

## ABSORPTION DE L'EAU PAR LES NOIX DE PALME (*Elaeis guineensis* Jacq. var. *Dura* Becc.)

### II. — VOIES DE PÉNÉTRATION DE L'EAU

PAR

**H. RABÉCHAULT\***

#### RÉSUMÉ

*Dans la noix de palme l'eau pénètre plus rapidement par la partie amincie, qui comporte une mèche de fibres, que par la partie arrondie où se trouve le pore germinatif.*

*Ce dernier est en effet obturé non seulement par une bourre de fibres mais, vers l'intérieur, par une membrane semi-perméable.*

*L'amande absorbe graduellement l'eau sous forme de vapeur mais aussi sous forme liquide si elle est maintenue en contact avec la coque. Enfin l'eau pénètre dans l'embryon dix fois plus vite par l'haustorium que par le pétiole cotylédonaire.*

#### SUMMARY

*The water penetrates more rapidly by the sharp part of the oil palm nut (where there is a mesh of fibres) than through of germinative pore which is at around part. This later one is effectively obtured both by a wick of fibres and by a semi-permeable membrane.*

*The albumen (almond) gradually absorbs the water in concentrated zones under vapor form and under liquid form only if it is at a permanent contact with the shell.*

*The absorption of water by the embryo is ten times quicker by the haustoria than the cotyledonar petiole.*

Nous avons étudié précédemment (RABÉCHAULT, AHÉE et GUÉNIN, 1967) l'état d'hydratation des différentes parties de noix de palme amenées par trempage à des teneurs globales en eau de 14, 17 et 21,5 % par rapport à la matière sèche. Le moment est venu de savoir comment l'eau arrive à pénétrer dans cette graine si dure et à parvenir jusqu'à l'embryon.

Les auteurs spécialisés sur la physiologie de la graine et de la germination insistent beaucoup sur ce point parce qu'ils ont constaté que le déclenchement des processus physiologiques conduisant à la germination dépend de la manière dont l'eau et les gaz

---

\* Physiologie de la Croissance et du développement des plantes tropicales O.R.S.T.O.M. 70-74 route d'Aulnay 93, Bondy.

sont absorbés. Ainsi on a pu expliquer la lenteur avec laquelle certaines graines s'hydratent et germent et trouver la cause de certaines dormances.

Un exemple est fourni par les graines des légumineuses qui ont des enveloppes dures et souvent imperméables ce qui leur permet d'attendre le moment particulièrement favorable pour germer (CAVAZZA 1950, CROCKER et BARTON 1953). Parmi elles, le cas du *Trifolium pratense* L. et du *T. repens* L. étudiés par HYDE (1954) mérite une mention particulière parce qu'il montre bien l'utilité de telles recherches.

Les graines de ces Trèfles ont la curieuse faculté de conserver une teneur en eau très faible pour ne pas germer de façon intempestive malgré les variations de l'hygrométrie ambiante de l'air ou du sol. Lorsque les graines sont jeunes, elles mûrissent en se déshydratant par le passage de l'eau à travers les téguments alors perméables. Mais lorsqu'il ne reste plus que 25 % d'eau environ par rapport au poids sec, les téguments se déshydratent et deviennent de plus en plus imperméables de sorte que, pratiquement, lorsque la teneur en eau est descendue à 14 %, il ne passe plus d'eau par cette voie. Pourtant la graine continue à se déshydrater et HYDE a constaté que le passage est alors localisé à la région du hile. Près de ce dernier, il existe une fissure obturée par deux petites membranes formant valvule et dont l'écartement dépend du rapport entre l'humidité de la graine et celle du milieu qui l'entoure. Si cette dernière est plus importante, alors les membranes se rapprochent et l'eau ne peut pas pénétrer. L'eau ne peut donc circuler que dans le sens graine-milieu extérieur, si le milieu est le plus sec la vanne s'ouvre et la graine se déshydrate. L'ouverture se fait en moins d'une minute.

En atmosphère saturée d'eau, les graines n'augmentent pas de poids. Le seul moyen trouvé par HYDE pour hydrater ces graines était de les placer en une atmosphère dont la teneur en eau était très légèrement supérieure à celle de la graine parce qu'alors la fermeture de la fissure n'était pas complète.

La pénétration de l'eau peut être empêchée par des enveloppes imperméables mais aussi freinée par la présence de membranes semi-perméables qui règlent le débit selon les lois de l'osmose (BROWN 1907, 1909, 1912, SCHRÖDER 1911, SHULL 1913, 1920, 1924).

Plusieurs mises au point ont été faites ces dernières années, notamment par BARTON et CROCKER 1948, CROCKER et BARTON 1953, TOOLE, HENDRICKS, BORTHWICK et TOOLE 1956, MAYER et POLJAKOFF-MAYBER 1963, etc., dans lesquelles le lecteur trouvera une importante bibliographie.

En ce qui concerne la noix de palme, noyau dur d'une drupe, nous n'avons pas trouvé dans la littérature d'indications précises sur les voies de pénétration de l'eau. L'opinion la plus généralement admise est que l'eau pénètre par le pore germinatif qui est un trou naturel dans la paroi dure (ou coque).

