

Processus d'innovation, dynamique agroforestière et changement technique : le cas de l'hévéaculture villageoise en Indonésie.

Eric PENOT
Agro-économiste

CIRAD-TERA, Département Territoires, Environnement, Acteurs
Programme THI (Tropiques Humides et Insulaires)
73 avenue JF Breton, 34 398 Cedex 5, France.
Adresse email : Penot@cirad.fr

Introduction

Les pratiques agroforestières qui constituent le modèle dominant de l'hévéaculture villageoise indonésienne se caractérisent par une trajectoire de continuité des processus d'innovations. Les processus de domestication et d'élaboration des innovations par ces sociétés paysannes créent une "histoire des techniques" dans un contexte où agissent différents acteurs : état, organisations paysannes, communautés, petits planteurs, traders (collecteurs-marchands)... Cette histoire n'est pas linéaire. Elle peut s'afficher par "sauts" (liés à des "bouts" sur la culture) des infléchissements et des périodes d'inertie, des accélérations et, éventuellement, des ruptures (introduction de techniques exogènes par le biais de projets), et, enfin des phases d'intégration, aboutissant à la formation de systèmes techniques plus ou moins stables. "La non-linéarité du processus d'élaboration des techniques découle en partie de l'hétérogénéité et des histoires singulières des différents savoirs mobilisés" (Byé 1998). Nous allons examiner le processus d'innovation et le changement technique en analysant les rapports entre systèmes techniques et systèmes sociaux et leur évolution respective.

I- L'hévéa en Indonésie

A. Les petits planteurs dominent la production hévéicole grâce aux "jungle rubber"

L'Indonésie est le second producteur mondial de caoutchouc naturel derrière la Thaïlande avec une superficie de 3.5 millions d'hectares pour une production de 1.6 millions de tonnes. Plus de 1.2 millions de petits producteurs occupent 84 % de la superficie totale cultivée et contribuent pour 73 % de la production indonésienne (DGE 1998). Les revenus issus de l'hévéa représentent entre 60 et 90 % des revenus totaux pour les petits planteurs. L'hévéa a globalement permis la colonisation intérieure d'une partie des îles de Sumatra et Kalimantan depuis son introduction au début du siècle par les populations locales. Il a été également le

support du développement pour une partie des programmes de transmigration (NES¹) ou de développement sectoriel gouvernementaux (SRDP/TCS DP²).

L'hévéaculture des petits planteurs se caractérise par un système de culture particulier : le *jungle rubber*, un système agroforestier complexe³, ou l'hévéa co- existe avec un certain de plantes issues de la repousse forestière et dont les produits sont valorisés : bois, fruits, légumes, plantes médicinales (voir encadré 1). Il s'agit bien d'un système de culture élaboré et non une simple jachère améliorée. Ces *jungle rubber* couvrent plus de 70 % des superficies plantées et constituent le modèle dominant de mise en exploitation pour les paysans non encadrés.

Les *jungle rubber* ont représentés une opportunité de stabilisation de l'agriculture avec l'adaptation de l'hévéa au sein de systèmes agroforestiers sur la base d'une stratégie de minimisation du risque et d'optimisation du facteur travail. L'utilisation de stratégies agroforestières est donc liée à la réduction du facteur risque et à la "durabilité" économique et écologique du système *jungle rubber*. Les systèmes agroforestiers représentent généralement une adaptation remarquable au milieu physique et économique, souvent d'ailleurs celui des fronts pionniers. Ils condensent une somme d'innovations techniques issues de trajectoires techniques différentes, avec des histoires et des origines diversifiées aboutissant à des *pratiques culturelles agroforestières*⁴. Ces systèmes sont donc nés quasiment en même temps que la monoculture de plantation en Indonésie, avec une bien meilleure adéquation entre systèmes technique et système social car moins exigeant en main-d'œuvre d'entretien pendant la période immature de l'hévéa.

D'autre part, il existe un petit secteur de paysans possédant des plantations clonales en monoculture (10 % des superficies⁵), récemment mis en place par le biais de projets de développement gouvernementaux depuis 1973 avec crédit complet. Malgré un nombre limité de paysans touchés, ces projets ont permis la diffusion de thèmes techniques visant à promouvoir la monoculture et l'usage de plants clonaux à forte productivité⁶. En outre, un certain nombre de planteurs en projet réintroduisent des pratiques culturelles agroforestières (Chambon, 2002).

Le cas des transmigrants javanais est particulier. En effet, l'Indonésie a mis en place un vaste programme de transmigration officielle pour les populations javanaises et balinaises sans terres. Il leur est généralement alloué 2,5 hectares de terres défrichées sur les zones forestières encore peu peuplées de l'intérieur des terres de Sumatra et Kalimantan. Certains programmes intègrent des cultures pérennes tels les NES basés sur le cocotier, le palmier à huile et l'hévéa qui ont généralement été des réussites. D'autres, comme c'est le cas pour certaines zones à Ouest- Kalimantan, sont orientées sur les cultures vivrières, où les cultures pérennes étaient

¹ NES = Nucleus Estate Smallholder Scheme.

² SRDP = Smallholder Rubber Development project, et TCS DP = Tree Crop Smallholder Development Project.

³ Les " systèmes agroforestiers complexes " sont des agroforêts multistrates où sont combinés un grand nombre de plantes, avec une biodiversité végétale assez importante, et qui ressemblent, en période mature, à des forêts secondaires (définies par Foresta et Michon, IRD).

⁴ Nous définirons comme pratiques culturelles agroforestières un ensemble de pratiques basées sur la combinaison de plusieurs plantes, annuelles ou pérennes, multi-strates, avec une dynamique de production étalée dans le temps qui s'illustre par une diversification des produits et des revenus de l'agroforêt.

⁵ Les 15 % restants étant des plantations privées ou gouvernementales, les "estates".

⁶ En moyenne , les clones produisent 1500 à 2000 kg/an/ha de caoutchouc naturel sec par rapport aux plants non sélectionnés (seedlings) des *jungle rubber* qui produisent autour de 500 kg/ha/an.

interdites. Ils ont alors été de cuisants échecs du fait de l’envahissement de leur terres par *Imperata cylindrica*. Les transmigrants javanais hors NES n’ont jamais eu l’occasion de développer des *jungle rubber* pour des raisons essentiellement techniques (le *jungle rubber* ne peut être mis en place que derrière un précédent forestier ou agroforestier). Dès la tombée de l’interdit sur les cultures pérennes dans leurs zones en 1992, beaucoup ont essayé d’implanter des monocultures d’hévéa.

L’évolution des techniques sur les systèmes de culture à base d’hévéa a abouti au développement de deux systèmes de culture principaux : les *jungle rubber* et la monoculture d’hévéa. Il est apparu récemment aux planteurs la nécessité d’une augmentation de la productivité des systèmes traditionnels par le biais de l’introduction du matériel végétal amélioré (les clones) au sein de *systèmes agroforestiers améliorés* qui puissent rester compétitifs face à de nouvelles opportunités de cultures (monoculture de palmier à huile en particulier).

