Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin, 1996, **30**, N°2, 47-51

ÉVOLUTION DES PAROIS DES CELLULES DE L'HYPODERME DE LA BAIE DE RAISIN LORS DE LEUR TRANSFORMATION EN CELLULES DE PULPE

EVOLUTION OF THE HYPODERMAL CELLS OF GRAPE BERRY DURING THEIR TRANSFORMATION IN PULP CELLS

Monique FOUGÈRE-RIFOT, Céline CHOLET et J. BOUARD

Institut de la Vigne de Bordeaux, Laboratoire des Sciences de la Vigne,
Université Bordeaux 1, avenue des Facultés, 33405 Talence cedex (France)

Résumé : De la croissance à la maturité, certaines cellules de l'hypoderme de la baie de raisin, deviennent des cellules de pulpe. Leurs tanins vacuolaires disparaissent totalement, leurs parois régressent en deux temps : les parois perdent leurs polysaccharides (parois PAS négatives), puis elles s'amincissent.

Abstract : Some hypodermal cells of grape berry become pulp cells during growth stage to maturity. Their vacuolar tannins disappear and their cell walls get thinner in two times. In a first time, cell walls lose their polysaccharides (PAS negative walls), then they get thinner like pulp walls.

Mots-clés : baie de raisin, cellules hypodermiques, pulpe, parois cellulaires, polysaccharides, test PAS

Key words : grape berry, hypodermal cells, pulp, cell wall, polysaccharides, PAS test

INTRODUCTION

Dans un travail précédent, nous avons montré que la pulpe de la baie de raisin tirait son origine de la transformation progressive de la plupart des cellules de la paroi carpellaire (FOUGÈRE-RIFOT et *al.*, 1995a). Cette transformation se manifeste notamment par deux modifications : d'une part, la perte des tanins vacuolaires des cellules de l'hypoderme, d'autre part, l'amincissement des parois de ces cellules. Ainsi, des cellules d'hypoderme, qui normalement sont abondamment pourvues de tanins, deviennent des cellules de pulpe, sans tanins et à parois minces. Cette transformation ou conversion débute au cours de la croissance de la baie, d'abord dans le parenchyme interne, tissu le plus proche des loges carpellaires, puis dans la région la plus profonde de l'hypoderme, et se poursuit jusqu'à la maturité (PARK, 1995). De ce fait, le nombre d'assises cellulaires de l'hypoderme ne cesse de diminuer et ce processus se poursuit encore à l'époque de la vendange. L'évolution des parois des cellules de l'hypoderme les plus proches de la pulpe méritait donc d'être suivie avec précision, et ce sont les résultats de cette étude réalisée sur des baies du stade véraison à la maturité qui sont exposés ici.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Des baies de *Vitis vinifera* L. var. Merlot ont été récoltées de la mi-août à la fin septembre 1994, fixées et incluses selon les techniques déjà décrites (FOUGÈRE-RIFOT et *al.*, 1995a). Toutes les coupes ont été effectuées dans le sens transversal, perpendiculaire à l'épiderme de la baie. Elles ont été colorées par le test PAS (acide periodique - Schiff) de manière à détecter certains polysaccharides pariétaux. Une préparation témoin, sans oxydation periodique, a été réalisée.

RÉSULTATS

Les cellules typiques de l'hypoderme (avec ou sans tanins) ont des parois épaisses, fortement chargées en polysaccharides (PAS positives), ce qui se traduit sur les coupes par une intense coloration rose violine (figure 1). La lamelle moyenne est également PAS positive. Les parois des cellules épidermiques sont plus minces. Dans la variété Pinot noir, RAJAEI (1987) note un épaississement des parois « en allant de l'extérieur de la pellicule vers l'intérieur », durant la maturation. Cet épaississement serait dû à une hydratation et à l'apport de nouveaux polysaccharides, notamment à des composés pectiques. Les cellules de transition hypoderme/pulpe qui sont l'objet de la présente note ne sont pas signalées par RAJAEI.

