

J. A R T H A U D

LES BLESSURES ET LEUR CICATRISATION

CHEZ LES VEGETAUX

Résumé d'après l'ouvrage de G. DELACROIX :

MALADIES DES PLANTES CULTIVEES

Tome 1 : MALADIES NON PARASITAIRES

BAILLIERE 1916 & 1927

LES BLESSURES ET LEUR CICATRISATION
CHEZ LES VEGETAUX

Résumé d'après l'ouvrage de G. DELACROIX :

MALADIES DES PLANTES CULTIVEES - 1 : MALADIES NON PARASITAIRES -
Ed. BAILLIERE, PARIS, 1927.

Introduction

I - Cicatrisation simple

Epanchement de matières
Gomme de blessure.

II - Formation de tissus nouveaux

A - Bourrelet simple

Formation de thyllés
Périderme cicatriciel
Production de liège commercial

B - Bourrelet complexe

Les boutures de Rosier

Rôle du bourrelet

Cicatrisation des plaies chez les végétaux ligneux :

1 - Plaies étroites

2 - Plaies larges

3 - Plaies avec conservation du cambium

4 - Constriction de l'écorce sans plaie véritable

5 - Plaie d'élagage

6 - Plaies de greffe

Conséquences des blessures.

LES BLESSURES ET LEUR CICATRISATION CHEZ LES VEGETAUX

Les blessures sont des lésions d'origine mécanique, dans lesquelles les éléments anatomiques brusquement frappés sont tués sur place ou arrachés de leurs connexions naturelles.

Les causes et les caractères des blessures sont très divers :

- écrasement : chocs de corps étrangers, heurt de voitures, chute de grêlons, ...
- rupture brusque : fracture des branches sous la poussée du vent, le poids de la neige ou même d'une surcharge de fruits, ...
- disjonction des éléments anatomiques internes : gel qui fait cristalliser l'eau dans les méats, ...
- action destructrice des insectes ou des rongeurs ;
- action de l'homme : élagage, taille, greffe, boutures, ...

Le plus grand danger que présentent les blessures est qu'elles permettent l'introduction d'une foule de parasites qui, sans elles, n'auraient pu vaincre la résistance opposée par les tissus de protection.

A la suite d'une blessure, la respiration augmente d'intensité et les matières protéiques s'accumulent en quantité notable au voisinage de la plaie ; il est probable que ces faits sont en relation avec les phénomènes de cicatrisation.

I - CICATRISATION SIMPLE

L'épiderme recouvert de sa cuticule, ou le périoderme subéreux, protègent les tissus sous-jacents contre l'évaporation excessive qui se produirait si ces tissus n'étaient imprégnés de substances imperméables : cutine ou subérine.

Leur destruction, même limitée à un espace restreint, entraîne d'abord la dessiccation et la mort des éléments sectionnés et d'un nombre variable de couches cellulaires immédiatement sous-jacentes ; puis, dans les tissus plus profonds, quelques couches modifient leur membrane alors que, dans les éléments rapidement tués, celle-ci s'est conservée intacte ou à peu près ; cette membrane prend le caractère chimique du liège, mais sans aucune modification du nombre ou de la dimension des cellules.

Les éléments tués ou subérisés perdent rapidement leur contenu ; les cellules qui se remplissent d'air isolent la couche sous-jacente restée vivante et empêchent sa dessiccation ; en même temps, le bois et les tissus sclérifiés peuvent subir quelques modifications que nous étudierons plus loin.

Ce processus est le plus simple qu'on rencontre chez les plantes ; il s'observe dans beaucoup de cas de blessures de feuilles, dans la cicatrisation de certaines boutures, surtout de Monocotylédones ; mais souvent aussi le processus se complique.

Epanchement de matières à la surface des plaies

La blessure peut déterminer l'ouverture de canaux, sécréteurs ou non, qui, dans la plante vivante, contiennent des substances naturellement fluides ; celles-ci peuvent se solidifier une fois épanchées et former ainsi un enduit protecteur impénétrable.

Ainsi, chez les Conifères, la section ouvre des canaux résinifères ; la térébenthine qui s'échappe de la plaie se résinifie et se durcit à l'air ; de plus, dans le voisinage de la plaie, les trachéides s'imprègnent de résine et deviennent inaltérables.

Des phénomènes identiques se produisent chez d'autres plantes, notamment des Ombellifères, Césalpiniacées et Térébinthacées exotiques, dont les substances ainsi produites sont utilisées par la pharmacie ou l'industrie :

Ombellifères :

Hydrocotyle gummifera Lamk. = Bolax gummifer Spreng
fournit un siccatif (îles Falkland) ;

Ferula galbanifera (Miller) Koch donne un galbanum (Europe).

Césalpiniacées :

Copahifera spp. donne le Baume de Copahu (Amérique)

Hymenea sp., Trachylobium sp. produisent le Copal utilisé pour la fabrication de vernis (Afrique) etc...

Gomme de blessure

Chez beaucoup de Phanérogames, au voisinage des blessures, les tissus ligneux prennent, au bout de peu de temps, une teinte jaune brunâtre ou rougeâtre ; la matière formée ne s'écoule pas au dehors et ne s'étale pas à la surface de la plaie ; les rayons ligneux, les fibres, le parenchyme ligneux sont pleins d'une matière amorphe d'abord jaune pâle, puis brune ; tout le contenu des cellules concourt à la formation de la gomme de blessure. Cette gomme devient assez vite insoluble dans l'eau. Elle constitue une barrière à l'invasion des parasites, mais cette barrière est souvent franchie, parfois même consommée par certains parasites.

II - FORMATION DE TISSUS NOUVEAUX

Beaucoup de plantes, quelque temps après la blessure, montrent dans le voisinage de celle-ci des proliférations et l'apparition de tissus nouveaux dûs à la réaction des éléments restés vivants et non blessés. Cette réaction a généralement son point de départ à quelque distance de la blessure.

Le plus souvent, l'excitation n'atteint qu'une seule rangée de cellules ; elle peut parfois se transmettre de proche en proche à plusieurs couches cellulaires ; mais elle est arrêtée quand, sur son chemin, se rencontrent des éléments morts, incapables de prolifération (fibres ...)

La réaction peut se produire aux dépens d'un méristème normal (cambium) mais d'autres tissus peuvent se trouver en quelque sorte "rajeunis" et retrouver le pouvoir de se multiplier à nouveau.

La formation de cellules nouvelles, ou hyperplasie, est accompagnée d'une hypertrophie (augmentation de la taille des cellules) plus ou moins apparente ; elle aboutit à la formation d'un bourrelet plus ou moins visible à l'extérieur.

