, 313.
63. BOTTIELIER (H.-P.). — On the relation between auxin concentration and effect in different tests. *Knl. nederl. Akad. Wetensch. Proc. Ser. C.*, 1959, **62**, 493.
64. BOURDEAU (P.-E.). — Interaction of gibberellic acid and photoperiod on the vegetative growth of *Pinus elliottii*. *Nature (Lond.)*, 1958, **182**, 118.
65. BOYCE (A.), CHANDLER (W.-H.), KIMBALL (M.-H.). — Termination of the rest period of deciduous trees. *U.S. Patent*, 1946, **2**, 166. In Chouard, 1951.

66. BOYER (N.). — Evolution des substances de croissance et dormance du châtaignier. D.E.S. Clermont, 1963.
67. BRADLEY (M.-V.), JULIAN (C.). — Gibberellin induced inhibition of bud development in some species of *Prunus*. *Science*, 1960, **131**, 825.
68. BRAUM (H.-J.). — Die normalen Werwachsungsvorgänge nach Pflanzung von Laubbäumen. *Zeitschrift für Botanik*, 1960, **48**, 58.
69. BRIAN (P.-W.). — Effects of Gibberellins on plant growth and development. *Biol. Rev.*, 1959, **34**, 37.
70. BRIAN (P.-W.), PETTY (J.-H.), RICHMOND (P.-T.). — Extended dormancy of deciduous woody plants treated in autumn with gibberellin acid. *Nature (Lond.)*, 1959, **184**, 69.
71. BRIERLEY (W.-G.), LONDON (R.-H.). — Some relationships between rest period, rate of hardening, loss of cold resistance and winter injury in the Latham raspberry. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 1946, **47**, 224.
72. BRONCHART (R.). — Recherches sur le dosage des auxines I. Extraction, purification et dosage de l'A.I.A. *Bull. Soc. r. Sci. Liège*, 1957, **26**, 216.
73. BROOKS (R.-M.), PHILIP (G.-L.). — Climate in relation to deciduous fruit production in California. I Effect of the warm winter of 1940-1941 on peach and nectarine varieties in Northern California. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 1941, **39**, 190.
74. BROOKS (R.-M.). — Climate in relation to deciduous fruit production in California. II Effect of the warm winter of 1940-1941 on apricot, plum and prune varieties in Northern California. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 1942, **40**, 209.
75. BROWN (D.-S.). — Climate in relation to deciduous fruit production in California. IV. Effect of the mild winter of 1950-1951 on deciduous fruits in Northern California. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 1952, **59**, 111.
76. BROWN (D.-S.). — The rest period of apricot flower buds as described by a regression of time of bloom on temperature. *Plant. Physiol.*, 1957, **32**, 75.
77. BROWN (D.-S.). — The influence of gibberellin on resting pear buds. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 1960, **76**, 52.
78. BROWN (D.-S.), and ABI-FADEL (J.-F.). — The stage of development of apricot flower buds in relation to their chilling requirement. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 1953, **61**, 110.
79. BROWN (D.-S.), KOTOB (F.-A.). — Growth of buds of apricot, peach, and pear during the rest period. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 1957, **69**, 158.
80. BUCH (M.-L.), SMITH (O.). — The acidic growth inhibitor of potato tubers in relation to their dormancy. *Physiol. Plantarum*, 1959, **12**, 706.
81. BUIS (R.). — Quelques observations sur les dormances hivernales des bourgeons et du cambium de plantes ligneuses. *C.R. Soc. Biol.*, 1959, **153**, 1218.
82. BUKOVAC (M.-J.), DAWIDSON (H.). — Gibberellin effects on photoperiod controlled growth of Weigela. *Nature (Lond.)*, 1959, **183**, 59.
83. BÜNNING (E.). — Entwicklungs- und Bewegungsphysiologie der Pflanzen. 1953, 1 vol. Springer, Berlin.
84. BÜNNING (E.). — Die Korrelation des Temperaturfehlers der endogenen Tagesrhythmik. *Naturwiss.*, 1956, **43**, 42.
85. BURTON (W.-G.). — Some observations on the growth substances in ether extracts on the potato tubers. *Physiol. Plantarum Danem.*, 1956, **9**, 567.
86. BUSGEN (M.). — Bau und Leben der Waldbäume. 1 vol. Jena: Gustav Fischer, 1897.
87. CAMPBELL (J.-S.). — Some physiological investigations into the White Lisbon yam (*Dioscorea alata* L.) I. The breakage of the rest period in tubers by chemical means. *J. Exper. Agric. G.B.*, 1962, **30**, 108.

88. CATÉSSON (A.-M.). — Modifications saisonnières des vacuoles et variations de la pression osmotique dans le cambium d'*Acer pseudoplatanus*. *C.R. Acad. Sci.*, 1962, **254**, 3887.
89. CATHEY (H.-M.). — On the breaking of dormancy of Forsythia by hot water and chemical solutions. *Meded. Dir. Tuinb.*, 1956, **10**, 768.
90. CHABREDIER (C.). — Recherches sur la croissance et les substances de croissance des bourgeons de lilas. D.E.S. Clermont, 1962.
91. CHADUC (N.). — Recherches sur les substances de croissance des bourgeons de *Sambucus nigra*. D.E.S. Clermont, 1960.
92. CHALOPIN (H.). — Une cause d'erreur en chromatographie quantitative: la tâche résiduelle au départ. *Bull. Soc. Chim. Biol.*, 1960, **41**, 1539.
93. CHAMPAGNAT (P.). — Les principes généraux de la ramification des végétaux ligneux. *Rev. Hort. N.S.*, 1947, **30**, 335.
94. CHAMPAGNAT (P.). — La taille des arbres fruitiers. 1949, 1 vol. Paris: Maison Rustique.
95. CHAMPAGNAT (P.). — Ramification à régime rythmique et anisophyllie chez les végétaux supérieurs. *Lilloa*, 1949, **16**, 161.
96. CHAMPAGNAT (P.). — L'autonomie des entre-nœuds chez le sureau. *C.R. Acad. Sci. Fr.*, 1949, **229**.
97. CHAMPAGNAT (P.). — Les rameaux anticipés chez les végétaux ligneux et le problème des inhibitions de bourgeons. Actes 68^e congrès Ass. Franç. pour Avanc. Sci., Clermont-Ferrand, 1949.
98. CHAMPAGNAT (P.). — Les corrélations d'inhibition chez les plantes. *Ann. Biol.*, 1950, **26**, 763.
99. CHAMPAGNAT (P.). — Les corrélations d'inhibition sur la pousse herbacée du lilas. I. Le rôle fondamental de la feuille de grande taille. *Bull. Assoc. Philomat. Alsace et Lorraine*, 1950, **9**, 36.
100. CHAMPAGNAT (P.). — Les corrélations d'inhibition sur la pousse herbacée du lilas. II. Un curieux exemple d'inhibition acropète. *Bull. Assoc. Philomat. Alsace et Lorraine*, 1951, **9**, 54.
101. CHAMPAGNAT (P.). — Recherches sur « les rameaux anticipés » des végétaux ligneux. *Rev. Cytol. et biol. végét.*, 1954, **15**, 1.
102. CHAMPAGNAT (P.). — Les corrélations sur le rameau d'un an des végétaux ligneux. *Phyton*, 1954, **4**, 1.
103. CHAMPAGNAT (P.). — Les corrélations entre feuilles et bourgeons de la pousse herbacée du lilas. *Rev. gen. Bot.*, 1955, **62**, 325.
104. CHAMPAGNAT (P.). — Inhibitions et stimulations dans les corrélations entre bourgeons. *Bull. Soc. franç. Physiol. végét.*, 1959, **5**, 95.
105. CHAMPAGNAT (P.), RANDIER (A.-M.), ALLARY (S.). — La ramification de la pousse herbacée du Charme. *Bull. Soc. hort. France*, 1961, **108**, 81.
106. CHANCEL (M.). — Recherches sur le développement et les substances de croissance des bourgeons de hêtre (*Fagus sylvatica*). D.E.S., Clermont, 1962.
107. CHANDLER (W.-H.). — Some studies of rest in apple-trees. *Proc. Amer. Soc. hort. Sci.*, 1961, **76**, 1.
108. CHANDLER (W.-H.), KIMBALL (M.-H.), TUFTS (W.-P.), WELDON (G.-P.). — Chilling requirements of opening buds on deciduous orchard trees and some other plants in California. *Bull. Calif. Agr. Exp. St.*, 1937, **611**, 1.
109. CHANDLER (W.-H.), TUFTS (W.-P.). — Influence of the rest period on opening of buds of fruit trees in spring and on development of flower buds of peach tree. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 1934, **30**, 180.
110. CHELYADINOVA (A.-I.). — The dormant stage in woody plants and their reproductive organs in the light of the theory of staged development. Stogi: Perpekt. Issledovatel. Razvitiya Rast. *Akad. Nauk. SSSR.*, 1959, 112.
111. CHAN-THOM. — A study of the respiration of hardy pear buds in relation to the rest period. Doctoral thesis, Univ. Calif. Berkeley, 1951.

112. CHINOY (J.-L.), GROVER (S.), SIROHI (G.-S.). — Bio-assay of auxins on the basis of relative growth rates of *Avena coleoptile* sections. *Physiol. Plantarum.*, 1957, **10**, 86.
113. CHOUARD (P.). — Dormances et inhibitions des graines et des bourgeons. Préparation au forçage. Thermopériodisme, 1951, 1 vol., 157 p. Centre Doc. Univ., Paris.
114. CHOUARD (P.). — Diversité des mécanismes des dormances, de la vernalisation et du photopériodisme révélée notamment par l'action de l'acide gibberellique. *Mém. Soc. Bot. Fr.*, 1957 52.
115. CHOUARD (P.). — Vernalization and its relation to dormancy. *Annu. Rev. Plant. Physiol.*, 1960, **11**, 191.
116. COMBES (R.). — Contribution à l'étude biochimique du forçage des plantes ligneuses. *Rev. Gén. Bot.*, 1933, **35**, 133.
117. CONOVER (D.-F.), RALSTON (R.-A.). — Results of crop-tree thinning and pruning in northern hardwood saplings after nineteen years. *Jour. Forest.*, 1959, **57**, 551.
118. COOPER (W.-C.). — Periodicity of growth and dormancy in Citrus. *Grande valley Hort. Soc. Texas*, 1957, **11**, 3.
119. COOPER (W.-C.), PEYNADO (A.). — Effect of gibberellic acid on growth and dormancy in Citrus. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 1958, **72**, 284.
120. COSTER (C.). — Lauberneuerung und andere periodische Lebensprozesse in dem trockenen Monsumgebiet Ost java's. *Ann. jard. Bot. Buitenzorg.*, 1923, **33**, 117.
121. COTRUFO (C.). — Studies of internal chemical changes of the potato tuber in relation to dormancy. *Dissert. Absts.*, 1958, **19**, 28.
122. COURTOT (Y.), BAILLAUD (L.). — Remarques sur les bourgeons d'un *Cupressus*. *Bull. Soc. Fr. Physiol. veg.*, 1962, **7**, 96.
123. COUVY (J.). — Présence d'une substance de croissance et d'un inhibiteur dans les bourgeons et les pousses de première année chez *Pinus pinaster* Sol. Evolution de ces substances au cours de l'année. *C.R. Acad. Sci. Fr.*, 1962, **254**, 2643.
124. COVILLE (F.-V.). — The influence of cold in stimulating the growth of plants. *J. Agric. Res.*, 1920, **20**, 151.
125. CRONENBERGER (L.). — Evolution de quelques constituants des bourgeons de Merisier. *C.R. Acad. Sci. Fr.*, 1959, **249**, 475.
126. CROSSA RAYNAUD (P.). — Effets des hivers doux sur le comportement des arbres fruitiers à feuilles caduques. *Ann. Serv. Bot. et Agron. Tunisie*, 1955, **28**, 22.
127. DALE (J.-E.). — Some effects of the continuous removal of floral buds on the growth of the cotton plant. *Annals of Bot.*, 1959, **23**, 636.
128. DANG (K.-D.), CHODAT (F.). — Vernalisation de *Linum austriacum* L. par ablation des rameaux latéraux. *Exp. Suisse*, 1958, **14**, 68.
129. DATHATHRY TRICHINOPOLY (N.-P.). — A study of the relationship of growth substances to rest period and germination of Mazzard cherry seeds *Prunus avium* L. *Dissert. Abstr. U.S.A. (Bull. signal.)*, 1962, **24**, 17).
130. DECAU (J.). — Notions élémentaires de chromatographie: principes et techniques d'application. *Ann. agronomiques*, 1961, **12**, 618.
131. DELISLE (H.-E.). — The influence of auxin in secondary branching in two species of Aster. *Amer. jour. Bot.*, 1937, **24**, 159.
132. DENMAN (T.-E.). — Some factors affecting the chilling requirements of peach varieties in north central Texas. *Proc. Assoc. So. Agr. Workers* 51 st Ann. Convention, 1954, 136.
133. DENFER (D. von), BEHRENS (M.), FISCHER (A.). — Papier elektrophoretische Trennung von Indolderivaten aus Pflanzenextrakten. *Naturwiss.*, 1952, **39**, 258.
134. DENNIS (F.-G.), EDGERTON (L.-J.). — The relationship between an inhibitor and rest in peach flower buds. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 1961, **77**, 107.

