



ADEME Martinique

7, Zone de Manhity

97232 Le Lamentin

A l'attention de Mme VIOUJARD

ÉTAT DES LIEUX DES MATERIAUX ET ECOMATERIAUX, ISSUS DES MATIERES PREMIERES LOCALES, EXPLOITABLES EN MARTINIQUE

Rapport final PHASE 2

N° = Convention ADEME : 1144CO249





REFERENCES

Titre	Etat des lieux des matériaux et éco-matériaux, issus des matières premières locales, exploitables en Martinique Phase 2
Destinataires	ADEME Martinique
Personne(s) rencontrée(s)	Bruneilde VIOUJARD et Benoît LACROIX (ADEME) Georges Marie-OLIVE (DEAL) Manuella MORETON (SMEM) Laurent BELLEMARE (AME) Marie-Ange ARSENE (COVACHIM) Aurian ARRIGONI (Transénergie Caraïbes) Michel DE JAHAM (France Antilles) Christophe RELOUZAT (AFIBAD) Daniel MAUGEE (EDF) Denis THOMAS (EDF – ISOL'EKO) Rodrigue DORE (ONF) Stephan LERIDER (DAAF) Karine VINCENT (BANAMART) M. CASSILDE (Scierie du Gros Morne) Karine LEFEVRE (GTS Martinique) Catherine GROS (Poterie des 3 îlets) Matthew J. WALTER (Ministre de l'Agriculture et des Forêts de Dominique)
Auteur(s)	Léa OIKNINE Kinsky ACDALARD
Contrôle qualité	Bryan D'HAVELOOSE François VATIN
Références	D1BC-R0481/13/LO
Version	VF
Date	16 octobre 2013



ADEME Martinique

7, Zone de Manhity

97232 Le Lamentin

A l'attention de Mme VIOUJARD

ÉTAT DES LIEUX DES MATERIAUX ET ECOMATERIAUX, ISSUS DES MATIERES PREMIERES LOCALES, EXPLOITABLES EN MARTINIQUE

Rapport final PHASE 2 - Etape 1

Etude systémique des 6 filières : papiers journaux,
coco, banane, bambou, terre crue, bois

N° Convention ADEME : 1144CO249





1 **SOMMAIRE**

1	SOMMAIRE	2
2	CONTEXTE ET OBJECTIFS	3
3	FILIERE PAPIER	4
3.1	Filière papier : présentation systémique	5
3.2	Analyse synthétique	6
3.3	Identification des acteurs.....	7
3.4	Documents consultables	8
4	FILIERE COCO	9
4.1	Filière coco : Présentation systémique.....	10
4.2	Analyse synthétique	11
4.3	Identification des acteurs.....	12
4.4	Documents consultables	14
4.5	Notes	14
5	FILIERE BANANE	15
5.1	Filière Banane Présentation systémique.....	16
5.2	Analyse synthétique	17
5.3	Identification des acteurs.....	18
5.4	Documents consultables	19
5.5	Notes	19
6	FILIERE BAMBOU	20
6.1	Filière bambou : Présentation systémique	21
6.2	Analyse synthétique	22
6.3	Identification des acteurs.....	23
6.4	Documents consultables	24
7	FILIERE TERRE CRUE	25
7.1	Filière terre crue : Présentation systémique	26
7.2	Analyse synthétique	27
7.3	Identification des acteurs.....	28
7.4	Documents consultables	29
8	FILIERE BOIS	30
8.1	Filière bois : Présentation systémique	31
8.2	Analyse synthétique	32
8.3	Identification des acteurs.....	33
8.4	Documents consultables	35
8.5	Notes	36
9	GLOSSAIRE	37
10	REFERENCES	38
11	ANNEXE : SYNTHÈSE DES ENTRETIENS MENÉS PHASE 2 ÉTAPE 1	39



2 CONTEXTE ET OBJECTIFS

Historiquement, les matériaux et les techniques constructives avaient un moindre impact sur l'environnement. L'utilisation de ressources locales et renouvelables étaient spontanément privilégiée. Peu à peu, l'utilisation de matériaux modernes, importés, et des techniques innovantes et parfois moins contraignantes ont remplacé les techniques traditionnelles caribéennes. Or ces matériaux sont le plus souvent fortement émetteurs de gaz à effet de serre (GES) et consommatrices de matières premières.

Le secteur de l'habitat est le deuxième secteur le plus consommateur d'énergie et représente avec le secteur résidentiel-tertiaire 37 % des consommations d'énergie primaire de Martinique, soit 20 % d'énergie finale (ADEME, 2007). La consommation d'énergie du secteur des bâtiments augmente de façon soutenue. Il est également le deuxième secteur d'émission de GES (37 %). Les modes de construction des bâtiments résidentiels et tertiaires, la quantité croissante d'équipements électriques et les fortes émissions de GES liées au mix énergétique local expliquent ces résultats.

D'abord développés dans le domaine des isolants, les éco-matériaux offrent la possibilité de réduire ces impacts environnementaux et énergétiques. Encore peu utilisés, la politique volontariste actuelle de transition énergétique à leur remobilisation. Plusieurs **éco-matériaux** ont été retenus pour leur potentiel global de développement en Martinique à l'issue de la phase 1 de l'étude « état des lieux des matériaux locaux et éco-matériaux issus des matières premières locales, exploitables en Martinique ». Cette étude s'insère dans le cadre du Schéma Régional Climat Air Energie de Martinique et a pour objectif de structurer les filières et de crédibiliser les éco-matériaux en Martinique.

L'étude de matériaux uniquement destinés à des usages limités, ou dont les filières sont déjà en place présente un intérêt limité. Aussi, il s'avère pertinent d'étudier les **filières globales**, prenant en compte tous les **matériaux ou valorisations des sous-produits associés**. Cette étude propose une vision globale des impacts et potentialités économiques des matériaux, et la prise en compte de l'impact d'un éco-matériau sur l'autre. Cette **étude de faisabilité**, préalable à la démarche de promotion et de valorisation d'une industrie locale à faible impact environnemental, analysera les 6 filières suivantes :

- ✓ **Bois** (bois de construction, tuiles de bois, isolant fibre de bois)
- ✓ **Coco** (fibre de coco, utilisation agro-alimentaire, toiture végétale)
- ✓ **Bambou** (valorisation brute, valorisation des chutes y compris à des fins énergétiques)
- ✓ **Terre crue** (avec fibres végétales)
- ✓ **Déchets de papier** (ouate de cellulose)
- ✓ **Banane** (brique ciment avec fibres de bananes)

L'étude se déroule selon les trois étapes :

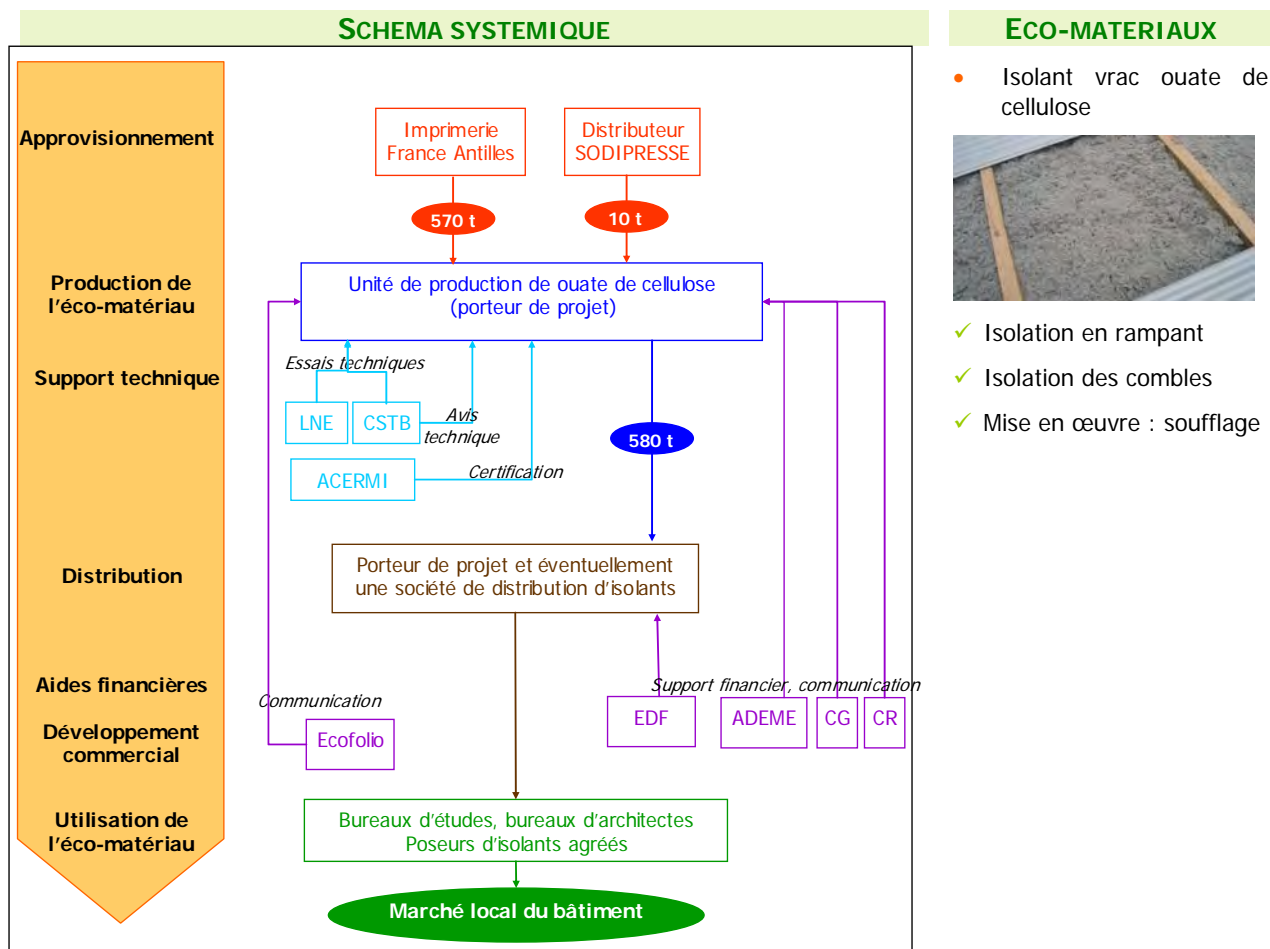
- **La première étape consiste en l'étude systémique des six filières : quantifier les gisements disponibles, identifier les acteurs actuels ou potentiels, et analyser l'existant pour déboucher sur la proposition de scénarii. Cette étape fait l'objet du présent rapport.**
- La seconde étape consiste par la suite à évaluer les coûts de développement des filières et à analyser les impacts environnementaux des filières.
- La troisième étape relève de l'identification des freins et leviers du développement et de l'évolution des six filières, avec la proposition d'outils d'aide à la décision.



3 FILIERE PAPIER

L'étude porte sur une filière de valorisation locale des papiers journaux (propres et éventuellement déchets des entreprises et collectivités). Le produit issu de leur transformation est la ouate de cellulose, utilisée comme isolant en construction bâtiment en Martinique.

3.1 FILIERE PAPIER : PRESENTATION SYSTEMIQUE



APPROVISIONNEMENT

- ✓ Gâches d'imprimerie et journaux invendus propres
- ✎ Diminution du volume chaque année
- ✎ Déchets triés à Martinique Recyclage : faible volume
- ✎ Collecte sélective : papiers et journaux en mélange, risque de contamination
- ✓ Filière actuelle : recyclage en métropole (Veolia, Suez Environnement...)
- ✓ Matière première à coût faible voire nul

PRODUCTION

- ✓ Unité de broyage, malaxage avec adjuvants, compactage, conditionnement et stockage
- ✓ Procédé connu mais la formulation serait à innover

SUPPORT TECHNIQUE - INGENIERIE

- ✓ Essais techniques (aux normes européennes, par un laboratoire indépendant)
- ✓ Rapport technique : procédure de mise en œuvre (pare humidité ?) et adaptabilité du matériau (humidité, risque sismique, ignifugeant innovant)
- ✎ Procédures d'obtention d'avis technique et de certification ACERMI longues et coûteuses, mais a priori nécessaires pour l'agrément ISOL'EKO
- ✓ Dimensionnement de l'unité de production

DISTRIBUTION

- ✎ Concurrence avec isolants actuels, dont ouate de cellulose
- ✓ Distributeurs professionnels d'isolants en Martinique

UTILISATION DE L'ECO-MATERIAU

- ✓ Pose exclusive par des professionnels
- ✓ 50^{taine} de poseurs agréés ISOL'EKO en Martinique
- ✓ GTS Martinique : poseur agréé ISOL'EKO pour de la ouate de cellulose fabriquée en GB
- ✓ Procédure de mise en œuvre connue (en particulier en Martinique)

AIDES FINANCIERES - DEVELOPPEMENT COMMERCIAL

- ✓ EDF (ISOL'EKO) : aide financière, communication
- ✓ ADEME, Conseil Général (CG), Conseil Régional (CR) : possibilité d'un soutien financier
- ✓ Intérêt de la CCIM pour ce sujet : communication
- ✓ Ecofolio : budget communication sur le recyclage



3.2 ANALYSE SYNTHETIQUE

FORCES	FAIBLESSES
<ul style="list-style-type: none">▪ Possibilité de se fournir la matière première à des prix très avantageux (voire gratuitement)▪ Technique de mise en œuvre éprouvée▪ Procédé de fabrication et de mise en œuvre connu▪ Utilisation de la ouate de cellulose en Martinique, qui bénéficie de l'aide ISOL'EKO▪ Volonté des imprimeries de gérer leurs déchets au mieux, démarche environnementale Imprim'Vert	<ul style="list-style-type: none">▪ CCFAT insatisfait des adjuvants actuels▪ Aucune expérience de production de ouate de cellulose en Martinique▪ Faibles performances de collecte séparée des déchets de papiers journaux▪ Mise en observation de l'utilisation de la ouate de cellulose comme isolant
OPPORTUNITES	MENACES
<ul style="list-style-type: none">▪ La mise en œuvre de pare-humidité est utilisée en en métropole et semble pertinente pour la Martinique : une étude approfondie peut être menée en ce sens▪ Ouate de cellulose en adéquation avec le programme ISOL'EKO d'EDF à condition que le matériau soit agréé▪ Solution locale de valorisation matière des déchets de papiers journaux : mobilisation des acteurs du secteur des déchets▪ Développement de l'économie circulaire et du secteur industriel, création d'emplois locaux qualifiés▪ Possibilité d'augmenter le gisement en intégrant celui de la Guadeloupe▪ Volonté de la CCIM de mettre en œuvre des solutions pour la gestion des déchets d'imprimeries (études 2011-2012)▪ Accompagnement de la CCIM des éco-entreprises	<ul style="list-style-type: none">▪ Nécessité d'étudier une formule innovante▪ Diminution annuelle du volume de papiers journaux▪ Satisfaction de l'imprimerie de France Antilles et Sodipresse vis-à-vis de leurs prestataires actuels de recyclage de gâches d'imprimerie et invendus▪ Dépendance à l'approvisionnement par l'imprimerie France Antilles▪ Risque lié au cours du papier▪ Démarche de certification et d'avis technique complexe et coûteuse, mettant en péril les possibilités d'aides financières▪ Concurrence avec les isolants utilisés actuellement dont la ouate de cellulose▪ Mauvaise presse de la ouate de cellulose durant ces dernières années



3.3 IDENTIFICATION DES ACTEURS

Rôle	Acteurs
APPROVISIONNEMENT	
Collecte des déchets de papiers journaux	<ul style="list-style-type: none"> ✓ EPCI ✓ Martinique Recyclage ✓ Le Broyeur Mobile Martinique ✓ Ecofolio
« Producteurs » de journaux	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Sodipresse - Presstalis (presse nationale et internationale) ✓ Imprimerie de France Antilles
Centre de regroupement et tri	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Martinique Recyclage
Transport	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Sociétés de transport de DND (ex : FISER)
PRODUCTION	
Porteur de projet	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Société de production ou vente d'isolant ? GTS Martinique ? ✓ Société de valorisation DND ? ✓ Autre ?
SUPPORT TECHNIQUE	
Ingénierie et R&D : développer le procédé en vue de développer un produit conforme à un cahier des charges	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Porteur du projet ✓ Bureaux d'études techniques et laboratoires (LNE, CSTB...)
Mise en conformité réglementaire et normative du produit	<ul style="list-style-type: none"> ✓ CSTB ✓ ACERMI
DISTRIBUTION	
Collecte des déchets de papiers journaux	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Porteur de projet si activité de pose d'isolant ✓ Distributeurs et poseurs (agrés ISOL'EKO)
DEVELOPPEMENT COMMERCIAL, SOUTIEN FINANCIER ET ACCOMPAGNEMENT	
Promotion de la valorisation matière locale des déchets de papier	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Eco-folio ✓ Collectivités territoriales, EPCI
Promotion de l'industrie locale	<ul style="list-style-type: none"> ✓ CCI, Conseil Régional
Promotion de l'utilisation d'isolants	<ul style="list-style-type: none"> ✓ ADEME, EDF, SMEM, collectivités territoriales
Aides financières	<ul style="list-style-type: none"> ✓ EDF (programme ISOL'EKO) → maître d'ouvrage ✓ ADEME, collectivités territoriales → projet
Accompagnement au projet	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Technopole Martinique (aide à l'innovation)
UTILISATION DE L'ECO-MATERIAU	
Ingénierie, choix de l'isolant	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Bureaux d'études
Mise en œuvre	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Sociétés de pose d'isolant (liste de poseurs agréés EDF)
Formation gestes de prévention	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Porteur de projet, sociétés de construction, EDF (ISOL'EKO)



3.4 DOCUMENTS CONSULTABLES

Sujet	Document
Exigences réglementaires de la mise en observation de la ouate de cellulose	<ul style="list-style-type: none">✓ CSTB, « Informations-clés sur la ouate de cellulose », mars 2013 http://www.cstb.fr/evaluations/✓ Références réglementaires :<ul style="list-style-type: none">○ règlement REACH○ Directive européenne « biocides »
Avis technique ouate de cellulose	<ul style="list-style-type: none">✓ Avis technique 20/09-156 publié en 2010 sur le site du CSTB : CELLISOL 300-soufflage sur planchers de comble, produit par EXCEL INDUSTRIES et distribué en Martinique par GTS Martinique, et avec le programme ISOL'EKO. http://www.cstb.fr/pdf/atec/GS20-U/AU090156.pdf
Liste de poseurs agréés ISOL'EKO en Martinique	<ul style="list-style-type: none">✓ Site Internet d'EDF http://martinique.edf.com/particuliers/les-offres-eko/isol-eko-48967.html
Aides financières	<ul style="list-style-type: none">✓ « Les aides aux entreprises en matière d'énergie et d'environnement », présentation du 2 Février 2012, CCIM – Agence Nord Atlantique - TRINITE✓ « Les aides aux entreprises en matière d'énergie et d'environnement », présentation du 7 Février 2012, CCIM - Agence Sud – MARIN✓ « Les subventions des partenaires privés Les certificats d'économie d'énergie CEE », Charles-Henry CORNELUS, Chargé de mission énergie CCIM



4 FILIERE COCO

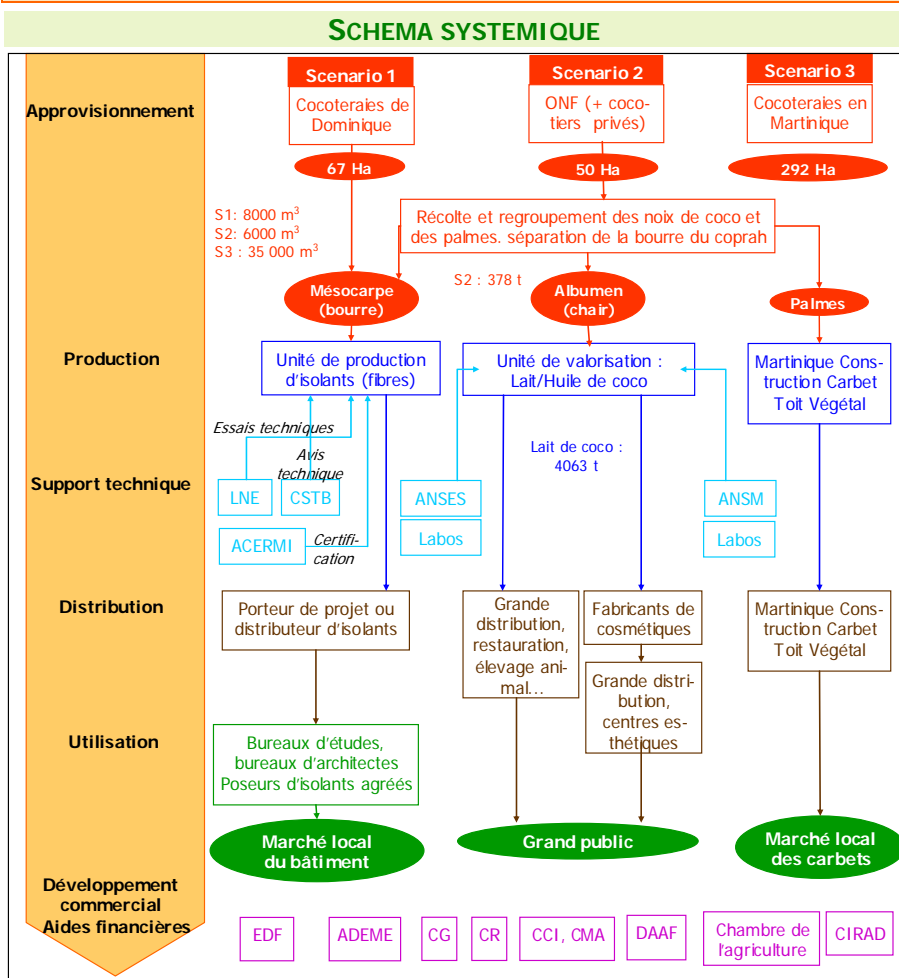
Cette étude porte sur une filière qui n'existe pas de façon formelle et structurée en Martinique : la filière coco.

La fibre issue des cosses de noix de coco permettent d'obtenir un isolant naturel, disponible localement.

La noix de coco présente également un potentiel de valorisation en agro-alimentaire. Quelques valorisations existent déjà sur le territoire martiniquais : extraction de l'eau de coco (vendue en bouteille sur les marchés ou en bord de route), transformation de la chair de coco (« sucre-à-coco », punch, farine...). Ce potentiel de valorisation agroalimentaire pourrait être développé en Martinique.

De plus, actuellement, l'huile de coco est consommée en Martinique et en Guadeloupe dans le secteur cosmétique (Monoï, savons et shampoings...) mais souvent importée de l'étranger. Cette filière est l'opportunité de développer un produit local.

4.1 FILIERE COCO : PRESENTATION SYSTEMIQUE



ECO-MATERIAUX

- Isolant vrac fibre de coco



- Isolation en rampant
- Isolation des combles
- Mise en œuvre : en vrac équivalente au chanvre
- Possibilité de l'utiliser en panneaux

- Toitures végétales en feuilles de palmier



- Mise en œuvre artisanale et savoir-faire historique des Antilles

APPROVISIONNEMENT

- ✓ S1 : import de fibres de Dominique qui exploite le coprah (Colgate-Palmolive); scénario à l'étude
- ✓ S2 : exploitation des cocotiers de l'ONF (≈ 13 t) et de privés ; pas de données précises sur le gisement (DAAF, ONF) ; exploitation informelle de noix de cocos ; activité potentielle pour l'ESS : récolte, transformation ; Projet comparable : cacao (PARM)
- ✓ S3 : créer une exploitation ou diversifier les cultures en créant une coopérative. Possibilité d'exploiter les terres polluées au chlordécone. Délai ≈ 8 ans
- ⚠ Risques de maladies (jaunissement léthal)

PRODUCTION

- ✓ Isolant : Lessivage, défibrage manuel ou mécanique, ignifugation (sels de bore), conditionnement. Procédé connu. Pas de certification ACERMI à ce jour
- ✓ Agroalimentaire : Procédés connus, artisanaux et industrialisables. Possibilité d'innover le mode de conservation.
- ✓ Cosmétique : Extraction huile de coprah par procédé artisanal ou mécanique connu (Dominique, Ghana...), pour son utilisation comme matière 1^{ère} de cosmétiques (ou bien alimentaire)

SUPPORT TECHNIQUE - INGENIERIE

- ✓ Isolant : Essais techniques : caractéristiques, résistance feu, moisissures... Procédure de mise en œuvre à développer et adaptabilité du matériau (humidité, risque sismique...) → RTM, AT, ACERMI
- ✓ Toiture végétale : traitement ignifugeant ?
- ✓ Agroalimentaire, cosmétique : R&D – innovation, essais en laboratoires, contrôles qualité des produits agroalimentaires et cosmétiques
- ✓ Dimensionnement des unités de production

DISTRIBUTION

- ✓ Isolant : pose exclusive par des professionnels formés à la procédure de mise en œuvre
- ✓ Produits alimentaires : grande distribution, restauration, pâtisseries, rhumeries... Produits actuellement importés (Asie du SE...)
- ✓ Huile de coco : matière 1^{ère} de l'industrie cosmétique, actuellement d'importé. Grande distribution, instituts de beauté

AIDES FINANCIERES - DVP COMMERCIAL

- ✓ Filière agricole (culture et transformation) : aides financières (FEADER, MAE, etc.) ; en cours d'étude (DAAF)
- ✓ Isolation : ADEME, CR, CCIM, CG, EDF (ISOL'EKO)



4.2 ANALYSE SYNTHETIQUE

FORCES	FAIBLESSES
<ul style="list-style-type: none"> ▪ S1 : Approvisionnement suffisant pour couvrir le marché des maisons individuelles ▪ S2 : Plusieurs hectares de cocotiers non exploités sur le territoire de la Martinique, plutôt au Sud de l'île ▪ S3 : Politique en faveur de la diversification (polyculture) dans le PDRM, et possibilité de planter en terres polluées au chlordécone ▪ Peu d'entretien nécessaire à l'exploitation d'une cocoteraie (utilisations ponctuelles de pesticides en cas de maladie, utilisation d'engrais facultative, arrosage en cas de sécheresse uniquement) ▪ Elaboration par le CIRAD de solutions aux maladies causées par des insectes. Etudes prioritaires en cours pour le « jaunissement mortel » ▪ Techniques de transformation du coco connues. Souvent artisanales, elles peuvent être mécanisées. ▪ Diversité des produits agroalimentaires (lait de coco, coco râpé, farine ou poudre de coco, sirop, confiture...) et cosmétique (huile de coco) ▪ Existence de guides : techniques de récolte (corde) et d'hygiène (sélection, stockage hors sol, lavage...) ▪ Déchets (tourteaux, stipe) → alimentation animale et/ou compostage ▪ Existence d'une entreprise locale de fabrication et mise en œuvre toiture végétale à base de palmiers 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ S1 : Transport maritime → coûts, bilan CO2, ▪ S2 : Faible gisement ONF et la majorité se trouve sur des espaces remarquables ; manque de données chiffrées. ▪ S3 : Manque de foncier. Nécessité de développer le contexte de polyculture et de convaincre les agriculteurs de l'intérêt d'une filière coco. Difficulté de projeter la surface/nombre de cocotiers qui pourraient être exploités. ▪ Délai de 6 à 8 ans avant récolte ▪ La récolte présente des risques (chûtes, coupures...) → prévention, gestes et matériel de sécurité ▪ La transformation agroalimentaire et cosmétique implique des étapes de manipulation, lavages, stockage respectueuses des règles d'hygiène ▪ Filière de transformation consommatrice d'eau (lavage, fabrication de lait de coco, etc.). Un traitement de l'eau (avec notamment des filtres de coco) permettrait de l'utiliser en circuit fermé. ▪ Aucune expérience de production d'isolants en fibre de coco en Martinique ▪ Exploitation informelle des cocos (kassaverie, vente ambulante d'eau de coco...) ▪ Isolant en fibres de coco non utilisé en Martinique, peu développé en France métropolitaine
OPPORTUNITES	MENACES
<ul style="list-style-type: none"> ▪ S2 : Activité solidaire de collecte de cocos et de palmes envisageable ▪ Déploiement par le Conseil Régional d'un appel à projet de valorisation de ressources locales (dont le coco) → Volonté de dynamiser ce secteur ▪ Participation du CIRAD au développement de l'exploitation de la noix de coco : recherche, analyses, procédé d'extraction d'huile (Ghana) ▪ Développement de solutions de conservation innovantes en collaboration avec des centres de recherche : CIRAD (microfiltration eau de coco), INRA (ultrafiltration jus de canne) ▪ Innovation sur des produits à base de coco haut de gamme (lait de coco en poudre, vinaigre de coco et l'huile de coco vierge...) ▪ Possibilité de développer des filtres pour l'assainissement (traitement de l'eau) sur site de production, et à la vente ▪ Mutualiser l'approvisionnement avec PROCAP (Pays tropicaux, Amérique du Sud...) ▪ Accompagnement des éco-entreprises (CCIM) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Risque de maladies : insectes, champignons parasites, rats et crabes de cocotiers, acariens, micro-organismes (« jaunissement mortel ») ▪ S2 : Risque lié à l'approvisionnement. L'équilibre de la filière en dépend (choix du devenir des fibres par les agriculteurs, grèves des transports, taxes, etc.) ; conflit d'usage avec la valorisation comme « CSR » ▪ S2 : Conflit d'usage : eau de coco S3 : La demande en approvisionnement pour l'isolation et les filtres d'assainissement pourrait être trop élevée pour une exploitation locale de cocotiers ▪ Démarche de certification et d'avis technique complexe et coûteuse, mettant en péril les possibilités d'aides financières par EDF ▪ Concurrence avec les isolants utilisés actuellement dont la ouate de cellulose, la tôle isolante...



4.3 IDENTIFICATION DES ACTEURS

Rôle	Acteurs
APPROVISIONNEMENT	
S1 : Approvisionnement potentiel de Dominique (bourre de coco)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Agriculteurs de Dominique ✓ Ministère de l'Agriculture et des forêts de Dominique
S2 : Exploitation des cocotiers déjà présents	<ul style="list-style-type: none"> ✓ ONF (éventuellement DEAL), conservatoire du littoral ✓ ESS : CRESS Martinique, Conseil général
S3 : Exploitation de nouvelles cocoteraies, <i>a priori</i> plutôt en polyculture	<ul style="list-style-type: none"> ✓ DAAF ✓ Chambre de l'agriculture, Banamart
Conflit d'usage des cocos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Exploitation informelle pour la vente d'eau de coco ✓ PROCAP : production locale de filtres à partir de bourre de coco (importée de pays tropicaux, mais intérêt pour un approvisionnement en Martinique) ✓ Association ESS ? (identification avec la CRESS)
PRODUCTION	
Production isolant en fibre de coco	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Société de production ou vente d'isolant ? GTS Martinique ? ✓ PROCAP ? Autre ?
Production de matériau en palme	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Martinique Construction Carbet Toit Végétal
Transformation du coprah	<ul style="list-style-type: none"> ✓ En recherche d'acteurs potentiels auprès de l'AMPI, du PRAM et du CR. Coopérative ? ✓ Entreprises agroalimentaires ou cosmétiques ?
SUPPORT TECHNIQUE	
Recherches sur la culture de cocotiers	<ul style="list-style-type: none"> ✓ CIRAD
Ingénierie et R&D écomatériaux isolant pour développer un produit conforme à un cahier des charges	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Porteur du projet ✓ Bureaux d'études techniques et laboratoires (LNE, CSTB...)
Mise en conformité réglementaire et normative du produit	<ul style="list-style-type: none"> ✓ CSTB (FCBA), ACERMI ✓ Autres : ex Référentiel HQE
Ingénierie et R&D : transformation du coprah	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Instituts de recherche : CIRAD, INRA (notamment INRA Centre de Versailles-Grignon), PARM ✓ Laboratoires (Institut Pasteur, Mérieux...)
DISTRIBUTION	
Isolant	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Porteur de projet si activité de pose d'isolant ✓ Distributeurs et poseurs (agrés ISOL'EKO) ✓ Concurrence tôle isolante et autres isolants
Huile de coprah ou cosmétique l'intégrant dans sa composition	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Industries cosmétiques Martiniquaises (Laboratoire Caraïbes Cosmétiques) et éventuellement Guadeloupéennes (JG Odélie, Bertina Salomé) ✓ Grande distribution, boutiques spécialisées, instituts de beauté, etc.
Lait de coco (ou autre)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Grande distribution, restauration, pâtisseries, etc.



DEVELOPPEMENT COMMERCIAL, SOUTIEN FINANCIER ET ACCOMPAGNEMENT	
Promotion de l'industrie locale	✓ CCIM, Conseil Régional, AMPI
Promotion de l'utilisation d'isolants	✓ ADEME, EDF, SMEM, collectivités territoriales
Aides financières	✓ EDF (programme ISOL'EKO) → maître d'ouvrage ✓ ADEME, collectivités territoriales → projet ✓ CR, CG dans le cas de l'intervention de l'ESS
Accompagnement au projet	✓ Technopole Martinique (aide à l'innovation) ✓ CCIM : Accompagnement des éco-entreprises
UTILISATION DES PRODUITS	
Ingénierie, choix de l'isolant	✓ Bureau d'études
Mise en œuvre de l'isolant	✓ Sociétés de pose d'isolant (liste de poseurs agréés EDF)
Formation gestes de prévention	✓ Porteur de projet, sociétés de construction, EDF (ISOL'EKO)
Mise en œuvre des palmes de cocotier	✓ Martinique Construction Carbet Toit Végétal
Utilisation des produits cosmétiques ou agroalimentaires	✓ Consommateur grand public, professionnels de l'esthétique et de la restauration-pâtisseries



4.4 DOCUMENTS CONSULTABLES

Sujet	Document
Exploitation de cocoteraies en Nouvelle Calédonie	ERPA, Coopérative C.A.A.P.O http://www.erpa.nc/node/30
Risque jaunissement mortel des cocotiers	« Évaluation du risque simplifiée du jaunissement mortel du cocotier », Avis de l'Anses, Rapport d'expertise collective, 2012
Information sur la production mondiale de noix de coco	Conférence des Nations Unies sur le Commerce et le Développement, http://www.unctad.info/fr/Infocomm/Produits-AAACP/Noix-de-coco/
Procédé de production d'huile de coprah	« Etude d'un procédé de fabrication d'huile de coco alimentaire pour Ouvéa, une application du séchage-friture », Lange B, Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement, Montpellier; Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Toulouse, 1994
Référentiel HQE	« REFERENTIEL POUR LA QUALITE ENVIRONNEMENTALE DES BATIMENTS, bâtiments Tertiaires, ADDENDUM APPLICABLE AUX DOM-COM », Octobre 2012, mise en application : 25 janvier 2013
Procédure Avis Technique	« Guide technique spécialisé pour la constitution d'un dossier de demande d'Avis Technique : Isolants à base de fibres végétales ou animales ; Produits isolants destinés à l'isolation thermique par l'intérieur » approuvé par le Groupe Spécialisé n° 20 le 17 janvier 2012, puis par la Commission chargée de formuler les Avis Techniques le 18 juin 2012
Procédure ACERMI	« Référentiel Produit n°11, Produits manufacturés à base de fibres végétales ou animales », mis en application le 15/03/2013
CIRAD	« Nouvelle orientation de la filière cocotier : Mieux valoriser le potentiel alimentaire de la noix », CIRAD

4.5 NOTES

Références utilisées :

- ✓ 1 cocotier produit 50 à 80 noix / an
- ✓ Poids d'une noix de coco : 1,5 kg
- ✓ Disposition triangulaire : 180 cocotiers/ha → Productivité : 15 t cocos / ha
- ✓ 120 à 200 g de fibres / noix de coco
- ✓ 270 g de coprah / noix de coco composée (USDA) :
 - A 50 % d'eau
 - A 35 % d'huile
- ✓ Le coprah est séchée jusqu'à 5 % d'humidité
- ✓ La composition du lait de coco est la suivante (USDA) :
 - 21,33 g d'acides gras / 100 g
 - 72,88 g d'eau / 100 g
 - Densité : 0,969 kg/L (pour une teneur en matière grasse de 35%)
- ✓ L'huile de coco a une densité de 0,92427 kg/L



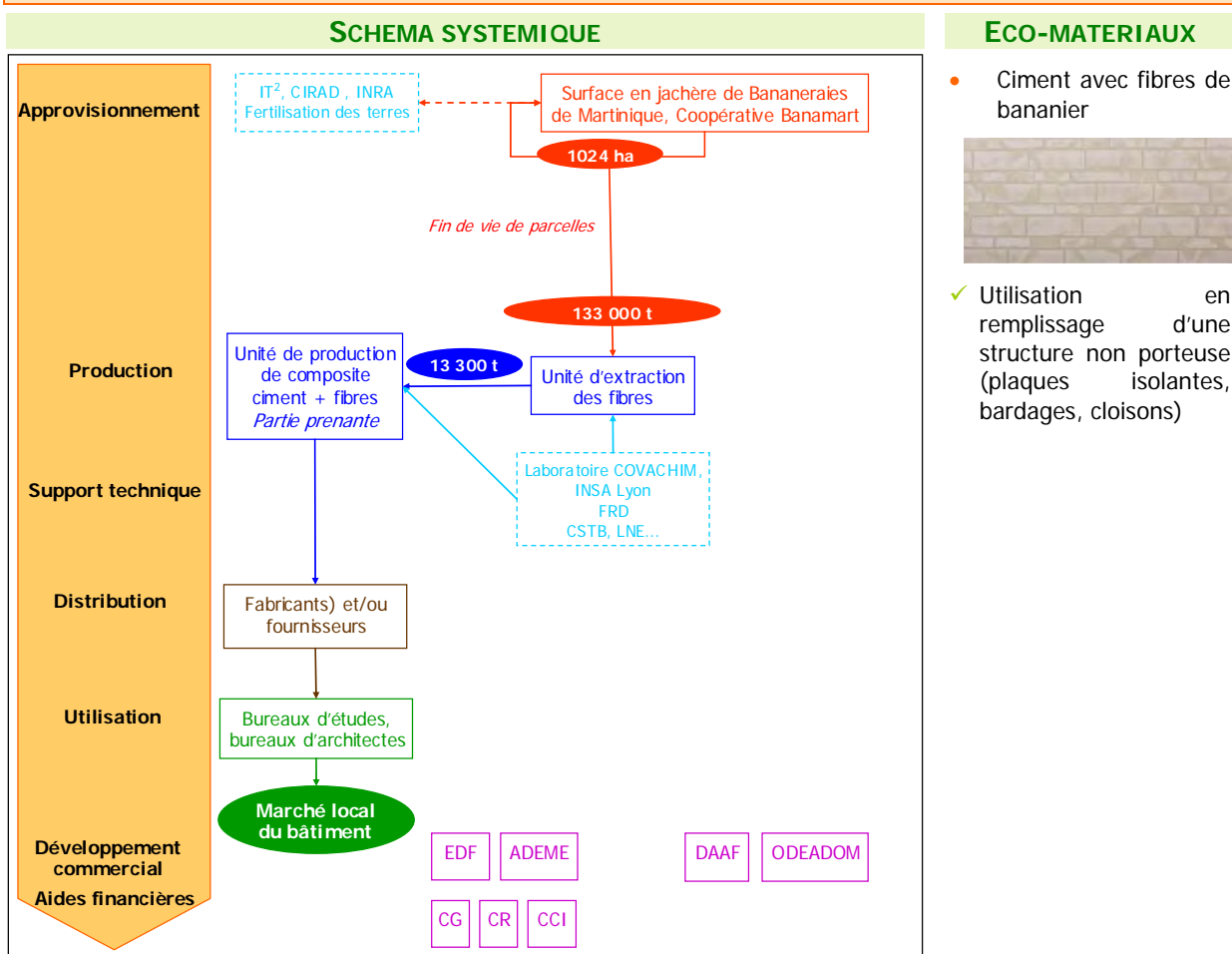
5 FILIERE BANANE

La production de banane pour l'export bénéficie d'une filière structurée par une organisation de producteurs et dispose de l'expertise de plusieurs centres de recherche.

Or la fibre de banane intégrée à une matrice cimentaire représente un éco matériau qui présente de nombreux avantages : réduction de la part de ciment utilisé (-3 %), caractéristiques isolantes, résistance du matériau...

Cette étude consiste à envisager comment la filière actuelle pourrait accueillir une activité de production d'éco matériau par la transformation des pseudo-troncs de bananiers en fibres végétales.

5.1 FILIERE BANANE PRESENTATION SYSTEMIQUE



APPROVISIONNEMENT

- ✓ Bananeraies exploitées uniquement pour la production de bananes (export)
- ✎ Conflit d'usage : utilisation de la biomasse pour amender les sols ou faire du compost (Bokashi) → pseudo-troncs en fin de vie de parcelle (7 ans).
- ✎ Nécessité d'un intérêt financier pour le producteur
- ✓ 2 organisations possibles pour la récolte
 - Par le producteur, à la tâche : mobilisation préférentielle de la main d'œuvre pour la banane
 - Par le porteur de projet ou un prestataire

PRODUCTION

- ✓ Procédé d'extraction des fibres connu, expérience de COVACHIM à échelle laboratoire.
- ✓ Pyrolyse : bonne résistance mécanique du matériau ; Hydrolyse chimique : bonne cohésion fibre-matrice et pérennité de la fibre
- ✎ Etudier la technique d'exportation des stipes
- ✎ Automatisation du procédé d'extraction à développer
- ✎ Procédé chimique consommateur d'eau
- ✓ Fabrication du béton composite identique au procédé classique en usine à béton existante ou sur chantier
- ✓ Possibilité pour les fabricants locaux de ciment de diversifier leur activité

SUPPORT TECHNIQUE - INGENIERIE

- ✎ Nécessité de trouver une solution pour éviter d'accélérer l'appauvrissement des sols (soutien scientifique et technique : INRA, CIRAD, IT²)
- ✓ Tester les propriétés de l'écomatériau (mécaniques, thermiques, phoniques, hygrométriques...)
- ✓ Normes et DTU à respecter : DTU 21, DUT 23.1, NF EN 771-3, NF P 12-023-2

DISTRIBUTION

- ✓ Fabricants et fournisseurs locaux de ciments
- ✓ Concurrence avec le ciment traditionnel

AIDES FINANCIERES - DVP COMMERCIAL

- ✓ Filière agricole : aides financières actuelles (FEADER, MAE, etc.), plan banane durable II.
- ✓ Eco matériaux : ADEME, CR, CG, EDF ?