## MATÉRIEL ET MÉTHODE

Les graines utilisées pour cette étude ont été récoltées à la Station de Recherches sur le Palmier à huile (IRHO) de Pobé (République du Dahomey). Elles ont été stockées à l'obscurité pendant 8 mois à une hygrométrie relative de 30 à 40 % jusqu'à ce que leur teneur en eau soit descendue à 8,5 % par rapport à la matière sèche. Pour observer les voies de pénétration de l'eau dans les graines, étant donné le volume du matériel, nous avons dû utiliser une technique peu onéreuse. Nous avons choisi celle basée sur l'observation de la migration de colorants mise en honneur par SCHUMACHER (1933, 1937 et 1955) pour l'étude de la circulation de la sève en substituant la fuchsine acide

à la fluorescéine. En effet, la fuchsine non seulement a un pouvoir colorant très important, mais elle a été récemment employée avec succès comme test de la viabilité des graines par EFFMANN et SPECHT (1965), SPECHT, SIEG et EFFMANN (1966). Le colorant (\*) se déplace moins vite que l'eau bien sûr, mais les distances à parcourir et les temps étant très courts, la différence et les erreurs commises n'ont pas été importantes.

Afin de mieux suivre le chemin emprunté par l'eau, nous avons pensé qu'il serait utile de procéder tout d'abord à une description détaillée et minutieuse de la noix de palme.

#### DESCRIPTION DE LA GRAINE (Planche I).

La noix de palme (graine) est le noyau du fruit (drupe) du Palmier à huile. Elle est de la grosseur d'une noisette à celle d'une noix (graine du Noyer commun) d'où son nom. Elle est pyriforme à ovoïde et comprend donc une extrémité pointue, amincie qui porte une sorte de mèche composée de nombreuses fibres (Planche I, fig. 1, 6, 7, 10 et 11). Ces fibres représentent les faisceaux libéro-ligneux desséchés du pédoncule du fruit qui innervaient la partie profonde de la pulpe (enlevée) ou mésocarpe.

Sur la partie arrondie (Pl. I, fig. 2) on peut distinguer 3 pores mais un seul en général est fonctionnel (pore germinatif) et traverse la paroi dure de la graine de part en part (Pl. I, fig. 3). Le pore germinatif est plus gros que les deux autres et permettra le passage de l'embryon au moment de la germination ; il est obturé vers l'extérieur par une bourre de fibres analogues à celles de la mèche (Pl. I, fig. 1, 13, 14 et Pl. II, fig. 1 et 4).

La paroi de la noix (ou coque) est plus au moins épaisse (Pl. I, fig. 6, 7, 10, 11) ; chez la variété Dura Deli elle a 1,5 à 5,5 mm. Dans un même lot, il existe une grande variabilité. Certaines noix ont une paroi de 2 mm, d'autres de 3 à 3,5 mm (Lignées Dum × Dum). Lorsque les fruits sont gros et nombreux sur un régime ils sont comprimés latéralement (Pl. II, fig. 1) ainsi que leur noyau et la paroi de la graine peut être d'épaisseur plus faible au niveau de ces compressions ; par exemple sur des noix Dura Deli Da 221 la paroi passe de 5,1 mm à 2,8 mm.

La coque n'a pas une structure homogène comme on le pense couramment. Elle est constituée de cellules sclérifiées aux membranes très épaisses et qui sont plus ou moins imprégnées de matières grasses libérées par la pulpe au moment de l'extraction ; elle semble donc ainsi imperméable à l'eau. En réalité, les fibres de la mèche, à l'extrémité pointue de la graine, pénètrent parmi les cellules de la coque (Pl. I, fig. 1). Ces faisceaux libéro-ligneux, à présent morts et déshydratés, tracent ainsi dans l'épaisseur de la paroi autant de canalisations qui aboutissent à un épiderme tapissant l'intérieur de la coque.

Les canalicules formés par les faisceaux libéro-ligneux sont très nombreux dans le voisinage de la mèche (Pl. II, fig. 2), tandis qu'au niveau de la partie arrondie de la noix, ils deviennent au contraire de plus en plus rares (Pl. II, fig. 3) et en cet endroit le pore germinatif est le seul passage possible pour l'eau et les gaz (Pl. II, fig. 1, 3, 4). Cependant, ainsi que nous l'avons signalé plus haut, le pore germinatif est obturé vers l'extérieur par une bourre de fibres (Pl. II, fig. 1, 4) mais, de plus, une section longitudinale de la graine montre que l'épiderme qui tapisse la cavité intérieure de la coque s'épaissit en face du pore germinatif en une sorte de petite lentille arrondie souvent d'aspect circulaire peu perméable aux liquides (Pl. II, fig. 1, 3, 4). Cette membrane assure donc vers l'intérieur une obturation plus parfaite que ne le laissait supposer la présence à l'extérieur de la bourre de fibres. HUSSEY (1959) a dessiné cette membrane mais ne l'a pas décrite.

\* Solution aqueuse à 0,5 % de Fuchsine acide S Merck.