135. DENNY (F.-E.). — Hastening the sprouting of dormant potato tubers. *Amer. j. Bot.*, 1926 a, **13**, 118.
136. DENNY (F.-E.). — Prolonging, then breaking the rest period of gladiolus corms. *Contr. Boyce Thompson Inst.*, 1938, **9**, 403.
137. DENNY (F.-E.), MILLER (L.-P.). — Effect of ethylene chlorhydrin vapors upon dormant lilac tissues. *Contrib. Boyce Thompson Inst.*, 1932, **4**, 513.
138. DENNY (F.-E.), MILLER (L.-P.). — Hastening the germination of dormant gladiolus corms with vapors of ethylene chlorhydrin. *Contrib. Boyce Thompson Inst.*, 1934, **6**, 31.
139. DENNY (F.-E.), STANDON (E.-N.). — Chemical treatments for shortening the rest period of pot-grown woody plants. *Amer. J. Bot.*, 1928, **15**, 327.
140. DENNY (F.-E.) and STANTON (E.-N.). — Chemical treatments for shortening the rest period of pot grown woody plants. *Cont. Boyce Thompson Inst.*, 1928, **1**, 355.
141. DONOHO (C.-W.), WALKER (D.). — Effect of gibberellic acid on breaking of rest period in Elberta peach. *Science*, 1957, **3284**, 1178.
142. DOORENBOS (J.). — Review of the literature on dormancy in buds of woody plants. *Meded. Landb. Wag.*, 1953, **53**, 1.
143. DOORENBOS (J.). — On the breaking of bud dormancy in Forsythia and Rhododendron. *Directeur Tuinbouw*, 1953, **16**, 533.
144. DÖRFFLING (K.). — Untersuchungen über die Wuchs- und Hemmstoffe der Knospen und des Kambiums von *Acer Pseudoplatanus* L. Unveröffentlichte Diplomarbeit. Hamburg, 1960.
145. DÖRFFLING (K.). — Die Bedeutung von Inhibitor β für die korrelative Hemmung und für die Winterruhe der Knospen von *Acer pseudoplatanus*. *Planta (Berl.)*, 1963, **59**, 346.
146. DÖRFFLING (K.). — Über das Wuchsstoff-Hemmstoffsystem von *Acer pseudoplatanus* L. I Der Jahresgang der Wuchs- und Hemmstoffe in Knospen, Blättern und im Kambium. *Planta*, 1963, **60**, 390.
147. DÖRFFLING (K.). — Über das Wuchsstoff-Hemmstoffsystem von *Acer pseudoplatanus* L. II Die Bedeutung von « Inhibitor β » für die korrelative Knospenhemmung und für die Regulation der Kambiumtätigkeit. *Planta*, 1964, **60**, 413.
148. DOSTAL (R.). — Die Korrelationsbeziehung zwischen dem Blatt und seiner Axillarknospe. *Ber. d. Deutsch. Bot. Ges.*, 1909, **27**, 547.
149. DOSTAL (R.). — Über die Wachstumsregulierende Wirkung des laubblattes. *Acto. Soc. Sci. Nat. Moraviae.*, 1926, **3**, 83.
150. DOSTAL (R.). — Über die Sommerperiodizität von *Quercus* und *Fagus*. *Ber. dtsch bot. Ges.*, 1927, **45**, 436.
151. DOSTAL (R.). — Über das Fröhrtreiben der Fliegerzweige (*Syringa vulgaris*) und Kartoffelknollen (*Solanum tuberosum*) und die hormonale Deutung dafür. *Gartenbauwiss.*, 1942, **16**, 195. In Doorenbos 1953.
152. DOSTAL (R.). — Über die korrelative Bedingtheit der Winterknospenbildung bei *Syringa vulgaris*. *Acta Acad. Sci. cecoslov. Basis brunens*, 1959, **31**, 49.
153. DOSTAL (R.). — Gibberellinsäure und Knospenbildung bei *Syringa vulgaris*. *Die Naturwissenschaften*, 1961, **48**, 139.
154. DOWNS (R.-J.). — Photoperiodic control of growth and dormancy in woody plants. In: The physiology of forest trees. A symposium held at the Harvard Forest. Ed. by K.V. Thimann, 529. New York: Ronald Press Company, 1957.
155. DOWNS (R.-J.), BORTHWICK (H.-A.). — Effects of photoperiod on growth of trees. *Bot. Gaz.*, 1956, **117**, 310.
156. DUBOIS (P.). — Contribution à l'étude de la croissance par poussées successives chez *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. *Agricultura Belg.*, 1962, **10**, 125.

157. DUFF (G.-H.), NOLAN (N.-J.). — Growth and morphogenesis in the Canadian forest species. III The time scale of morphogenesis at the stem apex of *Pinus resinosa* Ait. *Canad. J. Bot.*, 1958, **36**, 687.
158. DUFRENOY (J.). — Corrélation entre la température de l'air et la vitesse de croissance de la vigne. *C.R. Acad. Sci.*, 1932, **194**, 639.
159. DUPUY (D.). — Substances de croissance et dormance des bourgeons chez le troène. D.E.S. Clermont, 1963.
160. EGGERT (F.-P.). — A study of rest in several varieties of apple in other fruit species grown in New York State. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 1951 a, **57**, 169.
161. EGGERT (F.-P.). — The auxin content of spur-buds of apple as related to the rest period. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 1951 b, **62**, 191.
162. EGGERT (F.-P.). — The auxin content of spur buds of apples as related to the rest period. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 1953, **62**, 191.
163. ENGELBRECHT (L.). — Überwindung der Knospenruhe durch Kinetin (6 Furfurylaminopurin). *Naturwiss.*, 1962, **49**, 427.
164. FAIRBROTHERS (D.-E.), BERNARD (J.-M.). — A taxonomic and ecological study of *Quercus nigra* L. *Bull. of the Torrey Bot. Club*, 1962, **89**, 254.
165. FALLOT (J.). — Traitement des boutures de vigne par la rindite dans le but d'avancer leur débourrement. *Ann. Ec. Nat. Sup. Agro. Toulouse*, 1955 a, **3**, 21.
166. FALLOT (J.). — Cultures aseptiques de tiges de vigne prélevées juste avant et pendant le repos hivernal. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, 1955 b, **90**, 173.
167. FALLOT (J.). — Culture de tissus de quelques espèces et variétés du genre *Vitis* et leur comportement. *Bull. Soc. Hist. nat. Toulouse*, 1955 c, **90**, 163.
168. FALLOT (J.). — Effet de l'activité des bourgeons de vigne sur la prolifération *in vitro* du cambium. *C.R. Acad. Sci. Fr.*, 1960, **251**, 2576.
169. FALLOT (J.). — Activité comparée des méristèmes primaires et secondaires des tiges de la vigne. *Bull. Soc. Fr. Physiol. vég.*, 1961 a, **7**, 75.
170. FALLOT (J.). — Effets du froid et de la rindite sur les méristèmes de tiges de *Vitis rupestris* du Lot en repos végétatif. *C.R. Acad. Sci. Fr.*, 1961 b, **24**, 3861.
171. FERENCZY (L.). — Examinations on germination and growth inhibiting effect of some seed extracts. *Acta Biol. (Seeged)*, 1957 a, **3**, 7.
172. FERENCZY (L.). — Examinations of ether extractible germination inhibitors of fleshy fruits separated by paper chromatography. *Acta Biol. Acad. Sci. Hungaricae.*, 1957 b, **8**, 31.
173. FERENCZY (L.). — Examinations of ether extractible growth substances in grape and watermelon with paper chromatography. *Phyton*, 1957 c, **9**, 47.
174. FERJANCIKOVA (V.). — The effect of gibberellic acid on the stem development in a culture of peach seedlings. *Naturwiss.*, 1959, **46**, 454.
175. FISCHER (A.). — Papierchromatographische und papierelektrophoretische Trennung von Indolderivaten. *Planta (Berl)*, 1954, **43**, 288.
176. FLEMION (F.). — Effect of temperature, light and gibberellic acid on stem elongation and leaf development in physiologically dwarfed seedlings of peach and Rhodotypos. *Cont. Boyce Thompson Inst.*, 1959, **20**, 57.
177. FLEMION (F.), STROUT DE SILVA (D.). — Bioassay and biochemical studies of extracts of peach seeds in various stages of dormancy. *Contr. Boyce Thompson Ins.*, 1961, **20**, 365.
178. FOGLE (H.-W.). — Effects of duration of after-ripening, gibberellin and other pretreatment on sweet cherry germination and seedling growth. *Proc. Amer. Soc. hort. Sci.*, 1958, **72**, 129.
179. GALSTON (A.-W.), PURVIS (W.-K.). — The mechanism of action of auxin. *Annu. Rev. Plant. Physiol.*, 1960, **11**, 239.

180. GARRARINI (G.). — Purification de l'éther sulfurique. *Bull. Assoc. Chim. Sucrier et distil. France et Col.*, 1908, **26**, 1165.
181. GARDNER (F.-E.). — Composition and growth initiation of dormant Bartlett peas shoots as influenced by temperature. *Plant. Physiol.*, 1929, **4**, 405.
182. GARDON (S.-A.), WEBER (R.-P.). — Colorimetric estimation of indolyl-acetic acid. *Plant. Physiol.*, 1951, **26**, 192.
183. GARRISON (R.). — Origin and development of axillary buds: *Syringa vulgaris*. *Amer. jour. Bot.*, 1949, **36**, 205.
184. GARRISON (R.). — Origin and development of axillary buds *Betula papyrifera* Marsh and *Euptyles polyandra* S. et Z. *Amer. jour. Bot.*, 1949, **36**, 379.
185. GARRISON (R.), WETMORE (R.-H.). — Studies in shoot-tip abortion: *Syringa vulgaris*. *Amer. jour. Bot.*, 1961, **48**, 789.
186. GENKELJ (P.-A.), OKNINA (E.-Z.). — Dormance chez les plantes (en russe). *Dokl. Akad. Nauk. SSSR*, 1948, **62**, 409. In Samish, 1953.
187. GINTEROVA (A.). — The effect of ethylene chlorhydrin on carbohydrate metabolism in potatoes. *Biol. Plant.*, 1959, **1**, 258.
188. GINTEROVA (A.). — Content of different forms of vitamin C in potatoes treated with ethylene chlorhydrin. *Biol. Plantarum*, 1960, **2**, 19.
189. GOEBEL (K.). — Beiträge zur Morphologie und Physiologie des Blattes. *Bot. Ztg.*, 1880, **38**, 753.
190. GOEBEL (K.). — Einleitung in die experimentelle Morphologie der Pflanzen. 1 vol., Leipzig, 1908.
191. GOLDACRE (P.-L.), BOTTOMLEY (W.). — A kinin in apple fruitlets. *Nature (Lond.)*, 1959, **184**, 555.
192. GONCHARENKO (G.-A.). — Caractères biologiques des pousses de *Quercus robur* L. *Ukrain. bot. Zh.*, 1962, **19**, 59.
193. GORDON (S.-A.), PALEG (L.-G.). — Observations on the quantitative determination of indoleacetic acid. *Physiol. Plantarum*, 1957, **10**, 39.
194. GRAY (R.-A.). — Breaking the dormancy of peach seeds and crab grass seeds with gibberellin. *Plant. Physiol.*, 1958, **33**, XL.
195. GREENSHIELDS (K.-N.). — A chromatographic method for studying simple compounds in plants. *Nature G. B.*, 1958, **181**, 280.
196. GREGORY (F.-G.), VEALE (J.-A.). — A reassessment of the problem of apical dominance. *Symp. Soc. exp. Bot.*, 1957, **11**, 1.
197. GROSBY (D.-G.), BERTHOLD (R.-V.), SPENCER (Jr.). — Naturally occurring growth substances II an improved straight growth test and its applications. *Plant. Physiol.*, 1961, **36**, 48.
198. GRUDZINSKAJA (I.-A.). — Influence des pousses de la Saint-Jean sur la formation de faux anneaux annuels chez le chêne (*Quercus robur*). *Dokl. Akad. Nauk. SSSR*, 1957, **115**, 392.
199. GUARD (A.-T.), POSTLETHWAIT (S.-N.). — Relation of the formation of annual rings to multiple flushes of growth in several species of *Quercus*. *Proc. Indiana. Acad. Sci.*, 1959, **67**, 104.
200. GUBAREVA (U.-A.). — An experiment in the study of the intereffect of woody plants by means of the effect of separation of roots and leaves. *Doklady Akad. Nauk. SSSR (Bot. Sci. Sect. Transl.)*, 1960, **131**, 75.
201. GUERN (J.). — Observations sur les méthodes de séparation et d'extraction des substances de croissance à l'occasion de l'étude de la baie du gui. *Rev. Gén. bot.*, 1962, **66**, 489.
202. GUERN (J.). — Caractéristiques de la croissance des frondes de *Lemna trisulea*. *C.R. Acad. Sci. Fr.*, 1963 a, **256**, 2220.
203. GUERN (J.). — Modifications expérimentales de l'intensité de la dominance entre frondes de *Lemna trisulea*. *C.R. Acad. Sci. Fr.*, 1963 b, **256**, 2686.
204. GUINIER (Ph.). — Qu'est-ce que le chêne? *Bulletin de la Société Forestière de Franche-Comté et des Provinces de l'Est*, 1950, **14**, 553.

205. GUNCKEL (J.-E.), THIMANN (K.-V.). — Studies of development in long shoots and short shoots of *Ginkgo biloba* L. Auxin production in shoot growth. *Amer. jour. Bot.*, 1949, **36**, 145.
206. GUSTAFSON (F.-G.). — Lack of inhibition of lateral buds by the growth promoting substance phenylacetic acid. *Pl. Physiol.*, 1941, **16**, 203.
207. GUTHRIE (J.-D.). — Role of glutathion in the breaking of rest period of buds by ethylene chlorhydrin. *Contrib. Boyce Thompson Instit.*, 1940, **2**, 261.
208. GUTHRIE (J.-D.). — Sprays that break the rest period of peach buds. *Contrib. Boyce Thompson Instit.*, 1941-1942, **12**, 45.
209. GUTTENBERG (H. von), LEIKE (U.-H.). — Untersuchungen über den Wuchs - und-Hemmstoffgehalt ruhender und treibender Knospen von *Syringa vulgaris*. *Planta (Bul.)*, 1958, **52**, 96.
210. GUZHEV (J.U.-L.). — Étude de la période de quiescence chez les arbres fruitiers (en russe). *Zh. Obshch. Biol. SSSR.*, 1957, **18**, 298.
211. HANDCOCK (R.-C.), BARLOW (H.-W.-B.). — The assay of growth substances by a modified straight-growth method. *Ann. Rep. East Malling Res. Sta.*, 1953, 88.
212. HANDCOCK (C.-R.). — Studies on Extension growth in Coleoptile Sections II The effects of high Concentrations of indolylacetic acid on section growth. *Annals of Bot.*, 1959, **23**, 107.
213. HARPER JOHN (L.), Mc NAUGHTON (I.-H.). — The inheritance of dormancy in inter and intraspecific hybrids of Papaver. *Heredity*, 1960, **15**, 315.
214. HARRIS (W.-B.). — Bud burst delay of stone fruits. *J. Dept. Agric. S. Austr.*, 1950, **53**, 356.
215. HARTIG (Th.). — Anatomie und Physiologie der Holzpflanzen. Berlin, 1878.
216. HATCHER (E.-S.-J.). — Auxin relations of the woody shoot. The distribution of diffusible auxin in shoots of apple and plum root-stock varieties. *Ann. Bot.*, 1959, **23**, 409.
217. HAUSSENDORFF (E.). — Umbrelle-shaped pine and another auxin hormone problem in trees. *Mitt. d. Deutsch. Dendrol. Ges.*, 1959, **69**, 72.
218. HEMBERG (T.). — Studies of auxin and growth-inhibiting substances in the potato tuber and their significance with regard to its rest period. *Acta Hort. Berg.*, 1947, **14**, 133.
219. HEMBERG (T.). — Significance of growth-inhibiting substances and auxins for the rest-period of the potato tuber. *Physiol. Plantarum (Copenh.)*, 1949, **2**, 24.
220. HEMBERG (T.). — Growth inhibiting substances in terminal buds of *Fraxinus*. *Physiol. Plantarum*, 1949 b, **2**, 37.
221. HEMBERG (T.). — The effect of glutathion on the growth - inhibiting substances in resting potato tubers. *Physiol. Plantarum*, 1950, **3**, 17.
222. HEMBERG (T.). — The significance of the acid growth-inhibiting substances for the rest-period of the potato tuber. *Physiol. Plantarum (Copenh.)*, 1952, **5**, 115.
223. HEMBERG (T.). — Auxins and growth-inhibiting substances in maize-Kernels. *Physiol. Plantarum (Copenh.)*, 1958 a, **11**, 284.
224. HEMBERG (T.). — The occurrence of acid inhibitors in resting terminal buds of *Fraxinus*. *Physiol. Plantarum*, 1958 b, **11**, 610.
225. HEMBERG (T.). — The significance of the inhibitor β complex in the rest period of the potato tuber. *Physiol. Plantarum*, 1958 c, **11**, 615.
226. HEMBERG (T.), LARSSON (I.). — The inhibitor β complex from resting potato tubers as an inhibitor of α amylase. *Physiol. Plantarum*, 1961, **14**, 861.
227. HENDERSHOTT (C.-H. Jr). — The growth promoting and inhibiting substances in resting peach flower buds. *Dissertation Absts.*, 1959, **20**, 1519. Rés. Thèse.