5.2 ANALYSE SYNTHETIQUE

FORCES	FAIBLESSES
<ul style="list-style-type: none">▪ Gisement potentiel important (potentiellement suffisant pour couvrir le marché des maisons individuelles et bien davantage)▪ Technique d'extraction des fibres connue et écomatériau étudié dans les Antilles françaises (COVACHIM)▪ Mise en œuvre de l'eco matériau similaire à la mise en œuvre du ciment standard▪ Propriétés du matériau potentiellement intéressantes pour ses propriétés isolantes (à tester) et sa résistance (risque sismique).▪ L'amendement par les pseudo-troncs au moment de la jachère n'est pas indispensable, et leur export est donc envisageable▪ Les petits producteurs de banane ont besoin de diversifier leur activité	<ul style="list-style-type: none">▪ Conflit d'usage des pseudo-troncs de bananiers → nécessité d'acheter la matière première à un prix intéressant pour le producteur▪ Précautions à prendre pour l'extraction des fibres (risque chimique, risque de brûlure) et pour le ciment (irritant)▪ Activité de cimenterie malgré tout polluante : impact sur l'environnement fort, mais moindre que du ciment classique▪ Peu d'intérêt à créer une nouvelle usine spécialisée en composite fibre ciment.▪ Matériau ciment-fibres végétales non utilisé en Martinique▪ Matériau au stade « recherche et développement »▪ Depuis le 1^{er} janvier 2013, l'OP Banalliance n'a plus d'agrément POSEI et tous les planteurs sont désormais à Banamart. Certains arrêteront de produire fin 2013.
OPPORTUNITES	MENACES
<ul style="list-style-type: none">▪ Possibilité de créer une activité d'extraction des fibres portée par Banamart▪ Opportunité pour la filière banane d'obtenir un autre revenu et diversifier sa production (fibres végétales), dans un contexte économique difficile pour la filière▪ L'extraction de la fibre permettrait de créer des emplois peu qualifiés, locaux.▪ Il existe déjà un projet de valorisation de bananier (FibandCo), qui a bénéficié de l'accompagnement de la CCIM (éco-entreprise) et du Technopôle▪ Possibilité de mutualiser l'extraction des fibres de bananier avec d'autres types de fibres (cocos ?)▪ Projet valorisation biomasse et diversification de l'activité en accord avec la politique régionale et communautaire (PDR, FEADER)	<ul style="list-style-type: none">▪ La production d'écomatériau dépend de la filière banane : si l'OP n'est pas impliquée le projet est risqué▪ Filière dépendante des subventions (en particulier FEADER)▪ Volonté des planteurs de diversifier leur activité ?▪ L'alternative à l'amendement par la biomasse (-10% en poids) doit rester intéressante financièrement▪ Filière fragilisée : maladies, en particulier la cercosporiose noire (champignon), et baisse constante de la SAU depuis 20 ans face aux aléas sanitaires (cercosporiose), climatique (cyclones) et économique (concurrence).▪ Porteur de projet = cimenterie existante ? coopérative ?▪ Plan Banane Durable II en rédaction : le type de matériel pour lesquels il y aura un cofinancement par l'ODEADOM est fixé au départ et verrouillé



5.3 IDENTIFICATION DES ACTEURS

Rôle	Acteurs
APPROVISIONNEMENT	
Exploitation des bananeraies (stipes)	✓ Coopérative : Banamart ✓ Union des groupements de producteurs (UGPBAN) ✓ Planteurs de bananiers
Production de ciment	✓ Cimenteries (ex : Lafarge Ciments Antilles)
PRODUCTION	
Production de fibres	✓ Actuellement inexistant, mais potentiellement la coopérative des planteurs, ou bien le porteur de projet
Production de ciment-fibre	✓ Le porteur de projet, potentiellement une cimenterie déjà implantée en Martinique
SUPPORT TECHNIQUE	
Suivi de la qualité des sols	✓ CIRAD, INRA, IT ²
Recherche et Développement sur les fibres, leur extraction, les matrices ciments-fibres	✓ COVACHIM ✓ INSA Lyon ✓ Fibres Recherche Développement (FRD)
Réalisation d'essais pour garantir les caractéristiques du matériau	✓ CSTB, LNE ✓ COVACHIM
DISTRIBUTION	
Distribution de fibrociment prêt à l'emploi et/ou à utiliser sur chantier	✓ Cimenterie
Utilisation	✓ Dimensionnement en bureau d'études ✓ Utilisation en construction
DEVELOPPEMENT COMMERCIAL, SOUTIEN FINANCIER ET ACCOMPAGNEMENT	
Soutien à la diversification des produits issus de la filière banane	✓ DAAF, ODEADOM
Promotion de l'industrie locale	✓ CCI, Conseil Régional, AMPI
Promotion de l'utilisation de l'écomatériau	✓ ADEME, SMEM, collectivités territoriales
Aides financières	✓ EDF ? ✓ ADEME, collectivités territoriales ✓ CR, CG ...
Accompagnement au projet	✓ Technopole Martinique (aide à l'innovation) ✓ CCI, Conseil Régional
UTILISATION DES PRODUITS	
Utilisation	✓ Dimensionnement en bureau d'études ✓ Utilisation en construction



5.4 DOCUMENTS CONSULTABLES

Sujet	Document
Plantes de couvertures, jachère, IT ²	http://www.ugpban.com/doc_it2/Fiche9_Lhenerbement.pdf http://www.ugpban.com/doc_it2/Fiche2_jachere_raisonnee.pdf
Mode d'extraction des fibres de bananier	Study of banana and coconut fibres Botanical composition, thermal degradation and textural observations, Bilba K, Arsene MA, Ouensanga A, 2007
Caractéristiques des fibres de bananiers	Banana Fibers–Variability and Fracture Behaviour, Samrat Mukhopadhyay, Raul Fanguero, Yusuf Arpaç, Ülkü Şentürk, 2008
Fibrociment	Chemically and thermally treated vegetable fibers for reinforcement of cement-based composites, Arsene MA, Okwo A, Bilba K, Soboyejo ABO, Soboyejo WO, 2007
Etude ACV transformation bananier	Evaluation environnementale des placages Greenblade (FibandCo), FCBA, 2012
Secteur du ciment en Martinique (AMPI)	http://martiniqueindustrielle.net/pages.php?parent=13&id=38&offset=0
Cimenteries de Martinique et dynamique QSE	http://www.technopolemartinique.org/Produits-mineraux.html

5.5 NOTES

Références utilisées :

- 500 à 1 000 ha de plantations en jachère chaque année (source : Banamart)
- Biomasse fraîche rendue à la parcelle : 72 à 127 t/ha, dont 60 à 93 t/ha représente du pseudo tronc (source : KHAMSOUK, 2001)
- Rendement de l'extraction de fibres : environ 50 %
- Part de fibres dans le ciment : 1,5 % (peut atteindre 3 %)

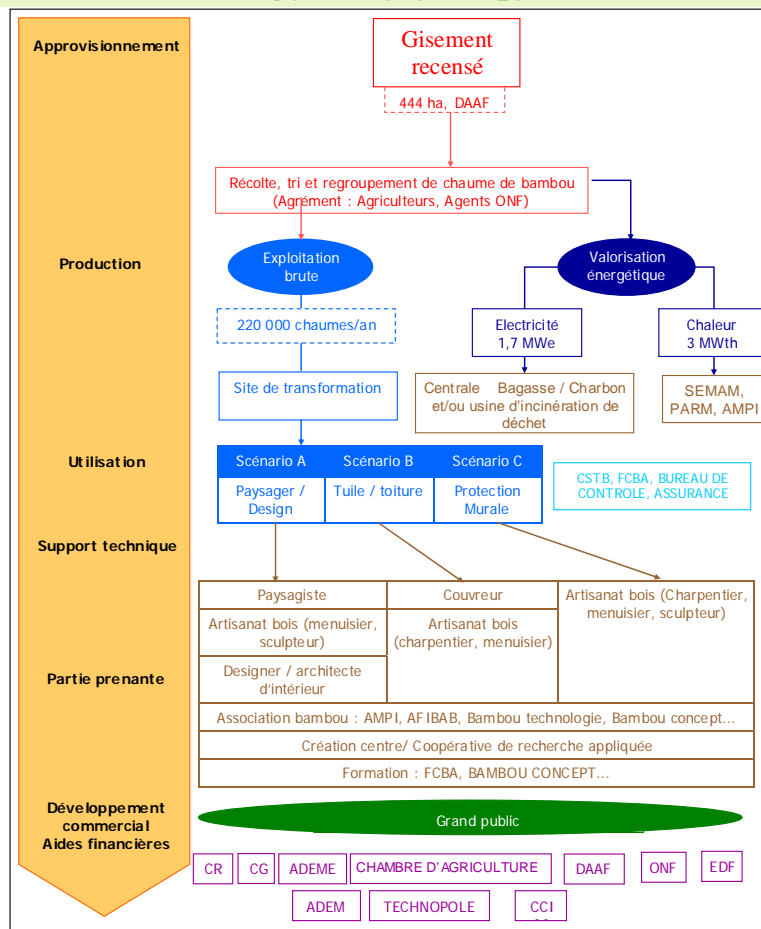


6 FILIERE BAMBOU

Le *bambou vulgaris*, encore désigné par le terme « bambou local » présente un potentiel de valorisation locale : la valorisation artisanale en construction ou en second-œuvre et la valorisation énergétique.

6.1 FILIERE BAMBOU : PRESENTATION SYSTEMIQUE

SCHEMA SYSTEMIQUE

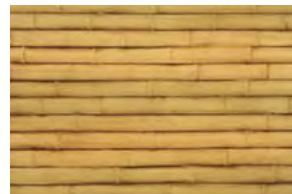


ECO-MATERIAUX

- Scenario A : Paysager / design



- Scenario B : Tuile / toiture



- Scenario C : Protection murale



APPROVISIONNEMENT

Scénario 1

444 ha (maturité à 4 ans), soit 220 000 chaumes

Nécessite une convention de partenariats entre l'ONF et les prestataires extérieurs.

PRODUCTION

Exploitation brute

Prévoir un espace de séchage, de traitement (fongicide, longévité, esthétique, feu) et de travail
Logistique : Fendoir, hachette, couteaux, corde, perceuse, marteau, résine.

Scénario A : 100 m de barrière 150 chaumes → 147 km/an

Scénario B : 100 m² de toiture 350 chaumes → 627 toitures/an

Scénario C : 100 m de protection murale 1 500 chaumes → 14 667 m/an

Valorisation énergétique

Prévoir un espace de séchage et de broyage.
Logistique : Broyeur (usine bagasse charbon ou l'incinérateur de déchets)

1,7 MWe → 6% ENR

SUPPORT TECHNIQUE - INGENIERIE

- ✓ Essai technique au FCBA : Institut technologique Forêt Cellulose Bois et Aggloméré.
- ✓ Avis technique CSTB
- ✓ Méthode de calcul bureau d'études bois
- ✓ NORME ISO 22156 – 2004 ; 22157 – 2004 ; 16572 - 2008 ; 16415 – 2012
- ✓ Trame d'expertise de bureau de contrôle et assurance

DISTRIBUTION

- ✓ Exploitation brute : grande surface et magasin spécialiste du bois
- ✓ Valorisation énergétique : EDF et CACEM.

AIDES FINANCIERES - DEVELOPPEMENT COMMERCIAL

- ✓ Filière agricole : aides financières actuelles (FEADER, MAE, etc.).
- ✓ Eco matériau : ADEME, CR, CG, EDF, ADEM
- ✓ Création d'entreprise : CCIM, Technopôle



6.2 ANALYSE SYNTHETIQUE

FORCES	FAIBLESSES
<ul style="list-style-type: none">▪ Ressource ONF potentiellement gratuite▪ Matière première abondante par rapport au besoin, le gisement de l'ONF permettrait d'installer 627 toitures (100 m²) par an▪ Facilite le développement socio économique car les usages et corps de métiers sont multiples : paysagère, toiture, murale, artisanat, coupeur,...▪ Le bambou est une espèce à croissance rapide, ce qui permet un stockage de CO₂ performant▪ Un gisement diffus mais fort probablement important de bamboueraie, hors ONF (en attente de la carte)▪ Climat et terre appropriés au développement du bambou▪ Phyto accumulatrice d'organo chloré dont le chloredécone▪ Potentiel intéressant en valorisation énergétique	<ul style="list-style-type: none">▪ Nécessite des traitements (feu, longévité, fongicide, propriétés mécaniques...)▪ Accès à certaines bamboueraies difficiles (en attente de la cartographie)▪ L'espèce <i>vulgaris</i>, ne pousse pas systématiquement en ligne droite▪ L'espèce <i>vulgaris</i> pousse en bosquet▪ L'espèce <i>vulgaris</i> cisaille facilement (cassant)▪ Difficile à éradiquer : le bambou est une espèce exotique envahissante.▪ Germination tous les 150 ans▪ Vision péjorative du bambou « <i>vulgaris</i> »▪ Certaines colles utilisées pour constituer les dérivés du bambou sont nocives pour l'environnement
OPPORTUNITES	MENACES
<ul style="list-style-type: none">▪ Création d'une convention entre l'ONF et les prestataires extérieurs pour la récupération du bambou▪ Création d'une coopérative de recherche appliquée pour la maîtrise de la filière bambou « <i>vulgaris</i> » (notamment les rhizomes)▪ Récupération de bambou chez le particulier▪ Certification sur la gestion (plantation, développement, coupure, séchage, traitement, post industrialisation) d'une bamboueraie en vue de son exploitation rationnelle▪ Etude de plantation de bamboueraie en vue de la dépollution de terre contaminée au chloredécone▪ Formation des parties prenantes pour l'initiation des filières d'exploitation de l'éco matériaux :<ul style="list-style-type: none">➢ France : Bambou technologie, Bambou concept, BSI, AFIBAB, APBM...➢ Latino caribéen : Formation Colombie, Brésil, Costa Rica▪ Valorisation énergétique possible à la centrale bagasse charbon, usine d'incinération des ordures ménagères, SEM des Abattoirs de la Martinique, diverses industries de la Martinique▪ Le développement de cette filière permettrait de maîtriser les bamboueraies et de gérer les stations d'espèces.	<ul style="list-style-type: none">▪ Peu de bambou en ligne droite, donc beaucoup de refus pour l'exploitation brute▪ Les utilisations en exploitation brute ne sont pas suffisamment robustes, donc commercialement invendables▪ Peu de bambou, car les sources d'approvisionnement sont trop complexe à mettre en œuvre▪ Les exploitations brutes du <i>vulgaris</i> héritent de sa vision péjorative, donc inhibe la phase de commercialisation▪ Les dérives commerciales, entraînent à l'utilisation de colles ou autres éléments, non appropriés▪ La propagation non maîtrisée du bambou <i>vulgaris</i> est une menace pour la biodiversité



6.3 IDENTIFICATION DES ACTEURS

Rôle	Acteurs
APPROVISIONNEMENT	
Gisement recensé	✓ Toutes personnes habilitées : système d'habilitation à définir (agriculteurs, agents ONF...)
Gisement cultivable (surface agricole non utilisable)	✓ Toutes personnes habilitées : système d'habilitation à définir (agriculteurs, agents ONF...)
PRODUCTION	
Paysager/design	✓ Les associations (AFIBAD, APBM, Bambou concept, génération bambou...), menuisiers, sculpteurs, charpentiers designers, architectes d'intérieurs, coopérative de recherche appliquée.
Tôle/toiture	✓ Les couvreurs, charpentiers, menuisiers, sculpteurs, associations (AFIBAD, APBM, Bambou concept, génération bambou...), coopérative de recherche appliquée.
Protection murale	✓ Menuisiers, charpentiers, associations (AFIBAD, APBM, Bambou concept, génération bambou...), coopérative de recherche appliquée.
Valorisation énergétique	✓ EDF, SMEM, Technopole, Centrale bagasse charbon, Usine d'incinération des ordures ménagères, SEM Abattoirs Martiniquaise, AMPI, PARM
SUPPORT TECHNIQUE	
Essai technique	✓ FCBA
Avis technique	✓ CSTB ✓ Bureau de contrôle/assurance
Note de calcul	✓ Bureau étude BOIS (Résistance mécanique)
Normalisation	✓ ISO 22156-2004 ; 22157-2004 ; 16572-2008 ; 16415-2012
DISTRIBUTION	
Exploitation brute	✓ Grande surface et magasin spécialisé (CARREFOUR, WELDOM...)
DEVELOPPEMENT COMMERCIAL, SOUTIEN FINANCIER ET ACCOMPAGNEMENT	
Collectivité	✓ Conseil Régional, Conseil Général, communes,
Institutionnelle	✓ ADEME, CCIM, AMPI, TECHNOPOLE, ADEM
Aides forestière et agricole	FEADER, MAE, DAAF, ONF, Chambre d'agriculture
Accompagnement au projet	✓ Associations ✓ Coopérative de développement sur le bambou. ✓ Technopole Martinique (aide à l'innovation) ✓ Instance de formation : FCBA, associations, RSMA, Ecole/institut professionnelle du bâtiment. ✓ Bureau d'études
UTILISATION DES PRODUITS	
Utilisation	✓ Dimensionnement en bureau d'études ✓ Utilisation en construction



6.4 DOCUMENTS CONSULTABLES

Sujet	Document
Technique artisanale du bambou	Palissade en bambou, Isao Yoshikawa, Edition Eyrolles, 2006 (livre).
Variété et croissance du bambou.	Le bambou pas à pas Yves et Simon CROUZET, Edition Edisud, 2007 (livre).
Aspect thermique du bambou	Concevoir des bâtiments bioclimatiques, Pierre FERNANDEZ, Pierre LAVIGNE, Edition Le moniteur, 2009 (livre)
Technique de construction	Manuel de construction écologique (livre)
Référentiel international	www.iso.org : ISO 22156 ; 22157; 16572; 16415:
Utilisation des sols	Agreste.gouv.fr : utilisation des sols en Martinique (pdf téléchargeable)
Valorisation énergétique	www.phytorem.com : comparatif des PCI (pdf téléchargeable)
Consommation d'énergie	www.ademe.fr : Tableau de bord de l'énergie et du climat de la Martinique (pdf téléchargeable)

5.5 NOTES

Références utilisées :

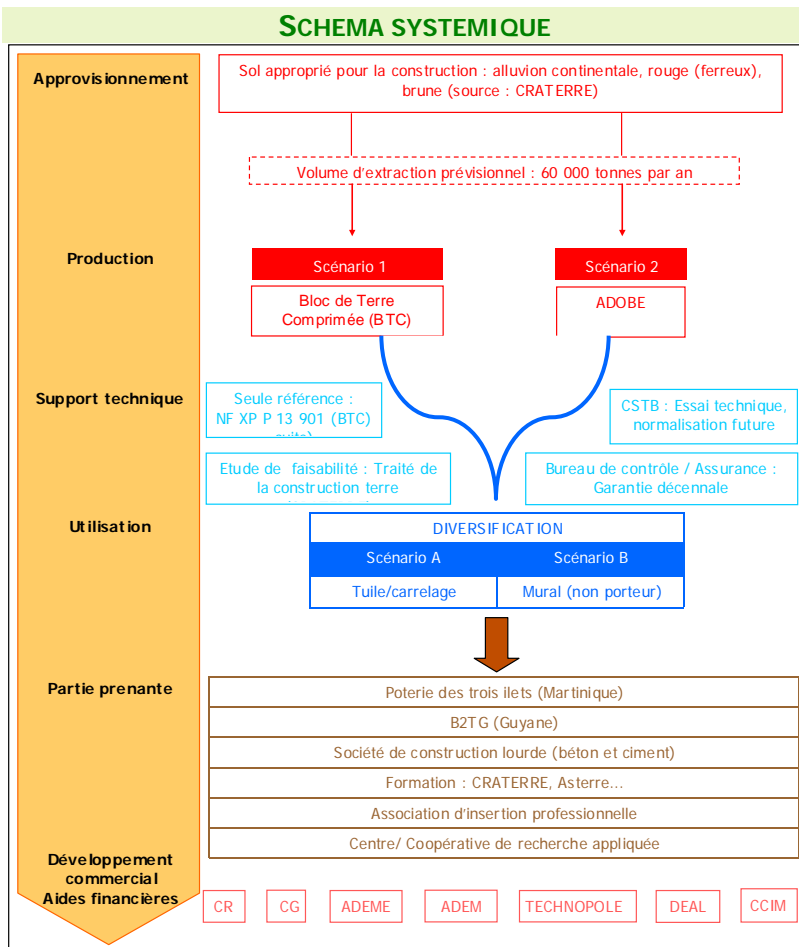
- 1 ha = 50 bosquets
- 1 bosquet = 50 chaumes
- 1 bosquet = 700 kg de matière sèche
- PCI Bambou= 4 500 kCal/kg
- Rendement centrale thermique : 40%
- Rendement chaudière : 90 %



7 FILIERE TERRE CRUE

Plus de 50 % de la population mondiale vit dans des constructions en terre. La terre crue en particulier représenterait un intérêt en construction en Martinique. Nous étudions donc la possibilité de la construction en terre crue : Bloc de Terre Comprimé et de l'adobe.

7.1 FILIERE TERRE CRUE : PRESENTATION SYSTEMIQUE



ECO-MATERIAUX

- Scénario 1 : BTC



- Scénario 2 : ADOBE



APPROVISIONNEMENT

Nécessite une autorisation d'exploitation de carrière à la DEAL.

La poterie des 3 îlets extrait 20 à 25 000 tonnes d'argile par an, et est en attente d'une autorisation d'extraction de 60 000 tonnes par an. Cependant, elle utilise un sol de type vertique qui n'est pas approprié pour des constructions terre crue.

SUPPORT TECHNIQUE - INGENIERIE

- ✓ Avis technique CSTB : Centre Scientifique et Technique du Bâtiment
- ✓ Méthode de calcul bureau d'études structure (ciment)
- ✓ Norme XP P 13 901
- ✓ Trame d'expertise de bureau de contrôle et assurance
- ✓ Traité de construction terre : normalisation de l'état de l'art (CRATERRE)

PRODUCTION

Bloc Terre Comprimé

ADOBE

Prévoir une espace d'entreposage

Logistique : Presse électrique ou manuelle, broyeur et tamiseur.

Typologie : Terre sans gros cailloux ou gros graviers, mais avec une proportion équilibrée de sable, limon et argile. Un surcroît d'argile fissurerait au séchage, il est donc recommandé d'ajouter du sable. Très souvent on ajoute de la chaux ou du ciment, pour augmenter sa résistance mécanique et à l'eau.

Prévoir un espace de séchage et d'entreposage.

Logistique : Moule

Typologie : Terre relativement fine, qui ne contient ni cailloux, ni graviers car pétrie, malaxé et moulée à l'état plastique. Un surcroît d'argile facilite la fissuration, dans ce cas ajout de sable ou paille pour augmenter la résistance en traction.

DISTRIBUTION

- ✓ Tuile/carrelage
- ✓ Murale (non porteuse)

AIDES FINANCIERES – DVP COMMERCIAL

- ✓ Institution : ADEME, TECHNOPOLE, CCIM, ADEM, DEAL, AMPI
- ✓ Collectivité : CR, CG, Communes



7.2 ANALYSE SYNTHETIQUE

FORCES	FAIBLESSES
<ul style="list-style-type: none">▪ Gisement argileux et sableux abondant au Sud de la Martinique▪ Filière terre cuite très active en Martinique▪ Filière terre crue existante en Guyane▪ Adaptation facile de terre cuite à crue▪ Technique de construction terre crue (adobe et BTC) similaire au construction parpaing▪ Matériau moins cher que le ciment et la terre cuite, car n'a pas besoin de cuisson▪ Le travail manuel garanti la meilleure qualité de matériaux : développement social▪ Incombustible▪ Bonne inertie thermique▪ Construction à faible énergie grise▪ Sol de type alluvion, rouge et brun, sol utilisable pour la construction terre crue (présente en Martinique)	<ul style="list-style-type: none">▪ Résistance mécanique faible : pas utilisable en mur porteur▪ Résistance à l'eau faible▪ Peut nécessiter des mélanges (sable, chaux, ciment)▪ Filière terre crue peu normalisée▪ Le sol vertique utilisé pour la construction terre cuite en Martinique n'est pas exploitable pour des bâtis en terre crue
OPPORTUNITES	MENACES
<ul style="list-style-type: none">▪ Mettre en place une campagne de quantification et qualification de terre de l'horizon B (entre les roches et la terre organique), en vue de la construction en terre crue (ADOBE, BTC, voir aussi pisé, bauge, torchis, enduit)▪ Faire évoluer la filière terre cuite (poterie des 3 îlets) en filière terre crue▪ Envisager le partenariat B2TG et Poterie des 3 îlets en vue de la création de filière terre crue en Martinique▪ Envisager le développement de la société Guyanaise B2TG, en vue de l'installation d'une filière terre crue▪ Accompagner l'amélioration du savoir faire, pour l'optimisation des propriétés mécaniques▪ Développer une certification des professionnels, pour la construction terre crue▪ Développer une normalisation de la filière▪ Créer d'une coopérative de développement (technique et normative) de filière terre crue aux Antilles	<ul style="list-style-type: none">▪ Dérive des constructeurs et/ou particuliers, pour l'utilisation de la terre crue en structure porteuse : risque d'écroulement, dégât matériel et humain▪ Les dérives commerciales, implique à acheter la matière première outre mer. Ce qui induit une augmentation significative de l'énergie grise▪ La population a une vision péjorative de la construction terre crue, donc complique la phase de commercialisation▪ Les dérives commerciales entraînent à des mélanges ou proportions inappropriées de matériaux terre crue : risque d'écroulement, dégât matériel et humain▪ Utilisation de terre inappropriée pour la réalisation de BTC et ADOBE Manque d'édification de règles de l'art de la construction en terre crue : risque de gros dommages (en cas de cyclone par exemple).



7.3 IDENTIFICATION DES ACTEURS

Rôle	Acteurs
APPROVISIONNEMENT	
Etude de faisabilité basée sur le traité de la construction terre.	✓ CRATERRE, ASTERRE,...
PRODUCTION	
Production de BTC	✓ Adaptation de la filière terre cuite de la poterie des 3 îlets, extension de la société Guyanaise B2TG en Martinique, coopérative de constructeurs (lourd), tout accord partenarial
Production d'Adobe	✓ Adaptation de la filière terre cuite de la poterie des 3 îlets, extension de la société Guyanaise B2TG en Martinique, coopérative de constructeurs (lourd), tout accord partenarial
SUPPORT TECHNIQUE	
Etat de l'art : Traité de la construction terre	✓ CRATERRE, ASTERRE
NORME NF XP P 13 901	✓ CSTB
Réalisation d'essais aux normes pour garantir les caractéristiques du matériau	✓ CSTB, LNE
DISTRIBUTION	
Distribution de fibrociment prêt à l'emploi et/ou à utiliser sur chantier	✓ Magasin spécialisé.
Utilisation	✓ Dimensionnement en bureau d'études ✓ Utilisation en construction
DEVELOPPEMENT COMMERCIAL, SOUTIEN FINANCIER ET ACCOMPAGNEMENT	
Collectivité	✓ CR, CG, Communes
Institution	✓ ADEME, TECHNOPOLE, CCIM, ADEM, AMPI, DEAL
Accompagnement au projet	✓ Technopole Martinique (aide à l'innovation) ✓ Bureau d'études ✓ CCI, Conseil Régional
UTILISATION DES PRODUITS	
Utilisation	✓ Dimensionnement en bureau d'études ✓ Utilisation en construction



7.4 DOCUMENTS CONSULTABLES

Sujet	Document
Technique construction terre crue.	BATIR EN TERRE Du grain de sable à l'architecture (livre)
Technique construction terre crue.	Manuel de construction écologique (livre)
Aspect thermique de la terre crue	Concevoir des bâtiments bioclimatiques (livre)
Carte pedologique	www.caribsat.teledetection.fr (pdf téléchargeable)
Référentiel nationale	www.afnor.org : NF XP P 13 901
Utilisation des sols	Agreste.gouv.fr : utilisation des sols en Martinique (pdf téléchargeable)
Donnée économique	www.akterre.com
Carrière en Martinique	www.ggm.drire.gouv.fr : schéma des carrières de la Martinique (pdf téléchargeable)



8 FILIERE BOIS

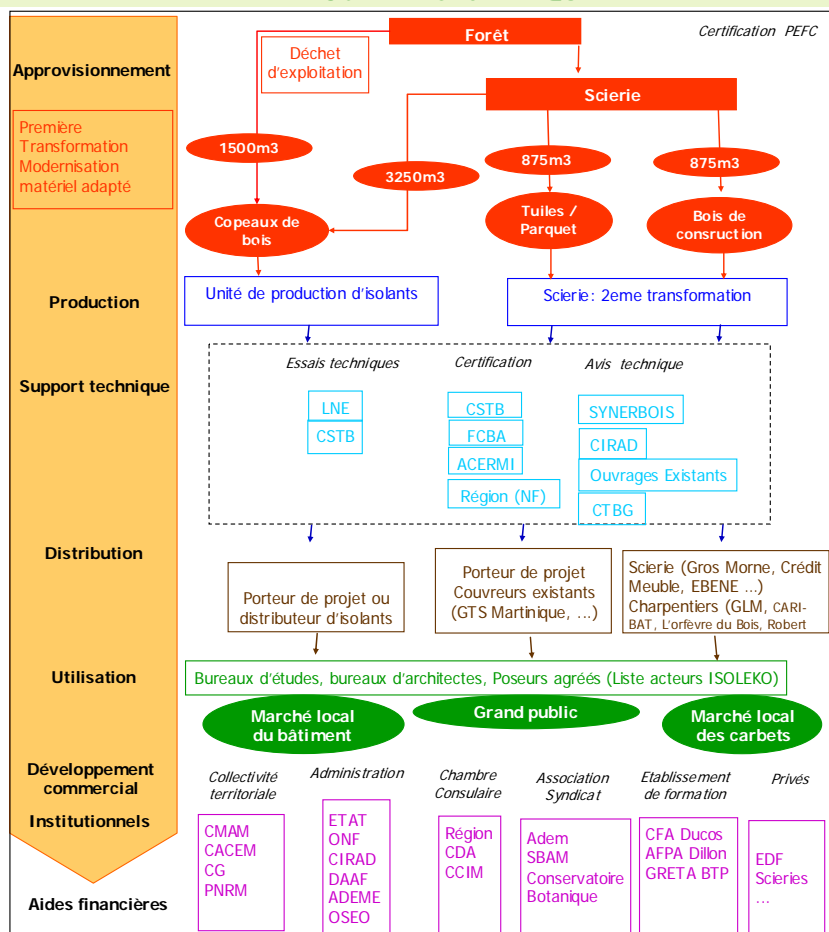
En Martinique, le bois de Mahogany est exploité par plusieurs scieries pour sa transformation en meubles (ébénisterie) ou parfois en construction.

La filière gagnerait à valoriser ce bois en construction, et à transformer les sous-produits tels que le bois d'éclaircie et les déchets de scierie.

Cette étude consiste à étudier les possibilités de créer des éco-matériaux dans le cadre de la filière bois existante en Martinique.

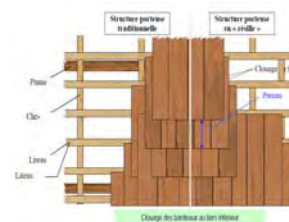
8.1 FILIERE BOIS : PRESENTATION SYSTEMIQUE

SCHEMA SYSTEMIQUE



ECO-MATERIAUX

- Toitures revêtement en tuiles /bardeaux



- ✓ Dimension de la tuile à définir
- ✓ Marché existant (tuiles de wapa, pin classe 4)
- **Isolant vrac bois**
 - ✓ Isolation des combles
 - ✓ Mise en œuvre en vrac
 - ✓ Possibilité de l'utiliser en panneaux
- **Bois de construction**
 - ✓ Constructions mahogany existantes en Martinique (scierie)
 - ✓ A définir : Marquage CE, NF, résistance au feu

APPROVISIONNEMENT

Déchets bois en forêt : actuellement 30% du bois sur pied reste en forêt : branche, grumes=bois valorisable

Déchets bois en scierie : actuellement 60% du bois coupé est exploité en scierie et 30% restent valorisables

Bois pour la construction : possibilité d'utiliser du Mahogany sous forme de poutre, planches... à partir du bois d'éclaircies des forêts publiques et privées. Le gisement est estimé à 30% du bois acheté sur pied soit environ 2 000 m³

Tuiles de bois / bardeau : Basé sur le même gisement de bois d'éclaircie. Utilisation bois > 25 cm diamètre.

Isolant fibres vrac : valorisation de la plaquette forestière= 30% déchets de scierie = 1 000 m³.

PRODUCTION

- ✓ Bois construction : Transformation primaire ; valorisation du bois d'éclaircie sous réserve Marquage CE obligatoire pour le bois de structure (FCBA, CSTB, QUALISUD)
- ✓ Tuiles en bois de Mahogany : Transformation secondaire ; 2 procédés connus avec équipements spécifique (fendage ou sciage du petit bois minimum 25cm de diamètre) 1 m³ = 1 000 bardeau
- ✓ Isolant fibres en vrac : défibrage, nettoyage, ignifugation ; Pas de retour sur non résineux

SUPPORT TECHNIQUE - INGENIERIE

- ✓ Essais à mener sur les 3 écomatériaux : Durabilité (classe 4 pour la construction), Résistance au feu, moisissures (eau stagnante)... Procédure de mise en œuvre à développer et adaptabilité du matériau (humidité, risque sismique...) → RTM, AT, ACERMI

DISTRIBUTION

- ✓ Bois de construction : En remplacement du bois d'importation, sur les mêmes circuits de distribution
- ✓ Tuiles en bois : En remplacement des tuiles en bois importées (Wapa et pin classe 4, GTS Martinique)
- ✓ Isolant vrac: pose exclusive par des professionnels formés à la procédure de mise en œuvre

AIDES FINANCIERES - DVP COMMERCIAL

- ✓ ADEME, CR, CG, CCIM, EDF (ISOL'EKO)
- ✓ Divers : crédit d'impôt, aide à la rénovation, TVA à taux réduit, éco-prêt à taux zéro

- ✓ Investissement dans broyeur / défibreux / fendeuse

Valorisation actuelle :

- ✓ Forêt : charbonnage
- ✓ Scierie : bois de palette si segment > 1m (environ 10% des volumes) + compostage agricole



8.2 ANALYSE SYNTHETIQUE

FORCES	FAIBLESSES
<ul style="list-style-type: none">▪ 2 000 ha de forêts, dont 1 500 ha public (850 ha accessibles par les routes et les pistes) et 500 ha privés▪ 7 000 m3 de bois sur pieds issu des forêts publiques et privées exploité aujourd'hui▪ Amélioration de l'offre bois local (5% actuellement)▪ 70 % de taux de perte à valoriser sur les volumes achetés sur pied▪ La qualité des bois de coupe hétérogène peut augmenter la disponibilité pour la filière éco matériau▪ Des équipements d'exploitation performants (tracteur puissant, camion, débardage par câble)▪ Des exploitants scieurs prêts pour diversifier leur production : certains sont déjà adaptés pour le petit bois	<ul style="list-style-type: none">▪ Une ressource difficile d'accès : le bois d'éclaircie est laissé sur place car trop difficile à récupérer.▪ Une filière peu structurée ; Disparition du SBAM (Syndicat du bois de la Martinique)▪ Les coûts tirés vers le bas du fait de filière d'importation et de travail « informel »▪ Certaines scieries doivent moderniser leurs équipements pour l'adapter au petit bois: Fendeuse ou scie adaptée (tuiles/ bardeaux), déchiqueteuse (plaquette), défibreuse (isolant vrac), ...▪ Fonctionnement en flux tendu : la production s'effectue en fonction de la demande▪ Le marché local est limité. Le potentiel d'absorption du marché doit couvrir l'offre
OPPORTUNITES	MENACES
<ul style="list-style-type: none">▪ Développer de la valeur ajoutée pour le bois d'éclaircies et les déchets de bois▪ Rentabiliser le débardage par câble (très cher actuellement) en augmentant les volumes▪ Mutualiser les investissements avec d'autres filières éco-matériau pour obtenir un gisement important de fibres en vrac▪ Investir dans du matériel (fendeuse, scieuse de tête petit bois). Mutualiser avec autres filières ? (ex : défibreuse)▪ Obtenir le label PEFC : intérêt croissant pour les forêts gérées de manière durable (intérêt limité au vu du gisement)▪ Valorisation des éco matériaux sur des marchés « innovants » (intérêt technique et qualitatif par rapport à la concurrence)▪ Les éco matériaux peuvent être certifiés par un label en lien avec l'ONF	<ul style="list-style-type: none">▪ Concurrence : compétitivité avec les marchés existants des filières d'importation (tuiles de pin, de wapas), isolants, bardages▪ Projet existant : valorisation énergétique des coproduits du bois, basé sur les mêmes gisements▪ Vulnérabilité face aux aléas climatiques (cyclones)▪ Surexploitation et trop faible régénération des bois en forêt privée▪ Le bois d'éclaircie <25cm ne peut être utilisé pour la réalisation de tuiles (trop tendre)▪ Les tuiles créées par fendage nécessitent une fendeuse.