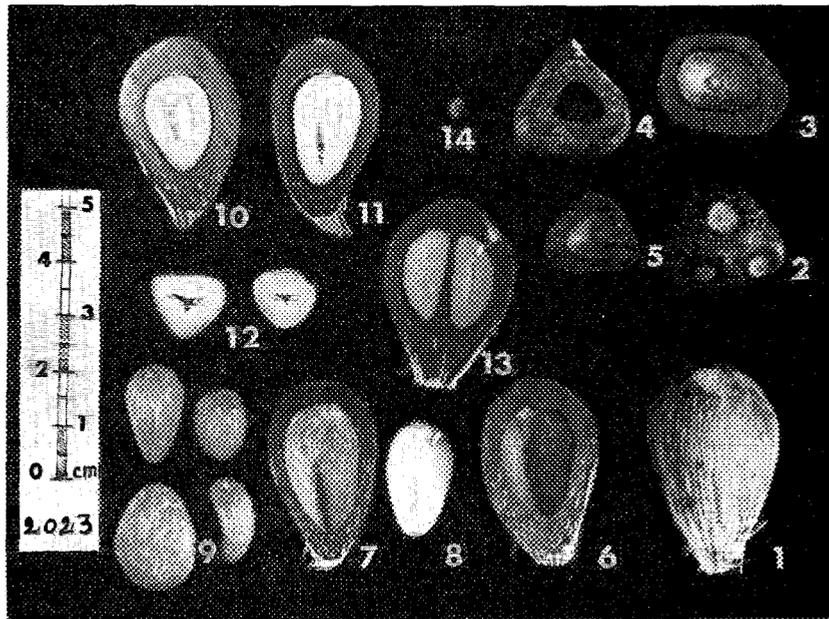


PLANCHE I. — La noix de palme.

- Fig. 1. — Profil extérieur en bas la mèche de fibre, en haut partie arrondie où se trouvent les 3 pores ;  
 Fig. 2. — Vue extérieure de la partie arrondie avec les 3 pores ; le plus gros est seul fonctionnel ;  
 Fig. 3. — Section transversale vue intérieure sous la partie arrondie on voit le pore germinatif au fond ;  
 Fig. 4. — Section transversale moyenne ;  
 Fig. 5. — Section transversale près de l'extrémité pointue, vue intérieure ;  
 Fig. 6 et 7. — Sections longitudinales montrant la forme ovoïde de la cavité intérieure, en bas les fibres de la mèche qui pénètrent dans l'épaisseur de la coque ;  
 Fig. 8. — Section longitudinale de l'amande, on voit en haut et à droite l'embryon également sectionné ;  
 Fig. 9. — Amandes de formes diverses ;  
 Fig. 10 et 11. — Sections longitudinales de la graine avec l'amande en place (palmiste), on remarque la cavité plus ou moins allongée de l'amande ;  
 Fig. 12. — Sections transversales de deux amandes montrant la cavité interne de section triangulaire de la cavité ;  
 Fig. 13. — Section longitudinale dans une graine à deux amandes, dans celle de droite en haut, on remarque l'embryon plus clair dans l'axe du pore germinatif de la coque.  
 (Gross : Réduct. 1/3).

## RÉSULTATS.

Dès le trempage des graines dans la solution de colorant à 27°C et à l'obscurité, l'eau commence sa migration lente à travers les cellules aux parois épaisses et sclérisées de la coque. Pour qu'elle puisse parvenir de cette manière jusqu'à l'amande et à l'embryon, il faudrait plusieurs semaines. Mais il existe deux autres voies : le pore germinatif obturé nous l'avons vu, par une petite bourre de fibres et par une membrane, et les canalicules formés dans l'épaisseur de la coque par les faisceaux libéro-ligneux desséchés aboutissant à la mèche. A l'intérieur de la graine on trouve une amande (Pl. I, fig. 8 à 12), parfois deux et plus rarement trois. L'amande est recouverte par des téguments séminaux de couleur brune lesquels sont parcourus par des faisceaux libéro-ligneux qui rayonnent, diminuent de diamètre et se ramifient à partir d'une petite élévation arrondie de 1 mm de diamètre environ située vers la partie la plus arrondie de l'amande ou à celle qui se trouve orientée vers la partie la plus arrondie de la noix (Pl. II, fig. 1, 4). Cette petite élévation

correspond à un épaississement des téguments séminaux et obture (opercule) une cavité cylindro-conique qui s'enfonce dans l'albumen et dans laquelle est logé l'embryon (Pl. II, fig. 4).

L'embryon sec mesure 2 mm de long environ et adhère souvent à l'opercule. VALLADE (1965, 1966 a, b et c) a donné une description détaillée de la morphologie et de la structure de l'embryon. Rappelons brièvement que ce dernier comporte deux parties (Pl. II, fig. 5, 6) : l'une cylindro-conique blanche *li.*, la plus enfoncée dans l'albumen, est l'haustorium ou limbe cotylédonaire *p.* qui digèrera et absorbera les substances de réserve de l'albumen ; l'autre cylindrique est le pétiole cotylédonaire *p.* de couleur jaunâtre qui renferme l'embryon proprement dit. Lorsque l'embryon est déshydraté (Pl. II, fig. 5) on peut remarquer sur le pétiole cotylédonaire une petite protubérance qui marque l'emplacement de l'embryon proprement dit *e.* ; c'est en cet endroit que sortira par une petite fente la première feuille.

L'albumen chargé de lipides est corné et blanc (Pl. I, fig. 8, 10, 11). Il comporte, comme celui de la noix de coco, une cavité centrale mais celle-ci est oblongue et aplatie ou de section triangulaire (Pl. I, fig. 10, 11, 12).

