

Zeitschrift: Bulletin de la Société botanique de Genève
Herausgeber: Société botanique de Genève
Band: 19 (1927)
Heft: 1

Artikel: Recherches sur les espèces élémentaires dans le genre Mucor (Mucor hiemalis)
Autor: Price, Barbara
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1099578>

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: 17.04.2026

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

Recherches sur les espèces élémentaires dans le genre *Mucor* (*Mucor hiemalis*)

par

Miss BARBARA PRICE B. A. (Cambridge)

J'ai commencé, sous la direction de M. le professeur CHODAT, à l'Institut de Botanique de l'Université de Genève, une recherche des Mucors de la terre, pour essayer d'étudier leurs effets sur les réactions chimiques du sol, l'acidité, la distribution des sels, etc. On procède de la manière suivante : D'abord, on récolte des Mucors dans les terres aux caractères déjà étudiés. Ensuite, on les fait croître dans quelques solutions pour examiner les réactions que les différentes espèces produisent. En poursuivant cette recherche, on devrait étudier l'effet des mucors dans la terre elle-même; mais, pratiquement, ce serait très compliqué et difficile à faire.

J'ai tout d'abord cherché, des échantillons de terre à deux endroits de caractères différents. L'un au bord de l'Aire où un *Alnetum* se développe sur l'alluvion de la rivière, et l'autre à Challoux¹, où le steppe-garide forme une petite colonie sur la molasse qui y affleure aux argiles glaciaires. J'ai isolé plusieurs Mucors de chaque échantillon, en faisant des triages sur du pain humide : six races du bord de l'Aire et deux de Challoux. Je les ai fait croître avant de les déterminer, et chacun se comportait d'une manière différente.

Plus tard, M. LENDNER a donné le nom de *Mucor hiemalis* (un Mucor qui se trouve souvent dans le sol) à sept des huit espèces que j'ai isolées ; six du bord de l'Aire et une des deux de Challoux. Ces résultats ont donné l'idée de l'existence probable de plusieurs races élémentaires de *Mucor hiemalis*, qui se distinguent par leur façon de se comporter dans certaines solutions.

M. LENDNER a déjà trouvé la même chose pour deux variétés (v. *albus* Lendner et v. *toundrae* Lendner) (v. *Bulletin* de la Soc. Bot. de Genève, vol. X (1918), lorsqu'il a travaillé avec des races de *Mucor hiemalis* du laboratoire et avec une variation trouvée par

F. Chodat. L'importance de la concentration en ions H, etc. *Bull. de la Soc. bot. de Genève*, XVI (1924).

Mlle JAUCH, qui présente toujours un gazon d'un blanc éclatant. Mais il ne les a pas divisés en plusieurs formes (+) et (—) qui diffèrent par leurs caractères physiologiques.

Ainsi, au cours de ma recherche sur des Mucors de la terre, mon attention a été retenue par des races différentes de *Mucor hiemalis*. J'ai été amenée à les distinguer par deux méthodes, l'une pour trouver le sexe des formes examinées et l'autre pour trouver comment chacun se comporte sur des milieux choisis.

LES MUCORS RÉCOLTÉS

I. *Au bord de l'Aire*, à un endroit où un petit chemin, qui part de la route d'Onex et retourne à Lancy, traverse l'Aire sur un petit pont.

A (—) *Mucor hiemalis* var. *airensis*.

L'échantillon de terre pris sous *Alnus glutinosa*, dans l'alnetum, du côté gauche, à flore suivante : *Viola hirta*, *Anemone ranunculoides*, *Salvia glutinosa*, *Primula elatior*.

B (—) *Mucor hiemalis* var. *cumulicolus*.

L'échantillon de terre pris d'une taupinière du côté gauche de la même station.

M (—) *Mucor hiemalis* var. *formicogenus*.

L'échantillon de terre pris de l'alnetum du côté droit, à flore suivante : *Alnus glutinosa*, *Quercus Robur*, *Prunus Padus*, *Allium ursinum*, *Anemone ranunculoides*, *Anemone nemerosa* et *Euphorbia sylvatica*.

N (—) *Mucor hiemalis* var. *alnicola*.

Ce Mucor était récolté des glands de chêne, trouvés par terre dans l'alnetum du côté droit.

K (+) *Mucor hiemalis* var. *allobrogensis* a.

L (+) *Mucor hiemalis* var. *allobrogensis* b.

II. *Challoux* :

La récolte était faite dans la carrière de molasse, près de la ferme. La réaction de terre y est d'une pH d'environ 7,4.

C (+) *Mucor hiemalis* var. *sabulosus*.

L'échantillon de terre, pris de la carrière, sous *Artemisia campestris*.

X. *Mucor circinelloides*.

L'échantillon de terre pris sous *Tunica saxifraga*.

MÉTHODES EMPLOYÉES POUR DISTINGUER LES RACES DE
MUCOR HIEMALIS.

