

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

IV. — MIGRATION DE L'EAU PENDANT LE STOCKAGE

PAR

H. RABÉCHAULT, G. GUÉNIN et J. AHÉE *

RÉSUMÉ

Après réhumidification, l'eau des graines conservées à humidité et température constantes n'est pas statique. Elle continue à migrer de la coque vers l'albumen puis vers l'embryon. La coque ne joue qu'un rôle de transmission, mais l'embryon présente une véritable avidité pour l'eau car il peut doubler sa teneur en eau d'origine en 9 jours à partir de l'albumen beaucoup moins hydraté que lui. Les processus du métabolisme sont à l'origine de cette force de succion.

L'influence bénéfique du stockage sur le comportement d'embryons de graines peu hydratées peut être ainsi expliquée par un enrichissement en eau et un démarrage du métabolisme que ne présentent pas les embryons extraits de graines immédiatement après réhydratation.

ABSTRACT

After rewetting, the water contained in seeds kept at a constant temperature and moisture content did not remain static: it continued to migrate from the shell towards the endosperm and finally to the embryo. The shell took part only in the transmission, while the embryo showed an avid appetite for water since it was able to double its original water content in 9 days while drawing from an endosperm that was much less hydrated than itself. The suction forces giving rise to this transfer arose in the course of the metabolic processes involved.

The beneficial effects of storage upon the behaviour of embryos of seeds containing little moisture could therefore be explained by an increase in water and an onset of metabolism which did not occur in embryos extracted from seeds after rehydration.

* Physiologie végétale, S.S.C. de l'O.R.S.T.O.M., 70-74, route d'Aulnay, 93-Bondy.

Nous avons étudié l'état hydrique des différentes parties : coque, amande et embryon, de noix de palme amenées à différentes teneurs globales en eau, et montré que pour un même temps de trempage les petites graines absorbaient plus d'eau que les moyennes et les grosses (RABÉCHAULT, GUÉNIN et J. AHÉE, 1967).

L'eau pénètre en général plus rapidement par la mèche de fibres qui se trouve à la partie pointue de la noix que par le pore germinatif obturé par une bourre de fibres et par une membrane semi-perméable (RABÉCHAULT, 1969).

Nous savons aussi à présent que les différentes parties de la noix n'absorbent pas l'eau de la même manière et avec la même vitesse.

Au cours de l'hydratation, la vitesse d'absorption de l'eau par la graine entière, la coque ou l'embryon, change trois fois d'allure, ce qui indique que le phénomène comporte trois phases successives : une phase d'absorption exponentielle réglée par des facteurs physico-chimiques, une phase de stabilisation plus ou moins longue et une phase d'accroissement linéaire, au cours de laquelle l'absorption dépend de processus métaboliques.

L'hydratation de l'amande ne se fait que selon le mode linéaire et, par conséquent, la pénétration de l'eau est gouvernée uniquement par les processus du métabolisme; la présence de lipides et de lécithines rend dès le départ la quantité d'eau absorbée proportionnelle au temps. Enfin, la phase linéaire d'absorption de l'embryon est dix fois plus rapide que celle de l'amande (RABÉCHAULT, GUÉNIN et AHÉE, 1969).

Ces résultats ont trait à des graines hydratées par immersion dans l'eau à l'obscurité. Une particularité du comportement de leurs embryons cultivés *in vitro* a été découverte récemment. Des embryons excisés à partir de graines âgées de 8 à 12 mois, amenées au préalable à 18 % d'eau par rapport à la matière sèche se développent difficilement *in vitro* (RABÉCHAULT, 1967) mais si avant l'excision, ces graines ont été stockées pendant 10 jours, leurs embryons se développent mieux que ceux de graines à 20 et 22 % d'eau sans stockage (RABÉCHAULT, AHÉE et GUÉNIN, 1968).

Ce phénomène nous a conduit à penser que les embryons des graines à 18 % d'eau sans stockage avaient une teneur insuffisante pour une bonne reviviscence, mais qu'étant donné leur avidité (RABÉCHAULT, GUÉNIN et AHÉE, 1968) ils étaient susceptibles de continuer à s'hydrater pendant le stockage aux dépens des autres parties de la graine. Par conséquent, après réhumidification jusqu'à une teneur en eau globale donnée, les différences d'hydratation entre les diverses parties de la graine (RABÉCHAULT, GUÉNIN et AHÉE, 1967) ne se maintiendraient pas pendant un stockage à humidité et température constantes : l'eau continuerait à migrer vers l'embryon.

C'est afin de vérifier cette hypothèse que les expériences dont nous rendrons compte ici ont été entreprises.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Dispositif.

Comme pour les études précédentes sur l'absorption de l'eau, nous avons utilisé des graines d'*Elaeis guineensis* var. *dura* Becc. en provenance de la Station IRHO (1) de La Mé (Côte d'Ivoire), conservées pendant 10 mois à l'obscurité à 22 °C pour atteindre une déshydratation suffisante (8 à 9%).

(1) Institut de Recherches sur les huiles de palme et oléagineux.

Deux expériences ont été réalisées successivement au cours desquelles les graines mises à tremper à 27 °C à l'obscurité dans de l'eau désionisée jusqu'à atteindre la teneur en eau globale désirée, étaient ensuite stockées dans des sacs en polyéthylène étanches pendant 0 à 26 jours à l'obscurité et à 27 °C ± 0,5 dans une chambre climatisée. Au cours de ce stockage à température constante, la teneur en eau globale a peu varié dans les sacs en matière plastique ainsi que le montrent les chiffres consignés dans le tableau I.

TABLEAU I

Pertes d'eau % du poids sec au cours du stockage de lots de 348 graines amenées au préalable à 14, 17, 19 et 21,5 % d'eau (2 expériences)

Teneur en eau % du poids sec après réhydratation	Temps de stockage en jours										
	2	4	7	9	12	14	16	19	21	23	26
.14	0,0	0,10	0,25	0,18	0,20	0,35	0,30	0,18	0,17	0,60	0,25
.17	0,0	0,00	0,10	0,20	0,45	0,07	0,50	0,60	0,20	0,19	0,20
.19	0,06	0,08	0,05	0,10	0,50	0,65	0,65	0,63	0,78	0,43	0,87
.21	0,0	0,02	0,45	0,15	0,45	0,15	0,17	0,18	0,45	0,58	0,65

Les pertes d'eau sont insignifiantes bien que la respiration dans les sacs se soit effectuée de manière satisfaisante pendant le stockage. Nos expériences précédentes sur la germination ont montré en effet que les sacs en polyéthylène, s'ils préservent les graines de la déshydratation, n'empêchent pas en revanche la respiration. Elles peuvent ainsi, dans des conditions optimales d'humidité et de température, germer normalement comme si elles étaient à l'air libre (LABRO, GUÉNIN et RABÉCHAULT, 1964).