B. L’amélioration des *jungle rubber* : les RAS (Rubber Agroforestry Systems)

Les innovations techniques sont centrées autour de deux thèmes principaux : l’utilisation de matériel végétal amélioré (les clones) et les pratiques agroforestières. La problématique de l’amélioration des *jungle rubber* par les “RAS” (“Rubber Agroforestry Systems” ou systèmes agroforestiers hévéicoles améliorés) est donc celle de l’introduction de matériel végétal clonal (initialement sélectionné pour la monoculture) dans un ensemble de pratiques agroforestières dont les effets sur l’environnement, la durabilité et le coût sont positives (Penot, 1998).

La minimisation des risques liée à un moindre investissement en capital et travail (en période immature de l’hévéa) et la durabilité économique et écologique du système de culture agroforestier sont des avantages décisifs (conservation d’une part importante de la biodiversité végétale pour les *jungle rubber* et partielle pour les RAS). La valorisation des produits annexes (bois et fruits) autorise une diversification des revenus. Enfin, les systèmes agroforestiers permettent une meilleure conservation de la fertilité des sols et une meilleure gestion de l’eau.

Dans les années 1980 puis 1990, “l’effet démonstration” des projets de développement hévéicoles, centré sur la monoculture, a pleinement joué son rôle en montrant l’intérêt de cultiver des clones hautement productifs. Certains planteurs ont alors réintroduit des pratiques culturales agroforestières dans leurs parcelles en monoculture ou bien ont créé des systèmes de type RAS que nous appellerons les “RAS sendiri” (ou RAS “endogène”). Cette évolution a été observée en particulier à Ouest Kalimantan (Schueller, Penot *et al.*, 1997)⁷, mais aussi dans les provinces de Nord-, Sud- et Ouest-Sumatra. Une telle évolution représente une trajectoire originale de domestication même si elle apparaît limitée.

L’expérimentation en approche participative développée par le SRAP dans 3 provinces⁸ sur les systèmes RAS (voir encadré 2) a d’abord été basée sur l’optimisation des “RAS sendiri”

⁷ On peut globalement estimer à peut être 5 % (estimation personnelle) les paysans non encadrés (hors projet) ayant développé des “RAS sendiri” ou des systèmes agroforestier améliorés de type RAS développés de façon endogène.

⁸ Provinces de Ouest-Kalimantan , Ouest-Sumatra et Jambi.

précédemment observés. Les RAS sont des systèmes de culture souples avec des niveaux d'intensification variés et non des paquets technologiques fixés. Cette expérimentation, et sa mise en œuvre au sein du projet SRAP (voir encadré 3), constitue un lieu d'observation privilégié pour analyser le processus d'innovation, les stratégies paysannes, et la recombinaison des savoirs.

Cette expérimentation en milieu paysan en approche participative a fonctionné comme un "lieu" où a pu s'exprimer le processus d'innovation. Elle a clairement montré que l'information technique sur les clones, l'utilisation de certains intrants (herbicide et fertilisants pendant les 3 premières années), les techniques de greffage, de pépinières et de gestion des jardins à bois ont permis l'établissement de systèmes de culture performants et reconnus localement comme tels (Trouillard, 2001).

L'enjeu du développement de systèmes agroforestiers hévéicoles améliorés porte sur la replantation à terme de 2.5 millions d'hectares de *jungle rubber* vieillissants.

II- Changement technique et société

A. Permanence de l'utilisation des pratiques agroforestières dans les stratégies paysannes

Les phénomènes de permanence, d'inertie ou de rupture de l'utilisation des pratiques agroforestières peuvent s'expliquer par des conditions économiques particulières, mais aussi par d'autres facteurs, sociaux, historiques, voire anthropologiques. Notre analyse intègre une perspective historique et une composante sociale à travers le suivi de l'évolution et du degré de cohérence entre système technique et système social. Deux volets paraissent majeurs quant à l'évolution du changement technique : d'une part, les savoirs et savoir-faire (la faisabilité technique) et leur origine (individuelle ou collective), et, d'autre part, le poids des systèmes sociaux dans les phénomènes d'adoption et d'innovation.

Des pratiques sociales peuvent guider des choix économiques ou techniques. Il n'y a pas de "neutralité sociale". Tout système technique s'inscrit dans un système social. La cohérence entre les deux systèmes indique la stabilité (voire l'inertie après un certain temps) et l'adaptation (au sens résolution) du ou des problèmes de production. L'appropriation sociale des techniques revêt des formes multiples en fonction des situations agraires, quelquefois des ethnies ("faits culturels") mais le plus souvent des stratégies économiques des producteurs et/ou des communautés rurales. Les innovations "réussies" sont celles qui s'inscrivent le plus naturellement dans ces systèmes sociaux en fonction de leurs contraintes et opportunités. Elles génèrent des trajectoires particulières.

Le processus d'innovation implique l'introduction de techniques et de savoirs, mais surtout leur mise en œuvre à travers un processus « d'élaboration », c'est-à-dire la construction d'une trajectoire plus complexe et pluri-factorielle incluant savoirs et techniques dépassant la simple notion de "transfert" de techniques. On dépasse le clivage classique exogène/endogène, stratégie dominante de type pyramidale (descendante) qui a pourtant constitué la base des projets de développement durant les trente dernières années.

Cette évolution endogène des *jungle rubber* aux “RAS sendiri”, puis l’intégration progressive des monocultures d’hévéa et de palmier à huile montrent la plasticité des systèmes de production et leur capacité importante d’évolution.

Les phénomènes d’apprentissage, l’élaboration d’un savoir-faire, sont au cœur du processus d’élaboration et d’émergence des innovations et du changement technique. Ses déterminants constituent bien un objet de recherche. Les systèmes agroforestiers inscrivent leur justification sur les plans technique et économique (et pas seulement sur un plan écologique), et sont confirmés par la rationalité des choix des petits producteurs⁹.

Les stratégies agroforestières peuvent aussi s’exprimer sous forme de “trajectoires intégratrices” prenant en compte les contraintes et opportunités des systèmes de production et de leur environnement dans un processus d’innovations le moins perturbateur possible des différents équilibres (social, écologique/durabilité...). Les phénomènes de continuité entre l’agroforesterie et l’hévéaculture paysanne peuvent alors aussi s’expliquer par cette mise en cohérence progressive entre nécessité de production, recherche de la stabilité des milieux (physiques mais aussi sociaux) et formes d’organisation sociale initialement basées sur le contrôle de ressources limitées par la communauté. Finalement les *jungle rubber* se sont parfaitement bien intégrés dans les systèmes de production traditionnels dayak, malayu et minang au début du siècle, qui étaient tournés vers l’agriculture sur brûlis et la collecte des produits forestiers non ligneux en forêt.

