

PARTHENOCISSUS TRICUSPIDATA :
UN MODELE VEGETAL D'ADHESION BIOLOGIQUE

par

G. RAGNI, G.F. CONTI, S. CINTI*, P.L. SAPELLI**

*(Clinique Odontostomatologique de l'Université d'Ancona.
Directeur : Giovanni Fratto)*

Mots-clés : Histologie - Matériaux - Adhesion dentaire - Parthenocissus Tricuspidata - Vrille - Disque adhésif.

INTRODUCTION

Depuis le début des années 1970, l'odontologie n'a cessé de s'occuper avec une attention toujours croissante du phénomène de l'adhésion, étant donné que, précisément à cette période, on assistait aux premières applications cliniques fiables de ce phénomène.

Au début, l'adhésion dût être attribuée exclusivement à des effets physiques, et les chercheurs s'efforcèrent immédiatement d'obtenir des liaisons chimiques proprement dites soit avec les composants minéraux des tissus dentaires durs, soit avec leurs composants organiques.

Depuis le début de l'emploi clinique des phénomènes adhésifs, de nombreux progrès ont été réalisés en perfectionnant surtout l'obtention de la liaison avec les composants minéraux des tissus dentaires alors que ces mêmes liaisons et, encore plus, celles qui étaient dirigées vers les composants

* Institut de Morphologie Humaine Normale de l'Université d'Ancona. Directeur : Prof. Saverio Cinti.

** Chaire de Clinique Odontostomatologique de l'Université de Brescia. Directeur : Prof. Pierluigi Sapelli.

organiques se révélaient et se révèlent encore actuellement, soit peu fiables (et de toute façon toxiques pour la pulpe dentaire), soit assez fiables (mais cause de lésions de la pulpe).

Il ne faut donc pas s'étonner si l'attention de nombreux chercheurs, tout comme la nôtre, s'est adressée avec un intérêt tout particulier, à tout modèle d'adhésion biologique présent dans la nature.

Nous nous sommes intéressés tout particulièrement au phénomène d'adhésion qui, à chaque saison, est réalisé par une plante particulière : la vigne américaine ou *Parthenocissus Tricuspidata*, appelée plus couramment *Ampélopsis*, plante supérieure, rustique, grimpante, pourvue de longs et faibles sarments ligneux, à feuilles lobées, qui a tendance à recouvrir les surfaces, de préférence ascendantes auprès desquelles elle se développe.

La *Parthenocissus Tricuspidata* appartient à l'ordre des Rhamnacées, famille des Ampélidacées, genre *Parthenocissus*. Au cours de son cycle végétatif, qui s'étend de mai à octobre, des vrilles s'élancent à partir des jeunes arbustes. De ces vrilles se détachent de petites branches qui portent à leur extrémité un disque adhésif. Ce disque, arrivé à sa maturation et au voisinage d'un substrat adhère de façon initialement faible, ensuite, de façon toujours plus forte et, au bout de quelques semaines, il tend à se dessécher tout en adhérant de façon tenace à la surface de support.

Le substrat auquel la vrille s'agrippe habituellement est un mur, sans toutefois dédaigner dans des conditions particulières, des surfaces métalliques recouvertes ou non de peinture, des panneaux en plastique et également des branches adultes de la plante elle-même.

A.G. ENDRESS, W. THOMSON, S. JUNKER dans de récents travaux au microscope électronique en viennent à soutenir l'intervention d'une substance adhésive plus qu'un mécanisme physique à ventouse dans la phase d'adhésion du disque à son support.

On a tendance par conséquent à confirmer ce qui a déjà été avancé par MOHL H., 1827; DARWIN C., 1875; LANGERKEN A., 1885; MOENS P., 1956; qui suggèrent la présence d'un liquide adhésif appelé « *therebinthina* » par MALPIGHI M., 1686.

DARWIN démontra indirectement l'existence d'un fluide visqueux : il rapporte en effet que les grains de silice collés au disque s'en détachent en partie après immersion durant 24 heures dans de l'éther sulfurique et ils s'en détachent complètement en les immergeant dans des huiles essentiellement réchauffées, dérivées du thym et de la menthe.

En observant le comportement de cette plante qui adhère avec ses prolongements au substrat qui, du point de vue biologique, n'est autre qu'un système de support, l'idée nous est venue de soumettre certains éléments dentaires à la vrille.

Au cours d'expériences précédentes (*Stomatologia Lombardo Veneta*, Vol. 2, 1, 1, 1988) nous avons vu comment, en offrant aux disques adhésifs les trois tissus dentaires durs, il se réalisait une adhésion absolument tenace. Le phénomène s'accomplissait et s'achevait en l'espace de 20 à 30 jours. Nous avons d'autre part indiqué comment les émails traités localement avec le fluor ne donnaient jamais lieu à l'adhésion.

L'étude au microscope électronique à balayage nous a fourni les premières informations concernant la structure du disque adhésif à ses différents stades de maturation ainsi que la façon avec laquelle les cellules épidermiques proches de la surface d'adhésion se gonflent, se transformant en ampoules pleines de liquide adhésif qui, par la suite, se percent, laissant ainsi sortir leur contenu.

En utilisant une solution d'hypochlorite de sodium nous avons d'une part vérifié combien il est difficile de détacher le matériel adhésif du tissu dentaire (émail), d'autre part il nous a été possible de voir l'apparente parfaite intégrité de la surface de l'émail qui se trouve déjà au contact de l'adhésif lui-même.

