

A PROPOS DU MÉTABOLISME
DE LA CHLOROPHYLLE DANS LA FEUILLE
(SES RAPPORTS AVEC LA FLORAISON)

par G. SIRONVAL
Docteur en Sciences.

(Note présentée au Congrès International de Biochimie, Paris, Juillet 1952).

Bulletin de la Société Royale de Botanique de Belgique, Tome 85, p. 285 (juin 1953). — Communication présentée à la séance du 7 décembre 1952.

ÉDITIONS J. DUCULOT, S. A. GEMBLoux

A PROPOS DU MÉTABOLISME DE LA CHLOROPHYLLE DANS LA FEUILLE (SES RAPPORTS AVEC LA FLORAISON)

par G. SIRONVAL

Docteur en Sciences.

(Note présentée au Congrès International de Biochimie, Paris, Juillet 1952).

RÉSUMÉ. — La formation de la chlorophylle dans la feuille a surtout été jusqu'ici suivie à partir d'organes étiolés. Pourtant, la feuille verte normale est aussi le siège de variations dans la teneur en chlorophylle. On constate que, à partir du primordium foliaire jusqu'à un certain stade correspondant à peu près à l'épanouissement du limbe, la teneur en chlorophylle augmente, puis que par la suite, au cours du vieillissement du limbe étalé, elle diminue. Ce mouvement ne se produit pas d'une façon continue. Au contraire, il est le résultat de variations plus complexes allant, au cours de la journée, tantôt dans le sens de la synthèse, tantôt dans celui de l'hydrolyse. Dans la jeunesse de la feuille, la synthèse journalière l'emporte sur l'hydrolyse ; dans la vieillesse, c'est l'inverse : des produits d'hydrolyse sont libérés. On peut modifier pour une plante donnée, les variations du rapport journalier : synthèse /hydrolyse (en relation avec le vieillissement de la feuille) et la valeur absolue de ces processus inverses en agissant sur les conditions de la culture, par exemple, en changeant la température ou la longueur des jours. En même temps, on provoque un trouble dans le développement de la plante qui, dans certains cas, refuse de fleurir, restant constamment végétative.

INTRODUCTION

Lorsqu'on les cultive à l'obscurité à partir du semis, les plantes supérieures s'affaiblissent et s'étiolent progressivement ; leurs limbes sont jaunes. Mais, si on les transporte à la lumière, les organes étiolés verdissent, tandis que la santé des individus transférés s'améliore. On peut aisément constater que la couleur des limbes étiolés change dès le moment de l'exposition aux radiations lumineuses. Le changement est très rapide dans les dix à trente premières heures, puis il ralentit progressivement au fur et à mesure que la teinte verte normale est atteinte.

Bulletin de la Société Royale de Botanique de Belgique, Tome 85, p. 285 (juin 1953). — Communication présentée à la séance du 7 décembre 1952.

L'étude des processus du verdissement d'un matériel étioilé a conduit MONTEVERDE (1894) à affirmer l'existence d'un pigment précurseur de la chlorophylle : la protochlorophylle. Ce pigment, de couleur verte, comme la chlorophylle, s'accumule dans les plastides à l'obscurité, mais en quantité si faible que sa coloration propre n'a pas d'influence sur celle des organes. On sait maintenant, d'une façon relativement sûre, que la protochlorophylle, formée dans le noir, se transforme en chlorophylle à la lumière, sans doute dans les deux ou trois premières heures qui suivent l'éclaircissement (SMITH, 1949). Par la suite, la chlorophylle continue à se synthétiser par des voies encore inconnues.

Des données anciennes ont montré que l'accumulation de la chlorophylle dans les feuilles étioilées remises à la lumière est affectée par la température ambiante (WIESMER, 1877), ainsi que par l'intensité et la qualité du rayonnement lumineux (LUBIMENKO, 1921). On trouve qu'il y a une condition optimale de température ou d'intensité lumineuse en deçà et au-delà de laquelle l'accumulation est ralentie.

