Zeitschrift: Mémoires de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles

Herausgeber: Société Vaudoise des Sciences Naturelles

Band: 11 (1955-1956)

Heft: 6

Artikel: Recherches cyto-histo-physiologiques sur les racines du Lens culinaris MED., traitées par l'acide ?-indolyl-acétique et l'hydrazide maléique

Autor: Margot, Louis

Kapitel: IV: Action de l'Hydrazide maléique sur les racines du Lens culinaris

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-257490

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 13.07.2025

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

QUATRIEME PARTIE

Action de l'Hydrazide maléique sur les racines du *Lens culinaris*

CHAPITRE 1

INFLUENCE DE L'HYDRAZIDE MALÉIQUE SUR LA CROISSANCE ET LES MITOSES MÉRISTÉMATIQUES

A. *Introduction.*

Ainsi que nous l'avons mentionné dans l'introduction de ce travail, nous nous sommes proposé d'étudier l'action de l'hydrazide maléique (HM) sur les pointes de racines du *Lens culinaris,* dans les premiers jours de leur croissance; notre intention étant de vérifier les propriétés inhibitrices de cette substance, nous avons examiné successivement, à l'aide de concentrations très rapprochées les unes des autres, l'allongement et l'activité mitotique des pointes de racines traitées.

B. *Allongement des racines.*

1. *Travaux antérieurs.*

Des très nombreux travaux consacrés à l'hydrazide maléique (1,2 - dihydropyridazine - 3,6 - dione) qui ont été publiés dès 1949, nous ne retiendrons ici que quelques-unes des études portant sur le rôle de l'HM sur l'allongement des racines.

Travaillant sur les tiges et racines de Tomate, SCHOENE et HOFFMANN (103) ont constaté que la période d'inhibition observée (temporaire !) était liée directement à la concentration de l'HM utilisée. NAYLOR et DAVIS (73) ont du reste précisé chez des germinations de monocotylédones et de dicotylédones qu'il se produisait un arrêt de la croissance méristématique à l'endroit où l'HM était supposée s'accumuler. Ayant remarqué d'importantes perturbations dans le métabolisme de la plante, ces deux auteurs ont rattaché l'HM au groupe des anti-auxines, mais plus tard, ils ont expliqué ces troubles par une action directe de l'HM sur la respiration (74). BERTOSSI (5) n'a pas pu mettre en évidence une inhibition de croissance chez la Tomate, mais il l'a toutefois relevée chez le Lupin blanc, où il a pu en outre provoquer la stimulation de la formation des radicelles. Dans leurs recherches sur la Betterave sucrière, ERICKSON et PRI-

CE (23) n'ont pas observé de ralentissement de la croissance des racines, mais un accroissement dans leur taille dû, semble-t-il, à l'accumulation des glucides.

Plusieurs auteurs ont cherché à déterminer si l'inhibition de l'élongation cellulaire était, ou non, précédée d'un freinage mitotique : ainsi, DEYSSON et ROLLEN (18) ont pu mettre en évidence, à l'aide de concentrations judicieusement choisies, chez l'*Allium Cepa*, une période pendant laquelle les racines continuaient à s'allonger, bien que les méristèmes ne présentassent plus aucune mitose. Cette observation montre que l'inhibition serait effectivement mitotique d'abord. Mais SOSSOUNTZOV (107) a démontré chez une Filicinée que l'élongation était bloquée avant la mitose, puisque, pour une concentration d'HM égale à 1.10^{-5} mol., seule l'élongation cellulaire était atteinte, alors que l'inhibition mitotique se manifestait à une concentration de 1.10^{-4} mol.

Cette divergence d'opinion se retrouve par ailleurs lorsque les auteurs essaient de classer l'HM selon l'effet qu'elle produit : ainsi, pour LÉOPOLD et KLEIN (59), l'HM est une anti-auxine, et non un régulateur de croissance, puisque l'inhibition qu'elle induit peut être levée par addition de substances de croissance, et que réciproquement, un blocage auxinique peut être supprimé par l'HM. Cette conception, adoptée également par BERTOSSI (6) a cependant été critiquée par MC RAE et BONNER (63), selon qui l'interaction des auxines et de l'HM est qualitativement, et non quantitativement, celle qu'on attend d'une anti-auxine. Enfin, les recherches de KULESCHA (53) sur les cultures de tissus, et de PILET (87) sur les racines du *Lens culinaris* ont montré que l'HM devait être plutôt considérée comme un antagoniste physiologique, puisque ces auteurs observaient pour la première fois que la teneur en auxines des tissus ne change pas à la suite d'un traitement à l'hydrazide maléique. Du reste, à propos de l'action directe de l'HM sur la croissance des racines de *Lens*, PILET a relevé que l'inhibition est d'autant plus forte que les racines sont plus âgées (87). Dans certains cas, et pour de très jeunes racines, de faibles concentrations d'HM peuvent entraîner une légère stimulation (90, 92), et un traitement par l'ABIA ou le D-L-tryptophane (DLT) assurerait une augmentation de la teneur en auxines des tissus méristématiques. Or, si l'HM ne modifie pas la teneur en hormones de croissance, elle n'empêche pas non plus l'ABIA et le DLT d'assurer une élévation de la concentration en auxines (92).

2. *Observations.*

Des graines ont été placées dans des boîtes de Petri, sur papier-filtre imbibé d'hydrazide maléique aux concentrations de $1,1.10^{-4}$ mol., $2,4.10^{-4}$ mol. et $3,7.10^{-4}$ mol. La température de la chambre à culture complètement obscure était de $18^{\circ} \pm 2$, et le degré hygrométrique, de $75\,\% \pm 5$.

Les prélèvements de racines, faits toujours soigneusement à la même heure (10 h.), au bout de 2, 4, 6 et 8 jours de croissance, et suivis des mesures de longueur des racines, effectuées chaque fois sur 30 exemplaires du même lot, ont permis d'établir la figure 14, d'où l'on déduit les remarques suivantes :

a) L'hydrazide maléique inhibe la croissance des racines de *Lens*, et ceci confirme les travaux précédents (cf. § 1).

b) Il existe une gradation dans cette inhibition, celle-ci étant proportionnelle à la concentration d'HM, pour les valeurs comprises entre les limites étroites que nous nous sommes imposées. Cette observation est également en accord avec celles que nous avons relevées dans l'historique.

