

**Zeitschrift:** Archives des sciences [1948-1980]  
**Herausgeber:** Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève  
**Band:** 20 (1967)  
**Heft:** 1

**Artikel:** Recherches sur le développement des tissus végétaux cultivés in vitro dans ses rapports avec l'utilisation du glucose et l'action de la lumière  
**Autor:** Naef, Jaques  
**Kapitel:** VI: Discussion et conclusions  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-739382>

### **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:** 29.01.2026

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

sur le milieu de culture habituel (milieu de Knop) additionné de glucose (0,25 g % — 6 g %). Une partie des tubes préparés était placée dans une cabine dont la température était réglée à 31° C et en lumière continue. L'autre était mise à l'obscurité continue et à 26° C. Les fragments initiaux pesaient en moyenne 130,7 mg.

Les tissus ont proliféré ainsi pendant 79 jours. Nous en avons déterminé le poids frais et le poids sec. Ces valeurs sont assez irrégulières. Nous pensions que le poids frais des tissus cultivés à la lumière à 31° C serait plus élevé que celui des tissus maintenus à l'obscurité à 26° C. Or nous avons observé le contraire (voir fig. 23,24). Le poids sec par contre, était sensiblement le même dans les deux conditions.

Il semble que la lumière n'a pas manifesté son effet stimulant car les tissus ont un poids frais et sec plus faible que ceux que nous avons obtenus en cultivant les mêmes tissus à 23° C en lumière discontinue.

Cela montre que les phénomènes que nous avons décrits ne peuvent être considérés qu'en choisissant une température bien déterminée. D'autre part, il ne semble pas que la température de 31° C soit favorable aux tissus cultivés à la lumière. Les tissus cultivés à l'obscurité à 26° C ont en règle générale des valeurs de poids frais et de poids sec assez semblables à celles que l'on obtient si on les met à 23° C.

## CHAPITRE VI — DISCUSSION ET CONCLUSIONS

### A) TISSU CAMBIAL DE CAROTTE CHLOROPHYLLIEN.

Les expériences que nous avons entreprises sur la croissance de ces tissus comprenaient deux variables. D'une part la concentration du sucre offert et de l'autre la présence ou l'absence de lumière. Nous savions, d'après les premiers travaux réalisés dans ce domaine [Gautheret, 19], que ces tissus ne sont pas autotrophes mais semi-autotrophes. Leur régime physiologique est par conséquent mixte. Nous avons considéré en outre dans nos expériences, un régime purement hétérotrophe. Il n'était donc pas possible de dissocier a priori les deux variables qui agissaient sur les colonies. C'est ce qui rend l'interprétation des résultats plus difficile mais c'est aussi une condition biologique de base qui nous était imposée.

Nous pouvons dire que les tissus chlorophylliens ont une croissance évaluée en poids frais, poids sec et azote nettement favorisée par la lumière, quelle que soit la dose de glucose offerte. Notons cependant qu'aux faibles doses de sucre, jusqu'à 1 %, cet effet n'est pas très constant. Le poids frais des tissus éclairés passe nettement par un optimum à 3,5 % de glucose environ. Cet optimum ne paraît pas très marqué chez les tissus cultivés à l'obscurité.

Lorsqu'on suit l'évolution du poids sec des tissus cultivés à la lumière, on constate que les valeurs augmentent progressivement et semblent se stabiliser aux doses

de glucose comprises entre 5 et 6 %. Ceci suggère que la lumière agit en augmentant l'accumulation de matières sèches.

Simultanément, nous avons remarqué que l'absorption de glucose par les tissus augmente en fonction de la dose offerte. Le quotient de consommation de glucose nous montre que la consommation de ce sucre augmente à la lumière. Cette augmentation est elle-même liée à la concentration du sucre fourni. En effet, plus il y a de glucose dans le milieu de culture, plus il est consommé. Cependant, la proportion entre le sucre consommé et les glucides solubles totaux accumulés n'est pas la même. Une partie de celui-ci doit être utilisée dans la respiration et dans la constitution des parois. Cette utilisation doit être plus grande à la lumière qu'à l'obscurité.

