

**Zeitschrift:** Bulletin de la Société Neuchâteloise des Sciences Naturelles  
**Herausgeber:** Société Neuchâteloise des Sciences Naturelles  
**Band:** 66 (1941)

**Artikel:** Observations sur les "anthocyanophores" du chou rouge  
**Autor:** Favarger, Claude  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-88758>

#### **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:** 09.02.2026

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

# OBSERVATIONS SUR LES « ANTHOCYANOPHORES » DU CHOU ROUGE

par

CLAUDE FAVARGER

AVEC 4 FIGURES DANS LE TEXTE

Au cours d'une étude sur les cellules à anthocyane des organes végétatifs, et en particulier des feuilles, notre attention a été attirée par les cellules pigmentées du Chou rouge, dans lesquelles il est facile d'observer des sphères fortement colorées. Ces sphères ont un comportement assez curieux, et en outre les vacuoles qui les contiennent présentent des réactions qui ne sont pas uniquement celles des pigments anthocyaniques. Nous avons pensé qu'il valait la peine de les examiner de près, d'autant plus que les cellules à anthocyane d'autres plantes nous ont fourni des réactions assez semblables, bien qu'étant dépourvues de sphères colorées. Les sphères du Chou rouge ont été considérées par Molisch comme des gouttelettes d'anthocyane amorphe. Les tissus pigmentés de cette plante contiennent fréquemment, en effet, des cristaux d'anthocyane, découverts aussi par Molisch, et cet auteur crut pouvoir déduire de la présence d'intermédiaires entre les cristaux et les sphères que ces dernières étaient formées par le pigment à l'état amorphe.

Guilliermond, dans une magistrale étude sur les pigments anthocyaniques, revient sur les corps sphériques du Chou rouge, qu'il compare à ceux de la feuille et de la fleur d'*Iris germanica*, auxquels il a consacré une étude approfondie et très précise. De cette étude, il résulte que dans l'*Iris germanica* les sphérule que Guilliermond assimile aux anthocyanophores de Lippmaa « sont constituées par une substance colloïdale, ne correspondant pas à un tanin et qui serait unie par combinaison ou par adsorption à un composé oxyflavonique susceptible dans certaines conditions de se transformer en pigment anthocyanique ». D'après certaines de ses réactions, la substance fondamentale des sphères de l'*Iris* serait peut-être un mucilage. Guilliermond, étudiant les

corps sphériques du Chou rouge, leur trouve un aspect tout à fait analogue et s'exprime ainsi à leur sujet : « Bien que nous n'ayons fait sur ces corps qu'un petit nombre de réactions, il nous semble qu'ils ont une constitution voisine de ceux que l'on observe dans les Iris. »

Nous avons fait une étude assez détaillée de ces corps et parvenons aux mêmes conclusions que notre maître Guilliermond ; en particulier il nous semble possible de prouver que ces corps ne sont pas de l'anthocyane amorphe, mais qu'ils résultent de l'adsorption de l'anthocyane par une sphérule dont nous n'avons pu préciser la nature chimique, mais qui semble bien indépendante du pigment et peut-être en relation avec une substance existant dans la vacuole à l'état colloïdal.

Nous avons commencé par extraire le pigment brut par la méthode préconisée par Guilliermond, et avons obtenu les mêmes réactions que ce savant. Ces réactions sont celles des pigments anthocyaniques ; nous avons également recherché les tanins et avons eu un résultat tout à fait négatif.

*Réactions du pigment extrait par l'alcool.*

Soude caustique . . . . .	Coloration vert émeraude, virant au jaune vif au bout de quelques heures.
Acides . . . . .	Coloration rouge cerise.
Chlorure ferrique . . . . .	Coloration violet foncé, puis noire, sans précipité.
Acide osmique . . . . .	Coloration gris rose virant au pelure d'oignon, puis assez longtemps après au noir.
Réactif de Courtonne . . .	Précipité vert.
Bichromate de potassium .	Coloration brun orange, sans précipité.
Chloromolybdate d'ammonium . . . . .	Aucun précipité.
Caféine à 4 % . . . . .	»     »

De ces réactions *in vitro*, il résulte que la feuille de Chou rouge ne contient pas de tanin, comme l'avait déjà observé Guilliermond.