La première expérience a porté sur les graines du Palmier Da 305 D × D E 61 35-14 D, teneur en eau avant l'expérience 8,64 % par rapport à la matière sèche. Ces graines ont été divisées en trois lots amenés respectivement par trempage à 14, 17 et 21, 5 % d'eau. Puis chaque lot a été subdivisé lui-même en sept parties égales de 348 graines placées dans des sacs en matière plastique pour être stockées respectivement pendant 0, 2, 5, 7, 9, 15 et 26 jours.

La deuxième expérience a été réalisée avec les graines d'un autre palmier D₄ × D₄-10-8-10-D ; teneur en eau 9,54 % de la matière sèche. Son déroulement était le même que celui de l'expérience précédente mais nous avons ajouté la teneur en eau globale 19 % et porté à 12 les temps de stockage, 0 (Témoin), 2, 5, 7, 9, 12, 14, 16, 19, 21, 23 et 26 jours.

Observations et interprétations.

Pendant le stockage, le maintien de la teneur en eau globale a été contrôlé grâce à des pesées successives des différentes parties des graines : coque, amande et embryon. En outre, la longueur et le diamètre moyens des embryons de chaque lot ont été calculés à partir des mesures effectuées sur 25 d'entre eux.

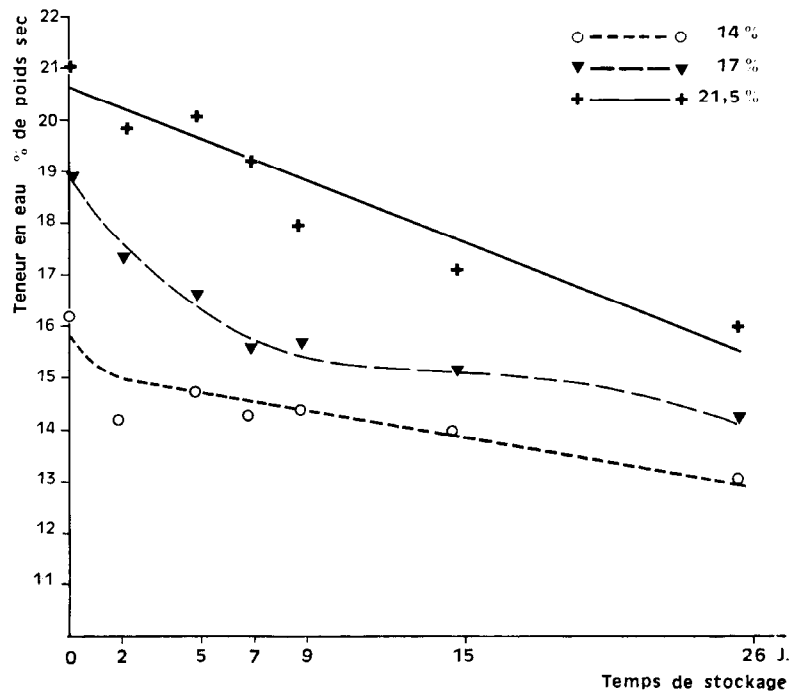
Les données ont été ensuite soumises à l'analyse statistique en vue de déterminer

si les différences constatées étaient significatives. Elles ont été portées sur du papier à graphique ainsi que les courbes théoriques obtenues par calcul à partir d'elles (1).

Lorsque le résultat de ces calculs est traduit par une droite parallèle à l'axe des abscisses cela indique que les différences comme les arrangements entre les données successives ne sont pas significatifs ; c'est le cas notamment lorsque les données sont trop dispersées et dispersées au hasard.

RÉSULTATS

Nous rapporterons successivement les variations de la teneur en eau de la coque, de l'amande et de l'embryon pendant le stockage des graines à humidité et température constantes.



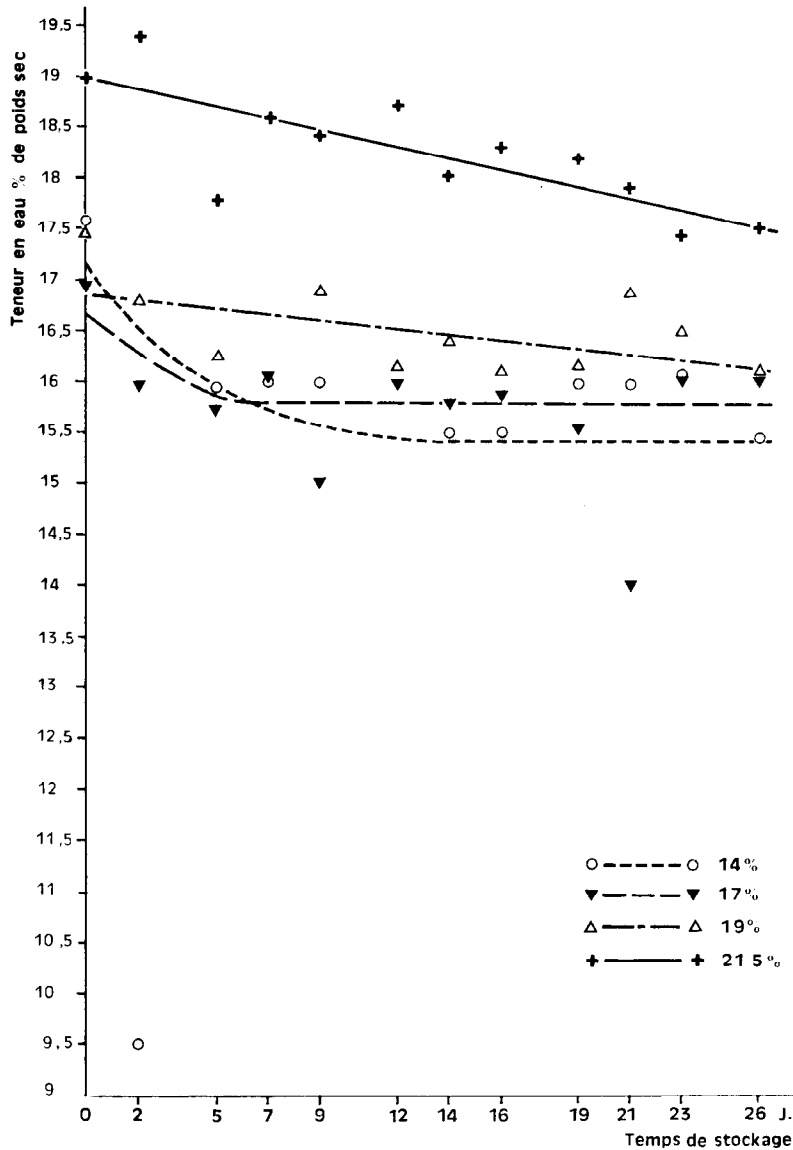
GRAPHIQUE I. — Evolution de la teneur en eau de la coque (par rapport au poids sec) pendant le stockage des graines à humidités constantes (Expérience I).