B. Les dynamiques de plantations

La dynamique des premières plantations paysannes a clairement été créée au début par les cours élevés du caoutchouc. Après une phase de “boum” dans les années 1910-1930, la stabilité des prix sur le long terme a été un facteur déterminant dans les stratégies paysannes et dans la continuation de la dynamique initiale de plantation. Cependant, la variance des prix nominaux, l’influence des monnaies extérieures, et les phénomènes de crises sont toujours difficiles à appréhender dans leur globalité pour les planteurs. Le critère qui semble le plus pertinent est celui de la valeur du caoutchouc produit, exprimée en kilo de riz car le prix du riz est resté longtemps le seul indicateur pertinent du pouvoir d’achat réel des populations rurales en zones pionnières. Cet indicateur nous est précieux pour comprendre sur le plan économique la permanence de cette dynamique (**figure 1**). La demande soutenue et un prix jugé suffisamment rémunérateur pour le planteur indonésien - puisqu’il lui permet d’acheter globalement toujours la même quantité de riz (équivalent à un maintien global du pouvoir d’achat) - expliquent alors effectivement cette dynamique continue de plantation. Finalement cette relative constance dans les prix sur le long terme crée un facteur supplémentaire de sécurité pour les producteurs, qui justifie le maintien du *jungle rubber* comme système de base pendant une si longue période.

L’apparition d’autres alternatives de cultures ou d’activités a cependant récemment mis à mal ce sentiment de sécurité du fait de la faible productivité des *jungle rubber*.

Cependant, pourquoi l’Indonésie a-t-elle gardé ses *jungle rubber* alors que les pays voisins et les autres producteurs adoptaient massivement les clones et son corollaire habituel dans les projets la monoculture ? D’autres facteurs sont à rechercher dans les histoires individuelle,

⁹ Et pas seulement dans une vision “rousseauiste” généralement trop réductrice comme on l’observe souvent dans certains projets ou le maintien de la biodiversité par exemple prime sur l’évolution du niveau de vie des planteurs.

collective (sociale), culturelle et politique, et en particulier dans la stabilité politique et économique, l'individualisation des comportements et la perte graduelle du collectif sur l'individuel, et dans les autres alternatives techniques ou économiques.

Les années 1990 constituent une période d'accélération qui se terminera en 1997-1999 par une crise économique et financière importante et qui aura des répercussions tant techniques que psychologiques sur le comportement des planteurs avec une très nette politique paysanne de diversification des sources de revenus (Penot, 2000). La fin des années 1990 constitue donc un tournant sur le plan des stratégies paysannes en fonction des prix en baisse tendancielle durable, des effets psychologiques de la crise et des nouvelles opportunités de culture qui sont offertes aux planteurs dont le palmier à huile est un exemple frappant.

C. Replantation et intégration des systèmes

Le passage aux clones, même en systèmes agroforestiers de type RAS, nécessite une ré-allocation des facteurs de production (le travail en particulier) et un capital d'investissement sur les 3 ou 5 premières années qui constituent une certaine rupture en terme financier par rapport aux systèmes basés sur les *jungle rubber* traditionnels - où l'investissement en capital est nul -, et en travail, réduit à quelques jours par an. Il y a donc là un saut technologique à intégrer.

La replantation en système de culture clonal, agroforestier ou en monoculture, va donc se trouver conditionnée d'une part par la capacité d'accumulation en capital (ou l'accès au crédit) du paysan, et, d'autre part, par les savoirs et les facteurs qui permettent l'adoption et l'appropriation des thèmes techniques, et en particulier : l'information technique sur les innovations techniques liées à l'emploi des clones et la disponibilité et la qualité du matériel végétal. La difficulté de reproduction du système hors projet (Chambon, com. pers), et l'absence de crédit et de possibilité d'investissement ont dès lors montré les limites de " l'approche projet " sectorielle.

En effet, historiquement, l'intégration de l'hévéa s'est faite rapidement et sans heurt au début du siècle et la recomposition des savoirs s'illustre parfaitement dans la création des *jungle rubber*. Il n'y eu donc pas effet de copie du modèle proposé (la monoculture) mais recomposition et intégration de l'hévéa dans un système intégrant la forêt, la sécurité et l'adaptation aux faibles moyens des paysans des fronts pionniers. Enfin, on retrouve plus récemment une recomposition des savoirs avec l'intégration de certains éléments issus de la monoculture clonale et de ceux issus de l'agroforesterie spontanée ou organisée (cas des RAS). La recomposition des savoirs passe aussi sur le plan de l'évolution des exploitations paysannes par la recomposition des stratégies. Ces stratégies sont l'expression des trajectoires individuelles mais aussi celle des stratégies collectives dont le rôle est souvent primordial dans l'identification des tendances.

III- Changement technique et stratégies paysannes.

A. Technique et société

Les innovations qui réussissent sont apparemment celles qui s'adaptent le mieux aux pratiques sociales. La relation entre technique et société est donc bien au cœur de notre étude. Elle obéit

à des logiques parallèles et concomitantes qui peuvent cependant quelquefois apparaître paradoxales quand il existe plusieurs paradigmes pour un même faisceau de contraintes. Les relations entre individu et technique, entre individu et société et donc entre technique et société (une autre vision de l'individuel et du collectif) ont des logiques qui peuvent être interactives dans le processus d'innovation. Les technologies sur lesquelles reposent ces techniques sont indissociables des formes d'organisation qui les mettent en œuvre.

L'utilisation des techniques dans une société donnée aboutit à mettre en évidence des paradigmes technologiques sur lequel nous allons nous baser pour expliquer le changement technique. Sur la même réalité, il peut y avoir construction de deux paradigmes basés sur des préoccupations théoriques différentes : 1) le paradigme Estate ou "grande plantation", basé sur la maximisation du revenu selon un modèle technique théorique, la monoculture (économie de plantation) ; 2) le paradigme paysan, basé sur une meilleure valorisation des ressources tout en limitant les risques selon un modèle technique pratique et localement adapté, les pratiques agroforestières (agriculture familiale). Dans le cas des *jungle rubber* et des RAS, le paradigme technologique endogénéise la technique. La permanence de certaines composantes techniques, les pratiques agroforestières en particulier, est basée sur la diminution du risque et l'optimisation de la productivité du travail. Les producteurs rationalisent leurs décisions en cherchant un équilibre entre optimisation ou meilleure valorisation des ressources et entre innovation et limitation des risques.

B. Stratégies paysannes

Les stratégies paysannes se sont développées en fonction des contraintes écologiques, des contraintes de foncier, les modes de transmission et de l'accès aux différentes technologies, voire au crédit permettant de les développer (**tableau 1**).

Nécessité faisant loi, le *jungle rubber* s'est imposé à toutes les ethnies (sauf les Javanais sur les centres de transmigration du fait du statut écologique particulier des plaines à *Imperata*, anthropiques ou naturelles). C'est donc bien la contrainte en capital et en main-d'œuvre qui a poussé les planteurs, pionniers ou non, à adopter le *jungle rubber*. Le facteur culturel ou religieux, et indirectement ethnique, apparaît comme secondaire par rapport aux situations diversifiées que rencontrent les producteurs. Dans des situations de front pionnier, le *jungle rubber* est apparu comme le système technique le plus adapté pour des paysans pauvres. Le *jungle rubber* ne demande pas la réalisation de travaux spécifiques à des moments précis avec une forte mobilisation de la main-d'œuvre comme cela est le cas pour l'agriculture sur brûlis (un mode de mise en valeur faisant largement appel au travail communautaire) et a favorisé une individualisation de fait des comportements. L'individualisation des stratégies n'en a été que plus renforcée, partiellement au détriment des stratégies collectives classiques potentiellement différentes d'une ethnie à l'autre. Il apparaît que le développement des *jungle rubber* n'est pas dépendant des spécificités ethniques.