Afin de mener à terme nos premières recherches, nous avons relevé les données fournies par la microanalyse. La microsonde a relevé les données en deux zones distinctes de la préparation : une, au centre de la substance végétale et l'autre, sur l'émail, à la périphérie du disque lui-même.

Dans les deux sondages le calcium et le phosphore se sont révélés les deux éléments constamment présents aussi bien dans l'émail que dans le disque adhésif.

D'autre part, le silicium, le soufre, le chlore et le potassium sont uniquement présents dans le végétal. Les pics présents dans les graphiques et relatifs aux éléments chimiques découverts ne doivent être considérés que dans le sens qualitatif. Il n'est pas possible de leur assigner une valeur quantitative, qui ne peut être présumée.

Nous avons entrepris une série de recherches d'ordre biochimique en vue d'étudier la structure du liquide adhésif et des recherches d'ordre biologique afin de découvrir l'éventuelle cytotoxicité de ce liquide adhésif lui-même.

Nous avons poursuivi nos recherches morphologiques avec une attention particulière aux rapports qui se réalisent entre adhésif végétal et ciment radiculaire. Nous avons privilégié le ciment, tissu à plus grande composante organique, mais en plus, nous avons évité d'enlever de la surface de ce tissu les résidus du tissu périodontaux qui sont restés collés à celui-ci.

MATERIEL ET METHODES

Nous avons utilisé des dents humaines conservées après extraction pendant des périodes de durées diverses et très variables. Ces dents avaient subi comme unique traitement l'immersion pendant 48 heures en eau oxygénée à 12 volumes et un lavage durant 10 minutes en eau courante.

Les dents ont été placées au voisinage immédiat des vrilles, soit en milieu naturel, soit en milieu artificiel (atmosphère saturée en vapeur d'eau, température à 37°, surface de la dent sans cesse irriguée avec une solution de liquide physiologique). L'adhésion se réalisait de façon superposable aussi bien en milieu naturel (tissu dentaire sec), qu'en milieu artificiel (le temps d'adhésion s'allongeait de façon non significative en milieu artificiel). Pour la microscopie électronique nous avons isolé la portion de la dent à laquelle le disque avait adhéré.

Cette séparation était réalisée à l'aide d'une fraise. La préparation ainsi obtenue était séchée à l'air, en la plaçant dans un milieu riche en sels hygroscopiques durant une période d'environ 10 jours. Nous procédions ensuite à une métallisation avec or au moyen d'un métallisateur Edwards S 150 Spitter Coater et nous avons observé directement les préparations au microscope électronique à balayage SEM Philips 505.

RESULTATS

A la fig. 1 (gr. $\times 34$) nous voyons l'émail (1) et la dentine (4) dans une coupe orthogonale à la surface de la couronne en ce point et le disque adhésif sectionné, adhérent aux deux tissus.

Dans la fig. 2 (gr. $\times 178$) nous observons (1) la surface de l'émail intacte avec traces de liquide adhésif, (3) l'adhésif végétal, (2) l'émail en coupe.

De ces images (de moins bonne qualité à cause de la présence de résidus de l'adhésif végétal, qu'il n'est pas aisé d'enlever avec des techniques non

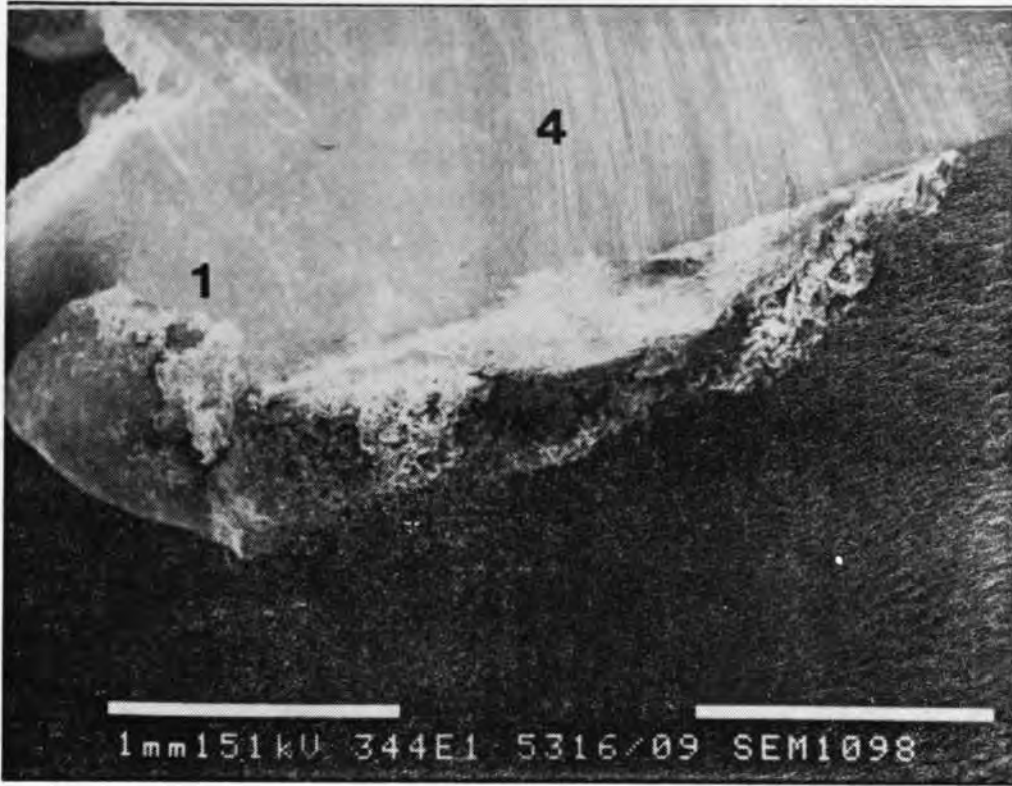


Fig. 1



Fig. 2

destructives), nous commençons à voir clairement, au-delà des altérations imputables aux procédés de section, un contact plutôt étroit entre les tissus dentaires et le disque adhésif de la *Parthenocissus Tricuspidata*.