(1) Nous remercions vivement notre collègue et ami M. DÉJARDIN, Chef du Service de Biométrie de l'O.R.S.T.O.M., ainsi que sa collaboratrice, M^{me} SCHWARTZ, qui ont apporté dans ce travail leurs connaissances et leur aide efficace indispensables pour l'interprétation des résultats et surtout pour le calcul des courbes théoriques d'absorption de l'eau.

La Coque.

Les résultats obtenus au cours des deux expériences sont identiques (Graphiques I et II). La coque perd graduellement son eau, bien que dans la deuxième expérience, les pertes aient été moins importantes pour les teneurs globales 14 et 17 %.

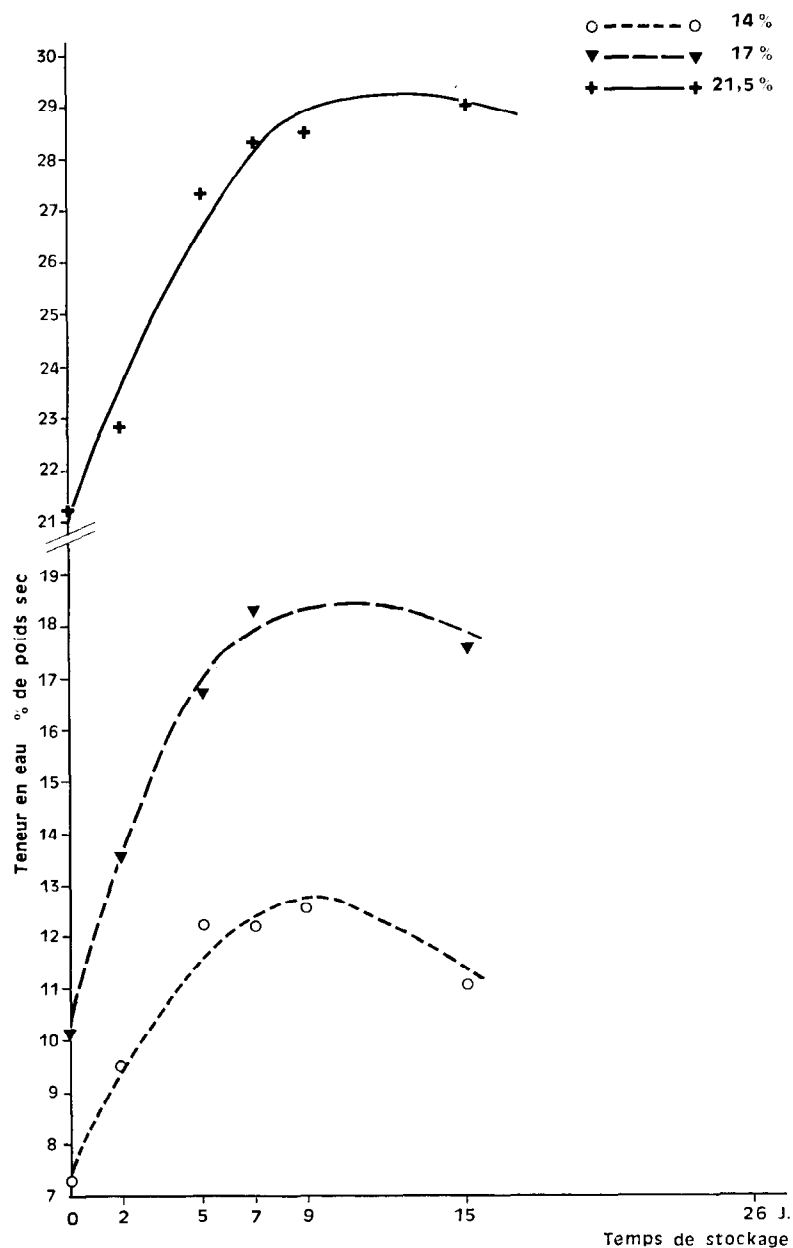
Le poids sec de la coque a également diminué, ce qui est sans doute le résultat d'une destruction enzymatique progressive des constituants cellulaires. Les pertes de poids sec ont été moins importantes dans la deuxième expérience.



GRAPHIQUE II. — Evolution de la teneur en eau de la coque (par rapport au poids sec) pendant le stockage des graines à humidités constantes (Expérience II).