Les observations que nous avons faites montrent que les cellules de l'hypoderme les plus profondes,

au contact de la pulpe, possèdent des parois aux caractères hybrides. Nous parlerons ici des parois tangentielles, externe et interne, d'une cellule et de ses parois radiales en faisant référence à leurs positions par rapport à l'ensemble de la baie coupée transversalement et non par rapport à la cellule étudiée.

- Ainsi, dans une cellule hypodermique telle que la cellule A (CA) possédant une ou plusieurs vacuoles chargées de tanins (figures 3, 4 et 5), **la paroi cellulaire tangentielle située du côté externe** de la baie est épaisse et riche en polysaccharides (paroi PAS positive) ; elle est rose foncé. Par contre, **la paroi tangentielle interne** reste épaisse mais est devenue PAS négative ; elle est rose très pâle et comparable à une paroi de préparation témoin, sans oxydation periodique (figure 2) ; aucun polysaccharide pariétal n'est détectable. Seule la lamelle moyenne reste rose foncé, nettement PAS positive. **Les parois radiales** sont souvent plus minces que les parois tangentielles ; elles deviennent de plus en plus pauvres en composants pariétaux et suivent la même évolution que la paroi située du côté interne de la baie.

- La cellule B (CB), située immédiatement en dessous de la cellule A, donc plus à l'intérieur de la baie, a déjà perdu ses tanins vacuolaires et ses parois tangentielles, côté externe et côté interne, ont des caractères différents (figures 3, 4 et 5). **La paroi externe** est épaisse, PAS négative et identique à la paroi du côté interne de la cellule A, immédiatement au-dessus ; cela revient à dire que les parois mitoyennes des deux cellules A et B sont comparables (figure 3). **La paroi interne de la cellule B** est devenue très mince et PAS négative ; elle a acquis des caractères de paroi de cellule de pulpe.

- Les cellules situées plus profondément sont des cellules de pulpe typiques aux parois minces et souples, dépourvues de polysaccharides, sauf aux angles où quelques polysaccharides (pectines) persistent (figure 1 et 4, petites têtes de flèches) ; parfois, il se forme un petit méat bordé par un film pectique (PAS positif) (figure 3).

DISCUSSION

La transformation des cellules d'hypoderme en cellules de pulpe a lieu dans la zone de contact entre ces deux tissus. Elle intéresse au maximum deux ou trois cellules superposées mais se produit sur toute la surface de contact entre l'hypoderme et la pulpe (figure 5). Cette transformation débute dès la croissance de la baie, se poursuit pendant la véraison (figure 5) et la maturation (figure 1) et gagne progressivement vers l'extérieur. Elle résulte de deux phénomènes qui se déroulent absolument dans le même temps.

- D'une part, les tanins vacuolaires disparaissent totalement, mais il persiste de très grandes vacuoles devenues optiquement vides et occupant la plus grande partie du volume cellulaire ; les cellules qui renferment ces vacuoles demeurent vivantes et de nombreux chloroplastes peuvent être observés dans le film cytoplasmique périphérique (FOUGÈRE-RIFOT et *al.*, 1995b).

- D'autre part, les parois deviennent très minces, ce qui est un caractère des parois des cellules de pulpe. Cette transformation se réalise en deux étapes successives : dans un premier temps, perte des polysaccharides, puis dans un deuxième temps, amincissement considérable de la paroi. Il s'agit d'un processus physiologique normal conduisant à la formation de la pulpe. CONSIDINE et KNOX (1979) regardent l'amincissement pariétal comme une autolyse, comme une forme de sénescence.