Dans la fig. 3 (gr. $\times 81$), nous voyons en coupe orthogonale à l'axe longitudinal de la racine, l'interface disque adhésif (3), ciment (5). Le contact entre adhésif végétal et tissu dentaire est généralement très étroit au point qu'il nous a semblé intéressant arrêter notre attention sur les zones où ce contact semble de moins bonne qualité.

En effet, dans la fig. 4 (gr. $\times 655$), nous voyons à plus fort grossissement le détail de la fig. 3 encadré de blanc qui apparaît altéré par la coupe à l'interface ciment (5) adhésif végétal.

Dans la fig. 5 (gr. $\times 326$) l'interface ciment (5) disque adhésif (3) à la limite de la zone d'adhésion (flèche).

Dans la fig. 6 (gr. $\times 75$) le faisceau analyseur est orthogonal à la surface de section, et à l'axe longitudinal de la dent et il nous permet d'observer de nombreux détails, à plus fort grossissement; l'interface entre ciment (5) et disque adhésif (3).



Fig. 3



Fig. 4

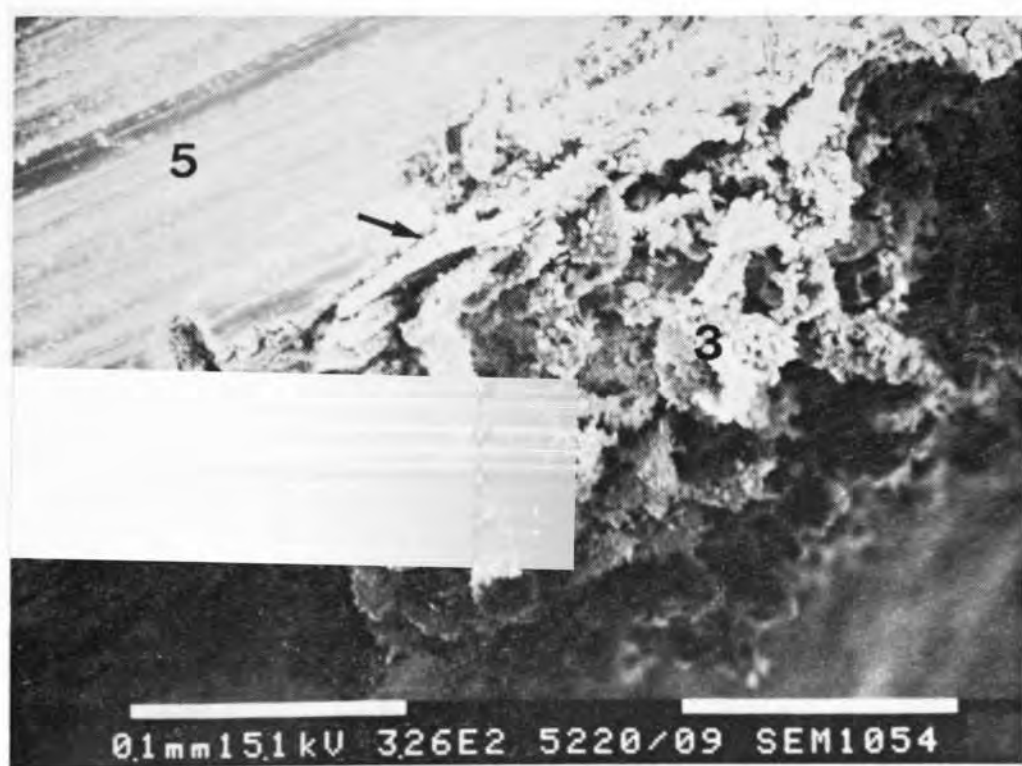


Fig. 5

La fig. 7 répète à 1010 de grossissement le détail encadré (1) de la fig. 6 en montrant un point de transition entre les zones d'interférence ciment (5), disque adhésif (3), le contact n'est pas continu.

La fig. 8 (gr. $\times 1010$) qui se rapporte au compartiment (2) de la fig. 6 montre à nouveau un contact différent du ciment (5) et du disque adhésif (3).

Dans la fig. 9 (gr. $\times 1010$) qui se rapporte au compartiment (3) de la fig. 6 nous voyons, à un grossissement différent, la limite du disque adhésif et la partie terminale de l'interface ciment (5), adhésif végétal (3). Dans cette zone, près de la limite du disque adhésif, la masse végétale adhérente (3) se présente morphologiquement différente en A et en B: il s'agit vraisemblablement de surfaces de sections des cellules du disque (ainsi que nous pouvons également le voir dans la fig. 10 qui suit, et, à plus faible grossissement, dans la fig. 17, qui se présentent avec une orientation différente et remplies du liquide de sécrétion).