Le fait de retrouver une forte quantité de saccharose dans les tissus peut s'expliquer selon l'idée de Leloir et coll. [41] par le schéma suivant :

UDP — glucose + fructose = saccharose + UDP. Goris [26] avait déjà émis une hypothèse dans ce sens puis Hassid et Putnam [31] ont précisé les systèmes enzymatiques qui dirigent les transformations glucidiques.

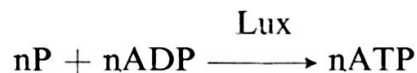
Récemment, Schopfer[60] étudiant la croissance d'Algues unicellulaires a prouvé qu'un effet synergique dans un régime mixte doit être examiné avec soin. Au lieu d'observer dans un régime mixte une synergie totale entre l'autotrophie et l'hétérotrophie, il a constaté que le rendement est moins bon dans ce cas que si chaque système fonctionnait seul. Cela permet de penser que les tissus cultivés in vitro à la lumière pourraient également ne pas avoir un rendement aussi bon que ceux qui sont maintenus à l'obscurité, bien que leur croissance soit nettement supérieure.

Nous avons tenté d'apprécier les possibilités de photosynthèse par la méthode manométrique. Cette méthode appliquée depuis longtemps aux cultures de tissus végétaux n'est pas employée sans réserves. Récemment, Lioret [47] a insisté sur les erreurs qui peuvent être commises dans la détermination de l'oxygène et surtout dans celle de l'anhydride carbonique. Néanmoins les mesures des échanges gazeux fournissent des données très utiles et nous n'avons pas renoncé à poursuivre nos premiers essais. La fonction photosynthétique peut se manifester faiblement chez les colonies que nous cultivions. Nous supposons que la lumière n'agit pas seulement sur un système biochimique mais sur plusieurs et que l'augmentation du poids des tissus est due à plusieurs effets. Il peut y avoir par exemple une photo-utilisation du glucose. Nous avons en outre déjà signalé que la lumière stimule la réduction des ions  $\text{NO}_3$  et facilite l'incorporation dans les protides de produits intermédiaires de la photosynthèse. Elle accélère également la genèse des acides aminés [Champigny 9]. Or nous avons pu mettre en évidence que les quantités d'azote des tissus exposés à la lumière sont plus élevées que celles des tissus maintenus à l'obscurité.

Puisque les tissus sont capables d'absorber de plus en plus de glucose au fur et à mesure que sa concentration augmente dans le milieu, cela peut conduire, à la lumière, à une isomérisation plus rapide des sucres intratissulaires en rapport avec un métabolisme augmenté. S'il y a plus de glucides formés, il y a d'une part plus

de réserves solubles et d'autre part davantage de restes glucidiques susceptibles d'être incorporés dans le métabolisme des protides.

Nous pouvons penser que la lumière catalyse les réactions générales du métabolisme et tout particulièrement la formation de l'acide adénosine triphosphorique au cours de la photophosphorylation. L'ATP se forme selon l'hypothèse d'Arnon [1] selon le schéma suivant:



Cette réaction est elle-même couplée à celle de la photoréduction de la pyridine nucléotide:



Maclachlan et Porter [48] ont montré que des disques de feuilles de Tabac sont capables de synthétiser du saccharose lorsqu'on leur fournit des solutions de glucose à la lumière et en condition anaérobie. La phosphorylation du glucose devait être due, dans ce cas à des réactions induites par la lumière qui se déroulaient en l'absence d'air. Il s'agissait d'une formation d'ATP par photophosphorylation cyclique.

