

BULLETIN MENSUEL
DE LA
SOCIÉTÉ LINNÉENNE DE LYON

FONDEE EN 1822

RECONNUE D'UTILITE PUBLIQUE PAR DECRET DU 9 AOUT 1937
des SOCIETES BOTANIKUES DE LYON, D'ANTHROPOLOGIE ET DE BIOLOGIE DE LYON
REUNIES

et de leurs GROUPES REGIONAUX : ROANNE, VALENCE, etc.

Siège social et Secrétariat général : 33, rue Bossuet, 69006 Lyon

TRESORERIE :

T A R I F 1 9 7 7

Abonnement France	50 F
Membre scolaire	25 F
Abonnement Etranger	55 F
Changement d'adresse, inscription ou réintégration en sus	7 F

N.B. — Les virements à notre C.C.P. LYON 101-98 ou les chèques bancaires, doivent être rédigés au nom de la SOCIETE LINNEENNE DE LYON.

SOMMAIRE

SAËZ H. — Variations journalières et hebdomadaires des champignons filamenteux et arthrosporés dans les laissées d'un Grand Panda mâle	42
LEBRETON Ph. et BOUTARD Bernadette. — Sur la maturation, morphologique et biochimique, du fruit du Cerisier <i>Prunus cerasus</i> L.	46
NICOLAS J.-P. — Coléoptères français méconnus (espèces à ajouter au catalogue de J. SAINTE-CLAIRE DEVILLE) 1 ^o note	53

SUR LA MATURATION, MORPHOLOGIQUE ET BIOCHIMIQUE, DU FRUIT DU CERISIER *PRUNUS CERASUS* L.

par Philippe LEBRETON et Bernadette BOUTARD.

Résumé. — Une étude a été conduite de l'évolution pondérale et pigmentaire de la cerise considérée comme modèle physiologique de croissance. Trois vagues métaboliques se succèdent en se recoupant : lignification du noyau, élaboration de la pulpe, pigmentation anthocyanique de l'épiderme. Les implications biochimiques sont discutées.

Summary. — A study of the evolution of weight and pigments was conducted on the cherry, considered as a physiological model of growth. Three metabolic waves are succeeding and overlapping each other : lignification of the stone ; organization of the pulp ; pigmentation of the epiderm by anthocyanins. The biochemical correlative phenomena are discussed.

Zusammenfassung. — Eine Studie wurde durchgeführt über die Gewichts- und Färbungsentwicklung beim Reifen der Kirsche. Die Frucht ist als physiologisches Wachstumsmuster zu betrachten. Drei metabolische Wellen folgen nacheinander indem sie sich durchkreuzen : Ligninswachstum des Kernes, Bildung des Fruchtfleisches, Färbung der Haut durch Anthocyanin. Die biochemischen Beziehungen werden diskutiert.

INTRODUCTION

L'étude de la maturation des fruits est d'un intérêt pratique évident ; mais ceux-ci constituent en outre des modèles physiologiques dont la relative simplicité permet de faire la part de divers phénomènes morphologiques et métaboliques. En ce qui concerne la cerise, fruit commun s'il en est, le paradoxe est de constater le peu d'études conduites dans cet esprit : outre des données relativement anciennes et sommaires de ULRICH, on peut mentionner le récent travail de OKOMBI *et al.* Ces auteurs ont étudié l'évolution saisonnière de la teneur du fruit en carotènes et en chlorophylles ; les deux types de pigments voient leur teneur décroître à mesure qu'avance la maturation ; les chlorophylles sont plus rapidement affectées que les carotènes.

Pour le cerisier comme pour tout arbre fructifère peuvent être considérées deux parties :

— la partie foliaire, *autotrophe*, assumant la fonction photosynthétique sous l'action des radiations solaires bleues et rouges, et assurant la circulation ascendante de sève brute, via le phénomène d'évapo-transpiration (radiations solaires infra-rouges). Cette partie foliaire alimente le courant de sève élaborée et assure notamment le « nourrissage glucidique » des fruits via leurs pétioles ;

— la partie fructifère, *hétérotrophe* *, assurant les transformations métaboliques à partir du flux glucidique de la sève élaborée. Trois parties morphologiques peuvent être distinguées dans le fruit du cerisier, chacune correspondant à une fonction biochimique précise :

