

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE LA BIOLOGIE DES DIPTÉROCARPACÉES

La phénologie et la germination du koki (*Hopea odorata*)
à Dangkor (Kandal)

par P. TIXIER
Ingénieur Agronome (I. N. A.)
Docteur es Sciences

SUMMARY

A CONTRIBUTION TO THE STUDY OF THE BIOLOGY OF DIPTEROCARPACIA

After describing the species Hopea odorata, the author deals with the florescence which follows defoliation after the end of the rainy season, the morphology of inflorescence, flowering and fruit-bearing, the dissemination of fruits, and their germinative property. The problem of polyembryonery is also examined.

RESUMEN

CONTRIBUCIÓN AL ESTUDIO DE LA BIOLOGÍA DE LOS DIPTEROCARPÁCEOS

Después de haber descrito la especie Hopea odorata, el autor estudia el florecimiento que sigue la defoliación, consecutiva al final de la temporada de lluvias, la morfología de la inflorescencia, de la flor y del fruto, la diseminación de los frutos y su facultad germinativa. También se examina el problema de la « poliembrionía ».

Les études biologiques sur les arbres de forêt tropicale demeurent relativement rares, il en est de la phénologie et des cycles saisonniers comme du reste. Pour les forestiers travaillant, au point de vue exploitation, sur de longues périodes, le rythme saisonnier ne présente qu'un intérêt relatif. En ce qui concerne les travaux floristiques la phénologie est souvent rajoutée après coup et ne représente qu'une garniture autour du plat de résistance, plus ou moins indigeste, constituée par les listes taxonomiques.

La floraison des Diptérocarpacées demeure toujours difficile à étudier étant donné, que seules les Diptérocarpacées de forêt claire ont des ports parfois suffisamment bas pour que l'on puisse facilement recueillir des fleurs. *Hopea* est un arbre de

forêt dense souvent grand ou très grand comme dans la forêt de Phnom Koulen (Siemreap).

Par ailleurs, le Service des Eaux et Forêts et les Services municipaux ont beaucoup utilisé, dans le Sud Indochinois, *Hopea odorata* comme arbre d'avenue (Saïgon, Phnom Penh, Siemreap), ce qui permet, sans recherches lointaines et compliquées, de disposer de graines fraîches et en abondance.

A l'Université des Sciences Agronomiques, à Dangkor, dans la banlieue de Phnom Penh, nous avons eu la chance de trouver des *Hopea* situés en bordure de la cocoteraie. Ces quelques arbres, dispersés, ont des branches basses ce qui nous a permis de suivre de près la phénologie de l'essence durant le printemps 1971.

DESCRIPTION DE L'ESPÈCE :
HOPEA ODORATA ROXB.

Arbre de 30-40 m de haut ; écorce jaunâtre, rugueuse et fibreuse ; jeunes rameaux et pétioles pubérescents. Feuilles ovales-oblongues ou ovales-lancéolées, acuminées-obtuses, longues de 6-13 cm, larges de 3-5 cm, plus pâles en dessus qu'en dessous ; nervures secondaires 7 à 16 paires, les inférieures à domaties, pétiole de 1 cm. Grappes plus courtes ou de même longueur que les feuilles, recouvertes d'un duvet cendré, pourvues de 11-12 ramifications, chacune portant 4-6 fleurs subsessiles et subsériées. Sépales extérieurs velus sur les deux faces, les

intérieurs glabres au-dedans. Pétales longs de 4-5 mm, en partie velus sur la face dorsale, falciformes à bords dentelés. Etamines 15-19, filet large et aplati atténué au sommet ; anthère et connectif longs chacun de 0,5 mm. Ovaire pulvérulent long de 1-1,5 mm ; style glabre au sommet, long de 1,25 mm. Fruit pyramidal entouré par les lobes du calice dont 2 très développés, longs de 5-6 cm, linéaires, oblongs, parcourus par 7-11 nervures parallèles et inégales (Fig. 1 et 2).

PHÉNOLOGIE
DE LA FLORAISON EN 1971

Les climats de la plaine du Tonlé Sap, avec une pluviométrie moyenne de 1.200-1.500 mm/an, se caractérisent au point de vue agricole et phénologique par l'allure de leur courbe ombrique annuelle.

