

Zeitschrift: Bulletin de la Société botanique de Genève
Herausgeber: Société botanique de Genève
Band: 35 (1943)

Artikel: Contribution à l'étude de l'hypovitaminose B1 chez une levure
Autor: Dalphin, Charlotte
Kapitel: Métabolisme endogène
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1099460>

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

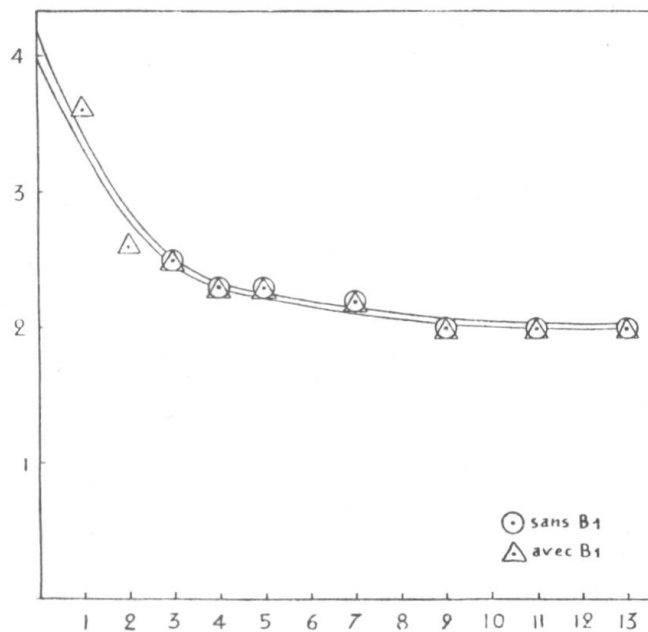
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées 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>



GRAPHIQUE N° 17

Evolution du pH en fonction du temps.

Axe des abscisses : temps de culture en jours.

Axe des ordonnées : pH.

Les résultats que nous avons obtenus nous permettent de constater que la vitamine B₁ n'a pas d'influence appréciable sur l'évolution du pH.

En résumé, les milieux de culture n'étant pas tamponnés, le pH s'abaisse normalement à mesure que se forme l'acidité, ceci aussi bien en présence qu'en absence de vitamine B₁.

MÉTABOLISME ENDOGÈNE

Il serait avantageux de pouvoir séparer les uns des autres les phénomènes physiologiques si complexes d'un organisme afin de pouvoir les étudier individuellement ainsi que le ferait un chimiste qui suit pas à pas l'évolution de ses réactions.

Ce n'est malheureusement pas possible ; les phénomènes de la vie sont trop intimément liés pour qu'on puisse les disséquer de cette façon.

Cependant, pour faciliter l'étude du métabolisme endogène de la levure, nous sommes obligés de diviser ce phénomène en ses trois actes principaux : le métabolisme des lipides, des protides, des glucides et de les envisager chacun séparément.

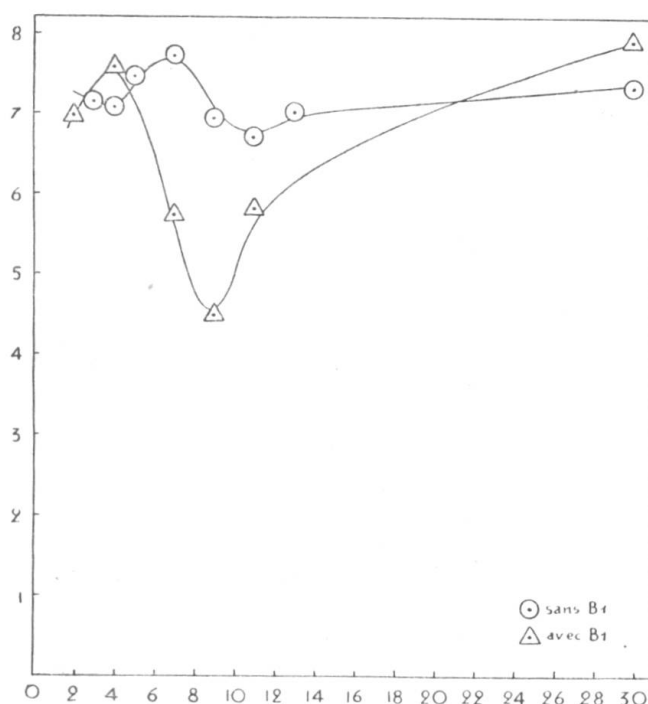
1. Métabolisme des lipides

Nous commencerons l'étude du métabolisme des lipides en déterminant les teneurs en lipides des levures au cours du développement des cultures.