228. HENDERSHOTT (C.-H.), BAILLEY (L.-F.). — Growth inhibiting substances in extracts of dormant flower buds peach. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 1955, **6**, 5, 85.
229. HENDERSHOTT (C.-H.), WALKER (D.-R.). — Seasonal fluctuation in quantity of growth substances in resting peach flower buds. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 1959 a, **74**, 121.
230. HENDERSHOTT (C.-H.), WALKER (D.-R.). — Identification of a growth inhibitor from extracts of dormant peach flower buds. *Science*, 1959 b, **130**, 798.
231. HERING (F.). — Über Wachstumskorrelationen infolge mechanischer Hemmung des Wachstums. *Jahrb. Wiss. Bot.*, 1896, **29**, 132.
232. HIGDON (R.-J.). — Effects of insufficient chilling on peach varieties in South Carolina in the winter of 1948-49. *Proc. Amer. Soc. hort. Sci.*, 1950, **55**, 236.
233. HILL (A.-G.-G.), CAMPBELL (G.-K.-G.). — Prolonged dormancy of deciduous fruit-trees in warm climates. *Comp. J. exp. Agric.*, 1949, **17**, 259.
234. HODGSON (F.-R.). — Observations on the rest period of deciduous fruit trees in a mild climate. *Proc. Amer. Soc. hort. Sci.*, 1924, **20**, 151.
235. HORN (C.-W. van). — Delayed foliation of pecan trees in Arizona. *Proc. Amer. Soc. hort. Sci.*, 1941, **39**, 87.
236. HOUSLEY (S.), TAYLOR (W.-C.). — Studies on plant growth hormones. VI. The nature of inhibitor in potato. *J. Exper. Bot.*, 1958, **9**, 458.
237. HOWARD (W.-L.). — Untersuchung über die Winterruheperiode der Pflanzen. Thèse, 1906, Halle. In Chouard, 1951.
238. HOWARD (W.-L.). — An experimental study of the rest period of plants. The winter rest. First report. *Mo. Agr. Exp. St. Res. Bull.*, 1910, **1**, 1.
239. HOWARD (W.-L.). — An experimental study of the rest period in plants. Pot. grown woody plants. Third report. *Mo. Agr. St. Res. Bull.*, 1915, **16**, 1. In Doorenbos 1953.
240. HOWARD (W.-L.). — An experimental study of the rest period in plants. Pot-grown woody plants. Fifth report. *Mo. Agr. Exp. St. Res. Bull.*, 1917, **21**, 1. In Doorenbos, 1953.
241. HUGLIN (P.). — Recherches sur les bourgeons de la vigne: initiation florale et développement végétatif. Thèse Strasbourg, 1958.
242. HUGON (E.). — Influences simulatrices capables de s'opposer à une dominance apicale chez *Cicer arietinum* L. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 1960, **250**, 1334.
243. HUGON (E.). — Mode d'action comparé de l'acide gibberellique et de la kinétine dans la dominance apicale chez *Cicer arietinum* L. *C.R. Acad. Sci.*, 1962, **255**, 347.
244. IABLONSKII (E.-A.). — Mound reactions and the dormant stage of potato tubers. *Dokl. Akad. Nauk. SSSR (Transl.)*, 1958, **118**, 13.
245. IKEMOTO AKIO. — Effect of day length upon breaking of dormancy in one year old seedlings of *Pinus densiflora*. *Jour. Japanese Forest Soc.*, 1961, **43**, 162.
246. IRION (W.-O.), FISCHNICH. — Über stoffliche Umwandlungen in « Rindite » behandelten Kartoffelknollen in den einzelnen Phasen der Keimung. *Zeitschr. Pflanzenernähr. Düng. u. Bodenk.*, 1952, **59**, 248.
247. ISKAWA (S.). — On the growth inhibitor present in the pericarp of spinach fruit (*Spinacia oleracea*). *Bot. Mag. (Tokyo)*, 1951, **64**, 120.
248. IWAI (K.). — The growth inhibition of the germinating seeds by sulfonamides and its reversal by folic acid analogues. *J. Vitaminol. Jap.*, 1962, **8**, 20.
249. IYENGAR (C.-V.), KRISHNA. — Some aspects of intraseasonal growth variation in plants. Part. I. *Proc. Nat. Inst. Sci. India, Sect B.: Biol. Sci.*, 1962, **26**, 105.

250. JACQUIOT (C.). — Sur les facteurs déterminant la reprise de l'activité du cambium chez diverses essences forestières. *C.R. Acad. Sci. Fr.*, 1951, **232**, 2350.
251. JANIK (J.). — Système racinaire du chêne d'été *Quercus robur* L. et du chêne d'hiver *Q. petraea*. *Rozpr. ceskosl. Akad. Ved. Rada M.P.V.*, 1957, **67**, 85.
252. JANKOVIC MILORAD (M.). — On the development of the water chestnut. III. Lateral branching. *Archiv. Biol. Nauka*, 1956, **8**, 81.
253. JAVARAYA (H.-C.). — Bi-annual cropping of apple in Bangalore. *Ind. J. Hort.*, 1943, **1**, 31.
254. JESENKO (F.). — Einige neue Verfahren, die Ruheperiode der Holzgewächse abzukürzen. *Ber. D. Bot. Gesellschaft.*, 1911, **29**, 81. In: Chouard, 1951.
255. JOHANNSEN (W.). — Ruheperioden. In: *Handwörterbuch der Naturwissenschaften*, 2. Aufl., 1933, **8**, 514.
256. JONES et CONZIE (J.-V.). — Identification of a cyanogenetic growth-inhibiting substance in extracts of peach flower buds. *Science*, 1961, **134**, 284.
257. JONES FLEMING (J.-W.), BAILEY (L.-F.). — Cyanide as a growth inhibiting substance in extracts of peach leaves, bark and flower buds. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 1957, **69**, 152.
258. JONES (M.-B.). — Seasonal trend of cyanide in peach leaves and flower buds and its possible relationship to the rest period. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 1961, **77**, 117.
259. JUDIN (V.-G.). — Dépendance de la profondeur de dormance des graines de quelques espèces d'érable vis-à-vis de leur origine géographique. *Eksp. Bot. SSSR*, 1962, **15**, 148.
260. JURKEVICH (I.-D.), PARFENOV (V.-I.). — Rapport entre l'arrivée des phénolases des arbres et la somme des températures efficaces. *Akad. Nauk. belorussk. S.S.R. Bulletin Inst. Biol.*, 1961, **6**, 16.
261. JURKOVAJA (L.-M.). — Changes in the content of growth substances due to interruption of the rest period. *Cr. Dokl. Acad. Sci. U.R.S.S.*, 1939, **23**, 88.
262. KALLIO (P.), PIROINEN (P.). — Effect of gibberellin on the termination of dormancy in some seeds. *Nature (Lond.)* 1959, **183**, 1830.
263. KAMSON - RAPPAPORT (M.). — Changes in the ascorbic acid content of germinating lettuce seeds. *Bull. rés. Caune. Israel Sect.*, 1960, **6**, 126.
264. KASSEM (M.). — The seasonal variation of hormones in pear buds in relation to dormancy. Thèse. Univ. Calif. Berkeley, 1944.
265. KATO (J.). — A gibberellin like substance in Bamboo shoots. *Die. Naturw.*, 1963, **50**, 226.
266. KAWASE (M.), NITSCH (J.-P.). — Growth substances and the photo periodic control of growth in *Betula pubescens* and *B. lutea*. *Plant. Physiol.*, 1959, **34**, (Suppl.) IV-V.
267. KAWASE (M.). — Growth substances related to dormancy in *Betula*. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 1961, **78**, 532.
268. KAWASE (M.). — Dormancy in *Betula* as a quantitative state. *Plant Physiol. U.S.A.*, 1962, **36**, 643.
269. KAZARIAN (V.-O.). — The falling off and desiccation of the branches of tree and shrub species and its importance in their lives. *Nauchn-Tr. erevansk. Univ.*, 1956, **54**, 3.
270. KEFFORD (N.-P.). — The growth substances separated from plant extracts by chromatography I. *J. exp. Bot.*, 1955, **6**, 129.
271. KEFFORD (N.-P.). — The growth substances separated from plant extracts by chromatography II. *J. Exp. Bot.*, 1955, **6**, 245.
272. KESSLER (W.). — Über die inneren Ursachen der Kälteresistenz der Pflanzen. *Planta*, 1935, **24**, 312.
273. KESSLER (W.), RUHLAND (W.). — Weitere Untersuchungen über die inneren Ursachen der Kälteresistenz. *Planta*, 1938, **28**, 159.

274. KESSLER (W.), RUHLAND (W.). — Über die inneren Ursachen der Kälteresistenz der Pflanzen. *Forschungsdienst, Sonderh.*, 1942, **16**, 345.
275. KESSLER (B.), MOSCICKI (Z.-W.), BAK (R.). — The effect of decapitation and growth regulators on the movement of calcium in apricot trees. In: *Plant growth regulation*. Iowa State Univ. Press: Amer., 1961, 387.
276. KLÄMBT (H.-D.). — Untersuchungen über Entwicklung und Wachstoffsstoffhaushalt bei Ribes-Arten. *Planta*, 1958, **50**, 526.
277. KLEBS (G.). — Über die Rhythmik in der Entwicklung der Pflanzen. Sitzungber. d. Heidelb. Akad. d. Wiss., Math-Nat. Kl., 1911, **23**, 1. In Chouard, 1951.
278. KLEBS (G.). — Über die periodischen Erscheinungen tropischer Pflanzen. *Biol. Zbl.*, 1912, **32**, 257.
279. KLEBS (G.). — Über das Verhältnis der Aussenwelt zur Entwicklung der Pflanzen. *S. B. Heidelberg Akad. Wiss. math. nat. Kl. B.*, 1913, **4**, 1.
280. KLEBS (G.). — Über das Treiben der einheimischen Bäume, speziell der Buche. *Abh. Heidelberg. Akad. Wiss.*, 1914, **3**, 1.
281. KLEBS (G.). — Über Wachstum und Ruhe tropischer Baumarten. *Jb. wiss. Bot.*, 1915, **56**, 734.
282. KLEBS (G.). — Über das Verhältnis von Wachstum und Ruhe bei den Pflanzen. *Biol. Zbl.*, 1917, **37**, 373.
283. KLEBS (G.). — Über periodisch wachsende tropische Baumarten. *S.B. Heidelberg. Akad. Wiss.*, 1926, **2**, 1.
284. KNY (L.). — Über das Dickenwachstum des Holzkörpers in seiner Abhängigkeit von äusseren Einflüssen, 1 vol. Berlin, 1882.
285. KOBEL (F.). — Lehrbuch des Obstbaues auf physiologischer Grundlage. 2 Aufl. 1 vol. Berlin. Springer. Heidelberg, 1954.
286. KOLESNICHENKO (M.-V.). — Influence des vitamines sur la photosynthèse chez le chêne (*Quercus robur* L.). *Dokl. Akad. Nauk. SSSR*, 1962, **146**, 233.
287. KONDO (J.-N.). — Les conditions de la dormance des bourgeons de la vigne (en russe). *Dokl. Akad. Nauk. SSSR*, 1955, **102**, 633.
288. KOREISHA (Z.-I.), MUNINOV (T.-G.). — Changes in growth and development of peach induced by subjecting germinating seeds to low temperatures. *Plant. Physiol.*, 1960, **7**, 67.
289. KORIBA KWAN. — On the periodicity of tree-growth in the tropics, with reference to the mode of branching, the leaf-fall, and the formation of the resting bud. *Garden. Bull. (Singapore)*, 1958, **17**, 11.
290. KOSHIMIZU (T.), HIRAUVA (K.). — On the distribution and role of hormones in the long term dormant bud on *Nandina domestica* Thumb. *Japanese Journ. Ecol.*, 1954, **4**, 55.
291. KOVALE (N.-V.), GLUSHCHENKO (K.-S.), TUPITSIN (D.-I.). — Summer stoppage of growth of fruit trees. *Dokl. Akad. Nauk. SSSR*, 1956, **110**, 45.
292. KOVES (E.). — Papierchromatographische Untersuchungen der ätherlöslichen keimungs- und wachstumshemmenden Stoffe der Haferspелze. *Acta Biol. Szeged*, 1957, **3**, 179.
293. KOVES (E.), VARGA (M.). — Comparative examination of water and ether soluble inhibiting substances in dry fruits. *Phyton*, 1959, **12**, 93.
294. KOVES (E.), VARGA (M.). — Comparative examination of water and ether-soluble inhibiting substances in dry fruits. *Phyton Argent.*, 1960, **12**, 93.
295. KOVES (E.), VARGA (M.). — Action inhibitrice des substances du type des acides phénolcarboxyliques, isolées du chaume, sur la germination des graines des plantes cultivées. *Agrokem. Magyar.*, 1961, **10**, 135.
296. KOZŁOWSKI (Theodore-T.), PETERSEN (Alice-E.). — Variations in moisture contents of dormant buds. *Forest Sci.*, 1960, **6**, 61.