L'intervention de la température indique que l'accumulation des pigments verts n'est pas un processus photochimique simple. Au contraire, elle est vraisemblablement liée à des chaînes de réactions qui se produisent aussi bien à l'obscurité qu'à la lumière. Lorsque les plantes étioilées sont, par exemple, soumises à des périodes alternantes de lumière et d'obscurité (une minute de lumière suivie de trois minutes d'obscurité, etc...), le verdissement est plus rapide qu'en éclairage continu. Les alternances agissent dans le même sens qu'une élévation de la température. Leur effet activant est proportionnel, dans certaines limites, à la durée de la période obscure et cet effet se produit, même si l'intensité de la lumière est basse (*Hubbenet*, 1938).

On sait en outre que la présence en fer (ou d'autres ions métalliques), la teneur en sucre, les qualités protoplasmiques des chloroplastes liées à l'espèce, l'apport d'oxygène, etc. influencent largement le verdissement des organes étioilés.

* * *

Dans la culture normale des plantes, l'étiollement est un processus rare. La germination a généralement lieu à la lumière et à des températures adéquates. Chaque feuille passe d'abord, au cours de sa formation, par une phase incolore, lorsqu'elle est à l'état d'ébauche adjacente au méristème ; ensuite, elle se charge de pigments jaunes ; puis elle devient progressivement de plus en plus verte au cours de sa croissance et de son vieillissement. Enfin, tandis que la feuille meurt, elle jaunit à nouveau.

Toutes ces modifications se déroulent lentement au cours du temps que découpent les alternances régulières des jours et des nuits. Il s'agit de phénomènes physiologiquement normaux qui doivent être étudiés en dehors des conditions d'un étiollement artificiel.

Pareille étude est d'autant plus nécessaire que des observations récentes ont montré des différences nettes dans l'intensité de la coloration verte des limbes en

rapport à la fois avec quelques conditions du milieu de culture et avec les caractéristiques du développement, en particulier, certaines modalités de la floraison.

Ainsi, en 1942, BODE a constaté, chez *Kalanchoe Blossfeldiana*, qui fleurit en jours courts (et pas en jours longs), que la chlorophylle est nettement plus abondante en jours courts qu'en jours longs, bien qu'on aurait pu s'attendre classiquement à observer une accumulation plus intense du pigment dans les durées de jour les plus longues.

En 1949, WITHROW et WITHROW voient une relation entre les conditions de lumière et de température, la teneur en chlorophylle des limbes et la floraison chez la tomate.

Une relation du même genre entre la longueur des jours, la floraison des plantes et la teneur en chlorophylle est observée par M^{me} TARANEZ, en 1950. Étudiant d'une part des plantes de *Périlla*, qui fleurissent en jours courts et non en jours longs et, d'autre part, des plantes d'*Épinard*, qui fleurissent en jours longs et non en jours courts, cet auteur trouve que le facteur de transmission des extraits alcooliques dans la zone d'absorption maxima de la chlorophylle est le plus élevé pour *Périlla* en jours courts et pour l'*Épinard* en jours longs.

De même, C. SIRONVAL remarque en 1952 que, chez le *Fraisier des quatre-saisons*, les limbes des plantes cultivées en jours courts sont visiblement d'un vert plus pâle que les limbes des plantes en jours longs, les seules qui parviennent à fleurir. Réalisant les saponifications des limbes à la potasse alcoolique, le même auteur constate que l'aspect de la fraction insaponifiable est très différent chez les feuilles adultes, selon que la culture a lieu en photopériode courte ou en photopériode longue.

* * *

Partant de ces divers faits, nous avons entrepris une étude du métabolisme de la chlorophylle dans les limbes de *Fragaria Vesca L. var. semperflorens Duch.* afin d'établir si on peut réellement affirmer l'existence d'une relation entre la teneur en chlorophylle, les conditions de la culture et la floraison des plantes.

Nous avons d'abord étudié la teneur en chlorophylle des limbes dans les conditions normales de culture, optimales pour le développement et la floraison.