Les extractions de lipides, effectuées à partir de levures de différents âges*, cultivées en présence et en absence de vitamines B₁, nous ont fourni les résultats suivants que nous consignons dans le tableau et le graphique ci-dessous :

Age des cultures en jours	Lipides % de levures séchées	
	Cultures sans B ₁	Cultures avec 10 ⁻⁶ M B ₁
2	—	6,98
3	7,15	—
4	7,09	7,59
5	7,46	—
7	7,71	5,73
9	6,92	4,49
11	6,71	5,81
13	7,01	—
30	7,32	7,90

* L'expression « âge des levures » est une simplification commode. Rappelons qu'il s'agit ici d'échantillons de levures prélevées à des époques successives dans le milieu de culture. Chaque échantillon comporte en conséquence des levures anciennes et des levures jeunes.



GRAPHIQUE N° 18

Teneurs en lipides de la levure en fonction du temps.

Axe des abscisses : temps de culture en jours.

Axe des ordonnées : mg lipides formés p. 100 mg de levure.

Quoique différentes, les deux courbes du graphique ci-dessus présentent une certaine similitude d'allure. On peut en effet, envisager pour chacune, trois périodes très nettement marquées : premièrement, une légère augmentation, deuxièmement, une diminution plus ou moins forte, puis troisièmement, une nouvelle augmentation. Comparativement à la culture de levures saines, la culture de levures hypovitaminées présente un retard de 3 jours environ dans l'apparition de ces phases successives.

Ces deux faits, similitude et retard étant mis en évidence, comparons maintenant les deux courbes au point de vue quantitatif. Dans ce but, nous diviserons le phénomène en ses trois phases principales.

Première phase :

Il se produit pendant cette phase une augmentation des teneurs en lipides. Les maxima sont : 7,6% pour la culture avec vitamine et 7,7% pour la culture sans vitamine. La différence entre ces deux teneurs est faible.

Deuxième phase :

Dans les deux cas, les teneurs en lipides diminuent jusqu'à ce qu'elles atteignent des minima. Pour la levure saine, ce minimum se produit après 5 jours, il est de 4,50%. Pour la levure hypovitaminée, il se produit après 4 jours et est de 6,70%.

Pendant cette période de la culture la levure saine contient deux fois moins de lipides que la levure malade.

L'hypovitaminose provoque donc à ce moment un engraissement des levures.

Troisième phase :

Cette dernière phase marque une nouvelle augmentation des teneurs en lipides des levures ; elles contiennent au trentième jour 8,0% pour la levure saine et 7,3% pour la levure hypovitaminée.

Cette augmentation est forte pour la culture de levures disposant de vitamine B₁. En effet, sa teneur en lipide est presque doublée par rapport à son minimum. Au contraire, la levure hypovitaminée présente une faible augmentation.

Les différences observées au cours de ces trois phases successives nous montrent que la vitamine B₁ a une influence sur l'évolution des lipides au cours du développement des cultures.

Cette influence se marque-t-elle également sur la quantité des lipides contenus dans les levures ?

Nous avons calculé les teneurs moyennes entre 2 et 30 jours en déterminant les surfaces comprises entre l'axe des jours et les courbes et en divisant par le nombre de jours. Nos résultats sont : 7,2% pour la levure hypovitaminée et 6,7% pour la levure saine.

En résumé, on peut dire que la présence de vitamine B₁ provoque une intensification des différentes phases qui se produisent au cours de l'évolution des teneurs en lipides pendant le développement des cultures. De plus, l'aneurine provoque une légère diminution du taux en lipide des levures.