Il est difficile d'interpréter ce résultat. Il paraît probable que dans une première étape, les parois subissent une dépolymérisation (enzymatique?) des fibrilles cellulosiques les rendant inaptes à réagir au test PAS de mise en évidence des polysaccharides. Les pectines présentes dans la lamelle moyenne ne subissent pas de désorganisation. La deuxième étape serait « l'élimination » par la cellule des fibrilles déjà désorganisées permettant à la paroi de devenir très mince. La régression de l'épaisseur des parois de la baie de raisin n'est pas un cas unique ; on sait, en effet, qu'une régression pariétale très poussée se produit dans le gamétophyte femelle des angiospermes, qui, arrivé à l'époque de la fécondation, a totalement perdu ses structures pariétales internes ; les cellules du gamétophyte ne sont plus limitées que par leur propre plasmalemme (GODINEAU, 1966, 1969 ; RIFOT, 1971). Cette particularité est maintenant bien connue. Pendant la résorption de la structure pariétale, le plasmalemme est bordé par une travée de réticulum endoplasmique de type rugueux, mais avec sa membrane plaquée le long du plasmalemme totalement dégranulée (« ergastoplasme dissymétrique ») (FOUGÈRE-RIFOT, 1981, 1987 et 1989). La présence de cette travée particulière de réticulum peut expliquer les deux phases de la résorption par un apport enzymatique puis par une récupération des produits de la lyse enzymatique. L'activité du réticulum est connue dans le percement des pores des cribles libériens. A l'inverse, ROLAND et VIAN (1976) mettent en évidence, dans la sécrétion de la paroi, la présence d'une travée de réticulum de ce type en « relation de contiguïté avec le plasmalemme » et « court-circuitant » la voie golgienne.