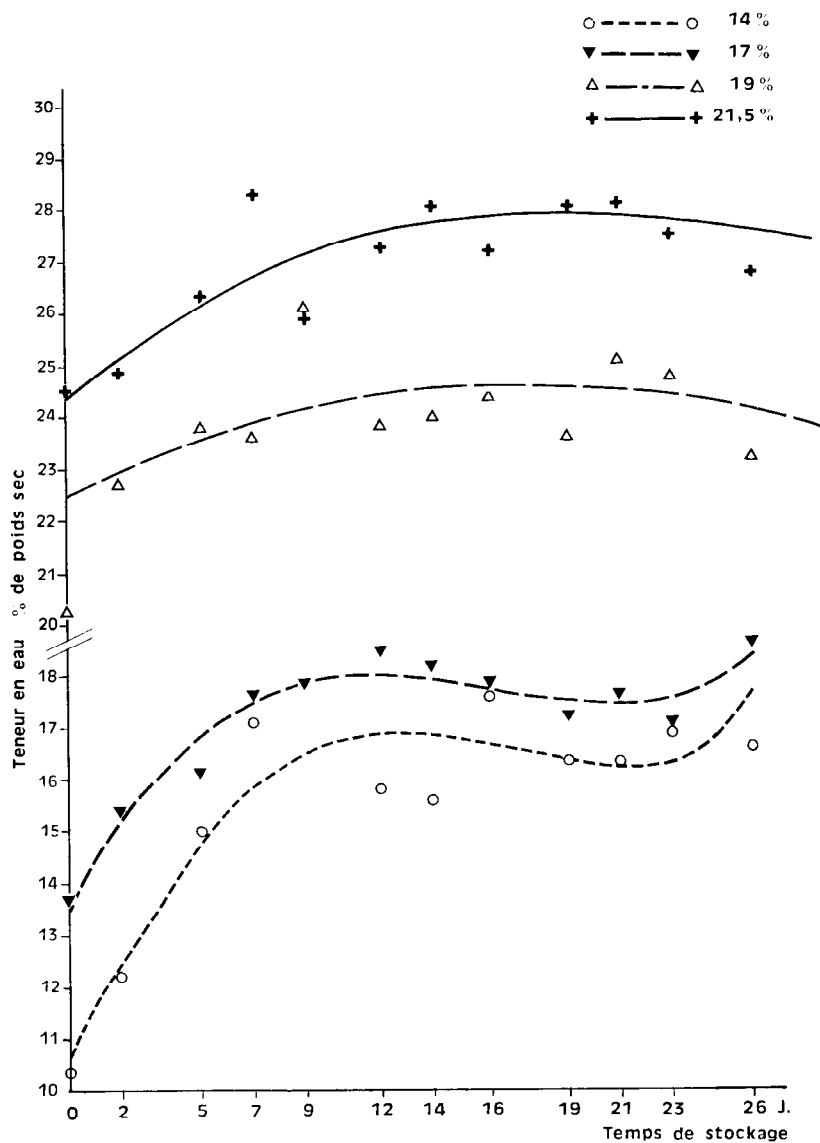
L'Amande.

Le *poids frais* de l'amande a légèrement augmenté et la quantité d'eau absorbée a été, dans la première expérience, à peu près équivalente à celle perdue par la coque. La reprise de poids de l'amande dans la deuxième expérience a été moins importante.



GRAPHIQUE III. — Evolution de la teneur en eau de l'amande (par rapport au poids sec) pendant le stockage des graines à humidités constantes (Expérience I).

La teneur en eau par rapport au poids sec s'est accrue très nettement et pour toutes les humidités globales jusqu'aux 9^e et 12^e jour de stockage (Graphiques III et IV) et, ceci, dans les deux expériences. Dans la première expérience, Graphique III, nous avons observé par la suite une diminution surtout pour les teneurs 14 et 17%. Ce phénomène n'a pas été observé dans la deuxième expérience où ces deux traitements ont vu, au contraire, leur teneur en eau remonter sensiblement en fin de stockage au 23^e et 26^e jour.



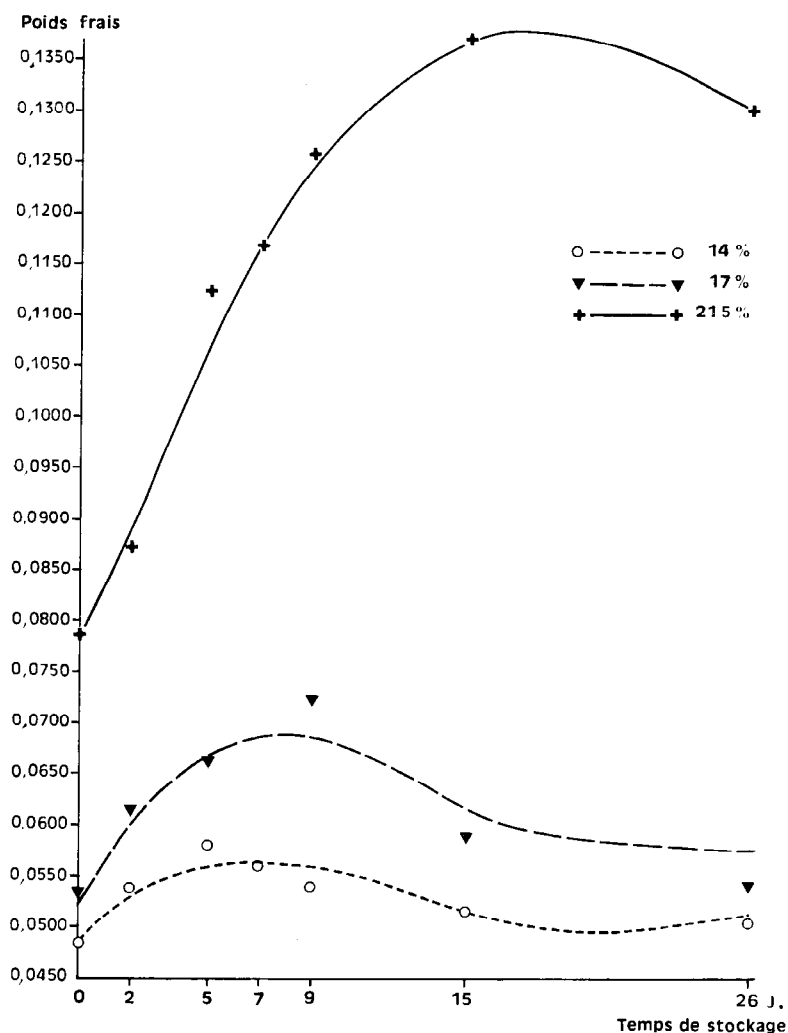
GRAPHIQUE IV. — Evolution de la teneur en eau de l'amande (par rapport au poids sec) pendant le stockage des graines à humidités constantes (Expérience II).

L'Embryon.