297. KRAEVOJ (S. JA.), ES'KIN (B.-I.). — Sur les causes probables de la croissance polyvalente du chêne *Quercus robur*. *Dokl. Akad. Nauk. SSSR*, 1957, **117**, 333.
298. KRAMER (P.-J.). — The effect of variation in length of day on the growth and dormancy of trees. *Plant. Physiol.*, 1936, **11**, 127.
299. KRAMER (P.-J.). — Photoperiodic stimulation of growth by artificial light as a cause of winter killing. *Plant. Physiol.*, 1937, **12**, 881.
300. KRAMER (P.-J.). — Some effects of various combinations of day and night temperatures and photoperiod on the height growth of loblolly pine seedlings. *Forest Sci.*, 1957, **3**, 45.
301. KRAMER (P.-J.). — Thermoperiodism in trees. In: The physiology of forest trees. A symposium held at the Harvard Forest, 1957. Ed. by K.V. Thimann 573. New York: Ronald Press Company, 1958.
302. KRASNOSSELSKAYA (T.-A.), RICHTER (A.-A.). — Transport of break of winter dormancy of buds along branches of woody plants. *C.R. Acad. Sci. U.R.S.S.*, 1942, **35**, 184. In: Chouard, 1951.
303. KRIEL (H.-T.). — Breaking the rest period of deciduous trees Farm. S. Africa, 1943, **18**, 321.
304. KRISTO (A.-A.). — The dormant period and winter hardiness of apple trees in western Siberia. *Plant. Physiol.*, 1961, **8**, 39.
305. KULESCHA (Z.), CAMUS (G.). — Relation entre l'inhibition de croissance des bourgeons et la teneur en substances de croissance de fragments de racines d'endives. *C.R. Soc. Biol.*, 1948, **142**, 320.
306. KUMMEROW (J.). — Beiträge zur Kenntnis der Ruheperiode von Winterknospen und Samen. *Beitr. Biol. Pflanz.*, 1958, **34**, 293.
307. KUMMEROW (J.). — Der Einfluss von Kinetin auf die Ruheperiode der Kurztriebe von *Pinus radiata*. *Deutsch. Bot. Gesell.*, 1963, **6**, 189.
308. KURSANOW (A.-L.). — Recent advances in plant physiology in the U.R.S.S. *Annu. Rev. Plant. Physiol.*, 1956, **7**, 401.
309. KÜSTER (E.). — Über das Wachstum der Knospen während des Winters. *Beitr. Zur Wiss. Bot.*, 1898, **2**, 401.
310. LAAN (P.-A. van der). — Der Einfluss von Äthylen auf die Wuchstoffbildung bei Avena und Vicia. *Rev. Trav. Bot. Neerl.*, 1934, **31**, 691.
311. LABRO (M.-F.). — Analyse des substances de croissance du chou-fleur: *Brassica oleracea* var. *Botrytis*. D.E.S. Clermont, 1962.
312. LAGARDE (J.). — Influences comparées de la kinétine et de la gibbérelline dans le tubercule de Crosne du Japon. *C.R. Acad. Sci. Fr.*, 1960, **251**, 266.
313. LAGARDE (J.). — Influence comparée de l'éthylène chlorhydrine et de la gibbérelline sur l'évolution des germes de pomme de terre (variété Bintje). *C.R. Acad. Sci. Fr.*, 1959, **248**, 582.
314. LAGARDE (J.). — Dormance et corrélations entre germes dans le tubercule de pomme de terre. Comportement de la variété Belle de Fontenay. *C.R. Acad. Sci. Fr.*, 1958, **247**, 832.
315. LAGARDE (J.). — Nouvelles observations sur les rapports entre taille et corrélations de bourgeons chez le tubercule de pomme de terre. *C.R. Acad. Sci. Fr.*, 1961, **253**, 310.
316. LAIBACH (F.), MEYER (F.). — Über die Schwankungen des Auxingehaltes bei Zea Mays und *Helianthus annuus* im Verlauf der Ontogenese. *Senckenbergia*, 1935, **17**, 73.
317. LAKON (G.). — Neuere Beiträge zur Frage der jährlichen Periodizität der Pflanzen, insbesondere der Holzgewächse. *Forst. Landwirtsch.*, 1913, **11**, 28.
318. LAKON (G.). — Über den rhythmischen Wechsel von Wachstum und Ruhe bei den Pflanzen. *Biol. Central.*, 1915, **35**, 401.
319. LAVARENNE - ALLARY (S.). — Les caractères et la nature de la dormance des bourgeons chez le chêne. *C.R. Acad. Sci. Fr.*, 1963, **256**, 2217.

320. LAVARENNE - ALLARY (S.). — Substances de croissance et dormance des bourgeons du lilas. *C.R. Acad. Sci. Fr.*, 1963, **256**, 3176.
321. LAMMERTS (W.-E.). — Effects of photoperiod and temperature on growth of embryocultured peach seedlings. *Amer. J. Bot.*, 1943, **30**, 707.
322. LANGHAM (D.-G.). — The effect of light on growth habit of plants. *Amer. J. Bot.*, 1941, **28**, 951.
323. LARSEN (P.). — Growth substances in higher plants. In: *Modern Methoden der Pflanzenanalyse*, Bd 3. Berlin - Göttingen. Heidelberg, 1955.
324. LARSON (P.), TUNG (S.-M.). — Growth promoting and growth retarding substances in pollen from diploid and triploid apple varieties. *Bot. Gaz.*, 1950, **111**, 436.
325. LAUDE (H.-M.). — The nature of summer dormancy in perennial grasses. *Bot. Gaz.*, 1953, **114**, 284.
326. LAZAREV (I.-Z.). — The possibility of determining the duration and time course of dormancy in potato tubers by measurement of conductivity. *Fiziol. Rasten.*, 1960, **6**, 591.
327. LEMIEUX (R.-U.), BAUER (H.-F.). — Spray reagent for the detection of carbohydrates. *Anal. Chem.*, 1954, **26**, 920.
328. LENNART (R.). — The effect of gibberellic acid on the inhibitor complex in resting potato. *Physiol. Plant.*, 1962, **14**, 676.
329. LESLEY (J.-W.). — Peach breeding in relation to winter chilling requirement. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 1944, **45**, 243.
330. LIBBERT (E.). — Some special aspects of the function of endogenous growth inhibitors in dormancy. In: *Recent advances in botany*. Toronto: University of Toronto Press, 1961 a.
331. LIBBERT (E.). — Beziehungen zwischen korrelativen Hemmungen und der Knospenruhe (dormancy). *Ber. dtsh. bot. Ges.*, 1961 b, **74**, 51.
332. LIBBERT (E.). — La dormance des bourgeons et ses relations avec l'inhibition correlative. *Bull. Soc. fr. Physiol. Végét.*, 1961, **7**, 53.
333. LINER (H.). — Zur Methodik der Wuchsstoffbestimmung. *Planta*, 1938, **28**, 227.
334. LINER (H.). — Zur Methodik der Wuchsstoffbestimmung. 2. Die Extraktion von Pflanzenmaterial. *Planta*, 1939, **29**, 392.
335. LINER (H.). — Über das Vorkommen von Hemmstoff in Pflanzenextrakten, sowie über das Verhältnis von Wuchsstoffabgabe bei Pflanzen oder Pflanzenteilen. *Planta*, 1940, **31**, 32.
336. LJASKENKO (N.-L.). — La ramification des bourgeons dormants des plantes buissonnantes. *Dokl. Akad. Nauk. SSSR*, 1958, **120**, 199.
337. LOCKHART (J.-A.). — Studies on the organ of production of the natural gibberellin factor in higher plants. *Plant. Physiol.*, 1957, **32**, 204.
338. LOCKHART (J.-A.), BONNER (J.). — Effects of gibberellic acid on the photoperiod-controlled growth of woody plants. *Plant. Physiol.*, 1957, **32**, 492.
339. LONA (F.), BORCHI (H.). — Germogliazione di gemme di *Fagus sylvatica* L. in periodo di quies senza invernale, a fotoperiodo breve, per azione dell'acido gibberellico. *Atenco parmense*, 1957, **28**, 116.
340. LONGMAN (K.-A.), WAREING (P.-F.). — Gravimorphism in trees. Effect of gravity on flowering and shoot growth in japanese larch (*Larix leptolepis* Murray). *Nature G.B.*, 1958, **182**, 380.
341. LOOMIS (W.-E.). — Temperature and other factors affecting the rest period of potato tubers. *Plant. Physiol.*, 1927, **2**, 287.
342. LOOMIS (W.-E.). — Factors affecting the rest period of plants. *Amer. J. Bot.*, 1933, **20**, 670.
343. LOOMIS (W.-E.). — Growth correlation. In: *Growth and Differentiation in Plants*. W.E. Loomis ed., Amer. Iowa, 1953.
344. LORENZ (H.). — Beiträge zur Kenntnis der Keimung der Winterknospen von *Hydrocharis morsus ranae* *Utricularia vulgaris*, *Myriophyllum verticillatum*. Jnaug. Diss. Kiel, 1903.

345. LUCKWILL (L.-C.). — Growth inhibiting and growth promoting substances in relation to dormancy and after-ripening of apple seeds. *J. Hort. Sci.*, 1952, **27**, 53.
346. LUCKWILL (L.-C.). — Two methods for the bioassay of auxins in the presence of growth inhibitors. *Jour. Hort. Sci.*, 1956, **31**, 89.
347. LUCKWILL (L.-C.). — Studies in fruit development in relation to plant hormones. IV. Acidic auxins and growth inhibitors in leaves and fruits of the apple. *J. Hort. Sci.*, 1957, **32**, 18.
348. Mc DERMOTT (J.-J.). — Changes in chemical composition of twigs and buds of yellow poplar during the dormant period. *Plant Physiol.*, 1941, **16**, 415.
349. Mac MILLAN (J.), SUTER (P.-J.). — The occurrence of gibberellin A, in higher plants: Isolation from the seed of runner bean (*Phaseolus multiflorus*). *Naturwiss.*, 1958, **45**, 46.
350. MAGGS (D.-H.). — The growth of scions under conditions of extreme vigour. *Ann. Bot. G.B.*, 1957, **21**, 539.
351. MAGGS (D.-H.). — The pruning response of one year Apple-tree. *Annals of Botany*, new series, 1959, **23**, 319.
352. MAGGS (D.-H.). — The effect of number of shoots on the quantity and distribution of increment in young apple-trees. *Ann. Of. Botany*, 1960, **24**, 345.
353. MAGOON (C.-A.), DIX (J.-W.). — Observations on the response of grape vines to winter temperatures as related to their dormancy requirements. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 1943, **42**, 407.
354. MAJOR RANDOLPH (T.), MARCHINI (P.), SPROSTON (T.). — Isolation from *Ginkgo biloba* L. of an inhibitor of fungus growth. *Jour. Biol. Chem.*, 1960, **235**, 3298.
355. MARGARA (J.). — Les corrélations d'inhibition. *Ann. Physiol. vég.*, 1961, **3**,
356. MARINOS (N.-G.), HEMBERG (T.). — Observations on a possible mechanism of action of the inhibitor β complex. *Plant. Physiol.*, 1960, **13**, 571.
357. MARSHALL (W.-H.). Buds and twigs. Trees vol. 1. Cambridge, 1904.
358. MASSART (J.). — La coopération et le conflit des réflexes qui déterminent la forme du corps chez *Araucaria excelsa* R. Br. *Mém. Acad. Roy. Belg. Cl. Sci.*, Série 2T, 1924, 5.
359. MATHER (K.). — Statistical analysis in biology. 1 vol. 267 p., 4^e ed., Methuen and Co, Londres, 1951.
360. MATSUBARA (M.). — Versuche über die Entwicklungserregung der Winterknospen von *Hydrocharis morsus ranae* L. *Planta (Berl.)*, 1931, **13**, 695.
361. MAULE, SUC (H.), LUISA (S.). — Growth correlation in shoots of *Zelbrina Pendula* Schmilz. *Proc. Minnesota Acad. Sci.*, 1955, **23**, 64.
362. MAYER (A.-M.). — Determination of indole acetic acid by the Salkowsky Reaction. *Nature*, 1958, **182**,
363. MAYER (A.-M.), EVENARI (M.). — The activity of organic acids as germination inhibitors and its relation to pH. *Jour. Exp. Bot.*, 1953, **4**, 257.
364. Mc VEY (G.-R.), WITTWER (S.-H.). — Gibberellin and higher plants XI. Responses of certain woody ornamental plants. *Michigan Agric. Expt Stat. Quart. Bull.*, 1958, **40**, 679.
365. MEINL (G.), GUTTENBERG (H. von). — Über Förderung und Hemmung der Entwicklung von Axillarsprossen durch Wirkstoffe. *Planta*, 1954, **44**, 121.
366. MES (M.-G.). — Gibberellic acid and the chilling requirements of peach seeds. *Nature (Lond.)*, 1959, **184**, 2034.
367. MEYER (R.-E.). — A study of factors affecting the bud dormancy of quackgrass (*Agropyron repens* L.). *Beauv. Dissert. Abstr. U.S.A.*, 1962, **22**, 1784.

368. MILLER (C.-O.). — The relationship of the kinetin and redlight promotions of lettuce seed germination. *Plant. Physiol. U.S.A.*, 1958, **33**, 115.
369. MITCHELL (K.-J.). — Influence of light and temperature on growth of Ryegrass (*Lolium*) I. Pattern of vegetative development. *Physiol. Plantarum*, 1953, **6**, 21.
370. MITCHELL (K.-J.). — Influence of light and temperature on growth of Ryegrass (*Lolium* 1p.) II The control of lateral bud development. *Physiol. Plantarum*, 1953, **6**, 425.
371. MITCHELL (J.-W.), CULLINAN (F.-P.). — Effects of growth regulating chemicals on the opening of vegetative and floral buds of peach and pear. *Plant. Physiol.*, 1942, **17**, 16.
372. MITCHELL (J.-W.), ŠKAGGS (D.-P.), ANDERSON (W.-P.). — Plant growth-stimulating hormones in immature bean seeds. *Science*, 1951, **114**, 159.
373. MIYAMOTO (T.), TOLBERT (N.-E.), EVERSON (E.-H.). — Germination inhibitors related to dormancy in wheat seeds. *Plant. Physiol. U.S.A.*, 1961, **36**, 739.
374. MIYAMOTO (T.). — Studies on the growth inhibitors from *Syringa vulgaris*. *Physiol. Plantarum*, 1962, **15**, 409.
375. MODLIBOWSKA (I.). — Breaking the rest period in black currants with gibberellic acid and low temperature. *Ann. Appl. Biol.*, 1960, **48**, 811.
376. MOGK (W.). — Untersuchungen über Korrelationen von Knospen und Sprossen. *Arch. F. Entwickl. d. Orga.*, 1913, **38**, 584.
377. MOISEEVA (M.-N.). — Le problème de la croissance et du développement des bourgeons des espèces ligneuses. *Ukrains K. Bot.*, 1956, **24**, **13**, 27.
378. MOISEEVA (M.-N.). — Croissance et développement des bourgeons d'espèces arborescentes. *Ukrain. Bot. Zh.*, 1959, **16**, 3.
379. MOLOTKOV'S KIJ (G.-Kh.). — Le phénomène de la polarité et le développement des plantes. *Bot. U.R.S.S.*, 1954, **11**, 3.
380. MONACHINO (J.). — Caractéristiques internes des bourgeons d'hiver. *Bull. Torrey Bot. Club. U.S.A.*, 1960, **87**, 419.
381. MONSON, GLENN (W.). — Biochemical and phenological studies of bud dormancy in deep rooted perennial weeds. *Dissert. Absts.*, 1958, **18**, 1589.
382. MONTUELLE (B.). — Influence de la levée artificielle de la dormance du tubercule de pomme de terre sur le développement des Bactéries dans les tissus. *C.R. Acad. Sci. Fr.*, 1961, **252**, 3341.
383. MOORBY (J.), WAREING (P.-F.). — Ageing in woody plants. *Ann. of Bot.*, 1963, **27**, 291.
384. MOREL (G.). — Les substances de croissance chez les végétaux. *Ann. Biol.*, 1948, **24**, 245.
385. MOSKOV (B.-S.). — To the question of photoperiodism of certain woody species. *Bull. Apple. Bot. Genetics and Plant. Breeding*, 1930, **23**, 479.
386. MOSKOV (B.-S.). Photoperiodismus und Frosthärte ausdauernder Gewächse. *Planta*, 1935 b, **23**, 774.
387. MÖTHES (K.). — Der Beitrag der Kinetinforschung zum Verständnis pflanzlicher Korrelationen. *Ber. der. Deutsch. botan. Gsell.*, 1961, **74**, 24.
388. MÖTHES (K.). — Über das Altern der Blätter und die Möglichkeit ihrer Wiederverjüngung. *Naturwissenschaften*, 1960, **47**, 337.
389. MÖTHES (K.), ENGELBRECHT (L.), KULAJEVA (O.). — Über die Wirkung des Kinetins auf Stickstoffverteilung und Eiweißsynthese in isolierten Blättern. *Flora*, 1959, **147**, 445.
390. DE MUCKADELL (M.), SCHAFFALITZKY. — Investigations on aging of apical meristems in woody plants and its importance in Silviculture. *Forsth. Forsgsvaesen Danmark.*, 1959, **25**, 309.