C. Stratégies collectives et changement technique.

L'organisation sociale des sociétés concernées a également contribué à l'identification des stratégies. La "société Dayak" n'est pas homogène et chaque groupe a ses règles plus ou moins proches. Les Dayaks Biddayus de notre zone d'étude (Sanggau/Sintang) ont une société non centralisée où le village est l'unité principale, de même que les Malayus de Kalimantan. Les Malayus de Sumatra, relativement proches des Javanais, ont développé des structures

assez éclatées alors que les transmigrants javanais ont essayé de recréer leurs structures traditionnelles javanaises dans les nouveaux villages des centres de transmigration. Les Minang ont une organisation sociale très centralisée avec un régime de transmission matrilineaire qui a poussé nombre de jeunes Minang à s'expatrier.

On pourrait dans une première typologie simplifiée regrouper les Dayaks et les Minangs, qui ont développé des agroforêts complexes avec des traditions agroforestières fortes et les Malayus/Javanais, qui ont limité l'utilisation des pratiques agroforestières aux jardins de case ("Pekarangan"), hormis les *jungle rubber* qui reste le système agroforestier le plus développé en Indonésie. Les Dayaks et les Malayus ont deux unités de structuration : le village et les "groupes de paysans (Kelompok Petani), que l'on pourrait qualifier de "groupes d'intérêt", les paysans se regroupant pour des raisons d'affinités autour de certaines activités.

Il existe donc un caractère collectif dans le processus d'innovation dû en partie à la cohérence des groupes. Effectivement, l'innovation, par exemple la production de matériel végétal amélioré (les clones) par les communautés rurales, une innovation organisationnelle (Trouillard, 2001), dépend en grande partie de l'organisation de la production et des rapports qu'établissent les groupes de paysans entre eux. Si le village est séparé en plusieurs tendances contradictoires, alors l'innovation sera rejetée. Par contre si le village adopte ensemble une politique commune, alors l'innovation sera intégrée (exemple : le palmier à huile). La dynamique d'innovation est donc liée à la cohésion sociale au niveau du village. Cette notion s'exprime d'ailleurs à travers le fait que les groupes souhaitent "suivre" ("Ikut" en indonésien) une dynamique si celle-ci répond de façon claire à des contraintes locales.

Le changement social, qui découle du changement technique avec une adaptation si nécessaire, dépend alors de plusieurs facteurs : la souplesse initiale du modèle social, la souplesse d'évolution de la communauté sur le droit foncier coutumier (*Adat*) et la capacité de la communauté à accepter, soit sur le plan individuel, soit sur le plan collectif, les évolutions des systèmes de culture et les actions de nouveaux acteurs (les projets par exemple). Le changement social, illustration de la mise en cohérence des systèmes sociaux aux systèmes techniques apparaît donc bien dans le cas du *jungle rubber* comme dépendant des conditions nécessaires à l'évolution technique plus que des facteurs culturels ou ethniques.

Le foncier par exemple, ses modes de tenure et son évolution sont d'ailleurs un critère extrêmement important de différenciation collective car il touche au bien le plus précieux de la communauté : son sol, donc son espace, son territoire. Le **tableau 2** synthétise cette évolution des systèmes de production basés sur différents systèmes de cultures, les principales trajectoires prises et la mise en cohérence avec les systèmes sociaux en particulier à travers deux critères principaux : foncier et organisation du travail. Il y a une réelle progressivité dans la mise en cohérence des systèmes techniques et sociaux pour les Dayaks Bidayuh. L'organisation du travail est passée d'une organisation globalement collective que nécessitait l'agriculture itinérante à une individualisation des travaux que requiert le système jungle rubber.

IV- Une forte cohérence entre système technique et système social en pleine évolution

L'indivision des terres et le recours aux groupes de travail selon une organisation sociale très marquée par les cycles des cultures annuelles se retrouve bien adaptée aux contraintes de l'agriculture sur brûlis. L'individualisation progressive s'est développée avec les *jungle rubber* qui ne nécessitent plus une organisation collective des travaux collectifs et une forte capacité à mobiliser de la main-d'œuvre pour des travaux plus régulièrement répartis dans la journée et dans l'année. L'introduction récente du palmier à huile, nécessitant une organisation de la collecte n'a fait que réactiver la pratique du travail en commun pour la collecte des régimes en particulier (tous les autres travaux étant de nature plutôt individuelle). Seul les modes de rétribution ont changé. Ils sont basés maintenant sur la stricte réciprocité ou bien sur l'égalité des temps passés avec partage équitable dès la récolte par bloc.

Il y a donc aussi une certaine plasticité sociale quels que soient les groupes qui s'adaptent aux modalités des systèmes de culture choisis pour leur meilleure adaptation aux conditions locales. Finalement, la recomposition des savoirs, à la base du processus d'innovation, est particulièrement visible dans le cas des systèmes hévéicoles indonésiens des petits planteurs : d'abord par la création des *jungle rubber* au début du siècle, puis par leur amélioration progressive, ensuite par l'aboutissement que représente les RAS, objets techniques finalisés et optimisés issus de l'observation de l'évolution des pratiques culturelles endogènes et de l'application du concept agroforestier à une culture pérenne qui s'y prête plutôt bien. L'intégration de l'agroforesterie comme ensemble de pratiques forestières (systèmes de culture) est considérée comme une optimisation d'une opportunité de culture à l'origine exogène (l'hévéa *brasiliensis*) dans le cadre économique d'un boom lié à une situation de front pionnier: cette hypothèse semble avoir été vérifiée non seulement dans la première phase que constitue le front pionnier mais aussi dans la seconde phase que constitue sa stabilisation. La capacité des planteurs à innover est forte tant que l'innovation permet de faire face aux contraintes majeures de l'exploitation agricole.

Dans les zones à agriculture stabilisée, avec maintenant deux voire trois générations de *jungle rubber*, l'adoption de la monoculture par certains planteurs n'a pas non plus généré de changement sociaux majeurs (grâce aussi à une politique de projets avec crédits complets). On observe une nécessaire évolution vers l'intensification des systèmes hévéicoles qui s'accroît dans les années 1980-90 avec l'augmentation globale des besoins, parallèlement aux autres opportunités de culture ou de source de revenus qui s'offrent aux planteurs. Le système social une fois stabilisé, par exemple dès la seconde génération dans un système de front pionniers, est souvent un miroir dans lequel se reflètent les contraintes issues du système technique. Le système social s'adapte aux contraintes techniques et ses règles intègrent les nécessités du terrain et des activités qui régissent la communauté.