8.3 IDENTIFICATION DES ACTEURS

Rôle	Acteurs
APPROVISIONNEMENT	
Gestionnaires Forestiers	<ul style="list-style-type: none"> ✓ ONF ✓ Privés
PRODUCTION	
Première transformation	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Exploitants forestiers : (CREDIT MEUBLE SARL - SCIERIE DU GROS MORNE - EBENE - CARAIBOIS LOCAL - CALLY SULLY - FAUSTIN – DUPIL)
Deuxième transformation	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Exploitant forestiers (tuiles, bardages, planches ...) ✓ Charpentiers
SUPPORT TECHNIQUE	
Recherches sur la production de Mahogany	<ul style="list-style-type: none"> ✓ CIRAD
Ingénierie et R&D éco matériaux pour développer un produit conforme à un cahier des charges	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Porteur du projet ✓ Bureaux d'études techniques et laboratoires (LNE, CSTB...)
Mise en conformité réglementaire et normative du produit	<ul style="list-style-type: none"> ✓ CSTB , FCBA, ACERMI ✓ Qualisud (marquage CE) ✓ Référentiel HQE : part des matériaux renouvelables dans la construction
DISTRIBUTION	
Isolant en vrac	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Porteur de projet si activité de pose d'isolant ✓ Distributeurs et poseurs (agrés ISOL'EKO)
Tuiles de Mahogany	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Porteur de projet ✓ Distributeurs et poseurs actuels (en remplacement des produits actuels)
Bois de construction	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Vendeurs, poseurs agrés (menuisiers, charpentiers)
DEVELOPPEMENT COMMERCIAL, SOUTIEN FINANCIER ET ACCOMPAGNEMENT	
Promotion de l'industrie locale	<ul style="list-style-type: none"> ✓ CCI, CACM, Conseil Régional, AMPI
Promotion de l'utilisation d'isolants	<ul style="list-style-type: none"> ✓ ADEME, EDF, SMEM, collectivités territoriales
Aides financières	<ul style="list-style-type: none"> ✓ ADEME, collectivités territoriales → projet ✓ Europe, Etat, Région, ✓ CG dans le cas de l'intervention de l'ESS ✓ OSEO : Financement PME ✓ EDF Programme ISOL EKO ✓ Etat, CR, CG dans le cas de l'intervention de l'ESS ✓ Divers : crédit d'impôt, aide à la rénovation, TVA à taux réduit, éco-prêt à taux zéro



Accompagnement au projet	✓ Technopole Martinique (aide à l'innovation) ✓ Bureau d'études ✓ CCIM : Accompagnement des éco-entreprises
UTILISATION DES PRODUITS	
Ingénierie, choix du matériau	✓ Bureau d'études
Mise en œuvre de bardeaux	✓ GTS Martinique ✓ couvreurs
Mise en œuvre Isolant vrac	✓ Poseurs agréés ISOLEKO (liste EDF)
Mise en œuvre du bois construction	✓ Menuisiers, charpentiers ✓ Scieries (exemple de maisons existantes en Mahogany)



8.4 DOCUMENTS CONSULTABLES

Sujet	Document
Point sur ... Le Mahogany Grandes Feuilles en Martinique	S. Tillier, 1995 Bois et Forêts des Tropiques n°244 : La croissance et la productivité du Mahogany Grandes Feuilles en Martinique, http://bft.cirad.fr/cd/BFT_244_55-65.pdf
CIRAD : Gestion de la ressource ligneuse	P. Langbour & al, 2008 ; Bois et forêts des tropiques n°298, Caractéristiques technologiques de Swietenia macrophylla king planté à la Martinique
Le mahogany Grandes feuilles	Anonyme, Université Wageningen, Tree factsheets, Forest Ecology and Forest Management Group
La mahogany Grandes feuilles	Anonyme, 1998-2011 Cirad, Tropix 7– Fiche technique Mogno
Le bardeau de Wapa	CIRAD - Forêt PROGRAMME BOIS ; Le bardeau de Wapa – Fiche Technique
La filière bois en Martinique	DAAF, 2012 – Service Territoires ruraux - Note sur la filière bois en Martinique, Fort de France
Audit de la filière bois en Martinique	Ernst & Young, Mai 2007 – Rapport final de l'audit de la filière Bois
Inventaire cartographique des espaces forestiers et naturels de la Martinique	Réalisation IFN, septembre 2008 : Inventaire par cartographie des espaces forestiers et naturels de la Martinique
Rapport ONF Martinique	V. Chery, 2011 : rapport de gestion Durable, ONF Martinique, Fort de France
Journal of tropical Forest Science	P. Langbour & al, 2011 – Comparison of wood properties of planted big-leaf Mahogany (Swietenia Macrophylla) in Martinique island with naturally Grown Mahogany from brazil, Mexico and Peru
Marquage CE Normalisation obligatoire pour le bois de structure	NF EN 14081 – 1 "Bois de structure de section rectangulaire cléssé selon la résistance
La sylviculture du Mahogany à grandes feuilles dans les Antilles françaises	C. LEROY, 2010, ONF, RDV techniques n°27-28 ; La sylviculture du Mahogany à grandes feuilles dans les Antilles françaises
La filière bois et Mahogany grandes feuilles	Etat des lieux 2011 - La filière bois et le mahogany grandes feuilles (Swietenia macrophylla), ONF Martinique

8.5 NOTES

Références utilisées :

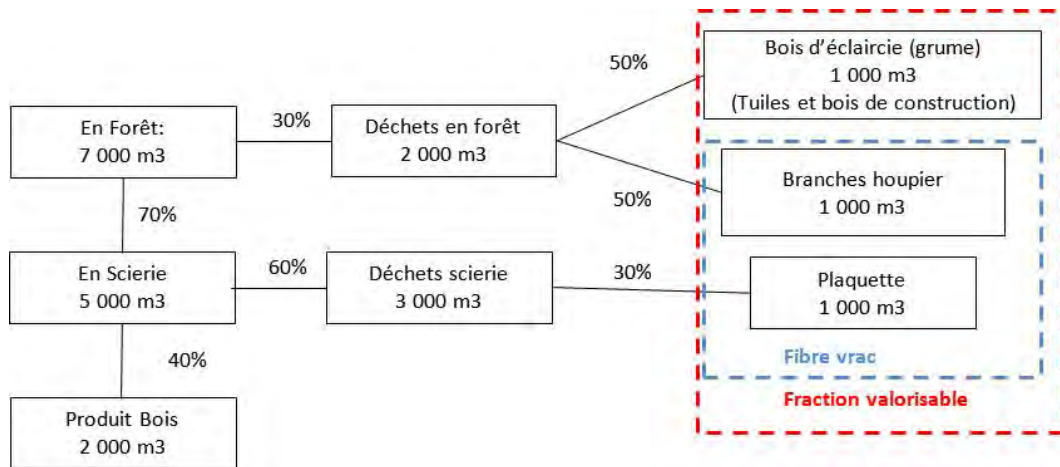


Schéma synthétique de gisement disponible en bois dans les forêts publiques

- ✓ Selon les 3 principaux exploitants forestiers, le gisement en bois de Mahogany acheté sur pied est d'environ 7 000 m³ (3 000 m³ + 2 000 m³ + 1 000 m³ issus de la forêt publique ; environ 1 000 m³ supplémentaires issus de la forêt privée)
- ✓ 30 % de ces 7 000 m³ environ restent en forêt, soit 2 000 m³ environ, dont 50% représente le gisement en bois d'éclaircie.
- ✓ 60% du bois restant représente les coproduits de bois en scierie (3 000 m³)
- ✓ Dimension Bardeau : L = 45 – 61 cm
l = 10 – 18 cm
h = 11 – 18 mm

Nombre de bardeaux maximum / m³ = 1/(0.45*0.1*0.011) = 2020 soit environ 2000/m³

Nombre de bardeaux minimum / m³ = 1/(0.61*0.18*0.018) = 506 soit environ 500/m³

Selon la taille du bardeau envisagé, il sera possible d'en obtenir entre 500 et 2000 par m³. Nous considérons une moyenne de 1 000 bardeaux/m³



9 GLOSSAIRE

ACERMI : Association pour la CERTification des Matériaux Isolants

AQC : Agence Qualité Construction

BE : Bureau d'études

C2P : Commission Prévention Produit (mis en œuvre par l'AQC)

CACEM : Communauté d'Agglomération du CEntre de la Martinique

CAESM : Communauté d'Agglomération de l'Espace Sud Martinique

CCNM : Communauté de communes du Nord Martinique

CCFAT : Commission Chargée de Formuler les Avis Techniques

CCI : Chambre de Commerce et de l'Industrie

CG : Conseil Général

CMA : Chambre des Métiers de l'Artisanat

CR : Conseil Régional

CRESS : Chambre Régionale de l'Economie Sociale et Solidaire

CSTB : Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (membre de la CCFAT qui intervient dans la procédure d'Avis Technique)

DAAF : Direction de l'alimentation, l'agriculture et de la forêt

DND : Déchet Non Dangereux

DD : Déchet Dangereux

ECIMA : European Cellulose Insulation Manufacturers Association (syndicat des producteurs européens de ouate de cellulose)

ESS : Economie Sociale et Solidaire

FAO : Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture

ISDND : Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux

LNE : Laboratoire National de métrologie et d'Essais

PARM : Pôle Agroalimentaire Régional de Martinique

PDEDMA : Plan Départemental d'Elimination des Déchets Ménagers et Assimilés

PDRM : Programme de Développement Rural de Martinique

REP : Responsabilité Elargie Producteur

RT : Rapport Technique



10 REFERENCES

Titre	Etat des lieux des matériaux et éco-matériaux, issus des matières premières locales, exploitables en Martinique Phase 2 – Etape 1
Destinataires	ADEME Martinique
Personne(s) rencontrée(s)	Brunehilde VIOUJARD Jean-Philippe ESTRADÉ (ADEME) Benoît LACROIX (ADEME) Georges Marie-OLIVE (DEAL) Manuella MORETON (SMEM) Laurent BELLEMARE (AME) Marie-Ange ARSENE (COVACHIM) Détail des entretiens avec autres experts et acteurs des filières en annexe
Auteur(s)	Léa OIKNINE Thomas MERLE Kinsky ACDALARD
Contrôle qualité	Charlotte GULLY
Références	D1BC-R186/13/LO
Version	VF
Date	16 octobre 2013



11 ANNEXE : SYNTHÈSE DES ENTRETIENS MENÉS EN PHASE 2 ETAPE 1



Annexe : Tableau récapitulatif des entretiens menés en phase II Etape 1 (1/8)



Organisme	Objet	Contact	Coordonnées	Date	Maillon	Conclusions de l'échange
FILIERE COCO						
DAAF Martinique	Diversification des cultures	Carine MARIE / M. Andreas Seiler	Jardin Descieux – BP 642 – 97262 FORT-DE-FRANCE CEDEX – Tél : 0596 71 20 42 / 0596 71 20 26 - Mail : andreas.seiler@agriculture.gouv.fr	18/04 (tel+mail) relance 24/04	Approvisionnement	- Volonté de l'Europe et de la Région de diversifier agriculture. Dispositif PAC. Aides POSEI et PDRM. Pour l'instant il n'y a pas de filière coco qui bénéficie d'aide. - Volonté de développer la sylviculture - chlordécone Un projet en cours fait ressortir les mêmes problématiques : mise en place d'une filière cacao. 3 types d'acteurs : PARM, 1 chocolatier, le CIRAD. Le PARM est un peu moteur dans ce projet. Se posaient la question d'exploiter les arbres du parc naturel dans le cadre d'une activité d'insertion. Aides financières mobilisables ? Inscrit dans la politique locale ? En attente de la réponse
DAAF Martinique	Agroforesterie	M. Rubiau Hugo, stagiaire agroforesterie			Approvisionnement	Etude actuelle de l'agroforesterie en Martinique ==> comment ça pourrait se mettre en place, pour faire quoi ?
CIRAD		M. CHABRIX				Echange
ONF	Avis sur la filière d'exploitation du coco	Michel HAUUY, Directeur adjoint M. Rodrigue DORE (filiale coco)	michel.hauuy@onf.fr 0596 60 70 85 rodrigue.dore@onf.fr	25/04 tel	Approvisionnement	<ul style="list-style-type: none"> • 3 cocoteraies existaient sur le territoire (Ste-Anne=>Club Med cocotiers en déperdition, St-Pierre==>immeubles, Ducos, Génipa) et ont arrêté de fonctionner à cause de maladies ou de perte de rentabilité • Marché informel de l'eau de coco : collecte sans autorisation sur propriétés publiques et privées. Vente 5 € le litre. • Contrainte environnementale à l'exploitation du coco sur les terres publiques: cocotier non endémique de 972 L'ONF souhaite à terme éradiquer le cocotier de la Martinique, de façon progressive, et peut être pas partout <ul style="list-style-type: none"> • 10 ha à éliminer sur certaines plages => possibilité de récupérer les cocos • 10 ha qui sont pour le moment conservés, et récoltés 2 fois par ans par sécurité => possibilité de récolter les cocos mais si l'on attend qu'elle soit mature, le risque de chute augmente, il n'attend pas si longtemps
DAAF Martinique	Informations sur la filière coco	Stephan LERIDER	05 96 71 21 37 ; 0696 22 47 59 stephan.lerider@agriculture.gouv.fr	06/05 tel, absent, mail, tel 07/05	Approvisionnement	Dormoix transforme les noix de coco, pour faire son punch coco. Il serait intéressant de le contacter pour bénéficier de son expérience et son recul sur la filière, et en particulier l'exploitation d'une cocoteraie. Un accarien affecte les cocotiers (janissement légal) mais il n'est pas sûr que cela affecte la production (se rapprocher du CIRAD pour en savoir plus M Chabrix). Ils ont pu étudier l'association de cultures car si l'on a du cycle long (coco) il faut du cycle court (maraîchage) Le cocotier a un système racinaire important.
CRESS	Identification acteurs ESS	Mme Fléchel, chargée de mission	05 96 60 27 63 cress.martinique@wanadoo.fr	26/04 tel, 27/04 tel	Approvisionnement	Va transmettre les contacts des associations qui pourraient être mobilisées. En attente de la réponse
Conseil Régional	Identification d'acteurs de transformation coco	Myriam Reclair / Regine Lebel-melois	0596 59 63 00 - mails : myriam.reclair@region-martinique.mq / regine.lebel-melois@region-martinique.mq	18/04 (tel+mail) Relance mail le 24/04	Transformation coco	Appel à projet Transform 2012 ==> Projet coco ? Les dossier sont en cours d'être dépouillés (fini cette semaine en principe). Ils nous diront s'ils sont eu des projets sur la coco et nous mettrons en contact avec le porteur de projet.



Annexe : Tableau récapitulatif des entretiens menés en phase II Etape 1 (2/8)



Organisme	Objet	Contact	Coordonnées	Date	Maillon	Conclusions de l'échange
FILIERE COCO (suite)						
Ministère de l'agriculture de la Dominique	Demande de RDV + visite cocoteraies	Nelson LAVILLE	agriquarantine@gmail.com	18/04 mail	Approvisionnement	Demande de RDV + visite de cocoteraies (en attente)
PARM	Problématiques similaires	Sandra Adenet - 0596 42 12 78	contact demandé à la DAAF	25/04 réessayer	Approvisionnement, transformation	- cacao : approvisionnement ; projet transformation du coco ?
CSTB + ACERMI	Démarches normatives, réglementaires, sanitaires + techniques	Maxime ROGER	01 64 68 85 26 (ligne directe), maxime.roger@cstb.fr	09/04 (tel)	Support technique	Y a-t-il des isolants en fibres de coco ayant fait l'objet d'un AT ou d'une certification ARCEMI ? <u>En attente de la réponse</u>
PROCAP	Approvisionnement, mutualisation, concurrence	M. Choux, directeur commercial ; Mlle Sainte-Rose	ZI Pelletier 97232 Lamentin, 0596 57 10 23, 0690 55 34 74, jchoux@caiali.fr, http://www.procap.fr/	24/04 (tel)	Approvisionnement, production	Fabrique et distribue des installations d'assainissement non collectifs à bord de filtres coco. La bourre est importée déjà préparée (broyée à la granulométrie désirée) et le montage est réalisé en Martinique. La société songe à l'opportunité de fabriquer les filtres avec de la coco locale mais n'a visiblement pas réellement soulevé la question auprès des acteurs locaux. Ils se sont davantage consacrés à l'obtention de leur agrément.
AMPI	Identification d'acteurs	Pierre-Marie JOSEPH	0596 50 74 00 industrie@ampi.mq	24/04 (tel+mail)	Transformation coprah	Acteurs intéressés par les écomatériaux ? Par la transformation agroalimentaire ? Cmt l'AMPI peut intervenir ? <u>En attente de la réponse</u>
IMAFLHOR	Faciliter et de développer l'activité économique en faveur de la diversification végétale.				Accompagnement, soutien	(Inter-profession martiniquaise des fruits, légumes et produits horticoles) Dans quelle mesure ils peuvent intervenir ? Association coco et maraîchage concevable ???
COVACHIM	Calcul gisements	Mme Arsene Marie Ange	UAG Guadeloupe Tél. : 0590 48 30 59 Fax : 0590 48 30 72 mail : maarsene@univ-ag.fr			Question : Rendement d'extraction de fibres de cocos ? (combien de fibres pour 1 noix de coco de 1 à 1,5 kg) ?



Annexe : Tableau récapitulatif des entretiens menés en phase II Etape 1 (3/8)



Organisme	Objet	Contact	Coordonnées	Date	Maillon	Conclusions de l'échange
FILIERE BAMBOU						
ONF	Avis sur une filière d'exploitation de bambou	M. Yannick Mauranne (filiale bambou, bois)	0596 60 70 80 yannick.mauranne@onf.fr	25/04 (tel)	Approvisionnement	<p>Bambou = espèce invasive. Réticence à l'exploitation de bamboueraie (Vulgaris ou autre). Hors de question d'importer une autre espèce de bambou sur le territoire. L'ONF souhaite l'éradiquer à +/- long terme. Lorsque les bambous gênent ils sont coupés et brûlés (ex Morne Rouge). Une étude menée sur le bambou n'a jamais vu le jour à cause de ce problème.</p> <p>Environ 2 000 ha de bambou sur forêt publique comme privée, en forêt comme sur des exploitations agricoles, et sur des terres difficilement accessibles (hauteurs, à 1 h de marche, berges des rivières...). 3 scénarii sont envisageables :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Exploiter le bambou en vue d'éradiquer l'espèce => il ne s'agira pas d'une activité pérenne. L'étude de faisabilité déterminera la durée de l'activité en fonction du gisement actuel 2. Même scénario mais avec une régénération du bambou (1 à 2 ans). Aucune mesure particulière n'est prise par l'exploitant pour éradiquer réellement le bambou. Dans ce cas il s'agirait d'une exploitation « passive » dans la démarche d'éradication, à laquelle l'ONF ne serait pas opposé contre mais n'y verrait pas vraiment d'avantages non plus... 3. Scénario mixte où l'exploitant éradiquerait le bambou à certains endroits avec les moyens nécessaires, et le laisserait se régénérer à d'autres endroits. Attention, cette solution pourrait ne pas durer très longtemps. L'ONF ne souhaite pas qu'il y ait une exploitation à proprement parlé, même si des mesures sont prises pour limiter la propagation par les racines (barrières physiques dans le sol) car la reproduction par floraison et dissémination par le vent est très efficace. <p>L'ONF va nous envoyer 1 carte répartition des bambous (2005) et une sur la répartition forêts privées/publiques</p>
CRESS	Identification acteurs ESS	Mme Fléchel, chargée de mission	05 96 60 27 63 cress.martinique@wanadoo.fr	26/04 tel, 27/04 tel	Approvisionnement	Va transmettre les contacts des associations qui pourraient être mobilisées -Fass Bambou, Catherine Augustin...) En attente de la réponse
BAMBOU CONCEPT/ PUECH	Vérification d'éléments déjà fourni	François PUECH, expert consultant en bambouterie générale	labambouterie@orange.fr 0688 774 767 puech.bambou@free.fr		Approvisionnement/p roduction/utilisation	Estime qu'il y a 20 000 bosquets en Martinique, 1 bosquet = 700 kg de matière sèche, 1 bosquet = 20 chaumes, le bambou consomme 4 fois plus de CO2 que le bois. Le bambou excellent pour la valorisation énergétique.
FCBA	Vérification d'éléments.	Jean Luc KOUYOUUMJI, expert éco matériaux, spécialiste du bambou	06 08 74 36 38	14/05 tel	Approvisionnement/p roduction/utilisation	Pas de précision sur l'approvisionnement. Le vulgaris est une espèce particulière il faut donc le peser pour des ratio fiables. Pour lui, un bosquet = 50 chaumes. Aucune preuve ne prouve que le bilan carbone du bambou est meilleur, par contre tout laisse a y penser. Le lamellé collé est intéressant si on utilise des colle à phase aqueuse "à base de caséïne". Le FCBA forme sur le bambou : 1200 €/jour. Il conseille le Dr Mike TIMOBRMAN, spécialiste de l'énergie et de la biosource, pour la valorisation énergétique du bambou en Martinique.



Annexe : Tableau récapitulatif des entretiens menés en phase II Etape 1 (4/8)



Organisme	Objet	Contact	Coordonnées	Date	Maillon	Conclusions de l'échange
FILIERE TERRE CRUE						
BRGM	Carte pédologique	Mme NACHBAUR	05 96 71 17 70	06/05 tel	Approvisionnement	Carte pédologique faite par l'IRD et CIRAD
IRD	Carte pédologique	Mr ROFALLET	0596 39 77 39	06/05 tel	Approvisionnement	Réception de la carte pédologique
B2TG	Etude technico économique, projection Guyane à Martinique	Mme Guylaine Bourguignon	b2tg973@orange.fr, 0594 25 94 39 0694 23 46 16 0694 22 37 92	03/05 tel/mail	Production	La demande d'information atteint le secret industriel. Refus de toute participation
CRATERRE	Typologie construction terre crue, adaptabilité en Martinique	Patrice Doat, (MATERIAUX)	craterre@grenoble.archi.fr patricedoat@voila.fr Tél. : 04 76 69 83 35 (LD) Mob : 06 07 12 12 56	14/05 mail	Approvisionnement support technique	BTC et ADOBE : N'ont pas de bonne résistance à l'eau, prévoir casquette et sous bassement. Nécessite une proportion bien connue d'argile et de sable : voir "traité de la construction terre". Sol vermiculite utilisé par la Poterie des Ilets n'est pas exploitable en terre crue. Sols à alluvion, rouge (ferreux), brun sont plus appropriés.
Akterre	Dimensionnement habitat /devis		contact@akta56.fr Tel: 04 75 48 57 23 Fax: 04.75.45.67.11	14/05 mail/tel	Production utilisation	En attente de donnée, de besoin en terre pour une construction de 100 m² en BTC.

FILIERE PAPIER						
Imprimerie France Antilles (Martinique)	Modalité d'approvisionnement	Michel De Jaham, directeur	Tel : 0696 32 42 11 ou 0596 72 88 87 Mail : m.de.jaham@media-antilles.fr	04/04 (mail)	Approvisionnement	<ul style="list-style-type: none"> - Gestion des déchets : 600 t en 2012 (gaches + invendus) ; FA + Paris-Turf : Veolia à 6 €/t. Journal gratuit 972 : Ecofolio (48€/t) - Production totale : 718 millions de d'équivalent pages tabloïdes imprimés en 2012 (28x38cm), soit 1 604 t ; 1 706 t de papier consommés - <u>Va nous envoyer les fiches techniques encore utilisées. Ne sont pas classées a priori</u> - Contacter Mme Louisy Louis (CCIM) concernant un projet réalisé par un BE d'études sur la recherche de solutions de recyclage des déchets de papiers. Ce projet n'a pas porté ses fruits, en partie par les difficultés des imprimeries de collaborer. - Opportunité : collaborer avec les imprimeries de Guadeloupe ? Davantage de journaux y sont imprimés. M.De Jaham est plutôt enthousiaste pour participer à cette filière. Menace : production de journaux papier enclin à baisser d'année en année
SODIPRESSE	Modalité d'approvisionnement (distribution des journaux)	M BARRE Xavier	Lamentin Tel : 0596 50 43 44 ou 0596 50 66 05 ou 0696 90 11 11 ; mail : sodidir@wanadoo.fr		Approvisionnement	<ul style="list-style-type: none"> Production : 10 à 12 t invendus ; SITA VERDE qui recycle des journaux invendus (filiale Suez) et les rachète selon le cours du papier Serait potentiellement intéressé (aspect environnement, circuit court, pas juste négoce) mais est très satisfait de son prestataire actuel (achat déchet) et a besoin que les déchets soient fréquemment collectés (peu de place)
Martinique Recyclage	Modalité d'approvisionnement - Mobilisation	Mme Bayer, Dirigeant	ZI de Petite Cocotte, 97224 DUCOS - 0596 56 37 93 - agnes.beyer@groupeesen.com	03/04 (tel+mail)	Approvisionnement; Fabrication	en attente de la réponse
Le broyeur mobile	Modalité d'approvisionnement	Jean-Marc Richol	Tel : 0596 39 74 08 Mail : lebroyeurmobile.mq@orange.fr	03/04 (tel)	Approvisionnement	Les déchets papiers sont collectés chez les détenteurs (professionnels le plus souvent), Les papiers journaux sont broyés sur place généralement, en mélange avec tous les autres types de papier.



Annexe : Tableau récapitulatif des entretiens menés en phase II Etape 1 (5/8)



Organisme	Objet	Contact	Coordonnées	Date	Maillon	Conclusions de l'échange
FILIERE PAPIER (suite)						
Ecofolio	Motivation pour une solution locale de valorisation	demande contact		08/04 (mail)	Approvisionnement; Fabrication; "concurrence", etc.	en attente de la réponse
ECIMA (OUATECO)	Démarches normatives, réglementaires, sanitaires + techniques	Thierry TONIUTTI	Thierry TONIUTTI, 06 99 60 64 64 Zone Atlantisud, rue du Pays d'Orthe, 40230 Saint Geours de Marenne	04/04 (tel)	Support technique	Il n'existe pas de certification valide pour la Martinique, les avis techniques n'y sont pas valables (conditions climatiques T°C, Humidité), Risque de contamination par les moisissures. Il faut tester les matériaux sur place, ce qui peut représenter un coût élevé au vue du volume du marché, Toutefois ils ont eu plusieurs demandes des DOM (Réunion notamment)
CSTB + ACERMI	Démarches normatives, réglementaires, sanitaires + techniques	Maxime ROGER	01 64 68 85 26 (ligne directe), maxime.roger@cstb.fr	09/04 (tel)	Support technique	<p><u>Mise en observation ouate de cellulose</u> : AT peuvent être délivrés, il faut juste se rapprocher de son assureur (continue à l'assurer ? Prime + chère ?). Possibilité de modifier son AT (modif formulation) et faire une demande pour passer en liste verte. Pour le moment dossiers en cours mais personne en liste verte.</p> <p><u>Avis Technique (AT)</u> : 1. Coût de procédure (étude du dossier etc.) = 20 000 € si le dossier technique est déjà fait. 2. Réaliser le dossier technique (essais, études, etc.) = très variable = 30 - 40 000 € Ce DT se base en général sur des DTU pour la métropole. Mais en Martinique c'est différent (autres "revendications") : humidité/moisissures, modes de construction, risques climatiques, etc. Possibilité de mutualiser / capitalisation locale des conditions et savoir-faire. Possibilité de se faire accompagner par un bureau de contrôle. Pour le moment, le CSTB a été sollicité plusieurs fois / DOM-COM mais aucun dossier technique n'a jamais été envoyé (aucune démarche n'a été entreprise).</p> <p><u>ACERMI</u> : Essais compris (possibilité de mutualiser ces essais avec le dossier technique), Audit qualité, contrôle production etc.. Toutefois la certification n'est remise qu'après l'obtention de l'avis technique. Coût direct = 15 000€ + 10 000 € de suivi annuel. Coûts indirects (management de la qualité = 50 000 à 60 000 €, équipements techniques pour réaliser des mesures type résistance thermique etc = 50 000 €),</p> <p><u>Prestation certification & aide au développement</u> : idée = proposer une prestation modulée (en cours). M. Roger n'avait pas pensé aux DOM-COM mais ce serait une possibilité.</p> <p><u>Support technique</u> : 1. Site Internet + leur base de données = mise à disposition de guides, de docs (normes, réglementation, etc.), 2. Possibilité de faire une prestation d'accompagnement-conseil.</p>
CCIM	Etude réalisée en 2010 par M. Grosjean sur le recyclage du papier (0696 22 95 22 cigede@yahoo.fr)	Mme Louisy-Louis Sandrine responsable QSE (en dispo depuis 12/12 remplacée par Isabelle LISE depuis 02/13)	0596 55 28 00 ; mail : louisy-louis@martinique.cci.fr ; i.lise@martinique.cci.fr	11/04 - Relancé le 25/04 - tel le 02/05	Accompagnement, support technique	<p>Etude réalisée sur les déchets des imprimeries (tous déchets confondus) en 2011 restituée en 2012. Papiers vierges : 50 t ; rognures : 800 t ; copies invendues : 860 t. Les imprimeries sont dans une démarche environnementale (Imprim'Vert) demandeuses de solutions pour leur gestion des déchets. L'étude prévoyait une collecte commune des déchets pour réduire les coûts mais pas de solution concrète et locale de recyclage.</p> <p>La CCIM développe une activité d'accompagnement d'éco-entreprises (définition selon le Ministère) : aide à la création d'entreprises et communication environnementale, conseil, aide à la réalisation du business plan...</p> <p>Documentation relative aux aides financières disponibles (réunion CCIM, février 2012)</p>
GTS Martinique	Concurrence / pb moisissures ?				Distribution	Prix isolant ouate ? Prix / aux autres ? Craintes des consommateurs ? Evolution du prix ces dernières années ? Epaisseur mise en générale ??? Plutôt 10 ou plutôt 40 cm ? Pb / conditions locales ? Moisissures ? Etc. Essais réalisés spécialement pour la Martinique ?



Annexe : Tableau récapitulatif des entretiens menés en phase II Etape 1 (6/8)



Organisme	Objet	Contact	Coordonnées	Date	Maillon	Conclusions de l'échange
FILIERE BANANE						
Banamart	Intérêt pour les planteurs ? Structuration de la filière et intégration d'une activité de valorisation des fibres ?	Mme Vincent, responsable service technique	05 96 42 43 44, k.vincent@banamart.com	06/05 tel	Approvisionnement, Extraction des fibres	<p>100% des pseudos-troncs valorisés <i>in situ</i>. Seul M Hayot exporte des troncs pour FibnCo (fils) = cas particulier.</p> <p>Remplacement des bananiers valorisés pour la MO par de la MO : Compost CVO Le Robert = 28 €/t mais moins nécessité d'en mettre + car + humide. OLDEX François : 231 €/t mais + cocentré (- humide). <u>Va transmettre les quantités de chaque compost à épandre sur les terres agricoles.</u></p> <p>Tous les 7 ans, la parcelle est mise au repos 1 à 2 ans, soit en jachère spontanée (plus rien ne pousse) soit en jachère améliorée avec des plants de couvertures qui fournissent de l'azote. Les pseudos tronc sont broyés et mélangés avec la terre, mais ne constituent pas à ce stade un besoin indispensable. Leur exportation ne déséquilibrerait pas l'activité. Possibilité d'envisager une exploitation à ce stade. Il y a entre 500 et 1000 ha de terres en jachère chaque année. N'est pas fermement opposée à l'idée.</p> <p>La coopérative couvre 6 500 ha de bananes et regroupe les planteurs anciennement Banalliance (1er jan 2012). Intérêt pour pérenniser la filière ? Dans la politique plan banace durable ? Mme Vincent ne sait pas</p>
DAAF Martinique	Entre dans la politique de la filière banane ?	Stephan LERIDER, suivi filière et PS banane, POSEI, PDRM	05 96 71 21 37 ; 0696 22 47 59 stephan.lerider@agriculture.gouv.fr	06/05 tel, absent, mail, tel 07/05	Approvisionnement	<p>Structuration de la filière : depuis 2012, les petits planteurs affiliés à Banalliance ont dû rejoindre Banamart, désormais unique OP a détenir l'agrément POSEI. Certains l'ont rejoint dans l'unique intérêt de toucher leurs subventions (payée l'année n+1) mais ne continueront pas cette activité. Ces producteurs ne représentent toutefois pas beaucoup d'ha de bananeraies.</p> <p>2 financements : 1/ FEDER en cofinancement Région 2/ DAAF FEADER (PDR) en cofinancement éventuel avec l'ODEADDOM PBD</p> <p>FEADER PDR 2014-2020 : en faveur de la diversification des activités des agriculteurs, en particulier pour les petits planteurs, plus affectés par les difficultés économiques. La valorisation de la biomasse est dans cette démarche.</p> <p>Le programme Plan Banane Durable (PBD) 2 est en cours de rédaction. Le PBD1 est évalué et les actions à reproduire identifiées. Elles vont orienter des types d'investissements bien spécifiques qui seront financés (vraisemblablement : renforcement de la mécanisation, mutualisation ou groupement des achats pour les petits producteurs). La structure de développement lié au FEADER priorise les investissements de façon verrouillée (matériel éligible prédéfini). Il faut donc travailler avec l'ODEADOM (et la DAAF). Il faut définir 1/ Qui serait le porteur de projet, quelle OP est concerné (Banamart) ?...Toutefois, pour le projet traitement des effluents de conditionnement, le PBD a été modifié avec le CPS (comité stratégique du programme FEADER).</p> <p>D'un point de vue pratique, le déchetage des pseudos-troncs est difficile et donc les petits planteurs moins bien équipés, qui par ailleurs subissent davantage les difficultés économiques, seront probablement favorable à un projet de valorisation. Le scénario de défilage par l'OP avec une mutualisation du matériel semble intéressante et est à étudier.</p>
COVACHIM	Calcul gisements	Mme Arsene Marie Ange	UAG Guadeloupe 0590 48 30 59 Fax : 0590 48 30 72 mail : maarsene@univ-ag.fr	06/05 mail	Support technique	Question : Rendement d'extraction de fibres de bananiers ? (combien de fibres par kg de bananier) ? Technique à privilégier, etc. <u>En attente de la réponse</u>



Annexe : Tableau récapitulatif des entretiens menés en phase II Etape 1 (7/8)



Organisme	Objet	Contact	Coordonnées	Date	Maillon	Conclusions de l'échange
FILIERE BOIS						
ONF	Avis sur exploitation bois et veille sur les projets des scieries	M. Yannick Mauranne (filiale bambou, bois)	0596 60 70 80 yannick.mauranne@onf.fr	24/04 (tel)	Approvisionnement	<p>M. Mauranne à En ce moment, le prochain programme FEADER est en train d'être élaboré. Dans ce cadre, les scieries ont pris les devants pour valoriser leurs déchets de bois, qui représentent 50 à 60 % du gisement total. Il n'existe pas d'interprofession des scieries (syndicat ou association) mais visiblement ils tentent d'en créer une. Projets :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Usine de cogénération du Robert pour valoriser les déchets de scierie et de découpe en électricité • Projet de M. Mondrain (la + grosse scierie de l'île) séchoir alimenté par copeaux de bois
Crédit Meubles SARL	Marcel MONTBRUN	Exploitant Scieur Fabricant de Meubles	Habitation Union Route de Reclée 97 230 Sainte-Marie 05 96 69 37 40 06 96 25 21 00 Fax 0596690543 creditmeuble@wanadoo.fr	avr-13	Exploitant scieur - 1ere transformation	<p>Activités de première et deuxième transformation. En 2013, ils doivent réaliser des investissements sur la première transformation pour valoriser le bois de 3eme catégorie, plus petit, plus court. La priorité est de permettre la valorisation des branches restées en forêt non valorisées aujourd'hui. La valorisation énergétique semble être privilégiée. Un « mini-projet » de construction d'un bungalow en bois de Mahogany est resté en stand by. L'acteur depuis 3 ans se place pour valoriser le Mahogany pour sa classification durable. Bien que le bois soit peu pénétrable il existe un traitement qui permettrait la durabilité face aux moisissures et termites. Un apport hydrofuge combiné à une technique de pose éliminant la formation d'eau stagnante serait gage de durabilité du Mahogany. En effet cette essence se comporte très bien si la présence d'eau stagnante est limitée (idem pain classe 4). Les branches et l'aubier représentent 50% du bois total, aujourd'hui non valorisé. Le projet actuel est de réaliser du bois de chauffage (biomasse combustible) pour les centrales du Galion et celle en projet de Belle Fontaine, à partir de ce gisement.</p>
SCIERIE DU GROS-MORNE	Robert CASSILDE	Exploitant Scieur	Habitation Corneille Deux Terres 97 213 Gros-Morne 05 96 67 72 95 06 96 45 48 56 05 96 52 93 28	avr-13	Exploitant scieur - 1ere transformation	<p>La scierie du gros morne est équipée pour la réalisation de seconde transformation (bardager, plancher, ... Ils ont déjà réalisé des tuiles sciés à partir de bois d'importation. Le bois dont le diamètre est inférieur à 25 cm ne sont pas propres à la confection de tuiles car trop tendres. La durabilité de l'écomatériau serait affectée. Exploitant pionnier, le volume de mahogany acheté à l'ONF est de 2 000m3 chaque année. Une part marginale du bois est achetée aux privés. Ainsi, seul la bille de pied peut correspondre pour produire des tuiles (ou parquet). Le débardage par câble, bien que faisable coûte trop cher (temps d'installation pour volume débité pas intéressant aujourd'hui). Pour M. Cassildé, le seul moteur serait de développer le marché. D'autres projets en cours (valorisation énergétique) n'ont pas porté de conclusion aujourd'hui.</p>



Annexe : Tableau récapitulatif des entretiens menés en phase II Etape 1 (8/8)



Organisme	Objet	Contact	Coordonnées	Date	Maillon	Conclusions de l'échange
FILIERE BOIS (suite)						
ONF	M. Vincent Ganter	Responsable d'unité territoriale	vincent.ganter@onf.fr 0596 69 31 37	avr-13	Approvisionnement	5 % du bois est originaire de la Martinique. Le rendement de bois est aux alentours de 30 %. Ainsi 3m3 sur pieds donnent 1m3 de planches. Actuellement une partie des fonds de coupe est utilisée pour le charbonnage. Il existe actuellement de nombreuses études visant à valoriser le bois sur la Martinique, concernant notamment la valorisation énergétique de la biomasse, le compostage, et l'alimentation animale. Tous ces projets envisagent de récupérer la même ressource en bois actuellement non valorisée. La démarche PEFC : La traçabilité du bois en Martinique n'est pas un problème. Il ne représente que 5% des volumes. Le problème est que la demande ne porte pas sur des bois labellisés, rejoignant le problème du marché concurrentiel du Brésil. Le problème de la rentabilité de l'investissement pour le sciage de petits bois a été abordé. Le coût de production restera élevé en deçà d'un seuil de X milliers de m3/an. Le gisement n'étant qu'à peu près de 2000 - 2500m3 (diamètre 20 - 40 cm). Le marquage CE : Le bois de Mahogany n'étant pas à destination de la construction actuellement le marquage CE n'existe pas.
SBAM	M. Minot	Président	0596514218 - 0696917518	avr-13	Bois	La SBAM n'existe plus. Nécessite un repreneur motivé
CMAM					Transformation	Conseiller Bois ?
CMB: Coopérative Martiniquaise du Bois	Jules Pognon - Marcel Montbrun	Marcel Montbrun			Toute la filière	Contacté via Crédit Meuble
CG Martinique					Approvisionnement	Opérations sylvicoles en forêts départementales de production
CR	Anthony NOBOUR	Chargé de mission Energie	anthony.nobour@region- martinique.mq	0596 39 47 87	BOIS	A contacter



ADEME Martinique

7, Zone de Manhity

97232 Le Lamentin

A l'attention de Mme VIOUJARD

ÉTAT DES LIEUX DES MATERIAUX ET ECOMATERIAUX, ISSUS DES MATIERES PREMIERES LOCALES, EXPLOITABLES EN MARTINIQUE

Rapport final PHASE 2 - Etape 2

Faisabilité économique et impact environnemental

N° Convention ADEME : 1144CO249





1 SOMMAIRE

1	SOMMAIRE.....	2
2	CONTEXTE ET OBJECTIFS	4
3	CADRE DE L'ETUDE	4

Partie 1 : Etude de faisabilité économique

1	FILIERE BOIS DE MAHOGANY.....	8
1.1	Présentation	8
1.2	Gisement disponible	11
1.3	Présentation des deux scenarii étudiés	14
1.4	Etude de faisabilité économique des scenarii.....	16
2	FILIERE TERRE CRUE	21
2.1	Présentation de la construction en terre crue	21
2.2	Filière ADOBE	25
2.3	Etude de faisabilité économique de la filière ADOBE	40
2.4	Filière BTC	46
2.5	Etude de faisabilité économique de la filière BTC	46
3	FILIERE CIMENT ET FIBRES DE BANANIER	55
3.1	Présentation	55
3.2	Gisement disponible	57
3.3	Présentation du scénario	58
3.4	Etude de faisabilité économique.....	60
4	FILIERE OUATE DE CELLULOSE.....	64
4.1	Présentation	64
4.2	Gisement disponible	67
4.3	Description du scénario	67
4.4	Etude de faisabilité économique.....	72
5	FILIERE COCO.....	75
5.1	Présentation	75
5.2	Gisement disponible	76
5.3	Description du scénario	78
5.4	Etude de faisabilité économique.....	87



6	FILIERE BAMBOU LOCAL	92
6.1	Présentation	92
6.2	Gisement disponible	92
6.3	Description du scénario	93
6.4	Etude de faisabilité économique	95

Partie 2 : Enjeux environnementaux

1	METHODOLOGIE	99
2	ETUDE DE LA POLLUTION GENEREE PAR LES 6 FILIERES	100
2.1	Etude de la pollution CO ₂ de la filière bois de Mahogany	100
2.2	Etude de la pollution CO ₂ de la filière terre crue	101
2.3	Etude de la pollution CO ₂ de la filière ciment fibres de banane	103
2.4	Etude de la pollution CO ₂ de la filière ouate de cellulose	104
2.5	Etude de la pollution CO ₂ de la filière coco	105
2.6	Etude de la pollution CO ₂ de la filière bambou local	106
3	RECAPITULATIF DES EMISSIONS DE CO₂	107
3.1	Les éco matériaux de la construction	107
3.2	Les éco isolants	108
3.3	Les éco lames de parquet et terrasse	108
4	LES MENACES ENVIRONNEMENTALES	109
4.1	Méthodologie	109
4.2	Sel de bore	111
4.3	Filière bois de Mahogany	112
4.4	Filière terre crue	113
4.5	Filière fibres de banane	114
4.6	Filière ouate de cellulose	115
4.7	Filière coco	117
4.8	Filière bambou local	118



2 CONTEXTE ET OBJECTIFS

Historiquement, les matériaux et les techniques constructives avaient un moindre impact sur l'environnement. L'utilisation de ressources locales et renouvelables étaient spontanément privilégiée. Peu à peu, l'utilisation de matériaux modernes, importés, et des techniques innovantes et parfois moins contraignantes ont remplacé les techniques traditionnelles caribéennes. Or ces matériaux sont le plus souvent fortement émetteurs de gaz à effet de serre (GES) et consommatrices de matières premières.

Le secteur de l'habitat est le deuxième secteur le plus consommateur d'énergie et représente avec le secteur résidentiel-tertiaire 37 % des consommations d'énergie primaire de Martinique, soit 20 % d'énergie finale (ADEME, 2007). La consommation d'énergie du secteur des bâtiments augmente de façon soutenue. Il est également le deuxième secteur d'émission de GES (37 %). Les modes de construction des bâtiments résidentiels et tertiaires, la quantité croissante d'équipements électriques et les fortes émissions de GES liées au mix énergétique local expliquent ces résultats.

D'abord développés dans le domaine des isolants, les éco-matériaux offrent la possibilité de réduire ces impacts environnementaux et énergétiques. Encore peu utilisés, la politique volontariste actuelle de transition énergétique à leur remobilisation. Plusieurs **éco-matériaux** ont été retenus pour leur potentiel global de développement en Martinique à l'issue de la phase 1 de l'étude « état des lieux des matériaux locaux et éco-matériaux issus des matières premières locales, exploitables en Martinique ». Cette étude s'insère dans le cadre du Schéma Régional Climat Air Energie de Martinique et a pour objectif de structurer les filières et de crédibiliser les éco-matériaux en Martinique.

L'étude de matériaux uniquement destinés à des usages limités, ou dont les filières sont déjà en place présente un intérêt limité. Aussi, il s'avère pertinent d'étudier les **filières globales**, prenant en compte tous les **matériaux ou valorisations des sous-produits associés**. Cette étude propose une vision globale des impacts et potentialités économiques des matériaux, et la prise en compte de l'impact d'un éco-matériau sur l'autre. Cette **étude de faisabilité**, préalable à la démarche de promotion et de valorisation d'une industrie locale à faible impact environnemental, analysera les 6 filières suivantes :

- ✓ **Bois** (bois de construction, tuiles de bois, isolant fibre de bois),
- ✓ **Coco** (fibre de coco, utilisation agro-alimentaire, toiture végétale),
- ✓ **Bambou** (valorisation brute, valorisation de chutes y compris à des fins énergétiques),
- ✓ **Terre crue** (avec fibres végétales),
- ✓ **Déchets de papier** (ouate de cellulose),
- ✓ **Banane** (brique ciment avec fibres de bananes).

L'étude se déroule selon les trois étapes :

- La première étape consiste en l'étude systémique des six filières : quantifier les gisements disponibles, identifier les acteurs actuels ou potentiels, et analyser l'existant pour déboucher sur la proposition de scénarii.
- **La seconde étape consiste par la suite à évaluer les coûts de développement des filières et à analyser les impacts environnementaux des filières. Cette étape fait l'objet du présent rapport.**
- La troisième étape relève de l'identification des freins et leviers du développement et de l'évolution des six filières, avec la proposition d'outils d'aide à la décision.



3 CADRE DE L'ETUDE

Suite à la sélection de 10 éco matériaux, le Comité de Pilotage a décidé d'étudier 6 filières dans leur globalité, avec plusieurs possibilités de valorisation :

- Valorisation de tout ou partie de la matière première en éco matériau(x) ;
- Valorisation des autres matières premières valorisables en produits annexes (agroalimentaires, cosmétiques...).

L'étude de faisabilité économique et l'étude d'impact tiennent compte de l'ensemble des activités de la filière, et non exclusivement de la production d'éco matériaux. Les 6 filières retenues par le Comité de Pilotage sont les suivantes :

✓ **Filière bois de Mahogany**

La filière prévoit 3 hypothèses de valorisations :

- Valorisation du gros, moyen et petit bois de Mahogany pour la construction (poutre, bardage, liteau, parquet, lame de terrasse, tuile).
- Valorisation des déchets de bois de Mahogany, sous forme d'isolation thermique.
- Valorisation des déchets de bois de Mahogany, sous forme de combustible d'unité de séchage de scierie.

✓ **Filière terre crue**

Il existe plusieurs types de terres utilisables dans le secteur de la construction. Nous nous axerons sur la faisabilité économique de deux techniques de valorisation de la terre, qui sont :

- L'ADOBE : Il s'agit de terre malléable, commercialisée sous forme de brique.
- Le Bloc de Terre Comprimé (BTC) : il s'agit de terre comprimée dans un moule, par l'intermédiaire d'une presse. Elle est commercialisée sous forme de brique.

✓ **Filière ciment fibre de banane**

Le laboratoire COVACHIM a expérimenté un procédé de valorisation de la fibre de banane dans la construction. Nous ferons une projection économique de ce procédé.

✓ **Filière ouate de cellulose**

La Martinique dispose d'un gisement important de papier journal, qui n'est pas recyclé localement. Nous étudierons la faisabilité économique d'une valorisation du papier journal sous forme d'isolant thermique, appelé « ouate de cellulose ».



✓ **Filière coco**

La filière coco n'est pas structurée en Martinique, alors qu'elle ouvre le champ de nombreuses possibilités de valorisation. Notre étude analysera la faisabilité économique de 3 types de valorisations :

- L'utilisation des fibres pour la production d'isolant thermique.
- L'utilisation des palmes pour la réalisation de toiture.
- L'utilisation du coprah, pour l'industrie agro-alimentaire, cosmétique et parfumerie.

