

**Zeitschrift:** Archives des sciences physiques et naturelles  
**Herausgeber:** Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève  
**Band:** 1 (1919)

**Artikel:** Transformations des acides fumarique et malique par les tissus animaux  
**Autor:** Battelli, F. / Stern, L.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-742191>

#### **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:** 17.01.2026

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

dues à l'Hydrogène et à l'Hélium. Puis il y a eu apposition à ces raies, du côté le moins réfrangible, de bandes d'émission dues à ces mêmes éléments et accusant des déplacements de grande rapidité chiffrés par des centaines et même des milliers de kilomètres. On aboutira probablement ici encore au spectre normal final des étoiles temporaires contenant les raies brillantes des nébuleuses<sup>1</sup>. En somme, phénomènes analogues à ceux de la Nova de Persée, mais avec des caractères spéciaux.

M. LUNT termine son rapport par la remarque suivante : « Dans les Novae on a probablement affaire à trois catégories de corps : 1<sup>o</sup> l'étoile elle-même, 2<sup>o</sup> un milieu absorbant résistant, 3<sup>o</sup> les produits gazeux d'expansion (outburst) produits par l'action réciproque des corps 1<sup>o</sup> et 2<sup>o</sup>. » C'est tout ce qu'on peut dire pour le moment.

#### Séance du 5 juin 1919.

F. BATELLI et L. STERN. — *Transformation des acides fumrique et malique par les tissus animaux.*

Dans des recherches antérieures nous avions montré que les tissus animaux oxydent rapidement l'acide succinique en acide malique par l'intervention d'un catalyseur insoluble, la succinicoxydone. Or M. TINBECK a constaté que dans cette oxydation de l'acide succinique il se forme, à côté de l'acide malique, aussi de l'acide fumrique.

Il nous a paru intéressant de rechercher si le premier produit d'oxydation de l'acide succinique était constitué par l'acide malique ou bien par l'acide fumrique. L'acide ainsi formé par oxydation aurait pu ensuite être transformé dans l'autre acide par hydratation ou par déhydratation.

M. TINBECK a constaté que le muscle peut transformer l'acide

<sup>1</sup> Dans sa dernière note (The Observatory, vol. XLII, p. 248), M. LUNT signale, en effet, à la date du 7 avril, la couleur verdâtre de la Nova, due au fait que son spectre est presque monochromatique et comprend, à côté de faibles lignes de l'hydrogène, la bande du « nebrium » à  $\lambda = 4363$  et surtout les deux lignes brillantes  $N_1$  et  $N_2$ , dans le vert, attribuées au même élément hypothétique.

fumarique en acide malique, mais il n'a pas fait de recherches détaillées sur ce point.

Nous avons repris ces expériences et avons en outre recherché si les tissus peuvent aussi transformer l'acide malique en acide fumarique.

Dans un mélange d'acides malique et fumarique, il est assez difficile de déterminer la quantité d'acide malique. Il est par contre assez facile de doser, au moins d'une manière approximative, la quantité d'acide fumarique.

Dans ces déterminations nous avons utilisé comme réactif le chlorure ferrique, qui est d'un emploi très commode. Si l'acide fumarique se trouve seul en solution neutre, le chlorure ferrique le précipite complètement. Mais lorsque l'acide fumarique se trouve à côté de l'acide malique, le malate de fer soluble tient en solution une partie de fumarate de fer. Pour diminuer cette action du malate de fer on ajoute au mélange de ces acides, de l'alcool dans la proportion de 25 %.

Dans nos expériences nous employions des solutions d'acide malique ou d'acide fumarique à 1/100. On ajoute le tissu broyé tel quel, ou l'extrait aqueux, ou le résidu lavé, etc., et on laisse en contact pendant 30 minutes environ à la température de 40°. On fait ensuite bouillir, on filtre et on évapore le filtrat. On acidifie avec de l'acide sulfurique et on extrait par l'éther. Après évaporation de l'éther, on neutralise le résidu et on précipite l'acide fumarique par le chlorure ferrique après avoir ajouté de l'alcool dans la proportion de 25 %.

Nous n'avons pas dosé l'acide malique et nous admettons pour le moment, sans en être certains, que tout l'acide fumarique disparu est transformé exclusivement en acide malique.

Nous avons constaté que tous les tissus que nous avons examinés, à l'état d'émulsion dans l'eau, transforment plus ou moins énergiquement l'acide fumarique en acide malique. La substance active passe très facilement en solution dans l'eau; elle est détruite par un chauffage à 52-54° pendant 30 minutes. Elle présente ainsi les caractères des fermentes solubles et nous proposons de lui donner le nom de *fumarase*.