J'ai déterminé le sexe des variétés de *Mucor hiemalis* d'expérience vis-à-vis d'une forme connue, une souche des formes (+) et (—), envoyée du laboratoire microbiologique de Baarn. Parmi les sept races, j'ai trouvé que trois étaient + quatre —. Il faut, dès l'abord, remarquer que le niveau des gazons de la souche est toujours jaune à cause de l'huile formée dans les rhizoïdes, tandis que ce n'est jamais le cas avec les races nouvelles. Il en résulte qu'il y a au moins deux catégories de *Mucor hiemalis*, l'une qui produit de l'huile avec carotène (d'après M. SCHOPFER) et l'autre qui n'en produit pas.

Des races (+), il se peut que K (+) et L (+), toutes les deux isolées du même échantillon de terre soient identiques. Sur pain humide, leurs gazons sont tout à fait semblables, mais sur une pâte formée par le liquide Raulin neutre et d'amidon ordinaire, l'un est jaunâtre et l'autre blanchâtre à niveau de gazon. Mais C (+) montre les caractères tout à fait distincts de K (+) et L (+) sur la plupart des milieux, Il ressemble plutôt A (—) et B (—) des races (—), et il peut se faire qu'ils soient les deux formes sexuelles d'une variété, bien qu'ils ne viennent pas du même endroit. L'attribution d'un sexe à une variété définie est, dans ce cas, très incertaine, à cause des variations végétatives associées au sexe.

Parmi les races (—), A (—) et B (—) se ressemblent beaucoup sur tous les milieux, et ils sont probablement identiques, tandis que M (—) et N (—) présentent des caractères qui les distinguent très facilement. N — développe un gazon presque non phototropique, duveteux, d'un blanc crème sur les solutions de Raulin neutre avec de la lichénine et avec du peptone, qui fait contraste avec les gazons à phototropisme très marqué de toutes les autres races. M (—) montre un caractère très spécifique : il forme de l'acide formique dans toutes les solutions choisies, donnant, en général, une acidité plus haute que chez les autres races. Sur un milieu peptonisé, il ne forme pas de l'ammoniaque et il empêche la formation d'une substance colorée produite dans tous les autres cas.

Je prendrai chaque expérience à son tour, d'abord celle pour trouver le sexe, et puis celles pour distinguer les races de *Mucor hiemalis* par leurs réactions sur différents milieux.

I. EXPÉRIENCES DES CROISEMENTS.

J'ai préparé un milieu sucré et agarisé de la composition suivante dans les boîtes Petri, pour inoculer les races vis-à-vis des (+) et des (—) de la souche de Baarn.

Eau	1000 gr.
KH ₂ PO ₄	1,5 gr.
Mg SO ₄	10 ccs d'une sol. de 2,5 gr. dans 50 ccs d'eau distillée.
Asparagine	2,0 gr.
Maltose	25 gr.
Agar-agar	1,5 %

J'ai divisé les races inconnues en deux groupes, d'après l'apparence de leurs gazons sur le milieu de pain humide. J'ai inoculé ceux du premier groupe avec ceux du second et aussi avec les formes (+) et (—) de la souche, mettant trois exemples dans chaque boîte. Par ces croisements, j'ai réussi à trouver le sexe de toutes les races. Mais à cause du fait que C était (+) au lieu de (—), comme les Mucors qui ont un gazon semblable, et N (—) au lieu de (+), je devais faire encore des inoculations pour croiser C et N avec les formes du sexe opposé des races.

RÉSULTATS

Première expérience.

Les zygotes étaient développées après quatre jours de croissance.

Les formes (—) sont les suivantes :

- A. = *Mucor hiemalis* var. *airensis*.
- B. = *Mucor hiemalis* var. *cumulicolus*.
- M. = *Mucor hiemalis* var. *formicogenus*.
- N. = *Mucor hiemalis* var. *alnicola*.

Les formes (+) sont les suivantes :

- K. = *Mucor hiemalis* var. *allobrogensis* (a).
- L. = *Mucor hiemalis* var. *allobrogensis* (b).
- C. = *Mucor hiemalis* var. *sabulosus*.

La formation d'huile dans les rhizoïdes de la souche standard et pas dans ceux des races, montre l'existence de deux catégories distinctes de races de *Mucor hiemalis*.

Il se forme toujours un nombre plus grand de zygotes entre la souche standard et les races isolées par moi, qu'entre les différentes formes sexuelles de ces races elles-mêmes. Cela indique que la souche a plus de différenciation sexuelle que les races, c'est-à-dire que la

















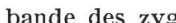

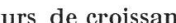

différence entre les formes (+) et (—) est plus grande chez la souche que chez les races nouvelles.

Deuxième expérience.

J'ai trouvé que N (—) forme des zygotes avec toutes les trois races (+), mais que C (+) ne les forme qu'avec N (—) et B (—) des races (—). Cette question des croisements entre les races (+) et (—) doit être plus étudiée.

Le Tableau des Croisements

Les Races —

	A	B	M	N	(—)
K	Zygotes nombreuses 	Zygotes nombreuses 	Zygotes nombreuses 	Zygotes nombreuses 	Zygotes abondantes 
L	Zygotes abondantes 	Zygotes nombreuses 	Zygotes nombreuses 	Zygotes nombreuses 	Zygotes abondantes 
C	Zygotes <i>pas</i> développées 	Zygotes nombreuses 	Zygotes <i>pas</i> développées 	Zygotes abondantes 	Zygotes abondantes 
(+)	Zygotes abondantes 	Zygotes abondantes 	Zygotes abondantes 	Zygotes abondantes 	Zygotes abondantes 

 = largeur de la bande des zygotes après 5 jours de croissance.