Nous avons ensuite réalisé la même étude dans des conditions modifiées, défavorables dans certains cas au développement et à la floraison. Les modifications du milieu ont porté d'une part, sur la longueur des jours et, d'autre part, sur la température ambiante.

Nous limitons notre exposé aux observations faites sur la dixième feuille des plantes. Les conditions modifiées de culture ont été appliquées à partir de la troisième — quatrième feuille.

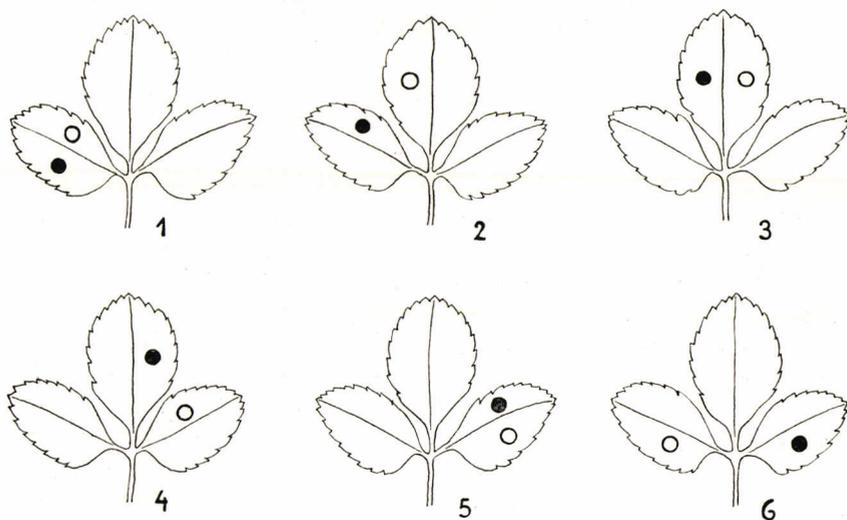
À la dixième feuille, leurs effets sur le développement étaient notables à certains critères morphologiques que nous avons décrits par ailleurs (C. SIRONVAL, 1951).

MÉTHODE DE DOSAGE DE LA CHLOROPHYLLE.

Au cours des recherches préliminaires, il est apparu que deux prélèvements, effectués le même jour, dans le même limbe, mais à deux endroits topographiquement distincts, pouvaient donner des chiffres différents de teneur en chlorophylle. Il était donc nécessaire d'homogénéiser le matériel afin de rendre les prélèvements comparables.

Nous avons résolu la difficulté en réunissant une série de prises effectuées, pour une part égale, à différents endroits d'un limbe. A cet effet, nous délimitons, dans chaque limbe six zones correspondant à chaque demi-foliole (1), et une prise d'un $\frac{1}{2}$ cm² est faite à l'emporte-pièce dans le milieu de chacune de ces zones. Les six prises réunies constituent le prélèvement complet, à partir duquel se fait le dosage.

Nous prenons six fraisiers cultivés dans les mêmes conditions et semés en même temps ; sur chacun de ces fraisiers, nous choisissons une feuille d'un certain âge et d'un niveau déterminé sur la tige principale (dans le cas de cet article, la dixième feuille) ; nous disposons ainsi au total de six feuilles analogues. Une prise d'un $\frac{1}{2}$ cm² est réalisée dans un demi-foliole différent de chacune de ces feuilles. Les six prises forment le prélèvement. Plusieurs prélèvements semblables, comprenant six prises dans les mêmes zones des mêmes feuilles, peuvent évidemment être réalisés (fig. 1). S'ils sont faits au même moment, ces prélèvements donnent une teneur en chlorophylle reproductible à moins d'un % près.



Méthode d'échantillonnage pour le dosage de la chlorophylle.

Le rond noir montre l'emplacement de six prises constituant le premier échantillon.
Le rond blanc montre l'emplacement des six prises constituant l'échantillon.

(1) On sait que, chez le fraisier, les limbes de la plante adulte ont trois folioles.