La pleine saison des pluies qui dure de 1 à 2 semaines se situe de fin août à début novembre selon les années.

Lors des années sèches, les dernières pluies ont lieu au moment de la lunaison de la fête des Eaux, en novembre. Les années humides comme 1970, voient les pluies se prolonger de façon intermittente jusqu'à la seconde quinzaine de décembre.

La phénologie des arbres de forêt est en rapport avec la défoliation pour ces essences de formations semi-ombrophiles. La défoliation elle-même, dépend de la saison sèche qui règle les rythmes biologiques. Au Sud-Vietnam, la fin de la saison des pluies ayant lieu au début décembre, la défoliation des hévés se produit avec un certain retard à la mi-janvier.

La floraison suit la défoliation chez *Hopea*. Comme nous venons de le voir, la fin de la saison des pluies étant variable à Phnom Penh, les phénomènes suivent ce rythme. Nous avons vu tomber les fruits d'*Hopea* dès les premières tornades d'avril en 1967, comme nous le verrons, cette année, en

1971, la chute des fruits a débuté vers le 10 mai.

Voici le calendrier de la floraison et de la fructification à Dangkor de l'*Hopea*.

26 février : apparition des inflorescences ;

15 mars : début de floraison ;

22 mars : mi-floraison (3 sur les 6 fleurs de l'épi sont ouvertes) ;

29 mars : fin de floraison.

Les fleurs d'*Hopea* possèdent une odeur agréable et assez forte, la nuit surtout, comme toutes les Diptérocarpacées. A la fin de la floraison les arbres exhalent une odeur de vinaigre.

11 mai : chute des premiers fruits ;

24 mai : chute des derniers fruits.

Au bout de 2 semaines, les ailes calicinales ont une longueur de 1 cm. En fin avril la croissance était terminée. La maturation consiste en une déchlorophyllisation des ailes qui prennent une teinte fauve. Il semblerait que cette coloration, quand elle atteint la totalité des enveloppes du fruit coïncide avec la perte de la faculté germinative.

Des insectes, probablement des charançons, parasitent les jeunes fruits et entraînent la chute prématurée de ceux-ci.

MORPHOLOGIE DE L'INFLORESCENCE
ET DE LA FLEUR

A) L'inflorescence.

La flore générale de l'Indochine ne donne pas une description bien précise de l'inflorescence qui est en fait un panicule d'épis, les fleurs étant sessiles sur l'inflorescence et toutes sur la même génératrice.

Nous donnons, dans un tableau (tableau 1), le nombre de fleurs par épi de l'inflorescence. Nous

avons analysé 11 inflorescences. Les épis les plus bas possèdent le plus de fleurs, les supérieurs une fleur seulement.

Bien entendu les inflorescences sont composées à la base de panicules (ou de grappes), au sommet et dans les petites inflorescences nous avons des grappes d'épis. Ce phénomène, variation de la morphologie de l'inflorescence demeure fréquent chez les arbres.

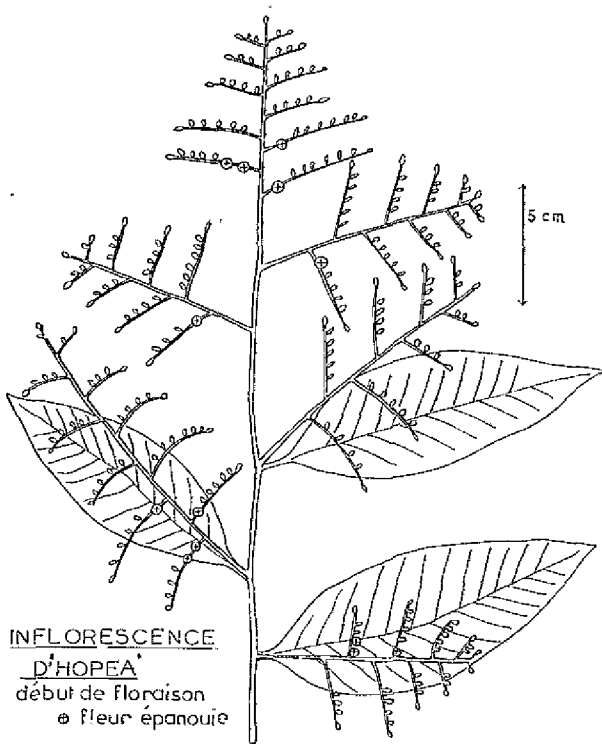


FIG. 1. — Inflorescence d'Hopea.