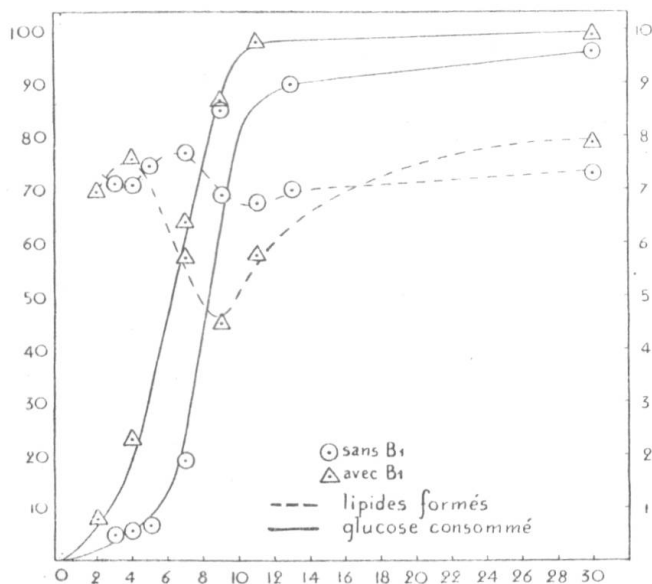
Après avoir vu comment évoluent les teneurs en lipides en fonction de l'âge des levures, abordons maintenant l'étude des relations de ces teneurs avec les variations de la composition du milieu de culture. Dans ce dernier, les éléments considérés seront le glucose et l'acidité formée.

Nous avons constaté précédemment que la disparition du glucose offert est lié (85%) à la fermentation alcoolique. En conséquence, les relations que nous établissons entre les lipides cellulaires et le glucose du milieu exprimeront assez exactement les rapports entre la fermentation et l'engraissement des levures.

En même temps que les déterminations des lipides, nous avons dosé le glucose consommé. Voici nos résultats :

Age des cultures en jours	Levure sans vitamine B ₁		Levure avec vitamine B ₁	
	Glucose consommé % de glucose offert	Lipides formés % de levures séchées	Glucose consommé % de glucose offert	Lipides formés % de levures séchées
2	—	—	9,91	6,98
3	5,4	7,15	—	—
4	6,13	7,09	23,4	7,59
5	7,71	7,46	—	—
7	18,7	7,71	64,2	5,73
9	84,8	6,92	86,9	4,49
11	—	6,71	97,9	5,81
13	87,9	7,01	—	—
30	95,8	7,32	98,2	7,90

Afin de pouvoir mieux comparer ces deux phénomènes, nous avons dessiné le graphique suivant :

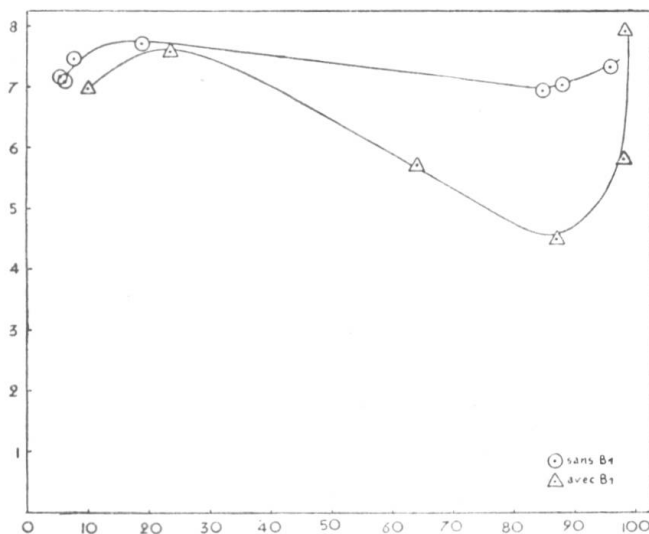


GRAPHIQUE N° 19

Rapport entre la consommation du glucose et la formation des lipides.
 Axe des abscisses : temps de culture en jours.
 Axe des ordonnées : droite : mg lipides formés p. 100 mg de levure.
 gauche : glucose consommé p. cent du glucose offert.

D'après ce graphique, nous voyons que la phase de la fermentation (forte consommation du glucose) correspond dans les deux cas à la phase de diminution des lipides. Dès que la fermentation cesse, les teneurs en lipides des levures augmentent.

Pour rendre ce fait d'une façon plus évidente, nous avons établi le graphique suivant qui exprime les teneurs en lipides en fonction de la consommation du glucose, c'est-à-dire en fonction de la fermentation.



GRAPHIQUE N° 20

Teneurs de la levure en lipides en fonction du glucose consommé.
 Axe des abscisses : glucose consommé p. cent du glucose offert.
 Axe des ordonnées : mg lipides formées p. 100 mg de levure.