II. EXPÉRIENCES AVEC DES MILIEUX CHOISIS

On a choisi plusieurs milieux pour montrer les caractères morphologiques et physiologiques de ces races de Mucors. Un milieu de pain humide dans des Erlenmeyers, convient le mieux pour examiner et comparer les gazons. Pour étudier leur effet sur le pH des solutions, j'ai employé le liquide de Raulin neutre et je l'ai alcalinisé ou acidifié au moyen de soude ou d'acide acétique. Pour chercher les enzymes que les Mucors pouvaient contenir, j'ai ajouté soit de l'amidon ordinaire, soit de l'amidon soluble, soit du peptone, soit de la lichénine au liquide de Raulin neutre, dans des proportions convenables. Sur tous les milieux, j'ai comparé les gazons, qui présentaient souvent des différences de hauteur, de couleur, etc.,

selon la race, même si leurs réactions dans les solutions étaient identiques.

1. RAULIN NEUTRE

J'ai fait deux expériences avec le liquide de Raulin neutre, l'une avant de savoir que je travaillais avec plusieurs races de *Mucor hiemalis*, et l'autre lorsque je savais ce fait. La première durait plus longtemps que la seconde et les acidités qui s'y produisent sont plus fortes et plus variées ¹.

(A.) Première expérience.

J'ai préparé le liquide de Raulin neutre d'après les indications données par M. LENDNER dans son livre « Les Mucorinées de la Suisse ». J'ai fait des solutions de spores de chaque race, dans l'eau stérilisée et j'aiensemencé dans chaque flacon d'Erlenmeyer, le même nombre de gouttes de ces solutions, à l'aide d'une pipette stérilisée. Après cinq semaines de culture, j'ai examiné les gazons et déterminé le pH de chaque solution.

(Voir planche I)

Cultures dans Raulin neutre après cinq semaines

Mucors	pH	Croissance
A (—)	8,0	La croissance faible, un gazon gélatineux submergé, ne se compose que des hyphae ramifiées.
Z	6,9	La croissance faible, un gazon gélatineux surnageant, composé des chaînes de <i>Chlamydozspores</i> .
B (—)	4,6	La croissance assez forte, un gazon phototropique, 1/2 cm. de hauteur, — Pas de sporangiosphores, beaucoup de <i>Chlamydozspores</i> .
N (—)	4,3	La croissance assez forte, un gazon phototropique 1/2 cm. de hauteur, pas de sporangiosphores. Beaucoup de <i>Chlamydozspores</i>
L (+)	3,4	La croissance assez forte, le niveau de gazon jaunâtre. Sporangiosphores développés. Beaucoup de <i>Chlamydozspores</i> .
M (—)	2,8	Bien développé, gazon de 2 cm. Sporangiosphores développés.
C (+)	2,8	Comme M (—).
K (+)	2,8	Comme M (—).

¹ Je remercie M. le Dr F. Chodat pour ses précieux conseils à ce sujet.

Les résultats montrent que l'acidité est proportionnelle à la croissance et que les Mucors mal développés forment beaucoup de chlamydospores, tandis que ceux bien développés ne les forment point. Une grande diversité d'acidité se présentait, le pH était 8.0 pour une race et 2,8 pour trois autres.

(B.) *Deuxième expérience.*

On a employé la même solution, mais l'expérience ne durait qu'une semaine, donc les acidités développées sont moins fortes et moins variables entre les races diverses. M (—) est beaucoup mieux développé que les autres et la formation de l'acide formique produit une forte acidité même après 7 jours de culture. Aussi, un examen microscopique des gazons montre que tous forment beaucoup de chlamydospores, sauf M (—) qui est le seul où on trouve les rhizoïdes pleins de glycogène à l'état colloïdal.

2. RAULIN ALCALIN

J'ai préparé le liquide de Raulin neutre et j'ai trouvé la quantité de soude nécessaire pour lui donner un pH approximatif de 9,0. On devait ajouter 0,5% de N/10 NaOH pour former cette alcalinité ; indiquée par la couleur bleu-verdâtre selon le « Universal Indicator ».

J'ai laissé croître les Mucors pendant une semaine. Les résultats sont à peu près les mêmes que pour le Raulin neutre, sauf que le pH est plus haut dans tous les cas, dû à la plus forte alcalinité de la solution primitive. M (—) montre encore ces différences ; le développement d'une forte acidité, la présence de l'acide formique ; un gazon bien développé sans chlamydospores. Toutes les autres races, (—) et (+), se comportent de la même manière ; leurs gazons peu développés avec beaucoup de chlamydospores.

Les résultats des solutions Raulin neutre et alcalin sont indiqués dans les tableaux ci-contre.