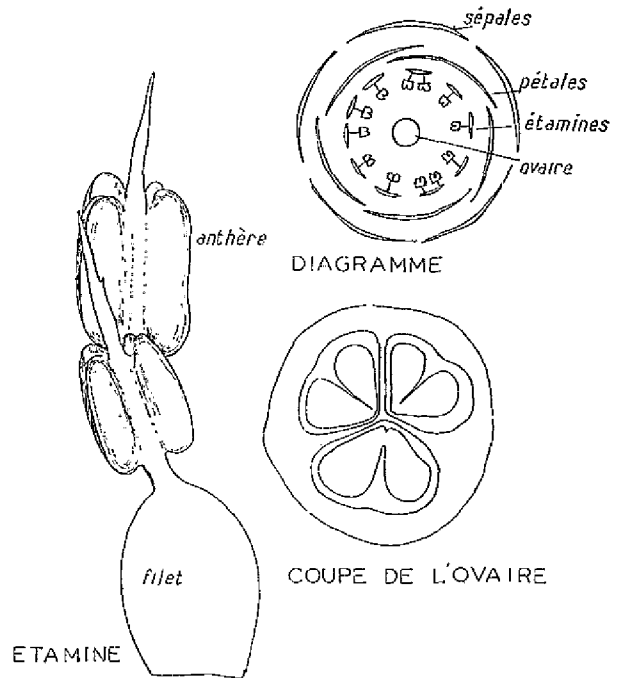


FIG. 2. — La fleur d'Hopea.

TABLEAU 1

Nombre de fleurs par épi chez « *Hopea odorata Roxb.* »

Inflorescence	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I...	9	8	3	7	5	4	4	4	2	2
II...	6	5	6	6	4	5	3	3	1	1
III...	7	7	7	7	5	6	5	4	4	2
IV...	5	6	6	6	4	4	3	3	1	
V...	6	5	6	6	4	5	3	3	1	1
VI...	6	7	6	7	4	4	4	4	2	1
VII...	5	6	6	5	4	4	3	3	1	1
VIII...	5	7	5	5	4	4	3	2	1	
IX...	7	8	7	7	6	6	5	4	4	3
X...	5	7	8	5	7	6	5	3	2	1
XI...	6	6	7	7	5	6	4	3	4	1

Les grandes inflorescences de *Lagerstroemia* sont des grappes de cymes, les petites des grappes, les cymes étant réduites à 1 seule fleur.

NOUAISSON

La floraison dure environ une quinzaine, ce sont les premières fleurs ouvertes, donc les premières fécondées qui ont le plus d'avenir en définitive ; au bout de 15 jours, les jeunes fruits ont des ailes de

B) La fleur.

Nous avons cherché à analyser la variabilité signalée par la flore générale de l'Indochine au niveau du nombre d'étamines.

En fait, sur les 20 fleurs examinées, le nombre des étamines allait de 12 à 15 ($M = 13,4 \pm 1,05$) et n'atteignait jamais le chiffre 19 signalé par la F. G. I. La fleur d'*Hopea* étant diplostémone, le nombre normal d'étamines est de 10 ; il y a donc de 2 à 5 étamines supplémentaires. En fait il n'existe que 10 filets, certains d'entre eux portant une double anthère (ou même une triple anthère). Signalons que la déhiscence des anthères est longitudinale et le pollen réticulé.

Enfin rappelons que chez *Hopea* l'ovaire possède 6 loges munies chacune d'un ovule anatrophe pendant. (Des difficultés matérielles nous ont interdit, jusqu'à présent, toutes investigations cytologiques). Nous savons qu'il ne s'écoule guère que quinze jours entre la fécondation (?) et l'individualisation des embryons.

1 cm de long. Nous avons fait un recensement des fruits sur les inflorescences en prenant l'épi comme unité et sur 31 inflorescences, le nombre des fruits noués va de 1 à 11 ($M = 4 \pm 2,1$).

DISSÉMINATION DES FRUITS

La maturation commence par l'apex des ailes et remonte vers le pédoncule (qui s'est allongé au cours de la maturation), on peut supposer qu'il se forme, à un moment donné une assise liégeuse qui crée une zone de moindre résistance.