L'examen de ce graphique démontre clairement que les deux phénomènes, en présence et en absence de vitamine B₁, se présentent de la même façon quant à leur évolution. Dans les deux cas, on constate les trois phases suivantes : une augmentation puis une diminution suivie d'une nouvelle augmentation des teneurs en lipides. Ces différentes phases sont intensifiées par la présence de vitamine B₁.

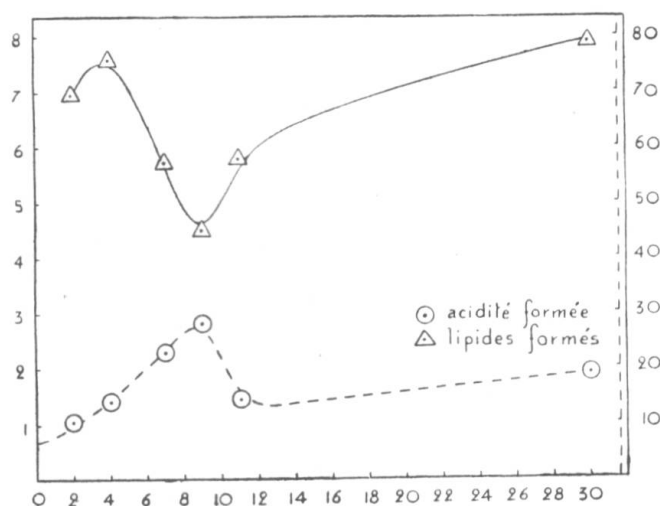
Le début et la fin de la fermentation coïncident avec des augmentations des teneurs en lipides.

La fermentation qui consomme la presque totalité du glucose offert (des 20% aux 90%), entraîne une diminution des lipides des levures.

Le second élément du milieu de culture dont les variations sont comparées à celles des teneurs en lipides des levures est l'acidité formée. Dans ce but, nous avons dosé dans les liquides de culture l'acidité formée en même temps que nous avons extrait les lipides des levures. Ces dosages nous ont donné les résultats suivants :

Age des cultures en jours	Acidité totale en cc NaOH 1,0-n ^o /100	
	Cultures sans B ₁	Cultures avec B ₁
2	—	10,5
3	7,50	—
4	7,55	14,0
5	13,0	—
7	16,0	23,0
9	29,0	28,0
11	26,5	14,5
13	35,0	—
30	25,0	19,0

Pour discuter ces rapports, nous nous servons du graphique suivant. Nous avons choisi le cas de la culture de levures disposant de vitamine B₁ car le phénomène y est plus nettement marqué.



GRAPHIQUE N° 21

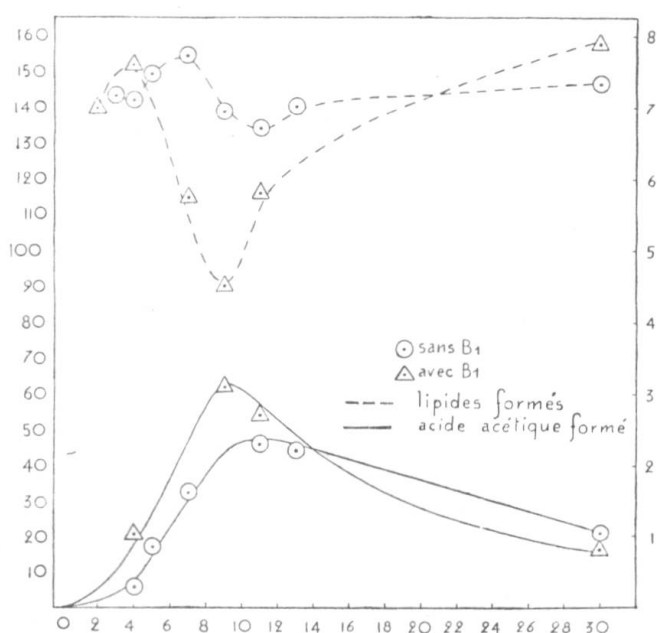
Rapport entre l'acidité totale et les lipides formés : culture avec vitamine B₁.

Axe des abscisses : temps de culture en jours.

Axe des ordonnées : droite : acidité formée en cc NaOH 1,0-n p.1000 cc.
gauche : mg lipides formés p. 100 mg de levure.

Ce graphique nous montre en effet que l'acidité formée est en rapport assez étroit avec les teneurs en lipides des levures. Lorsque l'acidité formée croît, la teneur en lipides diminue et inversement.