3. RAULIN ACIDE

J'ai préparé une solution d'un pH dans la région de 3,0 par l'addition de 2% de N/10 acide acétique du liquide de Raulin neutre. J'aiensemencé les solutions comme précédemment, mais il n'y avait aucune croissance, même après trois semaines. Cela montre encore que ces moisissures ne peuvent pas supporter cette acidité.

Cultures sur Raulin neutre et alcalin après 8 jours

Les races (—)

Raulin neutre de pH 7,0.

A (—)	B (—)	M (—)	N (—)
Gazon peu développé. — surnageant — peu de sporanges — blanc — 0,1 cm.	Gazon peu développé. — surnageant — peu de sporanges — blanc — 0,2 cm.	Gazon bien développé — phototropique — beaucoup de sporanges — blanc, jaunâtre — 1,3 cm.	Gazon peu développé — surnageant — peu de sporanges — blanc — 0,2 cm.
6,5 pH Beaucoup de chlamydospores, rondes et allongées. Pas de glycogène dans les hyphae.	6,7 pH Comme A (—)	3,6 pH Pas de chlamydospores et beaucoup de glycogène dans les hyphae subermgées.	6,8 pH Comme A (—)
		Présence de l'acide formique	
<i>Raulin alcalin de pH 9,0</i>			
Gazon peu développé. — surnageant — très peu de sporanges — blanc — 0,2 cm.	Gazon peu développé. — surnageant — peu de sporanges — blanc — 0,2 cm.	Gazon bien développé — phototropique — blanc, jaunâtre — beaucoup de sporanges — 1,5 cm.	Gazon peu développé. — surnageant — peu de sporanges — blanc — 0,2 cm.
8,4 pH	7,2 pH	3,8 pH	7,0 pH
Beaucoup de chlamydospores.	Beaucoup de chlamydospores.	Pas de chlamydospores.	Beaucoup de chlamydospores.
		Présence de l'acide formique	

Les races (-|)
Raulin neutre de pH 7,0

K (+)	L (+)	C (+)
Gazon peu développé. — peu de sporanges développés — blanc — 0,1 cm.	Gazon peu développé. — Sporanges développés. — blanc — 0,5 cm.	Gazon peu développé. — surnageant — très peu de sporanges. — blanc — 0,2 cm.
7,0 pH	5,3 pH	6,8 pH
Beaucoup de chlamydospores. Pas de glycogène dans les rhizoïdes. Pas de sporanges.	Des chlamydospores formées, et aussi un peu de glycogène dans les rhizoïdes. Sporanges assez nombreux.	Beaucoup de chlamydospores. Pas de glycogène dans les rhizoïdes. Pas de sporanges.
<i>Raulin alcalin de pH 2,0</i>		
Gazon peu développé. — très peu de sporanges. — blanc — 0,1 cm.	Gazon peu développé. — Peu de sporanges — blanc — 0,2 cm	Gazon peu développé — surnageant — très peu de sporanges — blanc — 0,2 cm
8,0 pH	6,0 pH	7,5 pH
Beaucoup de chlamydospores. Pas de sporanges.	Peu de chlamydospores. Sporanges assez nombreux.	Beaucoup de chlamydospores. Pas de sporanges.

MILIEUX POUR LA COMPARAISON DES GAZONS

4. MILIEU DE PAIN HUMIDE

Une pâte, pas très mouillée, de pain et d'eau était préparée et stérilisée dans des Erlenmeyers. Toutes les races nouvelles et le (+) et le (—) de la souche étaient inoculées et laissées se développer dans les mêmes conditions, pour faire une comparaison des gazons. Après une semaine, toutes étaient bien développées et dans une condition favorable pour être examinées. C (+) est la plus vigoureuse; elle ressemble à A (—) et B (—). Toutes les trois ont les sporangiophores phototropiques, tous inclinés positivement dans une direction déterminée par la lumière incidente, donnant un gazon d'une texture soyeuse, tandis que les autres, K (+), L (+), M (—) et N (—), ne sont presque pas phototropiques et leurs gazons sont plus serrés et plus fins. Quant à la couleur, C (+), A (—) et B (—) sont d'un blanc-

grisâtre aux sporanges très nombreux et assez grands, et les autres sont légèrement jaunâtres partout, avec des sporanges d'apparence plus petits et moins nombreux.

La ressemblance entre les gazons de la souche et les gazons des races, n'est pas très marquée. K (+), L (+), M (—) et N (—) ressemblent aux premières par leur texture un peu duveteuse, la teinte jaunâtre et l'apparence des spores, mais leur croissance est plus vigoureuse. Les trois autres races ne leur ressemblent pas du tout.

Au moyen des caractères de leurs gazons, on peut diviser ces races de *Mucor hiemalis* en deux catégories.

I		II	
Mycélium dressé		Mycélium dressé	
a. Blanc grisâtre		a. Jaunâtre	
b. Phototropique		b. Pas phototropique.	
c. Sporangies nombreux		c. Sporangies moins nombreux	
Vigoureux	Plus vigoureux	Très serrés	Plus vigoureux
A (—)	C (+)	M (+)	N (—)
B (—)		L (+)	M (—)

Cette division montre les affinités des races et indique la probabilité que C (+) et A (—) et B (—) sont les deux formes sexuelles d'une race, et M (+), L (+), et M (—) et A₄ (—), les formes opposées d'une autre, mais ce n'est qu'une supposition.