*Examen de fragments du limbe dans la solution de Ringer.*

Dans les Choux rouges que nous avons examinés, nous n'avons observé que de rares cristaux. Ceux-ci ne se présentaient jamais dans le limbe, mais toujours dans l'assise sous-épidermique des nervures de la face inférieure des feuilles. Dans le limbe, nous avons observé, à la face inférieure, deux assises pigmentées : 1° l'épiderme, dont les cellules présentent une unique grande vacuole contenant un pigment lilas pâle ou rosé, sans doute en

solution assez diluée, et une grosse sphère beaucoup plus foncée et d'un rouge vineux, paraissant avoir concentré sur elle une partie du pigment. La vacuole contient parfois (fig. 1 a) d'autres sphères minuscules et incolores, animées de mouvements brow-

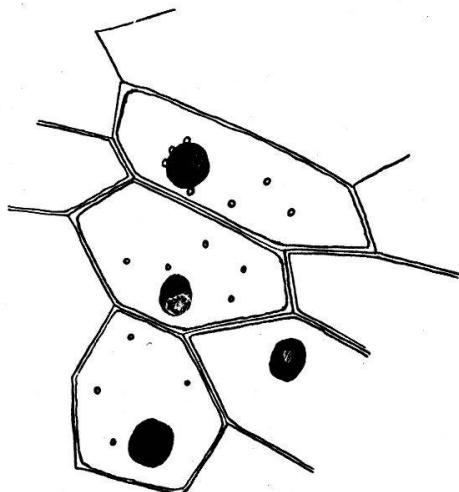


Fig. 1 a

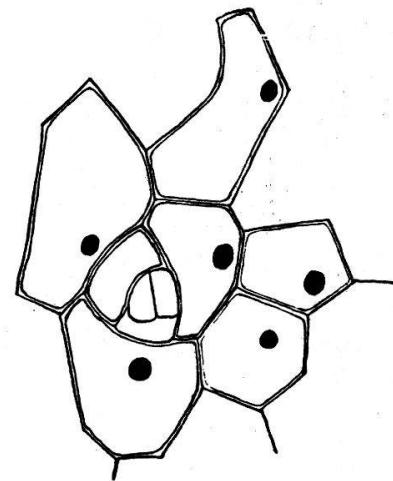


Fig. 1 b

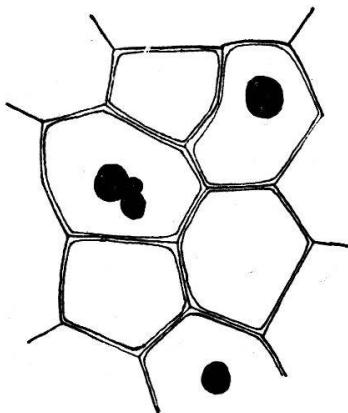


Fig. 2

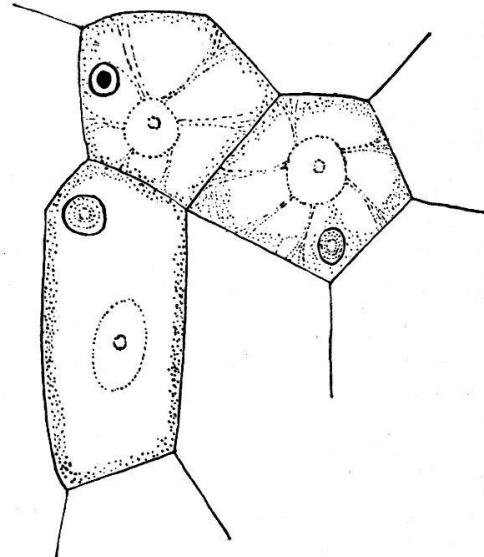


Fig. 3

Fig. 1 a et 1 b. Cellules de l'épiderme examinées dans le liquide de Ringer.

Fig. 2. Cellules de l'assise sous-épidermique.

Fig. 3. Cellules épidermiques fixées au Helly et traitées par l'Hématoxyline.

niens et qui semblent susceptibles de venir se fixer sur la grande. La grosse sphère n'a pas toujours un aspect homogène, mais paraît contenir souvent des sortes d'inclusions qui n'ont pas de forme bien déterminée ; 2<sup>o</sup> l'assise sous-épidermique, qui renferme également dans toutes ses cellules un pigment anthocyane. Ce dernier, d'un rouge vineux, paraît en solution plus concentrée. Il coexiste dans la vacuole avec des sphères semblables à celles de l'épiderme (fig. 2).