Ce fait nous a amené à comparer la formation des lipides avec celle de l'acide acétique ; constituant principal de l'acidité totale du milieu. Voici le graphique que nous avons obtenu :



GRAPHIQUE N° 22

Rapport entre l'acide acétique et les lipides formés.

Axe des abscisses : temps de culture en jours.

Axe des ordonnées : droite : mg lipides formés p. 100 mg de levure,
gauche : acide acétique formé en cc NaOH 1,0-n
p. 1000 cc.

En examinant ce graphique, on constate que la teneur des lipides diminue tant que l'acide acétique augmente. Le maximum atteint par la teneur en acide acétique du milieu coïncide avec le minimum des lipides formés. Dans les deux cas, nous envisageons le même phénomène quoique plus prononcé dans la culture de levures saines.

Tout se passe, à partir du maximum d'acidité comme si l'acide acétique contribuait à l'élaboration des lipides de la levure. On pourrait en effet supposer, puisque l'acide acétique commence à disparaître seulement lorsque le glucose offert est épuisé, qu'il constitue une seconde source de carbone pour l'élaboration des lipides.

Étudions pour terminer les rapports existant entre les teneurs en lipides et celles en glucides et protides des levures. Notons toutefois que cette étude présente quelque incertitude car, nous n'avons pas déterminé expérimentalement les teneurs en glucides, nous les avons calculées en déduisant de 100 (poids de la levure) la somme : lipides + protides + cendres (5%).

Au cours d'un prochain chapitre, dans lequel nous étudierons le métabolisme des protides, nous verrons que les teneurs en protides se révèlent approximativement constantes pendant toute la durée de la culture. En conséquence, les teneurs en glucides *calculées*, seront directement influencées par les teneurs en lipides. Cette dernière constatation permettrait de croire que pendant la phase active de la fermentation, les glucides s'accumuleraient « relativement » dans le corps cellulaire aux dépens des lipides. La fermentation achevée, il y aurait renversement de ce rapport et ainsi, les glucides se transformeraient en lipides. On peut également noter que l'apport de vitamine B₁ intensifie les phases de ce phénomène.

Pour résumer les résultats que nous avons obtenus au cours de cette étude du métabolisme des lipides des levures, nous pouvons dire que l'hypovitaminose détermine un léger engraissement des levures, mais que l'action de la vitamine se marque principalement par une intensification des différentes phases des phénomènes qui se passent au cours de l'évolution des lipides.

2. Analyse des lipides extraits

Les expériences que nous avons décrites ont montré que la vitamine B₁ a une influence nette sur la teneur en lipides. Dans le but de savoir si l'aneurine exerce une action non seulement sur la quantité mais aussi sur la qualité des lipides formés, nous les avons analysés sommairement. Le dosage porte sur leurs principaux constituants : les acides gras, l'insaponifiable, l'hydrosoluble.

Les lipides extraits des divers échantillons de levures d'âges différents ont été recueillis et mélangés afin d'en obtenir une quantité suffisante pour effectuer l'analyse.

Voici les résultats :

1. — Levure cultivée en absence de vitamine B₁ :
417,8 mg de lipides ont donné 329,8 mg d'acides gras, 69,3 mg d'insaponifiable et 18,0 mg d'hydrosoluble.
2. — Levure cultivée en présence de vitamine B₁ :
320,9 mg de lipides ont donné 249,8 mg d'acides gras, 58,3 mg d'insaponifiable et 12,8 mg d'hydrosoluble.

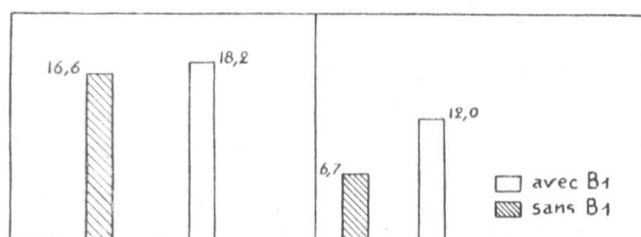
Ces analyses nous ont permis de calculer la composition centésimale des lipides.

	Cultures sans B ₁	Cultures avec B ₁
Acide gras	78,9	77,8
Insaponifiable	16,6	18,2
Hydrosoluble	4,3	4,0

Les valeurs consignées dans le tableau ci-dessus montrent que la composition des lipides des levures cultivées en présence et en absence de vitamine B₁ est presque identique. Les teneurs en acides gras, insaponifiable et hydrosoluble sont à peu de choses près les mêmes. Nous constatons ici, comme dans d'autres cas, que les acides gras tiennent la plus grande place dans la composition des lipides.