✓ **Filière bambou *vulgaris* (bambou local)**

Le bambou *vulgaris* est aujourd'hui considéré comme une espèce invasive en Martinique. Nous étudierons la faisabilité économique de deux types de valorisations :

- Valorisation artisanale : elle permettra la fabrication de tuiles pour la toiture, de protection solaire pour les murs et de barrière pour délimiter les propriétés foncières,
- Valorisation énergétique : le bambou *vulgaris* aura la fonction de biocombustible, et permettra la production d'électricité.



Partie 1

Etude de faisabilité économique



4 FILIERE BOIS DE MAHOGANY

4.1 **Présentation**

L'évolution récente des techniques a ouvert des horizons nouveaux pour la construction en bois, qui attire par ses qualités techniques et esthétiques. Il s'agit par ailleurs d'un des matériaux les plus performants d'un point de vue environnemental, par son caractère renouvelable, ses propriétés thermiques et sa faible énergie grise.

Le bois peut être mis en œuvre dans la construction à différents niveaux : gros œuvre (charpente, structure), ossature, menuiseries, bardage, revêtement de sol et toitures, etc.

Chaque année 60 000 m³ de bois sont importés en Martinique. Il s'agit à 40% de résineux, à 20 % de bois tropicaux et à 40% d'autres bois (source ONF Martinique 2011), qui sont utilisés principalement dans la construction.

Nous étudions ici la possibilité de développer la filière **de bois de Mahogany** en cours de structuration en Martinique et de **créer de nouvelles activités**. L'objectif serait à la fois de **créer des éco matériaux localement**, avec une ressource renouvelable, et de **valoriser les déchets de la filière**.

4.1.1 **Description de la ressource**

4.1.1.1 Mahogany Grandes Feuilles

<u>Nom scientifique :</u>	<i>Swietenia macrophylla</i>		
<u>Nom courant :</u>	Mahogany Grandes Feuilles, Acajou, Acajou du Honduras, Acajou d'Amérique		
<u>Famille :</u>	Meliaceae		
<u>Origine :</u>	Amérique du Sud et Centrale (Brésil, Bolivie, Colombie, Honduras, Pérou, Venezuela)		
<u>Couleur de l'aubier :</u>	brun rouge		
<u>Caractéristiques physiques et mécaniques :</u>			
Masse volumique état vert :	800 kg/m ³	Durabilité champignons :	Durable
Masse volumique à 12 % :	600 kg/m ³	Durabilité Termite :	Moyenne
Compression axiale à 12% :	50 MPa	Imprégnabilité :	Peu
Flexion statique à 12% :	85 MPa		
Module d'élasticité à 12% :	10 790 MPa		
Dureté :	Mi-dur		
<u>Mise en œuvre :</u>			
Sciage	Facile	Finition	Bonne
Usinage	Facile	Placage	Tranchage avec étuvage et déroulage
Clouage	Facile	Séchage	Facile, bonne rigidité
Collage	Bon	Se teinte et se vernis bien	
<u>Utilisations principales :</u>	Ebénisterie, meubles, lambris, menuiseries, placage, agencement, instruments de musique, charpente légère		

D'après Base de données des bois tropicaux : Acajou, transmis par le FCBA

Le Mahogany grandes feuilles est principalement utilisé pour l'ébénisterie (meubles traditionnels), son bois rouge étant très facile à travailler. Il est également utilisé pour d'autres usages divers, y compris en extérieur à condition qu'il soit en partie protégé des intempéries.

Il s'agit d'une essence très précieuse, inscrite à l'annexe II de la CITES (Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction) car elle est menacée dans son aire d'origine. Les exportations sont donc strictement réglementées. L'ONF, par la gestion durable des peuplements, permet la commercialisation de ce bois précieux sans que cela constitue une menace pour l'espèce.



Figure 1 : *Swietenia macrophylla* (photo J.M.Garg)

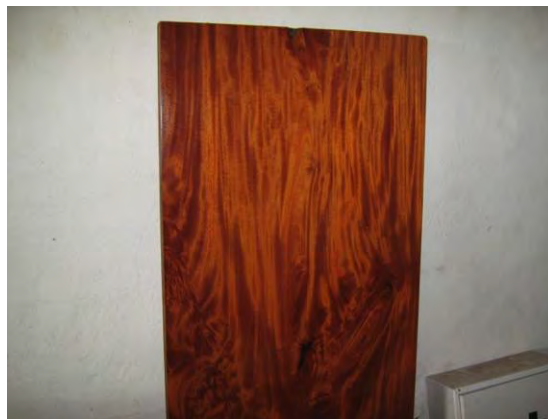


Figure 2 : Bois de Mahogany vernis, collection de Mr CASSILDE

4.1.2 Exploitation du Mahogany

La filière bois martiniquaise représente environ **650 entreprises** de petite taille (moins de 10 salariés), de type artisanales et emploie près de **1 000 personnes**, soit 0,9 % de la population active.

Elle peut être subdivisée en trois maillons :

- ✓ La 1^{ère} transformation, avec les exploitants forestiers et les scieurs,
- ✓ La 2^{ème} transformation, avec les artisans menuisiers, ébénistes et charpentiers,
- ✓ Et enfin le négoce, avec de petites entreprises industrielles.

Le chiffre d'affaires global est estimé à **100 millions d'euros par an**, soit 2% du PIB régional. Le bois local (constitué à 90% de Mahogany) représente une petite part de la filière bois en Martinique.

Le **bois local** martiniquais représente **moins de 2%** du bois scié localement.

La quantité moyenne de gros bois de Mahogany vendue ces dernières années est de **2 500 m³ sur pied**, pour 900 m³ sciés, contre 5 000 m³ en 2002. Le marché est donc en déclin.

A la fin des années 90 et jusqu'en 2005, de nombreux exploitants-scieurs achetaient du petit et moyen bois de Mahogany à l'ONF. Le volume annuel était alors de plus de 3 000 m³ et le prix d'achat était supérieur (45 €/m³ en moyenne, contre 40 €/m³ aujourd'hui).

En Martinique, l'exemple de la scierie du Gros Morne montre plusieurs possibilités d'utilisation du bois de Mahogany. Elle transforme 1 000 à 1 500 m³ de bois par an, presque exclusivement du Mahogany, et elle emploie 4 salariés.

La scierie dispose d'une scie à grume qui découpe horizontalement le bois, ainsi on obtient des planches brutes à l'épaisseur souhaitée.



Figure 3 : Scie à grume (scierie du gros morne)



Figure 4 : Bois de Mahogany après découpage de la scie à grume (scierie du gros morne)

La moulurière 4 faces (voir figure 5) façonne des planches, bardages, poutres, liteaux, parquets, tuiles. Elle permet d'obtenir du bois, d'épaisseur allant jusqu'à 350mm et de longueur maximale 10 m.



Figure 5 : Moulurière 4 faces (scierie du gros morne)



Figure 6 : Poutre et bardage (scierie du gros morne)



Figure 7 : Latte (scierie du gros morne)

La moulurière à frise (voir figure 8) permet la mise en œuvre de rainure et frise, pour la fabrication de lame de parquet et de terrasse.



Figure 8 : Moulurière à frise (scierie du gros morne)



Figure 9 : Lame de terrasse (scierie du gros morne)



Figure 10 : Parquet (scierie du gros morne)



4.2 Gisement disponible

Les forêts de Martinique recouvrent une surface de 46 000 ha, dont 16 000 ha de forêts publiques gérées par l'ONF.

Parmi elles, la Forêt Départementale-Domaniale des Pitons du Carbet, d'une surface de près de 7 000 ha, abrite une série de production forestière de **1 350 ha**. Cette série est presque mono spécifique Mahogany, même si depuis son implantation dans les années 50-60, quelques Pin Caraïbes et Mahot Bleu ont été introduits pour diversifier le peuplement.

La production locale est principalement issue de cette série de production. D'après une étude cartographique de l'IFN réalisée en 2008, la forêt privée compterait près de **500 ha** supplémentaires de peuplements de Mahogany.

La productivité du Mahogany sur la série de production de l'ONF est très forte et peut atteindre **16 m³/ha/an**, compte tenu de la richesse des sols (volcaniques jeunes), de la pluviosité et de l'ensoleillement propres aux régions tropicales humides.

Sur les 1 350 ha en production, **seuls 50 % sont accessibles** pour l'exploitation forestière classique (tracteur forestier) ou traditionnelle (alaskane), soit environ **700 ha**. Plusieurs centaines d'hectares ne sont donc actuellement pas accessibles et seule l'exploitation par câble (mât) permettra de prélever cette ressource fortement capitalisée.

La quantité moyenne vendue depuis 2009 est de **2 500 m³ sur pied**, pour 900 m³ sciés. La demande actuelle de la filière porte sur des gros bois, alors que 2 000 à 3 000 m³ sur pied supplémentaires seraient également disponibles en petits et moyens bois (25-35 cm de diamètre). **Ces bois ne sont actuellement pas valorisés** (laissés sur pied ou coupés à perte dans le cadre d'aides régionales).

700 ha de peuplement quasi mono-spécifique Mahogany sont exploités en Martinique par l'ONF, pour un volume sur pied (gros bois de Mahogany) extrait d'environ **2 500 m³/an**. L'ONF estime que le rythme maximum d'extraction est de 5 000 m³/an pour le gros bois de Mahogany (diamètre du tronc supérieur à 35 cm).

Les petits et moyens bois (diamètre inférieur à 35 cm), faute de demande, ne sont pas exploités. Leur rythme d'extraction est estimé entre 2 000 et 3 000 m³/an.

4.2.1 Modalités d'approvisionnement

Le bois est vendu sur pied, de gré à gré entre l'ONF et des exploitants-scieurs qui se chargent de l'extraction du bois de la parcelle (bois tirés par un tracteur-débardeur), de l'acheminement en scierie et du sciage.

Il n'y a pas de stocks, la vente se réalise en flux tendus.

Le prix de vente proposé par l'ONF est très bas (40 €/m³), et ne permet pas de rentabiliser la production. Il a pour but d'alimenter la filière de transformation de bois local en Martinique.

4.2.2 Potentiel de production

La quantité de bois nécessaire à la construction d'une villa entièrement en Mahogany (poutre, bardage, cloison, parquet, terrasse, tuile) est estimé à 30 m³.



Désignation	Typologie	Répartition volumique	Volume/désignation/habitat
Poutre	Gros bois de Mahogany	46%	13,7 m ³
Bardage	Gros bois de Mahogany	13%	4,0 m ³
Cloison	Gros bois de Mahogany	4%	1,2 m ³
Parquet	Petit et moyen bois de Mahogany	2%	0,5 m ³
Terrasse	Petit et moyen bois de Mahogany	9%	2,6 m ³
Tuile	Petit et moyen bois de Mahogany	26 %	7,9 m ³
Total		100%	29,8 m³

4.2.2.1 Le gros bois de Mahogany

Un habitat en bois nécessite 19 m³ de gros bois de Mahogany. Si l'on considère une perte de 65% entre la grume et le bois sortie de scierie en pré-débit, et une perte de 15% entre pré-débit et le bois prêt à être utilisé en construction (source Groupe Bourbon Bois), la ressource actuelle disponible sur pied (2 500 m³/an) permettrait de construire environ 80 maisons/an, et la ressource potentielle (5 000 m³/an), 160 maisons/an.

La ressource en bois Mahogany actuelle permettrait de couvrir les besoins en poutre, bardage et cloison de **80 maisons/an** (ordre de grandeur). Si le volume de production était porté au maximum des capacités d'extraction (5 000 m³/an), nous pourrions atteindre 160 habitats/an.

4.2.2.2 Le petit et moyen bois de Mahogany

Un habitat en bois nécessite 11 m³ de petit et moyen bois de Mahogany. Si l'on considère une perte de 65% entre le bois sur pied et le bois sortie de scierie en pré-débit, et une perte de 15% entre pré-débit et le bois prêt à être utilisé en construction (source Groupe Bourbon Bois). Nous pouvons déduire que :

La ressource en petit et moyen bois Mahogany actuelle permettrait de couvrir les besoins en tuile, parquet et lame de terrasse de **150 maisons/an** (ordre de grandeur).

4.2.2.3 Les déchets de Mahogany



Figure 11 : Sciure de la scierie du gros morne

Lors de la coupe de l'arbre, l'ONF perd 30 % du volume (branche, haut d'arbre); après la vente de la grume, les scieurs perd 65 % du volume du bois ; en deuxième transformation, le corps de métier bois (ébéniste, menuisier) perd 15 % du bois fournis.

Suite à ces différentes observations, le tableau ci-après présente les volumes de déchets de bois générés par la filière « bois de Mahogany ».

Désignation	Volume de déchets de bois de Mahogany.
ONF	1 500 m ³
Exploitant scieur	3 250 m ³
Ebénistes, menuisiers, charpentiers	262 m ³
TOTAL	5 012 m³

Le volume total des déchets de bois est estimé à 5 012 m³. Actuellement ces déchets sont valorisés sous forme d'amendement agricole.

Les fibres utilisées pour la fabrication d'isolant thermique sont issues d'arbre résineux. Or le Mahogany est un feuillu. Toutefois, il existe un procédé, dit « jasmin », qui permet la fabrication d'isolant thermique à partir de copeaux de bois de toutes origines.

Le procédé jasmin consiste à pulvériser de l'argile sur des copeaux de bois non traité. Cette méthode permet la réalisation d'un isolant (source : ouvrage « isolation thermique écologique », auteur : M. OLIVA) :

- ✓ Peu putrescible, grâce à l'argile ;
- ✓ Ne développe pas de moisissure ;
- ✓ Non consommable et peu dégradé par les rongeurs ;
- ✓ Bonne durabilité et stabilité, si la mise en œuvre est adaptée et la densité de l'isolant ;
- ✓ Performance acoustique intéressante ;
- ✓ Valorisable en fin de vie sous forme d'amendement agricole ;
- ✓ Excellent régulateur hygrothermique ;
- ✓ Une épaisseur de 10 cm d'isolant thermique JASMIN, concède une résistance thermique de 2,22 m².K/W.

En outre, il est sensible au feu, car classé l'équivalent M2 en Allemagne. Ce classement implique qu'il ne peut être éligible à l'offre Isol'eko d'EDF. Par contre il peut être mis en œuvre avec un parement coupe-feu.

Il est mis en place en vrac dans les combles, ou par soufflage en volume fermé à l'intérieur des murs (dans ces 2 cas, l'usage du masque est obligatoire).



Figure 12 : Soufflage d'isolation jasmin en volume fermé, www.batilux.com

4.3 Présentation des deux scénarii étudiés

Dans le scénario d'étude, l'ONF coupe quotidiennement 20 m³ de gros bois de Mahogany et 10 m³ de moyen et petit bois de Mahogany. Suite à la coupe des branches et du haut de l'arbre, l'ONF vend 14 m³ de gros bois Mahogany et 7 m³ de petit et moyen bois Mahogany. La scierie véhicule ainsi 21 m³ de bois jusqu'à l'usine.



Figure 13 : grume vendue par l'ONF



Figure 14 : Transport de grume

L'usine effectue ensuite un pré-débit, de manière à utiliser les parties les plus intéressantes (partie de couleur foncé, voir figure 15).



Figure 15 : Intérieur du bois de Mahogany (scierie du gros morne)



Figure 16 : 1^{ère} transformation du bois (scierie du gros morne)

Ensuite, par l'intermédiaire de moulurières 4 faces (voir figure 4) et de frises (voir figure 8), le bois est transformé en produit fini. Ces opérations génèrent une **perte de 65 % de la matière première**.

La scierie obtiendra plusieurs catégories de produits selon les volumes suivants :

Désignation	Typologie	Répartition volumique	Volume journalier
Poutre	Gros bois de Mahogany	46%	3,4 m ³
Bardage	Gros bois de Mahogany	13%	1,0 m ³
Cloison	Gros bois de Mahogany	4%	0,3 m ³
Parquet	Petit et moyen bois de Mahogany	2%	0,1 m ³
Terrasse	Petit et moyen bois de Mahogany	9%	0,7 m ³
Tuile	Petit et moyen bois de Mahogany	26 %	1,9 m ³
Total		100%	7,4 m³

La scierie récupère tous les déchets de bois (hors écorce), puis les broie. Ainsi les déchets de scierie représentent un volume de 13,7 m³ par jour.



Figure 17 : Déchet de scierie (scierie du gros morne)



Figure 18 : Broyeur de bois (motoculture_culture.com)



Figure 19 : Copeaux de bois (www.jenall.com)

Enfin, les déchets de scierie sont :

- ✓ **Non valorisés** (scenario initial) : scenario 0
- ✓ Ou **valorisés en isolant thermique** : scenario 1

Les déchets sont prétraités (broyés) par la scierie, pour chacun de ces deux scenarii.

Les déchets de scierie peuvent également faire l'objet d'une valorisation énergétique. **Les éléments financiers de la mise en œuvre d'une unité de séchage air/air de la scierie, dans le cas où les déchets de bois utilisés en tant que combustible sont décrits dans le rapport d'étape 3 de la phase 2 de l'étude.**



4.4 Etude de faisabilité économique des scénarii

Suite à la description du scénario, nous présentons ci-dessous une analyse économique de la filière « bois de Mahogany ».

4.4.1 Investissement initial

4.4.1.1 Coût logistique

La filière bois de construction nécessite l'utilisation des équipements suivants :

Désignation	Montant
Scie à grume	10 000 €
Moulurière 4 face (bardage,...)	20 000 €
Moulurière à fraise (parquet,...)	40 000 €
Camion benne	50 000 €
Broyeur à bois	10 000 €
Total	130 000 €

Les équipements escomptent une dépense de **130 000 €**.

4.4.1.2 Coût du bâti

Nous faisons l'hypothèse que la zone couverte de l'usine s'étale sur une surface de 1 000 m², selon la répartition suivante :

- ✓ 400 m² de zone de stockage de bois brute,
- ✓ 200 m² de zone de stockage de fibre traité,
- ✓ 300 m² d'espace logistique,
- ✓ 100 m² de bureau.

Il est à prévoir l'achat d'une surface de 2 000 m².

Désignation	Coût par unité	Surface	Montant
Terrain	180 €/m ²	2 000 m ²	360 000 €
Bâti couvert	1 000 €/m ²	1 000 m ²	1 000 000 €
Local	1 500 €/m ²	100 m ²	150 000 €
TOTAL			1 510 000 €

La construction de l'usine (hors équipements) engendre une dépense de 1 510 000 €.

Remarque : Ce coût a pu être surestimé, par contrainte d'homogénéisation des coûts fonciers sur l'ensemble des filières. En effet, les prix d'achat du terrain dans le Nord Martinique, où se trouve une grande partie de l'activité scierie, sont inférieurs à 180 €/m².



4.4.1.3 Récapitulatif

Le tableau ci-dessous récapitule le capital nécessaire à la construction de l'usine.

Capital propre	Montant
Matériels	130 000 €
Bâti	1 510 000 €
TOTAL	1 640 000 €

La création de la scierie nécessite un investissement de **1 640 000 €**.

4.4.2 **Chiffre d'affaires**

Lors d'un entretien, un gérant de scierie a fait part de l'intérêt à vendre le bois de Mahogany sous forme de produit fini à 1 000 €/m³. Dans le scénario étudié, la filière bois de Mahogany peut générer 1 750 m³ annuel de produit fini (5 000 m³ de grumes à un taux de valorisation de 35%), selon le profil suivant :

Désignation	Typologie	Coût par unité de volume	Répartition volumique	Volume annuel	Chiffre d'affaire annuel
Poutre	Gros bois de Mahogany	1 000 €/m ³	0,46	805,0 m ³	805 000 €
Bardage	Gros bois de Mahogany	1 000 €/m ³	0,13	227,5 m ³	227 500 €
Cloison	Gros bois de Mahogany	1 000 €/m ³	0,04	70,0 m ³	70 000 €
Parquet	Petit et moyen bois de Mahogany	1 250 €/m ³	0,02	35,0 m ³	43 750 €
Terrasse	Petit et moyen bois de Mahogany	1 250 €/m ³	0,09	157,5 m ³	196 875 €
Tuile	Petit et moyen bois de Mahogany	1 000 €/m ³	0,26	455,0 m ³	455 000 €
Total chiffre d'affaires					1 798 125 €

La scierie peut donc escompter un chiffre d'affaires de **1 798 125 € par an**.



4.4.3 Coûts de fonctionnement

4.4.3.1 Coût de la ressource humaine

Suite à l'analyse des ressources humaines des scieries existantes, nous projetons l'emploi des qualifications suivantes :

Désignation	Nombre	Montant unitaire	Montant mensuel	Montant annuel
Cadre usine	2	5 000 €	10 000 €	120 000 €
Commercial usine	1	4 000 €	4 000 €	48 000 €
Administratif usine	1	3 000 €	3 000 €	36 000 €
Technicien usine	6	3 000 €	18 000 €	216 000 €
Technicien broyage	1	3 000 €	3 000 €	36 000 €
Conducteur poids lourd	1	3 000 €	3 000 €	36 000 €
Total				492 000 €

La coupe budgétaire annuelle de la masse salariale est de **492 0000 €**.

4.4.3.2 Coût de l'énergie

Suite à l'analyse des équipements nécessaires à la filière bois, nous pouvons estimer la consommation énergétique de l'usine.

Désignation	Quantité	Puissance	Temps par an	Consommation annuelle	Coût unitaire	Coût
Camion benne	1	36 litres /100 km	10 000 km	3600 L	1,25 €/litre	4 500 €
Scie à grume	1	11 000 W	1 750 h	19 250 kWh	0,11 €/kWh	2 117,5 €
Moulurière 4 faces (bardage,..)	1	24 000 W	1 750 h	42 000 kWh	0,11 €/kWh	4 620 €
Moulurière à fraise (parquet,..)	1	47 000 W	1 750 h	82 250 kWh	0,11 €/kWh	9 047 €
Broyeur	1	128 000 W	1 750 h	224 000 kWh	0,11 €/kWh	24 640 €
Total						44 924 €

La facture énergétique annuelle de l'usine est de **44 924 €**, impliquant une énergie grise de **367,5 MWh** pour une **1 750 m³** de bois (produit fini).



4.4.3.3 Coût de l'achat de la matière première.

L'achat de 5 000 m³ de grumes engendre une dépense de 200 000 € (40 €/m³).

Remarque : Le coût de la grume est bas, et **il existe un risque que ce prix augmente**, dans le cadre d'une structuration de la filière.

4.4.3.4 Récapitulatif

Le tableau ci-dessous récapitule les coûts de fonctionnement annuels :

Capital propre	Montant
Ressources humaines	492 000 €
Energie	44 900 €
Matières premières	200 000 €
TOTAL	736 900 €

Les coûts de fonctionnement s'élèvent à 736 900 € par an.

4.4.4 **Faisabilité économique de la filière bois de Mahogany (scenario 0)**

Le bilan financier de la filière est présenté ci-dessous. Il intègre tous les maillons de la chaîne économique.

Temps (ans)	1	2	3	4	5	10
Chiffre d'affaires	359 625 €	719 250 €	1 078 875 €	1 438 500 €	1 798 125 €	1 798 125 €
Coût des ressources humaines	-98 400 €	-196 800 €	-295 200 €	-393 600 €	-492 000 €	-492 000 €
Coût de l'énergie	-8 985 €	-17 970 €	-26 955 €	-35 940 €	-44 925 €	-44 925 €
Coût d'achat grume	-40 000 €	-80 000 €	-120 000 €	-160 000 €	-200 000 €	-200 000 €
Amortissement bâti (hors terrain)	-57 500 €	-57 500 €	-57 500 €	-57 500 €	-57 500 €	-57 500 €
Amortissement matériel	-26 000 €	-26 000 €	-26 000 €	-26 000 €	-26 000 €	- €
Bénéfice	128 740 €	340 980 €	553 220 €	765 460 €	977 700 €	1 003 700 €
Imposition	42 484 €	112 523 €	182 563 €	252 602 €	322 641 €	331 221 €
Bénéfice net	86 256 €	228 457 €	370 657 €	512 858 €	655 059 €	672 479 €

On constate que le bénéfice net est positif au bout de la troisième année (et ce, dès la première année d'activité) : pour un prix vente 1 000 €/m³ et un investissement initial de 1 938 125 €. **La filière bois de Mahogany est donc viable économiquement.**



Le marché de la construction en bois est déjà développé en Martinique, et le prix des produits proposés par cette étude économique est **compétitif**. Par comparaison, les bois importés sont vendus 1 500 €/m³. Au vue des bénéfices dégagés par la filière, le risque lié à une augmentation du prix de la matière première (grume) peut être absorbé jusqu'à un facteur 4 (160 €/m³).

4.4.5 **Faisabilité économique de la filière bois de Mahogany avec valorisation des fibres de bois (scenario 1)**

Dans le scenario 1, les copeaux de bois sont traités en vue de leur utilisation comme isolant thermique. Ils seront commercialisés au prix moyen d'un isolant, soit 80 €/m³.

Bien que pour l'heure, peu de procédés existent pour la valorisation de copeaux de bois (hors résineux) en isolants thermiques, et que peu d'informations sont disponibles sur le procédé Jasmin (breveté), nous proposons les hypothèses suivantes :

- Mélange : argile à 30 % massique (hypothétique) ;
- Prix de l'argile micronisée : 1,00 € par kilogramme, soit au total 472 000 € ;
- Système à marteau avec un tamis (10 000 W) : 40 000 € d'investissement et 1 925 € de coût de fonctionnement en énergie par an.

Nous supposons que nous collectons uniquement les déchets de sciures et broyats de la scierie, soit un volume de 3 500 m³. Le chiffre d'affaires serait donc de **280 000 €**.

Chiffre d'affaires supplémentaire	+280 000 €
Coûts de fonctionnement supplémentaires	-184 175 €
Coût ressources humaines (2 techniciens)	- 72 000 €
Coût énergétique	- 1 925 €
Coût des matières premières	- 110 250 €
Frais d'amortissement réparti sur 2 ans	-25 000 €
Bénéfice	70 825 €
Impôt sur le revenu	23 608 €
Bénéfice net d'impôt	47 217 €

En conclusion, la scierie peut compléter son activité en produisant de l'isolant à partir de ses déchets, qu'elle mettrait sur le marché au prix de 80 €/m³. Cette activité serait viable et rapporterait **47 217 € supplémentaires** les deux premières années, avec 50 000 € d'investissement, et la création de deux postes supplémentaires. Après les deux ans de retour sur investissement, la sciera fera **un bénéfice net d'impôts supplémentaire de 63 245 € nets d'impôts**.

Cette activité pourrait être menée par la scierie elle-même ou bien par un établissement tiers existant, dans la mesure où les frais d'investissement liés au bâti sont nuls ou faibles.

Il existe également une **possibilité de mutualiser les moyens humains et les locaux dans le cadre d'une activité de production d'isolants locaux** à partir de différents matières premières (papiers journaux, fibres de coco...).

5 FILIERE TERRE CRUE

5.1 **Présentation de la construction en terre crue**

5.1.1 **Présentation du mode de construction en terre crue**

Plus de 50% des habitants dans le monde vivent dans des constructions terre.



Figure 20 : Zones de construction en terre (source CRATERRE).

La terre est devenue un matériau de prédilection pour l'habitat durable en raison de son efficacité socio-économique et son faible impact environnemental.

L'étude est axée sur la construction en brique de terre crue car cette technique est similaire à la pose de brique de parpaing ou de terre cuite, très fréquente en Martinique.

Par conséquent, nous envisageons les deux modes de construction suivants :

- L'ADOBE, qui est la terre à l'état plastique (voir chapitre 2.2),
- Bloc de Terre Comprimé, usuellement appelé « BTC » (voir chapitre 2.3).

5.1.2 **Présentation du matériau terre**

La terre n'est qu'une addition de grains de différentes tailles. Les terres sont classées en fonction de leur taille :

- ✓ Cailloux : entre 20 cm et 2 cm ;
- ✓ Graviers : entre 2 cm et 2 mm ;
- ✓ Sables : entre 2 mm et 60 μm ;
- ✓ Silts (limon) : entre 60 μm et 2 μm ;
- ✓ Argiles : en dessous de 2 μm .

La terre utilisée pour la construction n'est pas la terre organique, car son utilisation formerait des briques peu solides avec le risque de floraison murale.

La terre utilisée est celle du sous-sol. En terme pédologique, il s'agit de **l'horizon B**.

La terre exploitable pour la construction est minérale et débarrassée de tout élément organique.

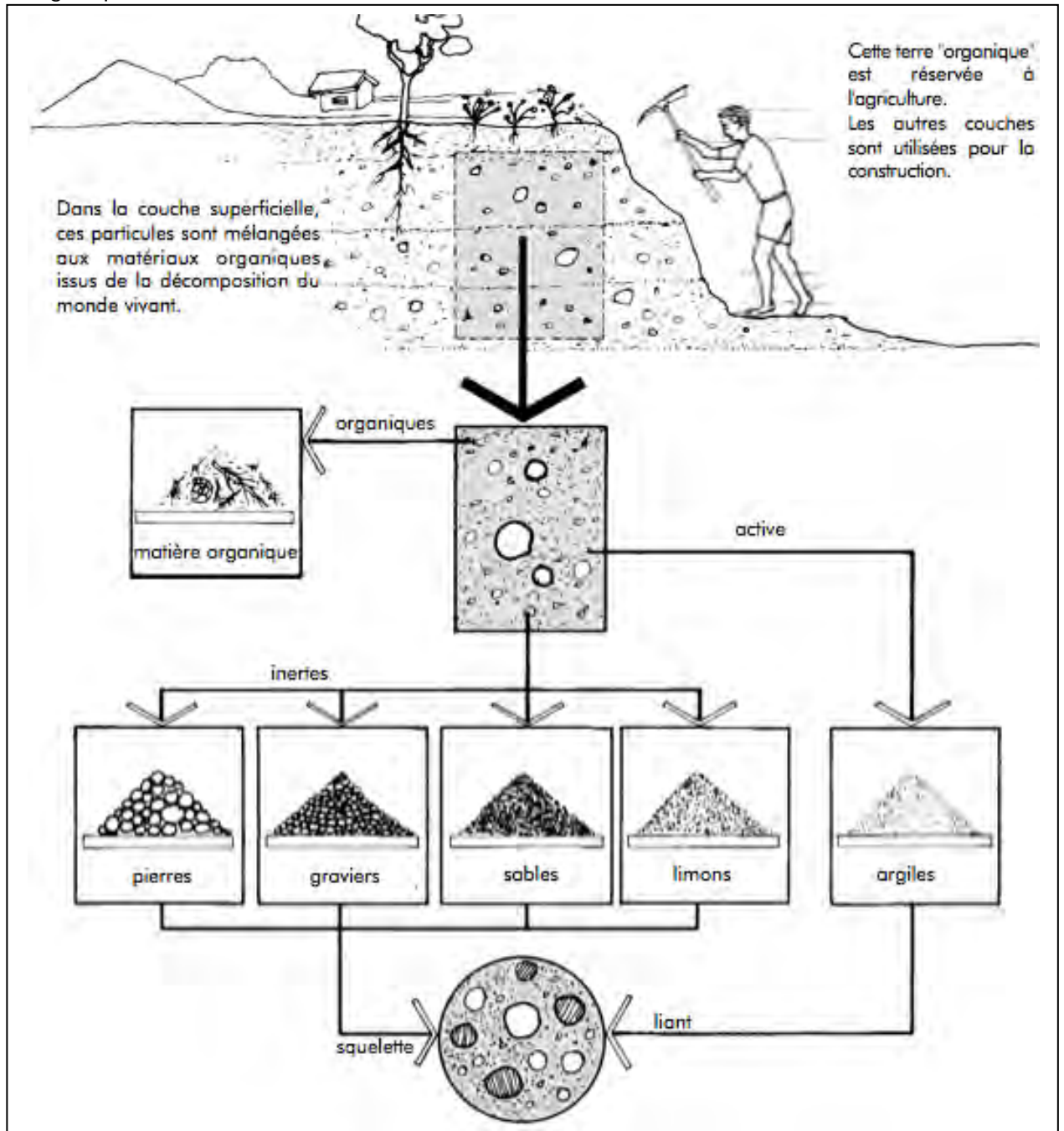


Figure 21 : schéma explicatif de la terre situé à l'horizon B (source CRATERRE)

A chaque type de terre correspond une utilisation en construction.

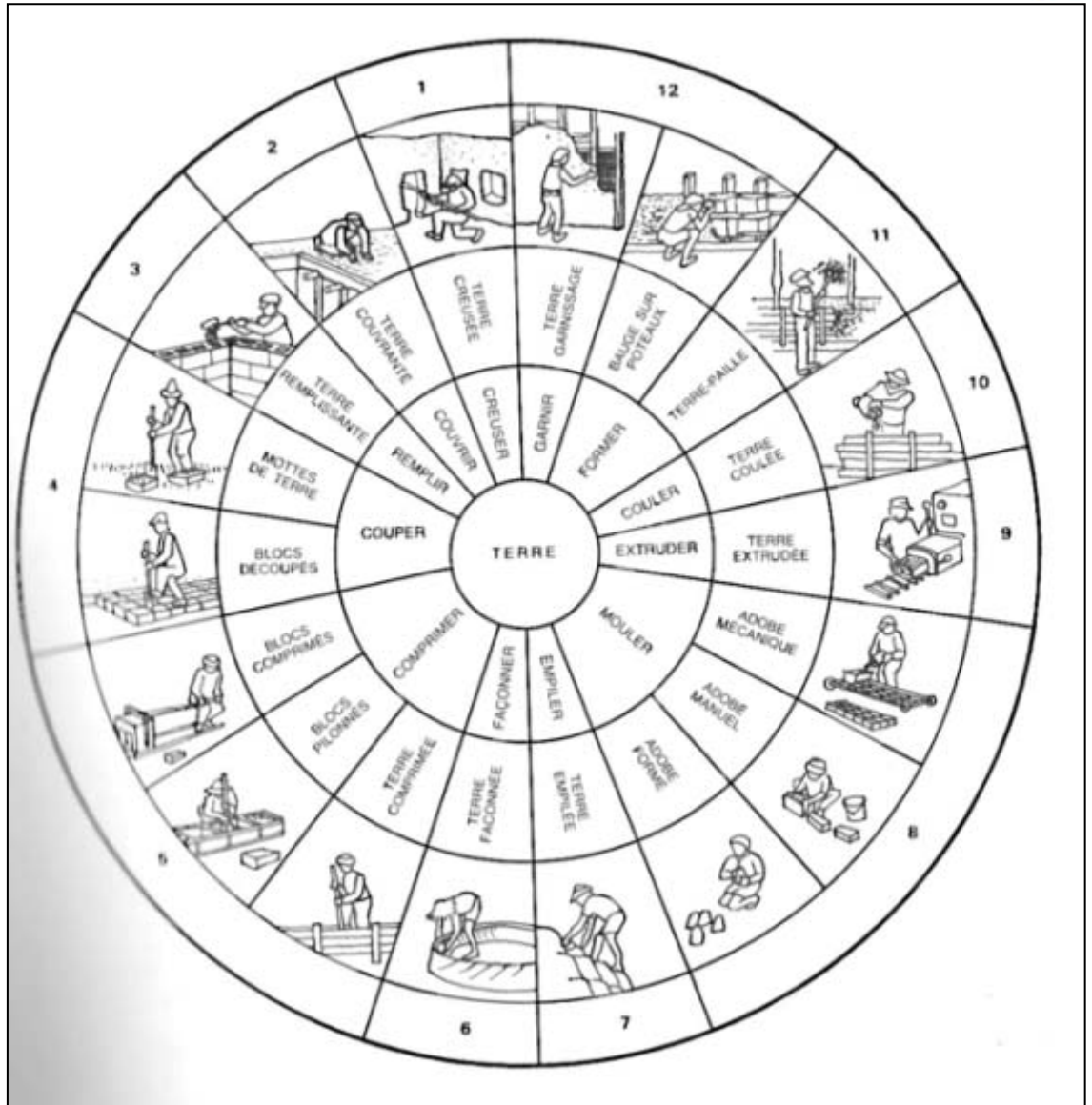
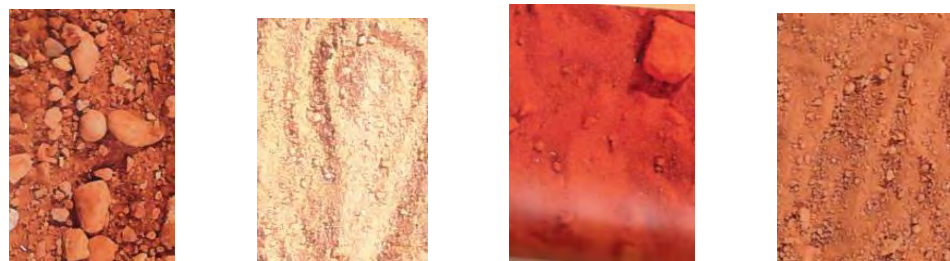


Figure 22 : Roue d'utilisation de la terre en construction (source CRATERRE)

L'aspect visuel des terres les plus fréquemment utilisées dans la construction est présenté ci-dessous :



Terre à pisée/BTC Terre à adobe Terre à enduit Terre à torchis

Figure 23 : Aspect visuel des terres utilisées dans la construction

Il existe plusieurs modes d'utilisation de la terre dans le secteur de la construction. Les photographies ci-après illustrent les différents modes de mise en œuvre existantes.




Figure 24 : Différents modes d'utilisations de la terre pour la construction (source : CRATERRE)

5.2 Filière ADOBE

5.2.1 Caractéristiques de la terre à ADOBE

A l'origine, l'adobe est un mélange de terre à l'état plastique, ce qui permet de lui conférer la forme d'une brique manuellement. Elle est composée essentiellement de terre sableuse et argileuse. Des tests pratiques permettent de distinguer la granulométrie et composition de la terre : ci-dessous, on présente 3 méthodes d'analyses préliminaires.

MANIPULATION - ODEUR



- Avec l'eau, les sens permettent d'identifier les composants de la terre par le dégagement d'une odeur.

terre ORGANIQUE - dégagement d'une odeur.

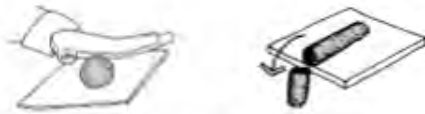
terre SABLONNEUSE - rugueuse, cassante, légèrement collante

terre LIMONEUSE - fine, facile à réduire en poudre, collante

terre ARGILEUSE - difficile à rompre, lente à se dissoudre dans l'eau, très collante et fine.

TERRE CONVENABLE :
L'idéal est d'avoir une terre à la fois sableuse et argileuse.
Il faut se méfier des terres limoneuses dans la mesure où une fois sèches, elles ne résistent pas à l'eau.

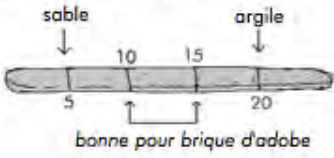
ESSAI DU "CIGARE"



- Retirer les graviers de l'échantillon
- Mouiller, mélanger et laisser reposer la terre une demi-heure jusqu'à ce que l'argile puisse réagir avec l'eau.
- La terre ne doit pas salir les mains.
- Sur une planche, former un cigare de 3 cm de diamètre et de plus de 20 cm de long.
- Pousser lentement le cigare vers le vide.
- Mesurer la longueur du tronçon qui se détache
- Recommencer 3 fois et calculer la moyenne.

moins de 5 cm. **TROP SABLONNEUSE**

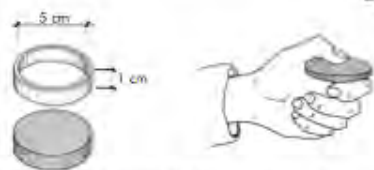
plus de 20 cm. **TROP ARGILEUSE**



bonne pour brique d'adobe


TERRE CONVENABLE
Entre 7 et 15 cm, la terre est bonne.

LA "PASTILLE"




Récupérer la terre de l'essai précédent à l'état plastique; Mouler deux pastilles à l'aide d'un morceau de tube ou autre.
Après séchage :
- Observer les éventuels phénomènes de rétraction.
- Evaluer la résistance de la terre à la rupture et l'écrasement entre le pouce et l'index.


- Pas de rétraction, facile à réduire en poudre :

Terre SABLONNEUSE 

- Rétraction, facile à réduire en poudre :

Terre LIMONEUSE 

- Rétraction importante, très difficile à réduire en poudre :

Terre ARGILEUSE 

TERRE CONVENABLE
Moins de 1 mm de retrait, difficile à réduire en poudre : bonne terre.

RECOMMANDATION :
Le plus simple est de mouler les briques d'adobe et d'analyser leur comportement après séchage (aspect, fissures, résistance). Si le temps manque, les essais ci-dessus permettent de faciliter la sélection de la terre la mieux adaptée.

Figure 25 : Tests pratiques d'analyse de la granulométrie de la terre

La brique d'adobe est exempte de tous graviers, cailloux et résidus organiques. Les compositions et proportions nécessaires à sa fabrication sont présentées ci-dessous.