### *Réactions microchimiques.*

Nous avons d'abord recherché les tanins au moyen des réactifs indiqués par Guilliermond et Gautheret et avons obtenu des résultats négatifs. En particulier, la caféine en solution à 4 % ne donne aucun précipité, et le chloromolybdate d'ammonium ne produit qu'une plasmolyse sur laquelle nous reviendrons tout à l'heure. Nous avons fait ensuite, aussi bien entre lame et lamelle qu'en plaçant les coupes dans des verres de montre, un certain nombre de réactions dont il nous paraît utile de donner un compte rendu détaillé.

*Chlorure ferrique* : Aucun précipité. Les cellules de l'épiderme deviennent rose pâle, puis lilas ; celles de l'hypoderme rouge cerise, puis violettes. En même temps, la sphérule devient rose, puis se décolore. Pour finir, les cellules à anthocyane paraissent lilas gris et la sphérule subsiste incolore à côté du noyau.

*Bichromate de potassium* : Nous n'avons jamais observé la formation de précipités verts dont parle Guilliermond. Par l'action du bichromate, les sphères deviennent bleu intense, et en même temps il apparaît dans la vacuole de nombreuses sphérules plus petites, également bleues et animées de mouvements browniens très rapides. Le suc vacuolaire pâlit. Puis les sphères passent au bleu gris, se décolorent et deviennent jaunâtres. Les cellules de l'hypoderme se distinguent des cellules épidermiques par l'apparition, sous l'effet du réactif, de sphères plus grosses et moins nombreuses.

*Liqueur de Courtonne* : Dans les deux tissus examinés, il se forme des précipités en forme de sphérules rouge vineux ou lilas, devenant peu à peu vert bleu.

*Acide osmique* : Ce réactif produit des aspects très semblables à ceux causés par le bichromate. Les sphères deviennent bleu foncé. Il apparaît de nombreuses sphérules bleues plus grosses dans l'hypoderme que dans l'épiderme. Celles-ci restent longtemps colorées. Quant au suc vacuolaire, il vire au gris lilas pâle sans se décolorer.

*Acide chlorhydrique normal* : Le suc cellulaire vire au rouge cerise et, pendant le virage, la sphère disparaît brusquement sans laisser de trace. Un peu avant sa disparition, le noyau, généralement peu visible, apparaît avec une grande netteté.

*Soude caustique ou ammoniaque* : Le suc cellulaire vire au violet, au bleu vert, au vert, puis au jaune. Les sphères deviennent bleues et à ce moment disparaissent sans avoir jamais atteint la teinte verte.

*Plasmolyse* : Une solution à 5 % de sel de cuisine produit une plasmolyse énergique, dont les effets sont un peu différents dans l'épiderme et le tissu sous-jacent. Dans l'épiderme, la sphère

subsiste dans la vacuole contractée, et en outre il apparaît de nouvelles et nombreuses sphérolites colorées comme la première en rouge vineux. Dans l'hypoderme, la vacuole contractée est homogène et le corps sphérique pâlit, puis disparaît. Le chloromolybdate d'ammonium détermine une plasmolyse très énergique accompagnée des mêmes effets.

*Lugol* : Formation de précipités en forme de toutes petites sphérolites roses, plus grosses souvent dans l'hypoderme que dans l'épiderme. Le suc vacuolaire se décolore.

*Alcool à 95°* : L'alcool dissout le pigment de la vacuole, mais laisse subsister les sphères, qui diminuent de volume et pâlissent. On les retrouve décolorées après séjour de la coupe dans l'alcool sur un verre de montre, et on peut les teinter en jaune pâle par le Lugol.

*Chloroforme* : Après séjour dans le chloroforme, les coupes sont presque entièrement débarrassées de l'anthocyane, et la vacuole est par suite incolore; mais le pigment reste fixé au corps sphérique, qui apparaît même vingt-quatre heures après sur une coupe montée à la gélatine très nettement teinté en violet ou en bleu.