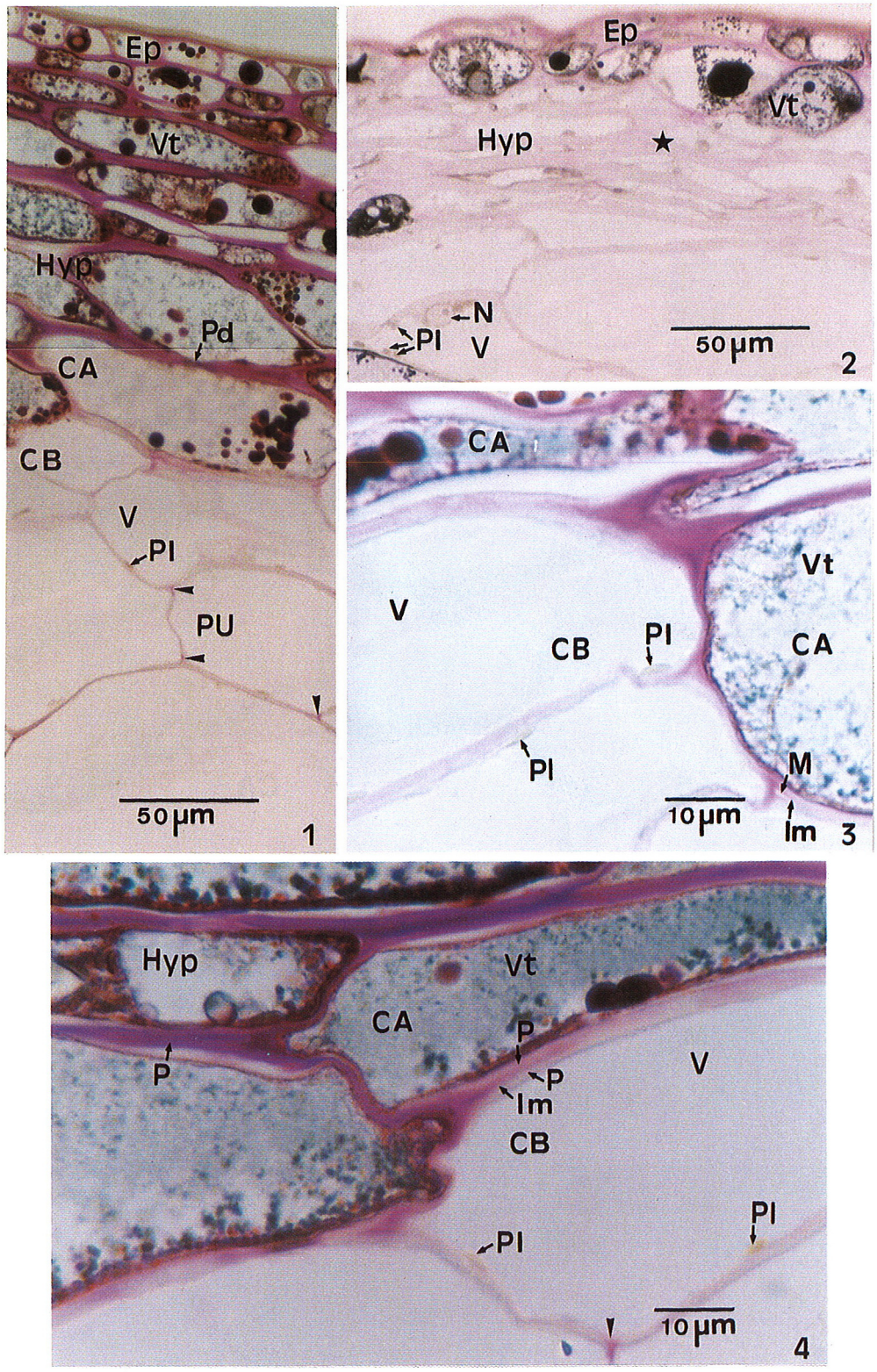


Fig. 1 - Coupe transversale dans une baie de Merlot à maturité. PAS. De l'extérieur vers l'intérieur : l'épiderme, l'hypoderme et la pulpe. Les parois des cellules hypodermiques très épaisses et PAS positives deviennent PAS négatives, puis très minces.

Fig. 2 - Coupe transversale dans une baie de Merlot à maturité. PAS témoin sans oxydation periodique. La coupe passe par une plage de cellules hypodermiques sans tanins.

Fig. 3 - Coupe transversale dans une baie de Merlot à maturité. PAS. La coupe passe au niveau des cellules de transition entre l'hypoderme et la pulpe. La cellule A (CA) a sa paroi tangentielle externe épaisse et PAS positive et sa paroi tangentielle interne épaisse et PAS négative. La cellule B (CB) a sa paroi tangentielle externe épaisse et PAS négative et sa paroi tangentielle interne mince et PAS négative.

Fig. 4 - Coupe transversale dans une baie de Merlot à maturité. PAS. La coupe passe par les cellules de transition entre hypoderme et pulpe. La cellule A (CA) a des parois tangentielles, externe et interne, différentes. La paroi tangentielle interne de la cellule B (CB) est amincie. Cette cellule a perdu ses tanins vacuolaires.