La fig. 10 (gr. $\times 1010$) nous montre la circonférence du disque adhésif (compartiment 4 de la fig. 6 avec A section sur des plans différents des squames).



Fig. 6



Fig. 7



Fig. 8

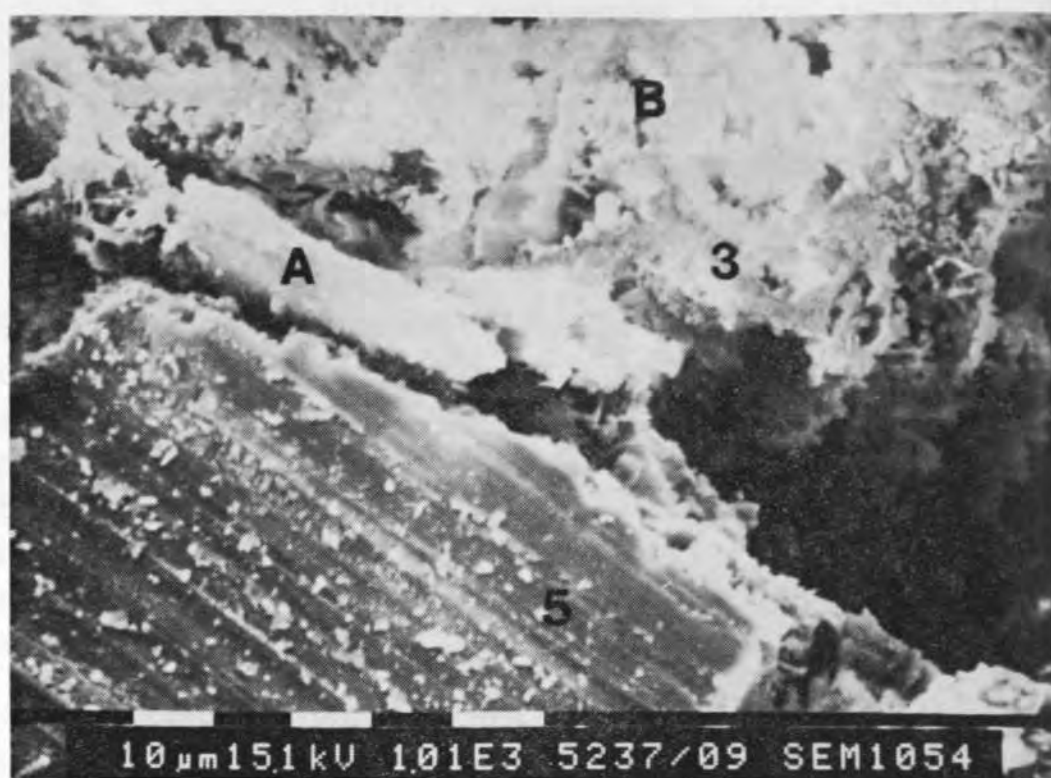


Fig. 9

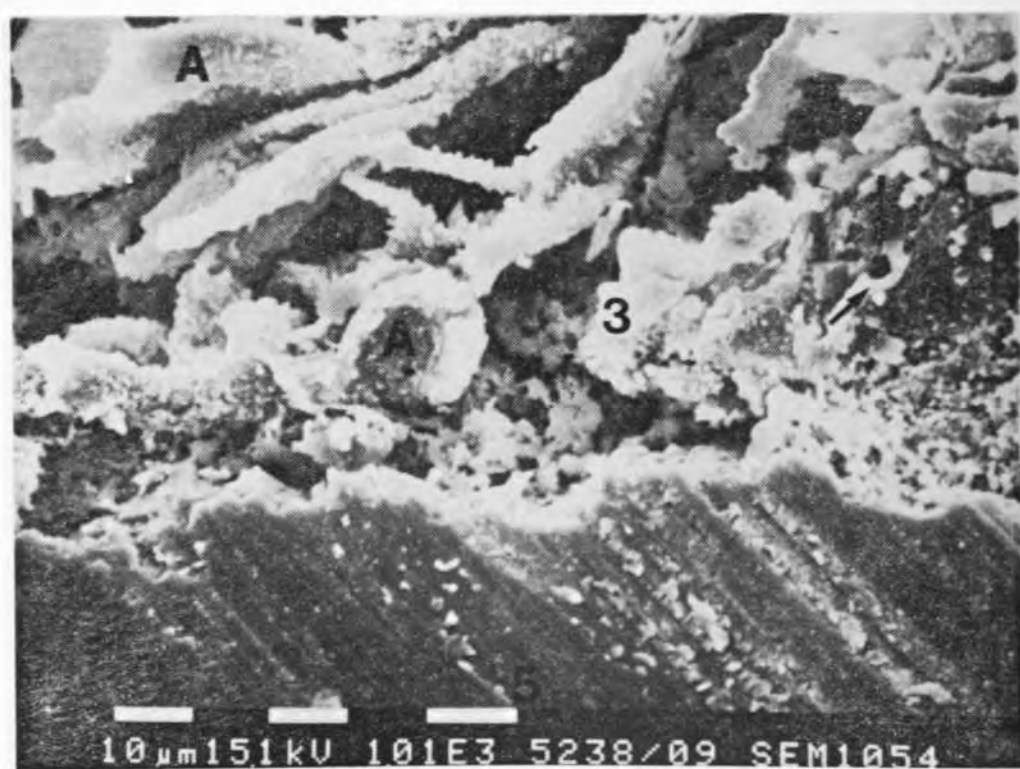


Fig. 10

La fig. 11 (gr. $\times 1010$) nous montre le détail de l'interface entre les deux traits indiqués par la flèche du compartiment (5) de la fig. 6; à noter l'étroite adhésion des deux surfaces de contact.

