



PHOTO 1. — *Symphonia globulifera* L. f. (*Clusiaceae*) en fruits, bord de route Kourou-Sinnamary, Guyane française. Arbre de la zone ouverte en lisière de savane côtière, près d'un filet d'eau. Fût rectiligne, couronne réduite (flèche sur photographie).



PHOTO 2. — Même espèce en forêt de Guadeloupe dans un bas-fond humide à voûte continue.

GRAINES FORESTIÈRES TROPICALES DE TYPE FORTEMENT HYDRATÉ :

La conservation et ses effets, exemple du *Symphonia globulifera* L.f. de Guyane Française

par Pascal BRAS
Ingénieur des Travaux des Eaux et Forêts *

et

Géma MAURY-LECHON
Laboratoire associé 218, C.N.R.S.-Muséum **

* ENITEF, Domaine des Barres, 45290 Nogent-sur-Vernisson.

** 16, rue Buffon, 75231 Paris Cedex 05 et 45 bis, avenue de la Belle Gabrielle, 94736 Nogent-sur-Marne Cedex.

ABSTRACT

RECALCITRANT FOREST TROPICAL SEEDS : STORAGE AND ITS EFFECTS, EXAMPLE OF *SYMPHONIA GLOBULIFERA* L.f. FROM FRENCH GUYANA

Through the research of the best storage conditions for a timber species from French Guyana, *Symphonia globulifera* L.f. (Clusiaceae), a protocol has been defined to study the rain forest tropical seeds characterized by a high moisture content (« recalcitrant » seeds).

Two storage methods, based on moist ambient, had been proposed by the previous experiments : 1) place the seeds at 15 °C, the lowest temperature which does not kill the embryo, 2) germinate the seeds at 25 °C, then transfer at 15 °C to limit the growth.

The repercussions of these treatments on the subsequent development have been analysed.

The storage over one year, according to the second method, results with a strong mortality for *Symphonia globulifera* ; the few anomalies observed during the treatment are not prejudicial to the subsequent development after planting out in nursery.

For less than one year, the storage of this species does not pose any problem ; on longer periods only the first method appears to be satisfactory.

It must be underlined that up to now the prevention of the germination of the tropical seeds with a high moisture content seems impossible through physical treatments. Will chemical methods reach this aim in the future ?

RESUMEN

SEMILLAS FORESTALES TROPICALES DE TIPO RECALCITRANTE : LA CONSERVACION Y SUS EFECTOS, EJEMPLO DE *SYMPHONIA GLOBULIFERA* L.f. DE GUYANE FRANCESA

Investigando los mejores metodos de conservacion para semillas de *Symphonia globulifera* L.f. (Clusiaceae), arbol de Guyana francesa, se pudo definir un protocolo de estudio para las semillas de arboles tropicales de foresta humeda y de tipo muy hidratado.

Dos metodos de conservacion en ambiente humedo habian sido propuestos por experimentos anteriores : 1) poner las semillas a 15 °C, temperatura la mas baja que no mata al embrijo, 2) germinar las semillas a 25 °C y despues transferirlas a 15 °C para limitar el crecimiento.

Las repercusiones de estos tratamientos sobre el desarrollo ulterior fueron analizadas.

Con el segundo metodo la mortalidad de *Symphonia globulifera* es muy fuerte si se conserva mas de un ano ; las pocas anomalías observadas durante el tratamiento no disturban el desarrollo en plantacion.

No hay problema para conservar esta especie durante menos de un ano ; para tiempos mas largos solo el primer metodo satisface.

Hay que notar que hasta ahora no se encontro ningun medio fisico capaz de impedir la germinacion de las semillas tropicales de tipo muy hidratado ; logran los metodos quimicos alcanzar este resultado ?

INTRODUCTION

Le domaine de la forêt dense humide tropicale, si vaste et si productif soit-il connaît actuellement de gros problèmes d'appauvrissement (LIEW, 1973 ; WHITMORE, 1976 ; ABDULHADI, KARTAWINATA, SUKARDJO, 1981), en raison de la pression humaine toujours plus importante dans ces régions (JOHNSON, 1976). On espère enrayer ces phénomènes par la mise en place d'aménagements dynamiques dans les zones de forêt primaire et secondaire, et par la plantation de zones dégradées (HUGUET, 1980 ; BUDOWSKI, 1982). Pour pouvoir effectuer ces plantations, il est nécessaire d'avoir à disposition des lots importants de graines ; or, le plus souvent, les espèces de forêt dense humide ont des fructifications irrégulières (BURGESS, 1972 ; DALJEET-SINGH, 1974 ; COCKBURN, 1977 ; SABATIER, 1982), tous les quatre à cinq ans, par conséquent il faut envisager une conservation sur des périodes plus ou moins longues. Ces semences sont en général des semences de type très hydraté, souvent « récalcitrantes » (KING & ROBERTS, 1979), elles sont caractérisées par une faible viabilité et elles ne supportent pas une

déshydratation poussée (MAURY-LECHON, HASSAN, BRAVO, 1981). Il n'est donc pas possible de les conserver, comme les graines « orthodoxes » au froid après dessiccation. Une étude de la conservation des graines de *Symphonia globulifera*, espèce grégaire et abondante dans la zone côtière de Guyane française, a été entreprise. Cette essence est peu touchée actuellement par les exploitations, mais elle a des perspectives d'avenir intéressantes, compte tenu de la qualité de son bois, et surtout elle revêt un rôle de modèle pour la mise en place d'un protocole d'étude des graines très hydratées. Un travail sur *Symphonia globulifera* avait déjà été réalisé (MAURY-LECHON *et al.*, 1980 ; S. DEFRESNE, 1982), il précisait les caractéristiques anatomiques et morphologiques de la germination et du développement, et proposait deux modes de conservation : faire germer les graines à 25 °C, puis les placer à 15 °C, ou bien les mettre dès le départ à 15 °C. Il fallait donc juger des répercussions expérimentales de ces traitements, pour choisir la meilleure méthode et préciser la durée maximale de conservation possible.