Le champ social n'a donc pas été discriminant dans cette évolution. En d'autres termes, on pourrait qualifier cette évolution en simplifiant à l'extrême: l'économique a induit le technique, le social a suivi.

On peut cependant se poser la question de la limite de la flexibilité des systèmes et de leur mise en cohérence l'un l'autre si cette évolution du "contexte de référence" dépasse les possibilités "d'évolution sociale" et d'intégration. Les années 1995-2000, années de crise mais aussi années de pleine expansion des sociétés de palmier à huile ont montré une limite à cette flexibilité dans certains villages (en particulier à Kalimantan et Jambi). De même, l'absence de capital disponible suffisant pour nombre de planteurs a généré une certaine inertie des systèmes de productions avec le maintien des *jungle rubber*.

Des périodes d'inertie ont toujours existées après un changement technique progressif, inertie nécessaire à l'intégration sur longue période et surtout sur de larges espaces géographiques. Mais la capacité globale d'innovation a toujours été forte permettant la relance du processus. La dichotomie innovation-produit exogène ou endogène n'est donc pas pertinente. C'est l'adéquation de l'innovation produit à une contrainte particulière, quelle que soit l'origine de l'innovation-produit, qui importe. Les facteurs d'évolution sont les suivants : évolution des besoins globaux et du revenu, diminution du risque agricole, augmentation de la productivité globale des systèmes de culture, optimisation du facteur travail et minimisation du capital investi/intrants. Le **tableau 2** rappelle cette évolution des trajectoires techniques et les effets sur deux critères importants de la mise en cohérence des systèmes techniques et sociaux : le foncier et l'organisation du travail.

A aucun moment, depuis le début du siècle, on ne constate de rupture significative nette entre les systèmes techniques, le changement technique, les nouvelles contraintes... et des modèles sociaux qui se révéleraient inadaptés pour les zones hévéicoles. Même dans les années 1990 ou on observe une accélération nette, d'une part des besoins des populations rurales, tant quantitatifs que qualitatifs, et d'autre part du changement global de l'environnement économique, on constate une souplesse et une flexibilité et une adaptation des modèles sociaux qui intègrent facilement le changement le plus important : le passage d'une société communautaire avec des règles communes basées sur la nécessité de mise en valeur agricole de façon commune (l'agriculture itinérante sur brûlis) à une société de plus en plus individualiste où les stratégies sont identitaires et les décisions le plus souvent prises au niveau de l'exploitation agricole. Un cadre communautaire reste cependant, plus ou moins élastique selon les ethnies. Mais il apparaît rarement contraignant au point de gêner le changement technique en cours.

Finalement c'est certainement plus la somme des contraintes techniques qui oriente le choix et la définition d'une stratégie pour le petit planteur que son appartenance à une certaine culture ou ethnie. Les différences apparentes entre techniques et ethnies résultent plus de leur environnement passé et de leur histoire ancienne qui a modelé leur référentiel culturel actuel. Toutes ces situations avaient un point commun : au départ il s'agit de front pionniers, de front de colonisation avec, globalement, les mêmes contraintes pour tout le monde. Par contre l'évolution récente est bien liée à un phénomène de véritable recombinaison des savoirs. Certains ethnies ont alors des savoirs plus élaborés sur certains systèmes techniques. Mais la recombinaison de ces savoirs aboutit généralement à des systèmes techniques proches. Ce sont alors aussi les externalités qui modifient les conditions mais les modalités du processus d'évolution et du changement technique sont les mêmes. **Le tableau 3** propose une typologie de planteurs qui résume cette évolution par la définition de groupes stratégiques de planteurs. Cette typologie, issue d'une enquête réalisée en 2000 sur un échantillon de 120 planteurs montre la diversité des stratégies en fonction des possibilités d'innovations (production de matériel végétal par les planteurs eux mêmes, expérimentation RAS, palmier à huile en crédit complet par les sociétés privées) (Trouillard, 2001).

Conclusion

Les changements ont certes été très importants entre le début de siècle et la fin des années 1990 mais cette évolution a été somme toute extrêmement progressive. Le véritable changement "global", tant sur le plan de l'environnement économique que de l'offre

d'alternatives techniques, s'est opéré dans les 20 dernières années. Plus précisément, en fait, depuis d'une part la concrétisation de "l'effet projet hévéa" et, d'autre part, l'accélération de l'économie indonésienne au début des années 1990 et l'apparition de nouvelles opportunités de culture (palmier à huile) qui ont alors profondément modifié le "système de référence" global et le cadre économique des zones hévéicoles.

On note une forte diversité des systèmes cultureux possibles, une capacité d'innovation très différenciée selon les modes d'organisation sociale du village qui détermineront des stratégies défensives ou offensives selon les situations. On est globalement passé d'une situation de zone à foncier quasi illimité basée sur l'agriculture sur brûlis, une organisation sociale forte centrée sur les groupes de travail communautaires et d'entraide et un foncier en indivision à une situation de foncier de plus en plus limité et individualisé, partiellement voire principalement redistribué avec des régimes de tenure proche de celle de la propriété privée, une organisation devenue plus faible et plus individualisée avec des systèmes de culture basés sur des cultures pérennes, d'abord le *jungle rubber*, puis les plantations clonales, le palmier à huile et enfin les RAS.

La mise en cohérence des systèmes sociaux et des systèmes techniques s'est faite graduellement sur moins d'un siècle en 4 ou 5 générations avec pourtant des changements importants tant sur le plan des systèmes de culture, de l'organisation du travail que du foncier. Le foncier se caractérise par une privatisation accrue des terres liée à l'adoption généralisée des cultures pérennes. L'organisation du travail voit le passage d'une force de travail initialement communautaire à un emploi individualisé de la main-d'œuvre familiale disponible. Cette évolution des systèmes sur longue période a mis en avant l'importance de la conjonction des stratégies individuelles, de plus en plus individualisées au fur et à mesure de l'importance des cultures pérennes dans l'appareil productif, et des stratégies collectives, non négligeables dans des sociétés rurales en évolution mais toujours proche de certaines traditions sociales (religieuses, ethniques...), techniques (agroforestières...) et culturelles.

Finalement, nous assistons à la mise en place très rapide dans certains villages, plus lentement dans d'autres, d'un continuum de stratégies différenciées allant de l'attentisme total à l'innovation diversifiée sur plusieurs systèmes de cultures en même temps. Le changement technique, faible entre 1900 et 1980 pour les systèmes hévéicoles avec la prédominance du *jungle rubber*, s'est accéléré par la mise à disposition de plusieurs alternatives techniques sur plusieurs plantes ou activités (hévéa clonal agroforestier ou non, palmier à huile, production de matériel végétal...).

On constate également une très nette accélération de l'histoire dans les années 1990 avec pour conséquences un développement important des sociétés de plantations, un désengagement de l'Etat avec arrêt des projets, une crise économique, politique et sociale qui a globalement changé le paysage social des petits planteurs, enfin, de gestion de l'espace avec des stratégies plus individualisées que par le passé. Les trajectoires étudiées intègrent en effet ces facteurs.