391. MUKARAMI (Y.). — A paper chromatographic survey of gibberellins and auxins in immature seeds of leguminous plants. *Bot. Mag. pap.*, 1959, **72**, 36.
392. MÜLLER (A.-M.). — Über den Einfluss von Wuchsstoff auf das Austreiben der Seitenknospen und die Wurzelbildung. *Jb. wiss. Bot.*, 1935, **81**, 497.
393. MÜLLER-THURGAU (H.). — Beitrag zur Erklärung der Ruheperioden der Pflanzen. *Landw. Jb.*, 1885, **14**, 851.
394. MUNCH (E.). — Untersuchungen über die Harmonie der Baumgestalt. *Jahrb. Wiss. Bot.*, 1938, **86**, 581.
395. NAYLOR (J.-M.), SIMPSON (G.-M.). — Dormancy studies in seed of *Avena futura*. 2. A gibberellin-sensitive inhibitory mechanism in the embryo. *Canad. jour. of Bot.*, 1961, **39**, 281.
396. NEKRASOVA (T.-V.). — Effect of gibberellic acid on germination of seed and growth of seedling of fruit plants. *Fiziol. Rastenij.*, 1960, **7**, 106.
397. NESTEROV (J.-S.). — Ruheperiode der Obstpflanzen. *Dokl. Akad. Nauk. SSSR*, 1956, **108**, 738.
398. NESTEROV (J.-S.). — Setting flower and differentiation of parts of apple trees flowers. *Fiziol. Rastenij.*, 1959, **6**, 176.
399. NESTEROV (Y.-A.-S.). — The Localization of changes connected with a continuing period of dormancy in apple. *Doklady bot. Sci. sect.*, 1960, **130**, 48.
400. NETIEN (G.). — Mise en évidence d'une substance du type gibbérelline dans les bourgeons des espèces ligneuses. *C.R. Acad. Sci. Fr.*, 1963, **256**, 997.
401. NICOU (M.). — Périodicité quotidienne de croissance des rameaux de la vigne. *C.R. Acad. Sci. Fr.*, 1962, **15**, 211.
402. NIGOND (J.). — Contribution à l'étude de la dormance dans la vigne sous le climat du Languedoc. Thèse 3^e cycle, Paris, 1961.
403. NIGOND (J.). — Etude de la dormance de la vigne sous le climat du Languedoc. *Bull. Soc. fr. Physiol. vég.*, 1962, **7**, 78.
404. NIKISHIN (F.-M.). — Effect of differentiated action of temperature during winter dormancy on apple seedlings. *Fiziol. Rastenij.*, 1957, **4**, 352.
405. NIKISHIN (F.-M.). — Effect of differential action of temperature in the period of winter dormancy of apple seedlings. *Fiziol. Rastenij.*, 1957, **4**, 339.
406. NISHIYAMA, YSUNNO, TAKASHI TAGAWA. — On the relation between the change of respiratory system and the dormancy of potato tubers. *Proc. Crop. Sci. Soc. Japan.*, 1960, **29**, 182.
407. NITSCH (J.-P.). — Methods for the investigation of natural auxins and growth inhibitors. In: The chemistry and mode of action of plant growth substances, 1 vol., ed. by R.L. Wain and F. Wightman, 1955, 3.
408. NITSCH (J.-P.), NITSCH (C.). — The separation of natural plant growth substances by paper chromatography. *Beitr. Biol. Pflanzen*, 1955, **31**, 387.
409. NITSCH (J.-P.), NITSCH (C.). — Séparation chromatographique des auxines de l'ovule fécondé de haricot à différents stades de son développement. *Bull. Soc. France*, 1955, **102**, 528.
410. NITSCH (J.-P.), NITSCH (C.). — Studies on the growth of coleoptile and first internode sections. A new sensitive straight growth test for auxins. *Plant physiol.*, 1956, **31**, 94.
411. NITSCH (J.-P.). — Growth responses of woody plants to photoperiodic stimuli. *Proc. Amer. Soc. hort. Sci.*, 1957 a, **70**, 512.
412. NITSCH (J.-P.). — Photoperiodism in woody plants. *Proc. Amer. Soc. hort. Sci.*, 1957 b, **70**, 526.
413. NITSCH (J.-P.). — Presence of gibberellins in the immature endosperm of apple. *Bull. Soc. bot. France*, 1958 a, **105**, 479.

414. NITSCH (J.-P.), NITSCH (C.). — Activity of several indole derivatives on the mesocotyl test. *Bull. Soc. Bot. France*, 1958 b, **105**, 482.
415. NITSCH (J.-P.), NITSCH (C.). — Synergie d'action entre les dérivés de l'acide chlorogénique et l'acide 3-indolylacétique. *Bull. Soc. Bot. Fr.*, 1959, **106**, 414.
416. NITSCH (J.-P.), NITSCH (C.). — Le problème de l'action des auxines sur la division cellulaire: présence d'un cofacteur de division dans le tubercule de Topinambour. *Physio. Vég.*, 1960, **2**, 261.
417. NITSCH (J.-P.). — La chromatographie double à une dimension et son emploi à la séparation des substances de croissance. *Bull. Soc. Bot. Fr.*, 1960, **107**, 247.
418. NITSCH (C.), NITSCH (J.-P.). — An artefact in chromatography of Indolic Auxins. *Plant. Physiol.*, 1960, **35**, 450.
419. NITSCH (J.-P.), NITSCH (C.). — Synergistes naturels des auxines et des gibbérellines. *Bull. Soc. Bot. Fr.*, 1961, **108**, 349.
420. NITSCH (J.-P.), NITSCH (C.). — Composés phénoliques et croissance végétale. *Ann. Physiol. vég.*, 1962, **4**, 211.
421. NYSTERAKIS (F.). — Nouvelles recherches sur le mécanisme de l'action inhibitrice exercée par des doses élevées d'auxine. *C.R. Acad. Sci.*, 1953, **236**, 2433.
422. NYSTERAKIS (F.). — Considérations nouvelles sur le mécanisme de l'inhibition provoquée par l'auxine. Conséquences possibles dans l'interprétation des corrélations chez les végétaux. *Rev. Gén. bot. Fr.*, 1954, **61**, 416.
423. NYSTERAKIS (F.). — La sensibilité inégale de *Nectria galligena* et *Neurospora tetrasperma* aux doses élevées d'auxine serait due à leur capacité différente de synthétiser des corps antagonistes de l'activité inhibitrice de l'auxine. *C.R. Acad. Sci. (Paris)*, 1956, **242**, 1056.
424. NYSTERAKIS (F.). — Antagonisme entre auxine et citrulline sur le test *Nectria galligena*. *C.R. Acad. Sci. Fr.*, 1958, **246**, 818.
425. OGASAWARA (R.). — Studies on auxins and inhibitors in the buds of *Pinus strobus*. *J. Japanese Forest. Soc.*, 1961, **43**, 307.
426. OGAWARA (K.), KENJI (O.). — Interaction of gibberellin, kinetin and potassium nitrate in germination of light sensitive tobacco seeds. *Plant. and Cell physiol.*, 1961, **2**, 87.
427. OLMSTED (C.-E.). — Experiments on photoperiodism, dormancy, leaf age and abscission in sugar maple. *Bot. Gaz.*, 1951, **112**, 365.
428. OSBORNE (D.-J.), HALLAWAY (M.). — Auxin control of protein levels in detached autumn leaves. *Nature G.B.*, 1961, **188**, 240.
429. OSBORNE (D.-J.). — Effect of kinetin on protein and nucleic acid metabolism in *Xanthium* leaves during senescence. *Plant. Physiol.*, 1962, **37**, 595.
430. OVERBEEK (J. van). — Auxin distribution in seedlings and its bearing on the problem of bud inhibition. *Bot. Gaz.*, 1938, **100**, 133.
431. OVERBEEK (J. van). — Laziness in maize due to abnormal distribution of growth hormone. *J. Hered.*, 1938, **29**, 339.
432. OVERBEEK (J. van). — A simplified method for auxin extraction. *Proc. Nat. Acad. Sci. Washington*, 1938, **24**, 42.
433. OVERBEEK (J. van), OLIVO (G.-D.), VAZQUEZ (E.-M.-S.). — A rapid extraction method for free auxin and its application in geotropic reactions of bean seedlings and sugar-cane. *Bot. Gaz.*, 1945, **106**, 440.
434. OVERCASH (J.-P.), CAMPBELL (J.-A.). — The effect of intermittent warm and cold periods on breaking the rest period of Peach buds. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 1955, **66**, 87.
435. OVERCASH (J.-P.). — Prolonged dormancy of Pear varieties following mild winters in Mississippi. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 1959, **73**, 91.
436. OWEN (F.-W.). — A new aid for the teaching of pruning. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 1959, **74**, 101.

437. PAECH (K.). — Über die « Keimungshemmenden » Stoffe aus Früchten. *Zeitschr. Naturforsch.*, 1949, **4b**, 46.
438. PARKE (R.-V.). — Growth periodicity and the shoot tip of *Abies concolor*. *Amer. Jour. Bot.*, 1959, **46**, 110.
439. PASHKAR (S.-I.). — On the dynamics of chlorogenic acid and caffeic acid during maturation sprouting of potato tubers. *Dokl. Akad. Nauk. SSSR (Bot. Sci. Sect.)*, 1958, **118**, 32.
440. PATERSON (D.-R.). — Some effects of preharvest foliage sprays of maleic hydrazide on proximal dominance and sprout inhibition of sweet potatoes. *Bot. Gaz. U.S.A.*, 1957, **118**, 265.
441. PEARSALL (W.-H.). — Growth inhibition and stimulation. *Sci. Progress*, 1953, **41**, 491.
442. PFIRSCH (E.). — Sur la nature de l'inhibiteur contenu dans les cotylédons du *Sinapis alba* L. *Bull. Soc. Bot. Fr.*, 1958, **105**, 125.
443. PETROSVSKAJA (T.-P.). — Zustand des Protoplasmas in den Zellen der Blütenknospen während der Winterruhe. *Bull. Glavn. Bot. Sada Akad. Nauk. SSSR, Moskva*, 1954, **19**, 72.
444. PETROSVSKAJA (T.-P.). — Die Veränderung der Nucleinsäuren in ruhenden Knospen. *Dokl. Akad. Nauk. SSSR*, 1954, **99**, 475.
445. PHILLIPS (J.-D.-J.), WAREING (P.-F.). — Studies in dormancy of *Sycamore*. I. Seasonal changes in the growth-substance content of the shoot. *J. Exp. Bot.*, 1958 a, **9**, 350.
446. PHILLIPS (J.-D.-J.), WAREING (P.-F.). — Effect of photoperiodism on the level of growth inhibitors in *Acer pseudoplatanus*. *Naturwissenschaften, Dtsch.*, 1958, b, **45**, 317.
447. PHILLIPS (J.-D.-J.), WAREING (P.-F.). — Studies in dormancy of *Sycamore*. II. The effect of daylength on the natural growth-inhibitor content of the shoot. *J. Exp. Bot.*, 1959, **10**, 504.
448. PHILLIPS (J.-D.-J.). — Some interactions of gibberellic acid with Naringenin (5, 7, 4 trihydroxy flavanone), in the control of dormancy and growth in plants. *J. Exp. Bot.*, 1962, **38**, 213.
449. PHINNEY (B.-O.). — Growth response of single gene dwarf mutants in maize to gibberellic acid. *Proc. nat. Acad. Sci. (Wash.)*, 1956, **42**, 185.
450. PHINNEY (B.-O.), NEELY (P.-M.). — Differential biological properties of gibberellin like factors isolated from beans and peas. *Plant. Physiol.*, 1958, **33**, (Suppl.) XXXVIII.
451. PHINNEY (B.-O.), WEST (C.-A.), RITZEL (M.), NEELY (P.-M.). — Evidence for « gibberellin like » substances from flowering plants. *Proc. Nat. Acad. Sci. (Wash.)*, 1957, **43**, 398.
452. PILET (P.-E.). — Chromatographie bidimensionnelle de quelques composés indoliques. *C.R. Acad. Sci.*, 1958, **247**, 605.
453. PILET (P.-E.). — Interaction entre la 6-furfurylaminopurine et l'acide β indolylacétique. *Rev. Gén. Bot.*, 1961, **68**, 345.
454. PILET (P.-E.), GASCHEN (M.). — A foliar auxin test. *ber. Schweiz. bot. Ges.*, 1958, **68**, 315.
455. PILET (P.-E.), KROBR (M.), SIEGENTHALER (P.-A.). — Proposition d'un test « racine » (Lens) pour le dosage auxinique. *Rev. Gén. Bot.*, 1960, **799**, 573.
456. PLAISTED (P.-H.). — Some biochemical changes during development and aging of *Acer platanoïdes* L. leaves. *Contrib. Boyce Thompson Inst. U.S.A.*, 1958, **19**, 245.
457. POHL (R.). — Das Wuchstoffs-Hemmstoff Problem der höheren Pflanzen. *Naturwiss.*, 1952, **31**, 1.
458. POKARKOVA (A.-I.). — Winterruhe, Reservestoffe und Kälteresistenz bei Holzpflanzen. *Ber. Deutsch. Bot. Ges.*, 1924 b, **42**, 420.
459. POLJAKOFF, MAYBER (A.). — The effect of auxin and antiauxin on germination of lettuce seeds. *Bull. Res. Canne. Israel Sci.*, 1960, **6**, 78.

460. POLJAKOFF, MAYBER (A.), GOLDSCHMIDTBLUMENTHAL (S.), EVENARI (M.). — The growth substances content of germinating lettuce seeds. *Physiol. Plant.*, 1957, **10**, 14.
461. POLLOCK (B.-M.). — The respiration of Acer buds in relation to the inception and termination of the winter rest. *Plant. Physiol.*, 1953, **6**, 47.
462. POLLOCK (B.-M.), HARVEY (O.). — Study of the rest period. I. Growth, translocation and respiratory changes in the embryonic organs of the after-ripening cherry seed. *Plant. Physiol.*, 1959, **34**, 131.
463. POLLOCK (B.-M.). — Studies of rest period. III. Respiratory changes in leaf primordia of maple buds during chilling. *Plant. Physiol.*, 1960, **35**, 975.
464. POLLOCK (J.-R.-A.). — Growth substances in relation to dormancy in barley. *Chem. and Ind.*, 1958, 387.
465. POLOZOVA (L.-J.-A.). — La croissance des pousses du chêne en rapport avec la fructification. *Soobshch. Inst. Lesa, SSSR*, 1958, **9**, 3.
466. POPLAVSKIJ (K.-M.), CROLUKOVA (A.-S.). — Rôle des conditions de température et d'éclairement sur le cycle annuel de développement du Pommier. *Fiziol. Rasten. SSSR*, 1961, **8**, 434.
467. POPOV (V.-P.). — Ruheperiode der viel jährigen Pflanzen. *Meteorol. i. Gidrol.*, 1938, **1**, 69.
468. POTAPENKO (J.-L.). — Acceleration of development and fruiting of fruit-tree seedlings. *C.R. (Doklady) Acad. Sci. U.R.S.S.*, 1939, **23**, 839.
469. POTAPENKO (J.-I.), ZACHAROVA (E.-I.). — Influence of daily variation of temperature on development of plants. *C.R. (Doklady) Acad. Sci. U.R.S.S.*, 1940 a, **26**, 278.
470. POUGET (R.), RIVES (M.). — Action de la rindite sur la dormance de la vigne. *C.R. Acad. Sci. Fr.*, 1958, **246**, 3664.
471. POUGET (R.). — Détermination des phases de la dormance des bourgeons latents de la vigne au cours du cycle végétatif. *C.R. Acad. Sci. Fr.*, 1960, **251**, 1412.
472. POUGET (R.). — Observations sur la structure des dépôts de callose sur les aires criblées du phloème de la vigne pendant la dormance. *Proc. Verb. Soc. Sci. Phys. Nat. Bordeaux*, 1961 a, 39.
473. POUGET (R.). — Action des conditions d'anaérobiose sur la levée de dormance des bourgeons latents de la vigne. *C.R. Acad. Sci. Fr.*, 1961 b, **252**, 2594.
474. POUGET (R.). — Nouvelles observations sur les phases de la dormance des bourgeons latents de la vigne. *Bull. Soc. Fr. Physiol. Vég.*, 1961 c, **7**, 77.
475. POUGET (R.). — Influence de la température sur l'intensité respiratoire des bourgeons de vigne pendant la période de dormance. *Proc. Verb. Soc. Sci. Phys. Nat. Bordeaux*, 1961 d, 26.
476. POUGET (R.). — Modifications du métabolisme respiratoire par la Rindite, agent de levée de dormance des bourgeons de la vigne. *C.R. Acad. Sci. Fr.*, 1962, **254**, 1861.
477. POUGET (R.). — Recherches physiologiques sur le repos végétatif de la vigne (*Vitis vinifera* L.): la dormance des bourgeons et le mécanisme de sa disparition. Trèse, Borseaux, 1963.
478. PRAT (H.). — Histophysiological gradients in the plant organogenesis. *Bot. Rev.*, 1948, **14**, 603.
479. PRIESTLY (J.-H.). — Studies in the physiology of cambial activity. 3 - the seasonal activity of the cambium. *New Phytol.*, 1930, **29**, 316.
480. RACIBORSKY (M.). — Über die Verzweigung. *Ann. Jard. Bot. Buitenzorg*, 1901, **17**, 1.
481. RADLEY (M.). — Occurence of substances similar to gibberellic acid in higher plants. *Nature (Lond.)*, 1958, **178**, 1070.