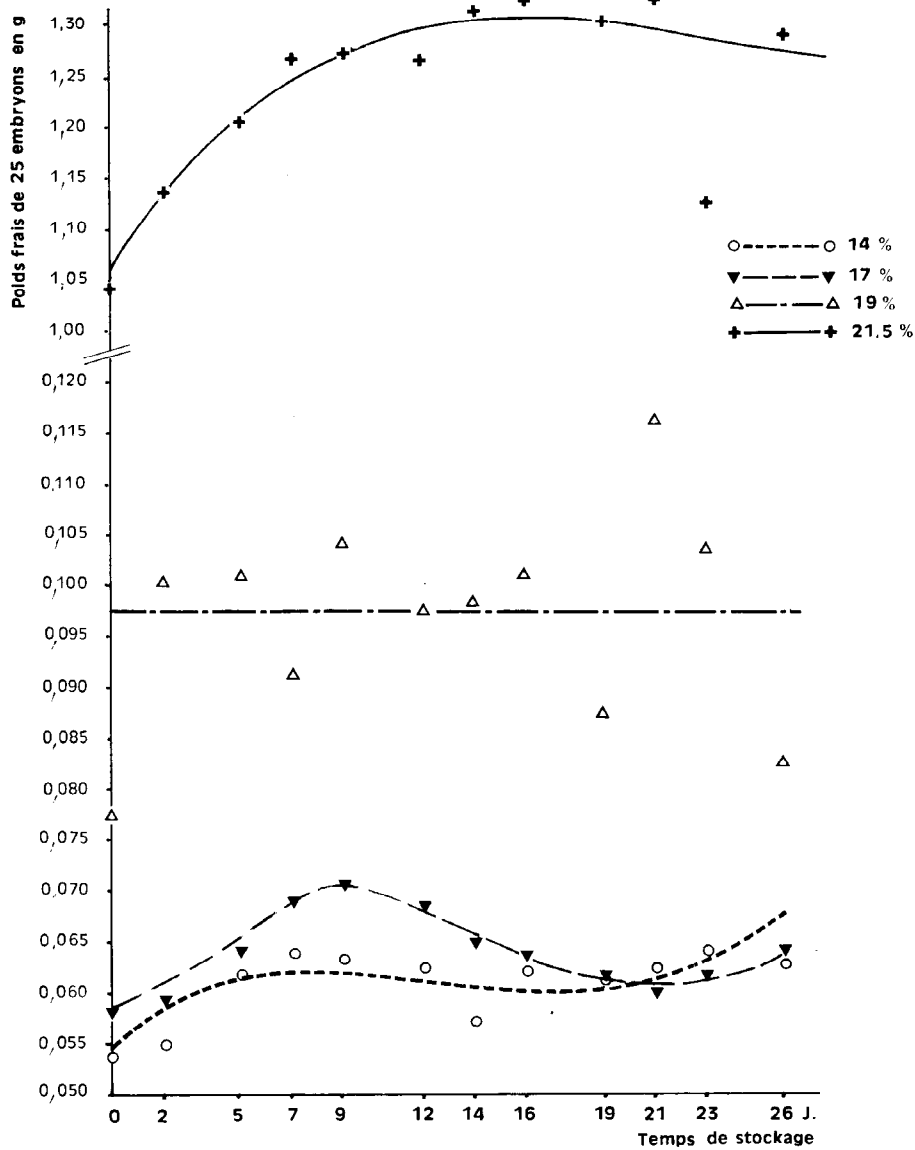
Le *poids frais* (Graphique V et VI) des embryons a augmenté de façon très nette et significative jusqu'au 7^e jour de stockage pour la teneur 14 %, jusqu'au 9^e jour pour la teneur 17 % et jusqu'au 15^e jour pour la teneur 21,5 % et ceci dans les deux expériences.

Pour la teneur 19 % (2^e expérience) l'accroissement du poids frais n'a pas été significatif (grandes variations).

Après chaque maximum observé le poids frais ne s'est pas maintenu mais tendait à diminuer pour une raison indéterminée. Il s'est stabilisé du 15^e au 19^e jour pour les teneurs globales 14 et 17 % et augmentait de nouveau ensuite surtout dans la 2^e expérience (Graphique VI).



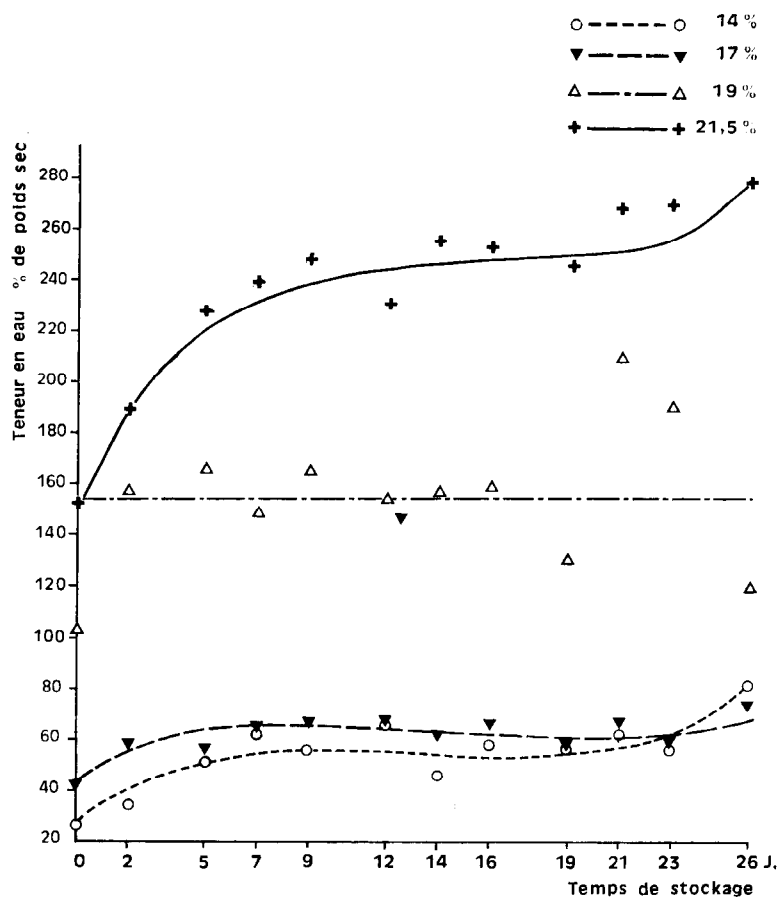
GRAPHIQUE V. — Evolution du poids frais de l'embryon pendant le stockage des graines à humidités constantes (Expérience I).



