

Etudes sur les facteurs de croissance : sur la multiplicité des facteurs agissant sur les Mucorinées

Autor(en): **Schopfer, W.-H.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Berichte der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft = Bulletin de la Société Botanique Suisse**

Band (Jahr): **43 (1934)**

Heft 2

PDF erstellt am: **13.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-29107>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Etudes sur les facteurs de croissance. Sur la multiplicité des facteurs agissant sur les Mucorinées.

Par W.-H. Schopfer.

(Institut botanique de l'Université Berne.)

Manuscrit reçu le 8 novembre 1934.

Il est démontré :

- 1° Que la Mucorinée *Phycomyces* est sensible à un facteur de croissance adjoint à certains échantillons de maltose, présent dans la levure et ses extraits, dans le germe de blé et ses extraits, dans le pollen et les pollinies d'Orchidées, dans l'urine et d'autre part dans le milieu de culture de certains champignons.
- 2° Que la vitamine B 1 cristallisée, pure, exerce une action très forte.
- 3° Que l'action du germe de blé et de la levure (et de leurs extraits) s'exerce aussi sur d'autres Mucorinées, mais moins fortement.¹
- 4° Que nos extraits accélèrent également le développement de la levure, mais que la vitamine B 1 est inactive.
- 5° Qu'un catalyseur minéral ne semble pas entrer directement en jeu.

Au début de nos recherches nous avons émis l'hypothèse qu'il pourrait exister deux facteurs, l'un agissant sur la sexualité (formation des zygotes) et l'autre sur le développement végétatif. Avec nos extraits complexes, la démonstration de cette dualité ne pouvait être faite.

¹ A une observation de Monsieur Burgeff, nous faisons les remarques suivantes : en 1933 nous lui avons, sur sa demande, envoyé nos extraits, dont il désirait étudier l'effet sur les germinations d'Orchidées. Cette nouvelle direction s'est révélée très fructueuse.

Par la même occasion, Monsieur Burgeff a vérifié l'action de nos extraits sur *Phycomyces* et a confirmé nos résultats. A ce moment, il nous a signalé l'existence des vitamines B 1 et B 2 récemment découvertes, en nous indiquant que la vitamine B 1 avait une action nette sur *Phycomyces*. Grâce à l'obligeance de Messieurs Windaus et Kuhn nous avons pu obtenir une petite quantité de ces substances; depuis longtemps, mais en vain, nous cherchions à obtenir des vitamines B pures afin de vérifier notre hypothèse sur l'action d'un facteur de croissance de ce groupe. Les résultats obtenus ont confirmé complètement nos prévisions; l'un des facteurs actifs est bien la vitamine B 1. Nous sommes très reconnaissant à Monsieur Burgeff de nous avoir, par son indication (29.1.34), donné l'occasion de vérifier nos théories.

Comme nous le montrerons plus loin, il existe des analogies entre le facteur agissant sur les embryons d'Orchidées et l'un tout au moins de ceux qui interviennent dans la physiologie des Mucorinées.

Récemment, nous étions arrivé à la conclusion que nos extraits agissaient d'une manière globale, que leur intervention dans les phénomènes de la sexualité se faisait par l'intermédiaire d'une action sur le développement végétatif, sans que les deux actions puissent être physiologiquement ou chimiquement séparées.

Le but de ce travail est de démontrer qu'il y a plusieurs facteurs actifs. Nous faisons agir sur plusieurs Mucorinées, déjà étudiées au point de vue de leurs réactions à l'extrait de germe de blé, d'une part le germe, d'autre part les vitamines B 1 (Windaus) et B 2 (Kuhn, Karrer), afin de comparer les effets.

L'extrait est préparé selon une méthode récemment décrite (méthode de Narayanan et Drummond, modifiée par Wassink et que nous avons appliquée au germe de blé). Au cours de cette préparation, il intervient entre autre une action de l'acétate neutre de plomb, qui précipite la vitamine B 2, alors que le facteur agissant sur la levure (« bios ») reste en solution. Nous avons déjà fait la remarque que dans cet extrait se trouve non seulement le bios, mais la vitamine B 1 et certainement d'autres facteurs. Il n'est donc pas possible en utilisant cet extrait, de conclure à une action spécifique du bios (non isolé et inconnu en ce qui concerne sa composition chimique).

Cet extrait est très concentré; il agit à faible dose sur *Phycomyces* (5/100 de cc.). Un extrait à 40 % de résidu sec (sirop) contient 0,02 g de résidu pour 5/100 de cc., soit avec 20 cc. de milieu, 0,001 g par cc. de milieu. Si l'on se souvient que cet extrait contient encore énormément de substances banales (glucides en particulier), on peut admettre que la substance active ne constitue qu'une infime partie de l'extrait, qu'elle agit à l'état de traces et que nous avons bien affaire à un facteur de croissance.

Les vitamines B 1 et B 2 sont en solution aqueuse, à 20 γ par cc. Comme l'extrait de germes, elles sont stérilisées avec le milieu (120° pendant 15 minutes).

Milieu utilisé : Coons concentré avec 10 % de glucose puriss., 1 ‰ d'asparagine puriss., 0,5 ‰ de sulfate de magnésie puriss. pro anal., 1,5 % de phosphate acide de potassium puriss. Nous utilisons constamment le même milieu afin de rendre les résultats comparables.