482. RADLEY (M.). — The distribution of substances similar to gibberellic acid in higher plants. *Ann. of Bot.*, 1958, **22**, 297.
483. RADLEY (M.), DEAR (E.). — Occurrence of gibberellin like substances in the coconut. *Nature* (Lond.), 1958, **182**, 1098.
484. RANDIER (A.-M.). — Observations sur la croissance des bourgeons de quelques végétaux ligneux. D.E.S. Clermont, 1960.
485. RAPPAPORT (L.), LIPPERT (L.-F.), TIMM (H.). — Sprouting, plant growth, and tuber production as affected by chemical treatment of white potato seed pieces. I breaking the rest period with gibberellic acid. *Amer. Potato J.*, 1957, **34**, 254.
486. RAPPAPORT (L.), TIMM (L.-H.), LIPPERT (L.-F.). — Gibberellin on white potatoes applied to freshly harvested, resting potato tubers, or used in preharvest foliar sprays, gibberellin promotes sprouting. *Calif. Agric.*, 1958, **12**, 14.
487. RAUH (W.). — Über Gesetzmässigkeit der Verzweigung und deren Bedeutung für Wuchsformen der Pflanzen. *Mitteil. d. D. Dentrol. Ges.*, 1939, **52**, 86.
488. RAUH (W.). — Beiträge zur Morphologie und Biologie der Holzgewächse 2. Morphologische Beobachtungen an Dorngehölzen. *Bot. Arch.*, 1942, **43**, 111.
489. REED (H.), HALMA (F.). — On the existence of a growth inhibiting substance in the chinese lemon. *Univ. Calif. Publ. Agro. Sc.*, 1919, **4**, 99.
490. REISCH (K.-W.). — Pruning ornamental plants. *Plants and gardens*, 1959, **15**, 66.
491. REITH (W.-S.). — A device for concentrating and eluting the spots from chromatograms. *Nature G.B.*, 1957, **179**, 580.
492. REMY (M.). — Corrélations entre bourgeons cotylédonaire et épicotyle chez le Pois. *Rev. Cyt. et Biol. vég.*, 1954, **15**, 306.
493. REMY (M.). — Influence de l'intensité lumineuse sur les corrélations entre épicotyle et bourgeons cotylédonaire chez le Pois. *C.R. Acad. Sci. Fr.*, 1956, **243**, 400.
494. REMY (M.), ALLARY (S.). — Rôle inhibiteur des feuilles adultes chez le pois. *C.R. Acad. Sci. Fr.*, 1956, **243**, 1663.
495. REMY (M.). — Intervention d'un facteur trophique dans les corrélations d'inhibition sur des plantes à deux pousses subégales. *C.R. Acad. Sci. Fr.*, 1961 a, **252**, 1838.
496. REMY (M.). — Inhibition par l'acide β indole-acétique des bourgeons sur des plantules de pois à deux pousses subégales. *C.R. Acad. Sci. Fr.*, 1961 b, **252**, 2933.
497. REMY (P.). — Recherches physiologiques sur la maturation des graines d'arbres fruitiers à noyau. *Ann. Amélior. Plantes*, 1962, **11**, 113.
498. REYNOLDS (E.-I.). — Relations of plants to minute doses of inhibitive substances. *Pl. Physiol.*, 1939, **14**, 385.
499. RICHARD (A.-B.). — Some studies of coumarin and coumarin analogues as germination inhibitors of Radish seeds. *Bot. Gaz.*, 1959, **121**, 17.
500. RICHARDSON (D.-S.). — Bud dormancy and root development in *Acer saccharinum*. In: the physiology of forest trees. 1 vol., ed. by K.V. Thimann, 1957.
501. RICHARDSON (S.-D.). — Studies of root growth in *Acer saccharinum* L. VI. Effects of the shoot system on root growth. *Kgl. Akad. Wetensch. Proc. Ser. C.*, 1957, **60**, 624.
502. RICHARDSON (S.-D.). — The effect of AIA on root development of *Acer saccharinum* L. *Physiol. Plant. Danem.*, 1958, **11**, 698.
503. RICHARDSON (S.-D.). — Some root-shoot interrelationships. *Congr. Internatl. Bot.*, 1959, 9th **2**, 326.
504. RICHMOND (A.), LANG (A.). — Effect of kinetin on protein content and survival of detached Xanthium leaves. *Science*, 1957, **125**, 650.

505. RIGGIO BEVIVACQUA (L.). — Azione fisiologica dell'idrazina sui vegetali superiori. I. Effetto sulla dominanza apicale. *Bull. Soc. ital. Biol. sper.*, 1956, **32**, 459.
506. RJADNOVA (J.-M.). — Die Ruheperiode der Blütenknospen und der Charakter der Fruktifizierung bei den Birnen. *Agrobiologija*, 1950, **1**, 130.
507. ROEMER. — Über die beiden Jahrestriebe der Hozspflanzen. *Jour. Forest. u. Fisch.*, 1906, **3**, 37.
508. ROBBINS (W.-J.). — Physiological aspects of aging in plants. *Amer. J. Bot.*, 1957, **44**, 289.
- RODIONOV (A.). — Untersuchung der Jarowisationsstadiums bei *Prunus persica* und *P. Besseyi*. *Izv. Akad. Nauk. S.S.S.R., Ser. Biol.*, 1950, **2**, 51.
509. ROISTACHER (C.-N.), BALD (J.-G.), BAKER (K.-F.). — 2,3,5 triphenyl-tetrazolium chloride as an indicator of germinability and dormancy of gladiolus cormels. *Hilgardia, U.S.A.*, 1957, **26**, 685.
510. ROSA (J.-T.). — Relation of tuber maturity and of storage factors to potato dormancy. *Hilgardia*, 1928, **3**, 99.
511. RUDAKOV (V.-E.). — The prognosis of tree growth. *Dokl. bot. Sci. Sect.*, 1960, **130**, 42.
512. SACHS (J.). — Stoff und form der Pflanzenorgane 1 et 2. *Arb. bot. Inst. Würzburg*, 1882, **2**, 452.
513. SACHS (J.). — Vorlesungen über Pflanzenphysiologie Leipzig. Wilhelm Engelmann, 1887.
514. SACHS (J.). — Gesammelte Abhandlungen über Pflanzenphysiologie. 1 vol., Leipzig. Engelmann, 1893.
515. SAMISH (R.-M.). — The use of dinitrocresol-mineral oil sprays for the control of prolonged rest in apple orchards. *J. Pomol.*, 1945, **21**, 164.
516. SAMISH (R.-M.). — Dormancy in woody plants. *Ann. Rev. Plant. Physiol.*, 1954, **5**, 183.
517. SAMISH (R.-M.). — Rest in buds of woody plants. *Agric. Res. Stat. Re chevot.*, 1960, 202.
518. SCARONNE (F.). — Communication orale.
519. SCHMID (B.). — Über die Ruheperiode der Kartoffelknolle. *Ber. dtsh. bot. Ges.*, 1901, **19**, 76.
520. SCHOENE (D.-L.), HOFFMAN (O.-L.). — L'hydrazide maléique, un régulateur unique de croissance. *Phytoma.*, 1950, **14**, 26.
521. SCHWANITZ (F.). — Beiträge zur Analysis der pflanzlichen Polarität. *Beih. z. Bot. Centralbl.*, 1935, **5**, 520.
522. SCHWARTZ (K.), BETANCOURT (A.-A.). — Paperchromatography of unstable substances. *Sciences, U.S.A.*, 1957, **126**, 607.
523. SHCHERBAKOV (I.-P.). — Contribution à l'étude du repos hivernal chez les arbres. *Izvest. Sibir. Otdel. Akad. Nauk. SSSR.*, 1960, **4**, 87.
524. SEN (S.-P.), LEOPOLD (A.-C.). — Paper chromatography of plant growth regulators and allied compounds. *Physiol. Plantarum*, 1954, **7**, 98.
525. SERGEEV (L.-I.). — Biologische Analyse des Jahreszyklus der Entwicklung von Holzgewächsen. *Dokl. Akad. Nauk. SSSR.*, 1950 a, **71**, 187.
526. SERGEEV (L.-I.), BAIKOV (G.-K.) and SERGEEVA (K.-A.). — Concerning phase of vernalization in woody plants. *Dokl. Akad. Nauk. SSSR.*, 1957, **116**, 197.
527. SERGEEV (L.-I.). — Physiological changes during ontogenesis of the generative buds in woody plants. *Jtogi. i. Perspekt. Issledovate Razvitiya Rast. Akad. Nauk. SSSR.*, 1959, 103.
528. SHEPOTEV (F.-L.), TOLSTOPLET (A.-J.-A.), NAVALIKHINA (N.-K.). — Croissance et résistance au froid du chêne. *Dokl. Akad. Nauk. SSSR.*, 1962, **138**.
529. SIEVERS (von E.). — Untersuchungen über wasserlösliche Hemmstoffe aus dem Schnittholz der Weinreben (*Vitis vinifera* L.). II. Zur Wirkung der Hemmstoffe auf Reben verschiedener Entwicklungsstadien. *Naturwiss.*, 1963, **50**, 598.

530. SIMON (S.-V.). — Untersuchungen über das Verhalten einiger Wachstumsfunktionen sowie der Atmungstätigkeit der Laubbölzer während der Ruheperiode. *Jb. wiss. Bot.*, 1906, **43**, 1.
531. SIMON (S.-V.). — Studien über die Periodizität der Lebensprozesse der in dauernd feuchten Tropengebieten heimischen Bäume. *Jahr. Wiss. Bot.*, 1914, **54**, 71.
532. SIMPSON (G.-M.), NAYLOR (J.-M.). — Dormancy studies in seed of *Avena fatua*. A relationship between maltase, amylases, and gibberellin. *Canadian Jour. of Bot.*, 1962, **40**, 1659.
533. SKOOG (F.). — Experiments on bud inhibition with indole 3 acetic acid. *Amer. J. Bot.*, 1939, **26**, 702.
534. SKOOG (F.). — Chemical control of growth and organ formation in plant tissues. *Année biol.*, 1950, **26**, 545.
535. SKOOG (F.), MILLER (C.-O.). — Chemical regulation of growth and organ formation in plant tissues cultured in vitro. *Symp. Soc. exp. Biol.*, 1957, **11**, 118.
536. SKOOG (F.), THIMANN (K.-V.). — Further experiments on the inhibition of the development of lateral buds by growth hormones. *Proc. Nat. Acad. Sci. Washington.*, 1934, **20**, 480.
537. SLOOVER (J. de). — Quiescence estivale et dormance chez *Ginkgo biloba* L. *Acad. R. Belg. Bull. Cl. Sci.*, 1961, **47**, 459.
538. SMITH (O.-E.), RAPPAPORT (L.). — Content of endogenous gibberellins in resting and sprouting tubers of the potato *Solanum tuberosum* L. *Plant. Physiol.*, 1960, **35**.
539. SMITH (P.-S.). — Auxin in leaves and its inhibitor effects on bud in Guayule. *Amer. Jour. Bot.*, 1945, **32**, 270.
540. SNOW (R.). — The young leaf as the inhibiting organ. *New Phytologist.*, 1929, **28**, 345.
541. SNOW (R.). — The correlative inhibition of the growth of axillary buds. *Ann. Bot.*, 1925, **39**, 841.
542. SNOW (R.). — Upwards effects of auxin in coleoptiles and stems. *New Phytol.*, 1930, **35**, 292.
543. SNOW (R.). — On the nature of correlative inhibition. *New Phytol.*, 1937, **36**, 283.
544. SNOW (R.). — An inhibitor extracted from pea leaves. *Nature*, 1939, **144**, 906.
545. SNOW (R.). — A second factor involved in inhibition by auxin in shoots. *New Phytol.*, 1939, **38**, 210.
546. SNOW (R.). — A hormone for correlative inhibition. *New Phytol.*, 1940, **39**, 177.
547. SNOW (R.). — Plagiotropism and correlative inhibition. *New Phytol.*, 1947, **44**, 110, **46**, 254.
548. SÖDING (H.). — Die Wuchsstofflehre. Stuttgart: Thieme, 1952.
549. SÖDING (H.). — Korrelative Hemmung. *Zeit. f. Bot.*, 1956, **44**, 543.
550. SÖDING (H.). — Vorkommen und Verteilung der Auxine in der Pflanze. In: *Handbuch der Pflanzenphysiologie*, 1961 a, Bd. **14**, S. 583. Berlin, Göttingen, Heidelberg.
551. SOKOLOV (S. J.-A.), ARTJUSHENKO (Z.-T.). — Les rameaux de la Saint-Jean chez le pin. *Bot. Zh. SSSR*, 1957, **42**, 741.
552. SPÄTH (H.-L.). — Der Johannistrieb. Thèse. Jnaug. Diss. Berlin, 1912.
553. SPORNE (K.-R.). — Correlation of biological characters. *Proc. Linn. Soc. London*, 1960, **171**, 83.
554. STEEVES (T.-A.), MOREL (G.), WETMORE (R.-H.). — A technique for preventing inactivation at the cut surface in auxin diffusion studies. *Amer. J. Bot.*, 1953, **40**, 534.
555. STEVENINCK (R.-F.-M. van). — Straight growth inhibitors in glucose. *Nature. G.B.*, 1958, **182**, 950.
556. STEWARD (S.-S.). — A plant growth inhibitor and plant growth inhibition. *Bot. Gaz.*, 1939, **101**, 91.