Nous opérons l'extraction de la chlorophylle selon la méthode classique, par l'acétone à 80 %. Nous partons d'ordinaire de 20-40 mgr de tissus frais, nous épuisons dans un petit mortier par une vingtaine de cc. donnés en fractions de 5 cc. ; nous réunissons les fractions après passage à travers un papier filtre. Nous amenons à 50 cc. en ayant soin de laver convenablement le filtre. L'ensemble des opérations dure une dizaine de minutes. Le liquide est mis au noir à la glacière pendant 48 heures. Le coefficient d'absorption est alors mesuré dans le rouge à l'aide de l'absorptiomètre de HILGER-SPEKKER (nous employons le filtre 608 de cet appareil).

La teneur en chlorophylle est obtenue sur une échelle établie à partir d'une solution de chlorophylle, purifiée par les soins de M^{me} BOUILLENNE, que nous tenons à remercier vivement. Dans cet article, nous exprimons les teneurs en mgr. de chlorophylle aussi bien par 100 cm² de surface foliaire que par 100 mgr de poids frais.

RÉSULTATS

I. Métabolisme de la chlorophylle dans les conditions normales de culture.

Les plantes sont cultivées selon les techniques ordinaires du jardinage. Elles sont semées au début de mai et elles subissent les températures et les éclairages naturels. Elles commencent à fleurir à la mi-juillet, après deux mois et demi de culture. Le développement et la floraison sont normaux.

Nous étudions la teneur en chlorophylle de la dixième feuille au moment où elle apparaît dressée verticalement, au centre du bouquet foliaire (mois de juin) ; les demi-folioles sont repliés sur eux-mêmes ; la longueur totale de la feuille, de la base du pétiole à l'extrémité de la nervure médiane, est de 8 cm environ. Nous l'étudions ensuite quinze jours plus tard ; la feuille est jeune encore ; les folioles viennent de s'étaler horizontalement à la lumière ; le pétiole est dressé verticalement. Enfin, nous l'étudions trente jours plus tard, lorsque le pétiole s'affaisse vers le sol, s'écartant du cœur du bouquet foliaire où poussent la onzième et la douzième feuille ; la feuille est adulte ; sa croissance est achevée et elle va progressivement s'acheminer à la mort vers le cinquantième-soixantième jour.

Ce qui frappe au premier abord, c'est que la teneur en chlorophylle est loin d'être constante au cours de la journée. Les dosages faits de deux heures en deux heures, à partir du lever du jour, montrent que, durant les premières heures de la journée jusqu'aux environs de huit à neuf heures, la teneur est relativement constante, tendant parfois à diminuer. Puis de neuf heures à midi, elle augmente. Un maximum est atteint entre douze et quatorze heures, auquel on stationne parfois pendant deux à trois heures. Ensuite, le taux de chlorophylle s'abaisse dans la soirée et pendant la nuit jusqu'au matin. Le mouvement se reproduit chaque jour de la même façon.

Dans la feuille à l'état très jeune (dressée verticalement au centre du bouquet foliaire), on peut trouver entre le minimum du matin et le maximum de midi, des

écarts de l'ordre de 0,06 mgr % de poids frais, soit 0,8 à 0,9 mgr par 100 cm² de surface foliaire. Quinze jours plus tard, lorsque la feuille vient de s'étaler à la lumière, les écarts sont du même ordre, parfois même plus nets encore. Mais, trente jours plus tard, dans la feuille vieille, ils s'amenuisent au point de ne plus être notables. A cet âge, les variations journalières de la teneur des limbes s'estompent et le maximum de midi est à peine marqué.

Dans la jeunesse de la feuille, les mouvements de va-et-vient se soldent par une accumulation progressive. La teneur moyenne dans la feuille jeune est d'environ 0,20 à 0,25 mgr % de poids frais, soit 2,60 à 2,70 mgr par 100 cm² de surface foliaire, selon le lot de feuilles choisies (d'âge plus ou moins avancé). Quinze jours plus tard, les lots ont une teneur moyenne plus élevée : de 0,27 à 0,32 mgr % [3,10 à 3,20 mgr par 100 cm² de surface]. La teneur moyenne tend ensuite à s'abaisser lentement avec le vieillissement, en sorte que trente jours après les premiers dosages, les mêmes lots donnent 0,25 à 0,30 mgr % de moyenne [2,90 à 3,00 mgr par 100 cm² de surface].