On peut distinguer deux types de bourrelets, entre lesquels il se présente parfois des intermédiaires :

- 1 - Les tissus nouveaux sont parenchymateux et homogènes :
il s'agit d'un bourrelet simple ;
- 2 - les tissus nouveaux sont hétérogènes, car il s'y produit des faisceaux fibro-vasculaires :
on a affaire à un bourrelet complexe.

A - Bourrelet simple

Dans le cas le plus simple (racine aérienne de Vanillier) il n'y a pas, à proprement parler, de néoformations cellulaires ; le processus de cicatrisation se borne à la subérisation complète de l'assise superficielle restée vivante après la blessure, et à

l'hypertrophie notable de la couche sous-jacente ; ces éléments subissent surtout un allongement dans un sens perpendiculaire à la direction de la plaie et ne sont subérisés que sur leur face externe.

Formation de thylles

Beaucoup de phanérogames possèdent du parenchyme ligneux vivant, disposé en cellules allongées au contact immédiat des vaisseaux primaires et surtout secondaires ; il est assez fréquent d'observer la cellule du parenchyme ligneux vivant, faisant hernie dans la lumière du vaisseau en passant au travers d'une ponctuation ; souvent, le diverticule ainsi constitué est plus volumineux que la cellule qui l'a produit ; il semble que ce soit le calibre du vaisseau qui règle la dimension des thylles qui y pénètrent.

Dans une thylle jeune, la membrane n'est pas modifiée ; le noyau de la cellule formatrice ne se divise pas et, souvent, il émigre dans la thylle, mais seulement (en général) lorsque le développement de celle-ci est assez avancé. On voit parfois dans les thylles des grains d'amidon en quantité.

Si le phénomène se produit aux dépens d'un certain nombre de cellules bordant le vaisseau, les thylles, d'abord à peu près globuleuses, deviennent bientôt polyédriques par pression réciproque, et bientôt la cavité du vaisseau se trouve obstruée. A ce moment, il n'est pas rare, du moins quand les thylles jouent le rôle de tissu cicatriciel, d'observer la subérisation de leur paroi ; l'obturation du vaisseau est ainsi produite aussi sûrement qu'avec la gomme de blessure. Les thylles se montrent aussi bien dans les parties souterraines qu'aériennes des plantes.

Le périderme cicatriciel

Une coupe dans un tubercule de pomme de terre, au niveau d'une plaie superficielle en voie de cicatrisation, montre, de l'extérieur vers l'intérieur :

- une première couche cellulaire dont les éléments déformés, déchirés, sont morts ; ce sont les cellules que la plaie a ouvertes et tuées ;

- immédiatement au-dessous, quelques couches de cellules intactes que l'évaporation a tuées plus lentement, dont le contenu s'est résorbé et dont les membranes se sont subérisées ;
- la première couche de cellules restées vivantes, qui devient génératrice : le plus souvent, elle ne fonctionne que vers l'extérieur, donnant du liège mais pas de phelloderme ;
- enfin, le parenchyme cortical normal.

Les éléments du liège cicatriciel, étant produits par les cloisonnements tangentiels successifs des cellules génératrices, sont disposés en filas radiales ; peu à peu leur cytoplasme disparaît et leur membrane se subérise.

La formation d'un liège cicatriciel est le mode général de cicatrisation des tissus parenchymateux : écorces de tiges ou de racines, fruits, feuilles ...

Parfois la couche génératrice est une véritable couche phellogène qui produit du liège vers l'extérieur et du phelloderme vers l'intérieur (cacaoyer ...)

C'est de cette façon que se cicatrisent certaines plaies de bouture ; mais tous les tissus parenchymateux ne présentent pas une égale aptitude à proliférer : c'est dans le cambium qu'on rencontre cette faculté à son plus haut degré, mais le liber mou, le parenchyme cortical, l'épiderme, le péricycle non lignifié, la moëlle peuvent aussi différencier une couche génératrice subéreuse ; même le bois peut se comporter ainsi, mais seulement lorsqu'il est très jeune et que ses éléments sont encore vivants.

Dans les parties ligneuses, il apparaît de la gomme de blessure ou des thylles qui obstruent les vaisseaux.

Une telle bouture donnera des racines adventives qui se développeront aux dépens de la zone péricyclique.

Un bon exemple est donné par les plaies de bouture des Pelargonium ; dans ce cas, outre la formation de liège cicatriciel,

on constate une hypertrophie dans le parenchyme cortical, une hyperplasie dans le liber, et, comme on l'a déjà vu, la production de gomme de blessure dans le bois : c'est déjà l'indication du bourrelet complexe.

Production de liège commercial

Le liège commercial n'est autre qu'un périderme cicatriciel, dont la formation est provoquée artificiellement par l'homme. Les chênes-liège (Quercus suber L.) produisent un liège normal dès leur première année. La couche génératrice est la première rangée des cellules du parenchyme cortical, immédiatement sous l'épiderme ; elle donne naissance à du phelloderme en dedans, à du liège en dehors ; l'activité de cette couche phellogène n'est pas indéfinie, car, au bout de quelques années, dans une couche plus profonde de l'écorce, qui peut appartenir au phelloderme, se montre une nouvelle couche phellogène qui donne également du liège en dehors et du phelloderme en dedans ; toute la portion extérieure à ce second périderme, qu'elle soit ou non subérisée, se dessèche et périt, puisqu'elle est privée de ses communications avec les autres éléments vivants de la tige.

En même temps, l'écorce, quand elle a acquis ainsi plusieurs couches successives de périderme, se craquèle sous l'influence de l'augmentation de volume déterminée par la croissance de la tige, et le liège ainsi développé est de mauvaise qualité, dépourvu d'élasticité ("liège mâle").

On l'extirpe alors par l'opération du "démasclage", lorsque l'arbre a atteint une quinzaine d'années, et on constate bientôt, à une très proche distance de la surface, la formation d'une nouvelle couche génératrice qui fournira un liège beaucoup plus homogène, à cellules presque cubiques, doué d'une élasticité plus grande : c'est le liège industriel ou "liège femelle".

La couche de liège formée ainsi annuellement est épaisse de 1 à 5 mm. L'opération est renouvelée tous les huit ou dix ans, et le liège est d'autant plus fin et régulier que l'arbre est exploité depuis plus longtemps ; un arbre exploité avec soin, auquel il n'est pas fait de plaies inutiles, peut durer plus de cent cinquante ans.

B - Bourrelet complexe

Nous avons déjà défini le bourrelet complexe : celui dans lequel les tissus néoformés ne sont pas exclusivement parenchymateux et se trouvent mélangés d'éléments fibro-vasculaires.

C'est par un bourrelet complexe que se cicatrisent beaucoup de plaies de boutures et les plaies des végétaux ligneux, lorsque le cambium est lésé sur une certaine étendue.

