

LE RÔLE PHYSIOLOGIQUE DES PIGMENTS DES FRUITS

par le **D^r C. SANNIÉ**

PROFESSEUR DE CHIMIE ORGANIQUE AU
MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

On a cru longtemps que les pigments des fleurs et des fruits n'avaient qu'un rôle esthétique, ou d'attraction pour les insectes et les oiseaux, car toutes les expériences tendant à leur attribuer un rôle physiologique dans la vie de la plante se révélèrent si contradictoires qu'aucune relation de cause à effet ne put en être dégagée.

Nous allons voir cependant que les flavones, ces pigments glucosidiques qui colorent fleurs et fruits en jaune et en orangé, et peut-être les anthocyanosides qui leur donnent toute la gamme des nuances allant du bleu au rouge, ont sans doute un rôle important dans la physiologie végétale.

On sait que, dans les plantes comme chez les animaux, l'énergie apportée par les aliments est libérée par des phénomènes d'oxydo-réduction, déterminés par l'action de diastases oxydantes (oxydases) ou déshydrogénantes (déshydrogénases), intervenant dans des chaînes de réactions se conditionnant les unes les autres.

Ainsi PALLADINE avait montré que dans les plantes qui comme les bananes se colorent en mourant en bleu ou en noir, cette coloration dépendait de l'activité d'un ferment oxydant, une *pyrocatechol-oxydase*, qui oxyde une substance aromatique contenue dans le fruit et dérivée du pyrocatechol ou orthodiphénol

$C_6H_4 \begin{matrix} \diagup OH(1) \\ \diagdown OH(2) \end{matrix}$; l'oxydation du pyrocatechol le trans-

forme en une orthoquinone $C_6H_4 \begin{matrix} \diagup O \\ \diagdown O \end{matrix}$ qui noircit très facilement et spontanément à l'air, mais peut aussi fixer 2 atomes d'hydrogène pour redonner le pyrocatechol. Il s'agit donc d'un système réversible d'oxydo-réduction.

Mais à côté de ces végétaux qui se colorent en mourant (parce que les diastases qui permettent la

fixation d'hydrogène sur l'orthoquinone sont mortes), il en existe bien d'autres, comme les citrons, les pigments, les radis, etc., qui ne se colorent pas. SZENT-GYÖRGYI a montré que, dans ces plantes, le pyrocatechol est remplacé par l'acide ascorbique, qu'il eut ainsi le mérite de découvrir et qui n'est autre que la vitamine C.

On retrouve dans sa formule le groupe caractéristique $\begin{matrix} -C-OH \\ || \\ -C-OH \end{matrix}$ du pyrocatechol, avec deux fonctions OH voisines. Et, à côté de l'acide ascorbique, il existe aussi dans ces plantes une oxydase, l'*acide ascorbique-oxydase*, capable de l'oxyder en lui arrachant 2 atomes d'hydrogène pour le transformer en acide déhydroascorbique.

Ainsi l'acide ascorbique, la vitamine C, apparaît comme jouant un rôle fondamental dans les systèmes fermentaires des oxydations cellulaires, aussi bien sans doute chez les animaux que chez les végétaux.

Mais, sans donner le détail de la chaîne des réactions qui se produisent dans la plante, disons seulement que l'oxygène qui se trouve libéré à un certain stade du processus ne peut oxyder directement l'acide ascorbique; il doit d'abord se fixer sur d'autres substances qui servent d'intermédiaires, et qui ne sont autres précisément que les pigments des fleurs et des fruits, appartenant au groupe des flavones.

La chaîne des oxydations cellulaires peut être représentée, d'après SZENT-GYÖRGYI, par le schéma suivant: $O_2 + \text{ac. ascorbique} \xrightarrow{(\text{ac. ascorbique-oxydase})} \text{ac. déhydroascorbique} + H_2O_2$

$H_2O_2 + \text{flavone} \xrightarrow{(\text{peroxydase})} H_2O_2 + \text{forme quinonique de la flavone}$

$\text{forme quinonique de la flavone} + \text{ac. ascorbique} \rightarrow \text{ac. déhydroascorbique} + \text{flavone}$