GRAPHIQUE VI. — Evolution du poids frais de l'embryon pendant le stockage des graines à humidités constantes (Expérience II).

La teneur en eau des embryons par rapport au poids sec a subi les mêmes variations que le poids frais (Graphique VII), mais il y eut une stabilisation et non une diminution après le maximum observé au bout de 5 à 7 jours pour 14 % et de 9 jours pour 17 % et 21 %. Les variations des lots 19 % n'étaient pas significatives comme pour le poids frais.

Le poids sec (Graphique VIII) a présenté une baisse caractéristique que nous avons rencontrée par ailleurs dans d'autres expériences et notamment au cours de l'étude de l'absorption de l'eau *in vitro*, par des embryons excisés. Le poids sec atteint son minimum



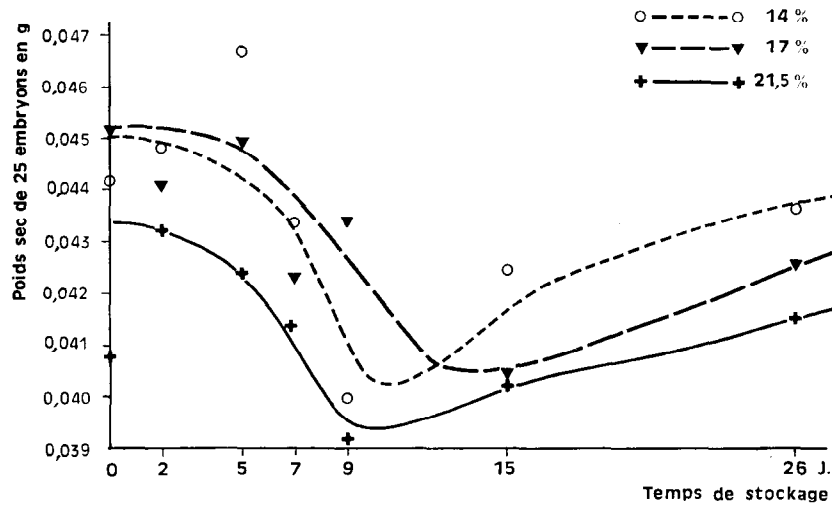
GRAPHIQUE VII. — Evolution de la teneur en eau de l'embryon (par rapport au poids sec) pendant le stockage des graines à humidités constantes (Expérience II).

du 8^e au 11^e jour, puis il augmente ensuite graduellement. Ce phénomène a été moins net dans la deuxième expérience.

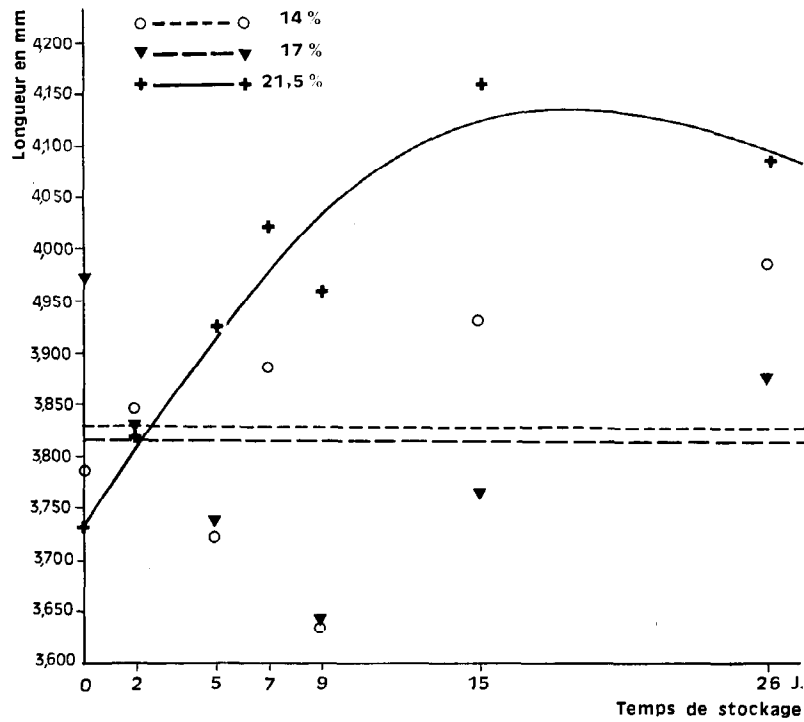
Enfin, nous n'avons pas observé un accroissement significatif de la longueur excepté pour la teneur globale 21,5 % (Graphique IX). Par contre, le diamètre (Graphique X) a augmenté d'autant plus rapidement jusqu'aux 9^e et 15^e jours que la teneur en eau globale des noix était élevée. Une diminution a été constatée ensuite vers la fin du stockage.