En sectionnant transversalement la noix de palme, on obtient deux parties desquelles on peut facilement retirer l'amande : l'une est donc constituée par la région arrondie où se trouve le pore germinatif, l'autre par la partie amincie où se trouve la « mèche » et où prédominent les faisceaux libéro-ligneux de la coque.

Si nous plaçons ces deux parties sur la solution de colorant de manière à ce qu'elles flottent, on voit au bout de quelques heures, le liquide apparaître dans la concavité. *Le liquide pénètre plus rapidement par l'extrémité pointue, c'est à dire par la mèche et les faisceaux libéro-ligneux de la coque que par le pore germinatif* (Tableau I) et on peut remarquer des différences appréciables dans les vitesses de pénétration selon l'origine génétique des noix. (Tableau I).

Tableau I

*Temps pour la pénétration d'une solution aqueuse de fuchsine acide à 1 % dans les deux moitiés d'une noix*

Dura Deli Lignées :	Moitié arrondie (pore germinatif)	Moitié pointue (mèche)
Dum 5-Dum 6	3,15 - 5,15 h	0,45 - 3 h
Da 221	96 - 120 h	36 - 72 h

C'est une observation qui nous semble intéressante parce que l'on a coutume de considérer la noix de palme comme absolument close si ce n'est le pore par lequel sortira l'embryon et l'on pense aussi que cette voie naturelle sert d'abord à la pénétration de l'eau dans la noix. Au contraire, la noix présente semble-t-il, bien plus de facilités d'absorption par les canalicules formés par les faisceaux libéro-ligneux morts de la coque et qui constituent une mèche naturelle.

L'eau qui arrive ainsi par ces vaisseaux est arrêtée au niveau de l'épiderme (endocarpe) de la cavité et elle se répartit ensuite plus ou moins uniformément dans cet épiderme. Ce phénomène est surtout visible chez les noix des croisements Dura Deli des lignées SOC et Da 221 et 223. Chez les noix des lignées Dum, l'eau arrive à sourdre et à

pénétrer ainsi directement sous forme liquide dans la cavité où elle vient mouiller l'amande en certains endroits.

Le rôle de l'épiderme interne semble donc de répartir l'humidité autour de la cavité et de créer dans celle-ci une atmosphère saturée d'eau dans laquelle l'amande puis l'embryon vont pouvoir s'humidifier lentement. C'est donc sous forme de vapeur que l'eau parvient surtout à l'amande ce qui provoque une hydratation plus régulière et facilite les échanges gazeux.

#### EXISTENCE D'UNE MEMBRANE SEMI-PERMÉABLE.

Nous nous sommes demandés si la membrane qui obture le pore germinatif était semi-perméable. Nous avons utilisé les deux moitiés de noix Dura Deli — Da 221 et Dura Deli Dum 5 et Dum 6. Nous avons mis ces coques à flotter sur une solution concentrée de saccharose colorée par la fuchsine acide après avoir mis au fond de la cavité de chacune quelques gouttes d'eau distillée.

Dans ce cas, le niveau de l'eau distillée à l'intérieur des coques avec pore germinatif a baissé et après 12 heures il n'y avait presque plus d'eau et certaines coques étaient sèches. Par contre, chez trente cinq pour cent des moitiés pointues (avec la mèche) il est arrivé que la solution concentrée rouge a pu pénétrer mais dans ce cas la pénétration a été rapide 5 à 20 minutes après le début de l'expérience.

Inversement nous avons placé quelques gouttes d'une solution concentrée de saccharose au fond de moitiés de coque flottant sur une solution aqueuse (non sucrée) de fuchsine acide. Après 5 à 30 minutes chez les Dum et 65 minutes à 12 heures chez les Dura Da 221, l'eau colorée a pénétré dans les coques et ceci plus rapidement à chaque fois dans les moitiés pointues.

Ceci indique que le pore germinatif est obturé par une membrane semi-perméable, mais qu'il n'en est probablement pas de même du côté pour la partie pointue de la graine par laquelle l'eau semble arriver plus librement quelle que soit la concentration de la solution qui se trouve dans la cavité (intérieur) de la coque.

Nous avons vu que les téguments séminaux qui entourent l'amande présentent aussi un épaississement plus ou moins arrondi ou opercule au-dessus de l'embryon et il est possible que cet épaississement se comporte aussi comme une membrane semi-perméable car la tête de l'embryon qui est appliquée au-dessous de cette membrane s'hydrate très rarement la première ainsi que nous le verrons plus loin.

#### HYDRATATION DE NOIX ENTIÈRES.

Une noix Dura × Deli qui a séjourné 4 à 5 jours dans le colorant a absorbé déjà une forte quantité d'eau. L'épiderme tapissant la cavité interne de la coque est humide mais sans eau superflue, c'est-à-dire sans liquide apparent. Cependant, les téguments séminaux qui entourent l'amande sont aussi humides et surtout vers la partie dirigée vers la partie pointue de la noix où se trouve la mèche. Cette observation qui a porté sur une quarantaine de graines confirme donc le fait que, contre toute attente, la pénétration de l'eau est plus lente par le *pore germinatif* que par la *mèche*.

En outre, la coque d'une noix n'est jamais parfaitement de section transversale circulaire, elle présente des méplats provoqués par la compression des fruits dans les régimes. Dans ce cas, c'est toujours au niveau d'une telle compression latérale où la paroi est la moins épaisse (2,8 mm par exemple contre 4,5 à 5,1 mm pour les autres régions) que l'on observe en premier lieu une humidité de l'amande (film liquide).