- *le mésocarpe*, ou « pulpe », réorganisant le stock glucidique ou le transformant en des produits primaires relativement proches : acides organiques, protides... ;
- *l'endocarpe*, ou noyau, correspondant à des processus de lignification impliquant biosynthèse du noyau aromatique puis de précurseurs du type phényl-pyruvique (cinnamique), dits encore C₆-C₃ ;

* Certes, le jeune fruit est partiellement chlorophyllien ; mais le pigment photosynthétique n'atteint que 0,23 ‰ du poids sec chez la cerise verte, alors que la teneur en est alors de 8,85 ‰ (soit 40 fois plus) dans la feuille.

— l'épicarpe, ou cuticule, à qui revient essentiellement la synthèse des pigments anthocyaniques, lesquels réclament — par des réactions phytochrome-dépendantes, λ_M 660 nm —, outre des précurseurs C_6-C_3 et des glucides (rhamnose et glucose), des fragments malonates actifs pour l'élaboration du noyau A du squelette anthocyanique.

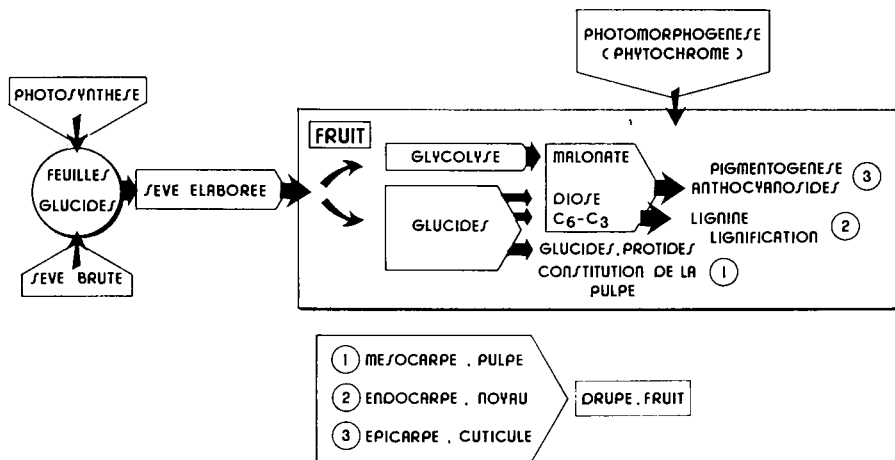


Schéma du métabolisme de maturation de la cerise.

Le schéma 1 résume l'ensemble des relations. Il permet de conclure que :

— le dosage pigmentaire donnera une mesure exacte de la réaction 3 de pigmentogenèse ;

— le poids sec du noyau fournira une appréciation de la réaction 2 de lignification ; 2 et 3 conjugués permettront de saisir la part des réactions de synthèse des précurseurs phényl-propane C_6-C_3 , ou métabolites « secondaires » ;

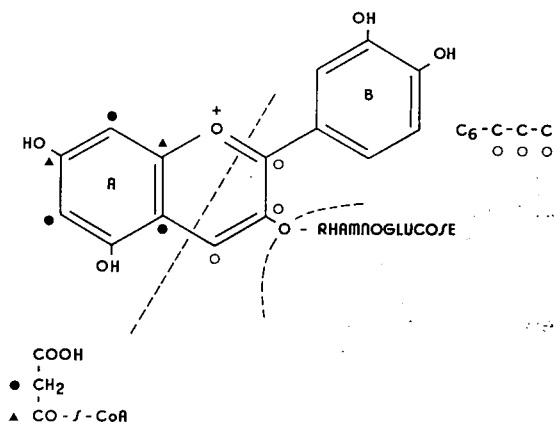


Schéma de la biosynthèse anthocyanique
(voir p. ex. GRISEBACH, 1962)

— le poids sec de la drupe entière permettra d'accéder par différence à la connaissance du métabolisme primaire, essentiellement glucido-protidique ;
 — le poids frais de la drupe nous permettra de connaître le bilan hydrique, à relier éventuellement aux métabolismes précédents.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Les divers résultats expérimentaux sont rapportés dans le tableau joint, et traduits pour certains par les figures 1 à 5 ; l'ensemble autorise les principales conclusions suivantes.