Plusieurs auteurs, J. VIDAL (1960), en particulier ont classé les fruits de Diptérocarpacées dans la catégorie des « planeurs lourds ». Durant la chute les ailes donnent au fruit un mouvement hélicoïdal qui le stabilise au point de vue vertical. Lors de grands vents une des ailes devient verticale et assure la direction du fruit dans le vent dominant alors que l'autre n'a qu'un rôle purement sustentateur.

MORPHOLOGIE, ANATOMIE DU FRUIT, FACULTÉ GERMINATIVE

A) Morphologie et anatomie.

Le fruit des Diptérocarpacées est ailé et doit en principe constituer un akène. Il n'y a pas de complication avec la plupart des espèces de Diptérocarpacées à fruit monosperme, monoembryonné. L'enveloppe calicinale ôtée, l'embryon exalbuminé est protégé par deux téguments, l'un externe et dur, l'autre interne, tendre, plus ou moins appliqué à l'embryon.

L'embryon d'*Hopea* est généralement constitué d'un hypocoryte et de deux cotylédons généralement bilobés. Comme *Pentacme*, *Shorea*, etc., les cotylédons d'*Hopea* contiennent de la chlorophylle avant la germination (cette couleur disparaît après germination à la suite d'apparition de pigments anthocyaniques).

On a signalé depuis longtemps la « polyembryonie » de *Hopea odorata*.

Nous devons considérer ce terme comme inexact pour deux raisons :

- le fruit est un véritable fruit et non une graine ;
- nous avons 6 ovules au départ et nous ne savons rien, par manque de recherches cytologiques, sur l'évolution juvénile des embryons d'*Hopea*.

Nous emploierons le terme de « polyspermie » (qui a une autre acception en biologie animale) pour indiquer la présence de plusieurs embryons dans le fruit (les embryons ne sont pas individualisés chacun dans une graine), par opposition à « polyembryonie » qui sous-entend embryons nés d'un même ovule.

En se plaçant uniquement sur le plan statistique, on peut penser que la présence de 1 à 6 embryons constitue la polyspermie et que la polyembryonie existe au-dessus de 6 embryons.

En principe la disposition des embryons est la suivante.

On rencontre toujours, dans l'axe, ou plus ou moins décentré, le raphé réduit à une lame blanche

Les Diptérocarpacées, sauf *D. obtusifolius* de forêt claire qui fleurit de septembre à avril ont des périodes de fructification brèves (2 mois à 2 mois et demi pour l'*Hopea*). La période de maturité des fruits coïncide plus ou moins généralement avec les grandes tornades de début de saison des pluies (avril-mai).

Le fruit d'*Hopea* demeure un fruit « planeur lourd » de façon relative, nous verrons que le poids des fruits se situe aux alentours de 0,35 g. Ce poids et la violence des vents font que le fruit peut être entraîné à une soixantaine de mètres de l'arbre mère ce qui représente une distance appréciable.

verticale plus ou moins large, plus ou moins contournée.

Le fruit, les ailes étant disposées vers le haut, est plus ou moins tronconique.

À la base du cône se trouvent un ou deux gros embryons, puis un étage de 1 à 4 embryons plus ou moins gros, selon leur nombre, avec des cotylédons à développement moindre. Au sommet du cône, on rencontre des microembryons réduits à une radicule et des cotylédons minuscules, parfois même à l'ébauche microscopique d'embryon avec les différents organes à peine ébauchés (Fig. n° 3 et 4).

Les radicules des embryons sont généralement tournées vers le haut ; la germination normale, en forêt, se faisant par la sortie des radicules au sommet du cône.

Ce fruit à structure assez primitive, quand on l'humidifie fortement avant de le mettre à germer au laboratoire, éclate et on trouve un amas d'embryons débordant des enveloppes du fruit.

B) Faculté germinative.

Il est bien connu que la Faculté germinative du fruit de Diptérocarpacées est courte. Par expérience, il semblerait que ce soit *Dipterocarpus intricatus* à fruit petit et aéré par les crêtes du tube calicinal qui ait le fruit le plus résistant car au bout de trois semaines il germe encore.