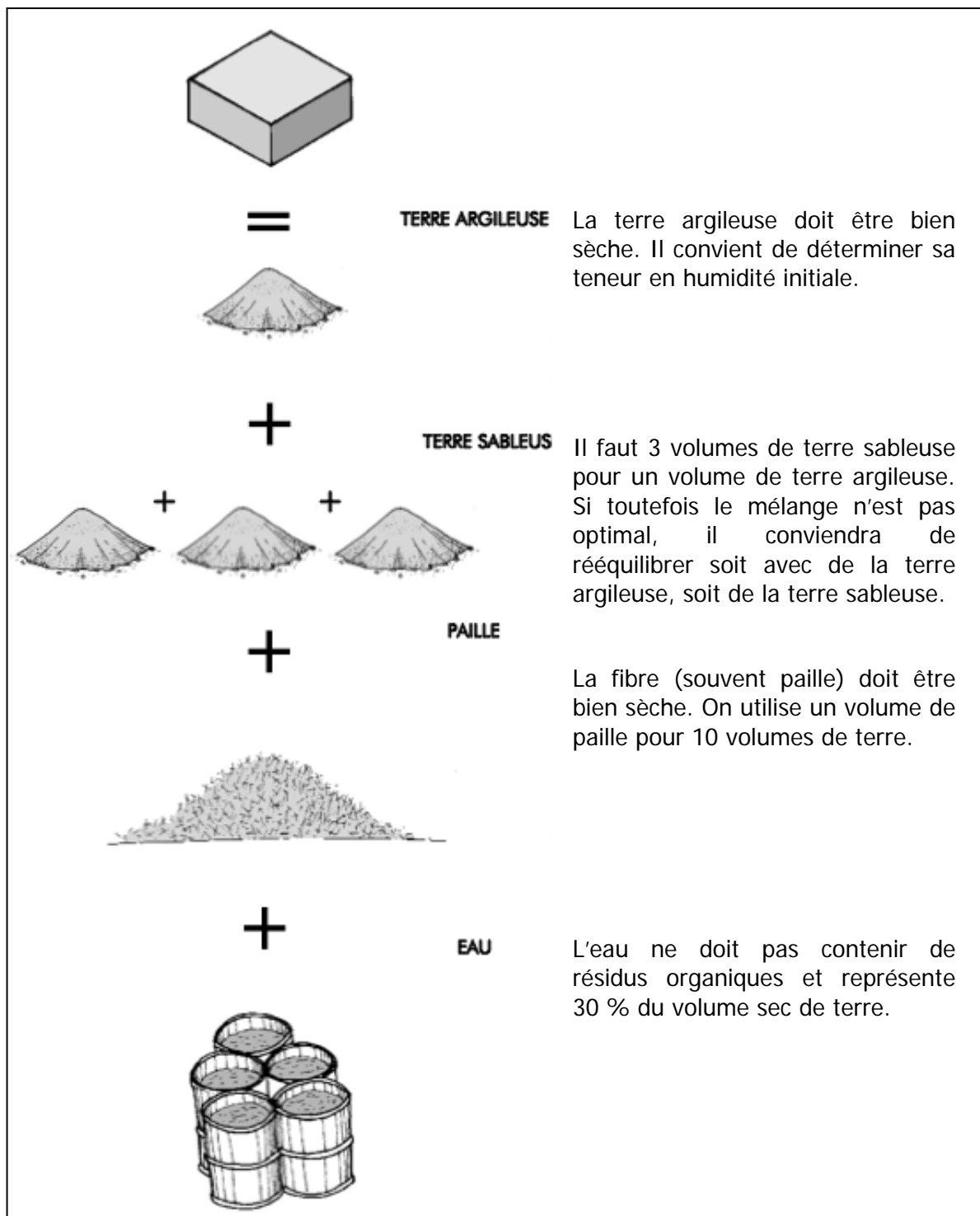


Figure 26 : Composition de la brique d'adobe


Après le malaxage du mélange, on obtient une pâte. En préparation du moulage, la pâte est fractionnée sous forme de boules qui constitueront les futures briques.

5.2.2 Moulage de l'adobe


Le moulage est une étape très importante pour la fabrication de l'adobe car au-delà de la forme, elle permet de garantir les caractéristiques mécaniques de la brique.

Le moulage est réalisé après avoir laissé le mélange terre/eau reposer pendant au minimum une nuit. Le lendemain, mélanger de nouveau, cette fois-ci en ajoutant la paille.


ETAPES IMPORTANTES




Nettoyer le moule



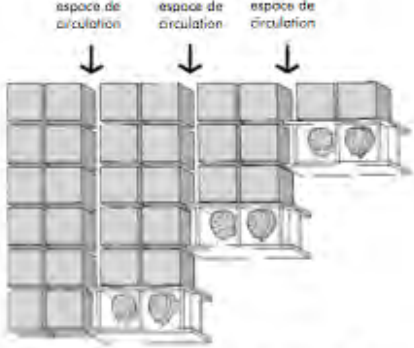
Remplir le moule



Niveler

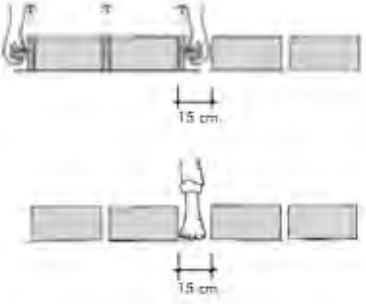


Egaliser avec la paille




espace de circulation

Prévoir à chaque mètre un espace de circulation nécessaire.
Respecter les alignements pour tirer le meilleur parti de l'espace disponible et faciliter le comptage.




15 cm


OUTILS




Récipient pour laver le moule



Pilon

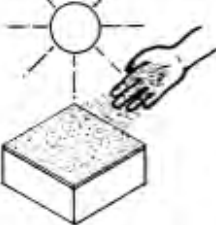


Règle pour le lissage



Eponge

PRECAUTION CONTRE LES FISSURES DE RETRACTION DUES AUX FORTES TEMPERATURES



Eviter de travailler pendant les heures de fort ensoleillement, entre 11h et 15h.

Protéger immédiatement la surface d'une couche de sable ou de cendre.

Figure 27 : Technique de moulage pour la fabrication de l'ADOBE.

La forme des moules peut être adaptée en fonction du système constructif mise en œuvre.

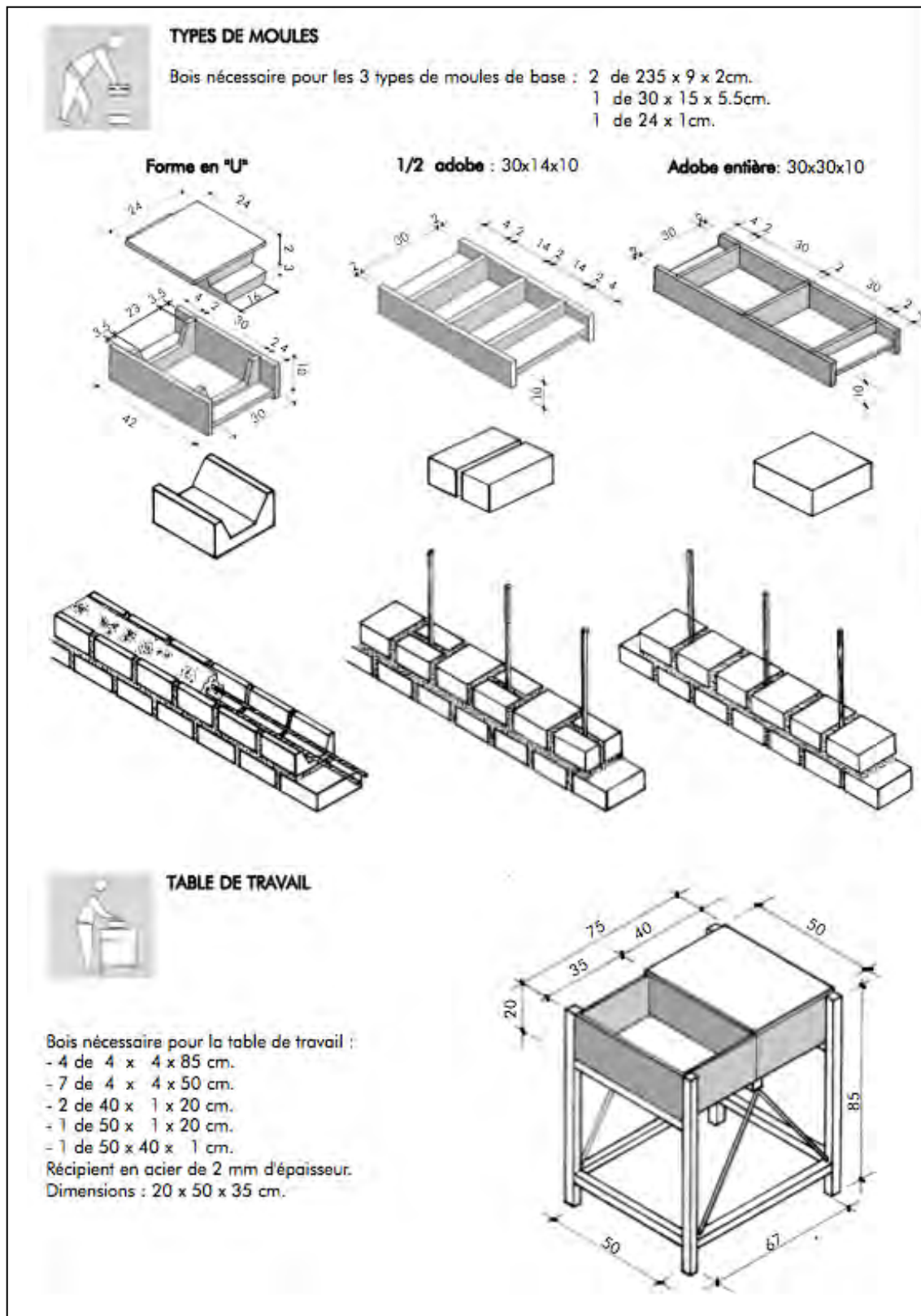


Figure 28 : Divers types de moules pour la fabrication de l'ADOBE.

5.2.3 Technique de construction ADOBE para sismique

La Martinique est en zone sismique de niveau 5. Il est donc primordial de mettre en œuvre tous les moyens de précautions pour prémunir les hypothétiques habitats en ADOBE. Nous relatons ici les résultats des préconisations para sismiques pour des constructions en ADOBE (source : CRATERRE).

5.2.3.1 Risque sismique

La forme et les dimensions du logement sont indispensables à la maîtrise du risque sismique.

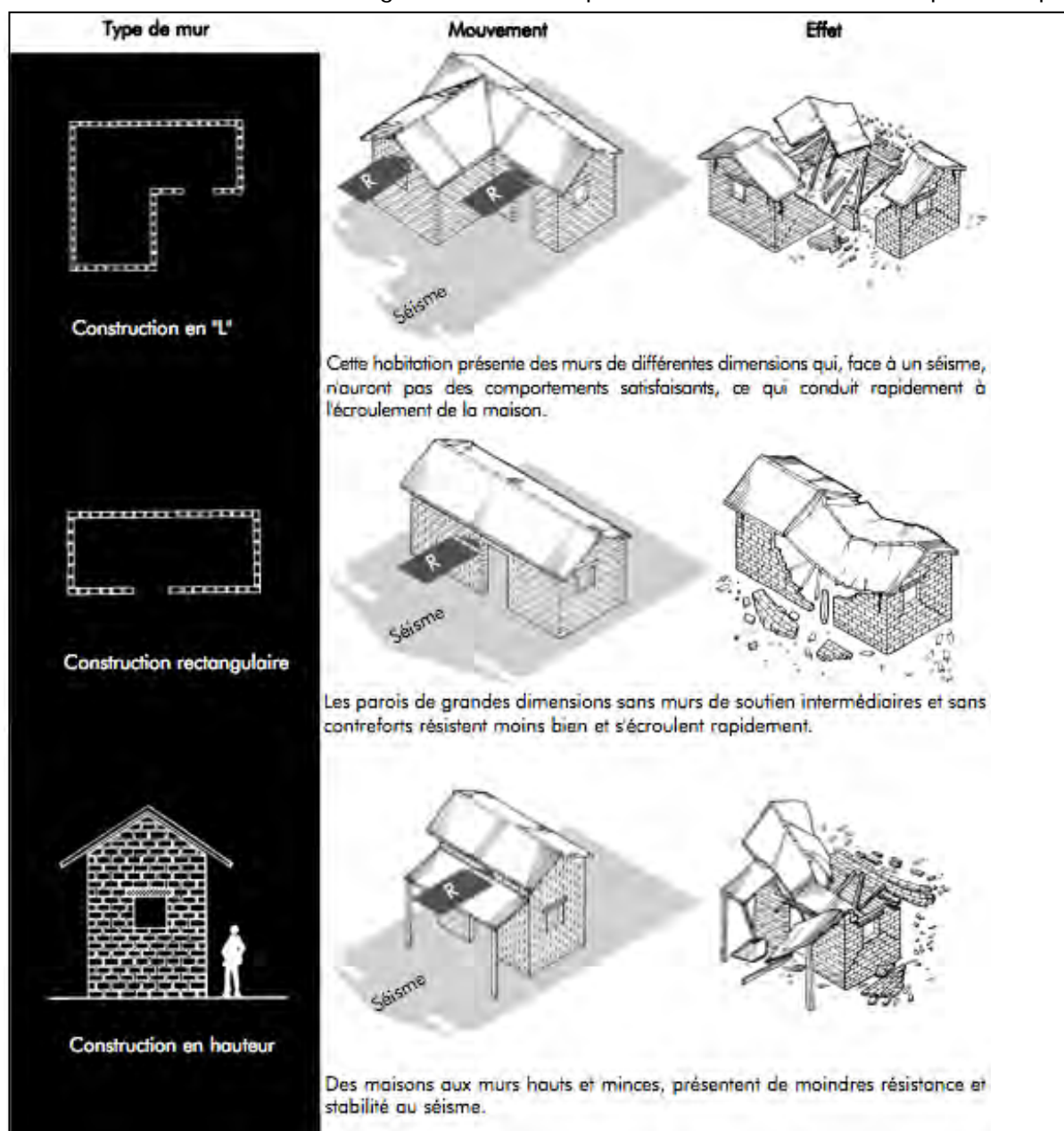


Figure 29 : Forme de l'habitat et risque sismique (source CRATERRE)

Les études ont démontré que la forme cubique est la plus robuste face aux risques sismiques. Par conséquent, nous préconisons que chaque pièce soit conçue selon le principe de la forme cubique.

Pour favoriser la cohésion des murs face aux chocs sismique, il est impératif de mettre en œuvre (voir figure 31) :

- ✓ Des fondations et soubassements,
- ✓ Des contreforts dans les coins,
- ✓ Des chaînages verticaux et horizontaux.

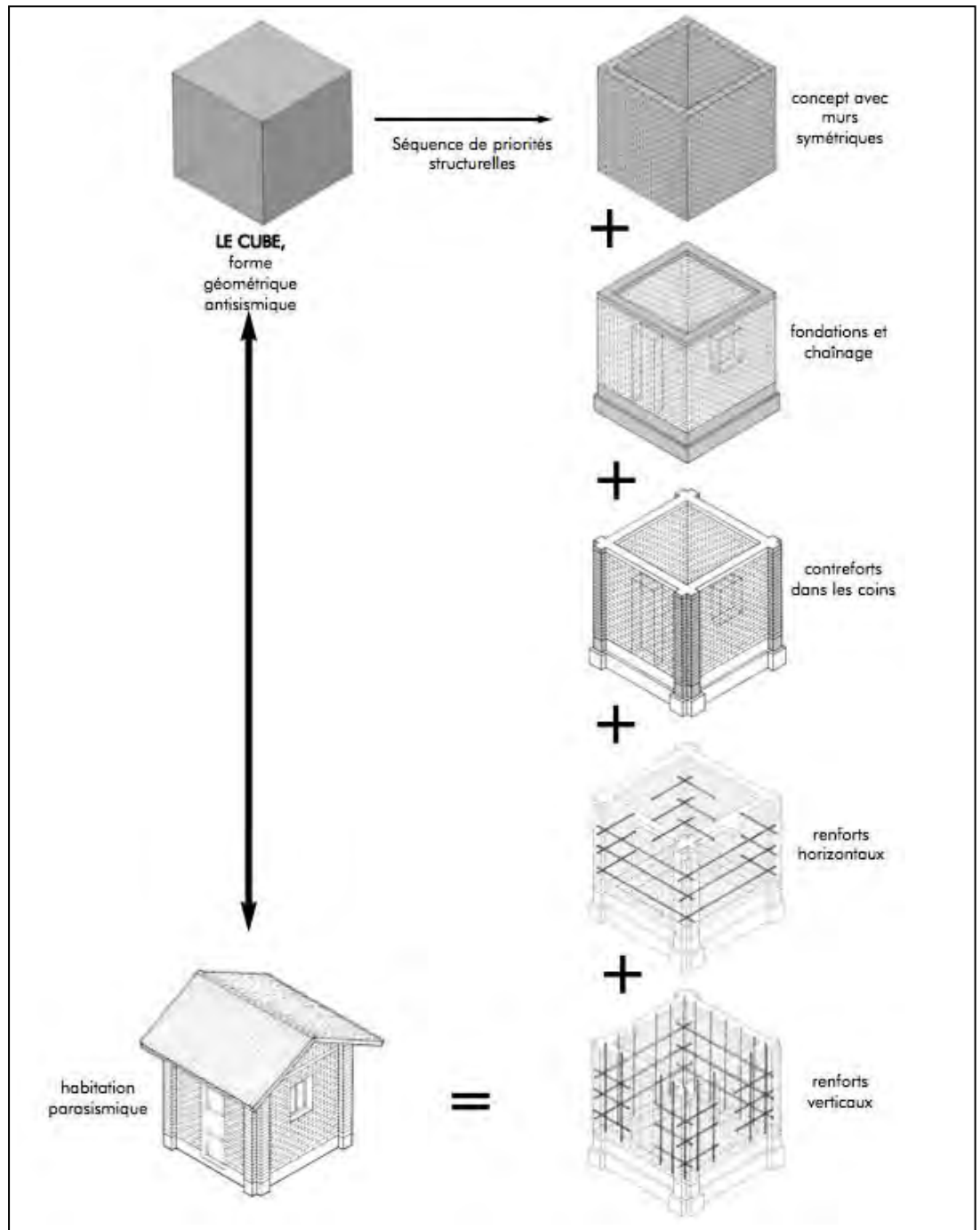


Figure 30 : Conception parasismique en ADOBE (source : CRATERRE)

La résistance mécanique de la brique d'ADOBE est fortement influencée par sa forme. Il a été prouvé que les briques de forme carrée ont de meilleures caractéristiques en résistance de compression et de traction.

A titre indicatif, une brique de 30 cm de côté et 10 cm de hauteur constitue les dimensions type de la brique d'adobe para sismique.

Toutefois en Martinique la longueur des briques (parpaing) est de l'ordre de 15 cm, donc une brique d'ADOBE parasismique de 30 cm de côté, représente une perte d'espace habitable ou encore un surcoût foncier.

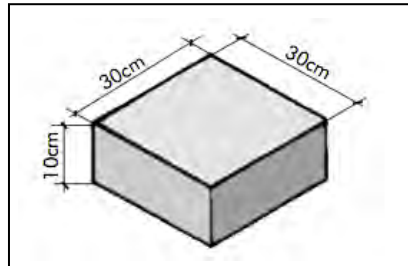


Figure 31: ADOBE parasismique

Il est aussi possible d'adapter la forme de la brique pour une meilleure intégration avec le chaînage. Dans ce cas des moules spécifiques sont à pourvoir pour le façonnage de la brique de terre crue.



Figure 32 : ADOBE parasismique spécifique

Pour atténuer les effets du risque sismique, il est conseillé de construire des pièces de forme carrée. Les premières recommandations indiquent que la longueur de chaque mur vaut 10 fois le côté de la brique.

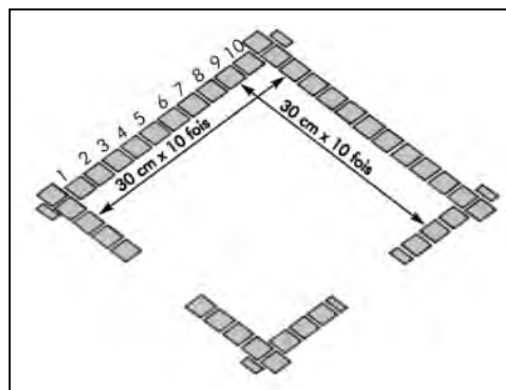


Figure 33 : Pièce parasismique

Pour éviter le risque d'éroulement, une hauteur maximum de mur est à prescrire. Il est recommandé que les murs situés à l'intérieur de l'habitat ne dépassent pas 3 mètres, ce qui implique un angle de toiture inférieur à 10°.

Remarque : Un angle de toiture de 10° n'est pas préconisé en construction para cyclonique.

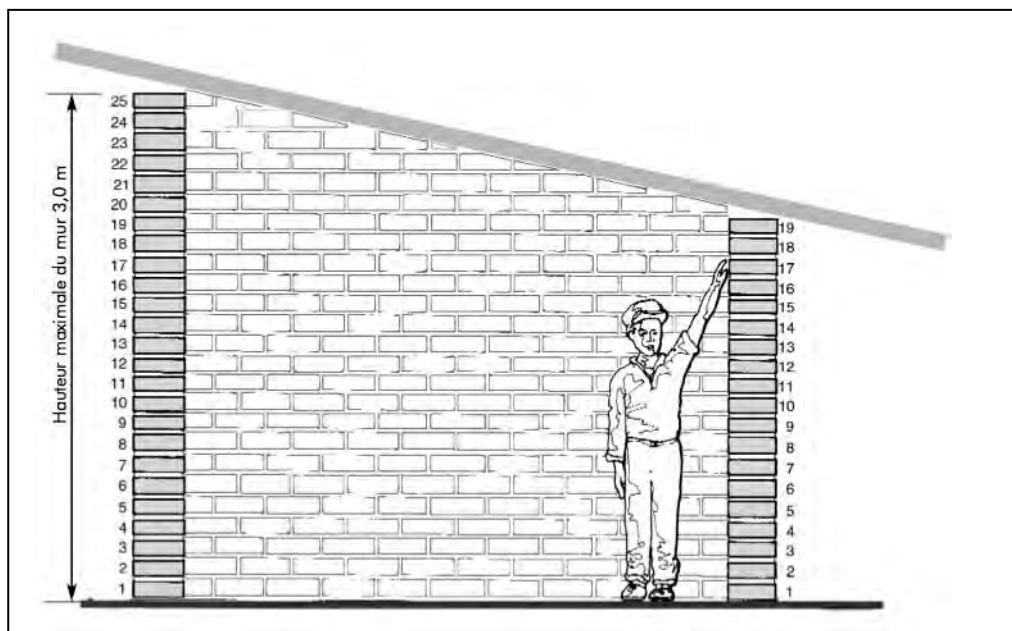


Figure 34 : Hauteur de mûr ADOBE para sismique

La maison doit être construite en suivant une hiérarchie bien précise. La première étape est la pose de la fondation et soubassement de la maison.

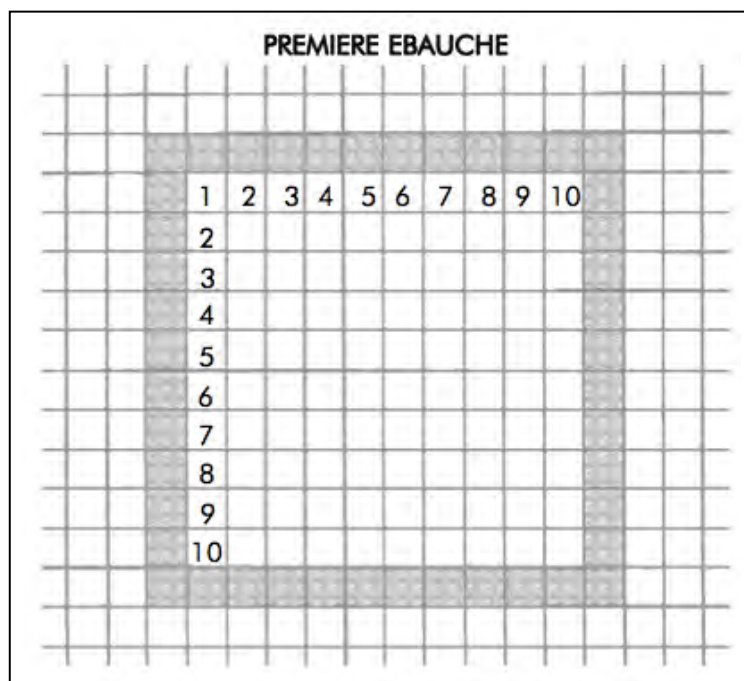


Figure 35 : Fondation

Ensuite, on pose les premières briques, de manière à entourer le chaînage vertical.

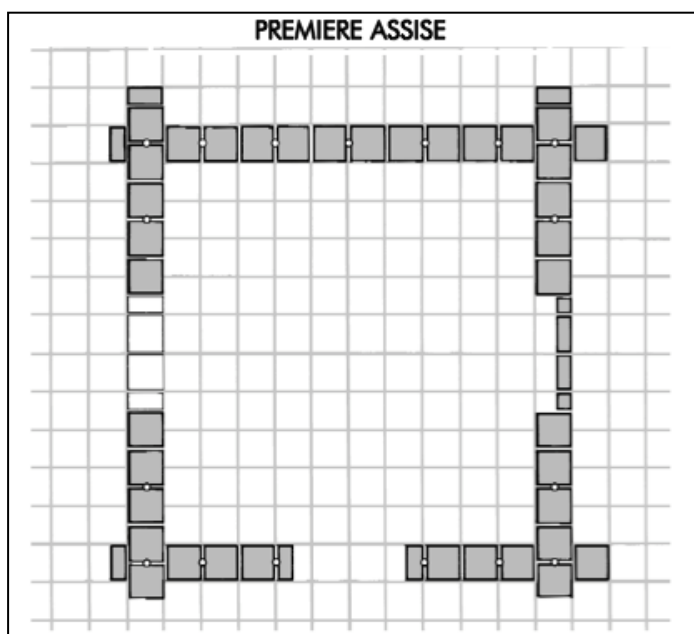


Figure 36 : Première assise, pour construction ADOBE (source : CRATERRE)

De la même manière, on pose la seconde couche en intégrant une plus grande proportion de demi-briques d'adobe de manière à s'adapter au chaînage.

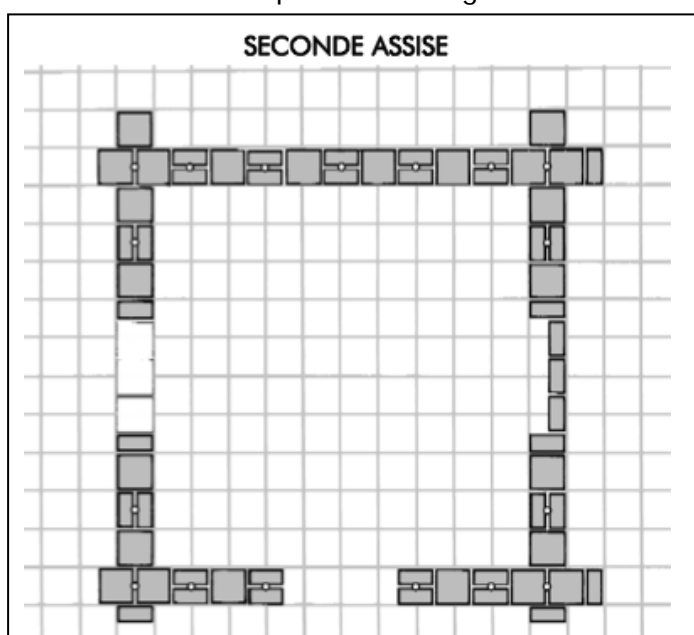


Figure 37: Deuxième assise, pour construction ADOBE (source : CRATERRE)

L'ensemble de la maison s'effectue en superposant première et seconde assise de manière successive, à l'aide de mortier.

L'habitat parasismique ADOBE est pensé comme de multiples agencements de pièces carrées.

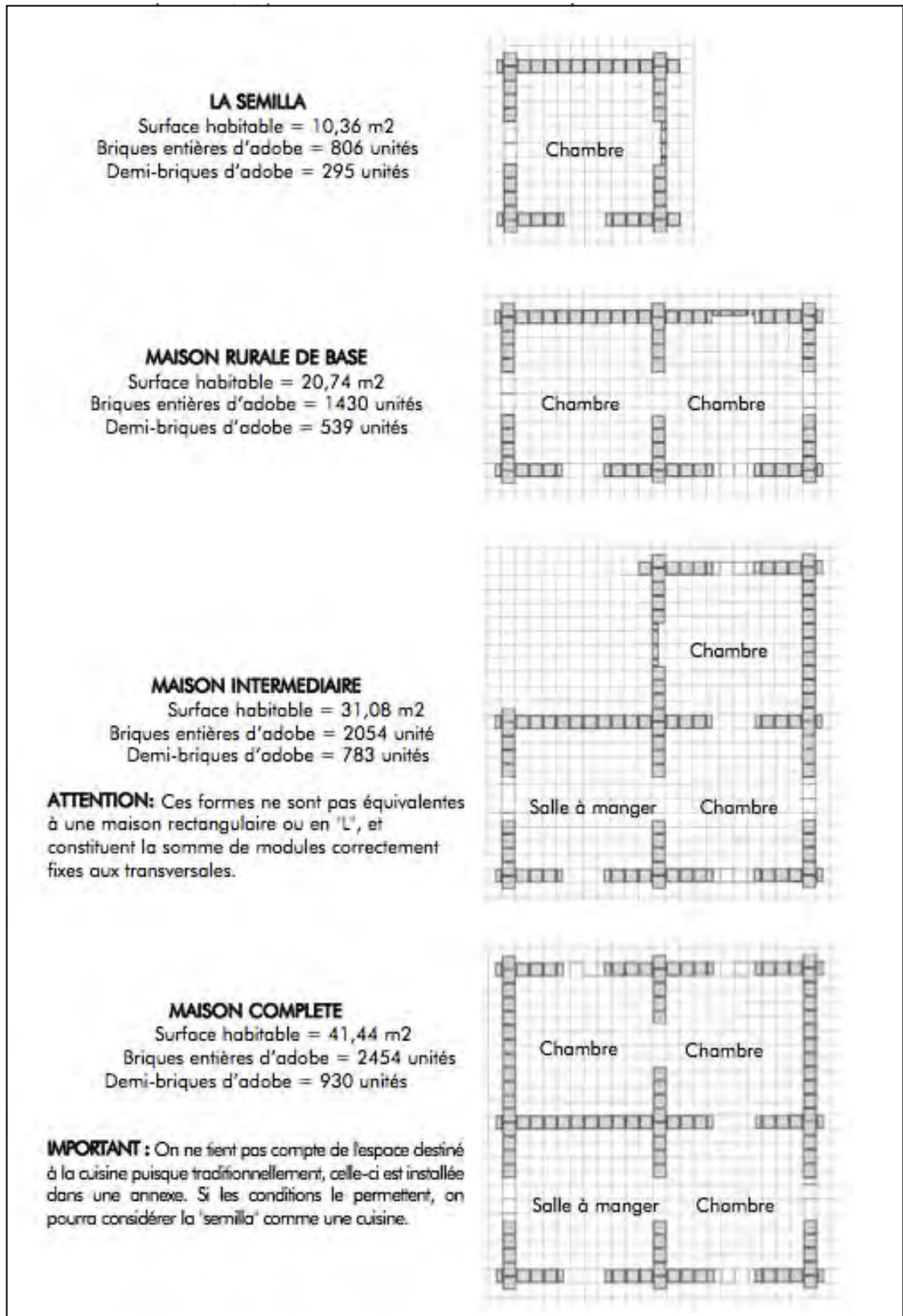


Figure 38 : Habitat ADOBE et agencement parasismique (source : CRATERRE)

5.2.4 Gisement en terre à adobe

Aucune étude n'a été faite sur le gisement de terre à adobe en Martinique. En outre, la carte pédologique de la Martinique permet d'envisager des constructions en ADOBE. En effet, les sols adaptés pour la réalisation d'adobe sont le sol brun rouille, rouge et ferrisol compact. Elles représentent environ 30% de la surface martiniquaise cartographiée, à titre de comparaison le sol vertique utilisé pour la terre cuite représente elle aussi 30 % de la cartographie.

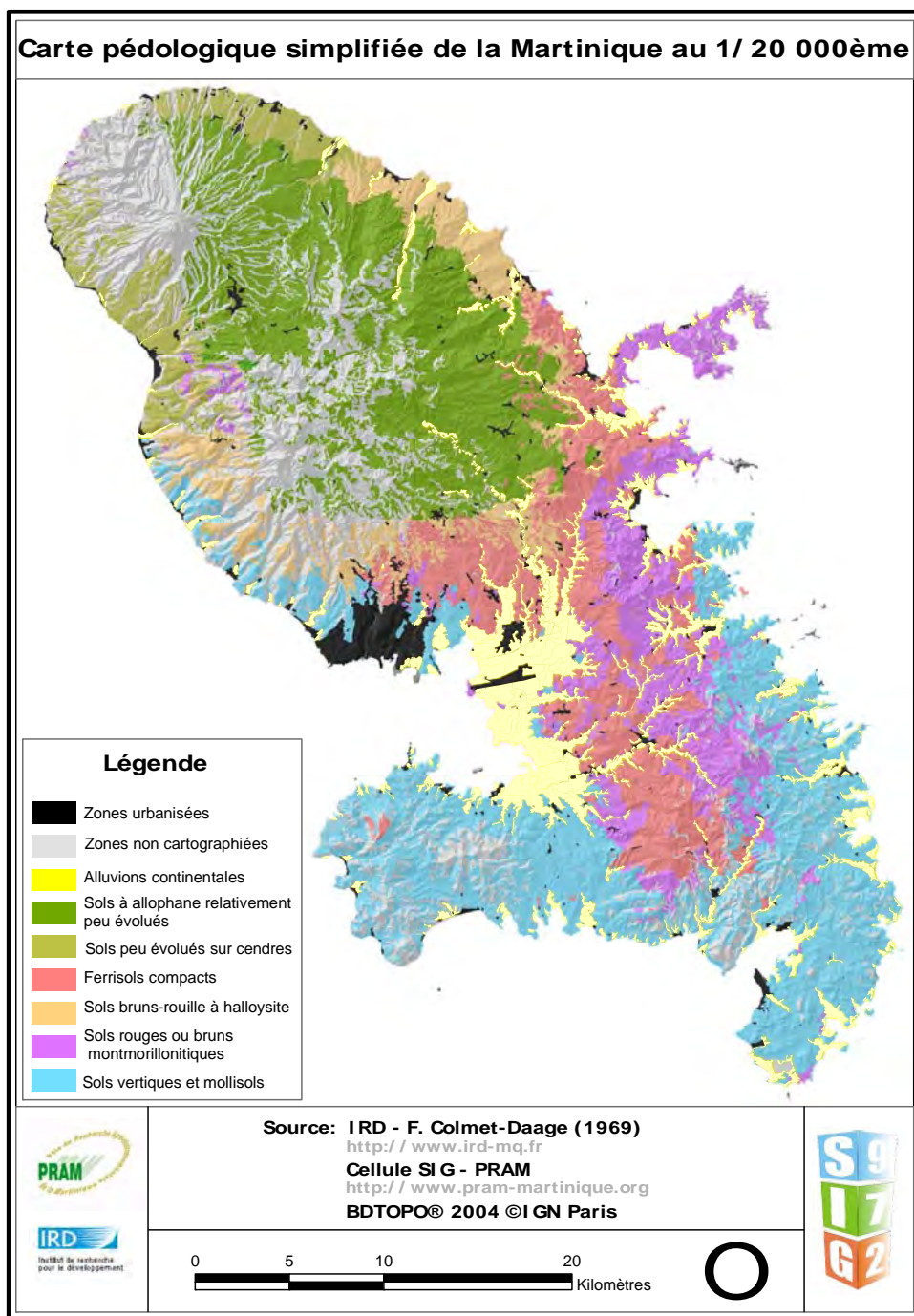


Figure 39 : Carte pédologique de la Martinique (Source : IRD)



5.2.5 Description des différents scénarii étudiés

5.2.5.1 Hypothèses préalables aux scénarii

Comme vu précédemment, la terre crue seule ne suffit pas à fabriquer un adobe répondant aux contraintes caribéennes. Pour y pallier, il faudrait poursuivre la qualification de la construction adobe sur les aspects suivants :

- ✓ La composition de l'adobe ;
- ✓ La mise en œuvre de chaînage ;
- ✓ La méthode de fabrication ;
- ✓ La caractérisation des terres et carrières de l'horizon B en Martinique.

- **Adaptation du matériau**

Suite aux contraintes climatiques, la composition de l'adobe doit être adaptée :

- L'ajout de fibres (sciure de bois, fibres de banane, fibres de coco, bagasse, fibres de palmier, fibres de bambou, fibres de chanvre,...) devrait (selon le CRATERRE) :
 - ✓ Eviter la fissuration au séchage en répartissant les tensions dues au retrait de l'argile dans la masse du matériau.
 - ✓ Accélérer le séchage grâce à un drainage de l'humidité vers l'extérieur par les canaux des fibres. Inversement, la présence des fibres augmente l'absorption en présence d'eau.
 - ✓ Alléger le matériau. Le volume de paille est souvent très important, allégeant la masse volumique du matériau et améliorant ces propriétés d'isolation.
 - ✓ Augmenter la résistance en traction : elle permet une augmentation d'au moins 15 % de résistance en traction.
- L'ajout de ciment ou de chaux permet d'améliorer la résistance à l'eau de l'adobe ainsi que sa résistance de compression. On a des résultats satisfaisants à compter d'un ajout de 5 %.

- **Adaptation de la mise en œuvre**

La mise en œuvre de chaînage est une opération nécessaire pour assurer le maintien de la structure en cas de séisme. Le chaînage le plus couramment utilisé est en tige ferrique mais il peut être aussi envisagé avec du bois, bambou et roseaux. Le chaînage peut engendrer une modification de la forme des briques.

- **Procédé de fabrication des briques d'adobe**

La méthode de fabrication est déterminante pour la robustesse du matériau. La méthode d'extrusion utilisée par le village de la poterie (pour la fabrication de terre cuite) est conseillée pour la fabrication d'adobe (source : traité de la construction terre, CRATERRE). En effet l'extrudeuse fournit une pression sur la pâte à adobe, ce qui augmente sa cohésion. Cette pression est inférieure à 20 bars pour éviter d'obtenir un Bloc de Terre Comprimée (BTC). De plus, c'est une méthode mécanisée qui produit un rythme de fabrication soutenu.

- **Scenario d'adaptation de l'installation de la Poterie des trois ilets**

Dans le cas d'une fabrication industrielle, la solution pourrait être d'adapter l'usine de terre cuite des 3 ilets pour 6 raisons :

- ✓ L'adaptation de l'installation est simple, car elle fabrique déjà de l'adobe (avant la phase cuisson qui les transforme en terre cuite).
- ✓ Le surcoût des fours est de 4 000 €/jour de fuel et GPL. La terre crue ne nécessitant pas de cuisson, il s'agit d'une économie directe pour l'usine.
- ✓ Ces coûts pourraient être revus à la baisse dans l'hypothèse où leur activité de production de terre cuite serait remplacée par l'activité de production terre crue.
- ✓ L'extrudeuse permettra de fabriquer un adobe de très bonne qualité.
- ✓ L'ajout de fibre et de ciment/chaux est facilement réalisable.
- ✓ L'ajout de fibre, est un argument commercial car matériaux plus léger et de bonne résistance thermique.

5.2.5.2 Description-ADOBE

Nous faisons l'hypothèse que l'usine fonctionne 8 heures par jours pendant 250 jours par an. La terre argileuse, la terre sableuse, la fibre et le ciment (ou chaux), sont stockés séparément dans une aire de stockage couverte.



Figure 40 : aire de stockage du « village de la poterie des 3 ilets »

Un tractopelle remplit le silo de stockage respectif de chaque élément. Une première étape consiste à broyer les éléments séparément, en sortie du silo (terre argileuse, terre sableuse, fibres). Cette étape permet d'assurer une granulométrie homogène. Ensuite l'ensemble est mélangé dans un malaxeur, selon les proportions suivantes :

- ✓ 1 volume de terre argileuse sec ;
- ✓ 1 volume de ciment ou chaux ;
- ✓ 2 volumes de terre sableuse sèche ;
- ✓ 0,4 volume de fibres.

Puis l'obtention de la pâte à adobe se fait par l'ajout de 1,3 volume du mélange terre-fibres-ciment (**ou pouzzolane, chaux vive, chaux hydraulique, chaux aérienne,...**) :

- Si la terre est stockée sans humidité, l'ajout d'eau correspond à 1,3 volume du mélange ;
- Si la terre est humide, le taux d'humidité doit être mesuré (capteur) afin de calculer le volume d'eau à ajouter.

Remarque : L'étape d'ajout d'eau peut être réalisée par un système automatisé.

Le rythme de production de la terre crue est supposé être le même que la poterie des 3 îlets, qui peut atteindre un **rythme de fabrication de 150 m³/jour de brique de terre cuite**. L'adobe parasismique a un volume de 9 L (soit 3 fois moins volumique que la brique cuite¹).

Ainsi, en conservant le rythme de production actuel de l'usine, il est possible de fabriquer 15 000 briques d'ADOBE quotidiennement (soit l'équivalent de 1 habitat/jour).

Par conséquent, de manière journalière, l'usine consomme :

- ✓ 26 m³ de terre argileuse ;
- ✓ 26 m³ de ciment ou chaux ;
- ✓ 53 m³ de terre sableuse ;
- ✓ 34 m³ d'eau ;
- ✓ 10 m³ de fibres.

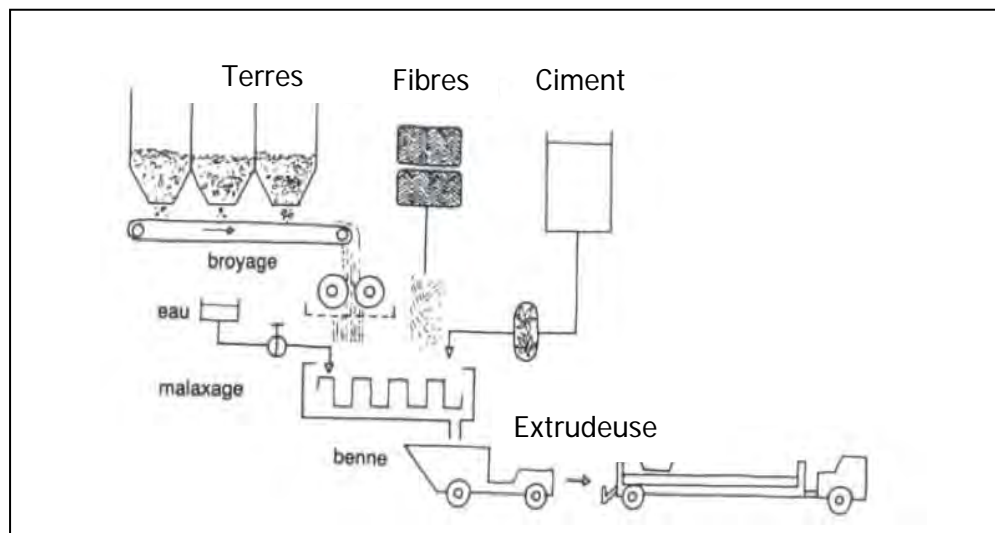


Figure 41 : Schéma de fabrication d'adobe industriel (source CRATERRE).

¹ La brique d'adobe est allégée par la présence de fibres (la masse volumique de l'ADOBE varie entre 700 à 1500 à kg/m³). On en déduit qu'elle sera environ 3 fois plus légère, que la brique de terre cuite.

Une fois la pâte obtenue, elle traverse l'extrudeuse et on obtient un ruban d'adobe.