Dans ces conditions, la ténacité du lien adhésif, mise à l'épreuve par divers solvants, n'est pas inférieure, d'une façon significative, à celle du disque frais.

Dans la fig. 12 a (gr. $\times 326$), nous observons un détail tiré du compartiment (5) de la fig. 6 et, dans la fig. 12 b (gr. $\times 2.200$) un grossissement ultérieur du même détail. La zone (4) nous montre comment dans les zones périphériques l'adhésion est moins accentuée.

En examinant avec attention la fig. 6 on peut en effet noter comment, dans l'interface de la partie du disque adhésif dans sa plus forte épaisseur, on ne note point d'images de ce genre.

Il est également vrai que la morphologie de la coupe orthogonale à la surface adhésive d'un grand nombre de disques que nous avons examinés semblerait démontrer comment le disque lui-même est constitué par une partie centrale dont l'épaisseur moyenne est de 3 à 10 fois supérieure à l'épaisseur que l'on peut rencontrer à la périphérie. Il semblerait donc licite

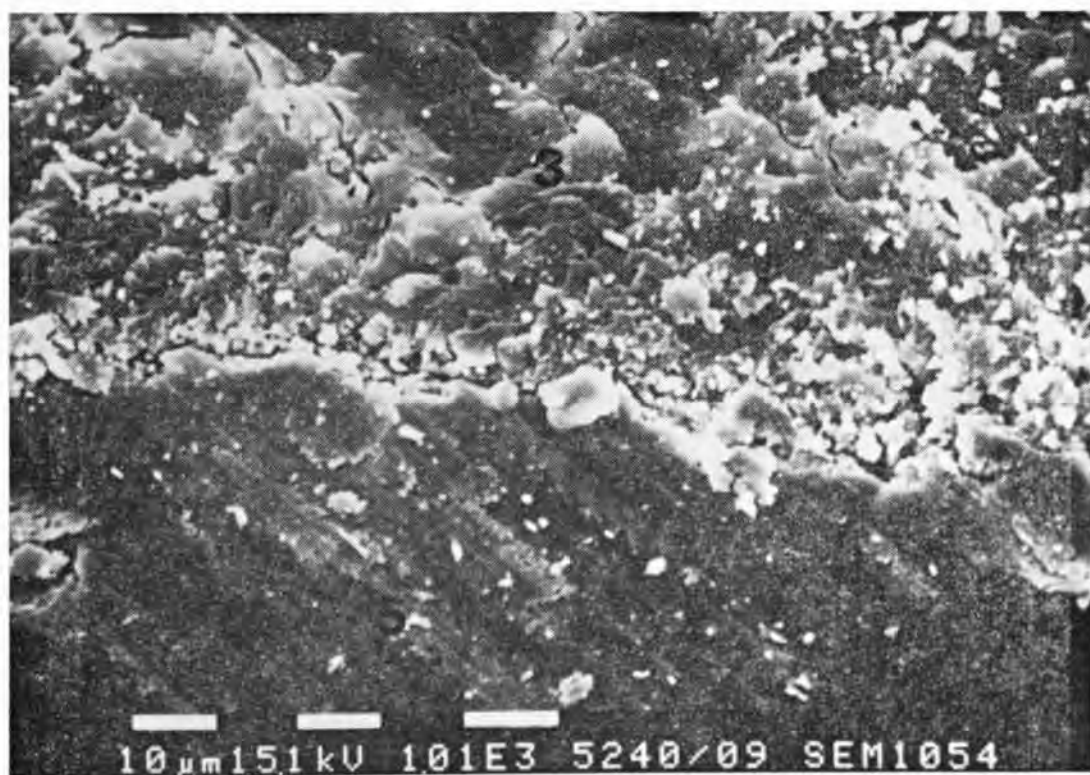


Fig. 11