Résultats obtenus.

	témoin	$\frac{5}{100}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{5}{10}$	1	2 cc.
<i>Mucor hiemalis</i> . (Souche de l'Institut de physiologie de Berlin. Sexe [+])						
germe	69	76	89	127	104	91 mg
B 1	50	56	55	41	46	44 »
B 2	57	92	73	75	76	66 »

	témoin	⁵ / ₁₀₀	¹ / ₁₀	⁵ / ₁₀	1	2 cc.
<i>Mucor mucedo.</i> (Souche de Berlin. Sexe [—])						
germe	44	85	85	111	118	122 mg
B 1	39	79	70	75	76	35 »
B 2	40	66	69	81	56	65 »
<i>Absidia glauca.</i> (Souche Washington, D ^r Blakeslee. Sexe [+])						
germe	141	141	143	158	215	294 mg
B 1	123	133	128	127	143	155 »
B 2	122	144	130	140	130	133 »
<i>Absidia orchidis.</i> (Souche Washington, D ^r Blakeslee. Sexe [+])						
germe	155	189	180	234	244	— mg
B 1	152	149	149	147	152	— »
B 2	138	132	158	156	148	— »
<i>Absidia coerulea.</i> (Souche de Baarn. Sexe [+])						
germe	157	172	172	230	244	250 mg
B 1	163	161	160	158	170	172 »
B 2	178	176	182	160	178	— »
<i>Absidia repens.</i> (Souche de Baarn)						
germe	70	120	140	188	187	250 mg
B 1	85	100	110	99	97	95 »
B 2	88	106	103	99	99	88 »
<i>Rhizopus suinus.</i> (Souche de Baarn)						
germe	63	79	81	82	110	125 mg
B 1	76	58	48	42	41	30 »
<i>Mucor Ramannianus.</i> (Souche de Baarn)						
germe	0	67	91	57	20	perdu mg
B 1	0	64	77	49	70	50 mg
B 2	0			action faible mais nette		
<i>Absidia ramosa.</i> (Souche de Baarn)						
germe	0	101	108	197	268	310 mg
B 1	0	70	38	47	37	34 »
B 2	0			pas de développement		
<i>Sporodinia grandis.</i> (Souche de Berne isolée sur <i>Lactarius</i> par le D ^r Blumer)						
germe	98	114	105	130	151	200 mg
B 1	96	98	110	105	97	— »
B 2	90	perdu	85	95	105	— »

Observations sur la marche des cultures et leurs caractères.

Mucor hiemalis.
 Peut se développer sans facteur de croissance du germe, mais y est sensible tout de même. Vitamines B 1 et B 2 sans action apparente.

Mucor mucedo.

Se développe sans facteur de croissance du germe, mais lentement; le mycélium aérien n'émerge que faiblement et les sporanges sont peu nombreux. Très sensible au facteur du germe. Sensible aux vitamines B 1 et B 2.

Absidia glauca.

Se développe sans facteur du germe, mais y est sensible tout de même. Il y a accélération du développement. Le pigment vert apparaît plus rapidement et plus intensément. Après un mois, toutes les cultures sont égales. Pas d'action des vitamines B 1 et B 2, même sur des cultures jeunes.

Absidia orchidis, repens, coerulea.

Mêmes observations que pour *Absidia glauca* en ce qui concerne le développement végétatif et l'apparition des pigments (chez *A. orchidis* et *coerulea*; *A. repens* reste blanc dans les conditions de culture utilisées.)

Rhizopus suinus.

Comme *Absidia ramosa*, cette espèce est intéressante par le fait que dans leur milieu de culture, Nielsen a trouvé une auxine .

Se développe sans facteur du germe, mais y est sensible tout de même. *Action négative de la vitamine B 1.*

Absidia ramosa.

Ne se développe pas sur milieu de Coons; cette espèce réagit donc comme *Phycomyces*. Le facteur du germe est nécessaire; il y a sensibilité à la vitamine B 1, mais moins à cette dernière qu'au facteur du germe. Comme nous ne connaissons pas encore les conditions de culture précise de cette espèce ainsi que les conditions d'action des facteurs de croissance, on ne peut tirer de conclusions. De toute façon le comportement de cette espèce se révèle très intéressant.

Mucor Ramannianus.

D'après Hagen, cette espèce fait partie de la microflore des racines de Conifères, sans constituer une Mycorrhize proprement dite.

Elle a été étudiée en détail par Melin dans son travail sur la physiologie et l'écologie des Mycorrhizes. Cet auteur observe les faits suivants: en plaçant des graines dans de l'eau distillée stérile, ou dans le milieu de culture, il diffuse, selon les recherches de Hansteen-Cranner, des phosphatides. Ces substances auraient, selon Melin, la propriété d'accélérer la croissance de *Mucor Ramannianus* qui sans cela ne peut se développer. La description qu'il donne des phénomènes est très nette. Une culture de 18 jours (sur asparagine) reste claire et ne présente aucune colonie décelable macroscopiquement. Avec des graines (soit

en les laissant, soit en les retirant du milieu), le développement est bon et les fructifications sont normales; le poids moyen de matière sèche est de 25 mgr. Cette espèce serait donc sensible aux phosphatides diffusés des graines et surtout des racines.

Sans mettre aucunement en doute les expériences de Hansteen-Cranner, nous devons remarquer que Melin n'apporte aucune preuve directe de l'action de ces phosphatides. Lorsqu'on place dans l'eau un