Par ailleurs nous pouvons admettre que l'action de la lumière peut se manifester indirectement par l'action de l'auxine. Pilet [55] indique que cette dernière a des propriétés très étendues et l'on constate qu'elles se manifestent parfois de manière divergente. La lumière agit sur la dégradation de l'auxine *in vitro*, en présence d'un photorécepteur. L'auxine aurait des propriétés d'extensibilité des parois, elle favorise avant tout l'entrée de l'eau dans la cellule. D'après Goris et Duhamet [29] elle augmente légèrement la teneur en sucres des tissus de Carotte. Elle pourrait donc augmenter la perméabilité des cellules aux glucides [Gautheret 19]. Si l'auxine favorise l'entrée de l'eau et des glucides dans la cellule, et si l'on suppose que l'activité métabolique est plus grande à la lumière qu'à l'obscurité cela pourrait se traduire par une plus grande utilisation du glucose et une augmentation de la croissance.

## B) TISSUS DE CROWN-GALL DE SCORSONERE.

Les résultats que nous ont fourni nos expériences réalisées au moyen de ces tissus sont contradictoires. Dans trois cas il semble que la lumière influence la croissance et dans un cas cela ne se remarque pas. Nous pensons que nous ne devons pas pour autant négliger de prendre en considération ces résultats car ils indiquent justement qu'un effet différent de la photosynthèse peut se manifester dans certains cas, sans que cela soit très net. En effet, la croissance des tissus de Crown-gall, bien qu'elle soit irrégulière, montre dans trois expériences, qu'elle est légèrement plus élevée à la lumière. Dans une autre expérience, nous remarquons que les tissus ont

une croissance analogue tant à la lumière qu'à l'obscurité. Nous supposons que le gain de poids frais et de poids sec des tissus éclairés qui peut se manifester, pourrait être dû à une photophosphorylation et à une stimulation de certains actes métaboliques.

### C) TISSUS CAMBIAL DE CAROTTE CAROTÉNOGENE.

Ces tissus que nous avons utilisés avaient une croissance plus lente que les tissus chlorophylliens. Toutefois nous avons noté une légère augmentation du poids des colonies exposées à la lumière. Ceci pourrait s'ajouter à ce que nous avons déjà observé en cultivant les tissus de Crown-gall de Scorsonère. Cependant nous précisons que cette souche n'avait pas une croissance aussi régulière que la souche chlorophyllienne car nous avons constaté que d'autres colonies oranges, dont la prolifération était peut-être stimulée par des repiquages plus fréquents, avaient proliféré plus rapidement.

### SOMMAIRE

Nos recherches ont porté principalement sur le comportement des colonies tissulaires de Carotte chlorophylliennes. Nous avons étudié l'effet du glucose lié à celui de la lumière ou de l'obscurité. Cela nous a montré que ces tissus réagissent différemment. Nous avons constaté que l'absorption de glucose varie en fonction de la dose fournie et qu'elle n'est pas la même à la lumière ou à l'obscurité. En outre nous avons pu constater que la photosynthèse se manifeste *in vitro*.

Les colonies caroténogènes ainsi que celles de Crown-gall de Scorsonère nous ont servi à établir des comparaisons. Les premières ne présentent pas de chlorophylle a et b. Elles ont une croissance analogue, à l'obscurité, à celle des colonies vertes. Il semble que leur poids augmente très légèrement si elles sont exposées à la lumière. Les secondes paraissent dans certains cas proliférer mieux si elles sont éclairées.

Nous pensons pouvoir préciser quatre notions:

La croissance des tissus chlorophylliens est fortement stimulée par la lumière. Cette stimulation semble se porter sur une accumulation de matière sèche, par l'intermédiaire des différentes étapes du métabolisme.

La lumière favorise également l'absorption du glucose par les tissus.

La photosynthèse se manifeste chez les tissus chlorophylliens même si la teneur en pigments n'atteint pas une valeur élevée. Cette fonction peut donc ajouter ses produits à l'apport exogène du glucose.

La faible augmentation du poids des tissus non verts constatée à la lumière suggère que d'autres mécanismes que la photosynthèse peuvent entrer en jeu mais avant tout que le fonctionnement cellulaire est meilleur dans les conditions d'éclairage et probablement grâce à des processus de photophosphorylation.