Chez *Hopea*, la présence de chlorophylle et d'essences terpéniques ne facilite guère la conservation ; en plus les fruits tombés lors des pluies, avec un degré de dessiccation peu élevé (les enveloppes intérieures des fruits sont plus ou moins mucilagineuses sur les graines fraîches) ont tendance à fermenter si on les met dans un espace clos. Nous supposons aussi qu'une exposition d'un jour ou deux au soleil réduit beaucoup la faculté germinative. Nous avons constaté que cette faculté diminue lentement pour être nulle après deux semaines.

EMBRYONS DE FRUIT D'HOPEA

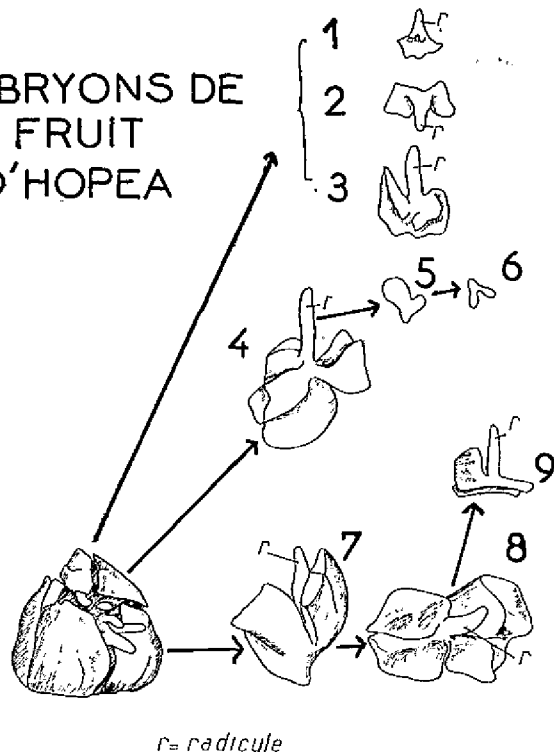


FIG. 3. — Embryons du fruit d'Hopea.

MICRO-EMBRYONS D'HOPEA ODORATA

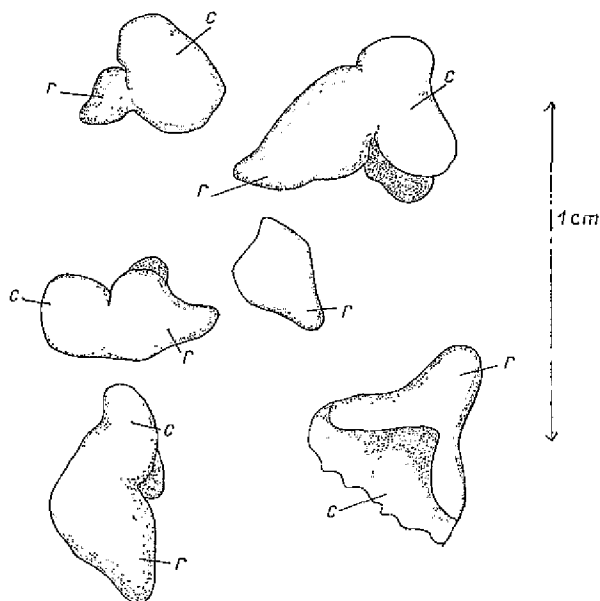


FIG. 4. — Micro-embryons d'Hopea odorata.

C) Recherches biométriques.

Nous avons fait quelques recherches biométriques à propos du nombre d'embryons et sur les corrélations existant entre les différentes caractéristiques morphologiques du fruit. Enfin nous avons examiné l'avenir des germinations par rapport à leur degré de développement.

1) Le nombre d'embryons.

Nous avons comparé le nombre d'embryons pour deux échantillons de chacun 20 fruits, un des échantillons provenant de l'arbre de Dangkor l'autre des *Hopea* proches du Monument aux Morts à Phnom Penh.

Nous avons eu les résultats suivants :

Phnom Penh.....	$M = 6,8 \pm 1,5$
Dangkor	$M = 4,15 \pm 2,1$

La comparaison des deux moyennes montre que les deux échantillons sont différents. On peut se demander si le nombre d'embryons par fruit n'est pas un caractère individuel des arbres. Chez les grands arbres de forêt, la variabilité semble plus élevée que chez les plantes herbacées. Cette consta-

tation se rapproche de la conception de l'espèce forestière de SYMINGTON (1943), pour qui elle correspond à une mosaïque d'essaims de biotypes plus ou moins individualisés ou de nos constatations de 1967 à propos des différences biométriques existant chez deux groupes de *Dipterocarpus turbinatus* dans la région de Vientiane au Laos.