MATÉRIEL ÉTUDIÉ

Le matériel utilisé a été le suivant :

— Dans la serre tropicalisée de Brunoy, 60 graines conservées à 15 °C pendant dix mois et 15 à 10 °C

plantées en décembre 1983, et 300 graines non conservées plantées à la même période ; plus de 86 grosses graines issues d'arbres qui présentent à peu près les

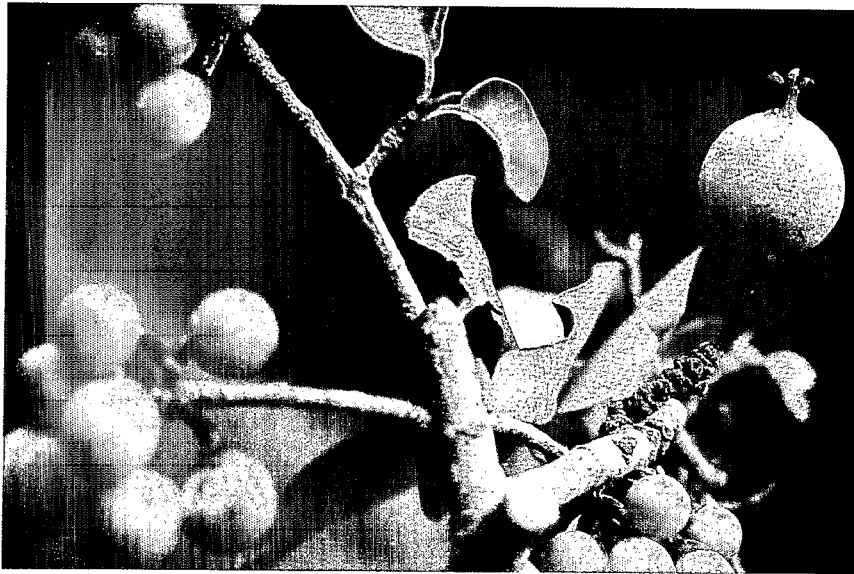


PHOTO 3. — *Symphonia globulifera* simultanément en fleurs (boutons rouges) et en fruits (verts à maturité, avec exudations de latex jaune vif à la base du pistil, style épais et court, vert, 5 stigmates jaunâtres-violacés).



PHOTO 4. — Fleur de *Symphonia globulifera* ouverte, 5 pétales contortés rouge-brun, 5 étamines brunes, 5 stigmates typiques des Clusiaceae de couleur jaune ici.

mêmes caractéristiques que le *Symphonia globulifera*, mais dont les semences sont plus grosses, et pour lesquels il existe une incertitude de systématique (étude systématique en cours sur les limites spécifiques).

— Dans les incubateurs, 1.000 graines à 15 °C sur vermiculite et 500 à 25 °C (100 sur chacun des substrats testés). Lorsque les graines germaient à l'une ou l'autre des températures, on les plaçait sur vermiculite à 15 °C.

RÉSULTATS ET HYPOTHÈSES

Germination expérimentale des semences

Nous avons suivi dans un premier temps les résultats concernant la germination. Il est apparu (fig. 1) que le meilleur substrat était le mélange 1/4 sable + 3/4 vermiculite et le plus mauvais la vermiculite. Celle-ci absorbe l'eau, mais semble ne pas pouvoir la restituer ensuite, il y aurait donc une mauvaise mobilisation de l'eau pour les graines ; par contre en ajoutant du sable, on garde un milieu aéré, et on permet surtout une meilleur

imbibition des semences. On peut donc conseiller l'utilisation du mélange 1/4 sable + 3/4 vermiculite, comme substrat, pour les essais germinatifs.

La germination à 25 °C s'accomplit rapidement (fig. 2), un mois après le début de l'expérience elle est pratiquement terminée ; à 15 °C elle s'étale dans le temps, et cela risque de poser un problème, car les lots ainsi obtenus après conservation ne seront peut-être pas homogènes. On remarque cependant, qu'au bout de dix mois, la différence entre les deux taux de germination tend à s'affaiblir, et qu'ils sont finalement relativement proches.

FIG. 1. — % de germination obtenus à 25 °C, sur les cinq substrats testés.

	Coton	Sable	Vermiculite	1/4 sable + 3/4 vermiculite	1/4 sable + benlate + 3/4 vermiculite
% de germination	75 %	74 %	53 %	84 %	76 %

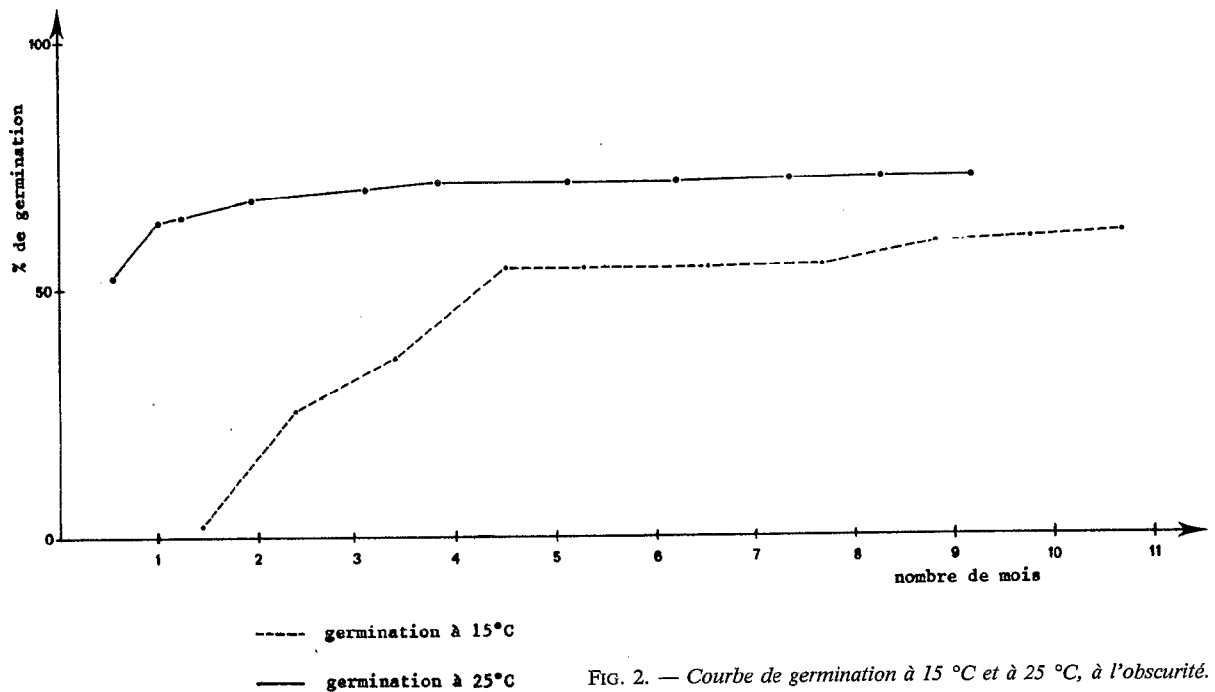


FIG. 2. — Courbe de germination à 15 °C et à 25 °C, à l'obscurité.