Comme pour le périoderme cicatriciel, les tissus restés vivants : parenchyme cortical, péricycle non sclérifié, liber mou, cambium, moëlle, peuvent concourir à la formation du bourrelet complexe ; les tissus subérisés et lignifiés : liège, bois adulte, liber dur, en sont incapables ; mais les tissus lignifiés, comme on l'a vu, obturent leurs éléments déchirés par des thyllés ou de la gomme de blessure.

La formation de tissus nouveaux s'accomplit naturellement aux dépens des réserves nutritives - de l'amidon notamment, qui peut même parfois disparaître complètement.

La cicatrisation de la bouture du Rosier nous montrera un exemple de la formation d'un bourrelet cicatriciel complexe.

Les boutures de Rosier

Dans le bourrelet du Rosier, on voit souvent tous les éléments extérieurs au bois, non sclérifiés, participer à la formation du bourrelet ; cependant, si la bouture est constituée par une portion de tige un peu âgée, c'est seulement la portion intérieure au péricycle qui va proliférer : les éléments du parenchyme cortical (et ceux de la moëlle) se dessèchent complètement à la base de la bouture, sans même former de liège cicatriciel.

Ce sont les éléments de la région cambiale qui prolifèrent les premiers, repoussant devant eux une ou deux couches de cellules ouvertes par la blessure ; ces cellules cambiales s'allongent hors de la plaie, sous forme de papilles renflées en massue, et se cloisonnent dans tous les sens, de sorte que chaque cellule se trouve bientôt transformée en une masse proéminente de parenchyme.

Ensuite les éléments vivants du liber, les cellules annexes, le parenchyme libérien participent au cloisonnement ; celui-ci est assez rapide quand les conditions de température et d'humidité sont convenables, et bientôt le bourrelet, débordant sur tout le pourtour de la base de la bouture, acquiert un volume qui le rend très apparent.

Très généralement, la surface du bourrelet est irrégulière, bosselée, et n'adhère à la section de la bouture que par les régions qui lui ont donné naissance ; les bosselures qui sont l'indice des inégalités de croissance sont parfois assez marquées pour que le bourrelet paraisse lobé.

La partie inférieure de la bouture, par suite de l'irritation causée par la plaie, subit un certain degré d'hypertrophie ; les éléments de même ordre que ceux qui, plus bas, vont donner naissance aux cellules du bourrelet se montrent eux-mêmes hypertrophiés, et d'autant plus qu'ils sont plus proches de la surface de section ; à une certaine distance, moins d'un centimètre en général, cette hypertrophie cesse d'être apparente ; quant au bois de la bouture, une formation irrégulière de thyllles l'obture incomplètement.

Au début de son développement, le bourrelet est homogène ou à peu près : il est constitué, presque exclusivement, par un tissu cellulaire à cloisonnement actif, dont les éléments, de forme assez irrégulière, polyédriques par compression réciproque, à membrane cellulosique mince, sont disposés, au moins vers la périphérie, en files rayonnantes, sans qu'il y ait cependant une direction prédominante de croissance.

La différenciation ne tarde pas à apparaître dans ce tissu : dès que le bourrelet a acquis à peu près son volume définitif, deux ou trois rangées de cellules de la périphérie se subérisent sur place ; en même temps, certains éléments internes du parenchyme se lignifient et présentent des punctuations comparables à celles des vaisseaux du bois : ce sont de véritables vaisseaux fermés, très courts : les cellules vasculaires ; elles diffèrent sensiblement (par leur taille, leur forme, leur mode de groupement) des éléments

vasculaires du bois normal ; leur forme est polyédrique et souvent irrégulièrement quadrangulaire à angles nousses (comme, d'ailleurs, les autres éléments du bourrelet).

Les cellules vasculaires d'origine traumatique se montrent assez rarement isolées, même celles qui apparaissent les premières ; très souvent, elles forment de petits îlots groupés sans ordre apparent dans la masse du parenchyme.

Au voisinage de ces amas vasculaires, le parenchyme change de caractère : des cristaux d'oxalate de calcium apparaissent ; au contact même des éléments vasculaires, des cellules du parenchyme s'allongent, s'incurvent, se moulent les unes sur les autres et sur les cellules vasculaires ; puis la paroi de ces cellules **allongées** se lignifie. Le bois de blessure est alors constitué, avec des fibres courtes et des éléments conducteurs : les cellules vasculaires. Le tissu du bourrelet est devenu hétérogène.

C'est alors que commencent à se montrer les racines adventives ; elles se voient à la base même de la bouture, en général sur la partie hypertrophiée, jamais sur le bourrelet, et prennent naissance - comme dans le cas normal - à partir de la zone péri-cyclique.

Le mode de formation du bourrelet présente quelques variations selon les plantes : chez la Vigne, le bourrelet est dû surtout à la prolifération du cambium et du liber mou ; chez le Peuplier, il se constitue aux dépens de toute la région extra-ligneuse de la tige et comporte, à sa périphérie, une production de péri-dar-me subéreux d'une certaine épaisseur qui le recouvre tout entier ; de plus, des thylls se forment abondamment jusqu'à une certaine distance de la plaie. Le bourrelet des Petunia prend naissance presque exclusivement aux dépens du liber périmédullaire dont l'existence est caractéristique chez les Solanacées. Enfin, les choses se compliquent singulièrement chez certaines espèces : Ficus elastica, Hibiscus reginae, Coleus, Ageratum, etc...

Rôle du bourrelet

A son apparition, quand le parenchyme de la bouture est formé seulement de parenchyme mou et spongieux, il est logique de considérer que son rôle est d'emmagasiner l'eau du sol pour la fournir à la pousse bouturée encore dépourvue de racines adventives. Plus tard, quand celles-ci sont en état de fonctionner, le rôle du bourrelet est terminé, et le plus souvent cet organe est appelé à disparaître : fréquemment, des lames de périderme s'y montrent et éliminent des portions celluluses devenues inutiles.

Cicatrisation des plaies chez les végétaux ligneux

Chez les plantes ligneuses, les plaies superficielles n'atteignant pas le cambium se cicatrisent très généralement par la production d'un périderme cicatriciel, comme nous l'avons étudié plus haut.

Les plaies qui détruisent en partie le cambium, ou qui, du moins, s'arrêtent exactement à son niveau, se ferment par production d'un bourrelet complexe. Au contraire de celui des boutures, généralement mou et spongieux, ce bourrelet prend une dureté remarquable, souvent plus accentuée que celle du bois normal de l'arbre dont il s'agit.

Ce bourrelet ligneux se forme dans les mêmes conditions que celui des boutures et il présente avec lui des analogies évidentes; en effet, une plaie, pour arriver jusqu'au bois, entame l'écorce et la périphérie du cylindre central, le liber et le cambium, c'est-à-dire des tissus pour la plupart bien vivants et capables de réaction. Il se produit dès lors un parenchyme cicatriciel dans lequel va s'organiser une nouvelle couche libéro-ligneuse qui se raccordera latéralement avec le cambium normal.