2) Corrélations entre les diverses caractéristiques morphologiques. Nous avons calculé les corrélations existant entre le nombre d'embryons et le poids des graines d'une part et la corrélation existant entre le nombre d'embryons et la longueur des ailes d'autre part soit R_1 et R_2 .

Nous avons :

$$R_1 = + 0,247 6 \text{ avec } t = 7,90 \text{ et } P 0,01$$

$$R_2 = + 0,277 9 \quad = 9 \quad P 0,01.$$

Il existe donc une corrélation entre le poids des graines, la longueur des ailes et le nombre d'embryons présents dans le fruit par le fait que les fruits les plus lourds ont tendance à être les plus grands (ailes) et donc à avoir plus d'embryons.

La différence entre R_1 et R_2 provient, à notre sens, du fait que la dispersion est plus forte pour le poids des fruits que pour la longueur des ailes.

CONCLUSION

Le problème de la « polyembryonie » chez *Hopea* demeure une question intéressante.

La différenciation de ces embryons a lieu très vite après la fécondation ; en moins de deux semaines le

processus est terminé, postérieurement le fruit grossit, mûrit.

Organe ambigu, fruit et graine à la fois, la fructification d'*Hopea* possède au départ 6 ovules normaux.

Par quel processus physiologique et génétique arrive-t-on à avoir des arbres à fruits polyspermes (Dangkor) où le nombre moyen d'embryons est inférieur à 6 ou à des fruits à polyembryonnie (Phnom Penh) où ce nombre est supérieur à 6, nous n'en savons rien pour le moment. Nous pensons que

les très petits embryons se trouvant au sommet du fruit, auraient peut-être une origine antipodiale. De toute façon à la germination 2 à 3 embryons sont réellement viables, les autres immatures ou sans réserves (embryons à petits cotylédons) n'ont pas d'avenir, les germinations de cette dernière catégorie ont une survie n'atteignant pas le mois. Comme la nature est bien faite, ces embryons, dans les germinations naturelles, sont soulevés au-dessus du sol par les hypocotyles des germinations vigoureuses et se dessèchent très vite.

BIBLIOGRAPHIE

- GUÉRIN P. (1908). — Diptérocarpacées in Flore Générale de l'Indochine, vol. 1.
- MAURY G. (1968). — Germinations anormales chez les Diptérocarpacées de Malaisie. *Bull. Soc. Hist. Nat.*, Toulouse, 104, pp. 187-204.
- TIXIER P. (1953). — Données cytologiques sur quelques Guttiférales au Vietnam. *Rev. Cyt. Biol. Vég.*, XIV, pp. 1-12.
- TIXIER P. (1960). — Données cytologiques sur quelques Guttiférales récoltées au Laos. *Rev. Cyt. Biol. Vég.*, XXII, pp. 65-70.

LES CAHIERS SCIENTIFIQUES

Nous avons déjà annoncé à nos lecteurs la publication d'un nouveau complément à la revue : "**Les Cahiers Scientifiques**" qui prennent place ainsi à côté du Recueil Technique de l'Exploitant Forestier.

Il a paru, en effet, souhaitable de créer auprès de "*Bois et Forêts des Tropiques*", Revue destinée à diffuser des articles et des informations à caractère plus particulièrement technique, une publication qui assurera la diffusion des études plus spécialement scientifiques des chercheurs du CENTRE TECHNIQUE FORESTIER TROPICAL.

Les **Cahiers Scientifiques** n'ont pas un caractère périodique, ils paraissent toutes les fois qu'une étude ou un ensemble d'études scientifiques justifie une publication.

Ils sont donc vendus au numéro et la parution de chaque livraison est annoncée dans la Revue.

Le numéro 2, est consacré à une étude de MM. CAILLIEZ et GUENEAU, "Analyse en composantes principales des propriétés technologiques des bois malgaches". Une traduction complète en anglais du texte français peut être fournie sur demande, avec le cahier n° 2.