TABLEAU RÉCAPITULATIF DES DIVERS RÉSULTATS
 CONCERNANT LA CROISSANCE MORPHOLOGIQUE ET PIGMENTAIRE DE LA CERISE

N° et date du prélèvement	Poids frais 1 cerise *	Poids sec 1 cerise *	% eau **	Poids pigment pour 1 cerise *	Pour mille pigments PF **	Pour mille pigment PS **	Poids sec 1 noyau *	Poids sec pulpe **	C ₆ -C ₃ ** /glucides	Pigment ** /lignine
	g	g	%	mg	‰	‰	g	g	%	%
1. M — 21 26-V. *** 0	2,38	0,312	86,9	0,00	0	0	0,216	0,096	225	0
2. M — 18 29-V. 3	3,51	0,527	85,0	0,00	0	0	0,198	0,329	60	0
3. M — 14 2-VI. 7	4,66	0,686	85,3	0,01	0,002	0,013	0,296	0,390	76	ε
4. M — 11 5-VI. 10	5,16	0,820	84,1	0,47	0,090	0,568	0,274	0,545	50	0,2
5. M — 7 9-VI. 14	5,64	1,115	80,2	2,34	0,415	2,10	0,329	0,784	42	0,7
6. M — 4 12-VI. 17	5,94	1,207	79,7	7,28	1,23	6,03	0,318	0,883	37	2,3
7. M — 2 14-VI. 19	5,91	1,360	77,0	15,1	2,56	11,1	0,362	0,887	42	4,2
8. M 16-VI. 21	6,92	1,457	78,9	19,3	2,79	13,3	0,367	1,08	35	5,3
9. M + 2 18-VI. 23	5,79	1,394	76,7	21,2	3,55	15,2	0,338	1,04	34	6,3
10. M + 4 20-VI. 25	5,11	1,498	70,7	16,4	3,21	10,9	0,338	1,15	30	4,8
11. M + 7 23-VI. 28	4,45	1,320	70,3	1,25	0,28	0,944	0,313	1,01	31	0,4

* = données « primaires » ; ** = données « dérivées » ; *** = 1975.

1. CROISSANCE PONDÉRALE ; TENEUR EN EAU.

La courbe traduisant l'évolution du poids frais d'une cerise (unité morphologique) présente une pente accusée, plus forte au début du processus (Fig. 1, courbe 1) ; le maximum pondéral est atteint avant le maximum pigmentaire (voir ci-dessous). La courbe du poids sec traduit une croissance linéaire (pente : 56 mg/jour), le maximum pondéral coïncidant avec le maximum pigmentaire : la cerise a atteint sa maturité (point M du tableau et des courbes) ; on note une légère décroissance ultérieure, révélatrice d'un catabolisme (Fig. 1, courbe 2).

Corrélativement, la teneur en eau décroît régulièrement — de 87 à 77 % d'humidité en 20 jours — lors de la maturation, cette décroissance s'accroissant même au delà du maximum pigmentaire (Fig. 2, courbe 3).

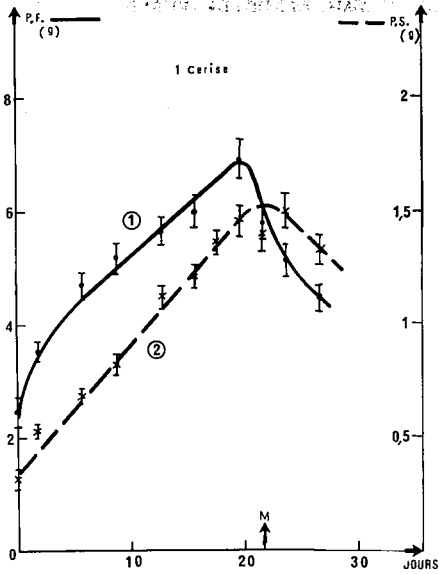


Fig. 1: Courbe 1: Evolution pondérale d'une cerise, en poids frais (P.F.); Courbe 2: Evolution pondérale d'une cerise, en poids sec (P.S.).