Cultures sur le milieu de pain humide après 8 jours

Les races (—)

A (—)	B (—)	M (—)	N (—)
Gazon bien développé — phototropique — riche en sporanges — d'apparence assez grands — blanc-grisâtre.	Même que A (—)	Gazon bien développé. — peu de phototropisme — sporanges moins nombreuses que chez A (—), B (—). — blanc, d'une teinte jaunâtre — serré.	Même que M (—) mais la croissance un peu moins vigoureuse.
Hauteur : 3 cm.	Hauteur : 3 cm.	Hauteur : 2,2 cm.	Haut : 2 cm.
		Présence d'acide formique.	

Les races (+)

K (+)	L (+)	C (+)
Gazon bien développé. — pas phototropique. — Sporangies moins nombreuses que chez A (—) et B (—) — légèrement jaunâtre partout — serré.	Même que K (+)	Gazon bien développé. — phototropique. — riche en sporanges — blanc-grisâtre comme A (—) et B (—), un peu plus soyeux et vigoureux.
Hauteur : 2,2 cm.	Hauteur : 2,2 cm.	Hauteur : 3,3 cm.

MILIEUX POUR LES RÉACTIONS D'ENZYMES

5. RAULIN NEUTRE + AMIDON ORDINAIRE

Au liquide de Raulin neutre, j'ai ajouté 12% d'amidon ordinaire pour former une pâte dans la profondeur de laquelle j'ai ensemencé les spores des Mucors à l'aide d'un fil stérilisé.

Tous les Mucors se sont bien développés sur ce milieu, sauf B (—) qui était mal inoculé. Après trois semaines, j'ai examiné les gazons et cherché la présence de maltose au moyen de la solution de Fehling.

Parmi les races(+), le gazon de C (+) ressemble à ceux de A(—) et M (—) par le phototropisme et une teinte jaunâtre du côté de la lumière ; tandis que N, (—) à gazon presque pas phototropique et légèrement jaunâtre partout, ressemble à K (+), L (+) est aussi comme K (—), sauf pour sa couleur blanchâtre. J'ai examiné les rhizoïdes qui se développent dans le substratum et je les ai colorés par une solution de Lugol, Gram II. Celle-ci a donné la couleur brun-rougeâtre du glycogène dans tous les cas.

M (—) donne une forte réduction avec la solution de Fehling, après trois semaines, mais N (—) et B (+) seulement après cinq semaines, et les autres ne donnent jamais qu'une très faible réduction.

Cultures sur Raulin neutre plus Amidon ordinaire après 8 jours
Les races (—)

A (—)	B (—)	M (—)	N (—)
Gazon phototropique marqué — jaunâtre du côté de la lumière. — jaunâtre au-dessous de niveau.	(mal inoculé)	Gazon phototropisme marqué — jaunâtre du côté de la lumière. — jaunâtre au-dessous de niveau	Gazon pas de phototropisme — jaunâtre légèrement partout. — blanc au-dessous du niveau
3,5 cm.		3,5 cm.	3 cm.
Glycogène développé dans les rhizoïdes de tous			
Très faible réduction avec Fehling après cinq semaines.		Forte réduction après 3 semaines	Faible réduction avec Fehling après 5 semaines

Les races (+)

K (+)	L (+)	C (+)
Gazon pas phototropique — légèrement jaunâtre partout. — jaunâtre et blanc au-dessous du niveau	Gazon pas phototropique — blanchâtre — jaunâtre au-dessous du niveau	Gazon phototropique marqué — jaunâtre du côté de la lumière. — jaunâtre au-dessous du niveau
2 cm.	3 cm.	3,5 cm.
Du glycogène est développé dans les rhizoïdes		
Très faible réduction avec Fehling après 5 semaines	Pas de réduction avec Fehling	Faible réduction avec Fehling après 4 semaines et forte après 5 semaines.

6. RAULIN NEUTRE + AMIDON SOLUBLE.

J'ai ajouté 1 % d'amidon soluble au liquide de Raulin neutre, duquel on supprime le sucre candi, pour préparer un milieu convenable.

Après une semaine, les gazons sont assez bien développés. La croissance est moins rapide que sur l'amidon ordinaire, ce qui permet au phototropisme d'être plus marqué. Tous sont très semblables, sauf N (—), qui forme un gazon régulier, duveteux et d'une couleur très blanche, contrairement à la teinte grisâtre des autres.

On ne trouve aucune réduction avec la solution de Fehling. Il est très improbable que les Mucors, qui ont dédoublé l'amidon ordinaire, ne puissent pas hydrolyser l'amidon soluble. Le résultat apparemment négatif est probablement dû à l'absorption immédiate du sucre formé. Le pH de toutes les solutions est à peu près le même et, comme dans les autres expériences, ce n'est que M (—) qui produit de l'acide formique. Cette expérience ne distingue que les races (—) ; toutes les races (+) s'y comportent presque de la même manière.