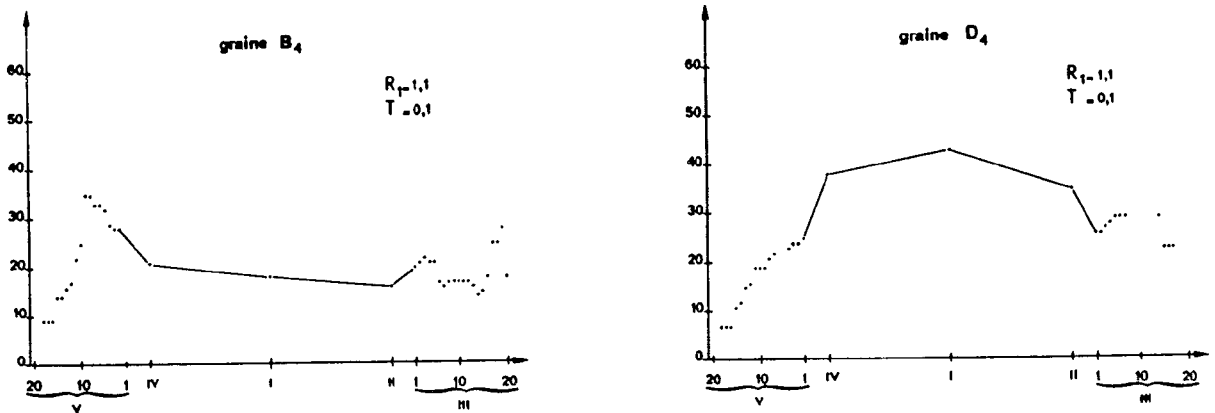


FIG. 3. — Exemple de variation du nombre de pôles de bois, le long de l'axe embryonnaire, pour une graine non conservée, B₄, et une conservée, D₄.

Ontogenèse comparée de structures juvéniles

a) Modifications de la vascularisation interne et circuits nutritifs

Des graines conservées dix mois à 15 °C et des graines non conservées, présentant les mêmes caractéristiques, ont été étudiées du point de vue anatomique. Des

diagrammes montrant l'évolution du nombre de pôles de bois, tout au long de l'axe embryonnaire (de la zone racinaire V, à la zone gemmulaire III), ont été établis (fig. 3). On observe une inversion des courbes de variation, avec un minimum ou une décroissance en zone centrale pour les graines non conservées, et un maximum pour celles conservées. De plus, en coupant des graines non conservées âgées de un à quatre mois, nous nous sommes rendu compte que l'on retrouvait le même schéma que pour des graines non conservées,

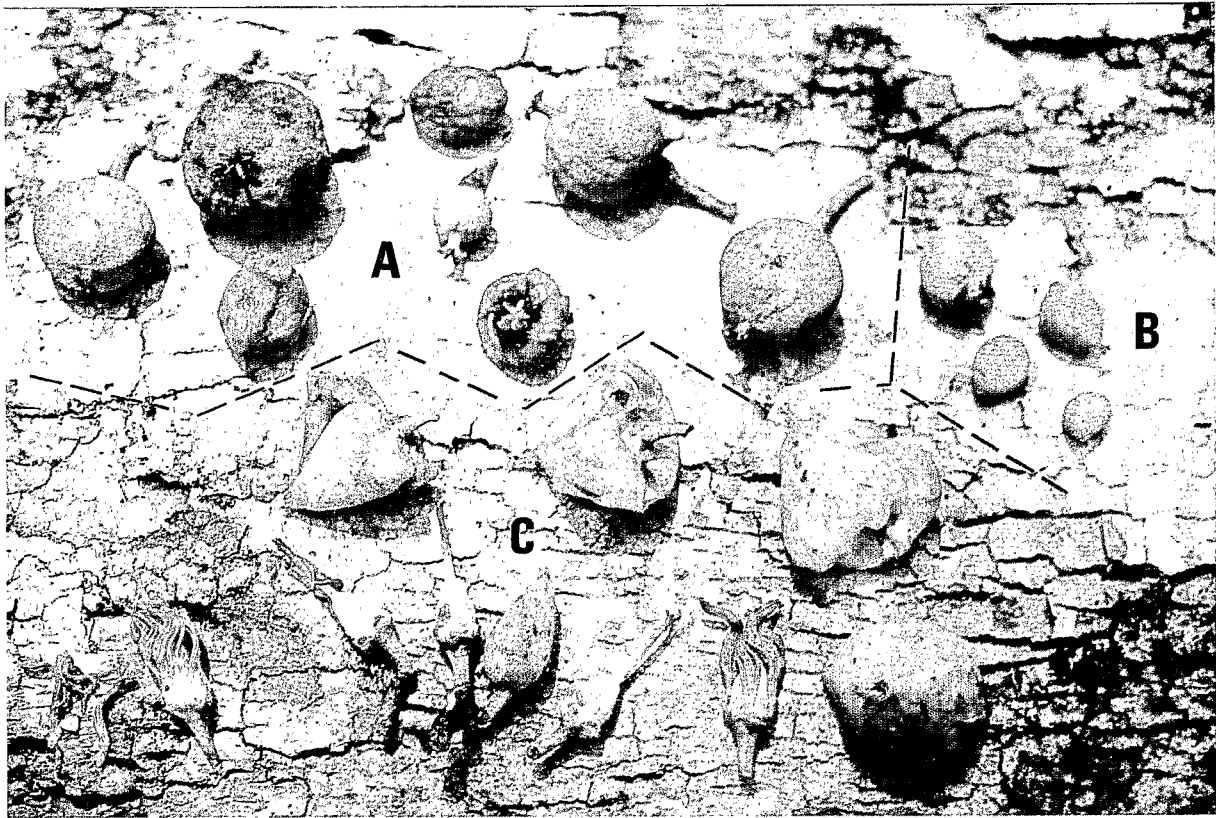


PHOTO 5. — Différences interspécifiques entre *Symphonia globulifera* L.f. (A.) et *Moronobea coccinea* Aubl. (C), et différences intraspécifiques pour *Symphonia globulifera* entre forme à « gros fruits » (A) et forme à « petits fruits » (B), en forêt de Paracou, Guyane française.