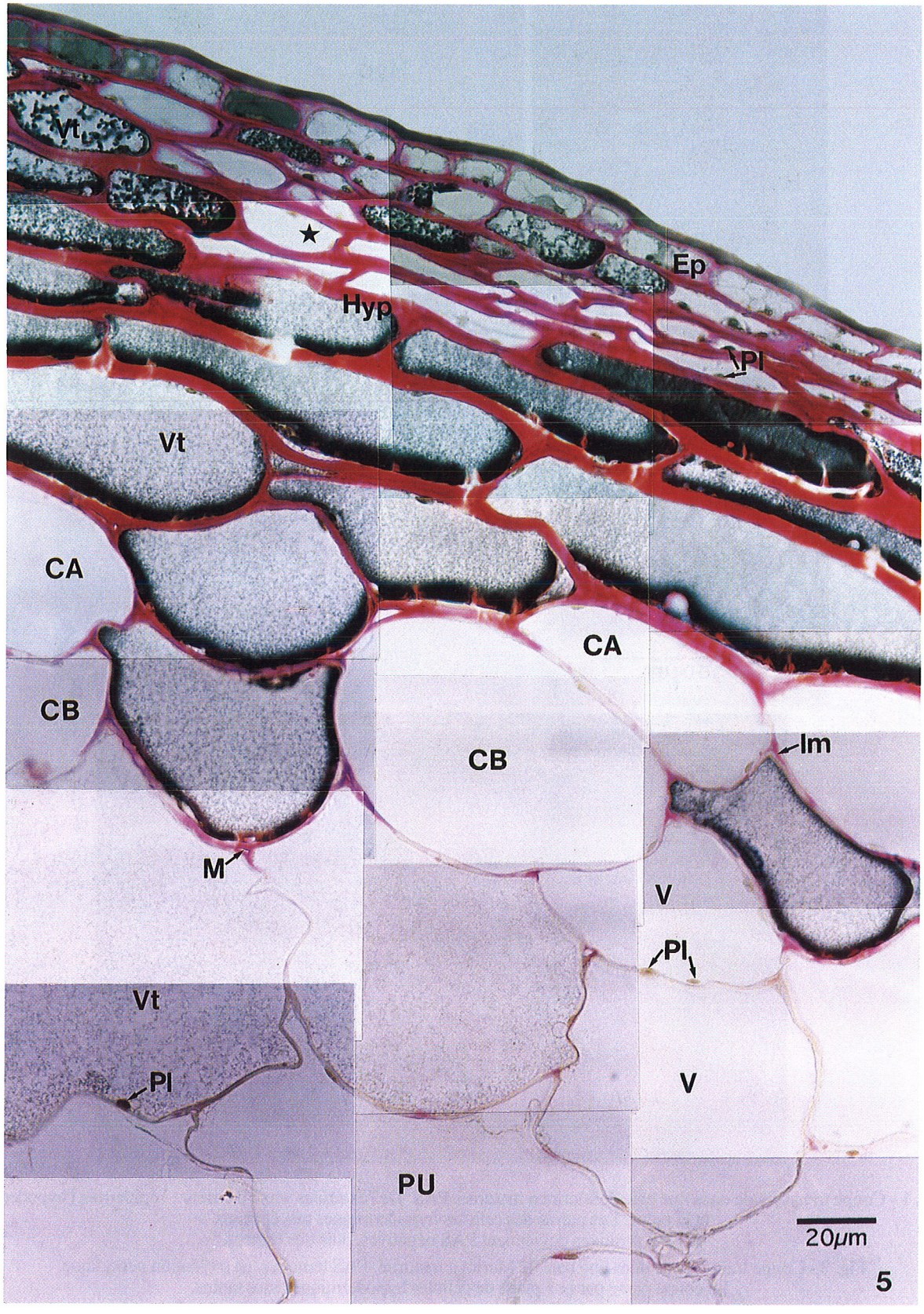


Fig. 5 - Coupe transversale dans une baie de Merlot au stade véraison. PAS.
Remarquer la zone de transition entre hypoderme et pulpe

Symboles utilisés dans les figures

CA : cellule de type A ; **CB** : cellule de type B ; **Ep** : épiderme externe de la baie ; **Hyp** : hypoderme ; **lm** : lamelle moyenne ; **M** : méat ; **N** : noyau cellulaire ; **P** : paroi cellulaire ; **Pd** : plage de plasmodesmes ; **Pl** : plaste ; **Pu** : pulpe ; **V** : vacuole ; **Vt** : vacuole tannique ; ★ : plage de cellules hypodermiques sans tanins

La formation de la pulpe se réalise ainsi, de proche en proche, par une déstructuration (désorganisation) des parois, depuis le début de la croissance jusqu'au stade maturité, d'abord à partir du parenchyme interne, puis de l'hypoderme le plus profond. Des anomalies peuvent apparaître dans ce processus et c'est ce que l'on observe dans les petites baies millerandées (BOUARD et *al.*, 1994 ; PARK, 1995 ; FOUGÈRE-RIFOT et *al.*, 1996).