Cultures sur Raulin Neutre plus amidon soluble après 8 jours

Les races (—)

A (—)	B (—)	M (—)	N (—)
Gazon bien développé — phototropisme marqué — blanc grisâtre — 1 cm.	Gazon bien développé — phototropisme marqué — blanc-grisâtre — 1,4 cm.	Gazon bien développé — phototropisme marqué — blanc-grisâtre — 1,4 cm.	Gazon développé — pas de phototropisme — peu de sporanges — blanc duveteux — 0,5 cm.
Très faible réduction avec Fehling	Pas de réduction avec Fehling	Pas de réduction avec Fehling	pas de réduction avec Fehling
4,1 pH	4,1 pH.	4,2 pH	4,3 pH
		Présence de l'acide formique	

Les races (+)

K (+)	L (+)	C (+)
Gazon bien développé — phototropisme marqué — blanc grisâtre — 2 cm.	Gazon bien développé — phototropisme marqué — -blanc-grisâtre — 2 cm.	Gazon bien développé — phototropisme marqué — blanc-grisâtre — 2 cm.
Très faible réduction avec Fehling	Pas de réduction avec Fehling	Pas de réduction avec Fehling
4,1 pH	4,1 pH	4,1 pH

7. RAULIN NEUTRE + PEPTONE

J'ai ajouté 0,5% de peptone au liquide de Raulin neutre. Tous les gazons s'y développent lentement et régulièrement, le phototropisme ne se montrant ordinairement pas, sauf un peu chez K (+). Ils sont tous d'une teinte blanche crème, avec des sporanges parsemés à la surface d'un gazon très peu serré.

Le liquide primitif est presque clair, faiblement jaunâtre. En se développant, tous ces Mucors produisent une coloration orange, très foncée chez B (—) et C (+), sauf M (—), dont la solution est d'un jaune pâle. Le pH de la solution de M (—) est plus bas que les autres, mais des essais avec des acides et des alcalins ont montré que la couleur orange n'est pas un virage. On a pensé qu'elle était peut-être due à l'oxydation d'une substance par la tyrosinase. Mais des expériences avec tyrosinase ne donnaient qu'un résultat négatif et alors on n'a pas trouvé la raison de la couleur.

La présence de l'ammoniaque a été constatée et considérée comme un produit de désamination du peptone dans toutes les solutions, sauf M (—), qui fait encore exception par la présence de l'acide formique, qui s'est développé dans toutes les solutions employées pour cultiver ce Mucor.

Ainsi, sur ce milieu peptonisé, il n'y a que M (—) qui se distingue et B (—) et C (+) qui montrent une affinité par la coloration foncée de leurs solutions.

Cultures sur Raulin neutre plus Peptone après 8 jours

Les races (—)

A (—)	B (—)	M (—)	N (—)
Gazon assez bien développé — peu de sporanges — blanc sale — pas de phototropisme — 0,5 cm.	Même que A (—)	Gazon bien développé — sporanges — gris — phototropique — 1 cm.	Gazon assez bien développé — peu de sporanges — blanc sale — pas de phototropisme — 0,75 cm.
Sol. : orange	Sol. : orange foncée	Sol. : jaune pâle	Sol. : orange
Présence d'ammoniaque	Présence d'ammoniaque	Pas d'ammoniaque	Présence d'ammoniaque
9,0 pH	9,0 pH	4,2 pH	9,0 pH
		Présence d'acide formique	

Les races (+)

K (+)	L (+)	C (+)
Gazon assez bien développé — peu de sporanges — blanc sale — pas de phototropisme — 0,5 cm.	Même que K (+)	Même que K (+)
Sol. : orange	Sol. : orange	Sol. : orange foncée
Présence d'ammoniaque	Présence d'ammoniaque	Présence d'ammoniaque
9,0 pH	9,0 pH	9,0 pH

8. RAULIN NEUTRE + LICHÉNINE.

Au liquide de Raulin neutre, sans sucre, j'ai ajouté 0,5% de lichénine. Cela donne une solution dans laquelle les Mucors forment un gazon assez bien développé après une semaine.

Tous les gazons montrent les mêmes caractères comme sur l'amidon soluble, sauf N (—) qui y forme un gazon régulier, bas, pas phototropique, duveteux et d'une couleur crème. Les autres, tous très semblables, sont très phototropiques, à couleur blanc de neige. On peut voir que le mycélium de C (+) est plus soyeux et léger, et celui de K (+) et L (+) un peu plus grisâtre que celui de B (—), M (—) et A (—), mais la différence n'est pas très frappante. Aucune ne montre une réduction avec la solution de Fehling, mais l'acide formique est présent chez M (—).