On voit que sous l'action de l'acide ascorbique-

oxydase, l'acide ascorbique est transformé en acide déhydroascorbique et l'oxygène en eau oxygénée, H_2O_2 . Celle-ci est elle-même décomposée par une peroxydase ; l'oxygène libéré se fixe sur la flavone qui oxyde à son tour l'acide ascorbique en se réduisant elle-même. Quelques auteurs, comme HUSZAK, pensent que certaines des colorations brunes, rouges ou violettes observées dans les plantes sont dues à cette oxydation des colorants flavoniques. D'autres (REICHEL et BURKART) attribuent également un rôle dans les systèmes oxydo-réducteurs des plantes aux pigments anthocyaniques responsables des couleurs les plus vives — rouges, bleus, mauves et violets — des fleurs et des fruits. L'importance de tous ces pigments pour la physiologie des plantes paraît donc certaine.

Elle ne paraît pas moins grande pour la vie des animaux. Le rôle joué par l'acide ascorbique comme vitamine antiscorbutique est essentiel ; la nécessité de fruits frais et de légumes verts est connue depuis fort longtemps, surtout des navigateurs à la voile qui emportaient toujours avec eux une provision de citrons. Et l'emploi des agrumes comme apport de cette vitamine ne saurait être trop recommandé ; les oranges, les citrons, les pamplemousses sont en effet parmi les fruits les plus riches en vitamine C.

Ayant découvert la vitamine C, SZENT-GYÖRGYI en étudia les effets. Il observa ainsi qu'au cours du scorbut causé chez l'homme et chez certains animaux par l'absence de cette vitamine, les symptômes hémorragiques ne sont pas améliorés par l'acide ascorbique seul, alors que les extraits de certains fruits, surtout du paprika et du citron, ramènent à la normale la résistance capillaire, donc empêchent les hémorragies. Il put isoler du jus de citron une substance cristallisée, jaune, qu'il appela *Citrine* et qui paraissait s'opposer spécifiquement aux accidents hémorragiques du scorbut.

L'étude ultérieure de la citrine devait en révéler la complexité. Il s'agissait d'un mélange de deux glucosides du groupe des substances flavoniques, et plus particulièrement des substances flavanoniques. L'un serait l'héspéridine, l'autre un glucoside de l'ériodictyol, ces deux corps étant deux formes différentes de la flavanone des oranges et des citrons. La citrine renfermait aussi un glucoside flavonolique, la quercitrine.

L'action thérapeutique si nette observée par SZENT-GYÖRGYI dans ses premières expériences sur le syndrome hémorragique du purpura vasculaire chez l'homme, et les résultats obtenus chez le cobaye, l'amènèrent à considérer le scorbut expérimental comme une avitaminose mixte, due à l'absence non seulement de la vitamine C, mais aussi d'une autre vitamine qu'il baptisa P (vitamine de perméabilité). La citrine, ou d'une manière générale les dérivés à structure flavonique, constitueraient précisément cette vitamine P.

Mais les recherches ultérieures devaient singulièrement compliquer le problème. Beaucoup d'auteurs ne purent retrouver les résultats de SZENT-GYÖRGYI, et l'ensemble des travaux réalisés jusqu'à maintenant a permis d'établir, d'une manière qui paraît certaine, que l'acide ascorbique possède à lui seul une action sur la fragilité des vaisseaux, mais que cette action est renforcée d'une manière plus ou moins importante, non seulement par les dérivés flavoniques, mais par toute une série d'autres substances de constitution voisine comme les chalcones, les catéchines et les coumarines, ou parfois même très différentes. Parmi ces substances, deux apparaissent particulièrement importantes : la *l*-épicatéchine et la rutine.

La catéchine a été isolée des Cachous et ce serait, d'après LAVOLLAY, un isomère, la *l*-épicatéchine qui serait active.

On sait que le tonus des capillaires est contrôlé par l'adrénaline, qui subit une rapide auto-oxydation. Or certaines substances, et en particulier l'extrait d'oranges, inhibent fortement cette auto-oxydation, donc protègent l'adrénaline et permettent une prolongation de son action sur les vaisseaux. LAVOLLAY a constaté que le pouvoir de protection vis-à-vis de l'adrénaline, qui est commun à un grand nombre de corps flavoniques et aux catéchines, va de pair avec l'activité sur la résistance capillaire ; le corps le plus actif serait justement la *l*-épicatéchine.