A : fruits mûrs et immatures, fleur épanouie (« gros fruits »).

venant juste de germer. Deux hypothèses étaient envisageables : soit il aurait fallu prendre des graines non conservées, de dix mois, pour retrouver la même évolution interne que pour les graines conservées, qui auraient une sortie des différents organes retardée, mais une physiologie interne normale ; soit ces deux groupes de semences avaient une évolution différente. En effet, on observe généralement, sur des plantules d'arbres courants à cotylédons, une intensification du système vasculaire, dans la zone du nœud cotylédonaire et de l'hypocotyle ; dans le cas particulier du *Symphonia globulifera*, l'intensification au centre de la graine indiquerait que c'est la racine primaire R1 qui joue le rôle principal dans la germination de graines conservées, tandis que si l'on ne retrouve pas le même phénomène pour les graines non conservées, c'est parce que cette intensification intervient à un autre niveau ; entre la racine adventive R2 et la tige T, en court-circuitant l'organe de réserve (fig. 4).

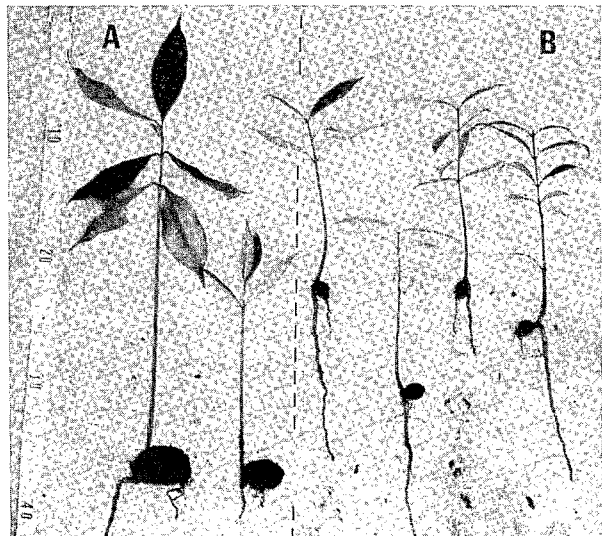
b) Modifications morphologiques externes

L'étude du développement confirme cette dernière hypothèse ; en effet, on constate que l'apparition de la racine R2 n'est que très tardive pour les graines conser-

B : fruits mûrs et immatures (« petits fruits »).

C : *Moronobea coccinea*, fleurs entières et corolles contortées, gynécée typique très différent de celui de *Symphonia globulifera*. Ici style et stigmatte minces et longs.

PHOTO 6. — Plantules de *Symphonia globulifera*, récoltées en forêt de Paracou, issues d'arbres à « grosses graines » (A : tailles extrêmes) et d'arbres à « petites graines » (B). Plantules de la dernière fructification, année en cours (10 à 11 mois d'âge).



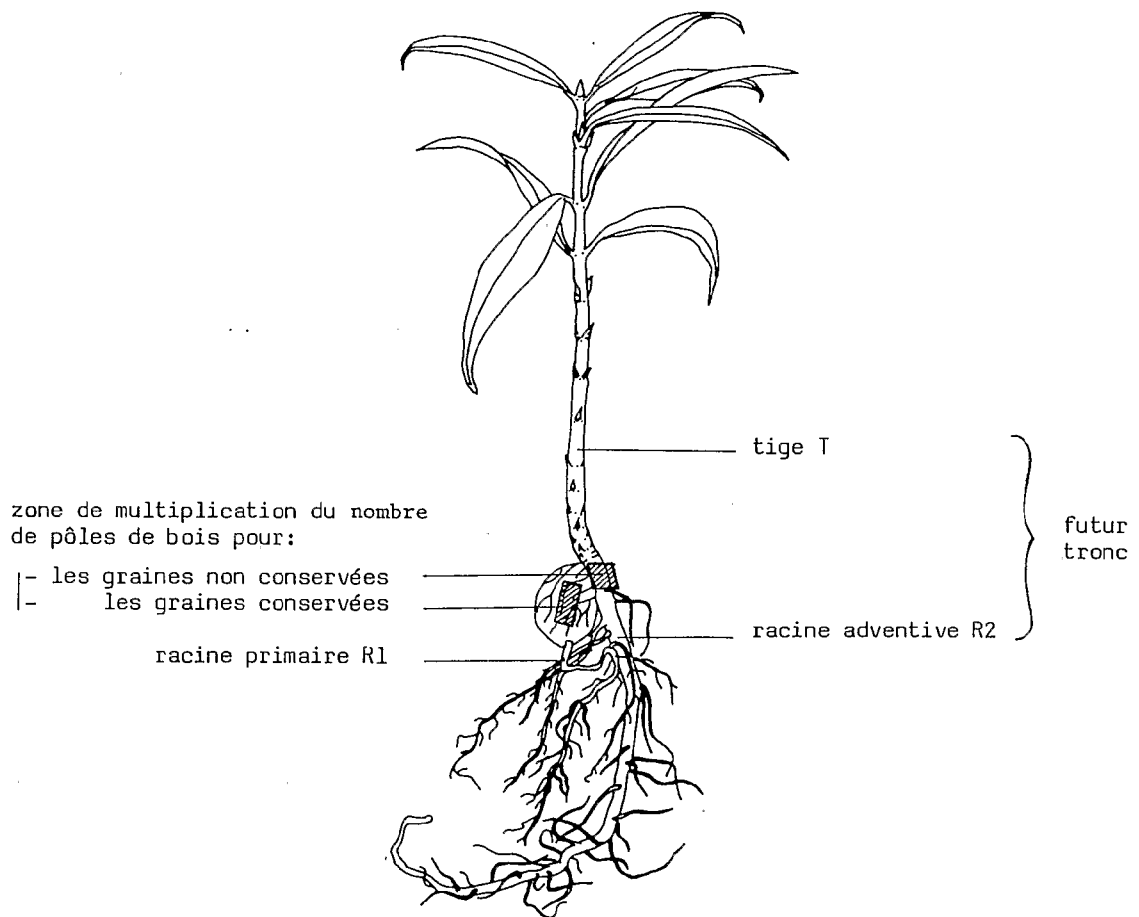
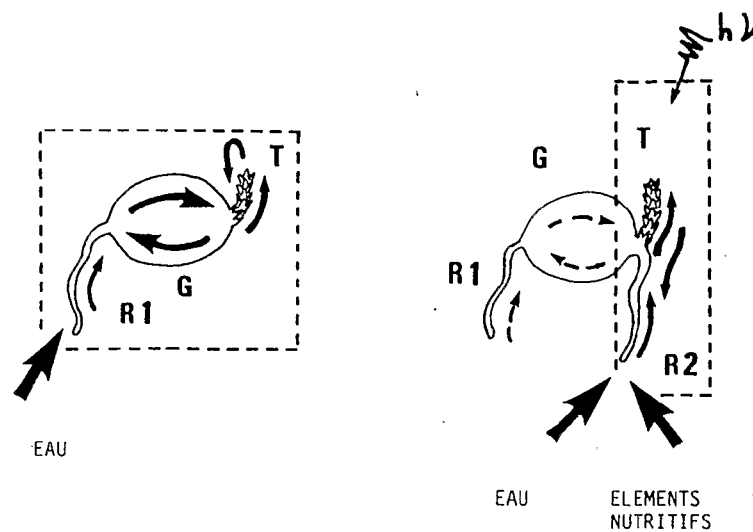


FIG. 4a. — Intensification du système vasculaire pour les graines conservées et non conservées.