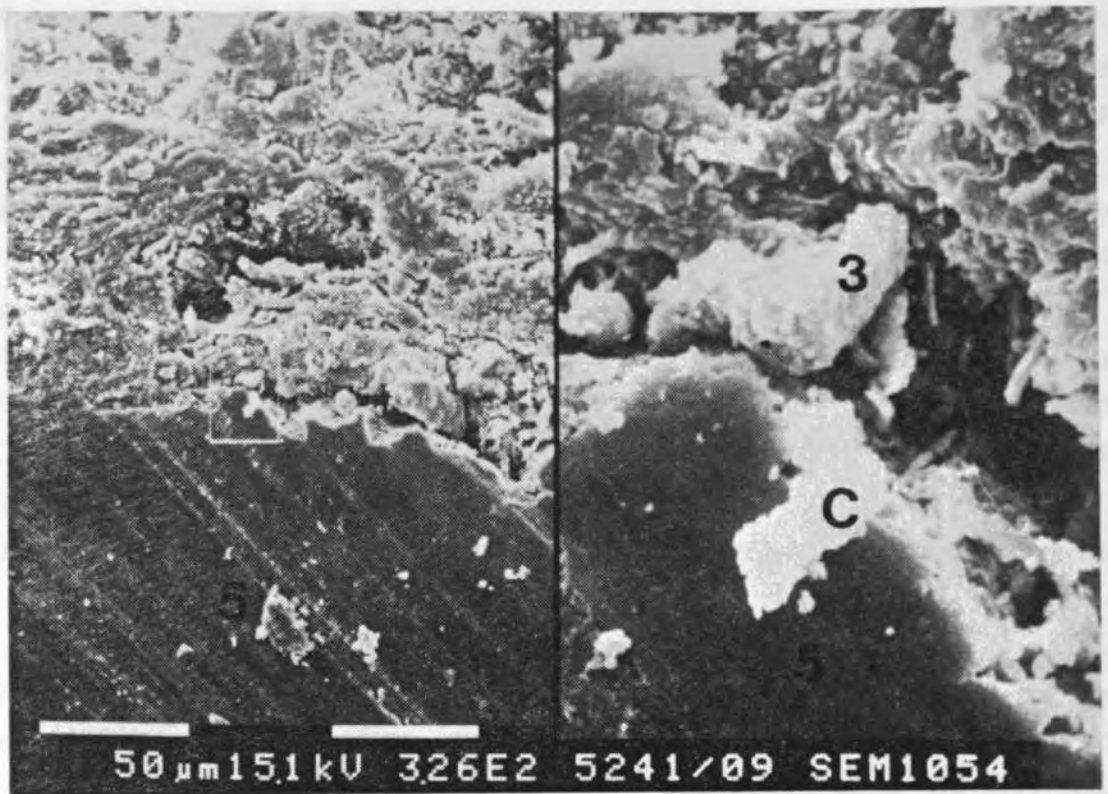


Fig. 12 a, b

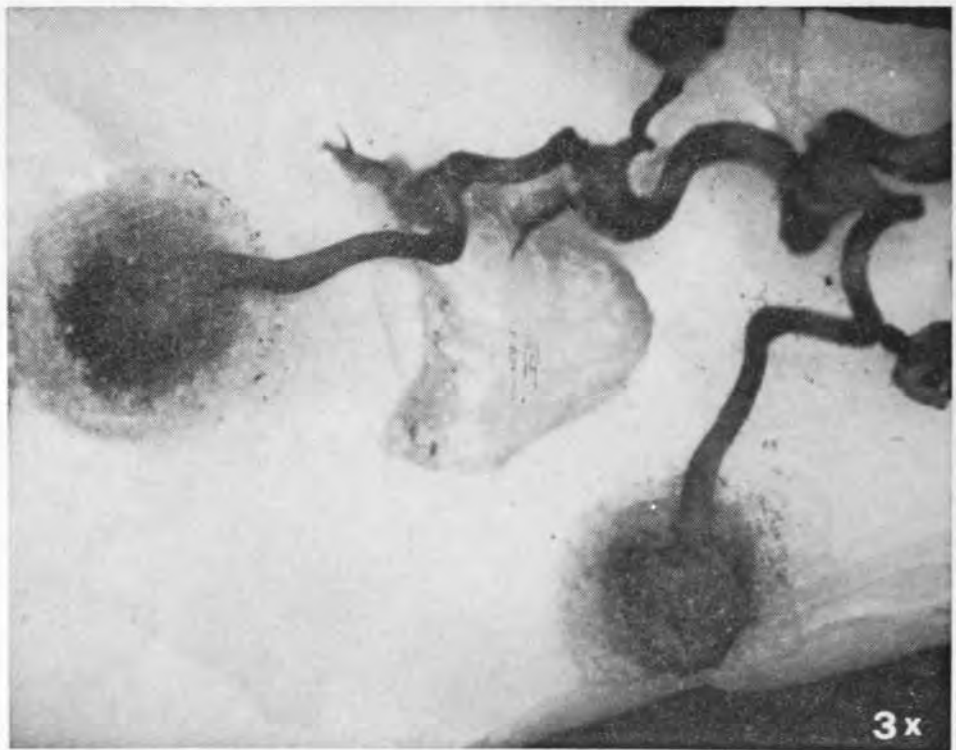


Fig. 13

de trouver, au niveau de cette couronne circulaire d'épaisseur plus faible, une structure au moins partiellement différente de la partie centrale du disque (fig. 13).

Dans la fig. 14 a (gr. $\times 42$) nous voyons le ciment en coupe : (5) — surface du ciment (5.1) — adhésif végétal en coupe (3.1) et surface du disque adhésif (3).

La fig. 14 b présente un grossissement du détail encadré de blanc dans la fig. 14 a.

Dans la fig. 15 nous avons un aperçu presque orthogonal du ciment en coupe (5), de la surface du ciment (A), de la partie périphérique d'un disque adhésif (3) (squames) et la limite adhésive (B).

Dans la fig. 16 (gr. $\times 170$) nous pouvons voir, avec une orientation orthogonale par rapport à celle de la fig. 15, le ciment en coupe (5), la surface du ciment (6) et les squames périphériques du disque adhésif (3).

Nous voyons dans la fig. 17 (gr. $\times 163$) une claire représentation des squames périphériques du disque adhésif.