## BIBLIOGRAPHIE

1. ARNON et coll. 1954. *Nature*, 174, 394-396; 1958. *Science*, 127 1026-1034.
2. BALL, E. 1953. Persistence of C14 in a callus culture of *Sequoia sempervirens*. *Growth*, 17, 169-182.
3. — 1955. Studies on the nutrition of the callus culture of *Sequoia sempervirens*. *Ann. Biol.*, 31, 81-105.
4. BARNES, R. L. et A. W. Naylor 1962. Formation of  $\beta$ -Alanine by pine tissues supplied with intermediates of uracil and orotic acid metabolism. *Plant Physiol.*, 37, 171-175.
5. BARNOUD, F. 1962. Recherches sur le tissu cambial d'arbres cultivés *in vitro*. Thèse sc. Grenoble.
6. BERTRAND, G. in H. R. OLIVIER *Traité de Biologie appliquée*. Maloine éd., Paris; in Brunel: *Traité de chimie végétale*. Frère éd., Tourcoing.
7. BUNNING, E. et H. WELTE 1954. Photoperiodische Reaktionen an pflanzlichen Gewebe kulturen. *Physiol. Plant.*, 7, 197-203.
8. CAPITE, L. de. 1955. Action of light and temperature on growth of plant tissue cultures in vitro. *Amer. Jour. Bot.*, 42, 869-873.
9. CHAMPIGNY, M. L. 1960. *L'influence de la lumière sur la genèse des acides aminés dans les Feuilles de Bryophyllum Daigremontianum*, Thèse, Paris.
10. COMAR, C. L. et F. P. ZSCHEILE, 1942. *Plant physiol.*, 17, 198.
11. CONSTABEL, F. 1957. Ernährungsphysiologische und manometrische Untersuchungen zur Gewebekultur des Gymnosporangium-Gallen von Juniperus-Arten. *Biol. Zentralbl.*, 76, 385-413.
12. DUHAMET, L. 1953. Recherches préliminaires sur les variations du pouvoir de prolifération de cultures de tissus végétaux en fonction du poids de l'explantat ensemencé. *C.R. Soc. Biol.*, 147, 81-83.
14. EMERSON, CHALMERS. *Plant physiol.*, 30, no. 6. 511.
15. GAUTHERET, R. J. 1941. Action du saccharose sur la croissance des tissus de Carotte. *C. R. Soc. Biol.*, 135, 875-878.
16. — 1942. *Manuel technique de culture des tissus végétaux*.
17. — 1945. *Une voie nouvelle en biologie végétale: La culture des tissus*. Gallimard, éd. Paris.
18. — 1947. pH et culture de tissus végétaux. *Rev. Gén. Bot.*, 54, 5-35.
19. — 1959. *La culture des tissus végétaux. Techniques et réalisations*. Masson éd., Paris.
20. — 1964. La culture des tissus végétaux: son histoire, ses tendances. *Rev. Cyt. et Biol. vég.*, XXVII, 2-3-4.
21. GIOELLI, F. 1938. Morfologia, istologia, fisiologia e fisiopatologia di meristemi secondari in vitro. *Att. Ac. Sc. Ferrara*, 16, 1-87.
22. GORIS, A. 1947. Epuisement des réserves glucidiques de fragments de Carotte cultivés in vitro sur milieux dépourvus de sucres. Influence de l'acide indole-3-acétique en fonction de la saison. *C. R. Soc. Biol.*, 141, 1131-1134.
23. — 1948. Epuisement des réserves glucidiques de souches de tissus et de fragments de tubercules de Carotte maintenus in vitro sur milieux dépourvus de sucres. *C.R. Ac.Sc. Paris*, 226, 105-107.
24. — 1950. Influence comparée de l'acide indole-acétique et du lait de Coco sur les réserves glucidiques de souches de tissu de Carotte. *C.R. Ac. Sc.*, 231, 870-872.
25. — 1952. Influence de l'éclairement sur la teneur en fructose de diverses souches de tissus de Carotte et de Crown-gall de Vigne cultivées in vitro. *Bull. Soc. Chim. Biol.*, 34, 527-531.
26. — 1954. Transformations glucidiques intratissulaires. *Ann. Biol.*, 30, 297-318.
27. — 1963. Influence du froid (température de 4°C) intervenant au moment du repiquage, sur le développement des tissus de racine de Carotte cultivés in vitro. *Ann. Sc. Nat., Bot. et Biol. vég.*, 12e série, 3, 415-423.
28. — 1965. Etude comparée de la valeur nutritive du palatinose et du saccharose sur le tissu de Carotte cultivé in vitro. *Rev. Gén. Bot.*, 72, 331-335.
29. — et L. DUHAMET. 1958. Etude de l'action du lait de Coco sur la croissance et la composition glucidique des tissus végétaux cultivés in vitro. *Rev. Gén. Bot.*, 65, 5-48.
30. — et R. MONIEZ, 1962. Essai sur le comportement métabolique de quelques sucres dans les tissus de racines de Carotte cultivés in vitro. *Ann. Sc. Nat. Bot. et Biol. vég.*, 12e série, III, 3, 415-423.