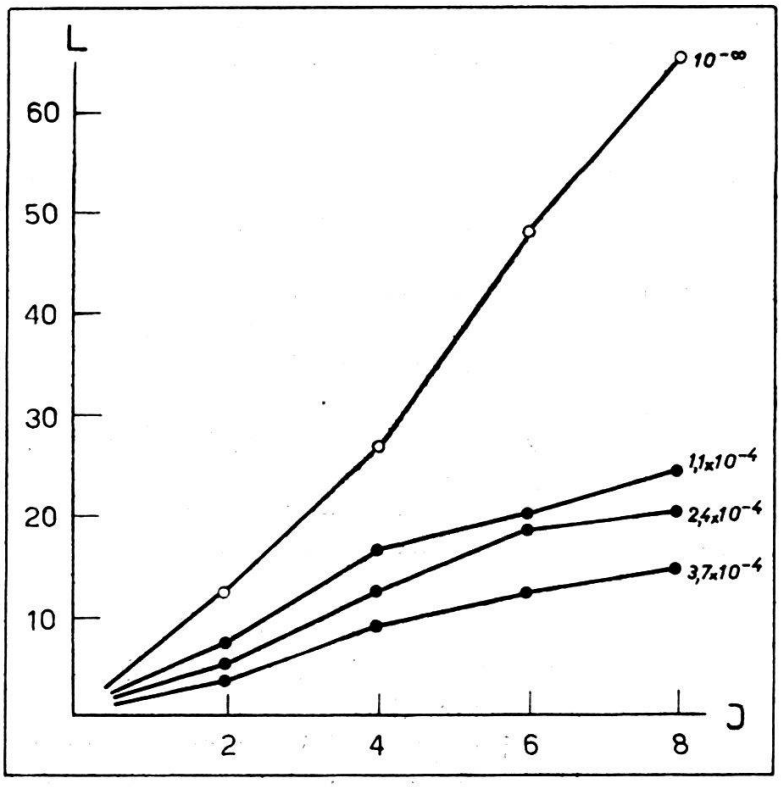

FIG. 14. — Croissance de racines traitées ou non par l'hydrazide maléique, à diverses concentrations en fonction du temps.

L = longueur des racines en cm.

Donc, sans rien préjuger du mécanisme inhibiteur de l'HM, nous nous bornons à constater que cette substance exerce une action freinatrice très nette sur la croissance radiculaire, dès le départ de la germination.

C. *Hydrazide maléique et contenu auxinique.*

L'inhibition de la croissance radiculaire pourrait être interprétée comme le résultat de l'action de l'HM sur les auxines propres à la racine. Or, comme nous l'avons déjà relevé, KULESCHA (53) et PILET (87) ont montré qu'un traitement à l'HM n'entraînait aucune modification de la teneur en auxines chez l'organe considéré, quel que soit son degré de développement. Les propriétés inhibitrices de l'HM ne peuvent donc pas être expliquées par une action de cette substance sur le métabolisme biochimique des hormones de croissance. Il faudrait faire intervenir soit des phénomènes métaboliques qui bouleverseraient la physiologie normale radiculaire, soit l'action directe de l'HM sur l'évolution des mitoses.

L'orientation de notre travail nous a automatiquement conduit à vérifier la seconde hypothèse, c'est-à-dire à analyser l'action de l'HM sur les mitoses radiculaires.

D. *Hydrazide maléique et activité méristématique.*

1. *Travaux antérieurs.*

Parmi les premiers travaux consacrés à l'HM, ceux de NAYLOR et DAVIS (73) leur ont permis de constater un arrêt de la croissance méristématique dans des racines diverses de monocotylédones et de dicotylédones. Peu de temps après, GREULACH et ATCHISON (40, 41) montraient que l'HM provoque chez des racines ou chez des bourgeons une diminution du nombre des cinèses, accompagnée d'un ralentissement dans l'élongation radiculaire. L'étude de l'intensité de ces deux actions leur ayant fourni des courbes non superposables, ces auteurs ont admis que si à faible concentration l'HM inhibe la mitose, à forte concentration le freinage se manifeste à la fois sur la division et sur l'élongation cellulaires. Cette action antimitotique a été également confirmée par COMPTON (12) sur des racines de *Pisum,* où une inhibition mitotique a été remarquée pour toutes les concentrations d'HM. Enfin, cet auteur a signalé que la racine est plus sensible que la tige aux traitements à l'HM.

Cherchant à préciser cette action antimitotique, DEYSSON et ROLLEN (18) ont démontré, par leurs recherches sur les racines d'*Allium cepa,* que l'HM freine la croissance des végétaux, en empêchant les cellules d'entrer en division («inhibition préprophasique»). Ces deux auteurs ont relevé le fait qu'aucune action ne s'exerce sur les mitoses en cours, qui restent toutes normales, les proportions des diverses phases n'étant pas modifiées notablement. Plus tard DEYSSON, dans une revue des actions antimitotiques (17) a précisé que l'HM fait essentiellement partie des corps inhibant l'entrée en mitose, sans troubles mitoclasiques variés.

Signalons toutefois que DARLINGTON et MC LEISH (15) ont pu obtenir chez le *Vicia Faba* une rupture des chromosomes ne s'accompagnant pas de gonflements, pour des concentrations d'HM inférieures à 0,0005 mol. Ces résultats, qui s'opposent à ceux que nous venons de voir, n'ont néanmoins pas pu être retrouvés par ces auteurs chez d'autres plantes.

Si, d'une façon générale, dans les travaux cités plus haut, les auteurs s'accordent à reconnaître une action antimitotique, des divergences apparaissent cependant quant à la situation de celle-ci dans le cours de la mitose. Pour les uns, le blocage n'est pas précisé; pour les autres il est préprophasique; certains enfin signalent une rupture chromosomique, témoignant d'une action directe à l'anaphase. En outre, les auteurs ne sont pas d'accord pour déterminer si l'inhibition mitotique précède ou suit le freinage de l'élongation cellulaire.

Il convenait donc, après avoir vérifié s'il existait une inhibition mitotique dans les racines de *Lens*, de voir si, pour une concentration donnée, il était possible d'observer des troubles dans l'évolution de la mitose, ou dans la morphologie des chromosomes.

2. *Inhibition mitotique.*

Les racines traitées aux concentrations de $1,1.10^{-4}$, $2,4.10^{-4}$ et $3,7.10^{-4}$ mol., dont nous avons vu la variation de croissance du 2e au 8e jour, ont été préparées selon la méthode générale décrite au chapitre 1.

La figure 15 représente les variations de l'indice mitotique pour chaque concentration, en fonction du temps.

1° On voit que l'inhibition mitotique est proportionnelle à la concentration d'HM.

2° L'activité mitotique, traduite par l'index, ne varie que légèrement au cours des essais, tant pour le lot témoin, que pour les lots traités. On remarque qu'elle décroît faiblement au cours du temps.