FIG. 4b. — Circuits énergétiques principaux comparativement en conservation expérimentale et en milieu naturel (hypothèse explicative de l'épaississement vasculaire séminal).

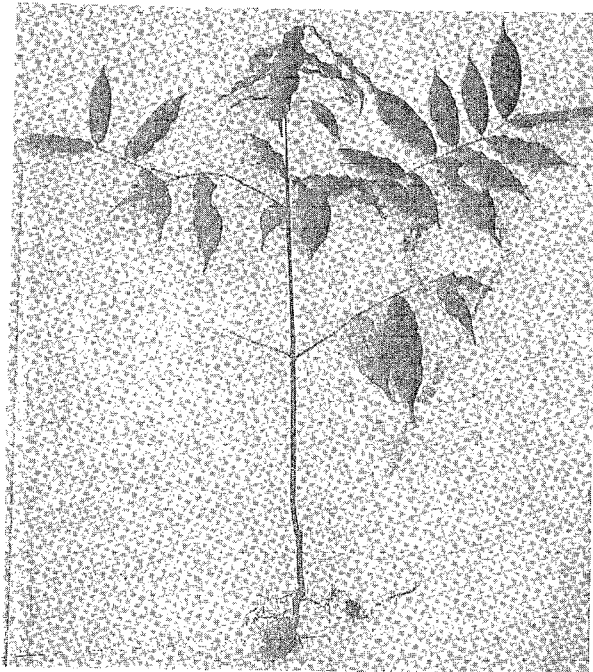


A — Circuit « séminal » favorisé par la conservation : R1-G-T.

B — Circuit « autotrophe » favorisé en milieu naturel : R2-T.

R1 : radicule primaire, G : graine, T : tige, R2 : racine adventive.

PHOTO 7. — *Plantule de Moronobea coccinea récoltée en forêt de Paracou, au cours de sa deuxième année et ayant encore conservé sa graine. Axes minces, brun rougeâtres, ramifications très précoces, limbes foliacés à bords minces et ondulés. Chez Symphonia globulifera les axes principaux sont vert sombre et épais, les ramifications tardives et les limbes foliaires épais, rigides, à bords droits.*



vées à 15 °C, elle n'intervient qu'au bout de dix mois, ce qui explique le rôle important joué par le système de secours R1-organe de réserve-T. Pour les graines germées à 25 °C, puis placées à 15 °C, on observe un traumatisme qui se manifeste par l'absence de la racine R1, et donc une modification de l'ordre normal d'apparition des organes (T, R1, R2). Cependant, on peut penser que cela sera sans conséquence sur le développement ultérieur, puisque c'est le système R2 + T qui donne naissance au futur arbre, et que le stade R1 + T est très transitoire en croissance libre.

c) Croissance et mortalité comparées

Les lots germés à différentes dates à 15 °C tendent à s'homogénéiser, car la croissance est uniformément fai-

PHOTO 8. — *Développement comparatif des graines de Symphonia globulifera conservées 18 mois en métropole, à Nogent-sur-Marne, à 15 °C, puis plantées en pépinière de Paracou en Guyane française.*



ble ; elle est cependant plus forte que celle des graines germées à 25 °C, puis placées à 15 °C (fig. 5), sans que l'on puisse affirmer qu'il s'agit d'un avantage ou d'un inconvénient. En effet, la limitation de la croissance est le but de la conservation, mais pour ces graines germées à 25 °C, puis placées à 15 °C, il est probable qu'elle est

le résultat d'un traumatisme, alors peut-être vaut-il mieux une croissance un peu plus forte, bien que l'on s'écarte parallèlement des objectifs assignés à ce traitement.

On a constaté une forte mortalité au-delà d'un an, pour les graines germées à 25 °C, puis placées à 15 °C,

FIG. 5. — Croissance moyenne des plantules en incubateur, sur dix mois (en cm).

	Graines germées le 29.02.84						Graines germées le 29.03.84						Graines germées le 02.05.84					
	15 °C			25 °C			15 °C			25 °C			15 °C			25 °C		
	R ₁	R ₂	T	R ₁	R ₂	T	R ₁	R ₂	T	R ₁	R ₂	T	R ₁	R ₂	T	R ₁	R ₂	T
Entre le 23.08.84 et le 23.10.84	0,04	0,75	0,57	0,02	0	0,01	0,03	0,44	0,45	0,02	0,09	0,09	0,07	0,75	0,32	0,03	0,01	0,03
Entre le 23.10.84 et le 03.01.85	0,02	0,95	0,45	0	0	0,01	0	0,78	0,42	0	0,04	0,08	0,05	0,50	0,24		0	0
Entre le 03.01.85 et le 22.02.85	0	0,20	0,16	0	0	0,03	0	0,16	0,21		0	0	0	0,16	0,10		0	0
Entre le 22.02.85 et le 29.04.85	0,02	0,72	0,44	0	0	0,01	0,01	0,38	0,42		0	0,04	0,03	0,52	0,27		0	0
Entre le 29.04.85 et le 27.06.85	0,05	1,11	0,63	0	0	0,01	0,01	0,91	0,76		0,01	0,01	0,01	0,85	0,29		0	0
Total	0,13	3,73	2,25	0,02	0	0,07	0,05	2,67	2,26		0,14	0,22	0,16	2,78	1,22		0,01	0,03

FIG. 6. — Croissance moyenne de la tige des plantules en serre, sur onze mois (en cm).