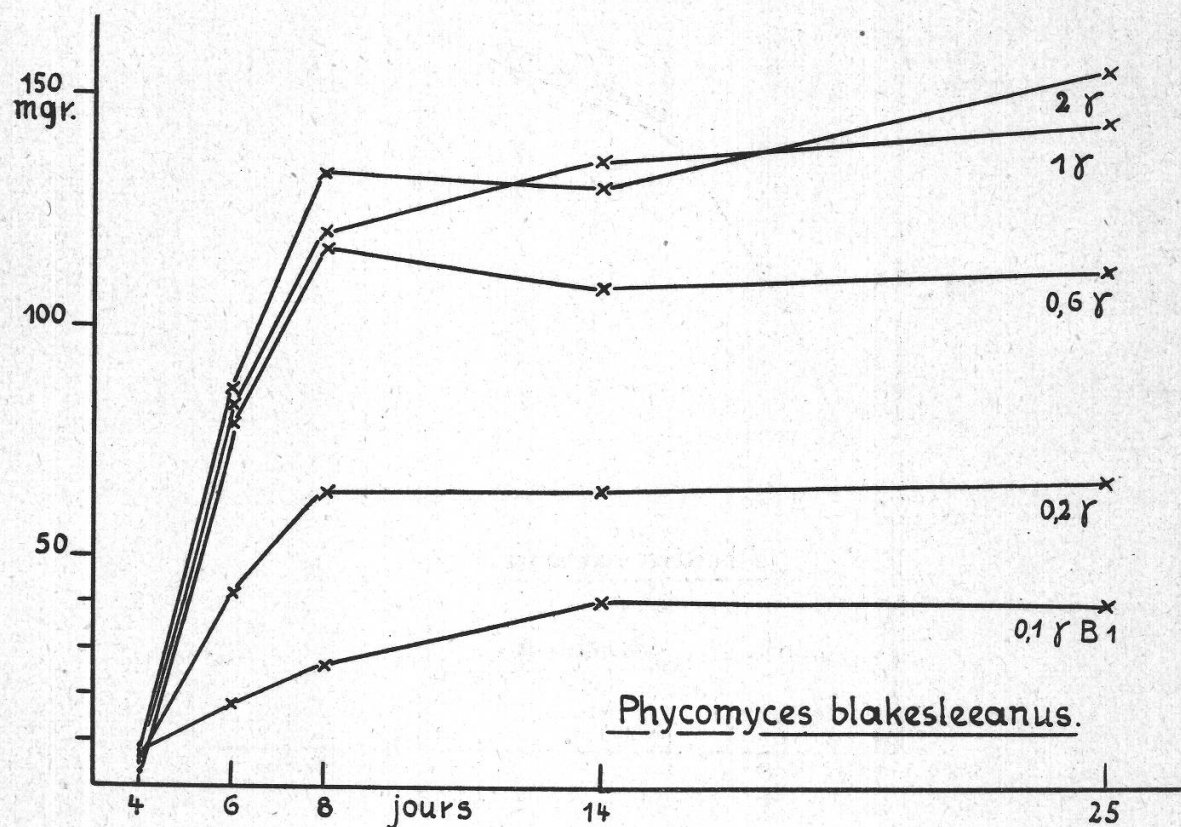


Fig. 1.

Action d'un facteur de croissance (vitamine B1) en fonction de la durée de la culture et de la concentration en vitamine B1 (quantités en 8 pour 20 cc. de milieu, contenant 10 % de glucose].

organe végétal quelconque, semence, racine, etc., il diffuse certainement d'autres substances que les phosphatides; il doit se retrouver dans le liquide des substances organiques et inorganiques diverses; la vitamine B1 est répandue dans les organes végétaux et en particulier dans les graines d'où elle peut diffuser. En considérant la netteté des résultats obtenus, nous pouvons, sans faire appel à l'action hypothétique des phosphatides, expliquer les phénomènes en faisant intervenir la vitamine B1 seule. Les poids de matière sèche que nous obtenons sont bien supérieurs à ceux qu'indiquent Melin. Le maximum obtenu est de 91 mgr. Avec B1 il se forme d'abondantes colonies brun-rose avec fructification.

Ce champignon ne se développe donc pas sans facteur de croissance (comme *Phycomyces*); il est sensible au facteur de germe et plus encore à la vitamine B 1.

Sporodinia grandis.

Se développe lentement sans facteur de croissance du germe et forme tardivement ses zygotes. Très sensible au facteur du germe; avec ce dernier, la culture est noire de zygotes alors que la culture témoin

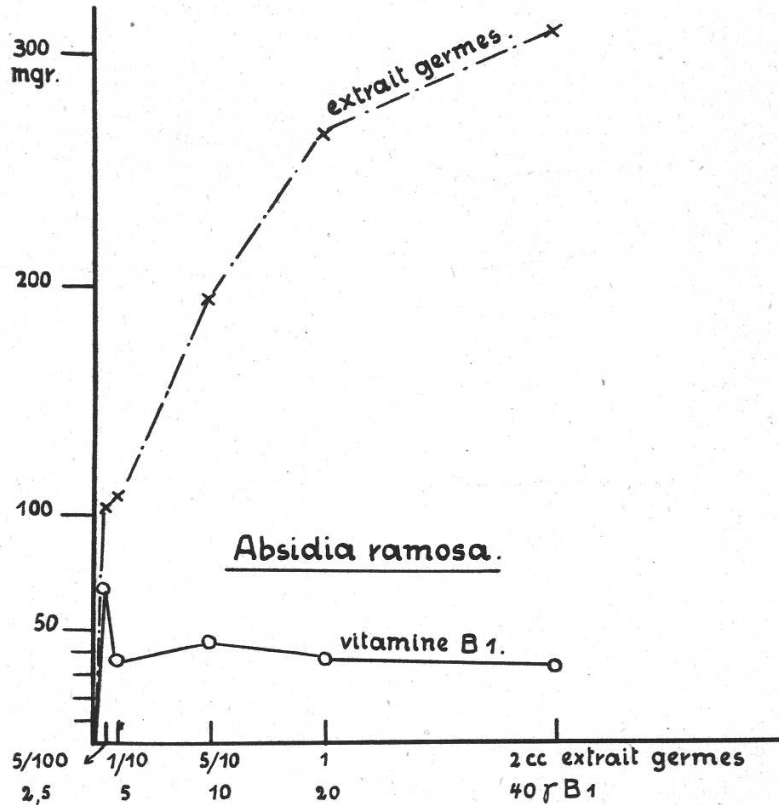


Fig. 2.
Premier groupe, A.

n'en forme encore aucune. Elles sont plus abondantes que sur le meilleur milieu naturel. La vitamine B 1 agit également en accélérant les phénomènes qui, sans elle, ne se manifestent que tardivement. Après un mois il y a encore différence nette entre la culture témoin et celle avec facteur de croissance.

Cette espèce est la première espèce homothallique sur laquelle l'action d'un facteur de croissance ait pu être observée.

Les faits sont donc d'une netteté indiscutable.

Les Mucorinées étudiées peuvent se classer dans deux groupes fondamentaux. Pour l'établissement de ces groupes, nous n'avons tenu compte que des résultats obtenus sur des cultures ayant accompli leur complet développement, afin de constater si les différences éventuelles peuvent s'atténuer. C'est à ce fait que nous attribuons une certaine ir-

régularité dans les courbes. Ce sont surtout les premiers tronçons de courbe qui doivent être comparés, de 0 à 1 cc. (de 0 à 20 γ).