3° L'HM a une action freinatrice persistante.

4° Le lot normal a une activité méristématique bien supérieure, dans ces essais, à celle des témoins cultivés en sciure humide dans nos recherches sur l'action de l'ABIA. Pour une température très sensiblement la même, la croissance est donc plus active en boîte de Petri qu'en sciure humide.

Discussion. Nous avons relevé que l'allongement radiculaire était inhibé par un traitement à l'HM, confirmant ainsi ce qui avait été fait sur le même matériel (87, 95). Nous avons aussi noté que ce ralentissement était d'autant plus fort que

la concentration d'HM était plus élevée, et bien que les différences de concentration soient très peu importantes, les résultats obtenus montrent la très grande sensibilité des racines de *Lens* à l'HM. Nous venons de trouver que cette substance

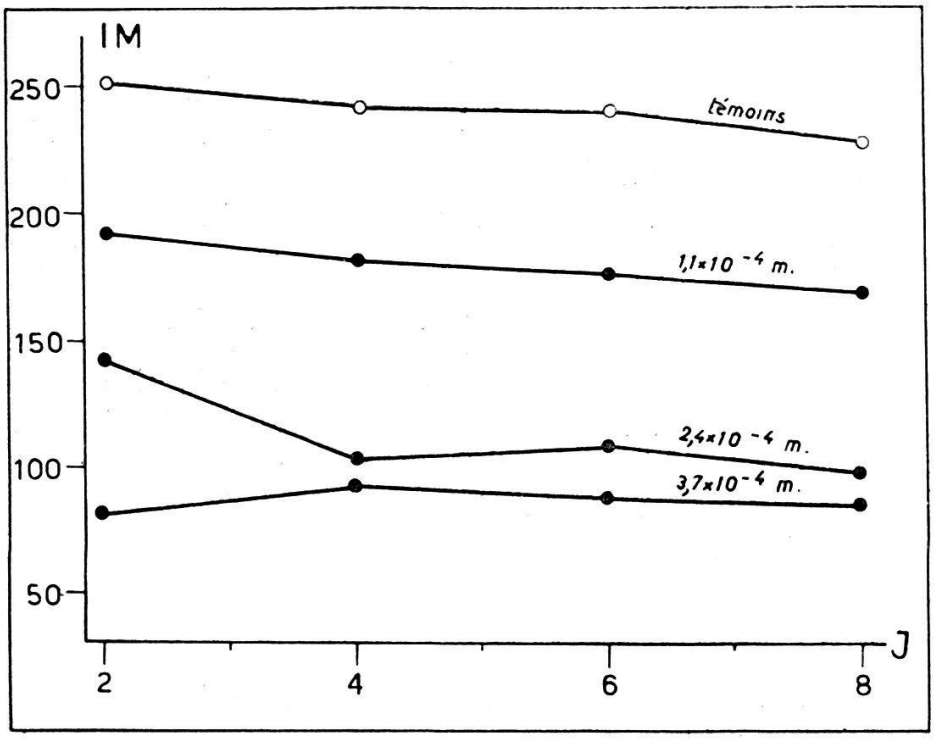

FIG. 15. — Variation de l'index mitotique IM de racines traitées à diverses concentrations d'HM, en fonction du temps. J = jours.

provoquait une très nette diminution de la fréquence des mitoses, proportionnellement aux doses utilisées. L'HM ne provoquant pas de changement dans le contenu auxinique du méristème (87), mais bien une diminution de l'activité mitotique, nous pouvons supposer que ce corps est capable d'influencer un certain nombre de facteurs inconnus présidant, à côté des auxines, au déroulement de la division cellulaire. Du reste, KULESCHA (54) a récemment suggéré l'idée que l'HM n'aurait pas d'action directe sur les hormones de croissance, dont la proportion reste inchangée à la suite d'un traitement, mais sur les substances qui en dérivent.

3. *Action sur la cinétique mitotique.*

Pour étudier les répercussions engendrées par l'HM sur les diverses phases de la mitose, nous avons comparé simultanément deux modes d'expression, d'après les remarques que

nous avons faites à propos de l'ABIA (chap. 2, IIIe part.) : l'un se rapporte au taux de chaque phase pour 100 mitoses, l'autre, au taux de chaque phase pour 1000 cellules.

Voici les résultats établis en fonction de la concentration d'HM pour les 2e, 4e et 8e jour.