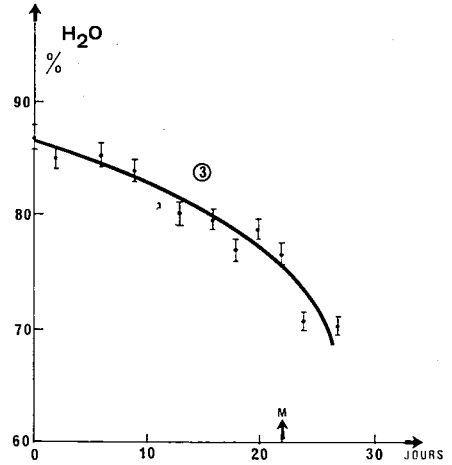


Fig. 2: Courbe 3: Evolution de la teneur en eau de la cerise au cours de sa maturation.

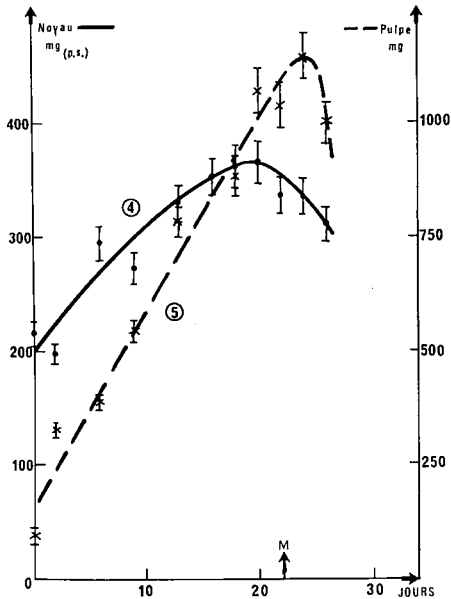


Fig. 3: Courbe 4: Evolution pondérale du noyau d'une cerise, en poids sec; Courbe 5: Evolution pondérale de la pulpe d'une cerise, en poids sec.

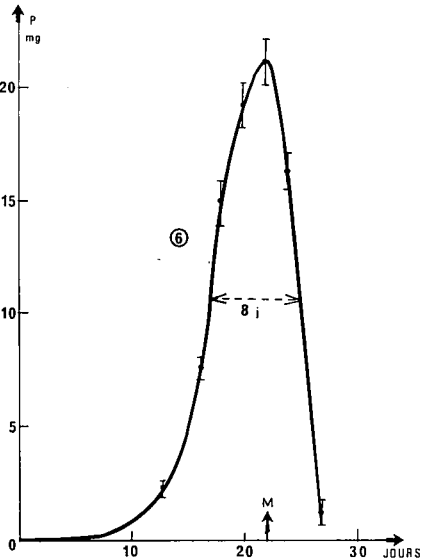


Fig. 4: Courbe 6: Evolution pigmentaire de la cerise. P. est la quantité de pigment anthocyanique pour une cerise.

2. CROISSANCES PONDÉRALES RESPECTIVES DU NOYAU ET DE LA PULPE.

La dissociation du noyau et de la pulpe, après détermination du poids sec global, permet d'accéder à la connaissance des poids secs respectifs du noyau et, par différence, de la pulpe. La croissance du noyau, précoce, se ralentit ensuite et conduit à un certain catabolisme avant même la maturité (Fig. 3, courbe 4) ; par son aspect linéaire, la courbe de croissance de la pulpe rappelle celle du poids sec global (pente : 44 mg/jour) (Fig. 3, courbe 5).

3. PIGMENTOGÉNÈSE.

Ramenée à l'unité cerise, la synthèse pigmentaire se traduit par une courbe à maximum très accusé : non seulement l'anabolisme est très intense (on passe de 2 à 20 mg de pigment en 8 jours), mais le catabolisme ultérieur est encore plus rapide (Fig. 4, courbe 6). Des courbes identiques, avec largeur de pic à mi-hauteur égale à 8 jours, sont obtenues en portant en ordonnées la teneur (et non la quantité) pigmentaire, exprimée par rapport au poids frais comme par rapport au poids sec.

4. ORIENTATIONS MÉTABOLIQUES.

La somme noyau + pigment (soit sensiblement lignine + anthocyanosides) représente la fraction phényl-propane du métabolisme général ; la différence au poids sec global permet donc d'accéder au métabolisme primaire. Le rapport de ces deux valeurs est donc un indice d'orientation à partir des glucides de la sève élaborée.