31. HASSID, W. Z., E. W. PUTNAM, 1950. Transformation of sugars in plants. *An. Rev. Plant Phys.*, 1, 109-124.
32. HELLER, R. 1949. Sur l'emploi de papier filtre sans cendres comme support pour les cultures de tissus végétaux. *C.R.Soc.Biol.*, 143, 335-337.
33. — 1953. *Recherches sur la nutrition minérale des tissus végétaux cultivés in vitro*. Thèse, Paris.
34. HILDEBRANDT, A. C., A. J. RIKER et B, M, DUGGAR, 1945. Growth in vitro of excised tobacco and sunflower tissue with different temperatures hydrogen-ion concentration and amounts of sugar. *Amer. Jour. Bot.*, 32, 357-361.
35. — et A. J. RIKER, 1940. The influence of various Carbon compounds on the growth of marigold, paris-daisy, periswinkle, sunflower and tobacco tissue in vitro. *Amer. Jour. Bot.*, 36, 74-85.
36. KANDLER, O. 1955. Consideration of energetics in tissue culture. *Ann. Biol.*, 31, 173-184.
37. LACHAUX, M. 1944. Respiration des tissus des tubercules de Carotte et de Topinambour. Ses influences sous l'effet du traumatisme. *C.R.Ac.Sc. Paris*, 219, 218-220.
38. — 1944. Respiration des tissus des tubercules de Carotte et de Topinambour. Influence du glucose et de l'acide indole-3-acétique. *C.R.Ac.Sc. Paris*, 219, 244-246.
39. — 1944. Etude de la respiration de tissus végétaux isolés cultivés in vitro. Tissus de tubercules de Topinambour. *C.R.Ac.Sc. Paris*, 219, 258-260.
40. LANCE, C. 1957. Remarque sur l'emploi de différents critères de croissance dans le cas des tissus végétaux cultivés in vitro. *Rev. Gén.Bot.*, 64, 123-130.
41. LELOIR et coll.: C. E. CARDINI, L. F. LELOIR, and J. CHIRIBOGA, The biosynthesis of sucrose. *J. Biol. Chem.*, 214, 149-155.
42. LIORET, C. 1952. Action du lait de Coco sur les échanges gazeux respiratoires de tissus de crown-gall de Scorsonère cultivés in vitro. *C.R. Ac. Sc. Paris*, 234, 237-239.
43. — 1953. Action de l'acide  $\alpha$ -naphtalène-acétique sur le métabolisme des tissus de racine de Scorsonère, cultivés in vitro. I. *C.R.Ac. Paris*, 236, 311-313.
44. — 1953. Action de l'acide  $\alpha$ -naphtalène-acétique sur le métabolisme des tissus de racine de Scorsonère, cultivés in vitro. II. *C.R. Ac.Sc. Paris*, 236, 504-506.
45. — 1955. Recherches sur le métabolisme des cultures de tissus normaux et pathologiques. *Ann. Biol.* 31, 185-194.
46. — 1960. *Recherches sur le métabolisme de deux tissus végétaux cultivés in vitro*. Thèse, Paris.
47. — 1963. *La respiration des végétaux*. In THOMAS, J. A., *Problème de métabolisme respiratoire et d'oxydations cellulaires*. Masson, Paris.
48. MACLACHLAN, G. A., and H. K. PORTER, 1959. *Proc. Roy. Soc. B* 150, 460-473.
49. MICHEJDA T. 1964, Seasonal changes in carrot tissues cultured in vitro. *Acta Soc. Bot. Poloniae*, 33, No. 1, 95-111.
50. MITCHELL, J. E., BURRIS, R. H., RIKER, A. J. 1949. Inhibition of respiration in plant tissues by callus stimulating substances and related chemicals. *Amer. Journl. Bot.*, 36, 368-378.
51. NAEF, J. 1959: Action de la lumière sur l'utilisation du glucose par les tissus végétaux cultivés in vitro. *C.R.Ac. Sc., Paris*, 249, 1706-1708.
52. — 1962: Sur les chlorophylles élaborées par le tissu cambial de Carotte cultivé in vitro. *C.R.Ac. Sc., Paris*, 255, 1986.
53. — et G. Turian, 1963: Sur les caroténoïdes du tissu cambial de racine de Carotte cultivé in vitro. *Phytochemistry*, 3, 173-177.
54. NICKELL, L. G. et P. R. BURKHOLDER 1950: A typical growth of plants. II. Growth in vitro of virus tumors of Rumex in relation to temperature, pH, and various sources of nitrogen, carbon, and sulfur. *Amer. Jour. Bot.*, 37, 538-547.
55. PILET, P. E. 1961: *Phytohormones de croissance*. Masson, Paris.
56. PLANTEFOL, L. 1938: Sur les échanges respiratoires des tissus végétaux en culture. *C.R. Ac. Sc. Paris*, 207, 1121-1123.
57. — et R. J. GAUTHERET, 1941: Sur l'intensité des échanges respiratoires des tissus végétaux en culture: tissu primitif et tissu néoformé. *C.R.Ac.Sc. Paris*, 213, 627-629.
58. PRATT, R. 1943: Studies on Chlorella. vulg.: Influence on photosynthesis of prolonged exposure to sodium bicarbonate and potassium bicarbonate. *Amer. Jour. Bot.*, 30, no. 8, 626-629.