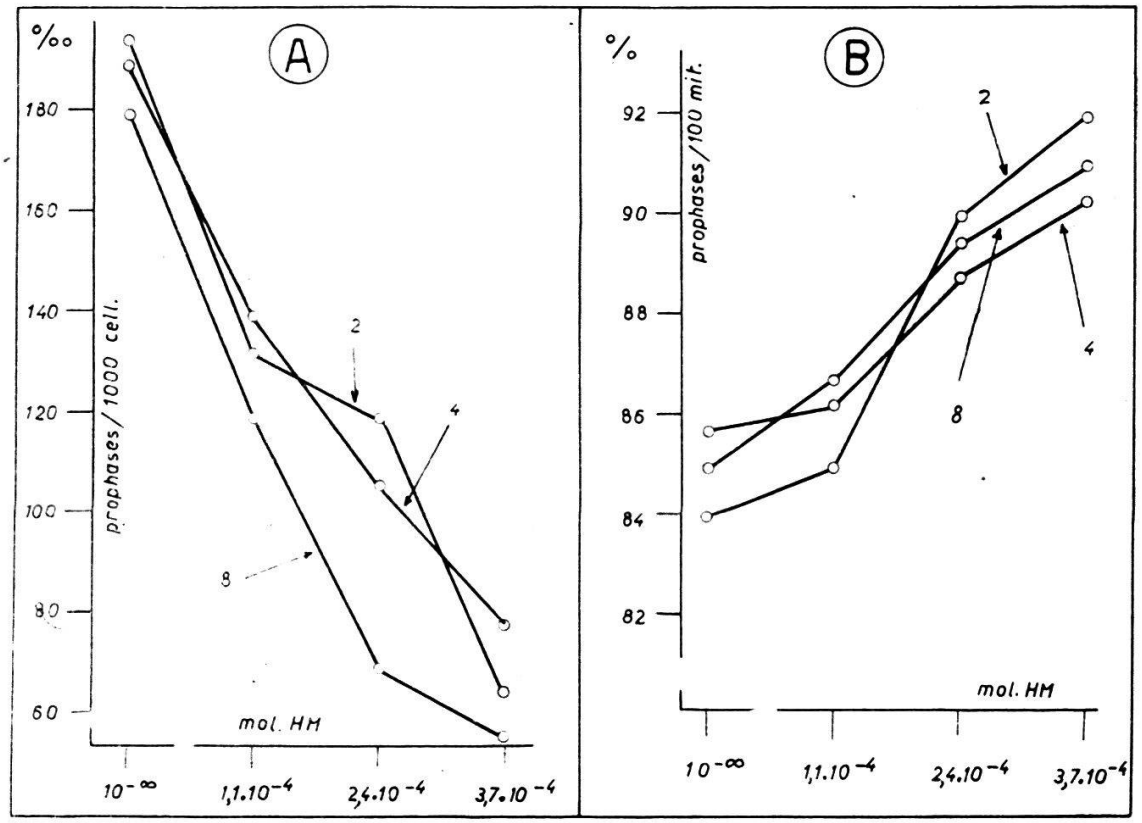

FIG. 16. — Variation du taux de chaque phase pour 1000 cellules, ou pour 100 mitoses, aux 2e, 4e et 8e jours :

A — n. de prophases pour 1000 cellules ;
B — » » 100 mitoses.

a) Prophase : fig. 16 A-B.

Relativement à 100 mitoses, le nombre des prophases augmente avec l'élévation de la concentration en HM, pour chaque jour considéré. Or, parallèlement, nous remarquons que le nombre de prophases pour 1000 cellules (nombre absolu) diminue avec l'augmentation de la concentration en HM.

Ces observations nous suggèrent que les cellules entrant en division sont inhibées, avant la prophase déjà (puisqu'il y en a de moins en moins au fur et à mesure que la dose d'HM croît), et que la durée de la prophase est accrue dans le même sens. Il nous semble que cette dernière action est fa-

cilement compréhensible : en effet, les cellules qui se divisent sont freinées, et le retard se poursuit encore dans la prophase. Remarquons cependant que ce mécanisme est exactement l'opposé de celui qui se produit lors de l'application de l'ABIA à dose inhibitrice.

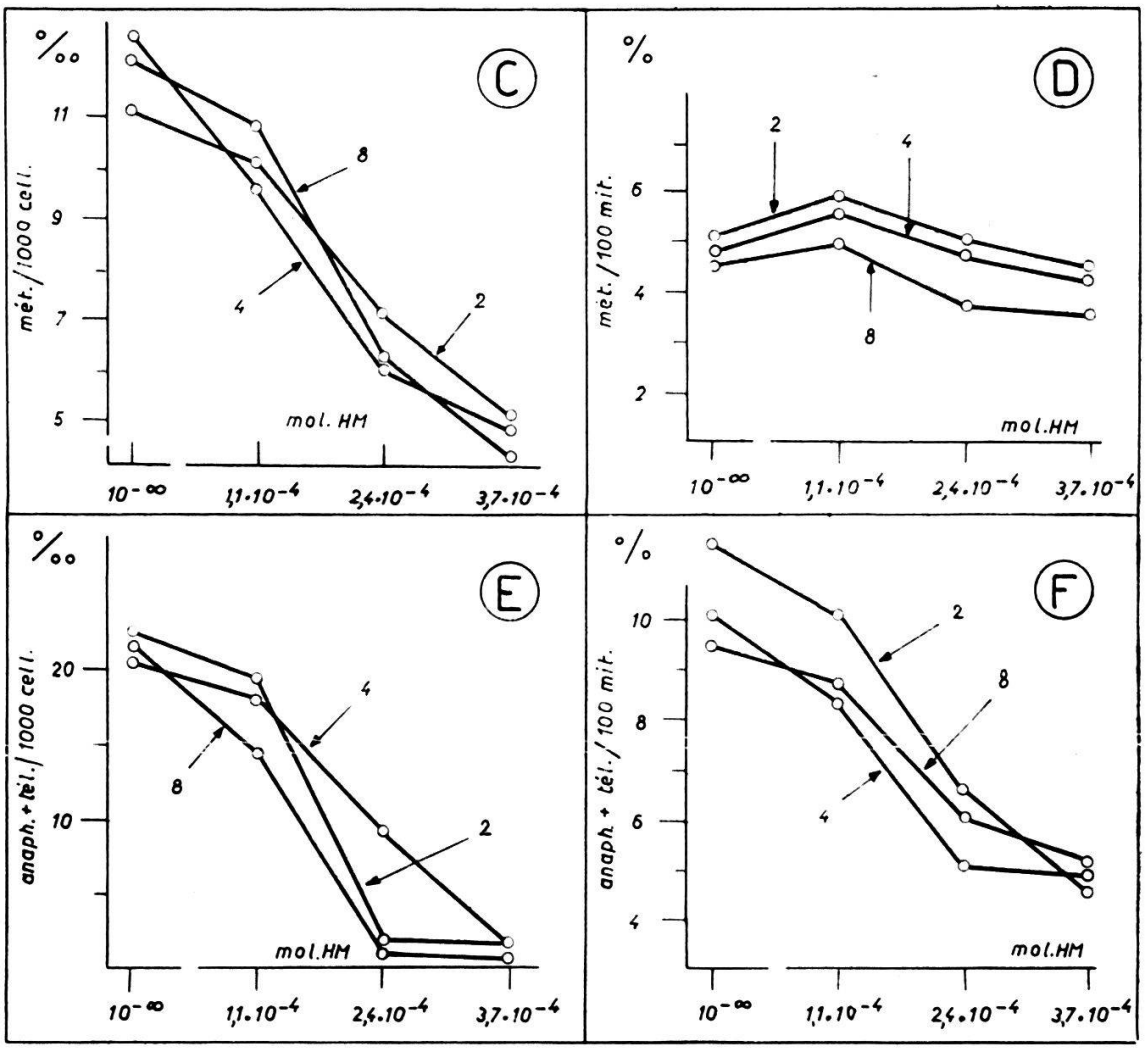

FIG. 17. — Variation du taux de chaque phase pour 1000 cellules ou pour 100 mitoses, aux 2e, 4e et 8e jours, suite :

C — nombre de métaphases pour 1000 cellules ;
D — » » » » 100 mitoses ;
E — » d'anaphases et télophases pour 1000 cellules ;
F — » » » » 100 mitoses.

b) *Métaphase :* fig. 17 C-D.

Le pourcentage des métaphases ne varie guère en fonction de la concentration d'HM, mais nous savons que cette notation n'indique qu'une durée relative. Par contre, le taux

des métaphases pour 1000 cellules décroît chaque jour considéré, avec l'augmentation de la dose d'HM.