	Plantules non conservées	Plantules non conservées grosses graines	Plantules conservées à 10 °C	Plantules conservées à 15 °C
Entre le 02.07.84 et le 10.08.84	1,34	2,41	1,96	1,09
Entre le 10.08.84 et le 17.09.84	1,09	1,19	0,75	1,39
Entre le 17.09.84 et le 12.10.84	0,53	1,28	0,55	0,32
Entre le 12.10.84 et le 13.11.84	0,27	1,37	0,15	0,06
Entre le 13.11.84 et le 15.01.85	0,16	0,35	0	0,10
Entre le 15.01.85 et le 12.02.85	0,03	0,55	0	0,04
Entre le 12.02.85 et le 12.03.85	0,22	1,19	0,40	0,09
Entre le 12.03.85 et le 09.04.85	0,13	1,22	0,55	0,18
Entre le 09.04.85 et le 14.05.85	0,10	0,09	0,52	0,10
Entre le 14.05.85 et le 17.06.85	0,14	1,36	0	0,05
Total	4,01	11,81	4,88	3,44



PHOTO 9. — Plantule de *Symphonia globulifera* de l'année, en sous-bois sombre, très humide de Guadeloupe.

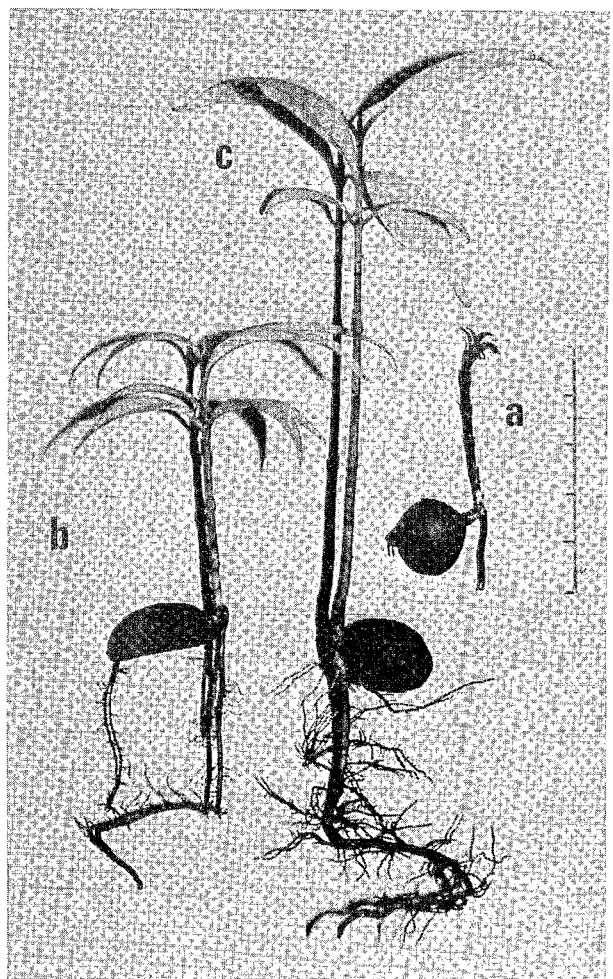
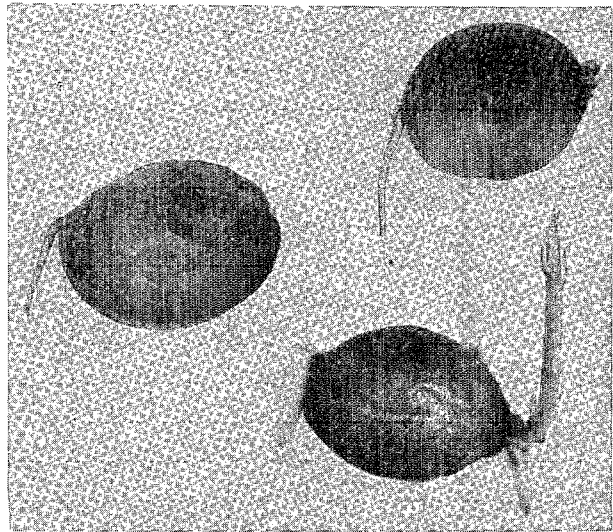


PHOTO 10. — Germination du *Symphonia globulifera*, a) radicule R1 et gemmule, b) R1 s'allonge, la gemmule développe les premiers entre-nœuds munis d'écaïlles, c) allongement de la tigelle qui développe à sa base la racine adventive R2 ou racine définitive, R1 est présente. L'axe tigelle-R2 formera le fût du futur arbre. R1 n'a qu'un rôle et une existence transitoires. A l'aide des réserves séminales elle permet le développement de la tigelle et la formation de R2. Ces deux dernières étant devenues fonctionnelles, le circuit des réserves séminales (graine-R1) n'est plus utilisé. C'est pourquoi on retrouve la graine chargée de réserves un à deux ans après germination, sur les plantules qui ont correctement formé leur système racinaire adventif de type définitif.

PHOTO 11. — Stades ultérieurs du développement des plantules de *Symphonia globulifera*. Présence des deux systèmes racinaires au cours de la première année de végétation (les courbes des racines sont dus à la culture en pots de faible profondeur, en serre).

qui se manifeste par la nécrose des parties méristématiques et par le dessèchement des organes. Après seize mois de conservation, on observait déjà 30,9 % des individus qui avaient dépéri, tandis que seulement 14,4 % des graines conservées à 15 °C depuis le départ étaient mortes.

Le suivi régulier en serre montre, que sur onze mois, les individus issus de graines conservées à 15 °C et ceux

issus de graines non conservées poussent à peu près de la même manière (fig. 6). Par contre, les grosses graines donnent naissance à des plantules très vigoureuses, qui se développent beaucoup plus rapidement ; si les propriétés des arbres qui en découlent étaient les mêmes

FIG. 7. — Reprise des plantules conservées pendant dix mois, après plantation en pépinière.

	Graines germées à 25 °C		Graines germées à 15 °C	
	% de reprise	% de tiges issues d'un axillaire	% de reprise	% de tiges issues d'un axillaire
Relevé le 17.12.84	23,8	25	47,6	8,7
Relevé le 15.01.85	42,9	27,8	55,9	12,3
Relevé le 18.03.85	48,8	24,4	59,3	12,8
Relevé le 29.05.85	52,4	25	60,7	12,5

FIG. 8. — Croissance de la tige des plantules conservées pendant dix mois, après plantation en pépinière (en cm).

	Graines germées à 25 °C				Graines germées à 15 °C		
	17.02.84	28.02.84	07.03.84	29.03.84	21.02.84	29.02.84	02.05.84
Entre le 15.01.85 et le 18.03.85	2,93	2,85		1,85	1,94	1,74	1,71
Entre le 18.03.85 et le 29.05.85	3,76	3,38		1,35	3,53	3,27	2,79

que celles du *Symphonia globulifera* « petites graines », ce dernier point serait très intéressant pour la sélection intraspécifique de l'espèce.