La période d'accumulation dure jusqu'à l'étalement de la feuille ; elle est caractérisée par une augmentation rapide et considérable du taux moyen. Elle est suivie d'une période d'élimination du pigment correspondant au limbe adulte et caractérisée par une diminution faible du taux moyen.

Mettant l'ensemble de ces données en rapport les unes avec les autres, on doit conclure que, pendant la période d'accumulation, dans la feuille jeune, la fluctuation journalière de la teneur est très ample, tandis que les apports matinaux de pigments l'emportent sur la disparition nocturne. Les processus s'altèrent pendant la période d'élimination, dans la feuille adulte et vieillissante ; la fluctuation est alors moins ample et les apports matinaux fléchissent en regard de la disparition nocturne. Les processus de synthèse pigmentaire l'emportent donc dans la jeunesse, mais avec le vieillissement, l'équilibre est déplacé vers les processus contraires d'hydrolyse.

II. Métabolisme de la chlorophylle dans des conditions anormales de culture.

On peut modifier les conditions normales de culture de deux façons : d'abord en changeant la durée des jours et ensuite en changeant le régime des températures.

a) CULTURE EN JOURS COURTS.

Normalement, le fraisier reçoit, à partir du semis au mois de mai jusqu'à la floraison en juillet, des journées dont la durée oscille entre quinze et seize heures. En raccourcissant le jour, on crée des conditions anormales. Si le jour est ramené à douze heures (de quatre à cinq heures, le matin, jusqu'à seize à dix-sept heures, l'après-midi), les plantes se développent à peu de chose près comme en jours normaux ;

elles arrivent à fleurir avec un retard à peine perceptible. Mais, si le jour est ramené à huit heures (de quatre à cinq heures du matin jusqu'à midi, ou de huit heures du matin à seize heures l'après-midi), les plantes se développent mal et ne fleurissent pas, même après un temps très long. Nous allons étudier le métabolisme de la chlorophylle dans ces deux conditions de courte durée de jour.

1) *Jours courts de douze heures.*

En principe, les observations faites en jours normaux se retrouvent : il y a des fluctuations journalières et le taux moyen augmente dans la jeunesse de la feuille, pour s'abaisser lorsqu'elle vieillit. On aboutit aux mêmes conclusions quant à la prédominance des activités synthétiques matinales dans le limbe foliaire jeune et quant au déplacement de l'équilibre vers l'hydrolyse nocturne, avec le vieillissement du limbe.

Mais, chez les jeunes feuilles, les fluctuations journalières ont un autre caractère qu'en jours normaux. On trouve une augmentation de la teneur en chlorophylle dès les premières heures du jour ; l'augmentation est continue de cinq heures du matin à midi, parfois avec de courtes périodes de ralentissement autour de dix heures du matin ; le maximum de teneur se situe entre douze et quatorze heures. L'après-midi et pendant la nuit, la teneur diminue lentement jusqu'au matin. Les écarts entre le taux journalier minimum et le taux maximum atteignent couramment 0,10 mgr % du poids frais [1,1 mgr par 100 cm² de surface].

Quinze jours plus tard, on retrouve dans la feuille qui vient de s'étaler les mêmes fluctuations journalières, mais avec un écart plus petit, pouvant aller jusqu'à 0,07 mgr % du poids frais.

Enfin, plus tard encore, trente jours après les premières mesures, les fluctuations dans la feuille adulte deviennent plus imprécises. On observe au lever du jour une certaine augmentation de la teneur, mais l'écart entre le maximum et le minimum journalier devient très faible : 0,03 mgr % du poids frais.