*Formol à 4 %* : Ce réactif décolore lentement la vacuole et les sphérolites qui cependant subsistent. Celles de l'hypoderme paraissent se gonfler énormément et se décolorer plus vite.

Nous avons dit plus haut que les anthocyanophores étaient susceptibles, du moins dans certains cas, de contenir des mucilages. Guilliermond, après fixation au Regaud, a obtenu sur les sphères du Chou rouge une coloration par le bleu coton et le rouge de ruthénium. Nous avons essayé la réaction de Feulgen sur du matériel fixé au Helly. Nous nous sommes contenté du reste de colorer directement, après rinçage, des fragments de limbe pour éviter la longue technique de l'emparaffinage. Examinées après rinçage, les coupes montrent de nombreux précipités vacuolaires jaunâtres ou un peu bleutés; les corps sphériques conservés sont bleu noirâtre. Il semble donc que l'anthocyane n'a pas complètement disparu des sphères. Après une hydrolyse de quinze minutes à 60 degrés dans l'acide chlorhydrique normal, les précipités ont disparu et les sphères subsistent incolores. Après séjour dans le réactif de Schiff, les coupes colorées par le vert lumière et montées dans la glycérine gélatinée montrent dans chaque cellule, à côté du noyau Feulgen-positif, une sphérolite réduite dans sa taille, mais très reconnaissable, qui ne recolore pas la fuchsine et se teint par le vert lumière. D'autres fragments, également fixés au Helly et colorés par l'hématoxyline ferrique, montrent après régression, à côté du noyau, les corps sphériques très nets, dont le centre paraît plus fortement coloré, et qui ont souvent une structure concentrique visible sur des fragments convenablement différenciés (fig. 3).

Il est surprenant de voir que les sphérule, que l'acide chlorhydrique normal fait disparaître en peu d'instants, résistent à cet acide, même à chaud, après traitement par le formol. D'autre part, les anthocyanophores, que ne conserve d'après Guilliermond aucun fixateur cytologique, sauf le Regaud, sont conservés par le liquide de Helly. Il est vrai que la technique simplifiée employée par nous éliminait les longs passages dans l'alcool et le toluène.

L'action de la température sur les sphères du Chou rouge nous paraît importante. Le froid multiplie énormément les sphérule, à peu près comme le fait la plasmolyse. Une chaleur modérée les fait entièrement disparaître. Ces actions nous ont paru réversibles, du moins dans quelques cas. Mais il faut éviter de dépasser une température de 40 à 50°. Sinon, les sphères ne semblent plus réapparaître avec leur aspect normal.

Au sujet des cristaux, nous avons observé qu'ils sont localisés dans l'assise sous-épidermique des nervures. Celle-ci contient aussi des sphères, et dans une même cellule il peut y avoir un sphérocristal et un anthocyanophage. Souvent les cristaux forment des aiguilles réunies en fuseau. Or nous avons constaté parfois, dans certaines cellules de cette même assise, un corps amorphe très fortement coloré paraissant être l'anthocyanophage et qui était étiré en forme de fuseau : sorte d'intermédiaire entre cristaux et anthocyanophores. Par manque de matériel, nous n'avons pu faire sur ces cellules les réactions voulues, mais avons observé que les cristaux sont très solubles dans les alcalis et dans l'alcool. L'acide osmique ne les altère pas et précipite dans les cellules où il coexistent avec un anthocyanophage des sphérule bleues, exactement comme dans les cellules du limbe.

Pendant la rédaction de ce travail, nous avons pu faire deux observations très intéressantes qui confirment absolument l'hypothèse de Guilliermond sur les sphères du Chou rouge.

Dans les très jeunes feuilles du cœur, nous avons observé, dans les cellules épidermiques non encore pigmentées, un corpuscule sphérique, incolore et très petit, animé de mouvements browniens. Ce corpuscule se teintait en rouge vif par le rouge neutre, en même temps que ce colorant vital amenait la précipitation de nombreux corps semblables dans la vacuole.