59. ROUX, E. et C. TENDILLE 1954: Pigments des chloroplastes et photosynthèse. *C.R.Ac.Sc.*, 238, 1261-1263.
  60. SCHOPFER, J. F. 1966: *Sensibilité à la sulfanilamide de quelques algues vertes cultivées dans des conditions de carboautotrophie et de carbohétérotrophie*. Thèse, Genève.
  61. SKOOG F. & B. J. ROBINSON 1950: A direct relationship between indoleacetic acid effects on growth and reducing sugar in tobacco tissue. *Proc. Soc. Exper. Biol. Med.*, 74, 565-568.
  62. STEWARD, F. C. et coll. 1956: Protein metabolism, respiration and growth: a synthesis of results from the use of <sup>14</sup>C labelled substrates and tissue culture. *Nature*, 178, 734-738, 789-792.
  63. STRAUS, J. et C. D. LA RUE 1954: Maize endosperm tissue grown in vitro. I: Culture requirements. *Amer. Jour. Bot.*, 41, 687-694.
  64. UMBREIT, W. W., R. H. BURRIS, J. F. STAUFFER 1949: *Manometric techniques and tissue metabolism*. Burgess Publishing Co., Minneapolis, 2nd ed.,
  65. WHITE, Ph.R. 1943: *A handbook of plant tissue culture*. The Jaques Caltell Press ed., Lancaster.
-