557. STEWART (F.-C.), CAPLIN (S.-M.). — Investigation on growth and metabolism of plant cells. III. Evidence for growth inhibitors in certain mature tissues. *Ann. Bot.*, 1952, **16**, 477.
558. STOUGHTON (R.-H.). — A review of the problem of bud dormancy. *Sci. Horticult.*, 1937, **5**, 115.
559. STOWE (B.-B.), THIMANN (F.-V.). — The paper chromatography of indole compounds and some indole containing auxins of plants tissues. *Arch. Biochem. and Biophys.*, 1954, **51**, 499.
560. STOWE (B.-B.), YAMAKI (T.). — The history and physiological action of the gibberellins. *Ann. Rev. Plant. Physiol.*, 1957, **8**, 181.
561. STOWE (B.-B.), YAMAKI (T.). — Gibberellins: stimulants of plant growth. *Science*, 1959, **129**, 807.
562. STRAUSBAUGH (P.-D.). — Dormancy and hardiness in the plum. *Bot. Gaz.*, 1921, **71**, 337.
563. STROGOV (B.-P.), OKNINA (E.-Z.). — Sur l'état de dormance chez les végétaux dans des conditions de forte salinité. *Fiziol. Rasten. SSSR.*, 1961, **8**, 79.
564. SUISSA (G.). — La normalisation en arboriculture fruitière. Comportement du pêcher dans les climats chauds et en fin d'hiver particulièrement doux. Influence de l'hormone synthétique 2-4.D, appliquée aux Citrus. *Feuille d'inform. Vitic. Arboric. de Tunisie*, 1950, **20**, 4.
565. SWAIN (T.). — The identification of coumarin and related compounds by filter-paper chromatography. *Biochem.*, 1953, **53**, 200.
566. SOCHET (I.). — Recherches sur les substances de croissance du frêne (*Fraxinus excelsior* L.). D.E.S. Clermont, 1961.
567. TACKETT (D.-L.), BAILEY (L.-F.). — Growth regulating substances in extracts of maple and pear flower buds. *Proc. Ark. Acad. Sci.*, 1958, **10**, 15.
568. TAGAWA, TAKASHI, NISHIYAMA (Y.). — Physiological and morphological studies on the potato plants. On the variation in the glutathione contents in the potato tubers during the storage period. *Proc. Grop. Sci. Soc. Japan.*, 1956, **25**, 99.
569. TAMMES. — Die Periodizität morphologischer Erscheinungen bei den Pflanzen. *Vehrh. Kon. Akad. v. Vett. Amsterdam*, 1903, **9**, 1.
570. TAYLORSON (R.-B.), HOLM. — The influence of maleic hydrazide on endogenous auxin systems of dormant and active buds of *Rosa rugosa*. *Proc. Amer. Soc. hort. Sci.*, 1961, **77**, 587.
571. THIMANN (K.-V.). — On the nature of inhibitions caused by auxin. *Amer. J. Bot.*, 1937, **24**, 407.
572. THIMANN (K.-V.). — Auxin and the inhibition of plant growth. *Biol. Rev.*, 1939, **14**, 314.
573. THIMANN (K.-V.). — The action of hormones in plants and invertebrates. New York: Acad. Press Inc., 1952.
574. THIMANN (K.-V.). — Correlations of growth by humoral influences. Rapport VIII^e Cong. Inst. Bot. Paris, 1954, **11-12**, 114.
575. THIMANN (K.-V.). — L'origine et les fonctions des auxines. 1 vol. C.D.U., Paris, 1955.
576. THIMANN (K.-V.). — Plant growth. In: Fundamental aspects of normal and malignant growth. Amsterdam-London-New-York-Princeton: Elsevier Publishing Company, 1960.
577. THIMANN (K.-V.). — Correlative aspects. In: Recent advances in botany. Toronto. University of Toronto Press, 1961.
578. THIMANN (K.-V.), BONNER (W.-D.). — Inhibition of plant growth by protoanemonin and coumarin, and its prevention by BAL. *Proc. Nat. Acad. Sci.*, 1940, **35**, 272.
579. THIMANN (K.-V.), CHAMPAGNAT (P.). — Stimulation et inhibition de la croissance sous influence des auxines. *Bull. Soc. Franç. Physiol. Vég.*, 1955, **1**, 7.

580. THIMANN (K.-V.), GUNCKEL (J.-E.), WETMORE (R.). — Studies of development in long shoots and short shoots of *Ginkgo biloba* L. Growth, habit, shoot expression and the mechanisms of its control. *Amer. Jour. Bot.*, 1949, **36**, 309.
581. THIMANN (K.-V.). — Correlative aspect of the shoot. *Congr. Internat. Bot.* 1961, 9th, **2**, 336.
582. THIMANN (K.-V.), LALORAYA (M.-M.). — Changes in nitrogen in pea stem sections under the action of kinetin. *Physiol. Plantarum*, 1960, **13**, 165.
583. THIMANN (K.-V.), SKOOG (F.). — Studies on the growth hormone plants. III. The inhibitive action of the growth substance on bud development. *Proc. nat. Acad. Sc.*, 1933, **19**, 714.
584. THIMANN (K.-V.), SKOOG (F.). — On the inhibition of bud development and other functions of growth substances in *Vicia faba*. *Proc. Roy. Soc. London B.*, 1934, **114**, 317.
585. THOMAS (J.-B.). — The production of lammas shoots on jack pine in Ontario. *Forest. Chron.*, 1958, **34**, 307.
586. THORNE (G.-N.). — Survival of Tillers and Distribution of dry matter between Ear and Shoot of Barley Varieties. *Ann. Bot.*, 1962, **26**, 13.
587. THORNTON (N.-C.). — Oxygen regulates the dormancy of the potato. *Contrib. Boyce Thompson Inst.*, 1939, **10**, 339.
588. THORNTON (N.-C.). — Dormancy bud growth and apical dominance regulated by oxygen in freshly harvested potato tubers. *Contrib. Boyce Thompson Ins.*, 1944, **13**, 361.
589. THORUP (S.). — Breaking dormancy of Beech. *Physiol. Plantarum*, 1957, **10**, 728.
590. TITMAN (P.-W.), WETMORE (R.-H.). — The growth of long and short shoots in *Cecidiphyllum*. *Amer. J. Bot.*, 1955, **42**, 364.
591. TOOLE (E.-H.), HENDRICKS (S.-B.), BORTHWICK (H.-A.), TOLLE (V.-K.). — Physiology of seed germination. *Ann. Rev. Plant. Physiol.*, U.S.A., 1956, **7**, 299.
592. TORREY (J.-G.), BONNET (H.), MERKEL (N.). — A chemical inhibitor of auxin induced lateral root initiation in roots of *Pisum*. *Physiol. Plant. Danem.*, 1959, **12**, 873.
593. TROLL (W.). — Vergleichende Morphologie der höheren Pflanzen. I Teil, Berlin, 1937.
594. TROLL (W.). — Allgemeine Botanik. Stuttgart, 1948.
595. TRONCHET (A.), TRONCHET (Mme J.). — Etude morphologique et histométrique de plants de *Q. sessiliflora* et *Q. pedunculata* âgés de 2 ans et soumis à différents éclaircissements relatifs. C.R. Congr. Soc. Sav. Paris. Depts Dijon, Sect. Sci. Paris. Gauthiers. Villars, 1959, **25**, 425.
596. TRUFFAUT (G.), HAMPE (P.). — L'art de tailler les arbres et les plantes. 2^e éd. Paris, 1942.
597. TYRINA (V.-A.). — Über die winterliche Entwicklung der Knospen. *Fiziol. Rastenij.*, 1958, **5**, 177.
598. UHROVA (A.). — Über die hormonale Natur der Hemmungswirkung der Blätter bei *Bryophyllum crenatum*. *Planta* (Berl.), 1934, **22**, 411.
599. VAN DER VEEN (R.). — Influence of daylength on the dormancy of some species of the genus *Populus*. *Physiol. Plantarum*, 1951, **4**, 35.
600. VARDAR (Y.). — A study on the apical bud inhibition upon the lateral branches. *Fac. Sci. Univ. Istanbul. Ser. B.*, 1955 b, **20**, 245.
601. VARGA (M.). — Examination of growth-inhibiting substances separated by paper chromatography in fleshy fruits. I. Results obtained from the ether extracts of the fruit. *Acta Biol. Acad. Sci. Hungaricae.*, 1957 a, **8**, 39.

602. VARGA (M.). — Examination of growth inhibiting substances separated by paper chromatography in fleshy fruits. II. Identification of the substances of growth-inhibiting zones on the chromatograms. *Acta Biol.*, 1957 b, **3**, 213.
603. VARGA (M.). — Examination of growth-inhibiting substances separated by paper chromatography in fleshy fruits. III. Change in concentration of growth-inhibiting substances as a function of the ripening. *Acta Biol.*, 1957 c, **3**, 225.
604. VARGA (M.). — Examination of growth-inhibiting substances separated by paper chromatography in fleshy fruits. IV. Paper chromatographic analysis of lemon juice containing germinated seeds. *Acta Biol.*, 1957 d, **3**, 233.
605. VARGA (M.-B.), FERENCZY (L.). — Effect of Rindite on the development of the growth substances in potato tubers. *Nature*, 1956, **178**, 1075.
606. VARTA (M.), FERENCZY (L.). — Quantitative changes in growth promoting and growth inhibiting in rindite treated and untreated potato tubers. *Acta Bot. Acad. Hung.*, 1957, **3**, 111.
607. VARTA (M.), FERENCZY (L.). — Paper chromatographic examination of inhibiting substances in fleshy fruits. *Naturwissenschaften, Dtsch.*, 1957, **44**, 398.
608. VARGA (M.), KÖVES (E.). — Vorkommen, Verteilung und quantitative Veränderung des β inhibitors in den einzelnen Organen der Bohnenpflanze. *Naturwissenschaften Dtsch.*, 1958, **45**, 468.
609. VARGA (M.), KÖVES (E.). — Distribution and quantitative changes of the β inhibitor in the various organs of the bean plant during ontogeny. *Acta Biol. Acad. Sci. Hungaricae*, 1959, **9**, 369.
610. VARNER (J.-E.). — Biochemistry of senescence. *Ann. Rev. Plant. Physiol.*, 1961, **12**, 245.
611. VASILYEV (I.-M.). — Correlative changes in plants produced by X rays. *Dokl. Akad. Nauk. SSSR*, 1957, **116**, 783.
612. VAUCHER (P.). — Mémoire sur la sève d'août. *Mém. Soc. Phys. et hist. nat. Genève*, 1821, **1**.
613. VEIJ (H.-G. van der). — Über Wuchsstoff bei *Eleagnus angustifolius*. *Proc. Kon. Akad. Wet. Amsterdam*, 1933, **36**, 760.
614. VEGIS (A.). — Über das Fröhrtreiben der Winterknospen von *Hydrocharis morsus ranae* L. durch Loch temperierte Wasserbäder. *Jb. wiss. Bot.*, 1932 a, **75**, 726.
615. VEGIS (A.). — Fröhrtreiben durch kurzdauernde heisse Bäder Möllers. *dtsh. Gärtner. Ztg.*, 1932 b, **47**, 171.
616. VEGIS (A.). — Über den Einfluss der Aufbewahrungstemperatur auf die Dauer der Ruheperiode und die Streckungsbereitschaft der ruhenden Winterknospen von *Stratiotes aloides*. *Symbolae bot. Upsalenses*, 1948 a, **10**, 1.
617. VEGIS (A.). — Einfluss tages periodisch wechselnder Aufbewahrungstemperatur auf die Streckungsbereitschaft der ruhenden Winterknospen von *Stratiotes aloides*. *Physiol. Plantarum*, 1948 b, **1**, 216.
618. VEGIS (A.). — Einfluss der Aufbewahrungstemperatur auf die Aktivität der Knospen nach beendigter Winterruhe. *Physiol. Plantarum*, 1949 a, **2**, 117.
619. VEGIS (A.). — Durch hohe Temperatur bedingter Wiedereintritt des Ruhezustandes bei den Winterknospen. *Svensk. bot. Tidskr.*, 1949 b, **43**, 671.
620. VEGIS (A.). — The significance of temperatur and the daily light-dark period in the formation of resting buds. *Experientia*, 1953, **9**, 462.
621. VEGIS (A.). — Über den Einfluss der Temperatur und der täglichen Licht. Dunkel - Periode auf die Bildung des Ruheknospen. Zugleich ein Beitrag zur Entstehung des Ruhezustandes. *Symbolae bot. Upsalenses*, 1955, **14**, 1.

622. VEGIS (A.). — Formation of the resting condition in plants. *Experientia*, 1956, **12**, 94.
623. VEGIS (A.). — Samenkeimung und vegetative Entwicklung der Knospen. in: *Handbuch der Pflanzenphysiologie*, 19, **16**, 168.
624. VEGIS (A.), VEGIS (B.). — Versuche über die frühtreibende Wirkung der Wässerbader von 35-100° auf die Turionen von *Stratiotes aloides* L. *Acta Hort. Bot. Latvianis*, 1935, **8**, 57.
625. VIKTOROV (S.-V.). — Cell division in buds of shrubs during winter. *Dokl. Akad. Nauk. SSSR.*, 1943, **39**, 239.
626. VILLIERS (G.-D.-B. de). — Influence of climate upon fruit production. *Farm. S. Africa*, 1943, **18**, 378.
627. VILLIERS (G.-B.-D. de). — Research on the influence of climate on deciduous fruit growing. *Chronica bot.*, 1943 b, **7**, 388.
628. VILLIERS (G.-B.-D. de). — Winter temperature and fruit yield. *Farm. S. Africa*, 1947, **22**, 638.
629. VILLIERS (T.-A.), WAREING (P.-F.). — Interaction of growth inhibitor and a natural germination stimulator in the dormancy of *Fraxinus excelsior* L. *Nature*, 1960, **185**, 112.
630. VON MALTZAHN (K.-E.). — Interaction between kinetin and IAA in the control of bud reactivation in *Splachnum ampullaceum* L. *Nature*, 1959, **183**, 3.
631. VITALI (T.), FINZI (C.-A.-M.). — Chromatographie sur papier de composés indoliques. *Ric. Sci. Ital.*, 1959, **29**, 311.
632. VLITOS (A.-J.), MEUDT (W.). — Relationship between shoot apex and effect of gibberellic acid on elongation of pea stems. *Nature (Lond.)* 1957 a, **180**, 284.
633. VLITOS (A.-J.), MEUDT (W.). — The effect of light and of the shoot apex on the action of gibberellic acid. *Cont. Boyce Thompson Inst.*, 1957 b, **19**, 55.
634. VLITOS (A.-J.). — The influence of light and of the apex on the mode of action of gibberellic acid. Union Inst. Sci. Biol., Sér. B., Colloque Internat. sur le photopériodisme. Parme, 1957, **34**, 191.
635. VÖCHTING (H.). — Über die Regeneration der *Araucaria excelsa*. *Jahrb. f. weiss. bot.*, 1904, **40**, 144.
636. WALKER (D.-R.), HENDERSHOOT (C.-H.), SNEDECOR (G.-W.). — A statistical evaluation of a growth substance bioassay method using extracts of dormant peach buds. *Plant. Physiol.*, 1958, **33**, 162.
637. WALKER (D.-R.), DONOHO (C.-W.). — Further studies of the effects of gibberellic acid on breaking the rest period of young peach and apple trees. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 1959, **74**, 87.
638. WAREING (P.-F.). — Photoperiodism in woody species. *Forestry*, 1949, **22**, 211.
639. WAREING (P.-F.). — Growth studies in woody species. VI. The locus of photoperiodic perception in relation to dormancy. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 1954, **7**, 261.
640. WAREING (P.-F.). Photoperiodism in woody plants. *Ann. Rev. Plant. Physiol.*, 1956, **7**, 191.
641. WAREING (P.-F.). — Photoperiodism in relation to dormancy. *Sci. Hort.*, 1958, **13**, 15.
642. WAREING (P.-F.), FODA (H.-A.). — Possible role of growth inhibitors in the dormancy of seed of *Xanthium* and *Lettuce*. *Nature, G.B.*, 1956, **178**, 908.
643. WAREING (P.-F.), FODA (H.-A.). — Growth inhibitors and dormancy in *Xanthium* seed. *Physiol. Plant. Danem.*, 1957, **10**, 266.
644. WAREING (P.-F.), NASR (T.). — Effects of gravity on growth, apical dominance and flowering in Fruit trees. *Nat.*, 1958, **182**, 379.
645. WAREING (P.-F.), VILLIERS (T.-A.). — Growth substances and inhibitor changes in buds and seeds in response to chilling. Plant growth regulation, 4th. Inst. Conf., 1961, 95. (Iowa St. Univ. Press).