Des expériences de repiquage de plantules, conservées par les deux méthodes, ont été réalisées en Guyane. Les taux de reprise sont satisfaisants, bien que dans un premier temps, les graines germées à 25 °C, puis placées à 15 °C, connaissent une crise de transplantation qui provoque l'assèchement des bourgeons terminaux ; très souvent, une reprise axillaire se produit, et finalement,

au bout de quatre mois, la différence entre les taux de reprise des graines conservées par l'un ou l'autre des principes est relativement faible (fig. 7).

La croissance des plantules issues de graines germées à 25 °C, puis placées à 15 °C est plus forte que celle des autres individus (fig. 8) ; cela peut paraître surprenant, puisque l'on a vu que ces plantules subissaient, au moment du repiquage, une crise de transplantation, mais il semble que celle-ci ait en fait un rôle sélectif et que le choc créé relance plus rapidement un rythme de croissance normal.

CONCLUSIONS

Hormis quelques anomalies décelées au niveau anatomique ou morphologique pour la germination et le développement, le comportement des graines de *Symphonia globulifera* en conservation est satisfaisant. De plus après repiquage, il apparaît que les plantules issues de graines conservées, par l'une ou l'autre des méthodes, se comportent de la même manière que les semis témoins, tant au niveau de l'épanouissement que de la croissance. Le seul facteur limitant est donc la forte mortalité, enregistrée en incubateur, au-delà d'un an, pour les graines ayant germé à 25 °C, et que l'on avait ensuite placées à 15 °C. Il semble donc possible de conserver les graines sur un an, par n'importe quelle des deux méthodes. Au-delà, seule une conservation à 15 °C est envisageable. Nous avons réussi à garder les individus en vie sur dix-huit mois, mais il est sans doute

possible de continuer sur un laps de temps plus important. Une expérience de conservation en bloc, avec trois mille graines, a été entreprise ; des lits de graines et de vermiculite humide ont été placés alternativement, sur plusieurs niveaux, dans des bacs, eux-mêmes emballés dans des sacs plastique clos. Après six mois, sur deux cents graines témoins, on en dénombrait quarante-cinq pourries, soixante-seize germées, soixante-dix-neuf non germées ; ces résultats sont encourageants, mais il faudra suivre régulièrement cette expérience, pour savoir à partir de quel moment elle n'est plus valable.

On remarque, qu'il semble impossible d'empêcher la germination par ces méthodes de conservation physiques, car, comme pour bon nombre d'espèces « récalcitrantes », il ne paraît pas y avoir de temps d'arrêt entre la maturation et la germination, et l'on ne peut bloquer

PROTOCOLE D'ÉTUDE

Première étape :

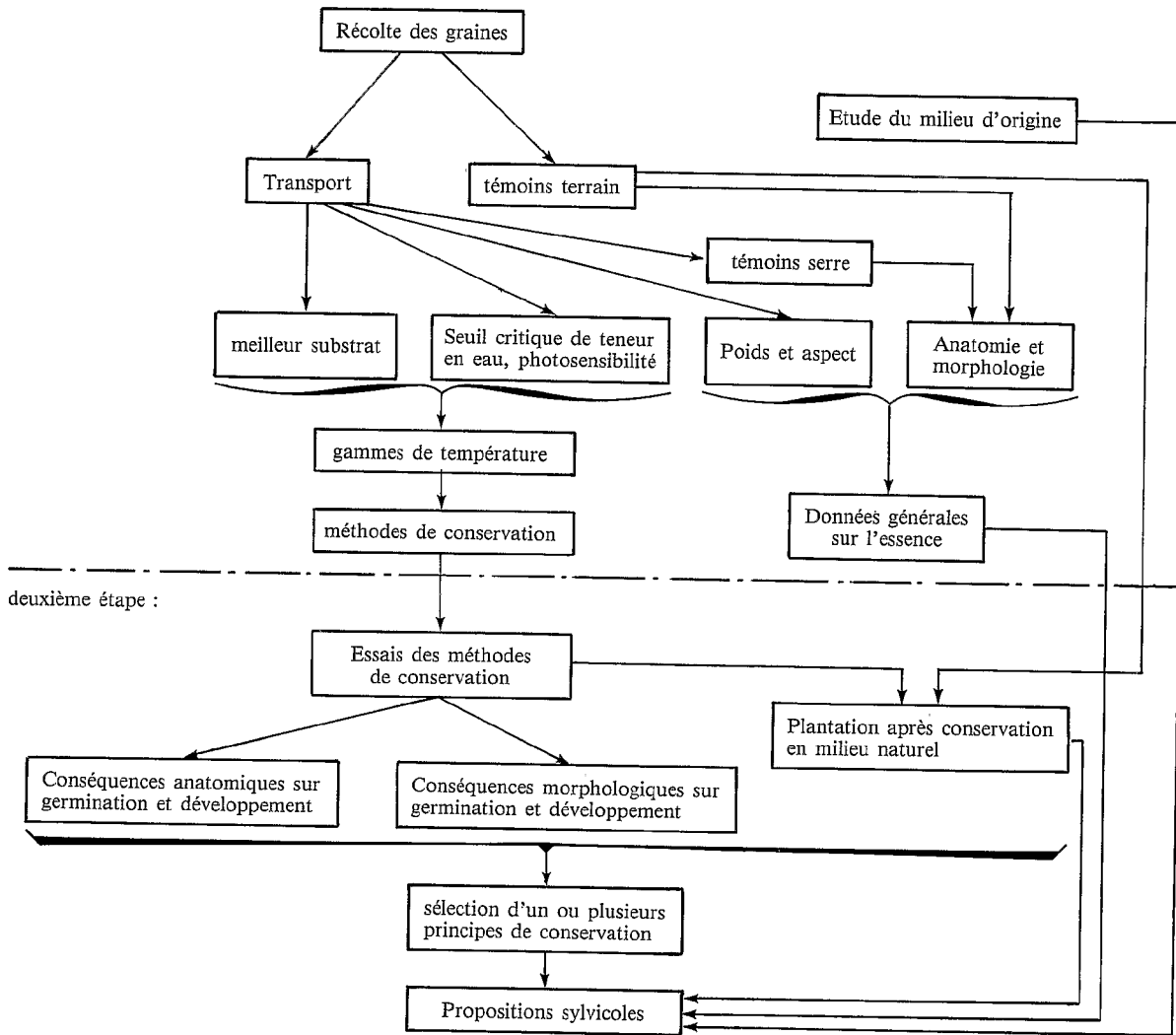


FIG. 9. — Protocole d'étude des graines de type très hydraté.

l'évolution sans entraîner simultanément le mort de l'embryon. Les recherches en cours, concernant les méthodes chimiques de conservation (inhibiteurs chimiques ou osmotiques de la germination, utilisation de cryoprotecteurs pour une conservation à très faibles températures), permettront peut-être d'atteindre ce résultat.