La figure 1 (*Phycomyces blakesleeanus*) montre bien l'influence de la durée de la culture sur l'action du facteur de croissance (culture sur 10% de glucose), en présence de quantités variables de vitamines; les quantités indiquées de ces dernières sont à rapporter à 20 cc. de milieu. Il faut attendre au moins 15 jours pour pouvoir comparer les résultats.

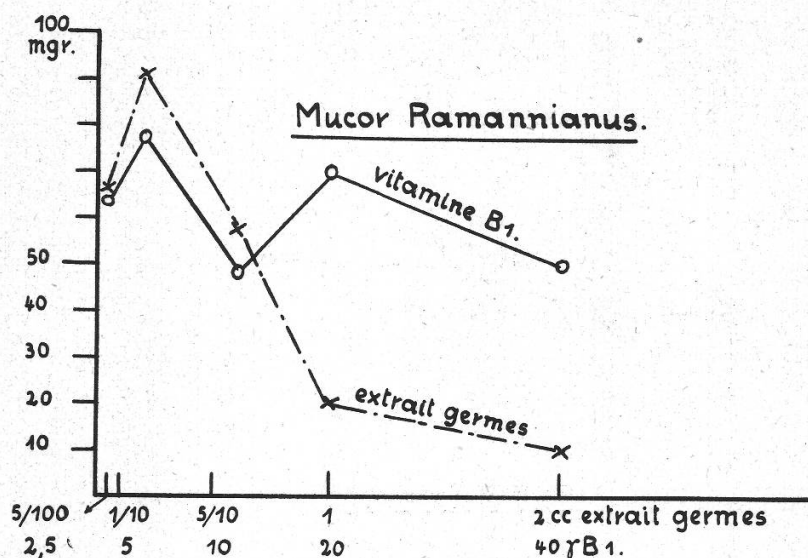


Fig. 3.

Premier groupe, B.

Premier groupe.

Espèces qui comme *Phycomyces* ne se développent absolument pas sur le milieu utilisé. Sensible au facteur du germe et à la vitamine B 1.

A. Plus sensible au facteur du germe qu'à la vitamine B 1 (fig. 2)
Absidia ramosa.

B. Plus sensible à la vitamine B 1 qu'au facteur du germe (fig. 1 et 3)
Phycomyces blakesleeanus. *Mucor Ramannianus*.

Deuxième groupe.

Espèces qui se développent sans facteur de croissance apparent. L'action de ce dernier se fait sentir de façon telle que le développement, la croissance en hauteur, la production de matière sèche, de pigment de membrane, de pigments carotinoïdes, de zygotes sont accélérés. Après un temps de culture suffisamment long (variable selon les espèces) les différences s'atténuent

A. Sensibles au facteur du germe, mais pas à la vitamine B 1 (fig. 4)
Absidia glauca, *orchidis*, *coerulea*, *Mucor himalis*.

Les cultures s'égalisent rapidement avec le temps.

B. Sensibles au facteur du germe et faiblement à la vitamine B 1 (fig. 5): *Absidia repens*.

Les cultures s'égalisent plus lentement. Les différences sont encore visibles.

C. Sensibles au facteur du germe, nettement à la vitamine B 1 (fig. 6) *Mucor mucedo*. *Sporodinia grandis*.

Les cultures s'égalisent lentement avec le facteur du germe, un

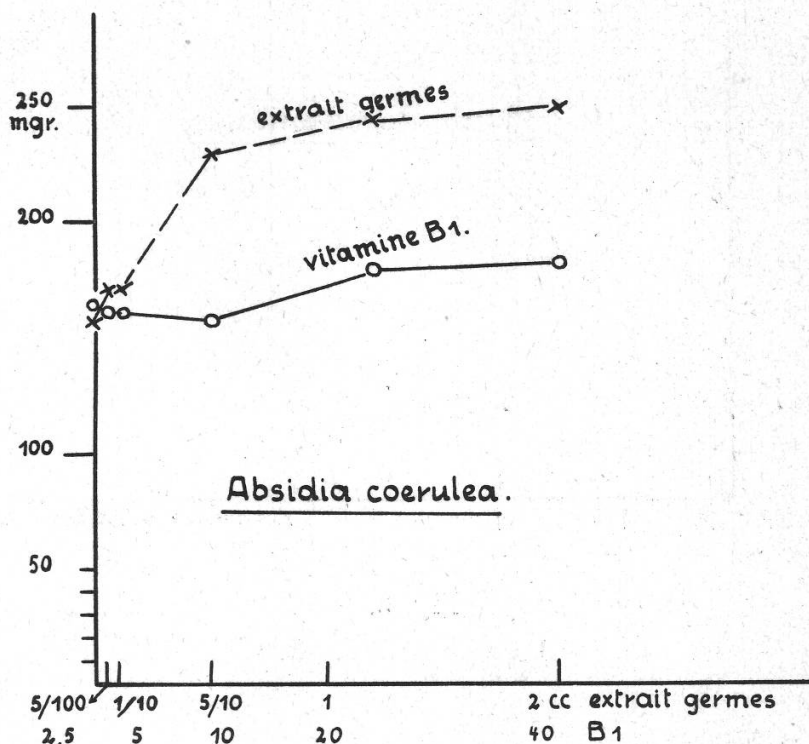


Fig. 4.

Deuxième groupe, A.

peu plus rapidement avec la vitamine B 1. L'action de cette dernière est nette sur une culture jeune.

D. Sensibles au facteur du germe; action négative de la vitamine B 1. *Rhizopus suinus* (fig. 7).

Cette classification rend compte de tous les phénomènes observés avec les espèces mentionnées. L'étude d'autres espèces amènerait peut-être des changements dans l'ordre établi et nécessiterait l'établissement de groupes intermédiaires. Il va de soi que cette classification est valable en tenant compte du milieu utilisé. En modifiant les formules du milieu, les résultats pourraient être différents. Nous pouvons cependant dire que pour *Phycomyces*, au cours de recherches effectuées depuis 6 ans, nous n'avons trouvé aucune formule de milieu (en tenant compte de toutes les variations possibles des constituants et des constantes physico-chimiques des milieux) permettant la culture de ce champignon en milieu rigoureusement synthétique.