La proportion des composants est la même dans les lipides de la levure saine et hypovitaminée ; par contre, nous enregistrons des différences qualitatives entre ces composants. Nous avons calculé les poids moléculaires moyens des acides gras. Connaissant le poids et le titre de ces acides, et en supposant qu'il y ait un seul acide, nous avons obtenu les valeurs suivantes : 276 pour la levure hypovitaminée et 287 pour la levure saine. Ces poids moléculaires moyens sont voisins, de sorte que la composition des acides correspondant doit être assez semblable. Les dosages d'ergostérol à partir de l'insaponifiable ont fourni les résultats inattendus que nous consignons dans le tableau et le graphique suivants :

Ergostérol	Cultures sans B ₁	Cultures avec B ₁
% de l'insaponifiable	6,67	12,0
% des lipides	1,60	3,74



GRAPHIQUE N° 23

Dessin de droite : ergostérol p. cent de l'insaponifiable.
Dessin de gauche : insaponifiable p. cent des lipides.

C'est donc dans la teneur en ergostérol que se différencient les lipides des deux levures. En effet, la teneur en ergostérol de la levure saine est presque le double de celle de la levure hypovitaminée.

En résumé, la vitamine B₁ ne semble avoir aucune influence sur les proportions des acides gras, de l'insaponifiable et de l'hydrosoluble de ces lipides. Par contre, elle provoque une élévation considérable de la teneur en ergostérol.

3. Métabolisme protidique

Dans les chapitres précédents, nous avons examiné le métabolisme lipidique ; nous allons poursuivre notre étude, en examinant au cours de ce chapitre, l'influence de la vitamine B₁ sur le métabolisme protidique. Nous avons limité ces recherches à des déterminations de la teneur en azote d'échantillons de levures d'âges divers et cultivées en présence et en absence de vitamine B₁.

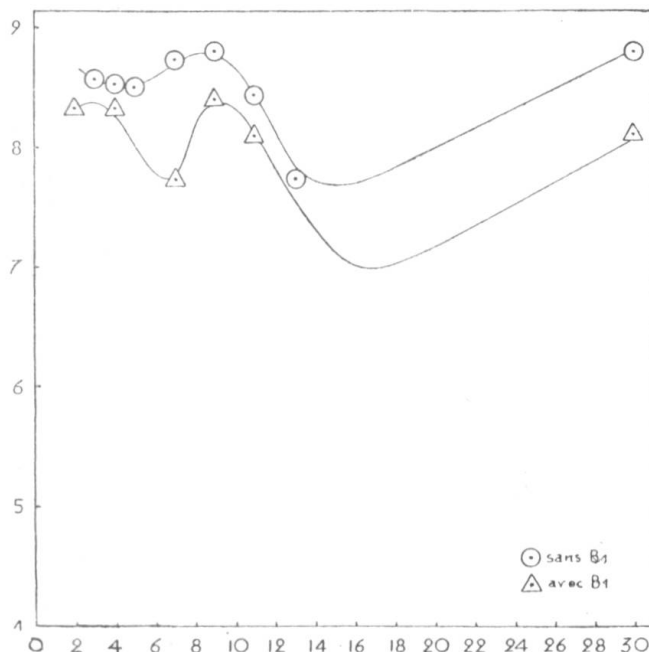
Soucieux de vérifier l'exactitude des résultats obtenus, nous avons utilisé deux méthodes de dosages très différentes. En effet, la teneur en azote de la Mycoleuvre de Duclaux cultivée dans notre milieu synthétique peut être déterminée de deux façons. Premièrement, d'une façon directe par la méthode de Kjeldahl, en attaquant la levure par H₂SO₄ et en dosant l'azote ammoniacal formé.

Deuxièmement, d'une façon indirecte en déterminant l'azote ammoniacal consommé, puisque c'est la seule source d'azote assimilable par la levure, et le poids sec, on peut ainsi calculer le pourcentage d'azote présent dans la levure. Ces deux méthodes ont fourni des résultats que nous exposerons séparément.