Ce parenchyme cicatriciel, vers la périphérie, régénère l'écorce d'une façon plus ou moins parfaite, et, par suite du développement du bourrelet ligneux, la plaie tendra vers l'obturation complète. Quant au bois qui a été blessé, son mode d'occlusion est toujours le même : thyllés ou gomme de blessure.

Suivant la nature de la plaie, l'apparence du bourrelet varie quelque peu ; on peut considérer les cas suivants :

- plaies étroites
- plaies larges
- plaies avec conservation du cambium
- constriction de l'écorce sans plaie véritable
- plaies d'élagage
- plaies de greffage.

1 - Plaies étroites

Considérons le cas d'une plaie longitudinale étroite ayant atteint et blessé le bois sain, sur un rameau de poirier ; chacune des lèvres de cette plaie se cicatrise individuellement ; toute la région entaillée de l'écorce et du liber donne un bourrelet, au début du moins purement cellulosique ; ces deux bourrelets proéminent légèrement au-dehors, par suite de l'hypertrophie dont ils sont le siège et qui est due à l'irritation produite par la blessure ; de cette manière, l'écorce est assez rapidement régénérée, car les deux bourrelets se soudent bientôt en un massif celluleux, primitivement à peu près homogène comme les bourrelets de boutures.

La portion de cambium atteinte par la blessure et le bois sous-jacent, dans une zone d'étendue variable avec l'importance et la largeur de la plaie, sont tués. Le bois s'obture par de la gomme. Mais, latéralement, et sur tout le pourtour de la plaie, le cambium resté vivant ne tarde pas à proliférer, comme les tissus cellulieux qui lui sont extérieurs ; il donne naissance à un liber de blessure en dehors, à un bois de blessure en dedans. Le développement de ces tissus nouveaux s'accomplit nécessairement de telle manière qu'ils convergent vers la partie moyenne, correspondant à l'emplacement de la plaie primitive ; ils arrivent bientôt au contact, de sorte que la partie profonde de la solution de continuité diminue de plus en plus et finit par disparaître. Dès lors, l'obturation définitive de la plaie est réalisée.

Le bois qui prend naissance est un bois de blessure, dont l'orientation diffère de celle du bois normal ; les éléments qui le composent ne sont pas, comme dans le bois normal, parallèles entre eux et disposés parallèlement à l'axe de la tige. Le bois de blessure ne renferme pas de véritables fibres ligneuses, ni de vaisseaux allongés ; on y trouve, comme dans les boutures, des amas de cellules vasculaires entremêlées, courtes, ponctuées de la même manière que les vaisseaux secondaires normaux ou à peu près.

Le tissu qui environne les amas de cellules vasculaires est un parenchyme ligneux à cellules courtes, sans direction prédominante, mais qui, comme les cellules vasculaires, présente les réactions colorées des tissus lignifiés.

C'est dans le voisinage immédiat de la plaie que les éléments du bois de blessure diffèrent le plus de ceux du bois normal, comme si l'écorce traumatique exerçait une pression insuffisante sur le bois normal : tout se passe, en effet, comme si l'orientation des éléments du bois normal était due à la pression régulière de la partie extra-ligneuse ; lorsque la plaie est recouverte par le bourrelet, lorsque, à sa partie externe, celui-ci se recouvre d'un périoderme qui, sur les côtés, rejoint le périoderme normal et en prend peu à peu les caractères, cette pression se rétablit progressivement, et les éléments libéro-ligneux que donne secondairement le cambium reprennent peu à peu leur direction et leurs caractères normaux, et cela d'autant plus vite qu'ils sont plus éloignés de la blessure.

Quand on examine une tige pareillement cicatrisée, on trouve les éléments du bois de blessure enclavés dans du bois normal formé après eux ; ils se confondent progressivement avec ce bois normal, alors qu'ils sont séparés du bois antérieurement formé par une très nette discontinuité.

2 - Plaies larges

La cicatrisation d'une plaie ligneuse large se fait d'après le même processus ; mais l'occlusion de la plaie se réalise d'autant moins facilement que la plaie est plus large, et elle peut parfois n'être pas complète. D'autre part, quand la plaie, et par

conséquent le bourrelet, présentent une lèvre supérieure et une lèvre inférieure, cette dernière est toujours d'un volume sensiblement plus faible : en effet, la sève élaborée circule dans la tige de haut en bas, et une grande partie de celle qui peut être utilisée par le bourrelet est interceptée par son bord supérieur.

3 - Plaies avec conservation du cambium

Ces plaies ne sont pas rares sur les jeunes arbres entamés par la dent des rongeurs. Si le cambium est détruit par places, le processus de réparation de la plaie est évidemment d'autant plus rapide que la surface cambiale détruite est plus restreinte; le cambium qui reste, s'il est protégé contre la dessiccation, s'étend latéralement, en même temps qu'il fonctionne comme assise génératrice libéro-ligneuse.

Lorsque les îlots cambiaux persistants ne sont pas trop éloignés les uns des autres, l'obturation de la plaie peut être complète, mais, dans les intervalles entre les portions cambiales primitives, il peut se produire dans le bois de la gomme de blessure ou des thylls.

Le tissu ligneux provenant de l'activité du cambium restant montre son caractère normal ; le liber reste plus longtemps à l'état de parenchyme homogène, mais il prend tôt ou tard, dans sa partie profonde, les caractères du liber. A sa partie périphérique, le tissu produit un liège cicatriciel jouant le rôle d'organe de protection.

Quand le cambium est conservé sur toute sa surface, l'écorce peut être régénérée de façon complète.

4 - Bourrelets par compression

La constriction ou la compression de l'écorce par un corps résistant amène bientôt, dans la région qui en est le siège, un arrêt de fonctionnement dans la partie correspondante du cambium ; au bout d'un certain temps, cette portion de l'écorce dont le développement s'est arrêté est débordée par l'écorce environnante qui forme au-dessus d'elle un bourrelet ; ce bourrelet devient ligneux et le bois finit par recouvrir le corps constricteur.

C'est ainsi qu'un fil de fer enserrant un tronc disparaît au bout d'un temps variable dans le bourrelet, qu'une étiquette clouée solidement sur un arbre est peu à peu recouverte. Tous ces objets se retrouvent dans le bois quand l'arbre est exploité. Les plantes qui grimpent autour des jeunes troncs et les ensèrent sont, de même, capables de donner naissance à des bourrelets très longs de forme hélicoïdale.