DISCUSSION

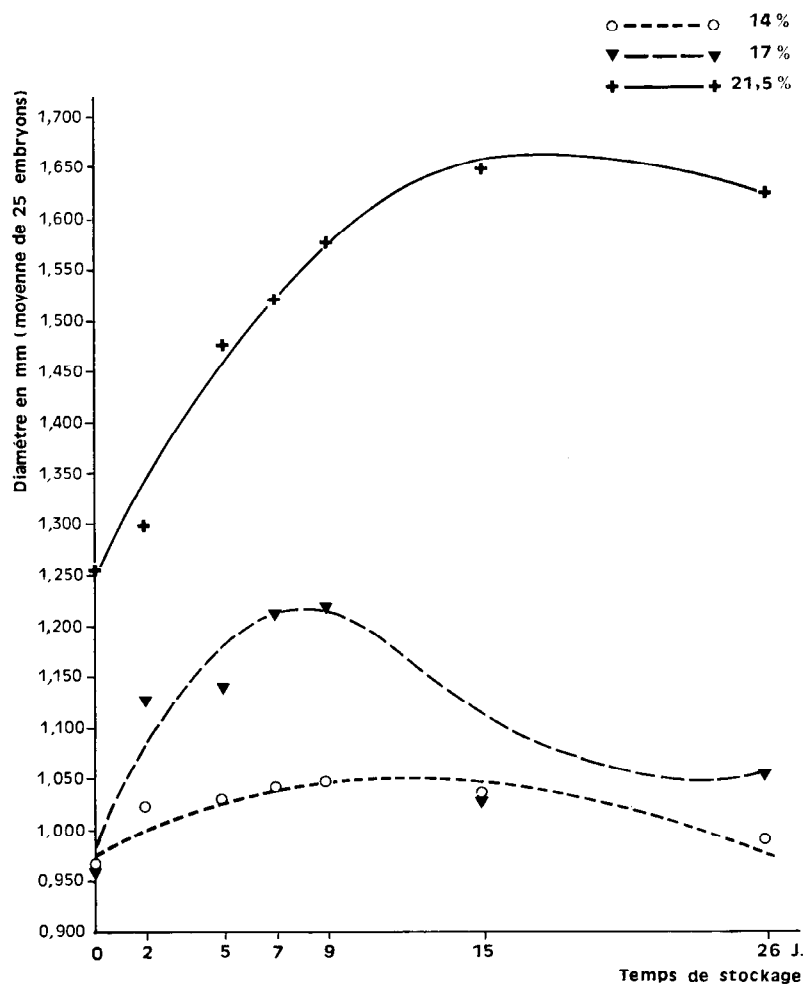
Ces résultats confirment donc que pendant un stockage à température et humidité constantes les différences constatées après réhydratation entre les parties de la graine ne se maintiennent pas.



GRAPHIQUE VIII. — Evolution du poids sec de l'embryon pendant le stockage des graines à humidités constantes (Expérience I).



GRAPHIQUE IX. — Evolution de la longueur de l'embryon pendant le stockage des graines à humidités constantes (Expérience I).



GRAPHIQUE X. - Evolution du diamètre de l'embryon pendant le stockage des graines à humidités constantes (Expérience I).

La coque perd de l'eau rapidement pendant la première semaine, puis graduellement ensuite au profit de l'amande et de l'embryon. L'amande de ce fait augmente sa teneur en eau dans le même temps puis se déshydrate. A 19 et 21,5 % d'eau la perte n'est pas nette étant donné la quantité disponible. La diminution est plus nette pour les teneurs globales 14 et 17 %, mais leur réhydratation en fin de stockage (Graphique IV) n'a pu être expliquée que par un rééquilibre de la répartition de l'eau.

La teneur en eau de l'embryon a suivi des variations parallèles à celles de l'amande mais à part celles, non significatives, du traitement 19 %, il n'y a pas eu de baisse après le maximum atteint mais une stabilisation suivie d'une nouvelle augmentation à partir des 19 et 21^e jours. L'allure des courbes obtenues n'est pas sans rappeler celle de l'absorption dynamique de l'eau avec ses trois phases de notre étude précédente (RABÉCHAULT, GUÉNIN et AHÉE, 1969).

Pendant le stockage, l'eau migre donc vers l'embryon, la coque s'appauvrit au profit de l'amande et l'embryon s'hydrate à partir de cette dernière.

La coque ne jouerait donc surtout qu'un rôle de transmission dans un sens ou dans l'autre ; sa capacité hydrique et sa rétention sont faibles mais non uniformément réparties.

La translocation de l'eau pendant la phase d'imbibition qui affecte des tissus dépend de leur homogénéité : s'ils sont homogènes et épais, la vitesse de pénétration et de sortie de l'eau est également répartie et réglée par les seuls facteurs physiques et physico-chimiques dont nous avons parlé précédemment (RABÉCHAULT, GUÉNIN et AHÉE, 1969). L'absorption (ou sorption) comme la désorption se fait par zones de l'extérieur vers l'intérieur du tissu : les cellules internes sont donc les dernières à s'hydrater ou à se déshydrater. Ce cas est cependant assez rare. Le plus souvent, les tissus sont *hétérogènes* et les variations de leur capacité hydrique et de leur texture font que l'eau parcourt des chemins privilégiés (coque).

Il semble exister une relation entre la vitesse de translocation et la capacité hydrique des tissus. Ainsi, bien qu'en premier examen la coque apparaisse superficiellement comme homogène, nous avons vu (RABÉCHAULT, 1969, Planche II) qu'il n'en est rien. Dans la partie arrondie percée par le pore germinatif, le tissu est plus dur et compact que dans la partie pointue où se trouve la mèche. De sorte que la capacité hydrique de la partie pointue doit être plus grande. Pour le vérifier nous avons mis à tremper pendant 5 heures des noix de palme dans l'eau distillée ; après ressuyage les noix ont été sciées transversalement et la teneur en eau a été déterminée dans les moitiés arrondies et dans les moitiés pointues de 35 noix. Il a été fait 3 répétitions. Le tableau II réunit les pourcentages obtenus.

TABLEAU II

Teneurs en eau % du poids sec des moitiés de noix de palme (section transversale) après un trempage de 5 heures dans l'eau distillée

Partie	Avant trempage (Témoin)	Après trempage			
		1 ^{re} répétition	2 ^e répétition	3 ^e répétition	Moyenne
Partie arrondie (pore germinatif)	13,185	16,107	15,289	16,503	15,966
Partie pointue (mèche)	13,433	16,797	17,716	18,273	17,572

On remarque déjà chez les noix sèches que la partie pointue est légèrement plus riche en eau. Ceci correspond à une faculté d'absorption plus grande et les différences observées entre les deux parties ont en effet toujours été, plus nettement encore après trempage, en faveur de la partie pointue.

Cette capacité d'absorption plus importante de l'extrémité pointue confirme bien la possibilité d'une pénétration plus rapide de l'eau en cet endroit, phénomène qui a été observé précédemment (RABÉCHAULT, 1969).

Les tissus vivants comme l'albumen et l'embryon ont, en plus, la possibilité de régler la pénétration de l'eau par des processus du métabolisme. La vitesse d'hydratation est proportionnelle au temps. Il y a accumulation et fixation de l'eau qui est incluse dans les molécules ou sert à leur transfert et à leur activité. La capacité hydrique de ces tissus s'accroît avec le temps et au fur et à mesure que disparaît la matière sèche.