Cultures sur Raulin neutre plus Lichénine après 8 jours

Les races (—)

A (—)	B (—)	M (—)	N (—)
Gazon bien développé — phototropisme marqué — blanc-grisâtre — 2 cm.	Même que A (—)	Même que A (—)	Gazon bien développé — pas de phototropisme — blanc duveteux — 0,5 cm.
Pas de réduction avec la solution de Fehling			
		Présence d'acide formique	

Les races (+)

K (+)	L (+)	C (+)
Gazon bien développé — phototropisme marqué — gris-blanchâtre — 1,5 cm.	Même que K (+)	Gazon bien développé — phototropisme marqué — blanc soyeux et léger — 1,5 cm.
Pas de réduction avec la solution de Fehling		

Le résultat de chaque expérience ne permet pas de classier nettement chaque forme isolée. Mais si on les réunit dans un tableau, on voit qu'il y a des petits caractères qui distinguent une race, soit (+) soit (—) d'une autre race. La présence ou l'absence d'une enzyme, ou de phototropisme, ou la couleur d'un gazon, peuvent servir à distinguer les espèces élémentaires (races). M (—), qui forme toujours de l'acide formique, est bien différent des autres formes et on peut signaler la réaction de N (—) sur Raulin neutre avec amidon soluble et avec lichénine pour sa détermination. Au premier abord, l'apparence des gazons, sur pain, m'a fait croire que j'avais récolté au moins cinq différentes espèces de Mucors, quand en réalité ce n'étaient, d'après M. LENDNER, que deux espèces morphologiques conjecturales. L'étude du tableau suivant fera ressortir les différences les plus importantes de ces races, tant (+) que (—) du *Mucor hiemalis*.

Cultures des races *Mucor hiemalis* après 8 jours

	Raulin neutre pH 7,0	Raulin alcalin pH 9,0	R. N. Amidon ord. après 4 sem.	R. N. Amid. solide	R. N. peptone	R. N. lichénine	Pain humide
A (—)	0,1 cm. Gazon blanc pH 6,7 Chlamydoespores	0,1 cm. Gazon blanc pH 8,4 Chlamydoespores	3,5 cm. jaunâtre du côté de la lumière. Phototropisme. faible réduction av. Fehling.	1,2 cm. blanc-grisâtre. phototropisme. pH 4,1	0,5 cm. blanc sale <i>Pas</i> photo- tropique. pH 9,0 Sol. : orange Ammoniaque	1 cm. blanc-grisâtre phototropique. <i>Pas</i> de réduction avec Fehling	3 cm. gris-blanchâtre phototropique sporanges nombr.
B (—)	Comme A (—)	Comme A (—) sauf pH 7,2	(mal inoculé)	Comme A (—)	Comme A (—) sauf sol. : orange foncée.	Comme A (—)	Comme A (—)
C (+)	Comme A (—)	Comme A (—) sauf pH 7,5	Comme A (—) sauf <i>forte</i> réduction av. Fehling	Comme A (—)	Comme A (—) sauf sol. : orange foncée	Comme A (—) sauf 2,5 cm., gris-blanchâtre	Comme A (—) sauf 3,3 plus soyeux
K (+)	Comme A (—) sauf pH 7,0	Comme A (—) sauf pH - 8,0	2 cm. jaunâtre partout <i>Pas</i> de phototropisme. Faible réduction avec Fehling	Comme A (—)	Comme A (—)	Comme A (—) sauf 1,5 cm. gris-blanchâtre	2 cm. jaunâtre partout. <i>Pas</i> photo- tropique. Spor- anges moins nom- breux, très serrés.
L (+)	0,5 cm. Gazon blanc, pH 5,3 Chlamydoespores	0,3 cm. Gazon blanc. pH 6,0 Chlamydoespores	3 cm. Comme K (+) blanchâtre	Comme A (—)	Comme A (—)	Comme K (+)	Comme K (+)
M (—)	1,5 cm. Gazon blanc-jaunâtre pH 3,6 <i>Pas</i> de Chlamydoespores Acide formique	1,5 cm. Gazon blanc-jaunâtre pH 3,8 <i>Pas</i> de Chlamydoespores Acide formique	Comme A (—) sauf <i>For</i> te réduction av. Fehling.	Comme A —. Acide formique	0,75 cm. Blanc photo- tropique. pH 4,2 Sol. : jaune-pâle. <i>Pas</i> d'ammoniaque	Comme A (—)	2,2 cm. <i>Pas</i> photo- tropique. Jau- nâtre partout. Sporanges moins nombreux, serrés.
N (—)	Comme A (—)	Comme A (—) sauf pH 7,0	Comme K (+) sauf 3 cm.	0,5 cm., blanc duveteux. <i>Pas</i> phototropique. pH 4,3	Comme A (—)	0,5 cm. blanc, duveteux. <i>Pas</i> phototropique <i>Pas</i> de réduction avec Fehling.	Comme M (—)

CONCLUSIONS

Ces résultats accentuent le fait déjà connu de la difficulté qu'on éprouve à classifier les Mucors par leurs caractères morphologiques. Cela se complique de la question des formes sexuelles et de leur distribution entre plusieurs races (—) et plusieurs races (+). Jusqu'à présent, on suppose que chaque race morphologique aurait deux formes sexuelles. Mais cela n'est pas très certain, puisque, à vrai dire, on ne peut transformer un sexe dans l'autre. Dès lors, en raison du fait que déjà les (+) et les (—) sont, d'après les recherches faites, légèrement différentes quant à leur morphologie et leur physiologie, on ne peut jamais dire avec certitude des Mucors, qu'on trouve dans la Nature, lesquels sont le (+) et le (—) de la même race.