Figure 42 : Extrudeuse (source : poterie des 3 îlets)

Par la suite, le ruban est découpé mécaniquement à intervalle régulier, pour l'obtention des briques d'adobe. **La brique d'adobe ne possède, quant à elle, pas d'alvéole.**



Figure 43 : Brique de terre crue (image de la « poterie des 3 îlets »)

On peut faire varier la forme et le volume de l'adobe avec l'utilisation de différents types de bouches d'extrusion.



Figure 44 : Bouche d'extrusion (image de la poterie des 3 îlets)

La brique d'adobe obtenue passe ensuite dans une soufflerie, en vue de la sécher.



Figure 45 : Espace de séchage (image de la « poterie des 3ilets »)

Le temps de séchage de l'adobe à l'air libre est de 7 jours. Une étude pourra préciser le temps de séchage en cas de séchage forcé.

5.3 Etude de faisabilité économique de la filière ADOBE

Suite à la description du scénario, nous présentons une analyse économique de la filière « ADOBE ».

5.3.1 Investissement initial

5.3.1.1 Coût des équipements

La fabrication d'ADOBE nécessite l'utilisation des équipements suivants.

Equipement	Quantité	Coût unitaire	Coût
Camion benne	1	50 000 €	50 000 €
Tractopelle	1	70 000 €	70 000 €
Silo	5	5 000 €	25 000 €
Broyeur	3	50 000 €	150 000 €
Convoyeur	250 m	80 €/m	20 000 €
Malaxeur	1	60 000 €	60 000 €
Extrudeuse	1	30 000 €	30 000 €
TOTAL		405 000 €	

L'équipement de l'usine représente un investissement de 405 000 €.

5.3.1.2 Coût du bâti



Figure 46 : Image satellite du village de la poterie des 3 ilets (source géoportail)

Nous faisons l'hypothèse que l'usine couvre une surface de 3 hectares et que la partie couverte s'étend sur un hectare (homologie de surface avec la poterie des 3 ilets).

Désignation	Coût par unité		Surface		Montant
Terrain	180	€/m ²	30 000	m ²	5 400 000,00 €
Bâti couvert	1000	€/m ²	10000	m ²	10 000 000,00 €
Local	1500	€/m ²	100	m ²	150 000,00 €
TOTAL					15 550 000,00 €

La construction de l'usine (hors équipements) engendre une dépense de **15 550 000 €**.

- **Coût des études de développement**

Un comité de développement, devra être mise en place pour :

- ✓ La quantification des terres à adobe.
- ✓ L'optimisation de la composition de l'adobe.
- ✓ La formation des artisans qui poseront de l'adobe.

On suppose ici que le comité de développement est composé de :

- ✓ Un donneur d'ordre (potentiellement village des 3 ilets)
- ✓ Un laboratoire de recherche sur les matériaux (potentiellement le laboratoire COVACHIM).
- ✓ Un organisme spécialiste de la terre crue (potentiellement le CRATERRE)
- ✓ Un bureau d'étude énergie / environnement / AMO.

On suppose ici que 4 ingénieurs à temps plein seront nécessaires, sur une période de 2 ans, soit un budget de **384 000 €**.



5.3.1.3 Récapitulatif

Le tableau ci-dessous récapitule le capital nécessaire à la construction de l'usine.

Poste d'investissement initial	Montant
Matériel	405 000,00 €
Terrain	5 400 000,00 €
Bâti	10 000 000,00 €
Certification CSTB	100 000,00 €
Comité de développement	384 000,00 €
TOTAL	16 289 000 €

La création de la filière ADOBE nécessite un investissement de 16 289 000 €.

5.3.2 **Chiffre d'affaires**

Le prix de l'adobe allégé est de 33 €/m² (ou 1,00 € / brique). Un mètre carré équivaut à 33 briques de (30x30x10). La cadence de l'usine est de 15 000 briques par jour soit 450 m². Le chiffre d'affaires journalier est donc estimé à 15 000 €.

L'usine fonctionne 250 jours dans l'année, le gain annuel est donc de 3 750 000 €.

Désignation	Quantité/jour	Quantité/an	Coût unitaire	Chiffre d'affaires
Briques de terre	15 000	3 750 000	1,00 €/brique	3 750 000 €

Le chiffre d'affaires annuel de l'usine est estimé à 3 750 000 €.

5.3.3 **Coûts de fonctionnement**

5.3.3.1 Coût des ressources humaines

Suite à l'analyse des ressources humaines de l'usine de fabrication de brique de terre cuite, nous projetons l'emploi des qualifications suivantes :



Fonction	Nombre	Coût mensuel	Coût annuel
Directeur Général	1	10 000,00 €	120 000,00 €
Responsable production et qualité	1	7 000,00 €	84 000,00 €
Directrice marketing et commercial	1	7 000,00 €	84 000,00 €
Cadre	1	5 000,00 €	60 000,00 €
Administratif	2	4 000,00 €	96 000,00 €
Commercial	2	4 000,00 €	96 000,00 €
Approvisionneur	2	3 000,00 €	72 000,00 €
Ouvrier	10	3 000,00 €	360 000,00 €
TOTAL			972 000,00 €

La coupe budgétaire annuelle de la masse salariale est de 972 000 €.

5.3.3.2 Coût énergétique

Suite à l'analyse des équipements nécessaire à la sous filière « ADOBE », nous pouvons estimer la consommation énergétique de l'usine.

Equipement	Quantité	Puissance	Temps par an	Consommation annuelle	Coût unitaire	Coût
Camion benne	1	36 litres /100km	2500 km	900 L	1,25 € /litre	1120 €
Tractopelle	1	36 litres /100km	250 km	90 L	1,25 € /litre	112 €
Broyeur	3	45 000 W	2000 h	90 000 kWh	0,11 €/kWh	9 900 €
Convoyeur	250 m	80 000 W	2000 h	160 000 kWh	0,11 €/kWh	17 600 €
Malaxeur	1	60 000 W	2000 h	120 000 kWh	0,11 €/kWh	13 200 €
Extrudeuse	1	160 000 W	2000 h	320 000 kWh	0,11 €/kWh	35 200 €
TOTAL	77 132 €					

La facture énergétique annuelle de l'usine est de 77 132 €, impliquant une énergie grise de 690 MWh pour la fabrication de 3 750 000 briques d'adobes par an.



5.3.3.3 Coût des fibres

Le besoin en fibres est estimé à 10 m³ par jour, soit 2 500 m³ par an. Suite à l'étude sur la fibre de banane, on estime que le prix de la fibre est de 20 €/m³. Le coût annuel lié à la fibre s'élève donc à **50 000 €**.

5.3.3.4 Coût de l'eau

Le coût moyen de l'eau en Martinique est de 2,25 €/m³, le procédé nécessite 34 m³ d'eau quotidiennement, soit 8 500 m³ annuellement. Ainsi, la consommation d'eau du procédé engendre une dépense de **19 125 € par an**.

Remarque : Il pleut en moyenne 2,5 m³ de pluie par m²/an. Avec 1 000 m² de surface bâtie, il est possible de récupérer 2 500 m³ d'eau par an. Les besoins annuels de l'usine en eau sont de 8 500 m³ (34 m³ d'eau pendant 250 jours), autrement dit, 29 % des besoins en eau du procédé, pourrait être couverts par l'eau pluviale. Cela permettrait une économie, après amortissement des équipements de filtration de l'eau pluviale, de 5 500 € chaque année.

5.3.3.5 Coût du ciment

Il faut 26 m³ de ciment journalier, soit 41,6 tonnes/jour. Le ciment est vendu 5 € par sac de 35 kg ; ainsi l'utilisation de ciment reviendra à 5 943 € par jour, soit **1 485 714 € par an**.

5.3.3.6 Récapitulatif

Le coût de fonctionnement est réparti de manière suivant :

Désignation	Montant
Coût ressources humaines	972 000 €
Coût énergétique	77132
Coût des fibres	50 000 €
Coût de l'eau	19 125 €
Coût du ciment	1 485 714 €
TOTAL	2 600 971 €

Le coût de fonctionnement nécessite un budget de 2 600 971 €.

Le coût du ciment représenterait près de la moitié des coûts de fonctionnement de l'usine.



5.3.4 Analyse économique de la filière ADOBE

Nous présentons le bilan financier de la filière « ADOBE », en intégrant tous les maillons de la chaîne économique.

Temps (ans)	1	2	3	4	5	10
Chiffre d'affaires	750 000 €	1 500 000 €	2 250 000 €	3 000 000 €	3 750 000 €	3 750 000 €
Coût des ressources humaines	-194 400 €	-388 800 €	-583 200 €	-777 600 €	-972 000 €	-972 000 €
Coût de l'énergie	-15 426 €	-30 853 €	-46 279 €	-61 706 €	-77 132 €	-77 132 €
Achat fibres	-10 000 €	-20 000 €	-30 000 €	-40 000 €	-50 000 €	-50 000 €
Achat eau	-3 225 €	-6 450 €	-9 675 €	-12 900 €	-16 125 €	-16 125 €
Achat ciment	-297 143 €	-594 286 €	-891 428 €	-1 188 571 €	-1 485 714 €	-1 485 714 €
Amortissement bâti (hors terrain)	-507 500 €	-507 500 €	-507 500 €	-507 500 €	-507 500, €	-507 500 €
Amortissement matériel	-81 000 €	-81 000 €	-81 000 €	-81 000 €	-81 000 €	- €
Bénéfice	-358 694 €	-128 888 €	100 917 €	330 723 €	560 529 €	641 529 €
Imposition	-118 369 €	-42 533 €	33 303 €	109 139 €	184 975 €	211 705 €
Bénéfice net	-477 063 €	-171 422 €	67 615 €	221 585 €	375 554 €	429 824 €

On constate que le bénéfice net est positif au bout de la troisième année, pour un prix vente de **1,00 €/brique** (soit 33 €/m² de mur) et un **investissement initial de 16 289 000 €**. **La filière adobe est donc viable économiquement.**

A titre de comparaison, la brique de terre cuite est vendue à 30 €/m². Le choix du prix de vente de la brique de terre crue a été fixé selon les prix pratiqués sur le marché. Il convient que ce prix de vente est proche du prix de vente de la brique de terre crue, à cause de la similitude des installations et du matériel (hors cuisson).

Au vue des investissements à engager pour la création d'une nouvelle filière terre crue ADOBE, des subventions permettraient de compenser l'investissement initial. En revanche, **l'adaptation de la filière existante terre cuite en terre crue réduirait considérablement les frais d'investissement.** Dans ce scénario, l'activité serait viable économiquement avec un temps **de retour sur investissement inférieur à 1 an**, pour un prix vente de **1,00 €/brique** et un **investissement initial de 889 000 €**.



5.4 Filière BTC

5.4.1 Présentation du matériau terre à Bloc Terre Comprimé

La composition de la terre « Bloc Terre Comprimée » est spécifique. Elle est composée de (donnée issue du « traité de la construction terre ») :

- ✓ 15 % de terre argileuse (<2 µm) ;
- ✓ 30 % de terre limoneuse (entre 60 µm et 2 µm) ;
- ✓ 30 % de terre sableuse (entre 2 mm et 60 µm) ;
- ✓ 25 % de terre graveleuse (entre 2 cm et 2 mm).

5.4.2 Gisement disponible

Aucune étude n'a été faite sur le gisement de terre à BTC en Martinique.

En outre, la carte pédologique de la Martinique permet d'envisager des constructions en BTC. En effet, les sols adaptés pour la réalisation d'adobe sont le sol à alluvion continentale, brun rouille, rouge et ferrisol compact.

5.4.3 Technique de construction BTC para sismique

Le Bloc de Terre Comprimé démontre traditionnellement de meilleures caractéristiques mécaniques que l'ADOBE. Les règles applicables pour l'ADOBE le sont aussi pour le BTC. Ces règles sont détaillées dans le chapitre 2.2.3.

5.5 Etude de faisabilité économique de la filière BTC

5.5.1 Description du scénario étudié (scénario 1)

5.5.1.1 Hypothèses préalables

Dans le cas de la filière BTC, deux scénarii doivent être envisagés :

- Le premier scénario est l'hypothèse d'une unité artisanale (de proximité) de fabrication de BTC.
- Le second scénario est l'hypothèse d'une petite unité industrielle de fabrication de BTC.

La fabrication de proximité consiste à utiliser les terres proches du lieu de construction, et d'utiliser une presse manuelle pour la compression des briques. Cette méthode nécessite de faire des analyses préalables de terre en vue de leur opérationnalité.

La société guyanaise B2TG est la seule à fabriquer des Blocs de Terre Comprimés dans les DOM. Une étude Benchmark nous a permis d'établir les hypothèses pour déterminer les hypothèses de l'étude économique de la filière BTC.



Figure 47 : BTC de la société B2TG (source : profil Facebook de B2TG)

Les briques de B2TG ont les dimensions suivantes :

- ✓ 29,5 x 14,5 x 9,5 cm pour les blocs standards,
- ✓ 21,5 x 10,5 x 6,5 cm pour les briquettes.

Le BTC fabriqué par la société guyanaise, sous la désignation commerciale « BTCS » sont des blocs pleins de 6,6 kg. Pour construire 1 m² de mur porteur de 30 cm d'épaisseur, la société B2TG utilise 65 blocs (document technique). Un habitat de 100 m² nécessite donc environ 13 000 briques, soit 86 tonnes ou encore 66 m³ de briques.

5.5.1.2 Scenario 1 (proximité)

La composition de terre du BTC respecte la répartition suivante :

- ✓ 10 m³ de terre argileuse,
- ✓ 18 m³ de terre silteuse (limoneuse),
- ✓ 18 m³ de terre sableuse,
- ✓ 16 m³ de terre graveleuse,
- ✓ 4 m³ de ciment.

L'utilisation de tamis alternatif permettra de tamiser manuellement les 66 m³ de terre en 2 jours, avec la contribution de 2 ouvriers.

Remarque : il existe également des tamis électriques.

Un malaxeur manuel des terres permettra l'homogénéisation des 66 m³ de terre en 3 jours, par ouvrier. Le malaxeur manuel consiste à ajouter au fur et à mesure les terres dans un récipient, puis à l'aide d'une pelle ou d'une machine rotatoire à hélice, le mélange est malaxé.

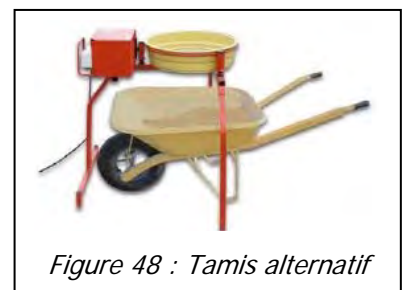


Figure 48 : Tamis alternatif

Une fois que le mélange est homogène, il peut être compressé dans une presse.

Selon la phase 1 de l'étude, l'entreprise Appro Techno basée en Belgique propose une presse manuelle de marque Terstaram pour un prix de 5 210 € (prix FOB H.T., accessoires et caisse transport compris, hors frais de transport Belgique-Martinique) qui permet une production journalière (8 heures) de 700 blocs 29,5 x 14 x 9 cm.

Il s'agit du type de matériel qui a été utilisé dans les constructions en terre crue à Mayotte.



Figure 49 : Presse manuelle utilisée pour la fabrication de brique de terre crue comprimée (source : Appro Techno, machine Terstaram)

Ainsi la fabrication des 13 000 briques demandera 19 jours de travail et permettra la réalisation de 1 habitat par an.

5.5.2 Etude économique du scénario 1

5.5.2.1 Investissement initial

La filière BTC nécessite l'utilisation des équipements suivants :

Désignation	Montant
Analyseur de terres	2000 €
Tamis alternatif	150 €
Malaxeur manuel	100 €
Presse manuelle	5 210 €
TOTAL	7 460 €

Les équipements escomptent une dépense de **7 460 €**, il n'y a pas de prise en compte du foncier et bâti car **l'activité est supposée itinérante**.



5.5.2.2 Chiffre d'affaires

La brique est vendue au prix de 80 €/m². La réalisation d'une maison de 100 m² représente 200 m² de murs. En 250 jours de travail, deux ouvriers sont capables de construire 10 maisons en terre crue (BTC).

Ainsi le chiffre d'affaires par habitat est estimé à **16 000 €**, donc la **construction de 10 habitats** (hors pose) engendre un **chiffre d'affaires annuel de 160 000 €**.

Désignation	Quantité/jour	Quantité/an	Coût unitaire	Chiffre d'affaires
Brique BTC	680	170 000	80 €/m ²	160 000 €

Selon le « Guide des matériaux » publié par l'ADEME Guyane, le prix du BTC de la société B2TG est de 90 €/m², pose comprise.

5.5.2.3 Coûts de fonctionnement

- Coût de la ressource humaine

Suite à l'analyse des besoins en ressources humaines, nous projetons l'emploi des qualifications suivantes :

Désignation	Nombre	Montant mensuel	Montant annuel
Ouvrier	2	4 000 €	96 000 €

La coupe budgétaire annuelle de la masse salariale est de 96 000 €.

- Coût du ciment

Il y a un besoin de 4 m³ de ciment par chantier, ce qui engendre une dépense de 9 140 € annuellement (10 chantier par an). Notons que le ciment peut être remplacé par la pouzzolane, de la chaux vive, hydraulique ou encore aérienne.

5.5.2.4 Analyse économique de la filière BTC scenario 1

Le bilan financier de la filière adobe issu du premier scénario est présenté ci-dessous. Il prend en compte tous les maillons de la chaîne économique.

Temps (ans)	1	2	3	4	5	10
Chiffre d'affaires	32 000 €	64 000 €	96 000 €	128 000 €	160 000 €	160 000 €
Coût de fonctionnement ressources humaines	-19 200 €	-38 400 €	-57 600 €	-76 800 €	-96 000 €	-96 000 €
Achat ciment	-1 828 €	-3 656 €	-5 484 €	-7 312 €	-9 140 €	-9 140 €
Amortissement matériel	-1 492 €	-1 492 €	-1 492 €	-1 492 €	-1 492 €	- €
Bénéfice	9 480 €	20 452 €	31 424 €	42 396 €	53 368 €	54 860 €
Imposition	3 128 €	6 749 €	10 370 €	13 991 €	17 611 €	18 104 €
Bénéfice net	6 352 €	13 703 €	21 054 €	28 405 €	35 757 €	36 756 €

On constate que le bénéfice net est positif au bout de la troisième année, pour une brique BTC vendue **80 €/m²** et un **investissement initial de 7 460 €**. La filière BTC est donc **viable économiquement selon les conditions du scénario 1**. Le plus grand poste de dépense est la ressource humaine.

A titre indicatif, en France métropolitaine, la brique de terre comprimée est vendue à un prix de 70 €/m².

5.5.3 Description du scénario étudié (scénario 2)

Nous faisons l'hypothèse que les carrières de terre argileuse, limeuse et sableuse se situent dans un rayon de 20 km de l'usine de fabrication de BTC.

Un tractopelle transfère les terres vers un camion benne qui possède un volume de stockage de 30 m³. Le tractopelle prend 5 minutes pour verser 1 m³ de terre, il faut donc 2h30 pour remplir la benne. La benne effectue l'aller-retour entre la carrière et le site de production en 1h00 (40 km). Sur une journée, le camion benne pourra faire un passage sur 2 carrières et récupérer 60 m³ de terres.

La terre est ensuite réceptionnée à l'usine sur le lieu de stockage, où elle subit plusieurs étapes de préparation :

- On utilise un tamis rotatif, qui peut tamiser jusqu'à 14 m³/h. **Un volume de 66 m³ sera tamisé en 5 h environ.**



Figure 50 : Tamis rotatif

- Après la maîtrise granulométrique des terres, elles peuvent être homogénéisées par un malaxeur planétaire de 180 litres, au rythme de 15 m³/jour. **Autrement dit, en 5 jours, l'ensemble des terres tamisées sera homogène.**



Figure 51 : Malaxeur planétaire

- Nous prévoyons l'utilisation d'une **presse hydraulique à énergie électrique à compression statique**. Avec sa productivité de 800 à 2 000 blocs par jour (Source : Traité de la construction terre), il est possible de produire les **13 000 briques en 7 jours**.

En combinant le temps de tamisage et de malaxage, on estime que la fabrication des 13 000 briques est de 10 jours. Ce scénario permet la réalisation de 25 habitats/an/presse. Sur une année, le besoin en matière première est de 1 650 m³, réparti de manière suivante:

- ✓ 250 m³ de terre argileuse, soit 9 livraisons de camion benne de 40 m³,
- ✓ 450 m³ de terre silteuse, soit 15 livraisons de camion benne de 40 m³,
- ✓ 450 m³ de terre sableuse, soit 15 livraisons de camion benne de 40 m³,
- ✓ 400 m³ de terre graveleuse, soit 14 livraisons de camion benne de 40 m³,
- ✓ 100 m³ de ciment, soit 4 livraisons de camion benne de 40 m³.

Une livraison correspond à 3h30 de travail et 40 km de transport. Cela représente pour chaque année 57 livraisons, soit 200 heures de travail et 140 km parcourus.

5.5.4 Etude technico-économique du scénario 2

5.5.4.1 Investissement initial

- Coût des équipements

La filière BTC issu du scénario 2, nécessite l'utilisation des équipements suivants :

Désignation	Montant
Tractopelle	70 000 €
Camion benne	50 000 €
Tamis rotatif	5 000 €
Malaxeur planétaire	5 000 €
Presse hydraulique motorisée	50 000 €
Total	180 000 €

Les équipements escomptent une dépense de **180 000 €**.



- Coût du bâti

Nous faisons l'hypothèse que la zone couverte de l'usine s'étale sur une surface de 1000 m², selon la répartition suivante :

- ✓ 300 m² de zone de stockage des différentes terres.
- ✓ 200 m² de zone de stockage de BTC.
- ✓ 200 m² d'espace logistique
- ✓ 300 m² en cas d'extension.
- ✓ 100 m² de bureau.

Il est à prévoir l'achat d'un terrain de 2 000 m².

Désignation	Coût par unité	Surface	Montant
Terrain	180 €/m ²	2 000 m ²	360 000,00 €
Bâti couvert	1000 €/m ²	1 000 m ²	1 000 000,00 €
Local	1500 €/m ²	100 m ²	150 000,00 €
TOTAL			1 510 000,00 €

La construction de l'usine (hors équipements) engendre une dépense de **1 510 000 €**.

- Coût du bâti

Le tableau ci-dessous récapitule le capital nécessaire à la construction de l'usine.

Investissement initial	Montant
Matériels	180 000 €
Bâti	1 510 000,00 €
TOTAL	1 690 000 €

La création de l'usine nécessite un investissement de **1 690 000 €**.

5.5.4.2 Chiffre d'affaires

La brique est vendue au prix de 80 €/m². La réalisation d'une maison de 100 m² représente 200 m² de mur. Ainsi le chiffre d'affaire par habitat est estimé à 16 000 €, donc la construction de 25 habitats engendre un **chiffre d'affaire annuel de 400 000 €**.

Selon le « Guide des matériaux » publié par l'ADEME Guyane, le prix du BTC de la société B2TG est de 90 €/m², pose comprise.



5.5.4.3 Coûts de fonctionnement

- Coût des ressources humaines

Les besoins en ressources humaines correspondent à l'emploi des qualifications suivantes :

Désignation	Nombre	Montant mensuel	Montant annuel
Conducteur tractopelle	1	4 000 €	48 000 €
Conducteur camion benne	1	4 000 €	48 000 €
Technicien	2	4 000 €	96 000 €
Total			192 000 €

La coupe budgétaire annuelle de la masse salariale est de **192 000 €**.

- Coût du ciment

Annuellement, le ciment engendre une consommation de 100 m³ correspondant à une dépense de **22 848 €**.

- Coût de l'énergie

Désignation	Nombre	Puissance	Temps par an	Consommation annuelle	Coût unitaire	Coût total
Tractopelle	1	36 litres / 100km	5000 km	1800 L	1,25 € /litre	2 240 €
Camion benne	1	36 litres / 100km	10 000 km	3600 L	1,25 € /litre	4 500 €
Tamis rotatif	1	2 200 W	1250 h	2750 kWh	0,11 €/kWh	302 €
Malaxeur planétaire	1	30 000 W	1250 h	37 500 kWh	0,11 €/kWh	4 125 €
Presse hydraulique motorisée	1	550 W	1250 h	687,5 kWh	0,11 €/kWh	76 €
Total						11 243 €

La facture énergétique annuelle de l'usine est de **11 243 €**, impliquant une **énergie grise de 32,75 MWh** pour une production de 325 000 BTC.



5.5.4.4 Analyse financière de la filière BTC

Le bilan financier de la filière adobe issu du second scénario est présenté ci-dessous. Il prend en compte tous les maillons de la chaîne économique.

Temps (ans)	1	2	3	4	5	10
Chiffre d'affaires	80 000 €	160 000 €	240 000 €	320 000 €	400 000 €	400 000 €
Coût des ressources humaines	-38 400 €	-76 800 €	-115 200 €	-153 600 €	-192 000 €	-192 000 €
Coût de l'énergie	-2 249 €	-4 497 €	-6 746 €	-8 994 €	-11 243 €	-11 243 €
Achat ciment	-4 572 €	-9 143 €	-13 715 €	-18 286 €	-22 858 €	-22 858 €
Amortissement bâti (hors terrain)	-57 500 €	-57 500 €	-57 500 €	-57 500 €	-57 500 €	-57 500 €
Amortissement matériel	-36 000 €	-36 000 €	-36 000 €	-36 000 €	-36 000 €	- €
Bénéfice	-58 720 €	-23 940 €	10 839 €	45 619 €	80 399 €	116 399 €
Imposition	-19 378 €	-7 900 €	3 577 €	15 054 €	26 532 €	38 412 €
Bénéfice net	-39 343 €	-16 040 €	7 262 €	30 565 €	53 867 €	77 987 €

On constate que le bénéfice net est positif au bout de la troisième année : pour un **prix vente 80 €/m²** et un **investissement initial 1 510 000 €**. **La filière BTC est donc viable économiquement selon les conditions du scénario 2.**

A titre de comparaison, en France Métropolitaine, la brique de terre comprimée est vendue à 70 €/m².

6 FILIERE CIMENT ET FIBRES DE BANANIER

6.1 **Présentation**

6.1.1 **Présentation du matériau composite ciment-fibres végétales**

Les **matériaux composites à matrice cimentaire renforcée par des fibres végétales** sont l'objet d'un récent intérêt.

Ils permettent en effet de combiner une bonne tenue **mécanique** (matrice cimentaire) à une bonne **isolation** thermique (fibres végétales), pour une masse volumique et un coût moindres comparativement aux autres fibres.

Le laboratoire COVACHIM-M2E (Chimie des Matériaux – Connaissance et Valorisation) basé à l'Université Antilles Guyane en Guadeloupe a mis en place un protocole expérimental sur les matrices cimentaires renforcées par les **fibres de bananier**.

Ces fibres sont davantage disponibles, en termes de quantité, de régularité annuelle, et de conflits d'usage, que les autres fibres étudiées à l'heure actuelle.



Figure 52 : Fibres de bananier

Le ciment qui a été utilisé pour les travaux de recherche du laboratoire COVACHIM est un ciment commercial, constitué à 53,6 % de clinker, 42% de pouzzolane et 4,4% de gypse.

6.1.2 **Présentation des matériaux composites ciment-fibres végétales**

6.1.2.1 Mode opératoire

Le mode opératoire décrit ci-dessous est un mode opératoire à échelle laboratoire, issu des travaux du laboratoire COVACHIM, et notamment du papier ARSENE et al. 2007.

6.1.2.2 Extraction des fibres de bananier

Afin de limiter les coûts énergétiques de cette étape, il s'agit de réaliser un broyage grossier des sous-produits. Idéalement, comme dans le cas de la canne à sucre, la taille des fibres à obtenir est proche de celle du sous-produit (la bagasse).



Pour le bananier, les feuilles et troncs sont broyés pour obtenir des morceaux de taille moyenne 3x3 cm. Les fibres de diamètre compris entre 0,4 et 1 mm sont ensuite sélectionnées par tamisage. Elles sont rincées puis trempées dans de l'eau dé-ionisée avant d'être séchées (à l'air libre pendant une semaine, puis en étuve pendant 2h).

6.1.2.3 Traitement des fibres

Plusieurs traitements peuvent être appliqués aux fibres dans le but d'éliminer les sucres et autres composés qui nuisent à la prise du ciment lors de la réalisation du composite.

Afin de limiter l'impact environnemental de cette étape, le traitement par pyrolyse a été sélectionné. Il s'agit d'une combustion à 200°C pendant 2 h, sans oxygène. **Le combustible du procédé de pyrolyse pourra être la bagasse.**

Le traitement par pyrolyse augmente la solidité des fibres.

6.1.3 **Fabrication du composite**

6.1.3.1 Hydratation des fibres

Il s'agit dans un premier temps d'hydrater les fibres, en les faisant tremper 2h dans de l'eau dé-ionisée. La quantité d'eau absorbée par les fibres est estimée à 40mL d'eau par gramme de fibre. Cette étape permet d'éviter la compétition entre le ciment et l'hydratation des fibres lors du mélange avec l'eau.

6.1.3.2 Réalisation du mélange

Les ingrédients utilisés lors des travaux réalisés par le laboratoire COVACHIM (ARSENE et al. 2007 ; ONESIPPE et al., 2010) sont les suivants. Les proportions sont données en pourcentage du poids du ciment. *Elles sont données à titre indicatif et devraient être revue dans le cadre de la fabrication du matériau à une échelle industrielle.*

- ✓ Ciment (100%) ;
- ✓ Eau (90%) ;
- ✓ Sable (50%) ;
- ✓ Carbonate de calcium (30%) ;
- ✓ Polymère (7,5%) (amélioration de la maniabilité de pâte et protection de la fibre (gaine)) ;
- ✓ Silice pulvérulente (5%) ;
- ✓ Pulpe de cellulose (4%) ;
- ✓ Argile (3%) ;
- ✓ Fibres de bananier broyées traitées hydratées (jusqu'à 3%).

Les propriétés mécaniques du composé dépendent de la fraction volumique de fibres qui ont été introduites. La fraction volumique optimale est estimée à **1,5%** en poids du ciment. Un effet de seuil est observé à 6%, où le produit n'est plus manipulable en bloc après séchage.

Le ciment et les fibres humides sont mélangés (mixeur). Les fibres sont donc **orientées de manière aléatoire**. Les autres ingrédients et l'eau sont ensuite ajoutés progressivement. Le mélange est moulé après quelques minutes de repos.

6.1.4 Utilisation du composite

Le matériau composite à matrice cimentaire renforcée par des fibres végétales présente des propriétés mécaniques similaires au béton classique.

Ce matériau peut être utilisé en **remplissage d'une structure porteuse**, pour réaliser des plaques isolantes, des bardages, des cloisons intérieures. **Il n'est en revanche pas recommandé pour une utilisation en tant que béton soumis à de fortes contraintes mécaniques et devant être porteur**. Ce procédé ne vise pas à fabriquer du béton dit de haute performance.

La valeur ajoutée du matériau réside dans ses propriétés d'isolation thermique et phonique.

Ce type de matériau est utilisé au Brésil et en Colombie, sous forme de composite à matrice polymère (toiture).

Le procédé de fabrication du béton composite ciment et fibres de bananier sera similaire au procédé de fabrication du béton de ciment classique :

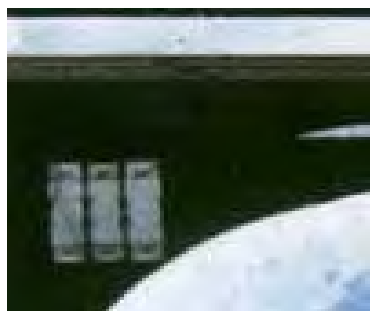


Figure 53 : Bétonnière chantier



Figure 54 : Usine à béton
(35 m³/h – env. 30 000 €)



Figure 55 : Usine à béton
(100 m³/h – env. 200 000 €)

Selon les quantités de béton composite à mettre en œuvre, la fabrication du béton composite en Martinique pourra **s'appuyer sur les installations existantes** pour la fabrication du béton (volumes importants), ou être effectuée en bétonnière sur chantier, à partir de fibres prêtes à l'emploi.

6.2 Gisement disponible

Suite à un entretien avec Mme VINCENT, responsable technique de BANAMART et la visite de l'exploitation bananière de M. VETRAL, il a été confirmé que le gisement qui serait disponible pour la production de fibres correspond aux pseudo-troncs des parcelles lors de leur mise en jachère. Chaque année, ce sont environ 1 024 hectares qui sont en jachère (sur les 6 396 hectares consacrés à la culture bananière).



Nous pouvons estimer le gisement de fibres de banane à **13 320 tonnes**, sur la base des hypothèses suivantes :

- ✓ Vitesse de coupe des pseudo-troncs de banane (manuelle) :
50 troncs /hectare/semaine, soit 2600 troncs/hectare/an ;
- ✓ Poids d'un tronc : 50 kg, soit 130 tonnes de pseudos troncs par hectare/an ;
- ✓ Surface : 1 024 hectares en jachère ;
- ✓ Composition : 90 % d'eau et 10 % de matière sèche ;
- ✓ Nous supposons que la masse de la matière sèche correspond à la masse des fibres de banane.

La hampe des bananiers est plus riche en fibre et plus accessible (coupé simultanément avec le régime de banane) que le tronc de bananier. Ainsi son utilisation améliorera la productivité : in fine les études de recherche et développement pourront préciser des modalités d'exploitation.

6.3 Présentation du scénario

- Mode opératoire

Le mode opératoire et les résultats présentés précédemment proviennent de résultats expérimentaux obtenus en laboratoire.

Ce matériau est encore au stade de la recherche et n'est pas encore mis en œuvre de manière industrielle en France.

Pour une mise en œuvre à une plus grande échelle, il s'agirait dans un premier temps de **compléter la caractérisation** des propriétés mécaniques thermiques, phoniques du matériau et de les **confirmer lors d'une mise en œuvre à l'échelle d'un bâtiment**.

La filière **d'approvisionnement** en fibres de bananier n'existe pas en Martinique. L'objectif de cette étude serait de fournir des fibres de troncs de bananier prêtes à l'emploi pour la fabrication d'un béton de ciment composite. Cette activité compléterait les activités actuelles de la filière, c'est-à-dire principalement la production de bananes d'exportation.

Nous considérerons un mélange fibres-ciment avec un pourcentage massique de fibres de **1,5 % (COVACHIM)**.

- Etude de marché

Le rythme de construction de la Martinique est d'environ 4 000 habitats/an :

- ✓ 1 500 logements individuels,
- ✓ 2 300 logements collectifs.

On estime que les 1 500 habitats individuels de la Martinique nécessitent 150 000 m³ de béton, soit 52 500 tonnes de ciment et 787 tonnes de fibres de banane.

Les 2 300 habitats collectifs (environ 500 m³ de béton par bâtiment) nécessitent 1 115 000 m³ de béton, 402 500 tonnes de ciment et 6 037 tonnes de fibres de banane.

Le gisement est tout-à-fait suffisant pour répondre à la demande de tout le marché martiniquais.

- Procédure de fabrication des fibres de bananier

Un ouvrier peut couper environ 500 troncs/jour, soit 125 000 troncs par an (250 jours de travail) ou encore 6 250 tonnes de troncs par an (50 kg/troncs).

Ainsi, **2 coupeurs** suffiront à produire la quantité de fibres nécessaires à la réalisation des 1 500 logements individuels, et **10 coupeurs** pour la réalisation des 2 300 logements collectifs.

Après leur récolte, les troncs seront transportés sur des chariots à roulette, jusqu'à la benne de stockage de volume 50 m³. Un tronc de banane ayant un volume de 0,1 m³, il sera possible de stocker 500 troncs dans la benne (soit une journée de coupe d'un ouvrier).

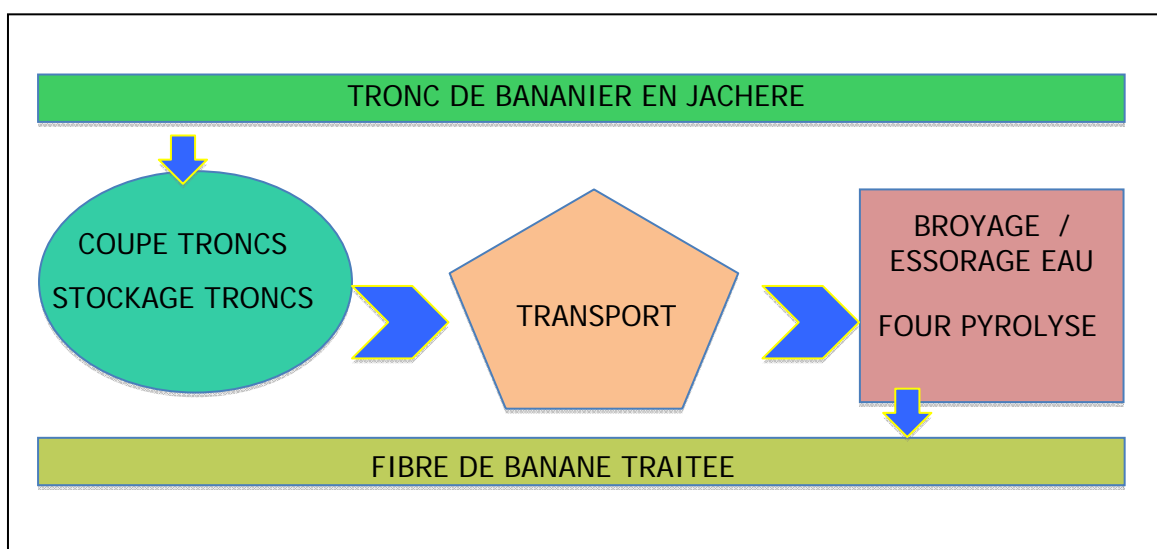
Un camion benne à remorque, véhicule la benne jusqu'à l'usine de traitement. On estime qu'un camion peut récupérer 3 bennes par jour (120 km/jour), il faudra donc 4 camions bennes pour véhiculer la matière première vers l'usine.

L'usine réceptionne quotidiennement 300 tonnes de pseudo-troncs de banane. La cargaison est versée dans un silo, par la suite les troncs de banane sont dirigés vers 2 broyeurs par l'intermédiaire de convoyeur.

Après le broyage, les fibres de banane sont traitées et séchées par le four à pyrolyse.

L'usine est en fonctionnement continu 24h/24h, avec une capacité de broyage de 500 tonnes de pseudo-troncs par jour.

Le scénario est décrit ci-après :





6.4 Etude de faisabilité économique

Suite à la description du scénario, nous présentons ci-après une analyse économique de la filière « ciment fibre de banane ».

6.4.1 Investissement initial

6.4.1.1 Coût des équipements

La filière ciment fibre de banane nécessite l'utilisation des équipements suivants :

Désignation	Nombre	Montant unitaire	Montant
Camion benne à remorque	4	80 000 €	320 000 €
Benne	22	10 000 €	220 000 €
Silo	2	5 000 €	10 000 €
Convoyeur	100	80 €/m	8 000 €
Broyeur (7 tonnes par heure)	2	150 000 €	300 000 €
Four à pyrolyse (500 €/m ³ , 100 m ³)	1	50 000 €	50 000 €
Total			908 000 €

Les équipements escomptent une dépense de **908 000 €**.

6.4.1.2 Coût du bâti

Nous faisons l'hypothèse que la zone couverte s'étale sur une surface de 2 000 m², selon la répartition suivante :

- ✓ 1 000 m² de zone de stockage de troncs de banane.
- ✓ 400 m² de zone de stockage des fibres de banane traitées.
- ✓ 600 m² d'espace logistique.
- ✓ 100 m² de bureaux.

Il est à prévoir l'achat d'un terrain de 5 000 m².

Désignation	Coût par unité	Surface	Montant
Terrain	180 €/m ²	5 000 m ²	900 000 €
Bâti couvert	1 000 €/m ²	2000 m ²	2 000 000 €
Local	1 500 €/m ²	100 m ²	150 000 €
TOTAL			3 050 000 €

La construction de l'usine (hors équipements) engendre une dépense de **3 050 000 €**.



6.4.1.3 Récapitulatif

Le tableau ci-dessous récapitule le capital nécessaire à la construction de l'usine.

Investissement initial	Montant
Matériels	908 000 €
Bâti	3 050 000 €
TOTAL	3 958 000 €

La création de l'usine de traitement de fibres de banane nécessite un investissement total de **3 958 000 €**.

6.4.2 **Chiffre d'affaires**

La fibre est vendue **400 €/tonne**. Ainsi, la production de 7 000 tonnes de fibres génèrera, un chiffre d'affaires annuel de **2 800 000 €** (quantité de fibres nécessaires pour 4 000 habitats par an).

Remarque : A titre de comparaison, le prix de la fibre de verre est de l'ordre de 7 000 € par tonne.

6.4.3 **Coûts de fonctionnement**

6.4.3.1 Coût de la ressource humaine.

Suite à l'analyse des ressources humaines du scénario, nous projetons l'emploi des qualifications suivantes :

Désignation	Nombre	Montant unitaire	Montant mensuel	Montant annuel
Cadre usine	3	5 000 €	15 000 €	180 000 €
Commercial usine	1	4 000 €	4 000 €	48 000 €
Administratif usine	1	3 000 €	3 000 €	36 000 €
Technicien usine	5	3000 €	15 000 €	180 000 €
Coupeur	12	2 500 €	30 000 €	360 000 €
Transporteur	4	2 500 €	10 000 €	120 000 €
Total				924 000 €

La coupe budgétaire annuelle de la masse salariale est de 924 000 €.



6.4.3.2 Coût énergie

Suite à l'analyse des équipements nécessaires à la filière ciment fibre de banane, nous pouvons estimer la consommation énergétique annuelle du site de production.

Désignation	Quantité	Puissance	Temps par an	Consommation annuelle	Coût unitaire	Coût
Camion benne	4	36 l/100km	10 000 km	14 400 L	1,25 € /litre	18 000 €
Four pyrolyse	1	1 MW	1750 h	1750 MWh	0,11 €/kWh	192 500 €
Broyeur tronc de banane	2	250 000 W	1750 h	875 000 kWh	0,11 €/kWh	96 250 €
Total						306 750 €

La puissance nécessaire est identique à celle l'unité de broyage de déchets vert de Marie-Galante, par similitude des capacités d'entrées avec la filière « fibres de banane ».

La facture énergétique annuelle de l'usine est de 306 750 €, impliquant une énergie grise de 2 625 MWh pour une production de 7 000 m³ de fibre de banane traitée.

6.4.4 **Recette de la filière fibre de banane**

Le bilan financier de la filière ciment fibre de banane est présenté ci-dessous. Il intègre tous les maillons de la chaîne économique.