La matière sèche diminue progressivement chez l'albumen tandis qu'elle décroît rapidement vers le 9^e jour pour s'accroître ensuite chez l'embryon de façon spectaculaire.

On peut parler à ce moment là d'une « avidité » de l'embryon, car il est capable d'absorber 10 fois plus d'eau que n'en renferment les cellules voisines. Cette avidité est remarquable (RABÉCHAULT, GUÉNIN et AHÉE, 1969). Voici consignées dans le tableau III les teneurs en eau mesurées au cours d'une expérience préliminaire de stockage à humidité constante.

TABLEAU III

Variations de la teneur en eau des embryons de noix de palme amenées à différentes teneurs en eau globales puis stockées à leur humidité d'origine et à température constante (27 °C) à l'obscurité

Teneur en eau % du poids sec avant stockage	Temps de stockage en jours				
	0	2	5	9	14
14	26,68	33,99	51,12	54,24	57,36
17	42,68	58,51	59,40	69,30	61,72
19	105,80	159,22	168,50	166,07	158,04
21,5	159,19	189,77	235,85	248,84	261,77

L'examen de ce tableau montre que même chez des noix amenées à 14 % d'eau (teneur qui ne permet pas la germination) et que l'on conserve à cette teneur, l'embryon continue à absorber l'eau aux dépens des tissus voisins qui, au bout de 9 jours, en renferment deux fois moins que lui. L'absorption est d'autant plus importante bien sûr qu'il y a d'eau disponible avant le stockage.

CONCLUSIONS

Chez les graines du palmier à huile stockées à humidité et température constantes, l'eau migre de la coque vers l'albumen et l'embryon ; l'eau n'est pas statique.

La coque ne joue qu'un rôle de transmission dans l'absorption et la désorption, mais la vitesse de translocation de l'eau dans sa partie pointue est plus importante qu'à l'extrémité arrondie qui a une texture plus compacte bien que cette dernière soit percée par le pore germinatif.

L'albumen s'enrichit en eau aux dépens de la coque pendant les 5 premiers jours. Tandis que l'embryon continue son absorption à partir de l'albumen, même si celui-ci est peu hydraté. On peut parler d'une véritable avidité de l'embryon pour l'eau.

L'embryon présente une diminution caractéristique du poids sec au 9^e jour par suite, sans doute, de la dégradation enzymatique de ses matières de réserve ; à ce moment sa teneur en eau tend à se stabiliser. Mais l'accroissement de la matière sèche et de la teneur en eau reprennent bientôt toutes deux : la matière sèche nouvelle provient probablement d'un début d'assimilation à partir de l'albumen ; quant à l'absorption de l'eau, elle serait due aussi à la reprise des processus du métabolisme en vue de la germination.

Il a été confirmé enfin que pendant l'hydratation c'est surtout le diamètre de l'embryon qui s'accroît, et ceci proportionnellement à la teneur en eau avant le stockage et au temps de stockage.

Ainsi l'amélioration apportée par le stockage des graines insuffisamment humidifiées dans le comportement de leurs embryons en culture *in vitro* (RABÉCHAULT, 1967) peut provenir d'un enrichissement de ces derniers en eau et à un démarrage du métabolisme que ne présentent pas les embryons extraits de graines à une teneur en eau optimum sans stockage.

Manuscrit reçu le 30 octobre 1969.

BIBLIOGRAPHIE

- ATKINS (W. R. G.) — 1909 — The absorption of water by seeds. *Sci. Proc. R. Dublin Soc.*, N. S., 12, 35 p.
- HUSSEY (G.) — 1958 — An analysis of the factors controlling the germination of the seed of the oil palm *Elaeis guineensis* Jacq. *Ann. Bot.*, N. S., 22, 86, 259-284.
- LABRO (M.-F.), GUÉNIN (G.), RABÉCHAULT (H.) — 1964 — Essai de levée de dormance des graines de palmier à huile (*Elaeis guineensis* Jacq.) par des températures élevées. *Oléagineux*, 19, 12, 757-765.
- MAYER (A. M.), POLJAKOFF-MAYBER (A.) — 1963 — The germination of seeds, 236 p., Pergamon Press, Paris.
- RABÉCHAULT (H.) — 1967 — Relations entre le comportement des embryons de palmier à huile (*Elaeis guineensis* Jacq.) en culture « in vitro » et la teneur en eau des graines. *C. R. Acad. Sci.*, Paris, 264, 276-279.
- RABÉCHAULT (H.), GUÉNIN (G.), AHÉE (J.) — 1967 — Absorption de l'eau par les noix de palme (*Elaeis guineensis* Jacq. var. *dura* Becc.). *Cah. ORSTOM, sér. Biol.*, n° 4, 31-41.
- RABÉCHAULT (H.), AHÉE (J.), GUÉNIN (G.) — 1968 — Recherches sur la culture « in vitro » des embryons de palmier à huile (*Elaeis guineensis* Jacq.). IV. Effet de la teneur en eau des noix et de la durée de leur stockage. *Oléagineux*, 23, 4, 233-237.
- RABÉCHAULT (H.) — 1969 — Absorption de l'eau par les noix de palme (*Elaeis guineensis* Jacq. var. *dura* Becc.). II. Voies de pénétration de l'eau. *Cah. ORSTOM, sér. Biol.*, n° 7, 89-98.
- RABÉCHAULT (H.), GUÉNIN (G.), AHÉE (J.) — 1969 — Absorption de l'eau par les noix de palme (*Elaeis guineensis* Jacq. var. *dura* Becc.). III. Vitesse de pénétration de l'eau. *Cah. ORSTOM, sér. Biol.*, n° 7, 99-113.
- REES (A. R.) — 1957-1958 — Germination and storage of seed. In « Sixth Ann. Report of the W. afr. Inst. for Oil Palm Research », 117-119.
- REES (A. R.) — 1962 — Some observations on the preparation and storage of Oil Palm seed. *J. W. afr. Inst. Oil Palm res.*, 3, 329-338.
- REES (A. R.) — 1965 — Some factors affecting the viability of oil palm seed in storage. *J. niger. Inst. Oil Palm res.*, IV, 15, 317-324.