I. — Dosage direct.

Nous résumons les résultats que nous avons obtenus dans le tableau et le graphique suivants :

Age des cultures en jours	Teneurs en azote %	
	Cultures sans B ₁	Cultures avec B ₁
2	—	8,32
3	8,58	—
4	8,52	8,32
5	8,50	—
7	8,73	7,72
9	8,77	8,40
11	8,44	8,13
13	7,74	—
30	8,77	8,11



GRAPHIQUE N° 24

Teneurs en azote de la levure en fonction du temps.

Axe des abscisses : temps de culture en jours.

Axe des ordonnées : mg azote p. cent mg de levure.

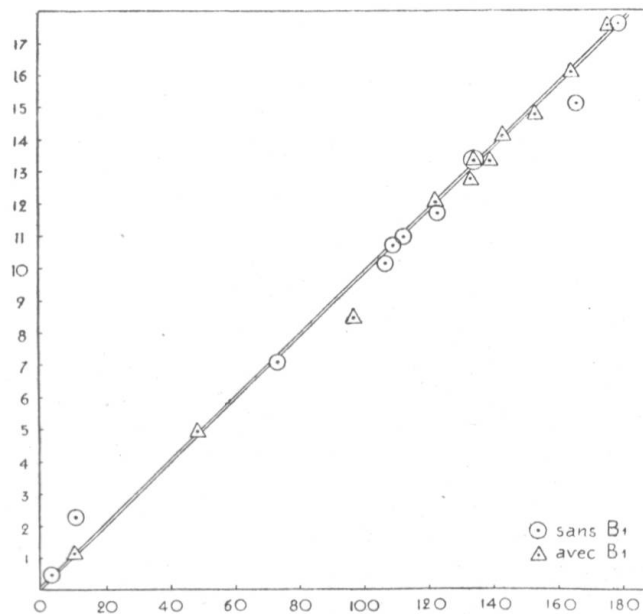
Les valeurs du tableau ainsi que le graphique ci-dessus montrent que la teneur en protides est plus élevée chez la levure hypovitaminée que chez la levure saine pendant toute la durée de la culture. Par le graphique nous voyons que les deux métabolismes présentent une grande similitude dans leur évolution. Il nous manque toutefois, les données suffisantes pour affirmer que la fin de la courbe avec vitamine B₁ est parallèle à celle sans vitamine B₁. Pourtant, le parallélisme observé dans le début des deux courbes nous permet de tenir pour probable l'évolution parallèle finale des deux courbes. En effet, dans les deux cas, on observe une augmentation puis une diminution suivie d'une nouvelle augmentation. Dans cette évolution on constate à nouveau un retard de deux jours de la levure hypovitaminée par rapport à la levure saine. Par conséquent, la vitamine B₁ a une influence nette sur le métabolisme des protides. Cette influence ne se marque pas par une différence dans l'évolution du phénomène mais par une diminution des teneurs en protides.

II. — Dosage indirect

A l'aide de cette méthode, nous avons obtenu les résultats suivants :

Age des cultures en jours	Teneur en azote %	
	Cultures sans B ₁	Cultures avec B ₁
1	11,6	10,57
2	—	10,17
3	9,55	9,54
4	10,0	9,88
5	9,75	9,60
6	9,70	9,92
7	10,0	9,58
9	9,40	9,69
11	9,90	9,89
13	9,10	9,71
20	9,80	10,01
30	9,80	9,50

Afin d'exposer ces résultats d'une façon plus suggestive, nous avons établi un graphique représentant l'azote consommé en fonction du poids sec de la levure.



GRAPHIQUE N° 25

Consommation de l'azote ammoniacal en fonction du poids sec.
 Axe des abscisses : poids sec mg/50 cc.
 Axe des ordonnées : azote ammoniacal consommé mg p. 50 cc.

Il ressort clairement de ce graphique que la consommation de l'azote par la levure est constante. De plus, elle est la même pour les deux levures cultivées en présence et en absence de vitamine B₁. Si tout l'azote consommé reste dans le corps cellulaire, la teneur moyenne en azote pour les deux levures est constante et égale à 9,72 p. cent.

Comparons maintenant les résultats obtenus par les deux méthodes de dosages mentionnées ci-dessus. Ces résultats sont évidemment différents. En effet, d'après la méthode directe, les teneurs en azote étaient non seulement variables selon l'âge de la culture, mais encore y avait-il un écart quantitatif entre les deux levures.