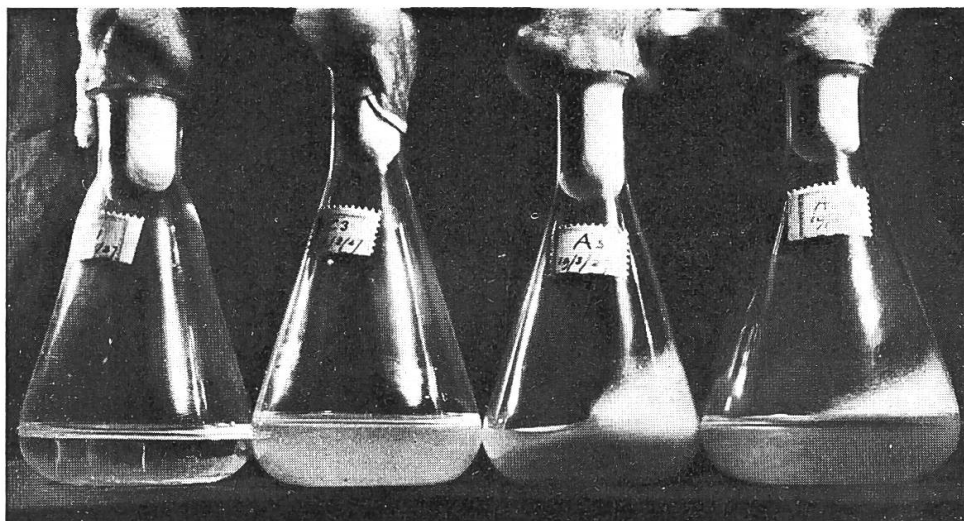
On a déjà travaillé sur cette question. L'École de Genève (CHODAT, KORPACHEWSKA, BRESLAUER, etc.) a montré que, soit au point de vue morphologique, vitesse de croissance, etc., soit au point de vue physiologique, dédoublement de saccharides, etc., les sexes des mêmes formes supposées ne se comportent pas de la même manière. Alors, la définition d'une espèce d'un Mucor hétérothallique, pour cette raison, est très incertaine. Ce serait un immense travail dans chaque espèce de Mucor, après avoir trouvé les différences, d'établir les différences sexuelles de chaque variété.

Il est bien possible que le caractère du sexe n'est pas lié (linked) ni aux morphoses végétatives, ni aux caractéristiques physiologiques. Il peut être dépendant d'un facteur spécial et ne pas se transformer par rapport à d'autres caractères. Cela peut donner naissance à une variété infinie de combinaisons de caractères pour chaque espèce linéenne de Mucor.

BIBLIOGRAPHIE

- KORPACHEWSKA, J. — Sur le dimorphisme sexuel de quelques Mucorinées hétérothalliques. *Bulletin de la Société botanique de Genève*, IIe série, vol. I (1909), p. 317.
- BRESLAUER, A. — A propos du dimorphisme sexuel des Mucorinées. *Bulletin de la Société botanique de Genève*, IIe série Vol. IX, (1912), p. 228
-

*Cultures dans Raulin neutre, disposées après cinq semaines
selon l'ordre d'acidité formée*

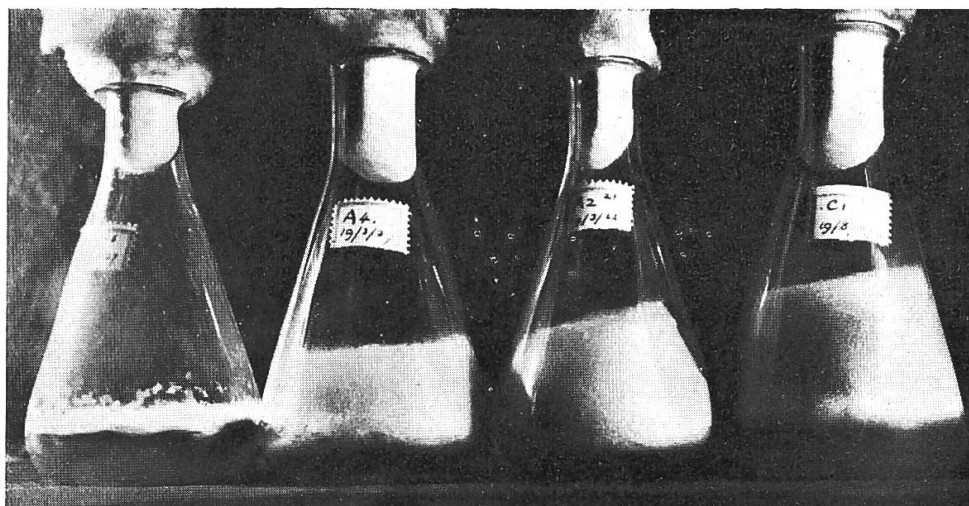


pH 8.0
A. (—)

6.9
Z.

4.3
N. (—)

4.6
B. (—)



L. (+)
pH 3.4

M. (—)
2.8

K. (+)
2.8

C. (+)
2.8

Photo Institut Botanique de Genève

*Bull. de la Société botanique, Genève.
II^{me} série, vol. XIX (1927).*