Cette observation nous paraît également normale, car nous venons de voir qu'il y a de moins en moins de prophases avec l'accroissement de la dose d'HM, et leur durée augmente. Il est évident que ce fait a une répercussion sur tous les autres stades.

c) *Anaphase et télophase réunies :* fig. 17 E-F.

Les mêmes considérations peuvent s'appliquer à ces deux stades : la chute de leur pourcentage là aussi est relative : elle n'est que la conséquence de la durée de l'augmentation de la prophase, et ce résultat ne pourrait à lui seul nous donner une indication valable. Il est aussi évident que si le taux de ces deux stades pour 1000 cellules diminue avec l'augmentation de la dose d'HM, ainsi qu'on le remarque, c'est à la suite de la raréfaction des stades précédents.

4. *Discussion sur la cinétique mitotique.*

Le traitement à l'HM, qui avait eu pour effet d'inhiber la croissance radiculaire, a eu une conséquence dans le nombre des cellules formées, ainsi que nous venons de le montrer. Cette observation aurait suffi déjà à donner une interprétation des phénomènes d'inhibition dus à l'HM, car on pouvait supposer que si cette substance provoquait une diminution de la croissance, c'est parce qu'elle empêchait les cellules de se diviser. Si maintenant l'on examine surtout l'action de l'HM sur le déroulement de la cinèse, les remarques précédentes se confirment, puisque la mito-inhibition se manifesterait déjà avant l'entrée des cellules en division. Nous avons vu en effet la prophase diminuer d'importance avec l'augmentation des doses, et sa durée s'accroître, alors que celle des autres stades n'était que peu modifiée. Ainsi, l'HM ne joue pas seulement un rôle dans l'entrée des cellules en cinèse, mais elle agit aussi sur la durée de leur division. Il est évident que ce double phénomène a pour effet immédiat de retarder les processus de croissance.

5. *Troubles chromosomiques.*

Dans l'examen particulier des chromosomes, nous n'avons remarqué à aucun moment une fragmentation de ceux-ci, telle que l'avaient observée DARLINGTON et MC LEISH (15), et nous ne pou-

vons souscrire à l'idée d'une action unique de l'HM sur l'hétérochromatine, au sens de ces auteurs.

En outre, nous avons bien constaté un certain nombre d'anomalies du type tropocinèse, présentes d'ailleurs aussi dans les méristèmes des racines normales. Mais les pourcentages que nous avons tenté d'établir n'ont pas été significatifs. Il nous paraît peu certain que l'HM joue un rôle dans ces variations d'orientation, du moins aux concentrations que nous avons utilisées.

CHAPITRE 2

ACTION DE L'HYDRAZIDE MALÉIQUE SUR LA STRUCTURE DES TISSUS DE JEUNES RACINES

1. *Travaux antérieurs.*

Si les données de la littérature sont relativement abondantes quant à l'action de l'HM sur la structure des tissus végétaux, il est néanmoins difficile de se faire une idée exacte des modifications induites, tant les résultats diffèrent les uns des autres.

Certains auteurs ont tout d'abord signalé que l'HM agissait sur les méristèmes : ainsi, à partir d'applications foliaires, CRAFTS, CURRIER et DAY (13) ont remarqué des altérations des tissus, qui se produisaient jusque dans les régions méristématiques. De même, COMPTON (12) a constaté la suppression du méristème dans les racines du *Pisum sativum*, en insistant sur le fait qu'aucune proportion n'existait entre la concentration et le degré d'inhibition. Enfin, GREULACH et ATCHISON (40) ont observé des effets nuisibles sur la structure des tissus radiculaires de l'*Allium Cepa*, qui, sans être toutefois constants, provoquaient cependant un raccourcissement de la zone de multiplication cellulaire.

L'action inhibitrice de l'hydrazide maléique a été mise également en évidence dans les assises génératrices : c'est ainsi que RAO et WITTWER (100) ont constaté que le phellogène était absent dans les tubercules de Pomme de terre traités à l'HM, tandis que JACQUIOT (46), en étendant ses recherches à l'action de diverses hydrazides sur des cultures de tissu cambial de *Populus, Betula, Quercus* et *Castanea*, a indiqué que la fonction hydrazide empêche, d'une façon générale, toute différenciation menant à la formation d'assises génératrices secondaires.

En ce qui concerne l'activité péricyclique, BERTOSSI (5) a observé chez le Lupin blanc une activation des radicelles pour une concentration de 3 ‰ environ, de même que PILET (90) sur des pointes de Carotte et PILET et MARGOT (95), qui ont remarqué qu'une application locale d'HM sur les racines du *Lens culinaris* provoquait une faible stimulation de la rhizogenèse. NETIEN et BRIF-

FAZ (76) ont précisé, contrairement à ces observations, que s'il se produisait parfois une inhibition de la formation des radicelles chez *Pisum* et *Triticum*, la structure des tissus ne se trouvait modifiée pour aucune concentration.

Dans le cas des tissus conducteurs, CURRIER, DAY et CRAFTS (14) ont constaté que l'HM provoque la nécrose des tissus libériens d'Orge et de Moutarde, sans pouvoir préciser toutefois s'il s'agit d'une action primaire ou secondaire. Ce résultat se retrouve chez STRUCKMEYER (110), qui, en étudiant l'action de l'HM sur la structure de tissus de *Lilium*, a pu mettre en évidence une destruction du liber, tant dans les tiges que dans les feuilles. Tandis que pour GREULACH et HASELOOP (42), il y a une réduction si évidente du bois primaire chez la Tomate, qu'elle peut aller jusqu'à la destruction complète de ce tissu.

L'action de l'HM sur le volume cellulaire a été relevée par divers auteurs : ainsi, dans les travaux de STRUCKMEYER que nous citons plus haut, il est indiqué que le traitement à l'HM entraîne un accroissement du diamètre des tiges, conséquence de l'augmentation du volume des cellules et méats, observation déjà mise en évidence par MC ILRATH (62) dans ses recherches sur le coton. Cette action a été également relevée par GAUTHERET (31) qui a constaté la formation de cellules géantes dans les cultures de tissu de rhizome de Topinambour. Par ailleurs, nous devons mentionner, à l'inverse de ces indications, celles de GREULACH et HASELOOP (42), pour lesquels un traitement à l'HM provoque, chez la Tomate, une inhibition de l'accroissement diamétral des cellules médullaires des tiges.