Temps (ans)	1	2	3	4	5	10
Chiffre d'affaires	560 000 €	1 120 000 €	1 680 000 €	2 240 000 €	2 800 000 €	2 800 000 €
Coût de fonctionnement ressources humaines	-184 800 €	-369 600 €	-554 400 €	-739 200 €	-924 000 €	-924 000 €
Coût de fonctionnement énergétique	-61 350 €	-122 700 €	-184 050 €	-245 400 €	-306 750 €	-107 500 €
Amortissement bâti (hors terrain)	-107 500 €	-107 500 €	-107 500 €	-107 500 €	-107 500 €	-107 500 €
Amortissement matériel	-181 600 €	-181 600 €	-181 600 €	-181 600 €	-181 600 €	- €
Bénéfice	24 750 €	338 600 €	652 450 €	966 300 €	1 280 150 €	1 661 000 €
Imposition	8 168 €	111 738 €	215 309 €	318 879 €	422 450 €	548 130 €
Bénéfice net	16 583 €	226 862 €	437 142 €	647 421 €	857 701 €	1 112 870 €

Le temps de retour sur investissement est de 3 ans : pour un prix vente 400 €/tonne de fibres de banane et un investissement initial de 3 958 000 €.



A titre de comparaison, la fibre de chanvre est vendue en moyenne à 1 400 €/tonne.

La filière fibre de banane est donc économiquement viable.

Elle peut bénéficier d'autre part de la **filière structurée déjà existante en Martinique**. La production de fibres de banane constituerait une activité supplémentaire à la filière agricole, qui lui ferait bénéficier chaque année de plus d'un million d'euros net de chiffre d'affaires. Cela permettrait à la fois de **pérenniser la filière**, de lui offrir une **nouvelle image** et d'autre part, de **créer de près de 30 emplois à temps plein**.

La filière agricole « banane » bénéficie de la coopérative agricole BANAMART qui regroupe l'ensemble des planteurs de bananes d'exportation martiniquais.

7 FILIERE OUATE DE CELLULOSE

7.1 Présentation

La ouate de cellulose est issue du recyclage du papier, généralement les invendus des journaux et/ou gâche d'imprimerie (chute de coupe de papier neuf). Le papier est d'abord broyé et défibré en flocon, puis stabilisé par incorporation de plusieurs adjuvants pour la résistance au feu et moisissures.

7.1.1 *Diversité des isolants ouate de cellulose*

7.1.1.1 La ouate de cellulose en utilisation manuelle

La composition massique de la ouate de cellulose est la suivante :

- 95 % de ouate de cellulose,
- 5 % d'adjuvants : un ignifuge et un biocide, garantissant respectivement la performance au feu et la résistance aux moisissures de la ouate de cellulose.



Figure 56 : Isolations de toitures en ouate de cellulose (Image GTS Martinique)

7.1.1.2 La ouate de cellulose en utilisation machine

La ouate de cellulose, arrivée sous forme de bloc compacté, subit une phase de cardage mécanique, puis est projeté de trois manières, présentés ci-après.

- **Epandage à sec sur surface horizontale**

Elle permet un dépôt de ouate d'environ 30 kg/m^3 . Pour les calculs thermiques, il faut prévoir un tassement de 20 % dû à la gravité.



Figure 57: Soufflage de ouate sèche en surface horizontale

- **Insufflation à sec sous pression en volume fermé**

Cette technique permet une meilleure homogénéisation des parois inclinées. A partir de 50 kg/m^3 , elle préserve du glissement et tassement de la ouate.



Figure 58: Soufflage de ouate sèche en volume fermé

- **Insufflation humide**

Il s'agit d'ajouter un mince filet d'eau, à la sortie de la buse de projection. Cette méthode permet d'obtenir un conglomérat sans risques de tassement, pour densité plus faible qu'en projection sèche. Cependant, elle nécessite un peu de temps de séchage, avant la mise en œuvre du parement.



Figure 59: Soufflage de ouate de cellulose humide

7.1.1.3 La ouate de cellulose en panneaux semi rigides ou en rouleaux

La cellulose est collée sur un support rigide facile à découper, lui conférant une grande flexibilité, le panneau se comprime facilement (jusqu'aux 2/3 de leur volume). L'isolation par panneaux semi-rigides s'adaptent à toutes les formes et se laissent facilement caler entre les chevrons d'une toiture et d'un plancher ou les montants d'une cloison.



Figure 60: Pose de laine et de panneaux en ouate de cellulose

7.1.1.4 La ouate de cellulose en panneaux rigides

Il s'agit de panneau de cellulose (12 à 35) compressé à chaud, le plus souvent avec des fibres additionnelles de lin servant de liant naturelle. Ce matériau a plutôt une vocation, d'isolant phonique.

7.1.2 **Caractéristiques techniques**

Le tableau ci-dessous synthétise les principales caractéristiques techniques de la ouate de cellulose :

Présentation	Ouate en granule	Ouate projetée à sec	Ouate projetée humide	Panneau semi rigide	Panneau rigide
Masse volumique (kg/m ³)	500	25 à 45	40 à 65	70 à 90	260
Conductivité thermique (W/m.K)	0,069	0,038 à 0,044	0,038 à 0,044	0,039à 0,042	0,053
Chaleur spécifique J/kg.K	1 600 à 2 000	1 600 à 2 000	1 600 à 2 000	1 600 à 2 000	1 600 à 2 000
Résistance à la diffusion de vapeur d'eau	3	1 à 2	1 à 2	1 à 2	



La ouate de cellulose **peut absorber jusqu'à 15 % son poids en eau**, ce qui fait de lui un bon isolant hydroréglable. La ouate est résiliente en cas de « sur-humidité » passagère, mais si le phénomène se prolonge, le caractère putrescible prend le dessus. De manière globale, son comportement face à l'humidité est capillaire, hydrophile et hygroscopique.

C'est un matériau très peu sensible au feu (classé M1, Euroclasse B-s2, d0). Toutefois, sa pose nécessite l'installation de pare feu. L'isolant ouate de cellulose ne propage pas les flammes, ni de dégagement de gaz toxique. Il est non comestible par les rongeurs.

7.2 Gisement disponible

Avec plus de **570 tonnes d'inventures et de gâches d'imprimante par an**, l'imprimerie « France Antilles » détient le plus grand gisement de papier de la Martinique. La société « SODIPRESSE » pourrait apporter un appoint de 10 tonnes par an.

Il y a donc un gisement potentiel permettant de produire **600 tonnes de ouate de cellulose par an**.

Pour isoler 100 m² de toiture, il faut une épaisseur de 10 cm. Cela équivaut à l'utilisation de 10 m³ d'isolants ouate par habitat, soit 300 kg (une résistance thermique de 2,5 m².K/W, conforme à la RTAADOM).

Avec le gisement de France Antilles et de SODIPRESSE, il est possible d'isoler 2 000 habitats, soit 50 % du marché de la construction neuve.

Selon la DEAL, le rythme de constructions neuves est d'environ 4 000 habitats par an. Il faudrait une production de 1 200 tonnes par an pour satisfaire l'ensemble du marché neuf.

Il est possible d'accéder à d'autres gisements de papiers journaux :

- ✓ Gâches et inventures de l'imprimerie France Antilles de Guadeloupe,
- ✓ Déchets de papiers journaux collectés séparément (Martinique Recyclage, la société « Le broyeur mobile », etc.)

Actuellement, les imprimeurs versent une taxe, pour la prise en charge de leurs déchets papiers.

7.3 Description du scénario

L'emplacement de l'usine doit être au plus proche de l'imprimerie « France Antilles ». Cette dernière, aura une capacité de 600 tonnes par an. En fonction de l'évolution de la commercialisation de la ouate de cellulose, il pourra être planifié une extension de l'usine, et ce dès la phase de conception de l'usine. L'usine fonctionnera 5 jours par semaine, 10 heures par jour.

L'imprimerie France Antilles devra prévoir un espace de stockage couvert. Les journaux seront stockés sous forme de ballot de 1 m³ (1 m de coté). Tous les jours, France Antilles aura accumulé entre 3 et 4 m³ de journaux. Deux fois par semaine, un camion de capacité de stockage 25 m³ récupère environ 10 m³ de journaux.

- ✓ Le chauffeur roule environ 10 km et arrive à l'usine, où ils sont accueillis par l'approvisionneur. L'approvisionneur s'assure du nombre et du volume de ballots. L'approvisionneur s'assure du transfert du camion vers le silo.
- ✓ Les machinistes assurent la maintenance de la logistique et du bon déroulement de la transformation de ouate de cellulose. Ils vérifient manuellement de la qualité du produit et de l'emballage.
- ✓ Le responsable administratif, s'occupe des commandes, de la comptabilité, des ressources humaines, des contrats, des litiges...
- ✓ Le responsable de site, s'assure de la sécurité et de l'hygiène des salariés et prestataire de service. Il veille au bon rendement qualitatif et quantitatif de l'usine. C'est aussi le coordinateur entre la production et le commercial.
- ✓ L'usine dispose d'un local pour la commercialisation de la ouate de cellulose.
- ✓ Le commercial établit les négociations, devis, factures et bon de commande. Il évalue l'évolution du marché et in fine cadence le rythme de la production. Il prospecte les nouveaux marchés et coordonne l'ensemble du développement commercial/marketing de l'entreprise.

Nous proposons un fonctionnement de l'usine de fabrication de ouate de cellulose selon 4 modules.

7.3.1.1 Module 1 : réception de la matière première

Le premier module a pour objectif de recevoir les papiers journaux et de les diriger vers les installations de transformation en ouate de cellulose.

Il est composé des équipements suivants :

- Un grappin : il s'agit d'une machine permettant d'attraper un gros volume. Elle pourra récupérer les journaux sous forme de ballot.

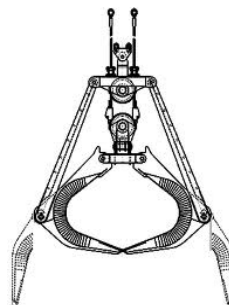


Figure 62 : Grappin

- Des moteurs de guidage, qui comprennent les moteurs de levée, de translation et de direction, permettant ainsi le guidage du grappin.
- Une trémie de réception : il s'agit d'un grand entonnoir permettant le versement de matière pondéreuse. Les journaux seront déposés directement sur la trémie.



Figure 61 : Trémie de réception

- Convoyeur, permettant le déplacement d'une charge isolée ou de produit vrac, d'un point A à B. Il permettra de transporter les journaux de la trémie de réception.



Figure 63: Convoyeur

Le tableau ci-dessous synthétise les caractéristiques des équipements nécessaires au premier module.

Désignation	Nombre total de moteurs	Puissance installée kW	Puissance appelée kVA
Moteur de levé	1	75,00	60,00
Moteur de translation	1	4,00	3,20
Moteur de direction	1	1,50	1,20
Grappin	1	22,00	17,60
Trémie de réception	3	4,37	3,50
Convoyeur à chaîne	3	4,80	3,80
Total module 1	10	111,67	89,3

7.3.1.2 Module 2 : Du papier à la ouate de cellulose

Le second module a pour objectif de transformer les papiers journaux en ouate de cellulose. Il est composé des équipements suivants :

- Trémie d'alimentation : grand entonnoir permettant le versement de matière pondéreuse,
- Le crible à étoile : appareil qui permet l'élimination d'objets et de granulats indésirable, sur critère de triage volumique.



Figure 64 : Crible à étoile

- Convoyeurs : pour diriger les papiers journaux vers les broyeurs
- Les broyeurs, déchiqueteurs et émotteurs, qui permettent le broyage du papier pour obtenir de la ouate.



Figure 65: Broyeur

Le tableau ci-dessous synthétise les caractéristiques des équipements nécessaires au second module.

Désignation	Nombre total de moteurs	Puissance installée kW	Puissance appelée kVA
Trémie d'alimentation	2	4,37	3,50
Crible à étoile	2	8,00	6,40
Transporteur reprise refus crible	1	2,20	1,76
Transporteur alimentation broyeur	1	2,20	1,76
Broyeur/déchiqueteur	2	74,00	59,20
Total module 2	8	90,77	72,62

7.3.1.3 Module 3 : Traitement ignifugeant et anticryptogamique

Le troisième module a pour objectif de traiter la ouate de cellulose en la mélangeant avec les additifs. Il est constitué des équipements suivants :

- La pompe d'injection : en fonction de la proportion de ouate de cellulose arrivant, la pompe à injection a pour rôle de fournir le volume d'adjuvant nécessaire,
- Les mélangeuses, qui homogénéisent la ouate de cellulose en mélange avec les adjuvants,
- Centrale de graissage : qui permettent d'alimenter les moteurs en graisse ou lubrifiants pour les autres appareils.

Le tableau ci-dessous synthétise les caractéristiques des équipements nécessaires au troisième module.

Désignation	Nombre total de moteurs	Puissance installée kW	Puissance appelée kVA
Pompe d'injection/dosage	2	13,70	10,00
Mélangeuse : rotor 1	1	7,50	6,00
Mélangeuse : rotor 2	1	7,50	6,00
Centrale de graissage	1	0,50	0,40
Total module 3	5	29,2	22,40

7.3.1.4 Module 4 : Emballage

Le dernier module a pour objectif de compacter la ouate de cellulose :

- Trémie : après traitement, la ouate de cellulose est envoyée à la trémie. Ensuite elle est envoyée vers l'appareil de compactage, par le biais d'un convoyeur.
- Compacteur : il permet le compactage de la ouate de cellulose et les prépare à la phase d'emballage.



Figure 66: Compacteur

Désignation	Nombre total de moteurs	Puissance installée kW	Puissance appelée kVA
Trémie	1	4,37	3,50
Transporteur ouate traité	1	3,00	2,40
Compactage / cartonnage	1	8,00	6,40
Total module 4	3	15,37	12,30



7.4 Etude de faisabilité économique

7.4.1 Coût d'investissement initial

Les résultats de l'étude BENCHMARK du rapport final de la phase 1 montre que le besoin d'équipements d'une usine ouate de cellulose d'une capacité de production de 20 000 m³, s'élève à 1 000 000 €.

Nous faisons l'hypothèse que la zone couverte de l'usine s'étale sur une surface de 1000 m², selon la répartition suivante :

- ✓ 400 m² de zone de stockage.
- ✓ 400 m² de zone de stockage de fibre.
- ✓ 100 m² d'espace logistique.
- ✓ 100 m² de bureau.

Il est à prévoir l'achat d'une surface de 2 000 m².

Désignation	Coût par unité		Surface		Montant
Terrain	180	€/m ²	2 000	m ²	360 000,00 €
Bâti couvert	1 000	€/m ²	1 000	m ²	1 000 000,00 €
Local	1 500	€/m ²	100	m ²	150 000,00 €
TOTAL					1 510 000,00 €

La construction de l'usine (hors équipements) engendre une dépense de **1 510 000 €**.

7.4.1.1 Récapitulatif

Le tableau ci-dessous récapitule le capital nécessaire à la construction de l'usine.

Poste d'investissement initial	Montant
Matériel	1 000 000,00 €
Terrain	360 000,00 €
Bâti	1 000 000,00 €
Total	2 360 000 €

La création de l'usine nécessite un investissement de **2 360 000 €**.



7.4.1.2 Chiffre d'affaires

Le prix de la ouate de cellulose (hors pose) est de 80 €/m³. Le rythme de production correspond à 600 tonnes par an, soit un marché de 2 000 habitats par an.

Désignation	Quantité/jour (m ³)	Quantité/an (m ³)	Coût unitaire	Chiffre d'affaires
Ouate de cellulose	80	20 000	80 €/m ³	1 600 000,00 €

La filière ouate de cellulose engendre un chiffre d'affaire de **1 600 000 €**.

7.4.2 **Coûts de fonctionnement annuels**

7.4.2.1 Coût des ressources humaines

Suite à l'analyse des besoins en ressources humaines, nous projetons l'emploi des qualifications suivantes :

Fonction	Nombres	Coût mensuel	Coût annuel
Directeur Général	1	10 000,00 €	120 000,00 €
Responsable production et qualité	1	7 000,00 €	84 000,00 €
Directrice marketing et commercial	1	7 000,00 €	84 000,00 €
Administratif	1	5 000,00 €	60 000,00 €
Agent commercial	1	4 000,00 €	48 000,00 €
Approvisionnement	1	4 000,00 €	48 000,00 €
Ouvrier/machiniste	2	3 000,00 €	72 000,00 €
Agent de sécurité	1	3 000,00 €	36 000,00 €
TOTAL			552 000,00 €

La coupe budgétaire annuelle de la masse salariale est de **552 000 €**.

7.4.2.2 Coût de l'adjuvant

Avec un rythme de production de 600 tonnes de ouate annuel, il faudrait 30 tonnes d'adjuvant (sel de bore), soit un coût annuel de **210 000 €** (7 €/kg d'adjuvant).



7.4.2.3 Coût énergétique

Suite à l'analyse des équipements nécessaires à la filière ouate de cellulose, nous pouvons estimer la consommation énergétique de l'usine à **412 MWh pour une production de 20 000 m³ de ouate de cellulose.**

La facture énergétique annuelle de l'usine est de **49 816 €.**

7.4.2.4 Coût de fonctionnement global

Les différents postes de dépenses de l'usine sont synthétisés ci-dessous :

Désignation	Montant
Coût ressources humaines	552 000,00 €
Coût énergétique	49 816,00 €
Coût adjuvant	210 000,00 €
Total	811 816,00 €

Le coût de fonctionnement global de la filière est de **811 816 €.**

7.4.3 **Analyse économique de la filière ouate de cellulose**

Ci-dessous est dressé le bilan financier de la filière, qui intègre tous les maillons de la chaîne économique.

Temps (ans)	1	2	3	4	5	10
Chiffre d'affaires	320 000 €	640 000 €	960 000 €	1 280 000 €	1 600 000 €	1 600 000 €
Coût des ressources humaines	-110 400 €	-220 800 €	-331 200 €	-441 600 €	552 000 €	552 000 €
Coût de l'énergie	-9 963 €	-19 927 €	-29 890 €	-39 853 €	49 816 €	49 816 €
Achat adjuvant	-42 000 €	-84 000 €	-126 000 €	-168 000 €	210 000 €	210 000 €
Amortissement bâti (hors terrain)	-57 500 €	-57 500 €	-57 500 €	-57 500 €	-57 500 €	-57 500 €
Amortissement matériel	-200 000 €	-200 000 €	-200 000 €	-200 000 €	-200 000 €	- €
Bénéfice	-99 863 €	57 773 €	215 410 €	373 047 €	2 154 316 €	2 354 316 €
Imposition	-32 955 €	19 065 €	71 085 €	123 105 €	710 924 €	776 924 €
Bénéfice net	-66 908 €	38 708 €	144 325 €	249 941 €	1 443 392 €	1 577 392 €

On constate que le bénéfice net est positif au bout de la troisième année : pour un prix de vente de **8 €/m²** et un investissement initial de **2 360 000 €.**

Le prix moyen des isolants agréés Isol'eko est de 8 €/m². La filière ouate de cellulose est donc viable économiquement.

8 FILIERE COCO

8.1 **Présentation**

8.1.1 **Généralités**

Le cocotier est une plante de la famille des palmiers (*palmae*) qui pousse dans les pays tropicaux.

Le cocotier dit « grand » se compose d'un stipe (sa longue tige) pouvant atteindre 25 m de haut, au sommet duquel des feuilles, longues de 4 à 7m s'étalent. Les fleurs femelles se développent sous l'aisselle des feuilles et donnant les noix de coco environ 12 à 13 mois après leur éclosion. Notons que la floraison dure toute l'année.

Il est surtout connu pour son fruit, la noix de coco, utilisée depuis très longtemps dans la fabrication artisanale et dans la consommation. La fibre de coco est utilisée en tant qu'isolant thermique depuis une trentaine d'années environ.

Le cocotier pousse de manière optimale dans les sols sableux et salés des zones côtières, à une altitude ne dépassant pas de préférence les 200m au-dessus du niveau de la mer. La culture du cocotier nécessite également une bonne exposition au soleil.



La culture du cocotier est simple, sa multiplication se fait naturellement, elle nécessite simplement un arrosage régulier si la période sèche dure plus de 3 mois.

8.1.2 **Présentation des sous filières**

Nous avons envisagé l'étude de 6 possibilités de valorisation de la noix de coco, qui sont :

- La fibre de coco, pour l'isolation thermique des murs, toitures rampantes, combles et calfeutrements ;
- Le coprah, pour la préparation de lait de coco ;
- L'eau de coco ;
- Les palmes de cocotier, pour l'élaboration de toitures ;
- Le bois de cocotier, pour la réalisation de lame de parquets et terrasses.

Dans le chapitre « description du scénario », sont présentées différentes techniques d'extraction de fibres.



8.2 Gisement disponible

- **Scenario 1 : Utilisation du gisement local existant**

Aucune étude récente ne comptabilise la surface de cocotiers en Martinique.

Actuellement, nous avons recensé 3 sources potentielles pour l'approvisionnement de noix de coco en Martinique :

- ✓ La première est la cocoteraie de Genipa, qui s'étend sur une surface de 17 hectares.
- ✓ La seconde est le parc de cocotier de l'ONF, qui s'étend sur une surface de 13 hectares (voir « rapport d'entretien en Martinique », qui résume l'échange avec la société ONF).
- ✓ Le parc privé, qui approvisionne les commerçants d'eau de coco, estime à un équivalent de 20 hectares.

On estime que la surface de cocoteraie présente en Martinique est de **50 Ha**. Il est fort probable que ce gisement recensé soit sous dimensionné par rapport au gisement réel.

Deux autres modalités d'approvisionnement sont envisageables pour la création d'une filière en Martinique :

- **Scenario 2 : Importation de fibres de coco de la Dominique**

Ce scénario a été évoqué avec le Ministre de l'Agriculture et des Forêts de la Dominique. Il est envisageable car le gisement de bourre de coco est suffisant pour couvrir une part du marché de l'isolant en Martinique. D'autre part, il est inutilisé actuellement. Malgré tout, la bourre de coco gagnerait à être extraite et traitée en Dominique pour des raisons de volumes à transporter, voire de risques phytosanitaires (risque de transport d'agents contaminants) lors du transport. Aussi, ce scénario permettrait d'obtenir un éco matériau, mais engendrerait un faible taux de création d'emplois et Martinique, ainsi qu'un coût et un impact environnemental plus élevé que dans le scénario 1, à cause du transport maritime de l'éco-matériau.

Ce scénario d'approvisionnement sera présenté dans le rapport d'étape 3.

- Scenario 3 : Plantation de cocotiers en polyculture ou en haies

Un autre mode d'approvisionnement serait de planter de nouveaux cocotiers. Afin d'éviter l'acidification des sols et de prévenir les maladies qui pourraient survenir et se répandre dans une cocoteraie dans le cadre de monocultures, nous proposons de planter des cocotiers dans des terrains agricoles, de façon plus éparse, ou bien en haies.

Ce scénario sera également présenté dans le rapport d'étape 3.

Le scénario d'approvisionnement **le plus aisé à mettre en œuvre** dans des délais inférieurs à 10 ans, avec un **impact environnemental moindre** est le premier scénario, qui se base sur des gisements existants. Le scénario 3 pourra compléter les gisements dans un second temps. Le mode d'approvisionnement du scénario 2 pourra venir compléter le gisement si nécessaire, dans un second temps.



8.2.1 *Gisement potentiel de fibres de coco*

La cocoteraie de Genipa permettra la fabrication de 2 100 m³ de fibres de coco par an.
Le parc de cocotiers de l'ONF permettra la fabrication de 1 600 m³ fibres de coco par an.
Le parc privé de cocotier permettra la fabrication de 2 500 m³ de fibres de coco par an.

Globalement le gisement de fibres de coco est estimé à 6 000 m³ par an. Ainsi on peut isoler **600 habitats par an** en fibres de coco (un habitat nécessite 10 m³ d'isolation en fibre de coco). Une épaisseur de 10 cm d'isolation en fibre de coco concèdera une résistance thermique de 2,22 m².K/W, ce qui est conforme à la RTAADOM.

Hypothèses de calcul :

- ✓ 140 cocotiers par hectare,
- ✓ 120 noix de cocos par cocotier,
- ✓ 1 noix de coco pèse 1,5 kg,
- ✓ Le pourcentage massique des fibres équivaut à 15 % du poids de la noix de coco,
- ✓ La masse volumique des fibres de noix de coco est de 30 kg/m³.

8.2.2 *Gisement potentiel pour du parquet et des lames de terrasse en bois de coco*

La chute de productivité d'une cocoteraie est observée à compter de 50 ans. Une surface de 50 hectares est occupée par 7 000 cocotiers, par conséquent nous supposons un rythme de coupe de 140 cocotiers annuellement. Nous suggérons les dimensions de cocotiers suivantes : 15 mètres de hauteur et de 30 cm de diamètre. Ainsi un tronc de cocotier possède un volume de 4,24 m³. Par conséquent le gisement annuel de tronc de cocotier est de 594 m³.

Nous suggérons que le tronc de cocotier soit valorisé sous forme de parquet et lames de terrasse par l'intermédiaire d'une scierie. Suite à l'étude de la filière « bois de Mahogany », nous savons que le rendement en produit fini d'une scierie est de 35 %. Les déchets de bois de cocotier peuvent être valorisés sous d'amendement agricole.

Nous déduisons que la production de lame de terrasse et parquet en bois de coco est estimé à **208 m³** annuellement, ce qui permet d'équiper **69 habitats par an** (3 m³ par habitat).

8.2.3 *Gisement potentiel pour du lait de coco*

La fabrication de lait de coco est issue d'albumen de noix de coco mure. Pour cela, il faut récupérer des noix de coco mures (marrons et sèches).

Nous faisons l'hypothèse que la surface destinée aux plantations de cocotier de Génipa et de l'ONF (30 hectares) soit exploitée uniquement pour les noix de coco mures.

Avec un ratio de 140 cocotiers par hectare et de 120 cocos par cocotier. On estime qu'une surface de 30 hectares correspond à une production 504 000 noix de coco mures. Avec un poids de 1,5 kg par noix de coco, on dispose ainsi de 756 tonnes de noix de coco.



On estime que la part massique du coprah représente 50 % de la masse de la noix de coco. Ainsi le gisement annuel de coprah est estimé à 378 tonnes.

Pour obtenir 1 L de lait de coco, il faut :

- ✓ 93 g de chair de coco,
- ✓ 1 L d'eau environ.

Ainsi le gisement de chair de coco permet la commercialisation de **4 063 tonnes de lait de coco par an** ou un volume de 3 941 m³ (densité de 0,97).

8.2.4 Gisement potentiel pour de l'eau de coco

L'eau de coco est présente directement à l'intérieur de la noix de coco verte.

Nous faisons l'hypothèse que la surface destinée aux plantations de cocotier privée, qui est de 20 Ha, soit composée uniquement de jeunes noix de coco.

Avec un ratio de 140 cocotiers par hectare et de 120 cocos par cocotier, on estime qu'une surface de 20 hectares correspond à une production 336 000 noix de coco vertes. Avec un poids de 1,5 kg par noix de coco, on dispose donc de 504 tonnes de noix.

L'eau de coco représente 20 % de la masse d'une noix de coco. Le gisement d'eau de coco est donc estimé à 101 tonnes ou encore 101 m³ (densité de 1).

8.2.5 Gisement potentiel pour des toitures en feuilles de palmier

Avec un ratio de 140 cocotiers par hectare et une surface de 50 hectares, on estime que 7 000 cocotiers produisent 210 000 feuilles (un cocotier possède trente feuilles). La productivité retenue correspond à une récolte de 5 palmes de cocotier tous les 4 mois, par cocotier.

Le gisement annuel est estimé à **105 000 feuilles par an**. Une maison de 100 m² nécessitant 8 000 feuilles, ce seront 13 habitats par an qui pourront être équipés de toiture en palmes de cocotier.

8.3 Description du scénario

Il est possible de mettre en place une filière d'isolation fibre de coco sans aucune machine. En outre, cette méthode serait plus coûteuse, car la technique manuelle demande davantage de temps de travail que la méthode mécanisée.

Nous proposons l'hypothèse qui représente le meilleur compromis entre ergonomie, efficacité économique et respect environnemental.

L'utilisation de la fibre de coco en vrac permet la fabrication d'isolations murales, de toitures rampantes, combles et calfeutrement. On peut défibrer la noix de coco par :

- ✓ Méthode manuelle ;
- ✓ Méthode mécanique.

8.3.1.1 La méthode manuelle

Deux méthodes d'extraction manuelles de fibres ont été retenues :

- Technique 1

Elle consiste à planter la bourre de coco, sur un outil tranchant. Puis en appuyant le coco vers l'outil, on détache la bourre du noyau. Il s'agit notamment de la technique utilisée en Dominique.

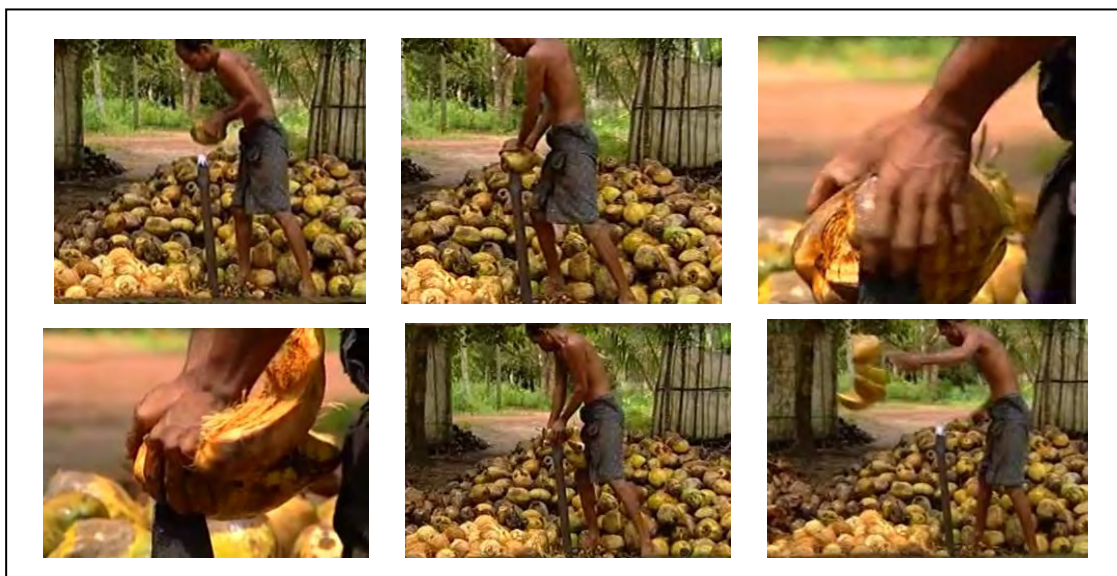


Figure 67: Technique d'extraction de bourre 1

- Technique 2

La noix de coco est placée sur un support rotatif, qui tourne par l'intermédiaire d'une manivelle. Suite au mouvement rotatoire de la bourre, elle rentre en contact avec les lames préalablement installées sur le support qui ont pour rôle d'éplucher la bourre en fines lamelles.



Figure 68: Technique d'extraction de bourre 2

8.3.1.2 Les méthodes mécaniques

Trois méthodes d'extraction mécanique de fibres ont été retenues :

- Technique 3

La bourre est pressée manuellement sur un rotor équipé de lames métalliques. A chaque rotation, la lame émince une partie de la bourre, jusqu' à dénoyauter complètement la noix de coco.

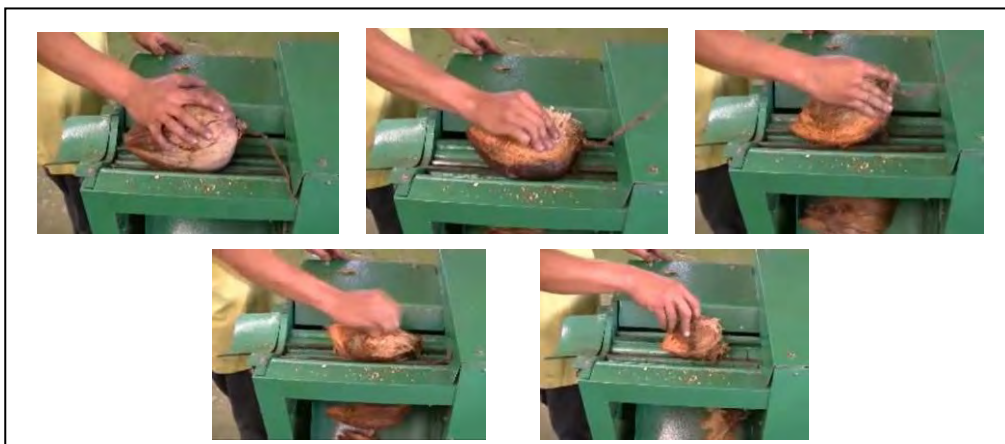


Figure 69: Technique d'extraction de bourre 3

- Technique 4

Le dispositif est composé d'un support pointu fixe, qui a pour objet d'encocher une partie de la bourre. D'autre part, un support mobile fournit l'appui nécessaire pour détacher les fibres encochées.

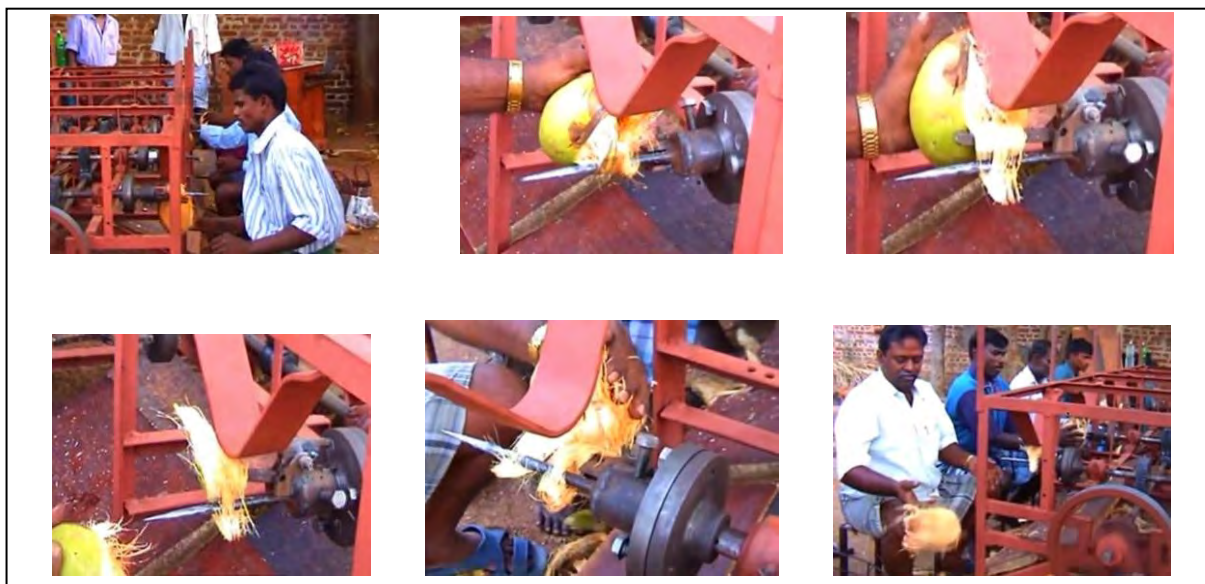


Figure 70: Technique d'extraction de bourre 4

- Technique 5

La noix de coco est tenue sur un support fixe. Des spatules s'enfoncent dans la bourre, jusqu'à la noix. Ensuite, les spatules s'écartent épluchant ainsi la bourre de la noix.



Figure 71: Technique d'extraction de bourre 5

8.3.1.3 De la bourre à la fibre.

Pour éliminer la matière « gomme » qui assure la cohésion des fibres dans la bourre, la bourre est trempée dans de l'eau pendant plusieurs mois.



Figure 72 : Zone de bain de la bourre

Ensuite, la noix de coco est défibrée manuellement ou mécaniquement à l'aide d'une défibreuse (appareil qui défibre manuellement la bourre).

- Défilage manuel

La bourre est frappée avec une masse, jusqu'à l'on puisse dissocier les fibres les unes des autres.

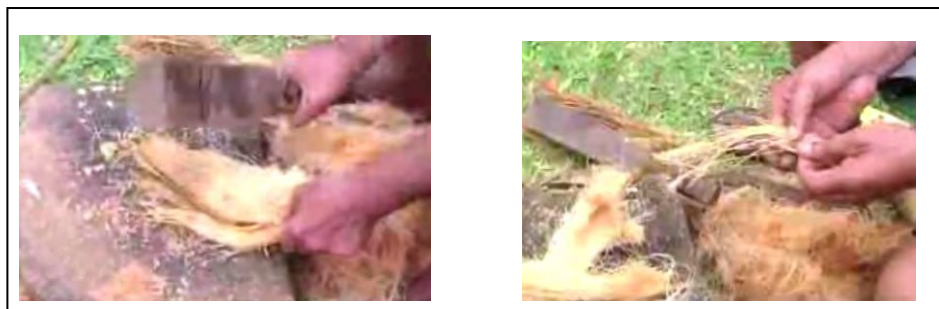


Figure 73: Technique de défilage manuel

- Défilage mécanique

La bourre humidifiée est l'intrant d'une défibreuse qui la transforme sous forme de fibres différenciées.



Figure 74: Technique de défilage mécanique

8.3.2 Récupération des noix de coco et coupe de troncs de cocotier

Les noix de coco de trente cocotiers sont coupées quotidiennement. Trois récolteurs de coco grimpent sur les cocotiers à l'aide d'un « grimpe arbre » pour récolter les jeunes noix de coco réparties sur une surface de 20 hectares.

Puis les 3 ouvriers/récolteurs récupèrent les noix de cocos mures réparties sur les 30 hectares de cocoteraie de Génipa et de l'ONF.

Les 3 360 noix de coco sont déposées dans un camion benne de 50 m³, qui sera chargé du transport de la matière première jusqu'à l'usine.

En moyenne chaque semaine, les ouvriers/récolteurs couperont un tronc de cocotier qui n'engendre plus de fruit, par l'intermédiaire d'une tronçonneuse. Ce tronc alimentera l'activité « lame de parquet et terrasse en bois de coco ».

8.3.3 Récupération de la fibre de coco

La récupération de la fibre est présentée sous forme de 5 modules :

- Module 1 : Réception et stockage des noix de coco



Figure 75: Zone de stockage de noix de cocos

- Module 2 : Défibrage

La technique de défibrage la plus adaptée serait la technique mécanique n°4, car elle peut défibrer des noix de coco jeunes comme murs. D'autre part, les noix de coco déjà fendues peuvent être aussi défibrées.



Figure 76: Récupération de la bourre

- Module 3 : Broyage

Le broyage permet l'obtention de copeaux de fibres de coco. Cette méthode évite l'utilisation d'eau stagnante pour faciliter le défibrage.



Figure 77: Broyage de la bourre

- Module 4 : Emballage

Les copeaux sont ensuite emballés puis compactés à l'aide d'un compacteur.



Figure 78: Compactage des copeaux de fibre de coco

Le gisement permet la fabrication de 5 000 m³ de fibres annuellement.

Cette activité engendre l'emploi de 6 ouvriers, un approvisionneur et un responsable. Le rôle de l'approvisionneur est de transférer les noix vers l'unité de production de fibre de coco : il est aussi un renfort humain pour la production de fibre de coco.

8.3.4 Récupération de l'eau de coco

La récupération de l'eau de coco se fait uniquement sur les jeunes noix de cocos et avant la phase de défibrage. La noix est percée à l'aide d'un outil pointu, permettant de séparer l'eau de la noix. Ensuite l'eau de coco est récupérée puis mise en bouteille par un système automatique.



Figure 79: Récupération avec perceuse à eau de coco (Thaïlande)

Cette activité engendre l'emploi d'un ouvrier, un approvisionneur et un responsable. Le rôle de l'approvisionneur est de transférer les noix vers l'unité de production d'eau de coco : il est aussi un renfort humain pour la production d'eau de coco.

8.3.5 Fabrication du lait de coco

La coque du coco est fractionnée en deux avec une lame fine. Ensuite la chair est récupérée directement dans la coque fendue à l'aide de 5 broyeurs électriques à coprah.



Figure 80: Broyeur de chair de coco

Le coprah broyé est ensuite mélangé à l'eau préalablement chauffée, dans un malaxeur vertical d'une capacité de 6 m³/h.



Figure 81: Malaxeur vertical

Après le mixage, on presse le mélange de manière à séparer le lait de coco et les résidus de coprah à l'aide d'un filtre.



Figure 82: Filtrage pour obtention du lait de coco

Après l'obtention du lait filtré, elle subit une ultime étape de pasteurisation, pour augmenter la durée de conservation du lait de coco.

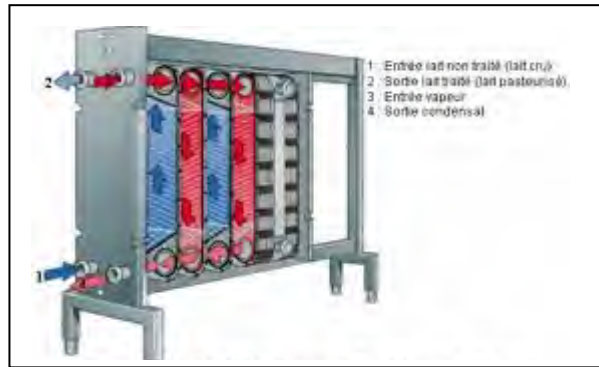


Figure 83: Pasteurisation du lait de coco

Suite à la pasteurisation, le lait de coco est mis en conserve.

Cette activité engendre l'emploi de 10 ouvriers, d'un approvisionneur et un responsable. Le rôle de l'approvisionneur est de transférer les noix vers l'unité de production de fibres de coco : il est aussi un renfort humain pour la production de lait de coco.

8.3.6 Fabrication de parquet et lames de terrasse

Il s'agit de l'activité d'une scierie (voir filière « bois de Mahogany ») qui façonne le tronc de coco sous forme de parquet et lame de terrasse. L'activité nécessite l'utilisation de :

- ✓ 1 scie à grume : pour couper le tronc sous forme de lamelle brute de l'ordre de 1 cm ;
- ✓ 1 moulurière 4 faces : pour façonner la forme rectiligne de lame de parquet et de terrasse ;
- ✓ 1 moulurière à frise : pour façonner les frises des lames de parquet et terrasse, qui permettront leur agencement.