L'amande reçoit donc de l'eau sous deux formes, à l'état de vapeur, l'épiderme

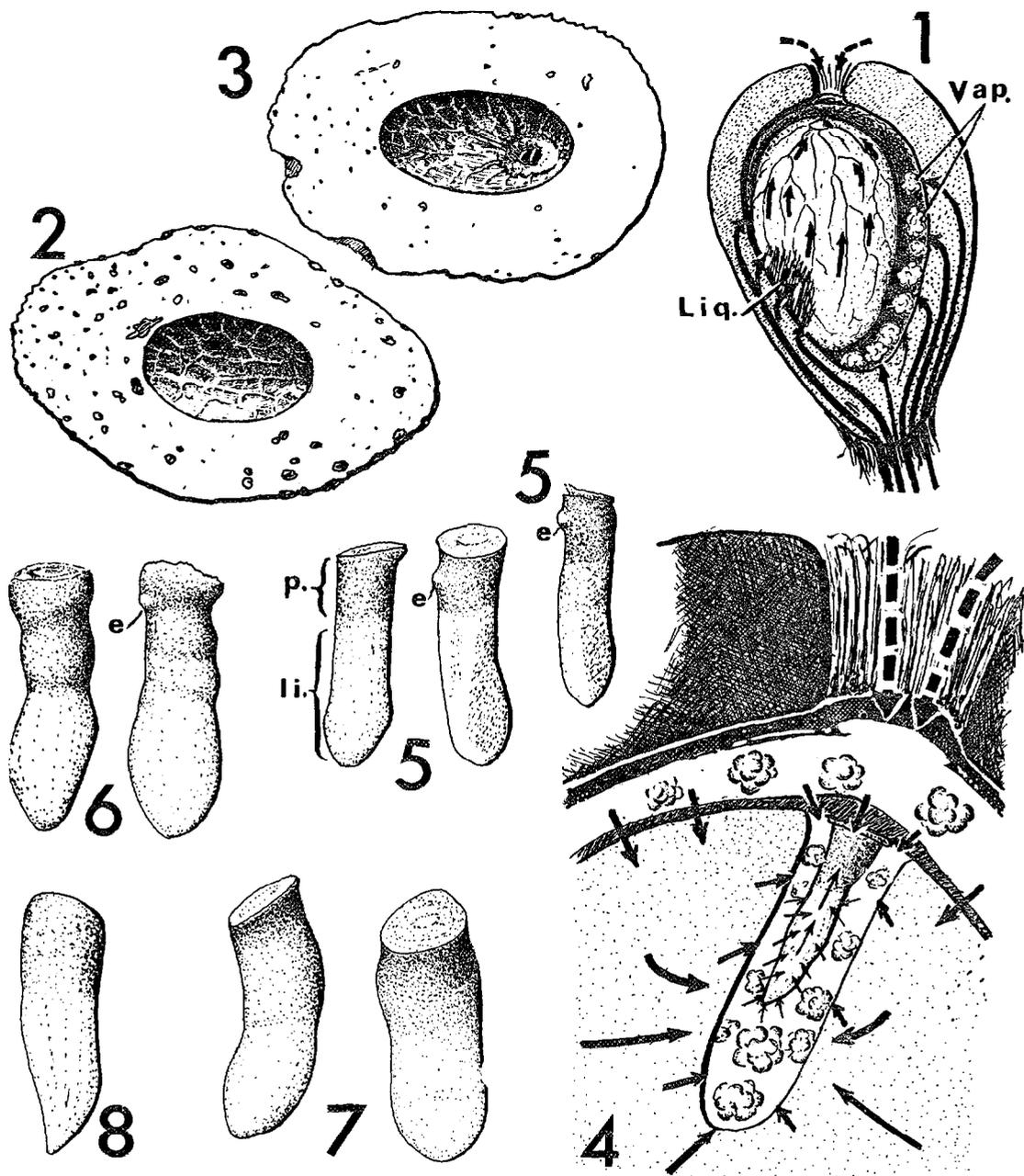


PLANCHE II. — Pénétration de l'eau dans la graine.

Fig. 1 et 4. — L'eau pénètre sous forme liquide surtout par les vaisseaux de la coque (flèches pleines) et à un moindre degré (flèches interrompues) par le pore germinatif obturé par une bourre de fibre et par une membrane épaisse. A la faveur d'une compression, l'eau passe directement à l'amande sous forme liquide (zone hachurée) ou bien sous forme de vapeur. L'eau est drainée vers l'embryon par les faisceaux innervant les téguments séminaux (petites flèches) jusqu'à l'embryon. A un moindre degré, lorsqu'elle passe par l'albumen il lui faut retourner à la phase gazeuse dans la cavité embryonnaire avant d'arriver à l'embryon.

Fig. 2. — Section transversale de la coque à la partie pointue de la graine près de la mèche montrant un grand nombre de faisceaux libéro-ligneux ;

Fig. 3. — Section transversale de la coque, à l'autre extrémité de la graine, près du pore germinatif ; les faisceaux sont rares ;

Fig. 5. — Embryons de graines à 8 % d'eau (Témoin) : on distingue *p.* le pétiole cotylédonaire où se trouve l'embryon proprement dit *e.* et *li.* le limbe cotylédonaire ou haustorium ;

Fig. 6. — Un embryon (2 faces) de graines réhydratées ; l'haustorium est la partie qui a gonflé le plus rapidement ;

Fig. 7. — Un embryon plus hydraté encore, la partie embryonnaire est la dernière à augmenter de diamètre ;

Fig. 8. — Il arrive cependant que l'hydratation soit légèrement plus rapide par le pétiole cotylédonaire.