Sans aborder le problème physiologique nous devons cependant signaler les observations qui concernent la teneur en eau des tissus, ce point pouvant se rattacher au précédent, comme nous le montrerons par la suite. Alors que pour GREULACH (39) l'HM provoque une augmentation de la teneur en eau des racines de Tomate, pour GAUTHERET (30) au contraire, les tissus de Topinambour sont complètement déshydratés. Ce résultat a été obtenu également par PILET et MARGOT (95), qui ont observé une déshydratation caractéristique du parenchyme cortical des racines de *Lens*.

Enfin, pour être complet, nous mentionnerons encore les travaux suivants dans lesquels aucune action imputable à l'HM n'a pu être mise en évidence : en effet, NETIEN et BRIFFAZ (76) ont montré ainsi que nous l'avons relevé plus haut, que la structure des tissus ne se trouvait jamais modifiée. De même, BERTOSSI et CAPOZZI (7) ont indiqué, à la suite de leurs recherches sur *Parthenocissus*, *Cichorium* et *Helianthus* que l'HM était dépourvue de toute action excitant la prolifération cellulaire. Cette idée est aussi celle de WATSON (112), pour qui aucune prolifération anormale ne se produit chez *Phaseolus* après une application foliaire, de même que celle de NICKELL (77), tant à propos des cultures des tissus tumoraux que des plantules de *Rumex*.

En résumé, l'action de l'HM sur l'organisation des tissus n'a pas encore trouvé d'explication tenant compte des diverses observations formulées; d'autres part, à notre connaissance, il n'y a pas de travaux qui aient porté sur de très jeunes racines. C'est la raison pour laquelle nous avons été incité à faire l'étude anatomique des racines de *Lens* traitées aux doses utilisées pour l'examen méristématique, dans l'idée de pouvoir suivre de façon plus précise la différenciation des tissus ayant subi un traitement à l'HM.

2. *Variations morphologiques.*

Les lots de racines traitées aux concentrations de $1{,}1.10^{-4}$, $2{,}4.10^{-4}$ et $3{,}7.10^{-4}$ mol. HM, qui avaient été examinées au point de vue de l'allongement, ont été fixés à l'alcool aux 2e, 4e, 6e et 8e jours. Nous avons pu alors constater les faits suivants :

a) Relativement aux racines normales, le taux de germination des racines traitées est assez faible, et les différences sont sensibles d'une concentration à l'autre.

b) La poussée des radicelles est complètement supprimée chez toutes les racines traitées. Au contraire, la rhizogenèse débute déjà au 5e jour chez les témoins.

c) La coiffe est pratiquement absente dans les racines traitées à la plus forte dose, tandis que chez toutes les racines la zone pilifère, très fortement diminuée, se situe tout près de l'extrémité.

d) Une forte subérisation caractérise les pointes des racines traitées; elle délimite extérieurement une région de renflement, alors que la zone située plus haut, en direction du collet, paraît très souvent amincie.

3. *Variations histologiques.*

Ce sont les plus intéressantes : les coupes transversales, faites au microtome à main, d'une épaisseur de $25 \pm 5\,\mu$ et à une distance de l'extrémité de la racine allant de 5 à 12 mm, ont montré d'une façon générale que dès le 4e jour, la vascularisation est remarquablement stimulée, et qu'elle débute très près de la pointe de la racine.

Dans l'écorce, les modifications consistent en un accroissement de la taille des cellules et des méats; la figure 18 rend compte d'une telle structure chez des racines traitées par $1{,}1.10^{-4}$ mol. HM (B) comparée à celle de racines normales (A).

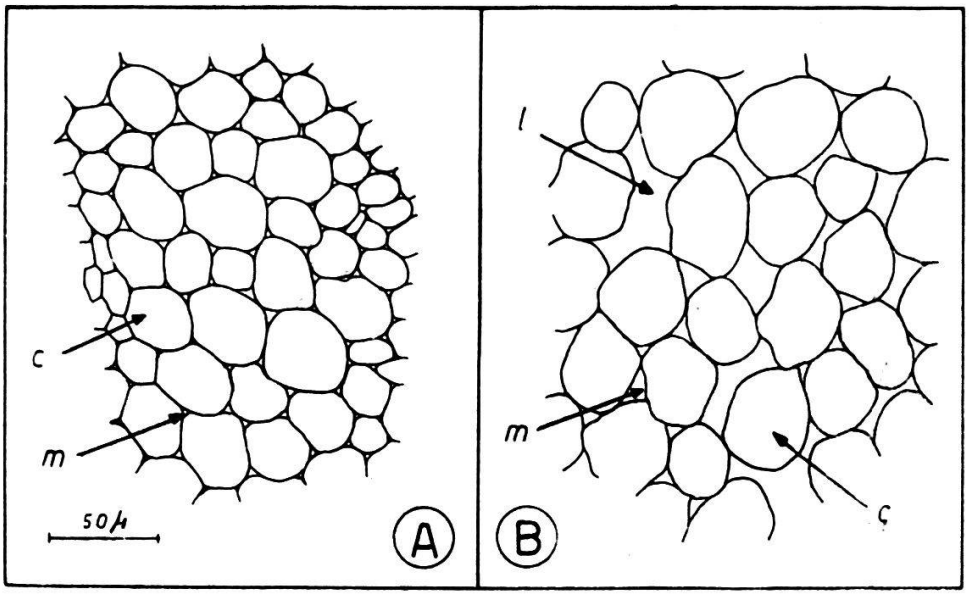

FIG. 18. — Parenchyme cortical au 8e jour :
A — de racines normales ;
B — de racines traitées par $1,1.10^{-4}$ mol. HM ;
c = cellule, m = méat, l = lacune.

Pour l'examen du cylindre central, nous avons retenu les coupes suivantes :

Fig.	Dessin	Traitement	Dist. de la pointe rad.	Age en j.
			en mm.	
19	A	$10^{-\infty}$	5	8
	B	$1,1.10^{-4}$	5	8
	C	—	8	8
	D	—	10	8
20	E	—	12	8
	F	$2,4.10^{-4}$	5	8
	G	$3,7.10^{-4}$	5	4
	H	—	5	8

et afin de faciliter la comparaison de ces diverses coupes, nous avons groupé nos observations en trois catégories :

a) Modification de la structure en fonction de la concentration : fig. 19 A et B, 20 F et H.

Les coupes de racines âgées de 8 jours et examinées à 5 mm de la pointe nous ont montré que les racines normales (qui possèdent généralement trois faisceaux) n'ont qu'un très léger début de différenciation de ces faisceaux dans le premier centimètre. En outre, l'endoderme ne possède encore aucune lignification (fig. 19 A).