L'établissement des deux groupes fondamentaux nous paraît donc justifié.

Nous remarquons en outre qu'aucune espèce n'est sensible à la vitamine B 1 seule, à l'exclusion du ou des facteurs du germe. Ce fait est facilement explicable.

Nous savons d'après les expériences faites sur les animaux que le germe de blé contient la vitamine B 1; diverses considérations théori-

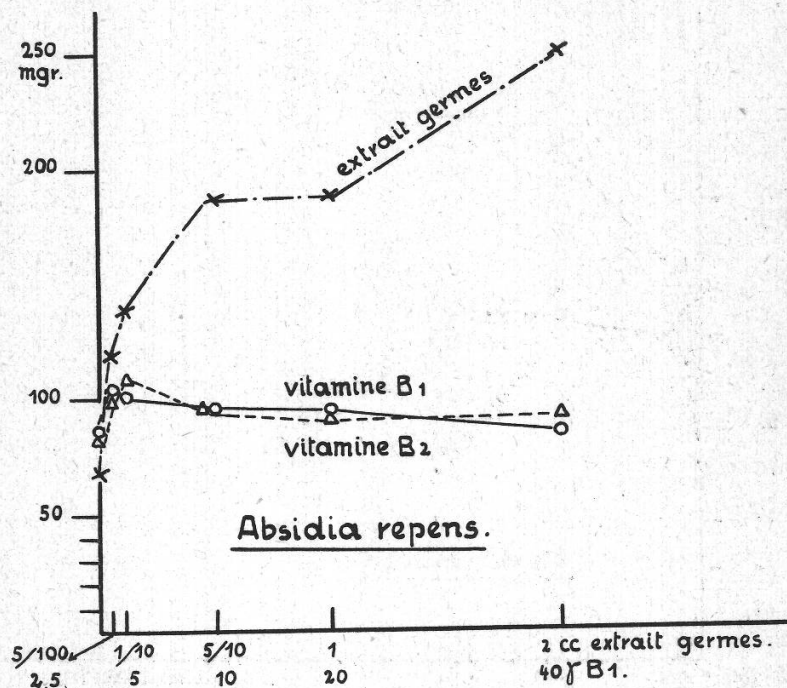


Fig. 5.

Deuxième groupe, B.

ques déjà développées nous font admettre que la vitamine B 1 est encore présente dans l'extrait de germe préparé selon la méthode qui vient d'être décrite.

Nos extraits ont naturellement une activité vitaminique B 1 bien plus faible que celle de la vitamine B 1 cristallisée, pure. A poids égal, l'action du germe est infiniment plus faible que celle de la vitamine cristallisée B 1. En employant l'extrait de germe seul, on ne peut tirer aucune conclusion en ce qui concerne la dualité possible des facteurs qui sont en jeu.

Lorsque nous observons une activité forte de la vitamine B 1 et une action plus faible de l'extrait de germe (1^{er} groupe, B) tout peut s'expliquer à l'aide d'un seul facteur, la vitamine B 1; il est naturel que le germe ait une action plus faible.

Si le germe est plus actif que la vitamine B 1 (1^{er} groupe, A), nous pouvons logiquement supposer qu'un second facteur est présent, qui serait différent de la vitamine B 1. Il en est de même si l'extrait de

germe seul est actif, à l'exclusion de la vitamine B 1, et à plus forte raison si l'extrait de germe étant actif, la vitamine B 1 exerce une action négative. Nous considérons comme démontré le fait de l'existence de deux facteurs; l'un n'est pas autre chose que la vitamine B 1, l'autre est peut-être une substance voisine qui accompagnerait le premier facteur.

D'autre part nous avons récemment montré, en étudiant l'action de l'urine, que cette dernière contient une substance soluble entre autre

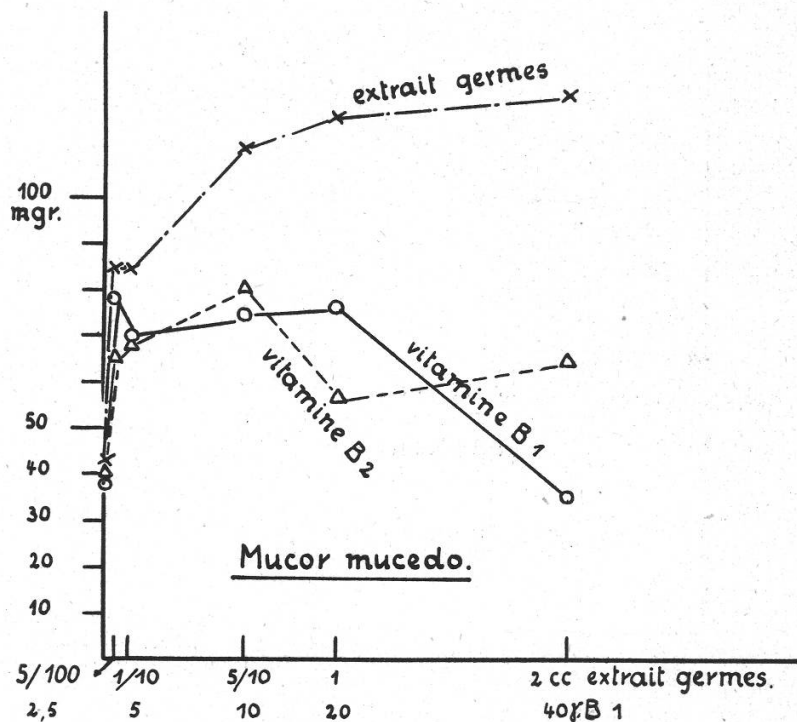


Fig. 6.

Deuxième groupe, C.

dans le chloroforme et faiblement active sur *Phycomyces*; ni la vitamine B 1, ni le facteur du germe ne semblent solubles dans les chloroforme; y aurait-il un troisième facteur ?