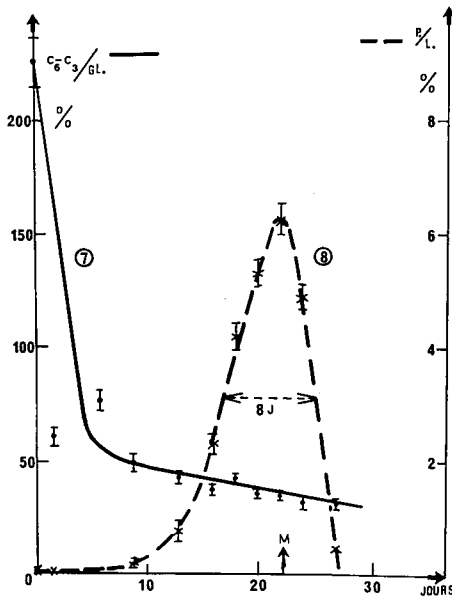


Fig. 5: Courbe 7: Evolution du rapport Précurseurs phényl-propane (C₆-C₃) sur Glucides (GL.), en % ; Courbe 8: Evolution du rapport Pigments sur Lignine (P/L.), en %.

La courbe 7 (Fig. 5) indique une importante biosynthèse initiale de la lignine : le poids de la jeune cerise verte (poids sec 0,31 g) est dû au noyau pour 70 % environ. Puis le métabolisme C_6-C_3 se ralentit fortement en quelques jours, décroissant ensuite de manière linéaire et modérée. La biosynthèse de la lignine précède donc la réorganisation glucido-protidique. A partir de la véraison, vient enfin la biosynthèse pigmentaire, seconde utilisation des précurseurs phényl-propanes : à l'intérieur du pool C_6-C_3 , le rapport pigment/lignine passe par un maximum tardif, la courbe représentative (courbe 8) se superposant aux autres courbes pigmentaires.

CONCLUSIONS

En conclusion, la croissance pondérale de la cerise s'effectue de manière globalement régulière de la véraison au maximum pigmentaire, avec décroissance ultérieure ; la teneur en eau décroît tout au long du processus de maturation.

Du point de vue métabolique, les trois principales orientations de l'apport glucidique, bien que partiellement concomitantes, se déroulent dans l'ordre morpho-biochimique suivant ; lignification (noyau), réorganisation glucido-protidique (pulpe), pigmentogénèse (épicarpe). La synthèse pigmentaire est particulièrement brève. Un catabolisme affectant l'ensemble du matériel (pigments surtout, mais aussi pulpe, noyau et humidité) suit rapidement la maturité, pondérale et pigmentaire.

Conformément aux considérations fondamentales exposées en tête de ces lignes la cerise, entité morphologique hétérotrophe, s'est révélée constituer un modèle de choix pour étudier l'importance relative et l'évolution chronologique des divers processus métaboliques et morphologiques conduisant à l'élaboration et à la maturation du fruit.

PARTIE EXPÉRIMENTALE

Matériel biologique.

Les fruits proviennent d'un même arbre, âgé de 25 ans environ (diamètre du tronc 26 cm à 1,5 m de hauteur ; hauteur maximale 6,5 m), de variété horticoles « Burlat », situé dans un jardin à Beynost (Ain). Tous les deux ou trois jours, une vingtaine de cerises sont prélevées dans la partie inférieure et moyenne du feuillage, représentatives du degré moyen d'avancement de la maturation. Amené au laboratoire dans l'heure suivante, le prélèvement est partagé en deux lots aussi identiques que possible (les écarts du poids sur les deux lots ainsi constitués sont en moyenne de 5,1 % avec un écart-type ($n = 10$) égal à 4,4 %).

L'aspect des fruits peut être décrit comme suit : si M désigne le 8^e lot, où les cerises ont atteint leur maturité (poids sec et teneur pigmentaire maximaux), M-21 correspond au premier prélèvement ; les cerises sont vert-jaune, moins de 10 % présentant quelques traces rougeâtres d'anthocyanes. M-14 est déjà constitué pour moitié de cerises légèrement colorées en rouge, ce qui signe la véraison. Au-delà de la maturité, M + 2 et M + 4 comportent des fruits presque pourrissant, un tiers puis la moitié ayant été collectés à terre.