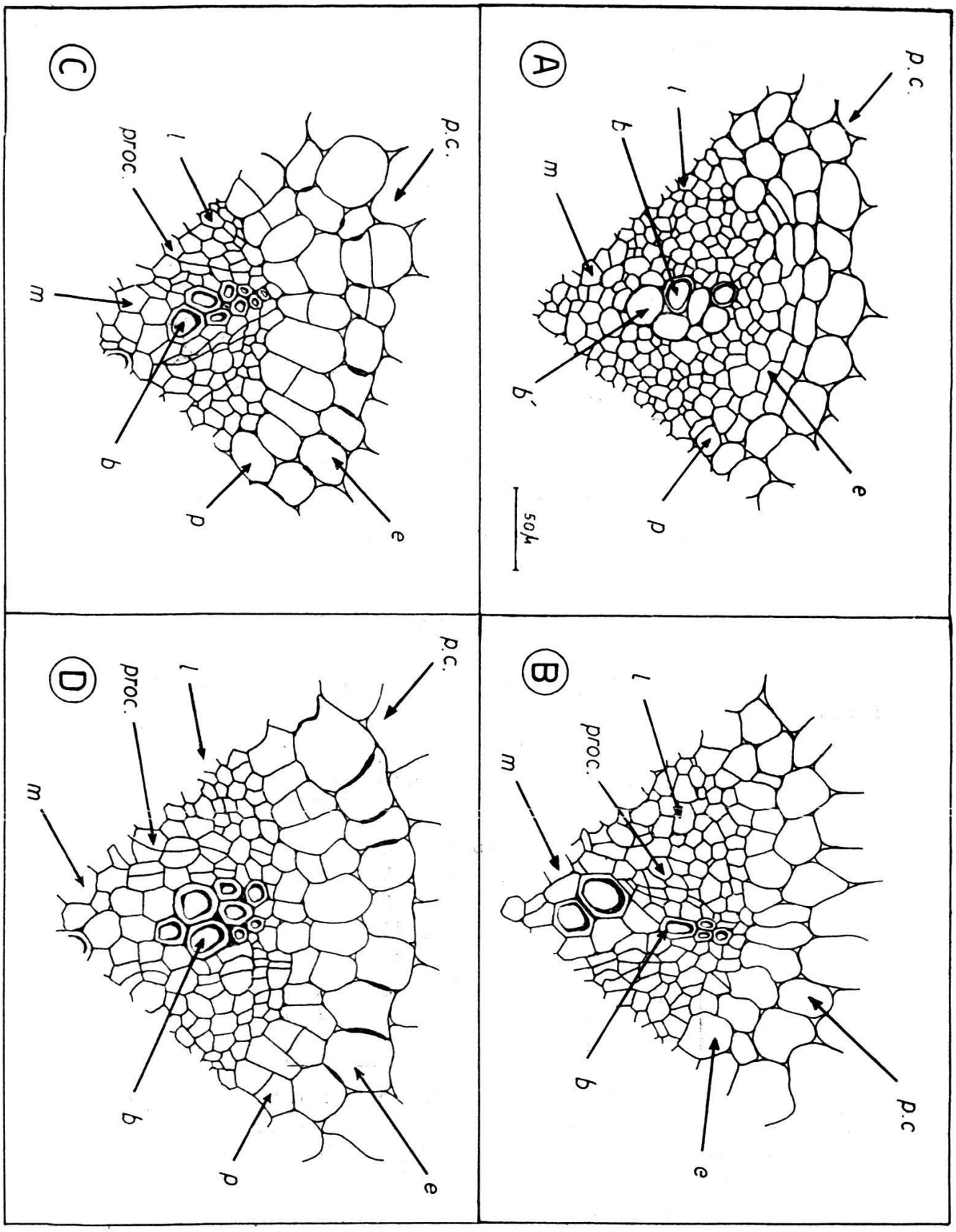

Fig. 19. — Structure des racines de *Lens* :
A — racines normales, 8 jours, à 5 mm de la pointe ;
B — racines traitées par 1,1.10^{-4} mol. HM 8 j. à 5 mm ;
C — » » » 8 mm ;
D — » » » 10 mm ;
pc = parenchyme cortical, e = endoderme, p = péricycle, b = bois formé, b' = bois en formation, l = liber, m = parenchyme médullaire, proc. = procambium.

Les racines traitées à la concentration de $1,1.10^{-4}$ mol. HM présentent deux pôles ligneux nettement différenciés, tandis que l'endoderme est semblable à celui de racines normales (fig. 19 B).

Les racines traitées à la concentration de $2,4.10^{-4}$ mol. HM possèdent, au niveau considéré, des faisceaux ligneux étendus; on remarque une très légère activation du péricycle (cloisonnements cellulaires) en regard de ces derniers. Enfin, les cadres endodermiques sont bien visibles (fig. 20 F).

Les racines traitées à la concentration de $3,7.10^{-4}$ mol. HM présentent de grosses lacunes à la place des faisceaux ligneux. De plus, la moelle est entièrement lignifiée (fig. 20 H).

b) Modification de la structure en fonction du niveau examiné.

La constatation d'un développement plus marqué des faisceaux ligneux chez les racines traitées à la concentration de $1,1.10^{-4}$ mol. HM nous a engagé à examiner les variations de structure dans ce lot, pour différents niveaux, soit à 8, 10 et 12 mm.

A 8 mm (fig. 19 C), les faits les plus évidents sont, d'une part, la formation des cadres de Caspary et la division des cellules péricycliques ; d'autre part, l'apparition d'une zone de multiplication cellulaire, que nous assimilons à un «procambium»

A 10 mm (fig. 19 D), nous observons la même conformation, mais la division du péricycle s'est étendue.

A 12 mm (fig. 20 E), le péricycle est par endroits fortement divisé. Cependant, nous n'avons jamais remarqué une vraie formation d'ébauches de radicelles. La zone «procambiale» a fortement proliféré et les faisceaux ligneux ont disparu : ils sont remplacés par des lacunes ou par des cellules géantes. Enfin, la moelle est complètement lignifiée.

c) Formation des lacunes.

La présence des lacunes dans le lot des racines traitées à la plus forte dose d'HM nous a finalement engagé à rechercher à quel moment elles se formaient. C'est pourquoi nous avons examiné des coupes de racines provenant de ce lot, et âgées de 4 jours. Les figures 20 G et H nous montrent l'évolution de la structure interne de ces racines du 4e au 8e jour. Nous constatons que les lacunes apparaissent effectivement à l'endroit où se seraient formés les faisceaux ligneux, alors même qu'aucune trace de lignification n'est présente.