Il est tentant de parler d'un facteur agissant sur la sexualité exclusivement et d'un autre qui interviendrait uniquement sur le développement végétatif. Cette hypothèse n'est pas encore démontrée. Remarquons cependant qu'avec la vitamine B 1 seule, nous obtenons bien une ligne de zygotes, mais très peu de zygotes bien formées; les suspenseurs se forment, mais la copulation est incomplète et la ligne de zygotes apparaît fréquemment blanche. Avec les extraits de germe, comme avec les milieux naturels, les zygotes se forment normalement. Le second facteur, présent entre autre dans l'extrait de germe de blé, pourrait peut-être constituer l'élément indispensable à la sexualité.

Qu'est ce second facteur ? Il ne semble pas être de nature minérale; tous les sels métalliques essayés se sont montrés sans action. Pourrait-il

s'agir d'une combinaison organo-métallique active, détruite en partie par la calcination de telle sorte que les cendres seraient forcément sans effet ? Cela n'a pu être démontré. Tout semble faire croire qu'il s'agit d'un facteur de nature organique, celui que nous avons appelé le facteur de croissance de Mucorinée (facteur M), sans affirmer qu'il ne puisse pas agir sur des champignons d'un autre groupe.

Nous ne pensons pas que l'on puisse sans autre comparer ce fac-

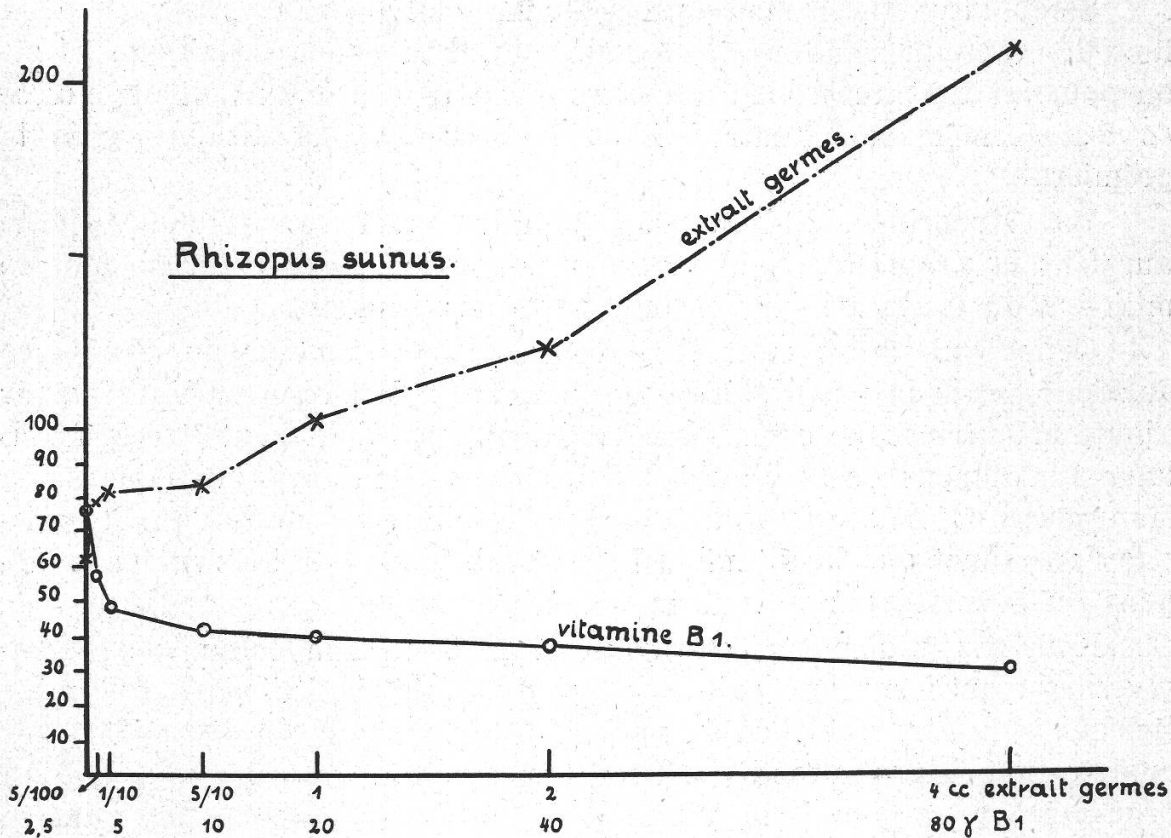


Fig. 7.
Deuxième groupe, D.

teur avec le bios. Celui-ci agit avant tout sur les levures; il n'a d'ailleurs pas été isolé (les produits obtenus ont une activité qui fut très discutée).

Il en est de même pour les facteurs de croissance du groupe B (sans allusion à la vitamine B) de Nielsen dont l'action sur *Aspergillus* est connue. Tant que l'on n'a pas de part et d'autre, de produits cristallisés, il est impossible d'établir des analogies sérieuses.

L'action de la vitamine B 1 nous apparaît donc comme exceptionnelle, mais d'autant plus intéressante. Nous remarquons également qu'entre les deux termes extrêmes : sensibilité très forte vis-à-vis de la vitamine B 1 et d'autre part insensibilité complète, il y a des termes

intermédiaires, correspondant à une sensibilité nette, mais moins accusée que dans les expériences avec *Phycomyces*, p. ex. Les groupes de deuxième ordre (A, B, C, D) peuvent être l'objet de revision si les résultats obtenus avec de nouveaux champignons le nécessitent.

Le mode d'action du facteur de croissance du germe et de la vitamine B 1 (éventuellement B 2) nous est totalement inconnu.

Selon l'hypothèse émise précédemment, il pourrait s'agir de deux facteurs agissant séparément, dont les actions seraient spécifiques. Mais on pourrait tout aussi bien admettre que l'un des deux facteurs puisse se transformer dans l'autre. Cette hypothèse excluerait en partie la première.