CONCLUSION

La transformation de cellules d'hypoderme en cellules de pulpe est un phénomène normal de l'évolution de la baie. Il correspond à une véritable métamorphose d'un type cellulaire en un autre très différent. Ce phénomène est lent ; il dure deux à trois mois, gagne de proche en proche de l'intérieur vers l'extérieur de la baie et conduit à la formation d'une pulpe de plus en plus abondante et d'une pellicule constituée par les restes de l'hypoderme surmontés de l'épiderme externe.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BOUARD J., FOUGÈRE-RIFOT M., BENHARBIT EL ALAMI N. et H.S. PARK, 1994. Sur quelques anomalies de la structure des ovules et des ovaires des fleurs de vigne en relation avec la coulure et le millerandage. *VI^e Congrès latino-américain de Viticulture et d'Œnologie*. 20-25 novembre 1994, Santiago du Chili, 250-257.

CONSIDINE J.A. et R.B. KNOX, 1979. Development and histochemistry of the cells, cell walls, and cuticle of the dermal system of fruit of the grape, *Vitis vinifera* L. *Protoplasma*, **99**, 347-365.

FOUGÈRE-RIFOT M., 1981. Intercellular relations and wall structures in mature embryo sacs of four species of angiosperms. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae.*, **50,** n°1-2, 131-138.

FOUGÈRE-RIFOT M., 1987. Macrosporo- et macrogaméto- genèses, fécondation, embryogenèse et albuminogenèse chez les angiospermes. *Bull. Soc. bot. Fr., Actual. bot.*, **134**, n°1, 113-168.

FOUGÈRE-RIFOT M., 1989. L'évolution du réticulum endoplasmique des synergides d'*Aquilegia vulgaris* L. *Ann. Sc. nat., Bot.*, Paris, 13^e série, **10**, 49-62.

FOUGÈRE-RIFOT M., PARK H.S. et J. BOUARD, 1995a. Données nouvelles sur l'hypoderme et la pulpe des baies normales et des baies millerandées d'une variété de *Vitis vinifera* L., le Merlot noir. *Vitis*, **34**, n°1, 1-7.

FOUGÈRE-RIFOT M., PARK H.S., CHERRAD M., DARNÉ G. et J. BOUARD, 1995b. Plastes, amidon et chlorophylle dans la baie de *Vitis vinifera* L. au cours de son développement. *J. intern. Sc. Vigne Vin*, **29**, n°4, 213-225.

FOUGÈRE-RIFOT M., PARK H.S., BENHARBIT EL ALAMI N. et J. BOUARD, 1996. Anomalies de la structure des fleurs de vigne et des baies de raisin en relation avec la coulure et le millerandage. *J. intern. Sc. Vigne et Vin. Numéro hors série : La Viticulture à l'aube du III^e millénaire*, 47-52.

GODINEAU J.-C., 1966. Ultrastructure du sac embryonnaire de *Crepis tectorum* L. Les cellules du pôle micropylaire. *C. R. Acad. Sc. Paris*, **263**, 852-855.

GODINEAU J.-C., 1969. Ultrastructure des synergides chez quelques composées. *Rev. Cytol. Biol. vég.*, **32**, 209-226.

PARK H.S., 1995. Le péricarpe des baies de raisin normales et millerandées : ontogenèse de la structure et évolution de quelques constituants biochimiques, notamment des tanins. *Thèse Université,* Bordeaux I, 209p.

RAJAEI H., 1987. Changements cytochimiques et ultrastructuraux des parois cellulaires de la pellicule du raisin, *Vitis vinifera*, durant la croissance et la maturation de la baie. *Can. J. Bot.*, **65**, n°7, 1343-1355.

RIFOT M., 1971. L'évolution ultrastructurale des parois en rapport avec les transformations ontogéniques du gamétophyte femelle chez *Aquilegia vulgaris* L. *Ann. Univ. et A.R.E.R.S.*, **9**, 66-72.

ROLAND J.-C. et B. VIAN, 1976. La sécrétion des parois : quelques étapes caractéristiques. *Soc. bot. Fr., Coll. Sécrét. végét.*, 21-32.

Manuscrit reçu le 29 mars 1996 ;
accepté pour publication le 30 mai 1996