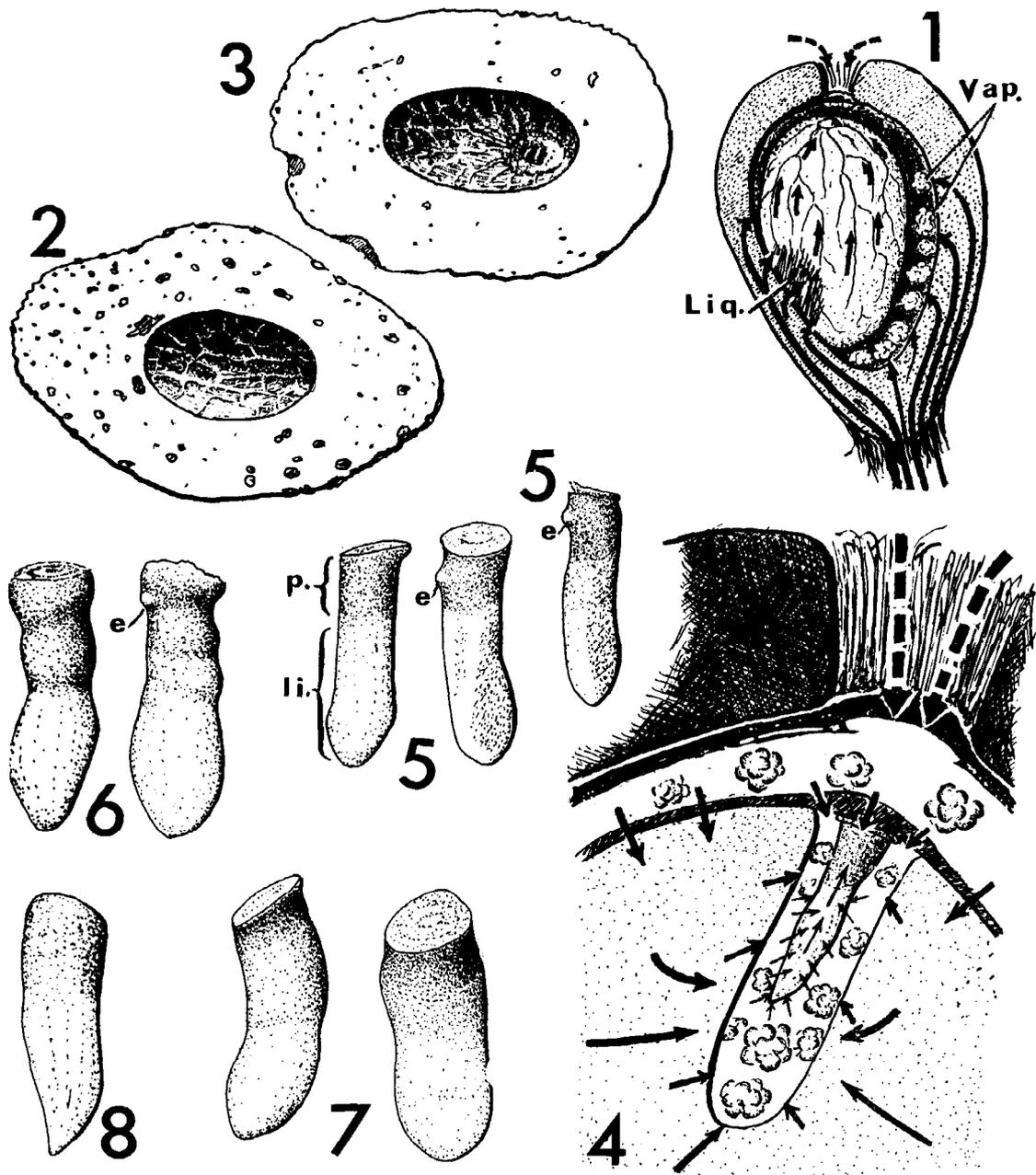


PLANCHE II. — Pénétration de l'eau dans la graine.

Fig. 1 et 4. — L'eau pénètre sous forme liquide surtout par les vaisseaux de la coque (flèches pleines) et à un moindre degré (flèches interrompues) par le pore germinatif obturé par une bourre de fibre et par une membrane épaisse. A la faveur d'une compression, l'eau passe directement à l'amande sous forme liquide (zone hachurée) ou bien sous forme de vapeur. L'eau est drainée vers l'embryon par les faisceaux innervant les téguments séminaux (petites flèches) jusqu'à l'embryon. A un moindre degré, lorsqu'elle passe par l'albumen il lui faut retourner à la phase gazeuse dans la cavité embryonnaire avant d'arriver à l'embryon.