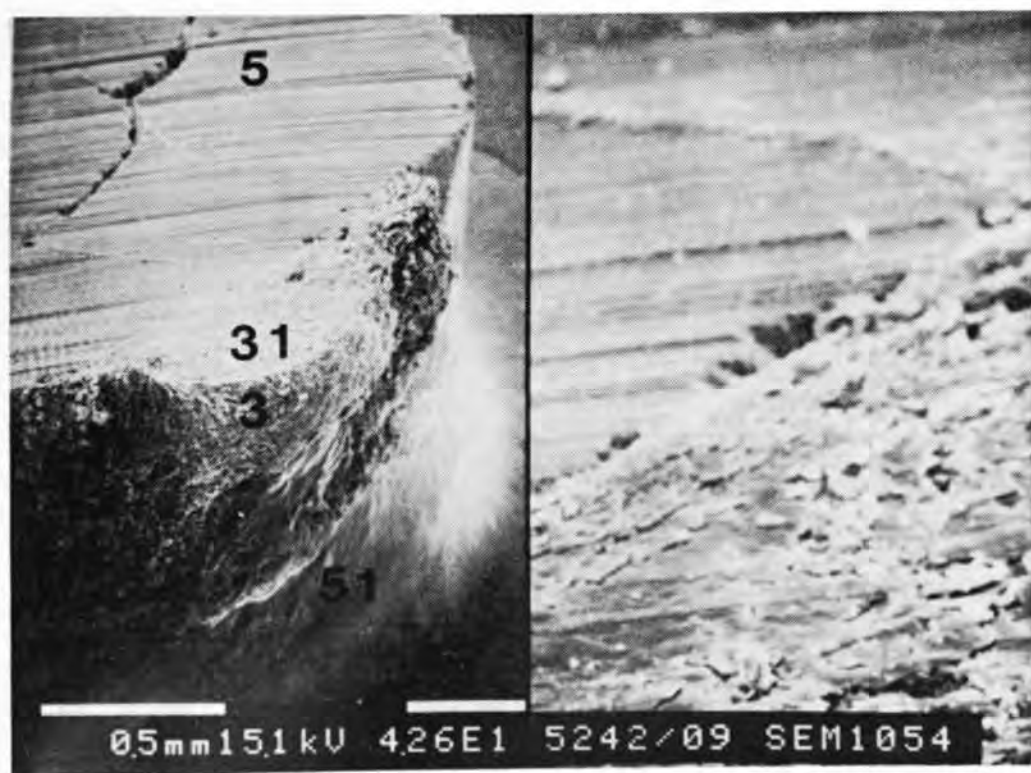


Fig. 14 a, b

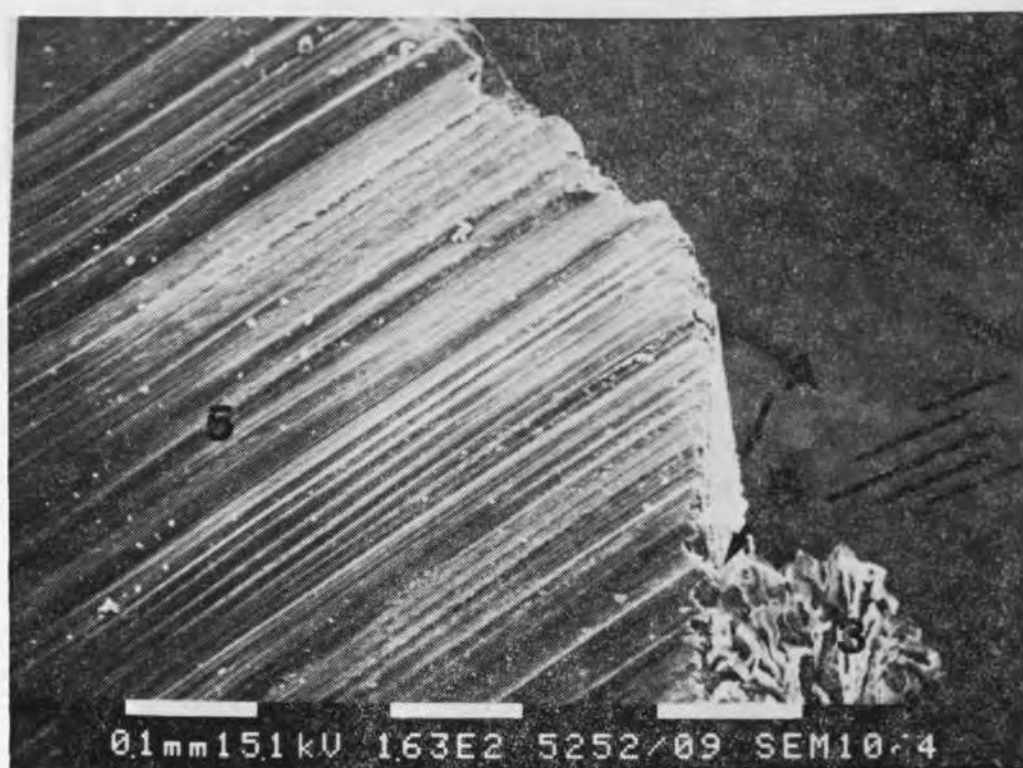


Fig. 15



Fig. 16



Fig. 17

DISCUSSION

La rencontre imparfaite, dans certaines zones, de l'adhésif végétal avec les tissus dentaires des échantillons qui ont séjourné de 40 à 60 jours dans un milieu naturel, doit certainement être attribuée à la présence de poussières atmosphériques et de corps étrangers divers qui se déposent inévitablement sur la surface des échantillons avant que ne se produise le contact avec le disque adhésif et qui ne limitent en aucune sorte (et cela a été vérifié), la capacité du végétal à réaliser l'adhésion.