L'existence d'une longue période matinale au cours de laquelle la teneur en chlorophylle augmente sans arrêt explique qu'on observe en douze heures de jour des taux particulièrement élevés.

Dans la feuille jeune, il y a en moyenne de 0,23 à 0,28 mgr % de chlorophylle [2,70 mgr par 100 cm² de surface foliaire] ; ces chiffres s'élèvent à 0,32-0,36 mgr % [3,40 mgr par 100 cm² de surface], quinze jours plus tard, pour s'abaisser enfin, au bout de trente jours à 0,28-0,30 mgr % [3,20 mgr par 100 cm² de surface]. Les teneurs élevées, caractéristiques des plantes en douze heures, permettent de les distinguer facilement à l'œil nu, des plantes cultivées en jours normaux.

2) *Jours courts de huit heures.*

La réduction jusqu'à huit heures de la longueur des jours provoque, comme en douze heures, une augmentation de la teneur dès le lever du jour. Mais cette fois, la période d'augmentation est très brève.

Si le jour est donné de quatre heures du matin à midi, l'augmentation dure jusqu'à huit-neuf heures du matin ; ensuite, il y a diminution lente jusqu'à midi ; se prolongeant pendant la longue nuit. Si le jour est donné de huit heures du matin à seize heures l'après-midi, la période d'augmentation commence à huit heures jusqu'à midi ; ensuite c'est la diminution. La période matinale d'augmentation est donc déterminée par le moment du lever du jour : elle se produit pendant les quatre premières heures qui suivent le lever (1).

L'amplitude de la fluctuation journalière est faible, même dans la jeunesse de la feuille. Les maxima et les minima sont peu distincts.

La feuille jeune présente des écarts de l'ordre de 0,02 % qui s'accroissent quelque peu quinze jours plus tard jusqu'à 0,04 mgr % [0,4 à 0,6 mgr par 100 cm² de surface foliaire], puis s'atténuent au bout de trente jours à 0,02-0,03 mgr %.

A la faible amplitude des fluctuations, correspond l'effacement des variations de la moyenne au cours du vieillissement. Chez la feuille jeune, on trouve en moyenne 0,25 à 0,26 mgr % de chlorophylle [2,60 mgr par 100 cm² de surface foliaire] ; quinze jours plus tard, il y a 0,25 à 0,28 mgr % [2,80 mgr par 100 cm² de surface] et trente jours plus tard, 0,23 à 0,26 mgr % [2,60 mgr par 100 cm²].

La faible teneur des limbes en huit heures est permanente ; elle se manifeste même au moment de leur étalement. Ces limbes sont d'ailleurs plus pâles que ceux cultivés, soit dans les conditions normales, soit en douze heures de jour. La compression des variations est telle qu'il n'est plus possible d'enregistrer une phase de jeunesse, à synthèse nettement prédominante, et une phase de vieillesse où l'hydrolyse est relativement plus active.

b) CULTURE À TEMPÉRATURE CONSTANTE.

Les faits acquis jusqu'ici indiquent une liaison entre les caractéristiques du développement (en particulier la floraison), le métabolisme de la chlorophylle et la longueur des jours. Des teneurs élevées en chlorophylle sont observées dans deux conditions de durée de jours qui permettent une floraison normale (en 16 heures et en 12 heures de jour) et des teneurs plus basses, dans une condition nuisible, à la mise à fleur (en 8 heures du jour).

Mais il est possible d'agir sur le développement et sur la floraison sans modifier la longueur des jours. En seize heures de jour, à la lumière naturelle, les fraisiers éprouvent de grandes difficultés à fleurir lorsque la température est artificiellement maintenue constante à 20° C.

Le maintien de la température dans une serre à 20° C. constant, en plein été, est une opération difficile que l'installation du Phytotron R. Bouillenne de l'Université de Liège, rend cependant possible (2).

(1) Ce fait est à rapprocher des remarquables observations de BÜNNING et de son école (voir, par exemple, BÜNNING, 1946).