Les Mucorinées qui peuvent se développer sans facteur ajouté auraient la propriété de le fabriquer et de le laisser diffuser dans le milieu, d'où il agirait sur l'assimilabilité des aliments ordinaires.

Celles qui ne peuvent se développer sans facteur de croissance auraient perdu la propriété de le synthétiser; la présence d'un facteur ajouté et extrinsèque est nécessaire. Elles pourraient peut-être le fabriquer aux dépens de la vitamine B 1, avec une intensité variable selon les espèces. Cette supposition n'est pas une simple vue de l'esprit, puisque l'on admet que la vitamine B 1 est fabriquée par la levure aux dépens du bios présent dans le milieu de culture.

Nous avons démontré que l'extrait aqueux du mycélium de *Phycomyces* est actif sur une culture nouvelle. Mais s'agit-il de la vitamine B 1 qui a pu être absorbée du milieu, ou du facteur M ? Pour cette démonstration, il faut prendre comme test non pas *Phycomyces*, mais un organisme insensible à la vitamine B 1. Une expérience préliminaire effectuée avec *Saccharomyces cerevisiae* (totalement insensible à la vitamine B 1), sur milieu de Coons, fournit les résultats suivants : Sucre consommé (le milieu en contient 2,5 g).

témoin	avec B 1	avec extrait de germe	avec extrait de germe, fraction de vitamine B 2	avec extrait de <i>Phycomyces</i>
0,08	0,12	2,43	0,05	1 g

Aucune des substances présentes dans le milieu, et qui pourraient se retrouver dans le mycélium, n'exerce d'action sur la levure.

L'extrait de *Phycomyces* agit indiscutablement sur cette levure qui, dans les conditions où elle estensemencée, ne se développe pas sans bios. Il faut donc admettre que *Phycomyces* qui, lui non plus ne se développe pas sans facteur de croissance, synthétise, en présence de vita-

mine B 1, un facteur différent de cette dernière agissant sur la levure (bios). Il n'est d'ailleurs pas exclu que *Phycomyces* fabrique également la vitamine B 1, si elle est au préalable présente dans le milieu. Il n'y a donc aucune impossibilité à ce que ce champignon fabrique le facteur de croissance spécifique qui lui semble indispensable.

Accessoirement nous voyons de nouveau (fait déjà signalé, 1934), que l'extrait de germe contient beaucoup de bios, comme d'ailleurs du facteur Z. — Mais cela ne prouve nullement que ce soit ce bios qui agit sur les Mucorinées.

Remarque sur le milieu utilisé.

Dans son dernier travail, Burgeff fait très justement remarquer que le milieu de Coons est pauvre, par le fait qu'il manque de certains éléments minéraux (fer en particulier) et par le fait de sa forte teneur en sucre. Cela est indiscutable; cependant il convient parfaitement pour certaines Mucorinées qui y poussent très bien et qui y forment d'abondantes zygotes. D'autre part, si l'on veut étudier l'action des facteurs de croissance, il faut, comme milieu de départ, un milieu très pauvre tel que le développement soit faible. Nous n'avons pas à nous occuper, si dans des conditions meilleures, le champignon étudié ne se développerait pas sans facteur de croissance. Il suffit que nous ayons une seule condition de culture telle que le développement soit impossible sans facteur de croissance, pour que la nécessité et l'intérêt de ce dernier soient prouvés. D'ailleurs, pour *Phycomyces*, nous n'avons trouvé aucune condition de culture telle que le champignon puisse se développer sur milieu synthétique.

Nous continuons donc à employer ce milieu pour les expériences fondamentales, afin que tous les résultats soient comparables. Dans la suite, comme nous l'avons fait pour *Phycomyces*, on peut faire une étude approfondie de l'influence des divers constituants et de leurs variations sur l'action du facteur de croissance.

COMPARAISON AVEC LES RÉSULTATS OBTENUS DANS
D'AUTRES DOMAINES.

En 1933, A. Koch a fait d'intéressantes observations sur le développement des larves de *Sitodrepa* privées de symbiotes. Les levures symbiotes dont la présence est indispensable pour assurer le développement de la larve, peuvent être remplacées par de la levure sèche (Cenovitan) ou par des extraits de levure (*Zymaextract*) ou encore par des germes de blé, pilés, frais ou secs. Il ne s'agirait pas, selon l'auteur, de substances spécifiques des Saccharomycétacées, mais de substances répandues dans le règne végétal et probablement d'une vitamine du groupe B. Les vitamines A (Vogan, Merck), B 1 (vitamine B powder Ba-

tavia [il ne s'agit pas d'une préparation de vitamine B pure]), D (Vigantol, Merck) ne peuvent remplacer les symbiotes. Le facteur actif est caractérisé par une très grande stabilité : une température de 170° agissant pendant 2 heures n'atténue pas son action.

En considérant le germe de blé seulement, nous trouvons de singulières analogies avec notre facteur (facteur de Mucorinées M). Une identité ne peut naturellement pas être établie.

D'après l'auteur les résultats s'harmoniseraient bien avec les recherches de Kollath qui, lors d'études sur le rat, met en évidence un facteur (hefegetreide factor H. G.) présent dans la levure et le germe de blé et détruit à 180° seulement.

Par extraction avec l'alcool à 70° et avec l'éther de pétrole, une partie seule du facteur entre en solution; avec les deux facteurs à la fois, solubilité complète; d'après l'auteur il y aurait deux facteurs actifs.

On voit l'intérêt qu'il y a de comparer les résultats obtenus dans des domaines très différents.

* * *

En nous basant sur les résultats obtenus par Burgeff, qui remplace les champignons symbiotiques des Orchidées par divers extraits, nous voyons qu'il y a tout de même quelques analogies avec le facteur de Mucorinées (M) malgré ce que Burgeff a eu l'obligeance de nous communiquer : thermostabilité, résistance à l'action des rayons U-V, à l'action des oxydants; adsorption par le noir animal. Une analogie ne peut naturellement pas être établie. Les extraits utilisés sont bruts; une purification et des essais de séparation des facteurs actifs sont nécessaires avant de pouvoir tirer toute conclusion ferme.