5 - Plaies d'élagage

Les plaies d'élagage ne se cicatrisent de façon convenable, en général, que si l'on observe certaines précautions. Pour que le bourrelet arrive à recouvrir de façon parfaite la plaie d'élagage, il faut absolument couper au ras du tronc la branche à supprimer : si on laisse un chicot de bois d'une certaine longueur, le bord de la plaie, insuffisamment irrigué par la sève élaborée, n'a guère tendance à former un bourrelet qui puisse recouvrir la section du bois ; le bourrelet se forme généralement plus bas, vers la base du rameau. Des parasites peuvent, dès lors, pénétrer dans la plaie et compromettre plus tard l'existence de l'arbre. Il faut donc obturer la plaie avec un corps imperméable (mastic de greffage) après désinfection superficielle.

6 - Plaies de greffe

La greffe par approche se fait parfois naturellement dans les forêts : deux branches en contact usent l'une contre l'autre leur périderme par l'action du vent qui les secoue. S'il survient une période de calme, le bourrelet prend naissance sur chaque rameau et, peu de temps après, les deux bourrelets se soudent. Ce bourrelet, d'origine double, est très exactement constitué comme celui des plaies ligneuses en général.

Dans les greffes de rameaux (en tête, en fente ...) il faut non seulement ligaturer, mais encore envelopper la greffe d'un corps isolant ; le greffon peut, dans ce cas, être assimilé à une bouture, et la surface qui y sera le siège de la prolifération

doit être protégé contre l'évaporation ; évidemment, les deux bourrelets de la greffe ne sauraient se souder que si les surfaces aptes à proliférer, et notamment le cambium du porte-greffe et du greffon, sont en contact. Les mêmes considérations s'appliquent aux greffes de bourgeons.

Conséquences des blessures

Indépendamment de la pénétration de parasites et de la formation de bourrelets, les blessures sont à l'origine de la production de la gomme, qui en est la conséquence la plus connue ; mais cette question constitue à elle seule un long chapitre de physiologie et de pathologie végétales.

CICATRISATION SIMPLE

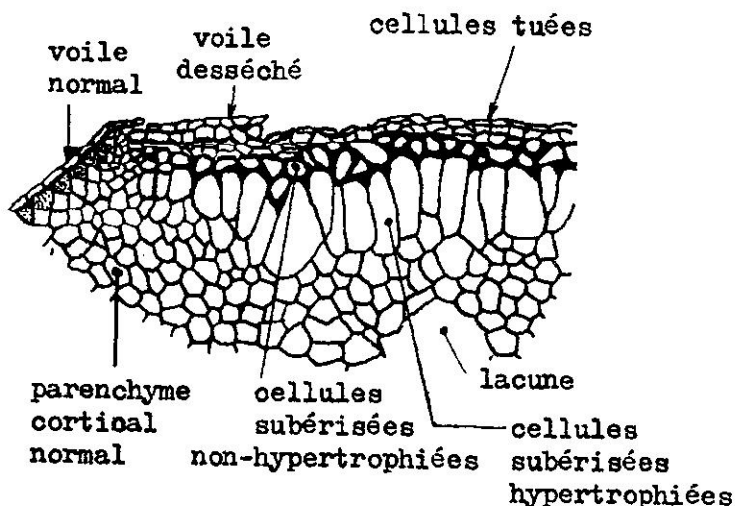


Fig.1 - Coupe dans une racine aérienne de Vanillier, à l'endroit d'une plaie longitudinale cicatrisée. (DELACROIX 1916)

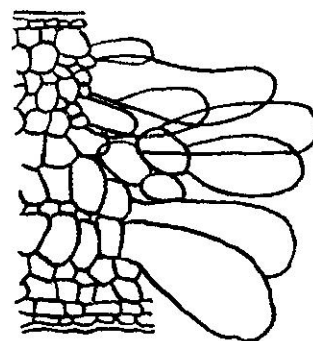


Fig.2 - Cicatrisation d'une plaie sur feuille de Cattleya par production de cellules hypertrophiées. (DELACROIX 1916)

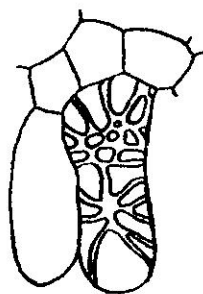


Fig.3 - Une de ces cellules montrant les bandes d'épaississement de la paroi. (d'après KUSTER) (DELACROIX 1916)

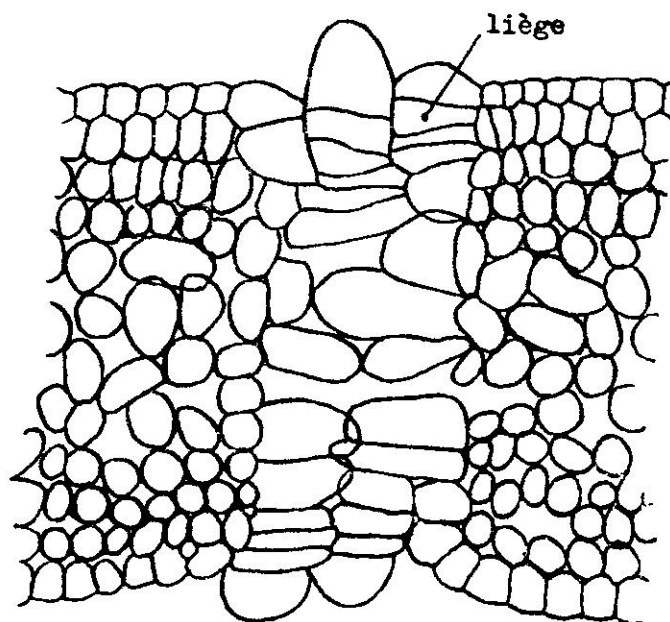


Fig.4 - Cicatrisation d'une plaie étroite dans une feuille d'Imantophyllum miniatum par production de cellules hypertrophiées se rejoignant. Aux faces supérieure et inférieure, formation d'un liège cicatriciel. (d'après MASSART) (DELACROIX 1916)