(2) En juin-juillet-août, la température de 20° C. maintenue constante dans le Phytotron est, dans l'après-midi, plus basse que la température normale de l'air (25-30° C.), tandis que, dans la nuit et la matinée, elle est au contraire plus élevée que la normale (5-15° C.).

Les dosages réalisés sur la dixième feuille de fraisiers cultivés dans le Phytotron, à 20° C. constants, en seize heures de lumière naturelle, montrent des fluctuations journalières très faibles de la teneur en chlorophylle.

L'augmentation de la teneur à partir de neuf heures jusqu'à midi est à peine marquée et il en va de même de la diminution nocturne.

L'écart entre la teneur journalière maxima et la teneur minima vaut 0,04 mgr % [0,5 mgr par 100 cm² de surface foliaire] dans la feuille jeune et elle se maintient avec peine au même niveau quinze jours et trente jours plus tard. Dans certains lots, les variations ne sont pratiquement pas perceptibles dans la feuille adulte.

Aux fluctuations journalières faibles correspondent des teneurs moyennes très basses ne variant pratiquement pas dans les trente jours de nos dosages. Dans les limbes jeunes, la teneur moyenne va de 0,17 à 0,23 mgr % [2,10 mgr par 100 cm² de surface foliaire], selon les lots ; elle vaut 0,18 à 0,25 mgr % [2,40 mgr par 100 cm²], quinze jours plus tard, dans la feuille qui s'étale, aussi bien que trente jours plus tard, dans la feuille adulte.

Ces résultats rejoignent les données obtenues en huit heures de jour, à température normale.

Dans les deux cas, la non-floraison correspond à des fluctuations journalières faibles, à une variation insignifiante de la teneur moyenne en rapport avec le vieillissement, et à un taux de chlorophylle constamment très bas.

CONCLUSIONS

I. Notre essai nous autorise à formuler un certain nombre de lois régissant le métabolisme de la chlorophylle dans la dixième feuille des fraisiers cultivés dans des conditions normales (16 heures de jour, température variable).

1) On peut d'abord affirmer que la teneur en chlorophylle des limbes varie au cours de la journée. Il y a une augmentation de la teneur entre neuf heures du matin et quatorze heures. Ensuite, la teneur s'abaisse dans la soirée et pendant la nuit jusqu'au matin.

2) L'amplitude de ce mouvement périodique est grande dans la feuille jeune, mais elle devient progressivement plus faible au cours du vieillissement.

3) Dans la jeunesse de la feuille, la synthèse journalière l'emporte sur l'hydrolyse ; la teneur journalière moyenne augmente fortement pour atteindre un maximum au moment de l'étalement du limbe.

4) Dans la vieillesse, c'est l'inverse : l'hydrolyse l'emporte sur la synthèse et la teneur moyenne s'abaisse.

L'ensemble de ces conclusions est à rapprocher de celles auxquelles Roux et HUSON (1952) aboutissent en utilisant des éléments marqués.

II. L'application de conditions anormales de culture modifie plus ou moins ce fonctionnement. On peut décrire comme suit les changements qui interviennent :

1) Si la durée de la journée est raccourcie, la nuit devenant concurremment plus longue, une nouvelle période de synthèse journalière apparaît, dès le lever du jour. Tout se passe comme si l'allongement de la nuit constituait un excitant pour la synthèse matinale.

2) En modifiant la longueur relative des jours et des nuits, on ne change pas seulement la localisation dans la journée des activités synthétiques : on influe aussi sur le cycle entier des fluctuations journalières dont l'amplitude est soit augmentée (en 12 heures de jour), soit comprimée (en 8 heures de jour) (1).

3) Un effet du même genre est obtenu si on modifie les conditions de température. Une température constante de 20° C. affaiblit notablement l'activité synthétique en seize heures de jour, aussi bien que l'activité hydrolytique correspondante. Les variations de la température (son élévation dans la matinée jusque dans l'après-midi et son abaissement pendant la nuit) paraissent constituer une condition de milieu essentielle au maintien de l'amplitude des fluctuations journalières.