Mesures pondérales.

Un des deux lots sert à la détermination du poids frais, puis au dosage pigmentaire ; le second lot sert à la détermination du poids sec total, puis du

poïds sec du noyau (les cerises sont réimbibées pour éliminer mécaniquement la pulpe). L'homogénéisation des données relatives aux deux lots est faite à partir de leurs poids frais respectifs. Les poids secs sont obtenus par séjour à l'étuve à 80° C, jusqu'à poids constant au mg. L'erreur absolue sur les diverses pesées étant inférieures au mg (balance au 1/10^e de mg), l'erreur relative est inférieure à 1 % (voir poids dans le tableau général).

Dosages pigmentaires.

Les cerises pesées sont incisées puis plongées fraîches dans du méthanol additionné de 1 pour mille d'HCl concentré (30 % aq.) ; trois macérations successives de trois heures à froid et à l'obscurité assurent l'extraction de la matière colorante. Après ajustement de la somme des trois extraits à volume V mesuré (de l'ordre de 100 à 200 ml), la densité optique D.O. est mesurée au maximum d'absorption dans le visible, soit 525-530 nm (Beckmann D.B., enregistreur).

Le pigment majeur de la cerise est le rhamno-glucoside en 3 de la cyanidine (HARBORNE et HALL ; van BUREN), M = 596, $\epsilon_{530 \text{ nm}} = 12000$ (RIBEREAU-GAYON). On applique donc la formule :

$$P_{\text{mg}} = 5 \cdot 10^{-2} \cdot V_{\text{ml}} \cdot (\text{D.O.})$$

L'erreur sur le dosage pigmentaire est de l'ordre de 2 % (0,01/0,50 D.O.). En fait, le principal facteur d'incertitude de cette étude quantitative est le processus d'échantillonnage lui-même, et non ses séquelles de laboratoire. Si nous estimons à moins de 5 % l'importance de ce premier facteur, on peut adopter une fourchette d'erreur de ± 5 % autour de chaque point expérimental ; cette valeur a été reportée à titre indicatif autour de chaque point figuratif des courbes.

La chlorophylle a été dosée à 652 nm, et la formule suivante appliquée :

$$P_{\text{mg}} = 2,8 \cdot 10^{-2} \cdot V_{\text{ml}} \cdot (\text{D.O.})$$

(Manuscrit reçu le 15 septembre 1976).

*Laboratoire de Phytochimie et Phytophysiologie,
Département de Biologie Végétale U.E.R. des Sciences de la Nature,
Université Claude-Bernard, LYON I, 69621 Villeurbanne.*

BIBLIOGRAPHIE

- BUREN J. van, 1970. — Fruits Phenolics. In the *Biochemistry of Fruits and their Products*, vol. 1, A. C HULME éd. Academic Press, chap. 11, p. 269-304.
- GONNET J.-F. et LEBRETON Ph., 1971. — Les substances polyphénoliques du Fusain *Evonymus europaeus* L. *Plant. Médic. Phytothér.*, 5, p. 255-271.
- GRISEBACH H., 1962. — Die Biosynthese der Flavonoide. *Planta Medica*, 19, p. 385-397.
- HARBORNE J. B. et HALL E., 1964. — The systematic distribution and origin of anthocyanins containing branched trisaccharides. *Phytochem.*, 3, p. 453-463.
- OKOMBI G., BILLOT J. et HARTMANN Cl., 1975. — Variations des teneurs en chlorophylles et en caroténoïdes chez la Cerise au cours de la conservation du fruit cueilli à différents stades de la croissance et de la maturation. *Physiol. Végét.*, 13, p. 417-426.
- RIBEREAU-GAYON P., 1959. — Recherches sur les anthocyanes des végétaux. *Thèse Doct. Etat*, Paris.
- SCHALLER D. R. 1969. — The pigments and polyphenolic compounds of Montmorency Cherries. Univ. Microfilms *Ann. Arbor* Michigan, n° 70-3693, 70 p.
- ULRICH R., 1952. — La Vie des fruits. Masson Edit. 370 p.