646. WASSINK (E.-C.), WIERSMA (J.-H.). — Daylength responses of some forest trees. *Acta Bot Néerl.*, 1955, **4**, 657.
647. WAXMAN (S.). — The development of woody plants as affected by photoperiodic treatments. Thesis, Cornell. Univ.
648. WEAVER (R.-J.). — Prolonging dormancy in *Vitis vinifera* with gibberellin. *Nature*, 1959, **183**, 1198.
649. WEAVER (R.-J.), Mc CUNE (S.-B.), COOMBE (B.-G.). — Effects of various chemical and treatments on rest period of grape buds. *Amer. J. Enol. Vitic.*, 1961, **12**, 131.
650. WEAVER (R.-J.). — Use of Kinin in breaking rest in buds of *Vitis vinifera* L. *Nature*, 1963, **198**, 207.
651. WEBER (F.). — Über die Abkürzung der Ruheperiode der Holzgewächse durch Verletzung der Knospen Injektion derselben mit Wasser (Verletzungsmethode). *Sitz. K. Akad. Wiss. Wien. Math.-Nat. Kl.*, 1911, **120**, 182. In Chouard, 1951.
652. WEBER (F.). — Über ein neues Verfahren Pflanzen zu treiben: Acetylenmethode. *Sitz. K. Akad. Wiss. Wien. Math.-Nat. Kl.*, 1916, **125**, 189. In Chouard, 1951.
653. WEBER (F.). — Studien über die Ruheperiode der Holzgewächse. *Sitz. B. K. Akad. Wiss. Wien. Math.-Nat. Kl.*, 1916, Abt I, **125**, 311.
654. WEBER (F.). — Studien über Ruheperiode der Holzgewächse. *Sitz. K. Akad. Wiss. Wien. Math.-Nat. Kl.*, 1918, **127**, 51. In Chouard, 1951.
655. WEBER (F.). — Frühtreiben ruhender Pflanzen durch Röntgenstrahlen. *Biochem. Z.*, 1922, **128**, 495. In Chouard, 1951.
656. WEINBERGER (J.-H.). — Studies on the use of certain dinitrophenol compounds to break the rest period in peach trees. *Proc. Amer. Soc. hort. Sci.*, 1940, **37**, 353.
657. WEINBERGER (J.-H.). — Chilling requirements of peach varieties. *Proc. Amer. Soc. hort. Sci.*, 1950 a, **56**, 122.
658. WEINBERGER (J.-H.). — Prolonged dormancy of peaches. *Proc. Amer. Soc. hort. Sci.*, 1950 b, **56**, 129.
659. WEINBERGER (J.-H.). — Effect of high temperature during the breaking of the rest of Sullivan Elberta peach buds. *Proc. Amer. Soc. hort. Sci.*, 1954, **63**, 157.
660. WEINBERGER (J.-H.). — Prolonged dormancy trouble in peaches in the South-east in relation to winter-temperatures. *Proc. Amer. Soc. hort. Sci.*, 1956, **67**, 107.
661. WELDON (G.-P.). — Fifteen years study of delayed foliation of deciduous fruit trees in Southern California. *Monthly Bull. Calif. dep. Agr.*, 1934, **23**, 160.
662. WENT (F.-W.). — Experiments on bud growth. *A.B.J.*, 1939 a, **26**, 109.
663. WENT (F.-W.). — A case of correlative growth inhibition in plants. *A.B.J.*, 1939 b, **26**, 505.
664. WENT (F.-W.). — Thermoperiodicity, Vernalization and Photoperiodism, a Symposium edit. by A.E. Murneck and R.O. Whyte, 1948, pp. 145. Waltham, Mass, U.S.A., 1948.
665. WENT (F.-W.). — The Earhart plant research laboratory. *Chronica bot.*, 1950, **12**, 91.
666. WENT (F.-W.). — The effect of temperature on plant growth. *Annu. Rev. Plant. Physiol.*, 1953, **4**, 347.
667. WENT (F.-W.). — The experimental control of plant growth. Waltham, Mass., U.S.A., 1957, 1 vol., *Chronica bot.*
668. WENT (F.-W.), THIMANN (K.-V.). — *Phytohormones*. 1937, 1 vol. New York: Mac Millan et Co.
669. WEST (C.-A.), PHINNEY (B.-O.). — Properties of gibberellin like factors from extracts of higher plants. *Plant. Physiol.*, 1956, **31** (Suppl.) XX.
670. WICKSON (M.), THIMANN (K.-V.). — The antagonism of auxin and Kinetin in apical dominance. I. *Physiol. Plant.*, 1958, **11**, 62.

671. WICKSON (M.), THIMANN (K.-V.). — The antagonism of auxin and kinetin in apical dominance. II. The transport of AAI in pea stems in relation to apical dominance. *Physiol. Plant.*, 1960, **13**, 539.
672. WIERSZYŁOWSKI (J.), RUSCH (Z.), UGOŁIK (M.). — Teneur en eau, intensité respiratoire et inhibition de croissance des bourgeons floraux de Cerisiers aigres en période de dormance. *Rocz. Nauk. roln. Ser. A, Polska*, 1960, **80**, 723.
673. WIGAND (A.). — Der Baum. Betrachtungen über Gestalt und Lebensgeschichte der Holzgewächse. 1854, 1 vol. Braunschweig.
674. WITH, BARUA (D.-N.). — The nature of dormancy in the teapant. *Jour. of Exp. Bot.*, 1955, **6**, 1-5.
675. WILLIAMS (I.-H.). — Effects of environment on *Rubus idaeus* L. II. Growth and dormancy of young shoots. *J. hort. Sci. G.B.*, 1960, **34**, 210.
676. WILLIAMS (J.-H.). — Effects of environment on *Rubus idaeus* L. V. Dormancy and flowering of the mature shoot. *J. Hort. Sci. G.B.*, 1961, **35**, 215. (4).
677. WILLIAMS (J.-T.). — Dormancy in *Chenopodium album* L. *Ann. Appl. Biol. G.B.*, 1962, **50**, 352.
678. WISNIEWSKI (P.). — Beiträge zur Kenntnis der Ruheperiode der Winterknospen von *Stratiotes aloides*. *Acta Soc. Bot. Poloniae.*, 1931, **7**, 17.
679. WOLFROM (M.-L.), MILLER (J.-B.). — Detection of carbohydrates on paper chromatograms. *Anal. chem.*, 1956, **28**, 10.
680. WRIGHT (R.-C.), PEACOCK (W.-H.). Influence of storage temperatures on the rest period and dormancy of potatoes. U.S. Dept Agric. Tech. Bull. n° 424, 1934.
681. ZELLER (O.). — Entwicklungsverlauf der Infloreszenzknospen einiger Kern- und Steinobstsorten. *Angew. Bot.*, 1955, **29**, 69.
682. ZIMMERMANN (W.-A.). — Untersuchungen über die räumliche und zeitliche Verteilung des Wuchsstoffes bei Bäumen. *Z. bot.*, 1936, **30**, 209.
-

RÉSUMÉ

Le développement de la pousse herbacée du Chêne se fait par une succession de périodes d'activité et de repos indépendantes, dans une très large mesure, des facteurs du milieu puisqu'elles s'observent sans interruption dans des chambres climatisées à température et éclairage constants. Dans la nature, elles sont responsables des pousses de la Saint-Jean et des pousses d'Août. Leur nombre est plus élevé sur les plantules que sur les arbres jeunes, et, plus élevé sur ces derniers que sur les arbres âgés. Sur les rejets de souche on observe rarement des arrêts de croissance complets mais une alternance d'allongements lents et rapides, ces derniers coïncidant souvent avec les pousses de la Saint-Jean ou d'Août. Les courbes de croissance de nombreuses espèces ligneuses présentent les mêmes caractères que celles des rejets de souche du Chêne. Les Chênes explicitent donc d'une façon schématique une tendance générale des végétaux ligneux de nos régions.

Les corrélations d'inhibitions jouent un rôle très effacé; leur existence a cependant pu être prouvée sur les rejets de souche. Les dormances sont au contraire très importantes: elles sont la cause des arrêts de croissance pendant la belle saison. Elles existent aussi en automne et en hiver, une dormance aitionome succédant en janvier à une dormance endonome. Dormances estivale et automnale sont sans doute de nature différente.

L'acrotomie du rameau d'un an du Chêne disparaît sur les rameaux coupés. Elle peut être restaurée par des injections apicales d'acides phénoliques, de kinétine, ou d'acide gibbéréllique.

Les relations entre l'évolution des dormances, quels que soient leurs caractères, et celle des substances de croissance sont étroites: un stimulateur acide de Rf moyen apparaît lorsque les rameaux passent d'une dormance entonome à une dormance aitionome. Il disparaît peu après le débourrement. Cette évolution se retrouve à chaque reprise de croissance estivale. Des inhibiteurs acides de Rf élevé, abondants durant tout l'hiver, disparaissent quelques jours avant le gonflement des bourgeons au printemps, à la Saint-Jean ou en Août. Ils réapparaissent en abondance dès que les bourgeons présentent une pointe verte.

Ce comportement n'a pu être retrouvé sur six autres espèces dont l'évolution de la dormance et des substances de croissance a été précisée. L'aptitude au développement (sortie de dormance) peut cependant s'expliquer dans tous les cas par une augmentation du rapport: stimulateur de Rf moyen / inhibiteur acide. Le détail du déterminisme biochimique des dormances reste inconnu.

SUMMARY

Characteristic of the growth of oak-buds are successive activity and rest periods, which are to a great extent independent of environmental factors, since they can be observed without interruption in air-conditioned chambers with constant temperature and light. In the open air they induce the shoots of St-John's day and of August. These are more numerous on plantules than on young trees, and still more on young than older trees. Complete breaking of growth occurs seldom on stool-shoots, but there is alternation of slow and rapid development — growth is generally rapid about St-John's day or in August. Growth-curves of many woody species and curves of oak stool-shoots offer similar features. Oaks explain schematically a common trend of woody plants in our countries.

The correlations of growth inhibiting effects play only a small part. But they do exist, and that has been established with stool-shoots. On the contrary rest periods are very important: they cause the arrests of growth in spring. They occur in autumn and winter too — an endonomic dormancy is succeeded in January by an aitionomic dormancy. Summer and autumn dormancy must be different.

The acrotony of one year old twigs of oak wears off on cut twigs. It can be restored with apical injection of phenolic acids, kinetin, or gibberellic acid.

There are between the evolution of dormancies, however featured they are, and the development of growth stimulating substances close connections: an acidic auxin (R_f = middle value) occurs when endonomic dormancy of twigs becomes aitionomic; it goes out after the opening of buds. This process takes place at every summer flush. During the winter abundant acidic inhibitors (high R_f) disappear a few days before bud swelling in spring, at St-John's day or in August. The re-occur in large quantities as soon as the extremity of buds get green.

The dormancy and auxins evolution has been defined for six other tree-species, but no similar process has been noticed. However a higher proportion of auxin (R_f = middle value) to acidic inhibitor can every time explain the capacity for setting on (breaking of dormancy). The detailed biochemical conditions of rest periods are still unknown.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Entwicklung der Eichentriebe ist durch aufeinanderfolgende Wachstums- und Ruheperioden gekennzeichnet, die in hohem Masse von den Umweltfaktoren unabhängig sind, da diese ununterbrochen auch in Klimakammern bei gleichbleibender Temperatur und Beleuchtung zu beobachten sind. Im Freien verursachen sie die Johannistriebe und die Triebe im August. Ihre Anzahl ist höher an den Keimpflanzen als an den jungen Bäumen, und höher an jungen als an älteren Bäumen. Bei Stockausschlägen hört das Wachstum selten völlig auf, die Entwicklung aber verläuft abwechselnd langsam oder rasch — übrigens entspricht die rasche Entwicklung oft den Trieben von Juni und August. Die Wachstumskurven zahlreicher Holzgewächse sind den Kurven der Stockausschläge der Eiche ähnlich. An der Eiche kann als ein allgemeines Merkmal der Holzpflanzen unserer Länder schematisch dargestellt werden.

Die Auswirkung der Wuchshemmungen spielt nur eine geringe Rolle, konnte jedoch an Stockausschlägen festgestellt werden. Ruheperioden sind im Gegenteil von grosser Bedeutung, sie verursachen die Wachstumsstockungen im Frühjahr. Sie treten auch im Herbst und Winter auf. Im Januar folgt auf eine endonome Ruheperiode eine aitionome Ruheperiode. Sommer- und Herbstruheperioden sind wahrscheinlich ungleichartig.

Die Akrotonie an einjährigen Eichenzweigen tritt an abgeschnittenen Zweigen nicht auf. Man kann sie durch apicale Einspritzungen von Karbolsäure, Kinetine oder Gibberellinsäure wieder hervorrufen.

Es herrschen enge Beziehungen zwischen dem Verlauf der Ruheperioden — gleich welchen Ursprunges — und den Wuchsstoffen: Beim Übergang von der endonomen zur aitionomen Ruheperiode wird ein saurer Stimulator (R_f = mittelmässig) gebildet. Dieser Wuchsstoff verschwindet beim Austreiben der Knospen. Dieser Vorgang findet bei jedem neuen Sommerwuchs wieder statt. Im Winter reichlich vorhandene saure Hemmstoffe (R_f = sehr hoch) lösen sich einige Tage vor dem Knospenquellen im Frühjahr, am Johannistag oder im August auf. Sie sind wieder reichlich vorhanden, sobald die Knospen an der Spitze grün werden.

Der Verlauf der Ruheperioden und die Entwicklung der Wuchsstoffe wurden an sechs weiteren Arten bestimmt, ein ähnliches Verhalten war aber nicht festzustellen. Die Fähigkeit eine Ruheperiode zu beenden lässt sich in allen Fällen durch eine Erhöhung des Quotienten zwischen Stimulator (R_f = mittelmässig) und saurem Hemmstoff erklären. Die Einzelheiten der biochemischen Zusammenhänge der Ruheperioden bleiben jedoch unerklärt.

Le Directeur-Gérant : A. CHAINTREUIL