FORMATION DES THYLLES

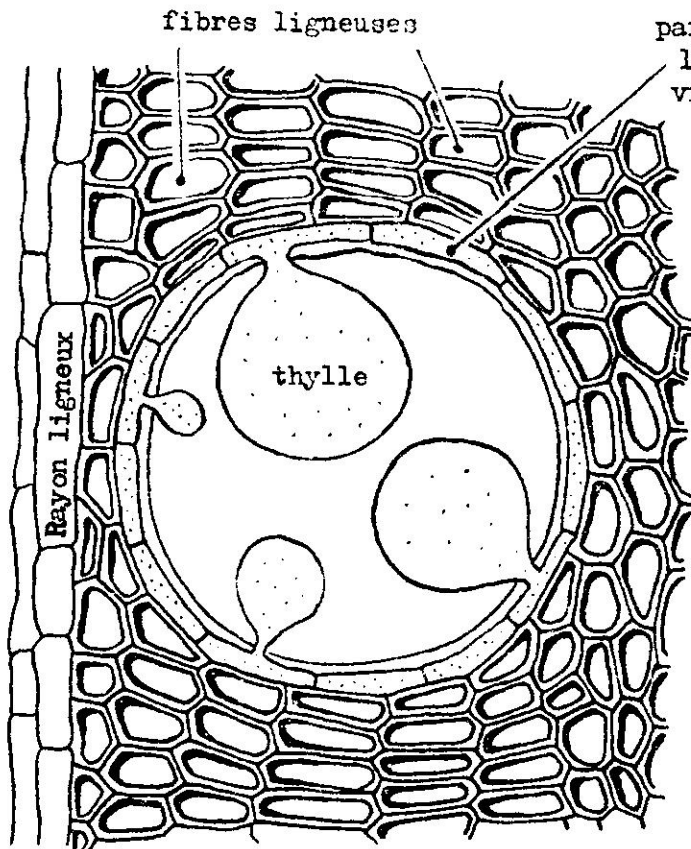


Fig. 5 - Coupe transversale dans un sarment de vigne.

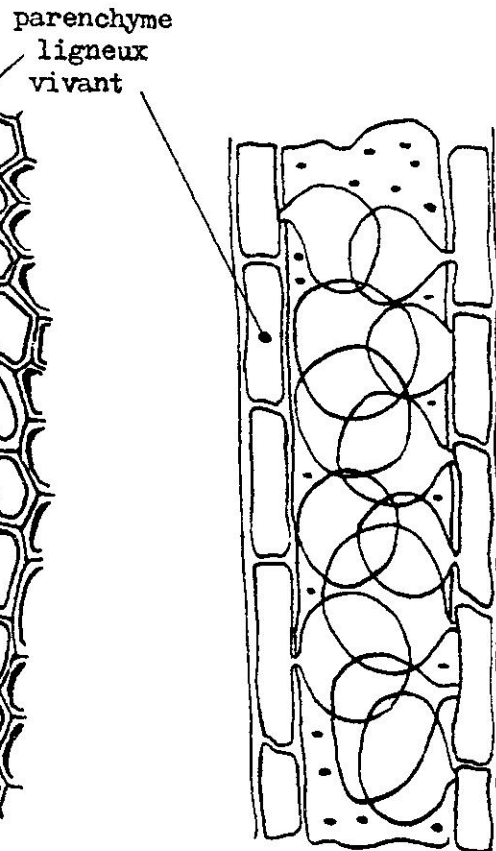


Fig. 6 - Coupe longitudinale dans un rameau d'abricotier.

FORMATION DU PERIDERME CICATRICIEL

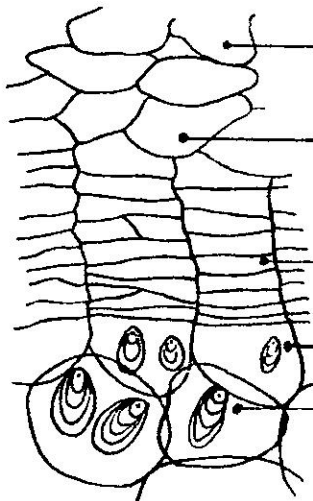


fig. 7

cellules déchirées, à membrane restée cellulosique
 cellules desséchées, à membrane subérisée sur place
 liège cicatriciel
 couche productrice de ce liège
 parenchyme amylofère

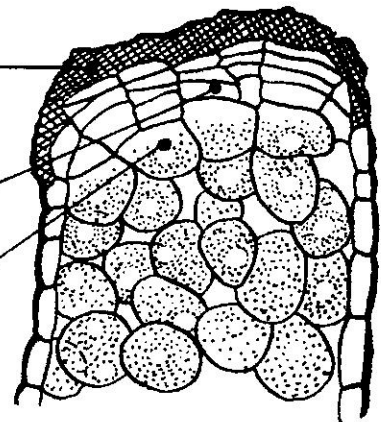
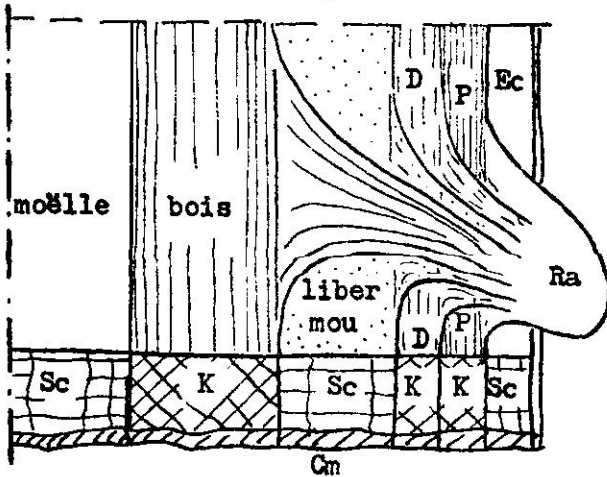


Fig. 8 - Feuille d'Orpin (*Sedum* sp.)

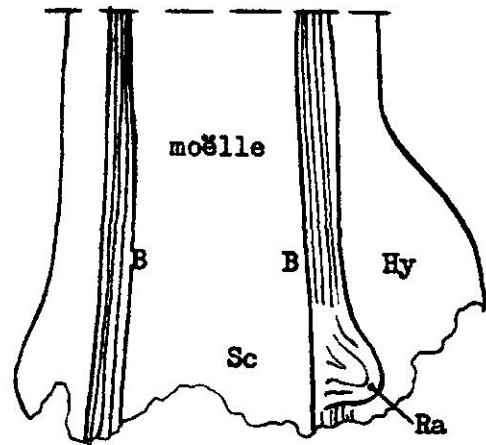
(Fig. 5-6-7-8 d'après DELACROIX 1916)

Fig.9 - Cicatrisation des boutures :
bourrelet simple.



Les parties vivantes de la tige : parenchyme cortical Ec, liber mou et cambium, moëlle, donnent lieu à la formation de liège cicatriciel Sc; en-dessous de ce dernier, Gm représente les cellules tuées par la blessure. Les fibres péricycliques P, le liber dur D et le bois s'obturent par des thylls ou de la gomme de blessure K. - Ra = racine adventive. (d'après DELACROIX 1916)

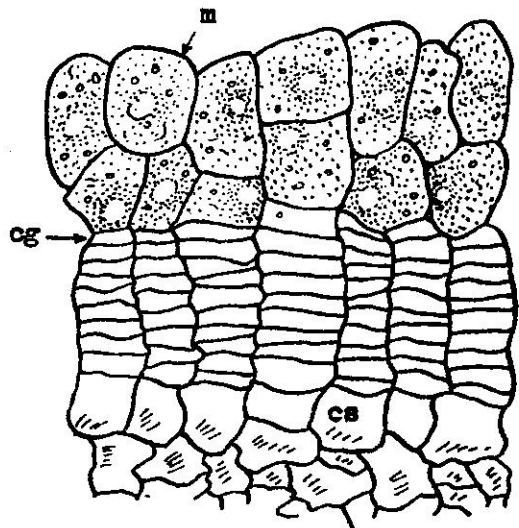
Fig.10 - Bourrelet simple du
Pelargonium.