Enfin, ce travail a débouché sur l'établissement d'un protocole d'étude (fig. 9), valable pour l'ensemble des graines de type très hydraté : deux étapes principales, la première consiste à obtenir un maximum d'éléments

caractéristiques de l'espèce, afin d'effectuer des essais significatifs de gammes de température, et de proposer une ou plusieurs méthodes de conservation. On note que la récolte devra se faire de préférence sur l'arbre, en choisissant les graines les plus mûres ; le transport doit être rapide, avec des conditions homogènes de température et une humidité maintenue à un niveau élevé. La deuxième étape se propose d'étudier les répercussions expérimentales des différents traitements, pour choisir le meilleur, en indiquant l'état des graines que l'on obtient à des termes fixés, et les possibilités de plantation.

BIBLIOGRAPHIE

- ABDULHADI (R.), KARTAWINATA (K.), SUKARDJO (S.), 1981. — Effects of mechanised logging in the lowland Dipterocarp forest at Lempake, East Kalimantan. *Malaysian forester* (1981), 2/3, 407-418. Herbarium Bogoriense, LBN-LIPI, Bogor, Indonesia.
- BUDOWSKI (G.), 1982. — The role of tropical forestry in conservation and rural development. Turrialba, Costa-Rica ; CATIE (1982). Dep. Renewable Nat. Resour., CATIE, Turrialba, Costa-Rica.
- BURGESS (P. F.), 1972. — Studies on the regeneration of the hill forests of the Malay peninsula. The phenology of Dipterocarps. *Malaysian forester* (1972), 2, 103-123. Colombo plan silvicultural ecologist, FRI, Kepong.
- COCKBURN (P. F.), 1975. — Phenology of Dipterocarps in Sabah. *Malaysian forester* (1975), 3, 160-170. Forest botanist, Sandakan.
- DALJEET-SINGH (K.), 1974. — Seed pests of some Dipterocarps. *Malaysian forester* (1974), 1, 24-36. Forest entomologist, FRI, Kepong.
- DEFRESNE (S.), 1982. — Principales caractéristiques de la germination des graines et du développement de deux espèces tropicales : *Symphonia globulifera* et *Cedrela odorata*, 44. DEA de Biologie et Physiologie Végétales. Université Pierre et Marie Curie, Paris.
- HUGUET (L.), 1980. — Une politique forestière étrangère pour la France. *Bois et Forêts des Tropiques* n° 191 (1980), 3-19.
- JOHNSON (N. E.), 1976. — Biological opportunities and risk associated with fast-growing plantations in tropics. *Journal of forestry* (1976), 4, 206-211. Tropical forest regeneration and research, international timber corporation Indonesia and Weyerhaeuser company.
- KING (M. W.), ROBERTS (E. H.), 1979. — Storage of recalcitrant seeds. *Cropgenetic resources ; the conservation of difficult material* (1980), 39-45. Department of agriculture and horticulture, university of Reading, Earleygate, Reading, England.
- LIEW (T. C.), 1973. — Occurrence of seeds in virgin forest top soil with particular reference to secondary species in Sabah. *Malaysian forester* (1973), 3, 185-193. Forest ecologist, forest department, Sandakan, Sabah.
- MAURY-LECHON (G.), CORBINEAU (F.), COME (D.) 1980. — Données préliminaires sur la germination des graines et la conservation des graines et des plantules de *Symphonia globulifera* L.f. (Guttifère). *Bois et Forêts des Tropiques*, n° 193, 35-41.
- MAURY-LECHON (G.), HASSAN (A. M.), BRAVO (D. R.), 1981. — Speed storage of *Shorea parvifolia* and *Dipterocarpus humeratus*. *Malaysian forester* (1981), 2/3, 267-280.
- SABATIER (D.), 1982. — L'écosystème forestier guyanais ; périodicité de la fructification en forêt guyanaise. *Bulletin de liaison du groupe de travail DGRST* n° 6. Académie de Montpellier, thèse de troisième cycle, option écologie terrestre.
- WHITMORE (T. C.), 1976. — *Tropical trees as living systems*, 639-655. Department of botany, university of Oxford, Common. For. Inst., England. Edited by P. B. TOMLINSON and M. H. ZIMMERMANN.

CAHIERS SCIENTIFIQUES DISPONIBLES

- N° 2. — « Analyse en composantes principales des propriétés technologiques des bois malgaches », par MM. F. CAILLIEZ et P. GUENEAU.
- N° 3. — « Contraintes de croissance », par M. P. GUENEAU.
- N° 4. — « Etude de l'influence du couvert naturel et de ses modifications à Madagascar — Expérimentations en bassins versants élémentaires », par MM. C. BAILLY, G. BENOIT DE COIGNAC, C. MALVOS, J.-M. NINGRE et J.-M. SARRAILH.
- N° 5. — « Expérimentations réalisées à Madagascar sur la fertilisation des boisements de pins après plantation », par MM. C. MALVOS et C. BAILLY.
- N° 6. — « Etude des variabilités radiale et longitudinale de la densité et de la durabilité naturelle dans un fût de Dabéma », par G. DEON.
- N° 7. — « Etude microbiologique et (ultra) structurale des premiers stades de colonisation des bois de Pin (aubier), d'Iloba et de Hêtre placés à l'extérieur et hors de contact du sol », par D. RADTKÉ.
- N° 8. — « Physique — Mécanique — Rhéologie du Bois », Articles par A. G. d'ALMEIDA, P. BORDONNE, P. CAUMES, A. CHARDIN, D. GUITARD, W. KAUMAN, C. de LAFOND, T. OKUYAMA, C. PREZIOSA, C. SALES et G. VALENTIN. Prix : France 100 F. H.T. — Etranger : 120 F.
- Prix des N°s 2, 3, 4, 5, 6 et 7 : France : 41 F. H.T. — Etranger : 62 F.

On peut se les procurer en en faisant la demande à :

BOIS ET FORÊTS DES TROPIQUES : 45 bis, avenue de la Belle-Gabrielle
94736 NOGENT-SUR-MARNE Cedex — France.