Les extractions alcooliques au Soxhlet donnent des produits actifs avec l'alcool absolu et à 95°; l'extrait obtenu avec l'alcool à 80° est le moins actif.

Avec les alcools, absolu, à 95° et 90° nous obtenons également des extraits actifs sur *Phycomyces* (en partant de la levure). Par contre avec le germe de blé traité avec toute la gamme des concentrations (de 30 à 100°) on peut extraire un facteur actif sur les Mucorinées. L'extrait est de plus en plus jaune à mesure que la concentration de l'alcool augmente (solubilité du pigment).

	absol.	99 %	90 %	80 %	70 %	60 %	50 %	40 %	30 %	eau
poids sec	66	76	73	79	90	114	113	126	122	166 mg

Dans l'eau et jusqu'aux alcools à 60°, il y a un bon développement du mycélium aérien; à partir de cette concentration, les hyphes aériennes n'émergent presque pas, mais il y a un fort développement de la partie immergée dans le milieu.

Il serait d'un grand intérêt de savoir comment se comportent les embryons d'Orchidées vis-à-vis des extraits concentrés et purifiés de germes de blé.¹

Le fait que la vitamine B 1 (ainsi que la B 2) sont inactives montre bien que c'est avec le second facteur qu'il faudrait chercher des analogies.

Conclusions.

L'étude de plusieurs Mucorinées est faite au point de vue de leur sensibilité à la vitamine B 1 et à un facteur de croissance contenu dans le germe de blé. Du fait que certaines espèces sont sensibles à l'extrait de germe de blé et pas à la vitamine B 1, on peut déduire que deux facteurs au moins agissent sur les diverses espèces étudiées. L'un d'eux est la vitamine B 1, l'autre est un facteur différent de cette dernière (facteur M).

Il est démontré que les réactions des espèces étudiées sont très variables. Les diverses espèces d'un même genre se comportent différemment. Il est possible de répartir les espèces étudiées en deux groupes fondamentaux.

D'autre part il est démontré que *Phycomyces*, cultivé sur un milieu contenant la vitamine B 1, fabrique un facteur agissant sur la levure, et différent de la vitamine B 1, celle-ci n'ayant pas d'action sur *Saccharomyces*.

Travaux cités :

- Burgeff, H. Pflanzliche Avitaminosen und ihre Behebung durch Vitaminzufuhr. Bericht. d. deutsch. bot. Ges., 1934, 52, p. 384.
- Grafe. Die Phosphatide der Zelle und ihre Vitaminwirkung. Schrift. d. Ver. z. Verbreitung naturwiss. Kenntn., Wien, 1930, 70, p. 21.
- György, P., Kuhn, R., Wagner-Jauregg, T. Die Naturwissenschaften, 1933, 21, 561.
- Hansteen-Cranner, B. Zur Biochemie und Physiologie der Grenzschichten lebender Pflanzenzellen. Meld. fr. Norges Landbrukshøiskole, 1922, 2. (Cité d'après Melin.)
- Koch, A. Symbionten und Vitamine. Die Naturwissenschaften, 1933, 21, p. 543.
— Ueber das Verhalten symbiontenfreier *Sitodreparlarven*. Biolog. Centralbl., 1933, 53. p. 199.
- Kuhn, R., György, P., Wagner-Jauregg, T. Ueber Lactoflavin, den Farbstoff der Molke. Bericht. d. deutsch. Chem. Ges., 1933, 66, p. 1034.
- Lecoq, R. Recherches expérimentales sur les vitamines B contenues dans les Levures, dans leurs extraits et dans leurs milieux de culture. Vigot, Paris, 1928.

¹ Burgeff signale que le milieu de culture stérilisé de *Penicillium* permet le développement des embryons d'Orchidées. Nous avons également indiqué (étude d'un cas de stimulation unilatérale chez un microorganisme, C. R. Soc. phys. hist. nat., 1933, 50, 152) que *Penicillium* était capable d'accélérer le développement de *Phycomyces* sur un milieu inactif.

- L e n d n e r, A. Les Mucorinées de la Suisse, in Matériaux pour la flore cryptogamique de la Suisse. Wyss, Berne, 1908.
- M e l i n, E. Untersuchungen über die Bedeutung der Baummykorrhiza. Eine ökologisch-physiologische Studie. Fischer, Jena, 1925.
- N i e l s e n, N. Untersuchungen über einen neuen wachstumsregulierenden Stoff: Rhizopin. Jahrb. f. wiss. Bot., 1930, 73, p. 125.
- S c h o p f e r, W. H. Sur une substance active jointe au maltose. Action physiologique. C. R. Soc. phys. hist. nat., 1930, 47, 165.
- Recherche sur le facteur de croissance contenu dans le germe de blé. Bull. Soc. bot. suisse, 1932, 41, p. 335.
 - Certains phosphatides peuvent-ils se substituer au facteur de croissance de Mucorinées? C. R. Soc. phys. hist. nat., 1932, 49, p. 155.
 - Sur l'existence dans les pollinies d'Orchidées d'un facteur de croissance de microorganisme. C. R. Soc. phys. hist. nat., 1934, 51, p. 29.
 - Sur la préparation de l'extrait de germe de blé contenant le facteur de croissance de microorganisme. C. R. Soc. phys. hist. nat., 1934, 51, p. 47.
 - Recherche sur le facteur de croissance de Mucorinées. Essai de généralisation. Bull. Soc. bot. suisse, 1934, 43, p. 141.
 - Ueber die Wirkung von reinen kristallisierten Vitaminen B auf Phycomyces. Bericht. d. deutsch. bot. Ges., 1934, 52, p. 308.
 - Sur le facteur de croissance du germe de blé. Son extraction par l'acétate de Plomb. Archiv f. Mikrobiologie, 1934, 5, p. 502.
- W i n d a u s, A., T s c h e s c h e, R., R u h k o p f, H., L a q u e r, F., S c h u l t z, F. Die Darstellung von kristallisiertem antineuritischen Vitamin aus Hefe. Nachrichten v. d. Ges. d. Wissensch. z. Göttingen, 1931, p. 207.
-