Cette considération apparaît particulièrement importante pour ce qui est des zones centrales d'adhésion où les zones de contact imparfait sont relativement rares.

La capacité adhésive des structures végétales du genre *Parthenocissus* sur des tissus minéralisés mais pourvus d'une composante organique assez importante, tels que le ciment, n'est pas inférieure à la capacité adhésive exercée sur l'émail dentaire.

A ce point, il y a lieu de vérifier l'éventuelle toxicité cellulaire exercée « in vivo » par le liquide adhésif.

Les auteurs remercient pour leur précieuse collaboration technique en microscopie électronique le Docteur Plinio Ferrara et Monsieur Vittorio Carboni de l'Institut de Morphologie Humaine Normale de l'Université d'Ancona.

RESUME

La *Parthenocissus Tricuspidata*, genre appartenant à la famille des Ampéliadiacées, est une plante rustique, grimpante, pourvue de vrilles à l'extrémité desquelles se différencient des organes appelés disques adhésifs qui, au voisinage d'un substrat, adhèrent à celui-ci de façon tenace.

Des études de A.G. ENDRESS, W. THOMSON, S. JUNKER n'attribuent pas tellement à ce disque la capacité d'adhérer au substrat avec un mécanisme à ventouse mais plutôt grâce à la sécrétion d'une substance adhésive.

Les éléments dentaires ont été solidement fixés au-dessous des vrilles et au bout de quelques semaines l'adhésion sur l'émail, sur la dentine et sur le ciment radiculaire se révélait aussi tenace que l'adhésion qui se produit habituellement pour le ciment, à l'exception des éléments immergés auparavant dans un gel fluoré, peut-être à cause de la cytotoxicité de l'élément lui-même.

Le siège de l'adhésion à l'émail a été ensuite soumis à deux types d'examen : la microanalyse et la microscopie électronique à balayage.

La microanalyse a révélé la présence de calcium et de phosphore aussi bien sur l'émail que sur la zone d'adhésion, alors que le silicium, le soufre, le chlore et le potassium ne se rencontrent que sur la substance végétale adhérente.

L'étude au M.E.B. a été effectuée soit sur la surface de l'émail, après séparation du végétal, soit sur la coupe orthogonale à la surface d'adhésion du végétal à l'émail, à la dentine et au ciment radiculaire.

SUMMARY

Parthenocissus Tricuspidata: un modèle végétale d'adhésion biologique.

The *Parthenocissus Tricuspidata*, genus of the Vitaceae family, is a rustic plant with lianas, whose tendrils tips have organelles called adhesive discs that, set near a substrate, adhere to it.

Studies of A.G. ENDRESS, W. THOMSON, S. JUNKER attribute the disc adhesion ability to an adhesive substance secretion instead of a suction mechanism.

Teeth were set beneath the tendrils and in few weeks the adhesion to enamel, dentin and radicular cement was so strong as the usual adhesion to the wall, except with teeth that were set before in fluoride gel, because of the element cytotoxicity.

Then the adhesion place was investigated with microanalysis and S.E.M.

The microanalysis has shown calcium and phosphorus both on enamel and on adhesion place, while silicon, sulphur, chlorine and potassium were only on the adherent vegetable substance.

The S.E.M. analysis was conducted on the enamel surface, after removing of the vegetable, and perpendicularly to the adhesion surface of the vegetable with the enamel, the dentin and the cementum.

BIBLIOGRAPHIE

- DARWIN, C. — The movement of habits of climbing plants. John Murray, London (1875).
- ENDRESS, A.G., THOMSON, W.W. — Adhesion of the Boston ivy tendril. *Canad. J. Bot.*, **55** : 8, 918-924 (1977).
- ENDRESS, A.G., THOMSON, W.W. — Ultrastructural and cytochemical studies on the developing adhesive disc of Boston ivy tendrils. *Protoplasma*, **88** : 2-4, 315-331 (1976).
- JUNKER, S. — A scanning electron microscopic study on the development of tendrils of *Parthenocissus Tricuspidata* Sieb. & Zucc. *New Phytologist*, **77** : 3, 741-746 (1976).
- JOHANNESSEN, J.V. — Electron microscopy in human medicine. McGraw-Hill, New York (1978).
- LENGERKEN, A., VON. — Die Bildung der Haftballen an den Ranken einiger Arten der Gattung *Ampelopsis*. *Bot. Zeitung*, **43** : 337 (1885).
- MALPIGHI, M. — Opera Omnia. Anatomes plantarum. Pars Altera. Tho. Sawbridge and Geo Wells, London (1686).
- MOENS, P. — Ontogénèse des vrilles et différenciation des ampoules adhésives chez quelques végétaux. (*Ampelopsis*, *Bignonia*, *Glaziovia*). *La cellule*, **57** : 371 (1956).
- MOHL, H. — Über den Bau und das Winden der Ranken und Slingpflanzen. Heinrich Laupp, Tübingen (1827).
- RAGNI, G., MAGNI, G., CONTI, G.F., CINTI, S., SAPELLI, P.L. — Capacità adesiva dentale dei viticci della *Parthenocissus Tricuspidata*. *Stomatologia Lombardo Veneta*, **2** : 1, 1 (1988).
- TONZIG, S. — Elementi di Botanica. (Vol. II). Casa Editrice Ambrosiana, Milano (1968).

Adresse des auteurs : Clinica Odontoiatrica dell' Università, Ospedale « Umberto I », Piazza Capelli 1, 60100 Ancona.