4) Enfin, lorsque l'amplitude des fluctuations journalières devient faible, à la suite de l'application de certaines températures ou de certaines longueurs de jours, l'accumulation de la chlorophylle pendant la jeunesse de la feuille est réduite ; les teneurs maxima observées sont basses ; l'hydrolyse, pendant la vieillesse, est peu marquée.

III. Nos résultats confirment l'existence chez le fraisier des quatre-saisons d'une relation entre la teneur en chlorophylle, les conditions de la culture et la floraison. Les conditions de culture qui nuisent au développement et à la floraison (jours de huit heures ; température maintenue constante à 20° C.) sont aussi celles qui maintiennent dans le limbe les teneurs les plus basses en chlorophylle.

Mais en outre, ils montrent que les teneurs basses sont le reflet d'un métabolisme chlorophyllien comprimé, caractérisé par une amplitude faible des processus de synthèse et d'hydrolyse.

Les produits d'hydrolyse, par exemple, ne sont probablement disponibles qu'en quantité réduite et il en va sans doute de même d'une façon générale de la masse des substances engagées dans le métabolisme. Cette situation semble être à l'origine du mauvais développement des plantes.

On peut supposer qu'elle résulte d'un déséquilibre entre les conditions du milieu imposé (jours courts, température constante) et les propriétés que l'espèce a historiquement acquises au cours de sa formation au contact du milieu naturel.

Laboratoire de physiologie ;
Institut de Botanique de l'Université de Liège.
Centre de Recherches des Hormones Végétales
(I. R. S. I. A.).

(1) On comparera utilement cette conclusion avec les données de SYSSAKIAN, KOPYAKOWA et

BIBLIOGRAPHIE

1. BODE, O. — Über Zusammenhänge zwischen CO₂ Assimilation und Photoperiodismus bei *Kalanchoe blossfeldiana*. *Planta* ; **33**, p. 278-289 ; 1942.
- 1b. BÜNNING, E. — Die entwicklungs physiologische Bedeutung der endogenen Tagesrhythmik bei der Pflanz. *Naturwiss.* ; **33**, p. 271-274, 1946.
2. HUBBENET, E. R. — Verdissement en lumière intermittente. Symposium dédié à V. N. Lubimenko, p. 43-50 ; Kiev, 1938.
3. LUBIMENKO, V. N. — Influence de l'intensité de la lumière sur le verdissement des plantes étiolées. *Bulletin du Jardin botanique de Petrograd*, **20**, 1921.
4. MONTEVERDE, N. A. — *Acta Horti Petropolitani* ; **13**, 1894.
5. ROUX, E. et HUSSON, C. — Pigments des chloroplastes et photosynthèse. *Comptes rendus Acad. Sc.* ; **234**, p. 1573-1574, 1952.
6. SIRONVAL, C. — Recherches organographiques et physiologiques sur le développement du fraisier des quatre-saisons à fruits rouges. *Mém. Ac. Roy. de Belg.* (Cl. Sciences) ; tome **26**, fasc. 4, 1951.
7. SISSAKIAN, N., KOPYAKORA, A., et VASILIEVA, N. A. — Périodicité enzymatique dans les feuilles en rapport avec le développement des organes de réserve et des organes reproducteurs. *Biochimija* ; **10**, p. 303, 1945.
8. TARANEZ, A. — Absorption de la lumière par la chlorophylle et rétention d'eau par les tissus en rapport avec la réaction photopériodique des plantes. *Annales Sc. Naturelles* (Botanique) ; 11^e série, **110**, p. 21-27, 1950.
9. WIESNER, J. — Die Entstehung des Chlorophylls in der Pflanze, Wien, 1877.
10. WITHROW, A. P. et WITHROW, R. B. — Photoperiodic chlorosis in tomato. *Plant Phys.* ; **34**, p. 657-663, 1949.

VASILIEVA (1945), d'après lesquelles l'amplitude du rythme journalier d'activité de différents ferments est en relation avec la longueur du jour.