Enfin, dans les jeunes feuilles du cœur d'un Chou blanc de variété indéterminée, nous avons noté des sphérule incolores du même genre, que l'acide osmique teintait en jaune brun à la manière des lipides, mais qui étaient immédiatement solubles dans la teinture d'alkanna et adsorbaient avec une vive intensité les colorants vitaux tels que le rouge neutre et le bleu de méthylène. Ceux-ci coloraient en même temps en rose pâle ou en bleu la vacuole qui les contenait. Il n'y en avait qu'un par cellule, mais les colorants vitaux en amenaient d'autres, qui montraient de rapides mouvements browniens. L'origine des corps sphériques

du Chou rouge nous paraît élucidée ainsi. Il s'agit sans aucun doute d'anthocyanophores qui, d'abord incolores dans les jeunes feuilles et dans les variétés de choux non pigmentées, adsorbent le pigment anthocyanique pour donner les grosses sphères des feuilles adultes. Cette origine est en tous points semblable à celle des corps sphériques étudiés par Guilliermond dans l'*Iris germanica*.

Ajoutons qu'à la lumière polarisée, les sphères du Chou rouge ne montrent pas le phénomène de la croix noire et ne sont pas biréfringentes.

#### *Conclusions.*

1. Nous avons pu préciser l'origine des sphères du Chou rouge et montrer qu'elles apparaissent d'abord incolores dans les jeunes feuilles et adsorbent ensuite le pigment à la manière des anthocyanophores étudiés par Guilliermond dans l'*Iris*.

2. Le comportement de ces sphères vis-à-vis des réactifs paraît semblable aussi à celui des corps de l'*Iris*. Notons cependant qu'elles peuvent être conservées par le liquide de Helly, ce qui permet de prouver qu'elles sont Feulgen-négatives.

3. Elles ne sont pas biréfringentes.

4. Les réactions que présentent les cellules à anthocyane du Chou rouge semblent montrer qu'elles contiennent une substance colloïdale non entièrement séparée sous forme d'anthocyanophores et que de nombreux agents (froid, plasmolyse, acide osmique, etc.) peuvent précipiter sous une forme comparable à celle du corps qui existe déjà dans la vacuole. Cette interprétation a été donnée par Guilliermond dans de nombreux cas semblables, et ce savant l'avait avancée aussi pour le Chou rouge.

5. Les colorations que prennent les « précipités » produits par l'acide osmique, le bichromate, etc., sont simplement les colorations habituelles des pigments anthocyaniques. Le phénomène produit par ces réactifs, auxquels on peut ajouter le Lugol, consiste simplement en la précipitation de la matière colloïdale encore contenue dans la vacuole<sup>1</sup> et qui adsorbe plus ou moins le pigment, dont la couleur vire comme elle le fait toujours sous l'influence de ces agents<sup>2</sup>.

6. Dans l'hypoderme, les anthocyanophores en forme de fuseau ou plus ou moins semblables à des cristaux nous paraissent pouvoir être interprétés autrement que ne l'a fait Molisch. Il s'agirait plutôt, selon nous, d'une cristallisation de l'anthocyane qui serait générée par la présence de la substance colloïdale. Ce

<sup>1</sup> Il est assez remarquable de voir que les liquides qui entraînent la précipitation de la substance colloïdale sont tous des oxydants.

<sup>2</sup> Nous avons observé, dans l'épiderme de certaines feuilles d'automne, des phénomènes de précipitation assez semblables, que nous nous proposons de reprendre. Mais ici la présence des tanins n'est pas exclue.

serait alors ici l'anthocyane qui adsorberait, au moment où elle s'apprêterait à cristalliser, une partie de la substance colloïdale. Rappelons à cet égard que l'expérience de la plasmolyse et les réactions microchimiques en général font apparaître quelques différences entre l'épiderme et l'hypoderme. Dans cette dernière assise, la matière colloïdale serait peut-être moins concentrée, ou en tout cas dans un autre état physique que dans l'épiderme.

---

**Ouvrages consultés.**

1. GUILLIERMOND, MANGENOT et PLANTEFOL. *Traité de Cytologie végétale.* Paris, 1933.
2. GUILLIERMOND A. *Recherches sur les pigments anthocyaniques. Rev. gén. de Bot.*, t. 45, 1933 (p. 211, 258, 307, 379, 455, 508, 596, 699) et t. 46, 1934 (p. 50, 88).
3. MOLISCH Hans. *Mikrochemie der Pflanze.* Iena, 1913.

Manuscrit reçu le 17 février 1942.