Hy : partie hypertrophiée du parenchyme cortical à la base de la bouture.
RA : racine adventive.
B : Bois.
Sc : Liège cicatriciel.

(d'après DELACROIX 1916)

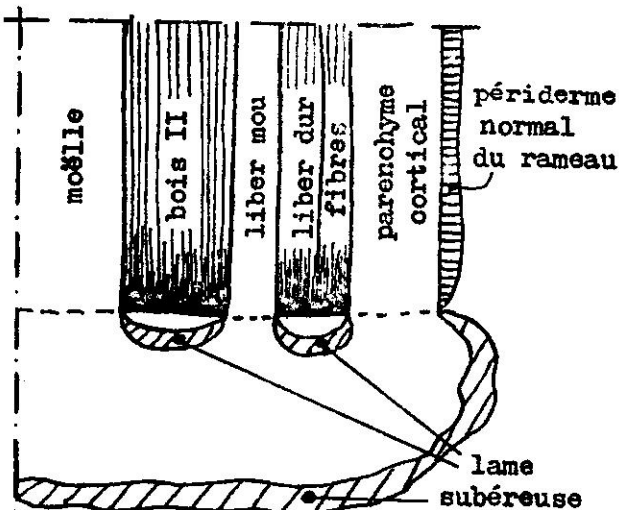
Fig.11 - Etat définitif du bourrelet simple dans la partie médullaire de la tige.



m = moëlle
og = couche génératrice
cs = cellules mortes desséchées.

(d'après DELACROIX 1916)

Fig.13 - Bourrelet complexe.



Les parties vivantes prolifèrent et concourent à la formation du bourrelet. Les parties fibreuses s'obturent par la production de gomme de blessure ou de thylls. Le bourrelet se recouvre d'une lame subéreuse.

PLANCHE IV

Bourrelet de Rosier

Fig. 13 -

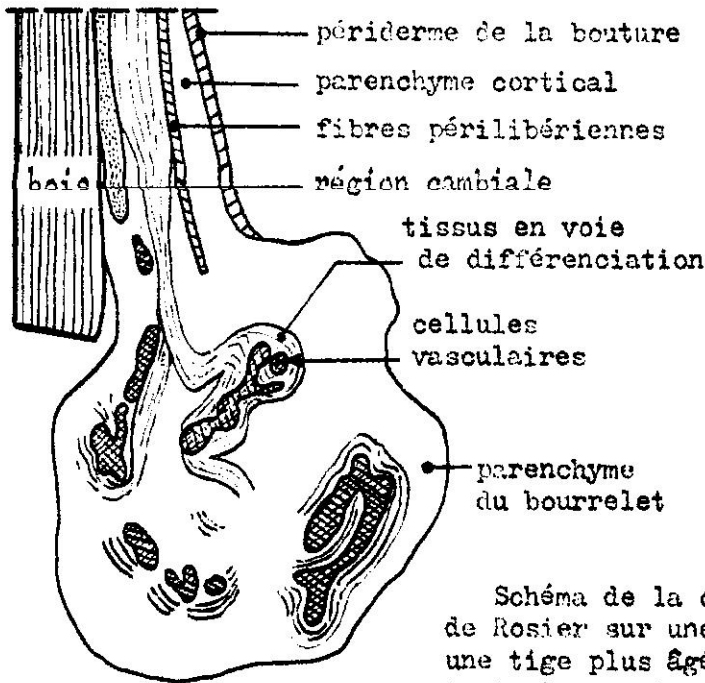


Fig. 14 -

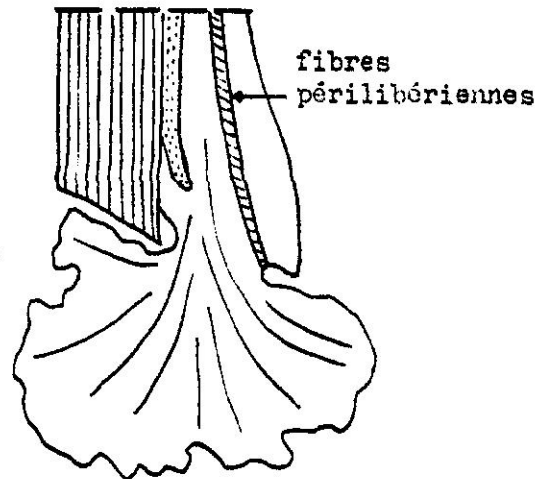
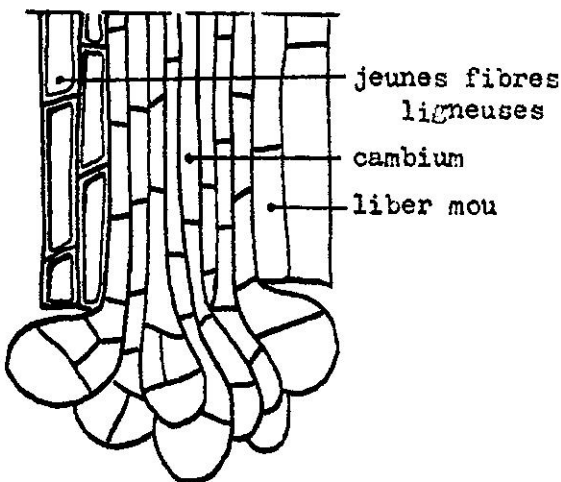


Schéma de la coupe longitudinale d'un bourrelet de Rosier sur une tige encore jeune (fig.13) et sur une tige plus âgée (fig.14) - Chez la tige encore jeune, toute la partie extra-ligneuse de la tige participe à la formation du bourrelet; dans la tige plus âgée, seule la région libérienne y participe.

(d'après DELACROIX 1916)

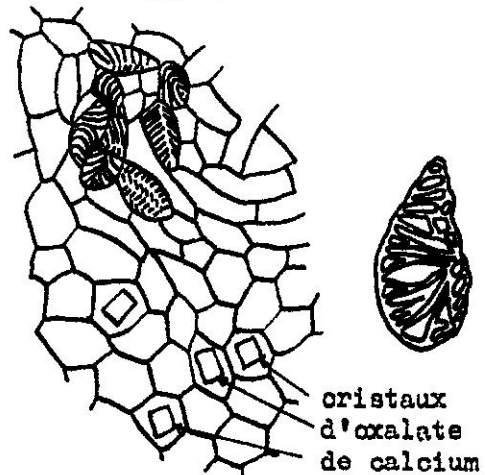
Fig. 15 -



Début de la formation d'un bourrelet aux dépens du cambium.