Nous avons pu mesurer, sur un échantillon restreint, certes, mais aussi par l'intégration de résultats venant d'autres analyses contemporaines, que la permanence de l'utilisation des pratiques agroforestières a été globalement maintenue entre 1900 et 2000. Mais nous sommes aussi à un tournant de l'histoire de l'hévéaculture indonésienne. Si notre analyse semble montrer qu'une majorité de planteurs conserve ce concept agroforestier dans des régions comme Kalimantan-ouest (ethnie Dayak) ou comme Pasaman Est (Ouest Sumatra avec

l'ethnie Minangkabau) qui ont développé et maintenu une très forte tradition agroforestière, il n'en est pas de même dans la province de Jambi par exemple. Il est donc nécessaire de rester prudent sur l'évolution future des stratégies et sur cette permanence. Si il est certain que les *jungle rubber* ne vont pas disparaître du moins dans les zones encore pionnières, il semble par contre acquis que leur disparition progressive est programmée dans les bassins devenus traditionnels pour un remplacement vers des plantations clonales qui seront soit en monoculture (avec ou sans cultures intercalaires) ou agroforestières améliorées.

Les producteurs ont donc maintenant le choix entre trois alternatives pour améliorer la productivité des systèmes de culture : la monoculture d'hévéa, les systèmes agroforestiers à base d'hévéa (R.A.S.) et le palmier à huile. Le palmier à huile est le système de culture le plus récemment introduit par le biais d'une contractualisation avec les sociétés privées. Les plantations de palmier à huile des petits planteurs ont d'ailleurs été en partie faites sur d'anciens *jungle rubber* vieillissants et peu productifs. Les planteurs ayant pu acquérir des plantations de palmier à huile (généralement 2 hectares par familles avec crédit complet) nous ont proposé une hypothèse séduisante : le financement de la replantation des *jungle rubber* vieillissants en systèmes agroforestiers améliorés par les revenus issus du palmier à huile.

Nous observons en 2000 un double paradoxe : un secteur hévéicole toujours en croissance et prometteur à moyen et long terme malgré une conjoncture de prix défavorable et le paradoxe de voir les stratégies agro-forestières financées par une monoculture symbole mais rémunératrice (le palmier à huile). L'innovation ne réside pas seulement dans l'évolution des systèmes de culture mais aussi dans l'art de combiner stratégie et tactique au sein des systèmes productifs.

Encadré 1 : Les *jungle rubber*

Depuis le début du siècle, les petits planteurs de Sumatra et Kalimantan ont développé un système agroforestier durable basé sur l'hévéa, le "jungler rubber", en intégrant un matériel végétal non sélectionné dans une repousse forestière avec une véritable gestion des ressources. Ce système de culture extensif a permis : i) la fixation de l'agriculture dans les grandes plaines avec un niveau de production suffisant malgré l'emploi de matériel végétal non sélectionné (Gouyon and Penot 1995) ; ii) une conservation importante de la biodiversité (De Foresta 1992a), (De Foresta 1992b) et ; iii) un maintien d'un environnement de type forestier avec des conséquences positives sur l'eau, le sol, sa structure et sa fertilité. Les "*jungle rubber*" et les systèmes de production qui les ont adoptés ont été largement étudiés (Barlow and Muharminto 1982) (Budiman, Penot et al. 1994) (Dove 1993a) (Gouyon, De Foresta et al. 1993). (Penot and Gouyon 1995).

Les "*jungle rubber*" (agroforêt à hévéa) sont des systèmes agroforestiers complexes où l'hévéa constitue la principale source de revenu. Le système de culture est établi sur la base d'une culture sur brûlis, en général le riz pluvial, ou les plants d'hévéas, sous forme de graines ou de jeunes plants (stumps non greffés) sont complantés avec le riz, et vont pousser en même temps que le recru forestier. L'entrée en production est entre 8 et 13 ans après plantation (contre 5 à 6 ans pour une plantation en monoculture classique). La durée de vie de l'agroforêt est de 30 à 40 ans mais le système peut évoluer de façon différente à la fin de la période productive. L'agroforêt peut être coupée et replantée selon un cycle de 30 à 40 ans. L'autre solution, pratiquée en partie par les Dayaks de Kalimantan, consiste à conserver la vieille agroforêt initialement basé sur l'hévéa et la faisant évoluer en agroforêt à bois et à fruits: le système passe du "*jungle rubber*" au "tembawang". Les autres arbres associés d'importance économique sont essentiellement des espèces à fruits et à bois, et du rotin.

Les *jungle rubber* ont été définis sur le plan botanique par H. de Foresta (1997), D. Lawrence (1996) et S Werner (1997). Un certain nombre de produits forestiers non ligneux (donc autres que le bois) sont utilisés pour l'autoconsommation : artisanat, plantes médicinales, légumes, résines...Ils contribuent donc indirectement au revenu des exploitations et peuvent même, à terme, constituer des sources potentielles de revenus non négligeables (le rotin par exemple).

Encadré 2 : les systèmes RAS

RAS 1 : un *jungle rubber* avec des clones.

RAS 1 est un *jungle rubber* dans lequel les « seedlings » d'hévéa sont remplacés par des clones adaptés, à croissance rapide, résistants aux maladies de feuilles et adaptés au régime d'exploitation (saignée) des petits planteurs. La biodiversité attendue de RAS 1 est comparable à celle du *jungle rubber* (elle même assez proche de celle d'une forêt secondaire au même âge). RAS 1 ne peut être réalisé que dans des zones de plantation non dégradées, avec une biodiversité environnante qui soit suffisante (forêts secondaires, agroforêt à fruits et bois ou vieux *jungle rubber*...). Les arbres associés à l'hévéa seront donc ceux issus du recru naturel de la forêt, dont certains seront ultérieurement sélectionnés par le planteur (en général entre la 8^{ème} et la 10^{ème} année après plantation).

RAS 2 et 3 : des agroforêts à hévéas optimisées

RAS 2 et 3 sont des systèmes agroforestiers où les arbres associés sont choisis dès la plantation. La biodiversité est moindre et réservée aux fruitiers et autres arbres à bois. Les densités de plantation sont de 550 hévéas/ha et entre 150 et 250 autres arbres associés. Une telle structure permet d'échelonner dans le temps des productions différentes : caoutchouc entre les années 5 et 35, bois pour pâte à papier entre les années 6 et 10 (arbres à croissance rapide), fruits entre les années 10 et 50 puis bois entre les années 30 et 50 (arbres à croissance lente).

RAS 2 : un système intensif centré sur les cultures intercalaires en période immature.

Des cultures intercalaires sont cultivées durant les deux ou trois premières années de la période immature de l'hévéa. L'enjeu majeur est de maintenir la production de vivrier à un niveau compatible avec une bonne productivité du travail et un minimum d'intrants et de risques, pendant plusieurs années consécutives. RAS 2 est surtout conçu pour les zones de transmigration, les zones où le foncier est extrêmement limité et les zones fortement dégradées (savanes à *Imperata*...). C'est le système le plus intensif.