La fumarase est détruite si on traite par l'alcool les tissus ou leurs extraits.

Plusieurs tissus tels que le foie, le rein, les muscles sont très riches en fumarase. Ainsi 1 gramme de foie ou de rein peut transformer 0,30 d'acide fumarique en 30 minutes. D'autres tissus tels que la rate, le cerveau, le pancréas et le sang, renferment des quantités de fumarase beaucoup plus faibles.

La plupart des tissus accomplissent en outre la réaction inverse, c'est-à-dire détruisent l'acide malique en le transformant en acide fumarique. C'est ainsi que se comportent le muscle, le foie, le rein. En employant les tissus pauvres en fumarase (rate, pancréas, sang) on ne réussit pas à obtenir une transformation appréciable de l'acide malique en acide fumarique, que ces tissus soient réellement dépourvus d'une telle propriété, ou que cette réaction soit masquée par la réaction inverse.

La substance active qui transforme l'acide malique en acide fumarique est soluble dans l'eau; elle est détruite par un chauffage à 55°. Elle a donc les caractères d'un ferment.

Il serait intéressant de savoir si les deux réactions d'hydratation et de déshydratation sont accomplies par un ferment unique, la fumarase, ou par deux ferments distincts.

Nous pensons qu'il s'agit de deux ferments distincts, parce que dans le mélange les proportions d'acides malique et fumarique peuvent atteindre un point d'équilibre final très différent suivant la manière dont on prépare les ferments. Ainsi si l'on prépare un extrait musculaire bien limpide, débarrassé de nucléoprotéides par un traitement à l'acide acétique dilué, l'acide fumarique est transformé à peu près complètement en acide malique. Par contre le muscle broyé, lavé à l'eau à plusieurs reprises de manière à obtenir un résidu incolore, perd presque complètement le pouvoir de transformer l'acide fumarique en acide malique, mais transforme énergiquement l'acide malique en acide fumarique. Toutefois nous ne voulons pas affirmer d'une manière définitive qu'il s'agisse de deux ferments distincts.

On pourrait aussi discuter si le rôle de la fumarase (ou des deux ferments distincts) est bien celui d'agir dans l'organisme sur les acides fumarique et malique, ou bien si ces ferments peuvent provoquer d'autres réactions d'hydratation et de déshydratation. Quoi qu'il en soit, nous avons là un ou deux ferments

endocellulaires qui accomplissent avec une grande énergie des réactions d'hydratation simple sans scission de la molécule, et de déhydratation simple sans condensation. Ces ferment pré-sentent en outre l'avantage de pouvoir être démontrés dans les tissus animaux avec la plus grande facilité.

Quant à l'oxydation de l'acide succinique par la succinicoxy-done, nous devons admettre que le premier produit d'oxydation est l'acide malique. En effet, le résidu musculaire bien lavé à l'eau ne possède presque pas le pouvoir de transformer l'acide fumarique en acide malique, comme nous l'avons dit. Or après l'oxydation de l'acide succinique par le résidu musculaire, on trouve dans le mélange beaucoup plus d'acide malique que d'acide fumarique (75 % d'acide malique et 25 % d'acide fumarique par exemple). L'acide fumarique provient donc, comme il est aisément de comprendre, de la déhydratation consécutive de l'acide malique formé.

B.-P.-G. HOCHREUTINER. — *Sur les relations de parenté des Guttifères avec d'autres familles végétales.*

En étudiant la famille des Guttifères, nous avons été frappé par la concrescence des étamines entre elles et avec la base des pétales chez beaucoup d'Hypéricinées comme aussi chez les Guttifères proprement dites. Chez plusieurs *Hypericum*, chez les *Garcinia* du groupe *Terpnophyllum* Tr. et Pl., classés par VESQUE dans la section *Mangostana*, et chez notre *Garcinia Chevalierana* Hochr., appartenant pourtant à la section *Rheediopsis*, la disposition des étamines et des pétales est identique à ce qu'on trouverait chez une Malvacée si l'on fendait son tube staminal jusqu'à la base par cinq entailles symétriques. On peut même dire que chez les *Sympmania* la disposition est identique et que seuls les caractères végétatifs et la présence d'un disque entre le tube staminal et la corolle ont pu induire les botanistes à ne pas classer ce genre parmi les Malvacées.

Ces considérations nous ont amené à faire des comparaisons plus étendues entre les Guttifères et les *Malvales* ou plutôt les Columnifères<sup>1</sup> en général.

<sup>1</sup> Le nom correct qui nous paraît devoir être appliqué à cet ordre est *Columniferae* L. (1764) de préférence à *Malvales* Lindl. (1833) qui est