(d'après DELACROIX 1916)

Fig. 16 -

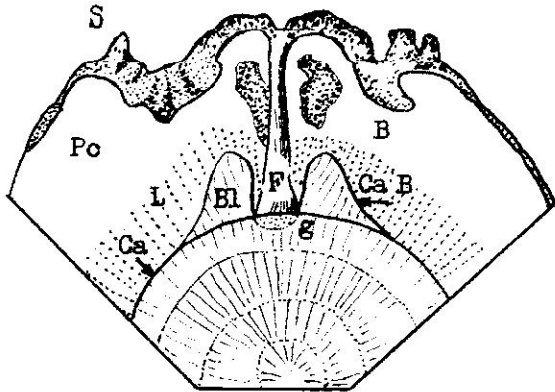


Portion du bourrelet de la fig.13 : cellules vasculaires se différenciant par flots. A droite, une cellule vasculaire isolée, plus grossie.

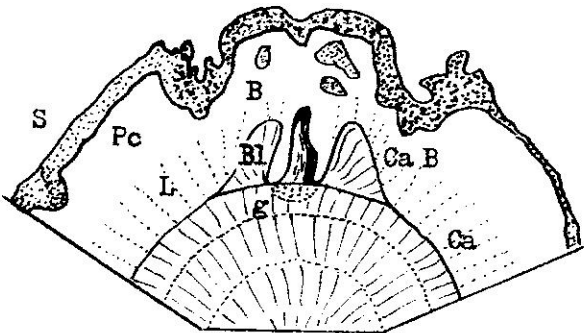
PLANCHE V

CICATRISATION D'UNE PLAIE LONGITUDINALE
SUR UNE TIGE DE POIRIER

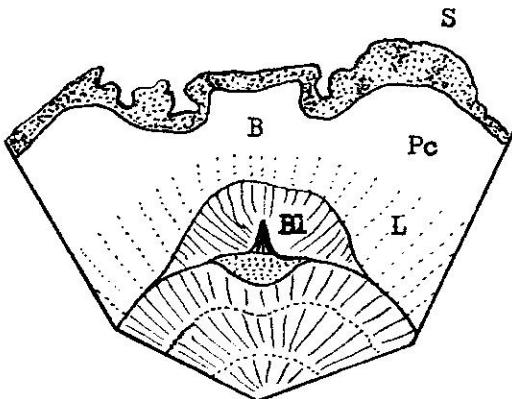
(d'après DELACROIX 1916)



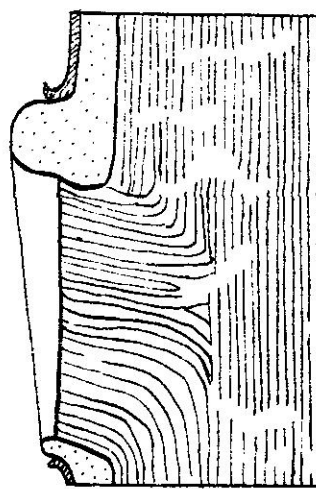
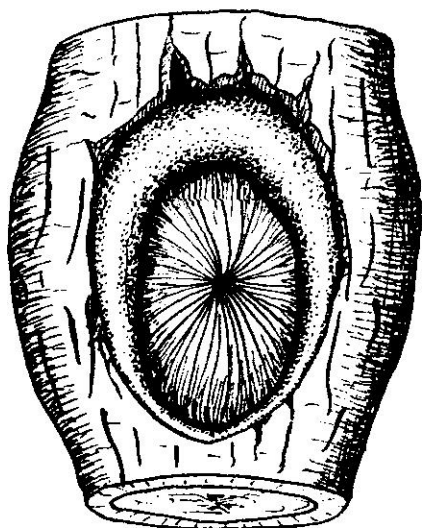
Début de la cicatrisation. - La fente F a pénétré jusqu'au bois qui, dans la portion correspondante, s'infiltré de gomme de blessure (g); de chaque côté de la fente, le bourrelet se développe: B = sa portion extra-ligneuse; Bl = sa portion ligneuse; Ca B = cambium (libéro-ligneux) du bourrelet; Ca = cambium normal de la tige; L = liber; Pc = parenchyme cortical; S = périderme.



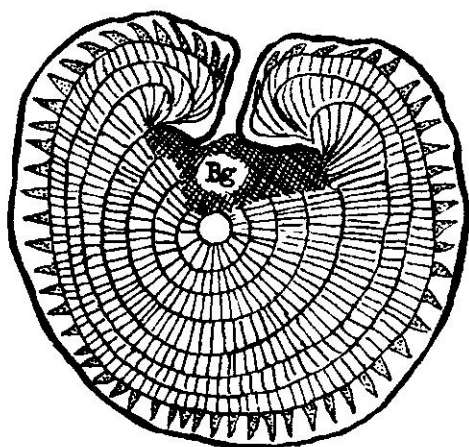
Stade plus avancé de la cicatrisation: les deux lèvres du bourrelet se sont soudées dans les parties les plus externes de la fente.



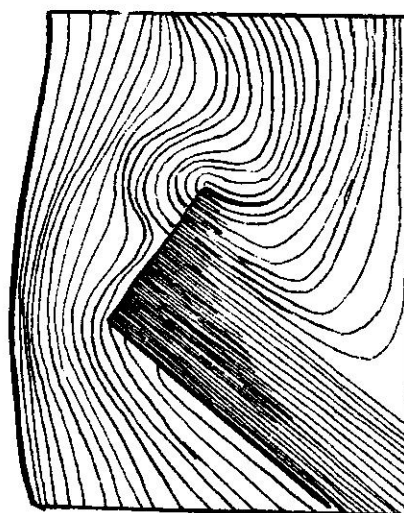
Cicatrisation définitive: les deux lèvres du bourrelet sont complètement soudées dans le bois et en-dehors de lui; le bourrelet s'est recouvert extérieurement d'une couche de liège cicatriciel. Le bois imprégné de gomme persiste tel.



Bourrelet cicatriciel d'une grosse branche de Chêne, à la 3^e année qui a suivi la blessure. La lèvre inférieure du bourrelet est toujours moins développée. (d'après HARTIG, in DELACROIX 1916)



Cicatrisation d'une plaie longitudinale sur tige de Tilleul de 7 ans. -
Bg = bois imprégné de gomme de blessure
(d'après PRILLIEUX, in DELACROIX 1916)



Plaie d'élagage complètement recouverte depuis longtemps par un bourrelet ligneux (section longitudinale). La branche coupée présente encore une faible coloration brune vers sa portion externe, due à la gomme de blessure (d'après HARTIG, in DELACROIX 1916)