RAS 3 : une stratégie anti-*Imperata*

En l'absence de cultures intercalaires, l'enjeu est alors de mettre en place un système de plantes qui permettront une bonne couverture et une protection du sol avec un minimum d'entretien en période immature (combinaison de plantes de couverture non grimpantes, plus ou moins auto-régulantes des plantes arbustives ou arbres d'ombrage à croissance rapide).

RAS 3 peut être également considéré dans une stratégie anti *Imperata* pour la réhabilitation des savanes à *Imperata*.

Encadré 3 : le projet SRAP

Le projet SRAP, “Smallholder Rubber Agroforestry Project” est un programme de recherche basé sur la mise au point des systèmes R.A.S. initié en 1994.

Le projet a été créé avec la collaboration directe et effective de quatre institutions : le CIRAD (Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le développement), l’ICRAF (International Center for Research in Agroforestry, CGIAR¹⁰), le GAPKINDO (Gabunan Karet Indonesia/Association des professionnels du caoutchouc indonésien regroupant les usiniers et les grandes plantations) et la recherche nationale hévéicole (IRRI).

L’objectif du SRAP est d’optimiser les systèmes hévéicoles agroforestiers par le biais d’une expérimentation concertée en approche participative avec des petits planteurs des régions de Sumatra et Kalimantan. Nous sommes donc ici clairement dans une interface paysans/chercheurs/projets.

Tableau 2 : évolution des trajectoires et des systèmes de production

Période	source de revenus et principaux systèmes de culture	foncier	organisation du travail
avant 1900	Ladang (agriculture sur brûlis)	indivision totale	communautaire, entraide, Gotong Royong (GR)
1900-1950	Ladang + Introduction <i>jungle rubber</i> , front pionniers, montée en puissance	Indivision + Usufruit long terme	Entraide, GT individuel
1950-1970	Continuation front pionniers + Stabilisation des bassins devenus traditionnels Le <i>jungle rubber</i> prime sur le ladang (qui devient orienté sur l’autoconsommation.	idem seconde génération de <i>jungle rubber</i> , (usufruit très long terme)	entraide sur ladang individualisation des stratégies avec le développement du <i>jungle rubber</i>
1970-1980	Premiers projets : échecs inertie des systèmes.	Erosion progressive des terres en indivision au profit de l’usufruit à long terme (<i>jungle rubber</i>)	Lente mais progressive individualisation des comportements
1980-1990	Seconde vague de projets : succès. Intégration des plantations clonales pour 15 % des planteurs Baisse du ladang Continuation du <i>jungle rubber</i>	-troisième génération de plantation (JR ou clonal) : passage progressif vers la propriété privée	érosion lente de l’utilisation du Gotong Royong
1990-2000	Spécialisation en hévéaculture. Baisse progressive du ladang Développement du salariat temporaire. Intégration du palmier à huile Diversification	Statut de quasi propriété privée pour les terres en cultures pérennes. Distribution partielle ou complète des terres en Indivision.	Abandon progressif du Gotong Royon. Individualisation des stratégies sur hévéa. Regroupement sur palmier à huile
1997-2002	Crise asiatique et indonésienne Crise du caoutchouc Accentuation de l’évolution précédente.		

¹⁰ CGIARC = Consultative Group for International Agricultural Research Centers. Ce groupe regroupe 14 centres internationaux.

Tableau 3 : typologie de planteurs par groupes stratégiques

	Replanteurs pépiniéristes	Replanteurs acheteurs		Replanteurs autonomes	Attentistes			Nouveaux planteurs
Groupe	1	2-1	2-2	3	4-1	4-2	4-3	5
Activité principale	Hevea	Hévéa et palmier	non agricole	hévéa et palmier	hévéa	Hévéa	hévéa	cultures sèches off farm
Production de matériel végétal	Oui	non	non	oui	non	Non	non	oui
Type de stratégie	Offensive court et long terme	offensive	offensive	offensive	défensive	Défensive	offensive	offensive
Type de système de culture en hévéa	<i>Jungle rubber</i> (JR) parcelles projet RAS sendiri	<i>Jungle rubber</i> (JR) parcelles projet monoculture RAS sendiri	monoculture	<i>Jungle rubber</i> (JR) parcelles projet RAS sendiri monoculture	JR palmier	JR Monoculture projet	JR RAS	- monoculture seedlings et clonale + cultures intercalaires - RAS 2
Stratégies	diversification	diversification capitalisation	diversification	capitalisation	attente	Attente	capitalisation limitée	plantation nouvelle
Etape	innovation opportuniste	opportuniste	investisseur	innovation opportuniste	inertie	Inertie	innovation	innovation
Changement technique	multiple	hévéa clonal		hévéa agroforestier	non	Non	hévéa agroforestier	hévéa clonal type RAS 2
Cohérence avec systèmes sociaux	Forte	moyenne	indépendant	Forte	faible	Faible	forte	moyenne à faible
Recombinaison des savoirs	Forte	moyenne	faible	Forte	faible	Nulle	forte	moyenne
Type de village	Pariban Baru Sanjan	Enbaong	Muara buat Rantau Pandan Seppungur	Pariban Baru Kopar Engkayu	Kopar Rngkayu	villages NES	seppungur Bangkok	trimulia
Province	Kalimantan ouest	Kalimantan ouest	Janbi	Kalimantan ouest	Kalimantan ouest	Jambi	Jambi Ouest Sumatra	Kalimantan ouest

Figure 1 : Valeur du kilo de caoutchouc payé au producteur en équivalent kilo de riz
 Source (A Gouyon, IRSG, GAPKINDO, BPS).