D'après les résultats de la méthode indirecte, ces remarques tombent, les valeurs sont constantes, indépendantes de l'âge et de la vitamine B₁. Notons également, que les valeurs obtenues par la méthode indirecte sont considérablement plus élevées que celles obtenues par la méthode directe. Il existe, en effet, entre ces valeurs une différence de l'ordre de grandeur de 20% environ par rapport aux résultats des dosages indirects. D'où proviennent ces écarts ? Plusieurs causes peuvent être invoquées :

1. — L'azote ammoniacal consommé formerait non seulement des protides, mais encore d'autres substances (parties intégrantes de la levure) qui ne peuvent être dosées par la méthode de Kjeldahl. Toutefois, la quantité de ces substances qui peuvent se former serait très inférieure aux écarts observés entre les dosages. Cette possibilité est donc à écarter.

2. — Tout l'azote ammoniacal disparu du milieu de culture (dosage indirect) et consommé par la levure, ne demeure pas intégralement dans le corps cellulaire. En d'autres termes, le dosage indirect mesure l'azote qui a été consommé par la levure, tandis que le dosage direct détermine l'azote qu'elle a retenu. On ne s'étonnera plus dès lors, que les chiffres de la méthode indirecte accusent des valeurs supérieures à celles de la méthode directe (20% environ) écart qui dépasse de beaucoup l'erreur par défaut reconnue par divers auteurs à

la méthode de Kjeldahl. Dans ce cas, nous pouvons dire qu'une partie de l'azote ammoniacal consommé repasse dans le milieu de culture sous une forme non décelable par la méthode indirecte, c'est-à-dire non ammoniacale. Notons aussi que ces substances ne peuvent être ni nitreuses, ni nitriques, ni de l'hydroxylamine, car des dosages précédents ont montré qu'il ne se forme ni azote nitrique, ni azote nitreux, ni hydroxylamine. Cette explication est la seule qui soit compatible avec la précision des méthodes de dosages adoptées. Par ailleurs, cette observation n'est pas nouvelle puisque plusieurs auteurs l'ont déjà mentionnée (PASTEUR, HAYDRUCK, PRINGSHEIM, LAMPITT, NIELSEN et HARTÉLIUS).

En conclusion, nous arrivons au fait nouveau et inattendu que la vitamine B₁ exerce une action excitante sur le processus d'excrétion de l'azote. En effet, puisque la consommation de l'azote est identique chez les deux levures (dosage indirect) et que, d'autre part, la rétention est différente (dosage direct), la quantité d'azote qui repasse dans le milieu de culture est donc plus grande dans le cas de la levure saine.

Afin de pouvoir déterminer l'azote excrété, nous avons calculé les teneurs moyennes en azote des deux levures selon la méthode directe en mesurant les surfaces comprises entre les courbes et l'axe des jours et en divisant ces valeurs par le nombre de jours. Ces moyennes pour les deux méthodes de dosage sont donc les suivantes :

	Cultures sans B ₁	Cultures avec B ₁
Méthode indirecte	9,72 p. cent.	9,72 p. cent.
Méthode directe	8,39 p. cent.	7,90 p. cent.

Ensuite de ce que nous avons exposé précédemment, les différences entre les valeurs obtenues par la méthode indirecte et par la méthode directe, représentent les quantités d'azote excrété.

Dans le tableau suivant, nous avons calculé cette excré-
tion par rapport à l'azote consommé et par rapport à l'azote
retenu.

	Cultures sans B ₁	Cultures avec B ₁
Azote excrété p. cent. de levures	1,33	1,82
Azote excrété p. cent. d'azote consommé	13,7	18,8
Azote excrété p. cent. d'azote retenu	15,8	23,0

Ces chiffres montrent d'une façon très nette l'action
exercée par la vitamine B₁ sur ce processus d'excrétion.

En résumé, nous pouvons dire que la vitamine B₁ n'a pas
d'influence sur la consommation de l'azote. Par contre, le
manque de vitamine B₁ entraîne une accumulation de pro-
tides qui semble être due à une inhibition de l'excrétion de
l'azote. Nous constatons de ce fait, que la vitamine B₁ est
nécessaire pour maintenir l'équilibre du métabolisme azoté.

DISCUSSION

1. Schéma de la fermentation alcoolique

L'état actuel de nos connaissances sur le mécanisme de la
fermentation alcoolique est avancé. Les étapes intermé-
diaires décelées entre le produit initial, le glucose, et le pro-
duit final, l'alcool, sont au nombre de douze.