Une autre substance flavonique, la rutine, paraît aussi accroître notablement la résistance des vaisseaux. Ce glucoside a été trouvé dans la Rue des jardins (*Ruta graveolens*), puis dans de nombreuses autres plantes (*Heracleum spondylium*, *Solanum tuberosum*, *Sambucus nigra*, Tabacs, Tomates) et surtout dans les feuilles de Sarrasin, qui en constituent actuellement la source la plus importante industriellement. Les résultats obtenus dans les accidents hémorragiques ont paru en effet suffisamment encourageants pour qu'en Amérique on ait entrepris l'extraction industrielle de ce composé pour son emploi thérapeutique.

Si l'on confronte l'ensemble des résultats obtenus, il semble qu'à l'heure actuelle on puisse admettre qu'il n'existe pas d'avitaminose P pure ; chez le cobaye scorbutique carencé en vitamine C, le seul apport de cette dernière en quantité suffisante fait disparaître tous les symptômes, y compris les hémorragies. Cependant, l'action de l'acide ascorbique est singulièrement renforcée par toute une série d'autres substances qui agissent aussi sur la fragilité des vaisseaux, et en particulier par les flavones et par les catéchines.

On peut aussi supposer, avec LAVOLLAY, que ces substances interviennent essentiellement en ralentissant l'auto-oxydation de l'adrénaline, donc en prolongeant son action, qui resserre par vaso-constriction le système artériel cutané et diminue ainsi la pression intra-capillaire. Mais, dans la phase terminale du

scorbut, lorsque l'acide ascorbique a complètement disparu de l'organisme, l'adrénaline n'agit plus sur les vaisseaux, bien que son taux sanguin soit accru (sans doute par un mécanisme de compensation).

Quel que soit le mécanisme exact par lequel ces substances accroissent la résistance capillaire, il n'en reste pas moins qu'elles ont paru suffisamment intéressantes pour envisager leur emploi thérapeutique.

Mais les glucosides flavoniques n'ont pas seulement une activité vasculaire, ils possèdent aussi d'autres actions physiologiques.

Il faut signaler, tout d'abord, leur pouvoir diurétique, qui est notable et paraît tout à fait général. C'est probablement à la digitoflavone de la Digitale pourpre qu'il faut attribuer une partie de l'action diurétique de l'infusion de cette plante. Et du reste, l'action diurétique des infusions n'a probablement, bien souvent, pas d'autres causes que les flavones des feuilles ou des fleurs qui passent en solution dans l'eau bouillante, sous forme de leurs glucosides.

Les actions sur la pression artérielle et sur le cœur sont moins nettes. Certains flavonols paraissent agir comme stimulants cardiaques, vaso-constricteurs ou hypotenseurs ; mais aucun d'entre eux n'est cependant employé en thérapeutique. On a signalé aussi une action goitrogène de la quercétine, une toxicité de plusieurs flavones vis-à-vis des poissons, et pour certaines une action insecticide.

Cette brève revue montre que les pigments des plantes, répandus universellement et dont les fruits et les agrumes sont souvent riches, interviennent probablement d'une manière importante dans la vie de la plante. Ils peuvent aussi, semble-t-il, jouer un rôle en physiologie humaine, et leur emploi thérapeutique, bien qu'il ne soit déjà pas négligeable, en est sans doute encore à ses débuts. Il n'est pas impossible que l'on découvre un jour, parmi ces constituants végétaux, une substance dont l'action thérapeutique soit importante, justifiant ainsi les efforts de ceux qui se consacrent à leur étude.

BIBLIOGRAPHIE

HUSZAK, I. — Zeits. Physiol. Chem., **247**, 239 (1937).

LAVOLLAY, J. — C. R. Acad. Sci., **214**, 287 (1942). Congrès A. F. A. S. Paris, Octobre 1945.

Structure et rôle fonctionnel de la vitamine P. 1 vol., Hermann, édit., Paris (1943).

PALLADINE, W. — Ber. Deut. bot. Ges., **26**, 389-394 (1908). Biochem. Zeits., **18**, 151-206 (1909).

REICHEL, L. et BURKART, W. — Naturwiss., **25**, 318 (1937).

RUSZNYAK, I. et SZENT-GYÖRGYI, A. — Nature, **138**, 27 (1936).

SZENT-GYÖRGYI, A. — Nature, **138**, 1057 (1936). Bull. Soc. Chim. holi., **20**, 846-858 (1938).