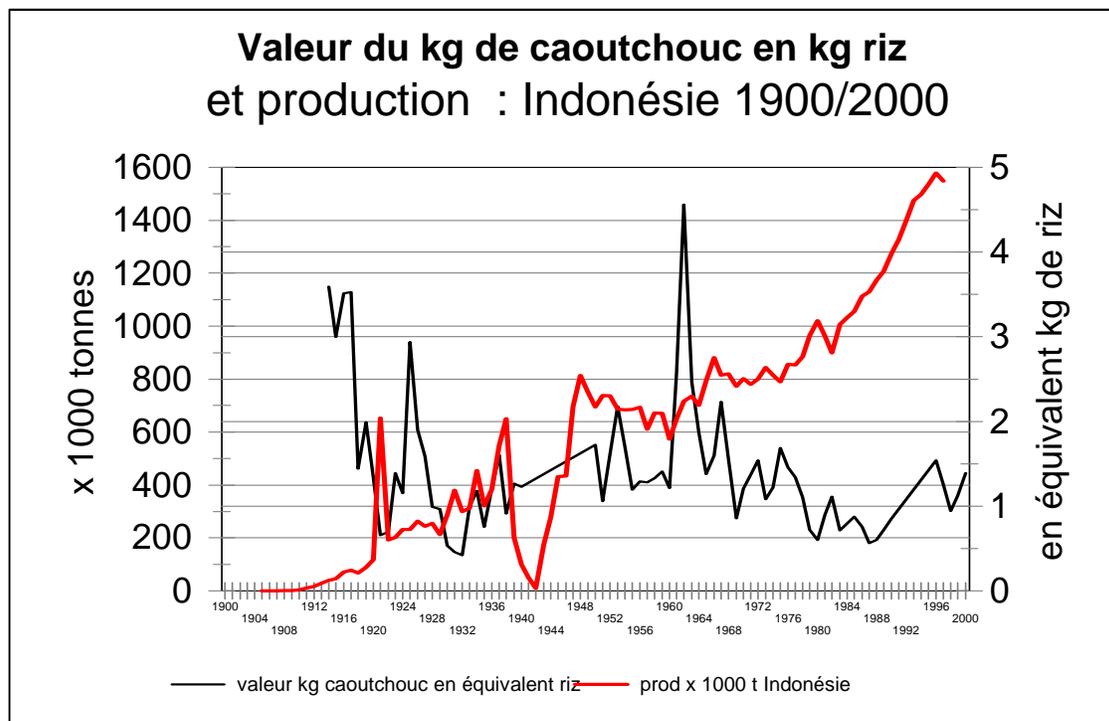


Tableau 1 : Systèmes de cultures, ethnies et agroforêts.

Ethnie	Religion	Systèmes de culture principaux	Autres types d'agroforêt ou de systèmes agroforestiers.
Dayaks	Catholique	Jungle rubber Ladang Monoculture hévéa (projets SRDP/TCSDP)	<i>Tembawang</i> Pekarangan (plus ou moins développé)
Malayu/Jambi	Musulmane	Jungle rubber Ladang Riz irrigué si proximité d'une rivière Monoculture hévéa (projets SRDP/TCSDP)	Pekarangan (plus ou moins développé) Eventuellement " <i>pulau buah</i> " (ancien <i>pekarangan</i> sur d'anciens sites de villages)
Javanais	Musulmane Synchrétisme	Riziculture irriguée ladang monoculture hévéa (projet NES)	Pekarangan (très développé)
Minang (Pasaman Est)	Musulmane	Jungle rubber Riziculture irriguée en bas fonds Ladang Cannelle	Agroforêt à <i>Surian/durian/cannelle</i> Jungle rubber Pekarangan
Kubus	Animiste	Chasse, pêche, cueillette	0
Indonésiens chinois	chrétiens ou bouddhistes	Pas d'agriculture. Pas de foncier. Activité commerciale (traders)	0

Ladang = agriculture itinérante. Pekarangan = jardin de case.

Bibliographie

- BARLOW, C. ; MUHARMINTO (1982). *Smallholder rubber in South Sumatra, towards economic improvement*. IRRI/Sembabwa, Australian National University/ANU.
- BUDIMAN, A.F. S. ; PENOT E. ; et al. (1994). *RAS as alternatives for smallholder in Indonesia*. Integrated rubber agroforestry for the future of smallholder rubber in Indonesia. Conférence Nationale sur le caoutchouc, Medan, Sumatra, IRRI.
- BYE, P. (1998). *Domestiquer le végétal. Construction et appropriation des techniques*. Montpellier, INRA.
- DE FORESTA, H. (1992a). *Botany contribution to the understanding of smallholder rubber plantations in Indonesia: an example from South Sumatra*. Symposium Sumatra Lingkungan dan Pembangunan, BIOTROP, Bogor.
- DE FORESTA, H. (1992b). *Complex agroforestry systems and conservation of biological diversity: for a larger use of traditional agroforestry trees as timber in Indonesia, a link between environmental conservation and economic development*. Proceeding of an international conference on the conservation of tropical biodiversity." Malayan Nature Journal.
- DE FORESTA, H. (1997). *Smallholder rubber plantations viewed through forest ecologist glasses. An example from South Sumatra*. SRAP workshop on RAS (Rubber Agroforestry Systems), Bogor, ICRAF.
- DGE (1998). *Statistik karet*. DGE, Jakarta.
- DOVE, M. (1993a). Smallholder rubber and swidden agriculture in Borneo: a sustainable adaption to the ecology and economy of tropical forest. *Economic Botanic* 47(2).
- GOUYON, A. (1995). *Paysannerie et hévéaculture: dans les plaines orientales de Sumatra: quel avenir pour les systemes agroforestiers?* Paris, France, INA-PG.
- GOUYON, A. ; DE FORESTA, H ; et al. (1993). Does the *jungle rubber* deserve its name? An analysis of rubber agroforestry systems in Southeast Sumatra. *Agroforestry systems* 22(3), pp. 181-206.
- LAWRENCE, D.-C. (1996). Trade-offs between rubber production and maintenance of diversity: the structure of rubber gardens in West Kalimantan, Indonesia. *Agroforestry Systems* (34), pp. 83-100.
- MICHON, G. ; MARY F. ; et al. (1986). Multistoried agroforestry garden system in West Sumatra. *Agroforestry Systems* 4, pp. 315-338.
- PENOT, E. (1997). *From shifting agriculture to sustainable rubber complex agroforestry systems (jungle rubber) in the penneplains of Sumatra and Kalimantan in Indonesia: innovations in local rubber based cropping systems*. World Bank report "Indonesia : upland agricultural technology study. 1997, World Bank.
- PENOT, E. ; GOUYON, A. (1995). *L'hévéaculture paysanne indonésienne: Agroforêt et plantations clonales : des choix pour l'avenir*. Séminaire CIRAD-MES : « Succès et échecs des révolutions vertes », Montpellier, CIRAD.
- PENOT, E. ; BUDIMAN, A.F.S. (1998). *Environmental aspects of smallholder rubber agroforestry in Indonesia : reconcile production and environment*. International Rubber Conference, May 1998, Paris, France, 22 p.
- PENOT, E. ; RUF F. (2000). Rubber cushions the smallholder : no windfall, no crisis. In: GERARD, F. ; RUF, F. (éd.), *Agriculture in crisis : people, commodities and natural ressources in indonesia, 1996-2000*. CIRAD/CURZON, Richmond, UK, Curzon Press, UK, pp. 237-266.
- SCHUELLER, W. ; PENOT, E. ; et al. (1997). *Rubber Improved Genetic Planting Material (IGPM) availability and use by smallholders in West-Kalimantan Province*. ICRAF/SRAP workshop on RAS (Rubber Agroforestry Systems), September 1997.

SIMONDON, G. (1958). "Du mode d'existence des objets techniques."

WERNER, S. (1997). *Biodiversity of jungle rubber in West-Kalimantan*. SRAP workshop on RAS (Rubber Agroforestry Systems), Bogor, ICRAF

TROUILLARD , K. (2001). *Les systèmes agroforestiers à base d'hévéa clonal : une solution pour la relance des plantations villageoises : un système de culture complémentaire du palmier à huile*. CNEARC, Mémoire de fin d'études Master of Science "développement agricole tropical : option valorisation des productions". Montpellier, CNEARC, 150 p.