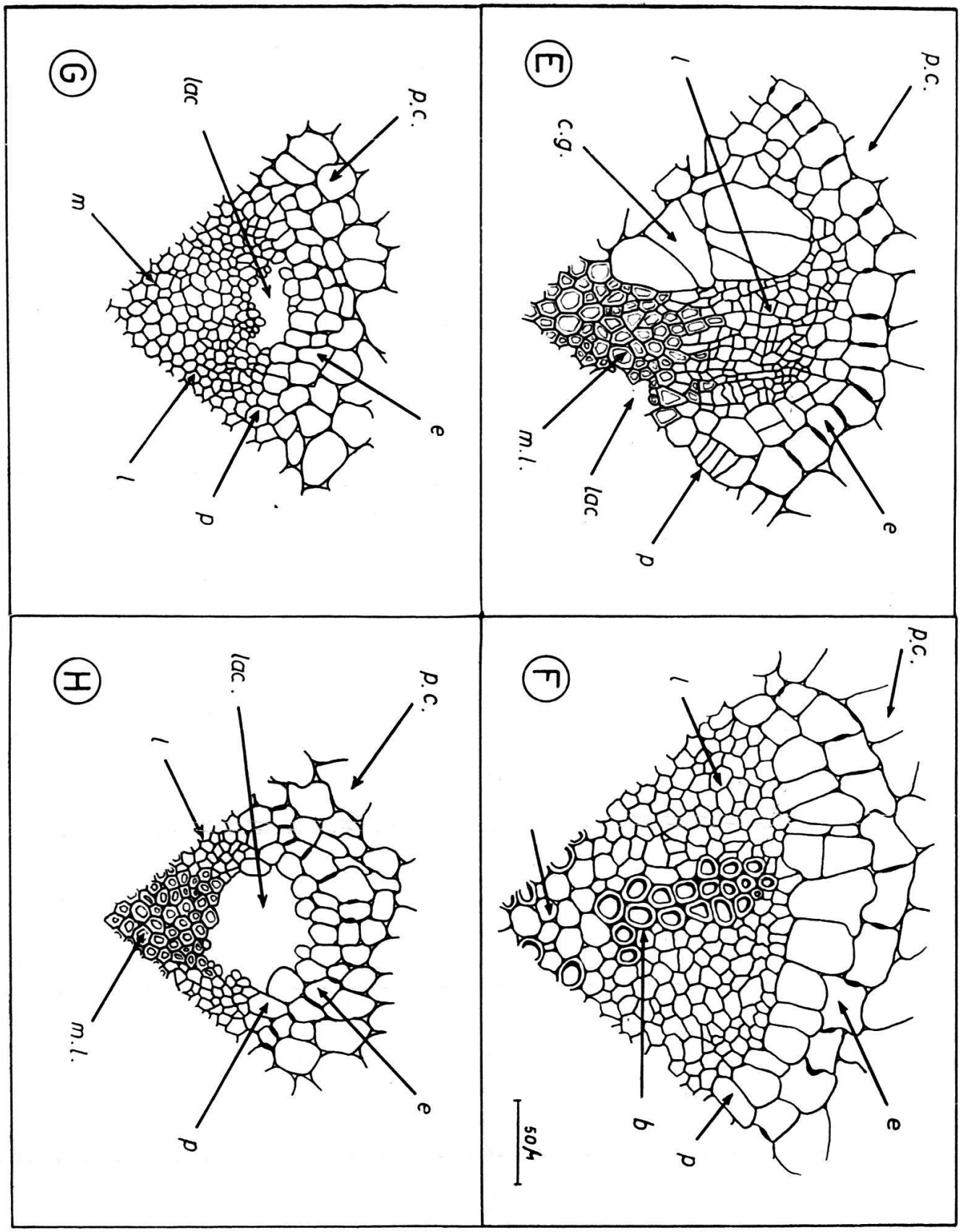

FIG. 20. — Structure des racines de *Lens*, suite :

E — racines traitées par $1,1.10^{-4}$ mol. HM 8 jours, à 12 mm ;
F — » » $2,4.10^{-4}$ » » 8 » » 5 »
G — » » $3,7.10^{-4}$ » » 4 » » 5 »
H — » » $3,7.10^{-4}$ » » 8 » » 5 »

Même légende que pour la figure 19 :
lac. = lacune, ml = moëlle lignifiée, cg = cellule géante.

4. *Discussion des résultats.*

Les observations morphologiques coïncident généralement avec celles des auteurs, spécialement en ce qui concerne la coiffe et la subérisation de la pointe des racines. Quant à la rhizogenèse, nous pensons qu'elle est fortement retardée, mais cependant pas supprimée, puisque nous avons remarqué une activation du péricycle, sans formation d'ébauches.

La stimulation «procambiale» notée dans les racines traitées à faible dose, semble être un fait nouveau, à notre connaissance, qui s'oppose aux thèses de NETIEN et BRIFFAZ (76), BERTOSSI et CAPOZZI (7) et JACQUIOT (46), selon lesquelles, comme nous l'avons vu, l'HM n'est apte à aucun moment à stimuler une prolifération quelconque. Comme nous avons déjà remarqué que la lignification était considérablement accélérée, il n'est pas impossible qu'il en soit de même pour les processus secondaires.

En ce qui concerne la nécrose des tissus (formation de lacunes à l'endroit des pôles ligneux), nos observations faites dans le même sens que celles de GREULACH et HASELOOP (42) s'opposent à celles de CRAFTS, CURRIER et DAY (13) et de STRUCKMEYER (110) qui ont mis en évidence une nécrose libérienne. Or, l'on sait que l'HM provoque une déshydratation des tissus (30, 95), et nous en avons vu la manifestation dans l'écorce, par accroissement des méats. Les pôles ligneux situés sur le cheminement de l'HM semblent être l'endroit où cette substance va s'accumuler. Elle y provoquerait une forte déshydratation et les cellules ne s'accroîtraient plus parallèlement à celles de leur entourage. Il en résulterait la formation de lacunes. (Au bord de celles-ci se trouvent souvent de toutes petites cellules, précisément quelques-unes de celles qui n'ont pu se développer).

RESUME

1. L'étude cytologique de la pointe des jeunes racines du *Lens culinaris* a permis d'observer par la méthode des recensements cellulaires des variations quotidiennes dans la fréquence des mitoses.

2. Traitées par l'acide β-indolyl-acétique (ABIA), ces pointes de racines ont montré une suppression du rythme journalier, tandis qu'un traitement à l'hydrazide maléique (HM) n'a eu pour effet que d'abaisser la fréquence des mitoses, sans modifier le rythme caractéristique des racines normales.