Fig. 2. — Section transversale de la coque à la partie pointue de la graine près de la mèche montrant un grand nombre de faisceaux libéro-ligneux ;

Fig. 3. — Section transversale de la coque, à l'autre extrémité de la graine, près du pore germinatif ; les faisceaux sont rares ;

Fig. 5. — Embryons de graines à 8 % d'eau (Témoin) : on distingue *p.* le pétiole cotylédonnaire où se trouve l'embryon proprement dit *e.* et *li.* le limbe cotylédonnaire ou haustorium ;

Fig. 6. — Un embryon (2 faces) de graines réhydratées ; l'haustorium est la partie qui a gonflé le plus rapidement ;

Fig. 7. — Un embryon plus hydraté encore, la partie embryonnaire est la dernière à augmenter de diamètre ;

Fig. 8. — Il arrive cependant que l'hydratation soit légèrement plus rapide par le pétiole cotylédonnaire.

interne de la cavité de la coque entretenant une atmosphère saturée, puis à l'état liquide à la faveur de contacts de l'amande avec la paroi latérale aux endroits des compressions ou près de la pointe de la graine où se trouve la mèche.

Lorsque l'eau parvient à l'amande sous forme liquide, c'est presque toujours vers sa partie la plus effilée qui se trouve au contact de la région interne de l'extrémité pointue de la coque. Chez des noix immergées, la partie arrondie de l'amande, où se trouve l'embryon, dirigée vers le pore germinatif, était sèche dans 90 à 95 % des cas.

#### HYDRATION DE L'AMANDE ET DE L'EMBRYON.

L'amande s'hydrate lentement et de façon progressive. L'albumen s'hydrate régulièrement à partir des régions les plus externes par zones concentriques ce qui correspond aux observations faites par HOUBEN (1966) sur le petit pois. Le colorant ne colore pas les cellules quel que soit le temps de trempage. Cependant on peut apprécier la pénétration de l'eau à ce que l'albumen réhydraté devient plus translucide. La fuchsine acide en effet ne colore pas les tissus vivants ; c'est le principe de la Technique de EFFMANN et SPECHT (\*) (1965) d'appréciation de la vitalité des semences. Nous n'avons jamais observé d'eau sous forme liquide dans la cavité centrale de l'albumen. Dans les téguments séminaux, l'eau migre de l'extrémité opposée à l'embryon surtout par les vaisseaux libéro-ligneux qui les innervent et qui convergent vers l'opercule (Pl. II, fig. 1).

L'embryon peut être alimenté en eau par l'intermédiaire de l'opercule auquel il adhère, mais en réalité c'est presque toujours la région du pétiole cotylédonaire qui s'hydrate la dernière (Pl. II, fig. 6 et 7). L'embryon absorbe l'eau surtout par l'intermédiaire de l'haustorium (limbe cotylédonaire) qui puise avidement soit dans l'atmosphère saturée de la cavité embryonnaire de l'albumen soit à partir des cellules de l'albumen. Ainsi, si l'on extrait les embryons de graines qui ont subi des trempages de plus en plus longs, on remarque presque invariablement que le gonflement commence par l'haustorium (Pl. II, fig. 6 et 7).

La faculté d'absorption de l'haustorium est au moins dix fois supérieure à celle du pétiole cotylédonaire où se trouve l'embryon proprement dit. Chez des embryons extraits de graines sèches, et que l'on a immergés dans la solution de fuchsine acide à 0,5 %, c'est l'haustorium qui se colore le premier au bout de 15 à 30 secondes. Au bout de 2 minutes, la coloration rose est franche et permet d'individualiser nettement la région haustoriale Pl. III. Il faut attendre plusieurs heures pour que le pétiole cotylédonaire se colore à son tour.

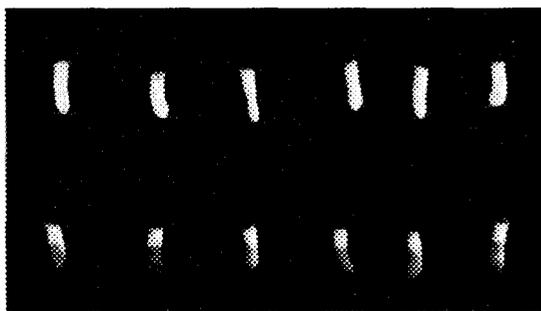


PLANCHE III. — (Explication dans le texte).

(\*) Méthode pour l'appréciation de la viabilité des graines plus sensible et plus rapide que celle au 2, 3, 5 triphényltétrazolium.

La colorabilité de l'haustorium diminue pour des embryons de plus en plus hydratés ou demande de plus en plus de temps. En tuant les embryons par l'eau bouillante ou par l'alcool, la colorabilité de l'haustorium augmente ; en une minute il devient rouge très foncé et même dans les cellules les plus profondes et presque toujours l'embryon entier se colore ainsi intensément (pétiole et limbe).

Lorsque l'haustorium d'embryons vivants se colore, la coloration est superficielle, une coupe effectuée dans cet organe montre que les tissus à l'intérieur restent absolument blancs.

### CONCLUSIONS

L'eau pénètre en général plus rapidement par la partie amincie de la graine au moyen des fibres (vaisseaux libéro-ligneux) qui constituent une *mèche* naturelle que par le pore germinatif. Le pore germinatif est en effet non seulement obturé vers l'extérieur par une bourre de fibres, mais aussi vers l'intérieur par une membrane semi-perméable.

Aux endroits où le fruit et la graine ont été comprimés lors de la maturation, l'épaisseur de la coque est plus faible et l'eau pénètre souvent en cet endroit beaucoup plus rapidement ; l'amande est là fréquemment au contact de la paroi et l'eau peut ainsi lui parvenir alors directement sous forme liquide.

L'épiderme qui tapisse l'intérieur de la coque répartit uniformément l'humidité autour de la cavité ; l'atmosphère entourant l'amande est ainsi saturée de vapeur d'eau.

L'amande absorbe donc l'eau sous forme liquide (au contact de la paroi) ou sous forme de vapeur ; son hydratation est progressive à partir de l'extérieur.

L'embryon peut absorber l'eau par l'opercule alimenté par les vaisseaux des téguments séminaux, mais surtout par l'haustorium qui a une faculté d'absorption au moins dix fois supérieure à celle du pétiole cotylédonaire où se trouve l'embryon proprement dit.

*Reçu pour publication le 9 avril 1968.*

### BIBLIOGRAPHIE DE LA DEUXIÈME PARTIE

- BARTON L.V., W. CROCKER (1948). — Twenty years of seed research at Boyce Thompson *Inst. Plant Res., Inc.*, 148 pp. (Faber and Faber Edit.). London.
- BROWN A.J. (1907). — *Ann. Bot.*, 21, pp. 79-87.
- BROWN A.J. (1909). — *Proc. Roy. Soc. London*, B, 81, pp. 82-93.
- BROWN A.J., F.P. WORLEY (1912). — *Proc. Roy. Soc. London*, B 85, pp. 546-553.
- CAVAZZA L. (1950). — *Schweiz. Bot. Gesell. Ber.*, 60, pp. 596-610.
- CRAFT A.S., H.B. CARRIER, C.R. STOCKING (1949). — Water in the physiology of plants. *Chronica Botanica Co.* Edit. Waltham, Mass. USA.
- CROCKER W.L., L.V. BARTON (1953). — Physiology of seeds. *Chronica Botanica* Edit. Waltham, Mass., USA.
- DAINTY J. (1963). — Water relations of Plant cells. *Advances in Botanical Research*. Vol. I, pp. 279-326 (Academ. Press, London).

- EFFMANN H., G. SPECHT (1965). — *Albrecht-Thaer-Arch.*, 9, 10, pp. 937-949.
- ESAU K. (1964). — *Anatomy of seed plants*. 376 p. (J. Willey and sons Edit.). New York-London-Sydney.
- HELLER R. (1961). — *Scientia*, 55, 10, pp. 320-325.
- HOUBEN J. (1966). — *Planta*, 71, pp. 87-97.
- HUSSEY G. (1959). — *J. W. Afric. Inst. Oil Palm Res.*, 8, pp. 331-354.
- HYDE E.O.C. (1954). — *Ann. Bot.*, n. ser., 18, pp. 241-256.
- KOTOWSKI F. (1927). — *Plant Physiol.*, 2, pp. 177-186.
- KÜHNE L. (1964). — *Naturwissenschaften*, 51, pp. 641-642.
- KÜHNE L. (1965). — *Planta*, 65, pp. 27-41.
- MANDHAR M.S. (1966). — *Planta*, 71, pp. 81-86.
- MAYER A.M., A. POLJAKOFF-MAYBER (1963). — *The germination of seeds*, 236 p. (Pergamon Press), Paris.
- RABÉCHAULT H., G. GUÉNIN et J. AHÉE (1967). — *Cahiers O.R.S.T.O.M.*, Paris, sér. *Biol.* n° 4, pp. 31-41.
- SCHUMACHER W. (1933). — *Jahrb., Wissen. Bot.*, 77, pp. 687-732.
- SCHUMACHER W. (1937). — *Jahrb., Wissen. Bot.*, 85, pp. 422-449.
- SCHUMACHER W., M. HULSBRUCH (1955). — *Planta* 45, pp. 118-124.
- SCHRÖDER M. (1911). — *Flora*, 102, pp. 186-208.
- SHULL C.A. (1913). — *Bot. Gaz.*, 56, pp. 169-199.
- SHULL C.A. (1920). — *Bot. Gaz.*, 62, pp. 361-390.
- SHULL C.A., S.P. SHULL (1924). — *Bot. Gaz.*, 77, pp. 262-279.
- SLATYER R.O. (1960). — *Absorption of water by plants*. *Bot. Rev.*, USA, 26, 3, pp. 331-392.
- SPECHT G., M. SIEG, H. EFFMANN (1966). — *Albrecht-Thaer-Arch.*, 10, 2, pp. 213-232.
- TOOLE E.H., S.B. HENDRICKS, H.A. BORTHWICK, V.R. TOOLE (1956). — *Physiology of seed germination*. *Ann. Rev. Plant. Physiol.*, 7, pp. 299-324.
- VALLADE J. (1965). — *Recherches morphologique et cytologique sur l'embryon d'Elaeis guineensis Jacq. quiescent et au cours de la germination*. — *Diplôme d'Études Supérieures*. Doc. multigr. 73 pages, 15 pl., phot. Dess. H.-T. Université de Dijon.
- VALLADE J. (1966 a). — *C. R. Acad. Sci.*, Paris, sér. D, 262, pp. 856-859.
- VALLADE J. (1966 b). — *C. R. Acad. Sci.*, Paris, sér. D 262, pp. 989-992.
- VALLADE J. (1966 c). — *C. R. Acad. Sci.*, Paris, sér. D 263, pp. 1961-1964.