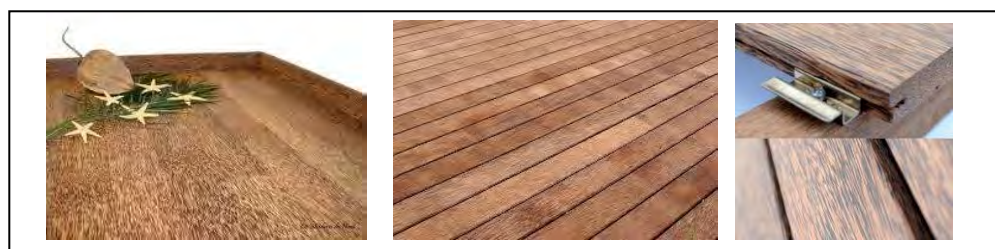


Figure 84: Parquet et lame de terrasse en bois de cocotier

Cette activité engendre l'emploi d'un ouvrier, d'un approvisionneur et un responsable. Le rôle de l'approvisionneur est de transférer les noix vers l'unité de production de lames de parquet et terrasse en coco. Il intervient aussi en renfort humain pour la production de produit de bois de coco.

8.3.7 Toiture en feuilles de cocotier

Cette activité consiste à récupérer les feuilles de cocotier pour les tressés. Après le tressage, elles serviront de couverture de toiture.



Figure 85: Toiture en feuille de cocotier

Cette activité engendre l'emploi d'un salarié, d'un approvisionneur et un responsable. Le rôle de l'approvisionneur est de transférer les noix vers l'unité de production de toiture en feuilles de coco : il est aussi un renfort humain pour la production de toiture feuille de coco.

8.4 Etude de faisabilité économique

8.4.1.1 Coût d'investissement initial

- Coût des équipements

La filière coco nécessite l'utilisation des équipements suivants :

Désignation	Machine	Quantité	Coût unitaire	Coût
Fibre coco	Machine d'extraction des fibres	1	15 000 €	15 000 €
	Machine de compactage	1	5 000 €	5 000 €
	Machine de dénoyautage	2	3 000 €	6 000 €
	Tronçonneuse	1	1 000 €	1 000 €
	Camion	1	30 000 €	30 000 €
	Broyeur	1	10 000 €	10 000 €
Lame de parquet et terrasse	Scie à grume	1	10 000,00 €	10 000 €
	Moulurière 4 face (bardage,..)	1	20 000,00 €	20 000 €
	Moulurière à fraise (parquet,..)	1	40 000,00 €	40 000 €
Eau et lait de coco	Broyeur coprah	5	500 €	2 500 €
	Mixeur	1	500 €	500 €
	Perceuse eau de coco	1	100 €	100 €
	Automate de conserve (lait de coco)	1	20 000 €	20 000 €
	Système de grimpage de cocotier	3	500	1 500 €
	Malaxeur vertical	1	5 000	5 000 €
	Filtre à coprah	1	2 000	2 000 €
	Pasteurisateur	1	8 000	8 000 €
	Chauffe-eau électrique	1	500	500 €
	Coutelas	10	50	500 €
TOTAL				177 600 €



Les équipements escomptent une dépense de **177 600 €**.

- Coût du bâti

Nous faisons l'hypothèse que la zone couverte de l'usine s'étale sur une surface de 2 hectares.

Il est à prévoir l'achat d'une surface de 5 hectares (à titre d'exemple la distillerie « GARDEL », s'étend sur 10 ha).

Désignation	Coût par unité		Surface		Montant
Terrain	180	€/m ²	50 000	m ²	9 000 000,00 €
Bâti couvert	1 000	€/m ²	20000	m ²	20 000 000,00 €
Local	1 500	€/m ²	500	m ²	750 000,00 €
TOTAL					29 750 000,00 €

La construction de l'usine (hors équipements) engendre une dépense de 29 750 000 €.

- Récapitulatif

Le tableau ci-dessous récapitule le capital nécessaire à la construction de l'usine.

Postes d'investissement initial	Montant
Matériel	177 600 €
Terrain	9 000 000,00 €
Bâti	20 750 000,00 €
Total	29 927 600 €

La création de la filière nécessite un investissement de **29 927 600 €**.

8.4.1.1 Chiffre d'affaires

Le chiffre d'affaires total de la filière est présenté ci-dessous, par produit.

Désignation	Quantité /jour (m ³)	Quantité/an	Coût unitaire		Chiffre d'affaires
Fibres de coco	24 m ³	6 000 m ³	120	€/m ³	7200 000,00 €
Eau de coco	403,20 L	100 800 L	4	€/l	403 200,00 €
Lait de coco	15 781 L	3 945 145 L	4	€/l	15 780 582,52 €
Toiture de palmier		1 312 m ²	150	€/m ²	196 800,00 €
Total					17 100 582,52 €

Globalement, la filière engendre un chiffre d'affaires de **17 100 583 €**.



8.4.1.2 Coût de fonctionnement annuel

- Coût des ressources humaines

Suite à l'analyse des ressources humaines des scieries existantes, nous projetons l'emploi des qualifications suivantes :

Fonction	Nombre	Coût mensuel	Coût annuel
DG	1	5 000,00 €	60 000,00 €
Responsable production et qualité	5	4 000,00 €	240 000,00 €
Directrice marketing et commercial	1	4 000,00 €	48 000,00 €
Administratif	1	5 000,00 €	60 000,00 €
Agent commercial	5	4 000,00 €	240 000,00 €
Approvisionneur	5	4 000,00 €	240 000,00 €
Ouvrier/machiniste	19	3 000,00 €	684 000,00 €
Conducteur	1	3 000,00 €	36 000,00 €
Ouvrier Coupeur	3	3000	108 000,00 €
Total			1 716 000,00 €

La coupe budgétaire annuelle de la masse salariale est de **1 716 000 €**.

- Coût de l'adjuvant

Avec un rythme de production de 100 tonnes de fibre coco annuel (soit 6000 m³ par an), il faudrait 5 tonnes d'adjuvant (sel de bore). Soit un investissement annuel de 35 000 € (7 €/kg d'adjuvant).

- Coût de l'eau pour la fabrication de lait de coco

Annuellement, la fabrication de lait de coco nécessite 3 975 m³ d'eau. Le prix de l'eau est de 2,25 €/m³, ainsi le procédé de fabrication du lait de coco engendre une consommation d'eau de 8 877 € par an.

- Coût de conserve

La mise en conserve d'un volume de 4000 m³ d'eau et de lait de coco est estimé à 5 c€/litres, ce qui engendre une dépense de 200 000 €.

- Coût énergétique

Suite à l'analyse des équipements nécessaire à la filière coco, nous pouvons estimer la consommation énergétique de l'usine.



Désignation	Quantité	Puissance	Temps par an	Consommation annuelle	Coût unitaire	Coût
Camion benne	1	36 litres/100km	10 000 km	3 600 L	1,25 €/litre	4 500 €
Machine de dénoyautage	2	0,2 kW	1 750 h	700 kWh	0,11 €/kWh	77 €
Machine d'extraction	1	50 kW	1 750 h	87 500 kWh	0,11 €/kWh	9 625 €
Machine de compactage	1	10 kW	1 750 h	17 500 kWh	0,11 €/kWh	1 925 €
Tronçonneuse	1	litres/100km	1 750 h	kWh	0,11 €/kWh	200 €
Scie à grume	1	11 000 W	175 h	1 925 kWh	0,11 €/kWh	2 12 €
Moulurière 4 face	1	24 000 W	175 h	4 200 kWh	0,11 €/kWh	462 €
Moulurière à fraise (parquet,..)	1	47 000 W	175 h	8 225 kWh	0,11 €/kWh	905 €
Broyeur coprah	5	50 W	1 750 h	437,5 kWh	0,11 €/kWh	48 €
Malaxeur vertical	1	6 000 W	1 750 h	10 500 kWh	0,11 €/kWh	1 155 €
Filtre à coprah	1	150 W	1 750 h	262,5 kWh	0,11 €/kWh	29 €
Pasteurisateur	1	5 000 W	1 750 h	8 750 kWh	0,11 €/kWh	963 €
Chauffe-eau électrique	1	1 000 W	1 750 h	1 750 kWh	0,11 €/kWh	193 €
Total				141 750 kWh		20 293 €

La facture énergétique annuelle de l'usine est de 20 293 €, impliquant une énergie grise de 141,75 MWh.

8.4.1.3 Coût de fonctionnement global

Suite à l'analyse des coûts de fonctionnement, nous projetons l'emploi de qualifications suivantes :

Désignation	Montant
Coût des ressources humaines	1 716 000,00 €
Coût énergétique	20 293 €
Coût adjuvant	30 000 €
Coût de l'eau	8 876,58 €
Coût de conserve (lait et eau de coco)	200 000 €
Total	1 972 426 €

Le coût de fonctionnement global de la filière est de 1 972 426 €.



8.4.1.4 Analyse économique de l'activité coco

Le bilan financier de la filière est présenté ci-dessous.

Temps (ans)	1	2	3	4	5	10
Chiffre d'affaires	3 420 117 €	6 840 233 €	10 260 350 €	13 680 466 €	17 100 583 €	17 100 583 €
Coût des ressources humaines	-343 200 €	-686 400 €	-1 372 800 €	-1 716 000 €	-1 716 000 €	-1 716 000 €
Coût de l'énergie	-4 059 €	-8 117 €	-12 176 €	-16 234 €	-20 293 €	-20 293 €
Achat adjuvant	-6 000 €	-12 000 €	-18 000 €	-24 000 €	-30 000 €	-30 000 €
Achat eau	-1 775 €	-3 550 €	-5 326 €	-5 326 €	-7 101 €	-7 101 €
Achat conserve	-40 000 €	-80 000 €	-120 000 €	-160 000 €	-200 000 €	-200 000 €
Amortissement bâti (hors terrain)	-1 037 500 €	-1 037 500 €	-1 037 500 €	-1 037 500 €	-1 037 500 €	-1 037 500 €
Amortissement matériel	-27 932 €	-27 932 €	-27 932 €	-27 932 €	-27 932 €	- €
Bénéfice	1 959 651 €	4 984 733 €	7 666 616 €	10 693 474 €	14 061 757 €	14 089 689 €
Imposition	646 685 €	1 644 962 €	2 529 983 €	3 528 846 €	4 640 380 €	4 649 597 €
Bénéfice net	1 312 966 €	3 339 771 €	5 136 633 €	7 164 628 €	9 421 377 €	9 440 091 €

On constate que le bénéfice net est **positif au bout de la troisième année**. Le prix de vente de la fibre de coco (120 €/m^3) reste toutefois élevé. La capacité des équipements permettrait de produire davantage de fibres de coco. Or, le gisement disponible ne permet pas d'accéder à la capacité maximale des équipements. **Pour compenser le coût des investissements, le prix des fibres a donc été fixé à 120 €/m^3 , soit 12 €/m^2 .**

A titre de comparaison, le prix moyen d'un isolant agréé Isol'eko est de 8 €/m^2 .

La filière coco est économiquement viable. Malgré tout, les **nombreuses incertitudes sur le gisement ne permettent d'attribuer un caractère définitif à l'étude.**

Remarque : Un artisan peut récupérer 1 m^3 de fibres par jour par la méthode manuelle. En vendant la fibre à un prix de 80 €/m^3 (prix du marché de l'isolation thermique), il recevra une compensation mensuelle de $1 600 \text{ €}$.

9 FILIERE BAMBOU LOCAL

9.1 Présentation

Le bambou *vulgaris* est une espèce invasive. Nous présentons une projection économique de la filière bambou *vulgaris* en vue de son utilisation artisanale en construction second œuvre et sa valorisation énergétique dans une centrale électrique.



Figure 86: Bambou vulgaris

9.2 Gisement disponible

Le *Bambusa vulgaris* est présent de manière très dispersée sur l'ensemble de la Martinique. La surface totale couverte est estimée à 2 000 ha (source DAAF). Sa pousse est assez rapide : 20 t/ha/an. Il atteint sa maturité en 4 à 6 ans.

Le rapport « Inventaire forestier de la Martinique », mentionne la surface de bamboueraie accessible en Martinique. La surface totale de bamboueraie est en effet de 1 892 ha comme l'avait déjà indiqué la DAAF. En revanche, **seuls 444 ha de bamboueraie sont accessibles** par les diverses trames routières de l'ONF.

On estime qu'une bamboueraie permet la production de 50 tonnes de matière sèche par hectare. Le bambou est mature au bout de 4 ans. Ainsi l'exploitation d'une filière bambou *vulgaris* se fera au rythme de 111 Ha/an, soit 444 hectares accessibles sur une période de 4 ans.

Cette filière engendrera une production de 5550 tonnes de matières sèches par an.

Selon l'AFIBAD, les bambous exploitables sont situés en zone pentue. Les bambous vrillés sont peu exploitables. On considère que les bambous exploitables pour l'artisanat représentent 10 % des bamboueraies totales. Les 90 % restant pourront être valorisés en énergie.

Par conséquent, on estime que 44 ha de bamboueraies sont exploitables pour l'artisanat, et situées principalement sur les communes de Saint Joseph, Gros Morne et Trinité. Le gisement de bambou est de 880 000 chaumes (tiges), donc il est possible d'exploiter 220 000 chaumes par an (coupe de bambou chaque 4ans).

On estime que l'activité artisanale permettra d'équiper environ 350 habitats par an.

9.3 Description du scénario

La filière s'organiserait au travers de deux sociétés :

- Société A : responsable de la coupe, du tri, du séchage et de la valorisation énergétique du bambou. Durant la coupe des bambous, elle effectue une opération de tri des bambous : Les tiges les plus droites seront vendues à des artisans qui l'utiliseront en tant que matériaux de second œuvre dans la construction. Les autres seront valorisées en énergie.
- Société B : elle achète les bambous droits à la société A pour leur utilisation dans la construction.

La société A est équipée d'une tronçonneuse pour couper quotidiennement 8 000 chaumes de bambou et d'un camion benne d'un volume de stockage de 50 m³ pour véhiculer la matière coupée.

Les chaumes une fois coupés sont déposés sur une zone de regroupement temporaire, où ils sont triés. La grande majorité des chaumes, soit 90 % seront broyés à l'état humide, puis sécheront à l'air libre.

Les chaumes les plus droits qui représentent 10 % de la récolte passeront directement à l'étape de séchage, en vue de leur utilisation en construction. On estime le temps de séchage à 2 mois pour chacun des deux produits.

La société B achète 800 bambous droits (8 m³) quotidiennement à 500 €/m³. Elle engendre un débit de 2 500 bambous par habitat, réparti de la manière suivante :

- ✓ 1 500 chaumes droits, qui permettront la réalisation de clôture qui délimitera la propriété foncière.
- ✓ 600 chaumes droits qui permettront une protection murale solaire intégrale d'un habitat de 500 m².
- ✓ 350 chaumes droits pour le recouvrement de la toiture en tuile de bambou, pour une maison de 100 m².

Après 2 mois de séchage à l'air libre, les copeaux de bambou secs alimenteront un gazéificateur qui produira de l'électricité. Il s'agira d'une centrale d'une puissance installée de 1,7 MWe, qui produira 12,24 GWh par an (7 200 h/an).



Figure 87: Copeau de bambou

La gazéification est un procédé permettant de transformer la matière organique en syngaz, qui est un mélange de monoxyde de carbone et d'hydrogène.

Elle se déroule en 2 phases :

- ✓ Phase 1 : Décomposition de la matière carbonée sans oxygène, appelée pyrolyse.
- ✓ Phase 2 : Combustion de la matière carbonée avec oxygène.

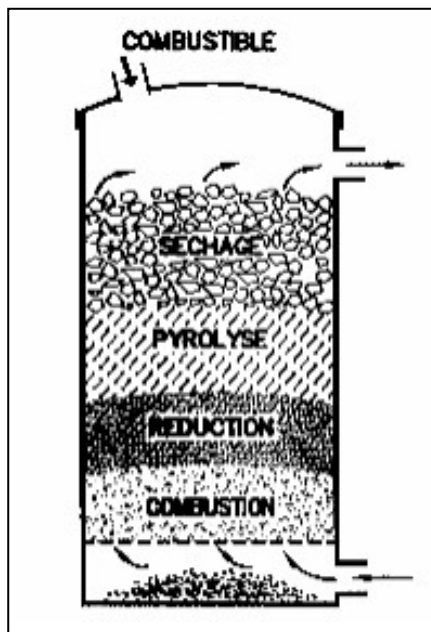


Figure 88: Réacteur de gazéification en lit fluidisé contre-courant

Le bambou *vulgaris* est composé de 70% de silice. Or la silice augmente le taux de cendre, particulièrement néfaste pour les réacteurs de combustion. Pour diminuer le taux de cendre, nous proposons de mettre en œuvre un réacteur de gazéification à lit fluidisé en contre-courant : les copeaux de bambous sous l'impulsion de la pesanteur vont du haut vers le bas alors que l'air pénètre vers le bas pour réagir avec les copeaux et ainsi, obtenir les syngaz.

Ensuite, le syngaz est brûlé dans un alternateur permettant sa valorisation sous forme électrique.

Le système permet de récupérer l'ensemble de la cendre au bas du réacteur. La cendre sous forme de mâchefers est envoyée dans un centre de stockage ultime des déchets.



9.4 Etude de faisabilité économique

9.4.1 Investissement initial

9.4.1.1 Coût des équipements

La filière bambou nécessite l'utilisation des équipements suivants :

Equipement	Quantité	Coût unitaire	Coût
Tronçonneuse	10	1 000 €	10 000 €
Camion benne	1	70 000 €	70 000 €
Centrale électrique	1	900 €/kWe	1 530 000 €
TOTAL		1 610 000 €	

Les équipements escomptent une dépense de 1 610 000 €.

9.4.1.2 Coût du bâti

Nous faisons l'hypothèse que la zone couverte de l'usine s'étale sur une surface de 5 000 m²:

- ✓ 1 000 m² de zone de stockage de bambou brute.
- ✓ 1 000 m² de zone de broyage.
- ✓ 500 m² de zone de traitement et stockage de bambou droit.
- ✓ 2 500 m² de centrale électrique.
- ✓ 100 m² de bureau.

Il est à prévoir l'achat d'une surface de 10 000 m².

Désignation	Coût par unité		Surface		Montant
Terrain	180	€/m ²	10 000	m ²	1 800 000
Bâti couvert	1000	€/m ²	5 000	m ²	5 000 000
Local	1500	€/m ²	100	m ²	150 000
TOTAL					6 950 000,00 €

La construction de l'usine (hors équipements) engendre une dépense de 6 950 000 €.

9.4.1.3 Récapitulatif

Le tableau ci-dessous récapitule le capital nécessaire à la construction de l'usine :

Investissement initial	Montant
Equipements	1 610 000 €
Bâti	6950000
TOTAL	8 560 000 €

La création de l'usine nécessite un investissement de 8 560 000 €.



9.4.2 Chiffre d'affaires

Le chiffre d'affaires se répartit selon le profil suivant :

Désignation	Quantité	Quantité/an	Coût unitaire	Chiffre d'affaires
Centrale électrique	117 MWh	35 000 MWh	0,14 €/kWh	1 713 600 €
Chaume bambou droit	8 chaumes	2 000	500 €/m ³	1 000 000,00 €
Total				2 713 600,00 €

Nous déduisons que, la filière aura un chiffre d'affaires de 2 713 600 €.

9.4.3 Coûts de fonctionnement

9.4.3.1 Coût de la ressource humaine.

Suite à l'analyse des ressources humaines des scieries existantes, nous projetons l'emploi des qualifications suivantes :

Désignation	Nombre	Montant unitaire	Montant mensuel	Montant annuel
Cadre usine	4	5 000 €	20 000 €	240 000 €
Commercial usine	1	4 000 €	4 000 €	48 000 €
Technicien usine	10	3 000 €	30 000 €	360 000 €
Technicien coupe	10	3 000 €	30 000 €	360 000 €
Technicien broyage	10	3 000 €	30 000 €	360 000 €
Conducteur poids lourd	1	3 000 €	3 000 €	36 000 €
Total				1 404 000 €

La coupe budgétaire annuelle de la masse salariale est de 1 404 000 €.

9.4.3.2 Coût énergie

Suite à l'analyse des équipements nécessaire à la filière bambou, nous pouvons estimer la consommation énergétique de l'usine.

Désignation	Quantité	Puissance	Temps par an	Consommation annuelle	Coût unitaire	Coût
Camion benne	1	36 litres/100km	10 000 km	3 600 L	1,25 €/litre	4 500 €
Tronçonneuse	10	litres/100km	1 750 h	kWh	0,11 €/kWh	2 000 €
Broyeur bois	10	128 000 W	1 750 h	2 240 000 kWh	0,11 €/kWh	246 400 €
Total						252 900 €



La facture énergétique annuelle de l'usine est de 252 900 €, impliquant une énergie grise de 2 240 MWh pour une valorisation de 5550 tonnes de bambou sec.

9.4.3.3 Coût du traitement

Nous faisons l'hypothèse que traitement (sel de bore) des chaumes droites est de 50 €/m³. Ainsi, la valorisation de 2 000 m³ annuelle de bambou génère un coût de 100 000 €/an.

9.4.4 **Analyse financière de la filière bambou**

Nous présentons le bilan financier de la filière, en intégrant tous les maillons de la chaîne économique.

Temps (ans)	1	2	3	4	5	10
Chiffre d'affaires	542 720 €	1 085 440 €	1 628 160 €	2 170 880 €	2 713 600 €	2 713 600 €
Coût des ressources humaines	-280 800 €	-561 600 €	-842 400 €	-1 123 200 €	-1 404 000 €	-1 404 000 €
Coût de l'énergie	-50 580 €	-101 160 €	-151 740 €	-202 320 €	-252 900 €	-252 900 €
Achat adjuvant	-20 000 €	-40 000 €	-60 000 €	-80 000 €	-100 000 €	-100 000 €
Amortissement bâti (hors terrain)	-257 500 €	-257 500,00 €	-257 500 €	-257 500 €	-257 500 €	-257 500 €
Amortissement matériel	-322 000 €	-322 000 €	-322 000 €	-322 000 €	-322 000 €	- €
Bénéfice	-388 160 €	-196 820 €	-5 480 €	185 860 €	377 200 €	699 200 €
Imposition	-128 093 €	-64 951 €	-1 808 €	61 334 €	124 476 €	230 736 €
Bénéfice net	-260 067 €	-131 869 €	-3 672 €	124 526 €	252 724 €	468 464 €

Le point de rentabilité a été atteint à la troisième année : pour un prix vente de l'électricité à 0,14 €/kWh et 500 €/m³ pour la chaume droite traitée. L'investissement initial de 8 560 000 €. La filière bambou est donc viable économiquement, mais nécessite un investissement conséquent.

A titre de comparaison, les bois importés en Martinique sont vendus 1 500 €/m³.

Remarque : Le bambou étant une espèce invasive une politique des plantations maîtrisées de bambou doit être mise en œuvre pour pérenniser la filière.



Partie 2

Enjeux environnementaux



1 METHODOLOGIE

Cette étude a pour objet la présentation des rejets de dioxyde de carbone de chaque filière, ainsi que les menaces environnementales et sanitaires.

Il existe deux sources de dégagement de dioxyde de carbone :

- ✓ la première est générée par les transports,
- ✓ la seconde est générée par la consommation énergétique des appareils électriques.

Nous présentons ci-après, la méthode de calcul de la pollution anthropique :

- ✓ Pour le calcul de la pollution des transports, la formule est la suivante :
$$\text{Emission CO}_2 \text{ (g CO}_2\text{)} = \text{consommation de diesel (litre)} * 2,3 \text{ g CO}_2\text{/litre}$$
- ✓ Pour le calcul de la pollution des équipements électriques, la formule est la suivante :
$$\text{Emission CO}_2 \text{ (g CO}_2\text{)} = \text{consommation électrique (kWh)} * 800 \text{ g CO}_2\text{/kWh}$$

Dans un second temps, les menaces environnementales et sanitaires des filières seront décrites et analysées.



2 ETUDE DE LA POLLUTION GENEREE PAR LES 6 FILIERES

2.1 Etude de la pollution CO₂ de la filière bois de Mahogany

Suite à l'analyse des équipements nécessaires à la filière bois, nous pouvons estimer la consommation énergétique annuelle de l'usine.

Désignation	Quantité	Puissance	Temps par an	Consommation annuelle	Pollution (tonnes CO ₂)
Camion benne	1	36 litres/100km	10 000 km	3 600 litres	0,01
Scie à grume	1	11 000 W	1 750 h	19 250 kWh	15,40
Moulurière 4 faces (bardage,...)	1	24 000 W	1 750 h	42 000 kWh	33,60
Moulurière à fraise (parquet,...)	1	47 000 W	1 750 h	82 250 kWh	65,80
Broyeur	1	128 000 W	1 750 h	224 000 kWh	179,20
Total					294,01

La consommation de carburant des transports est de 3 600 litres annuellement, ce qui engendre l'émission de **8 kg CO₂**.

La consommation électrique des équipements engendre l'émission de 294 tonnes de CO₂ chaque année.

Les équipements propres à la fabrication d'isolant en copeaux de bois de Mahogany engendrent une consommation de 224 MWh, soit une émission de 179 tonnes de CO₂ par an, pour l'isolation de 500 habitats.

Ainsi, la pollution générée par l'isolation d'un habitat est de 0,35 tonnes de CO₂.

Les équipements propres à la fabrication de lame de parquet et de terrasse en bois de cocotier engendrent une consommation de 143,5 MWh, soit une émission de 115 tonnes de CO₂ par an, pour l'équipement de 160 habitats par an.

Ainsi, la pollution générée par l'unité de production est de 0,72 tonnes de CO₂ par habitat.

La filière bois de Mahogany engendre l'émission de 294 tonnes kg de CO₂ par an, pour la réalisation de 80 habitats en gros bois de Mahogany.

En conclusion, la pollution générée par la réalisation d'un habitat en bois de Mahogany est de 3,7 tonnes de CO₂.



2.2 Etude de la pollution CO₂ de la filière terre crue

2.2.1 Etude de la pollution CO₂ de l'activité adobe

Suite à l'analyse des équipements nécessaire à l'activité « ADOBE », nous pouvons estimer la consommation énergétique annuelle de l'usine.

Machine	Quantité	Puissance	Temps par an	Consommation annuelle	Pollution (tonne CO ₂)
Camion benne	1	36 litres / 100km	2 500 km	900 litres	0,002
Tractopelle	1	36 litres /100km	250 km	90 litres	0,000
Broyeur	3	45 000 W	2 000 h	90 000 kWh	72,00
Convoyeur	250 m	80 000 W	2 000 h	160 000 kWh	128,00
Malaxeur	1	60 000 W	2 000 h	120 000 kWh	96,00
Extrudeuse	1	160 000 W	2 000 h	320 000 kWh	256,00
Total					552,00

La consommation de carburant des transports est de 990 litres annuellement, ce qui engendre l'émission de 2 kg de CO₂ chaque année.

La consommation électrique des équipements est de 690 MWh, ce qui engendre l'émission de 552 tonnes de CO₂ chaque année.

La filière adobe, engendre l'émission de 554 tonnes de CO₂ par an, pour la réalisation de 250 habitats.

Ainsi, la pollution générée par la réalisation d'un habitat est de 2,2 tonnes de CO₂.



2.2.2 Etude de la pollution CO₂ de l'activité BTC

Suite à l'analyse des équipements, nous pouvons estimer la consommation énergétique de l'usine.

Désignation	Quantité	Puissance	Temps par an	Consommation annuelle	Pollution (tonnes CO ₂)
Tractopelle	1	36 litre / 100 km	5 000 km	1 800 litres	0,004
Camion benne	1	36 litre /100km	10 000 km	3 600 litres	0,01
Tamis rotatif	1	2 200 W	1 250 h	2 750 kWh	2,20
Malaxeur planétaire	1	30 000 W	1 250 h	37 500 kWh	30,00
Presse hydraulique, motorisée	1	550 W	1 250 h	687,5 kWh	0,55
Total					32,76

La consommation de carburant des transports est de 5400 L annuellement, ce qui engendre une émission de 12 kg CO₂ par an.

La consommation électrique des équipements est de 40,9 MWh, ce qui engendre une émission de 33 tonnes de CO₂ par an.

La filière BTC, engendre l'émission 33 tonnes de CO₂ par an, pour la réalisation de 25 habitats.

Ainsi, la pollution générée par la réalisation d'un habitat est de 1,3 tonne de CO₂.



2.3 Etude de la pollution CO₂ de la filière ciment fibres de banane

Suite à l'analyse des équipements nécessaire à la filière ciment fibre de banane, nous pouvons estimer la consommation énergétique annuelle de l'usine.

Désignation	Quantité	Puissance	Temps par an	Consommation annuelle	Pollution (tonnes CO ₂)
Camion benne	4	36 litres/100km	10 000 km	14 400 L	0,03
Four à pyrolyse	1	1 000 000 W	1 750 h	1 750 000 kWh	1 400,00
Broyeur tronc de banane	2	250 000 W	1 750 h	875 000 kWh	700,00
Total					2 100,03

La consommation de carburant des transports est de 14 400 litres annuellement, ce qui engendre une pollution de 33 kg de CO₂.

La consommation électrique des équipements est de 2 625 MWh annuellement, ce qui engendre une pollution de 2100 tonnes de CO₂.

La filière ciment fibre de banane, engendre l'émission de 2 100 tonnes de CO₂ par an, pour la réalisation de 4 000 habitats.

Ainsi, la pollution générée par la réalisation d'un habitat est de 0,53 tonnes de CO₂.



2.4 Etude de la pollution CO₂ de la filière ouate de cellulose

Suite à l'analyse des équipements nécessaires à la filière ouate de cellulose, nous pouvons estimer la consommation énergétique annuelle de l'usine.

Désignation	Quantité	Puissance	Temps par an	Consommation annuelle	Pollution (tonnes CO ₂)
Camion benne	1	36 litre/100km	10 000 km	3 600 L	0,01
Trémie d'alimentation	2	4,37 kW	1 750 h	15 295 kWh	12,24
Crible à étoile	2	8 kW	1 750 h	28 000 kWh	22,40
Transporteur reprise refus crible	1	2,2 kW	1 750 h	3 850 kWh	3,08
Transporteur alimentation broyeur	1	2,2 kW	1 750 h	3 850 kWh	3,08
Broyeur/déchetueur	2	74 kW	1 750 h	259 000 kWh	207,20
Pompe d'injection/dosage	2	13,7 kW	1 750 h	47 950 kWh	38,36
Mélangeuse : rotor 1	1	7,5 kW	1 750 h	13 125 kWh	10,50
Mélangeuse : rotor 2	1	7,5 kW	1 750 h	13 125 kWh	10,50
Centrale de graissage	1	0,5 kW	1 750 h	875 kWh	0,70
Trémie	1	4,37 kW	1 750 h	7 647,5 kWh	6,12
Transporteur ouate traitée	1	3 kW	1 750 h	5 250 kWh	4,20
Compactage cartonnage /	1	8 kW	1 750 h	14 000 kWh	11,20
Total				411 968 kWh	329,58

La consommation de carburant des transports est de 3 600 litres annuellement, ce qui engendre une pollution de 8 kg de CO₂ par an.

La consommation électrique des équipements est de 412 MWh annuellement, ce qui engendre une pollution de 330 tonnes de CO₂.

La filière ouate de cellulose, engendre l'émission de 330 tonnes de CO₂ par an, pour l'isolation de 2 000 habitats.

Ainsi, la pollution générée par l'isolation d'un habitat est de 0,17 tonnes de CO₂.



2.5 Etude de la pollution CO₂ de la filière coco

Suite à l'analyse des équipements nécessaires à la filière coco, nous pouvons estimer la consommation énergétique de l'usine.

Désignation	Quantité	Puissance	Temps par an	Consommation annuelle	Pollution (tonnes CO ₂)
Camion benne	1	36 litres/100km	10 000 km	3 600 litres	0,01
Machine de dénoyautage	2	0,2 kW	1 750 h	700 kWh	0,56
Machine d'extraction	1	50 kW	1 750 h	87 500 kWh	70,00
Machine de compactage	1	10 kW	1 750 h	17 500 kWh	14,00
Tronçonneuse	1	litre/100km	1 750 h	300 kWh	0,001
Scie à grume	1	11 000 W	175 h	1 925 kWh	1,54
Moulurière 4 faces (bardage,...)	1	24 000 W	175 h	4 200 kWh	3,36
Moulurière à fraise (parquet,...)	1	47 000 W	175 h	8 225 kWh	6,58
Broyeur coprah	1	50 W	1 750 h	87,5 kWh	0,07
Mixeur	1	100 W	1 750 h	175 kWh	0,14
Total				20 612,50 kWh	96,26

La consommation de carburant des transports est de 3 760 litres annuellement, ce qui engendre une pollution de 9 kg de CO₂ par an.

La consommation électrique des équipements est de 121 MWh annuellement, ce qui engendre une pollution de 97 tonnes de CO₂.

Nous précisons que les équipements propres à la fabrication de **la fibre de coco** engendrent une consommation de 105 MWh, **soit une émission de 85 tonnes de CO₂ par an, pour l'isolation de 600 habitats**. Nous en déduisons que la pollution générée par l'isolation d'un habitat est de 0,14 tonnes de CO₂.

Les équipements propres à la fabrication de **lame de parquet et de terrasse en bois de cocotier** engendrent une consommation de 14,4 MWh, **soit une émission de 11,5 tonnes de CO₂ par an, pour l'équipement de 69 habitats par an**. Nous en déduisons que la pollution générée par l'unité de production est de 0,17 kg de CO₂ par habitat.

Globalement, la filière coco engendre l'émission de 97 tonnes de CO₂ par an.



2.6 Etude de la pollution CO₂ de la filière bambou local

Suite à l'analyse des équipements nécessaires à la filière bambou *vulgaris*, nous pouvons estimer la consommation énergétique annuelle de l'usine.

Désignation	Quantité	Puissance		Temps par an		Consommation annuelle		Pollution (tonnes CO ₂)
Camion benne	1	36	litre/100km	10 000	km	3 600	L	0,01
Tronçonneuse	10		litre/100km	1 750	h	2 000	L	0,005
Broyeur bois	10	128 000	W	1 750	h	2 240 000	kWh	1 792,00
Total								1 792,01

La consommation de carburant des transports est estimée à 5 800 litres annuellement, soit une émission de 13 kg de CO₂ par an.

La consommation électrique des équipements est de 2 240 MWh, soit l'émission de 1 792 tonnes de CO₂ par an.

La consommation électrique propre à l'activité artisanale du bambou est estimée à 13 kg de CO₂ par an, pour équiper 350 habitats.

Nous en déduisons que la pollution générée par l'usage du bambou *vulgaris* dans la construction est de 0,04 kg de CO₂ par habitat.

3 RECAPITULATIF DES EMISSIONS DE CO₂

3.1 Les éco matériaux de la construction

Les taux d'émission de CO₂ des filières de production des éco matériaux utilisés en construction (poutre, bardage, clôture,...) sont présentés ci-dessous. Ces taux sont exprimés par habitat.

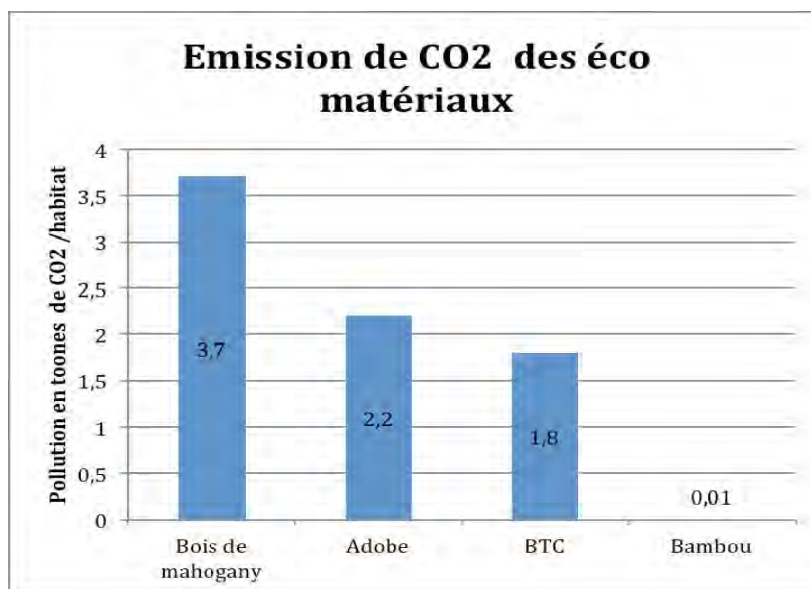


Figure 89 : Taux d'émission de CO₂ des filières de production d'éco matériaux de construction, exprimé par habitat

L'activité bois de Mahogany est la plus polluante.

La pollution globale générée par la filière Bois de Mahogany et adobe sont du même ordre de grandeurs, soit respectivement 294 et 552 tonnes CO₂ par an. En outre, le gisement de bois de Mahogany permet la production de 80 habitats par an, alors que par exemple l'adobe permet la réalisation de 250 habitats. Par conséquent, la pollution par habitat est plus faible pour la filière adobe que la filière bois de Mahogany.

Généralement, la fabrication de BTC est plus polluante que l'adobe. Cependant, le scénario choisi pour l'adobe est une transition de procédé entre une industrie de terre cuite et de terre crue. L'industrialisation de l'adobe engendre l'utilisation d'appareils énergivores alors que classiquement la fabrication de brique d'adobe ne nécessite aucun équipement électrique.

En revanche, le bambou nécessite très peu d'équipements énergivores pour son utilisation en construction : ce qui explique cette faible valeur d'émission de CO₂.



3.2 Les isolants

Nous présentons ci-après un récapitulatif des émissions CO₂ des éco isolant étudiés.

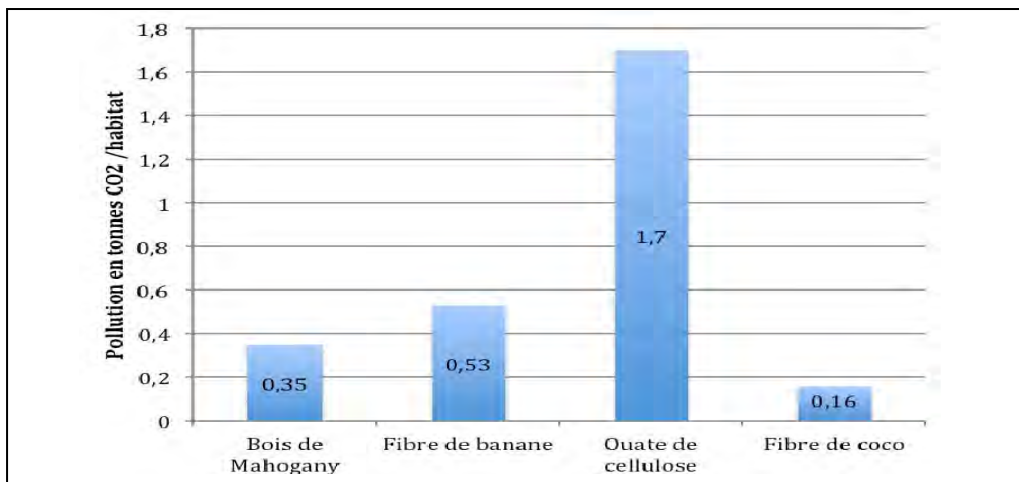


Figure 90 : Taux d'émission de CO₂ des filières de production d'isolants, exprimé par habitat

Nous observons que la filière ouate de cellulose est la plus émettrice de CO₂, car le procédé de fabrication est plus énergivore. Notamment le broyeur qui permet d'obtenir une granulométrie plus fine que ces concurrentes, pour l'obtention de la ouate.

3.3 Les éco lames de parquet et terrasse

Nous présentons ci-après un récapitulatif des émissions CO₂ des activités de production de parquet et lame de terrasse.

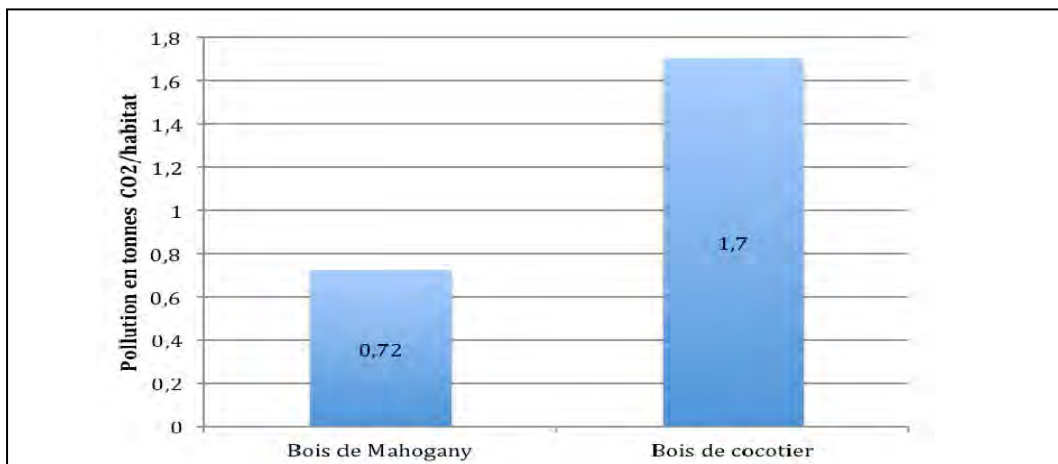


Figure 91 : Taux d'émission de CO₂ des filières de production de lames, exprimé par habitat

L'activité en bois de cocotier est la moins émettrice de CO₂. Les deux filières possèdent le même équipement. Cependant le rythme de fabrication des lames en bois de cocotier est moins élevé (69 habitats par an) que la production en bois de Mahogany (160 habitats par an). Ainsi le temps de fonctionnement et la pollution générée de la scierie bois de cocotier est plus faible.



4 LES MENACES ENVIRONNEMENTALES

4.1 Méthodologie

Les menaces environnementales des 6 filières ont été analysées selon 6 critères, qui sont :

- ✓ Gestion des ressources naturelles,
- ✓ Impact au sol,
- ✓ Impact sur l'eau,
- ✓ Recyclable, valorisation en fin de vie,
- ✓ Impact sanitaire,
- ✓ Impact CO₂.

La pondération de ces critères est comprise entre 1 et 5. La **valeur est d'autant plus grande que la menace environnementale est faible.**

	Gestion des ressources	Sol	Eau	Recyclabilité	Sanitaire	Impact CO ₂
Filière coco	4	1	2	4	1	5
Filière bois de Mahogany	2	5	3	4	2	4
Filière ouate de cellulose	3	3	3	4	2	4
Filière bambou	4	1	3	4	3	2
Filière fibre de banane	5	2	1	4	5	1
Filière terre crue	2	3	5	4	5	3

Ces notes peuvent être reportées dans un graphique de type « radar », comme suit :

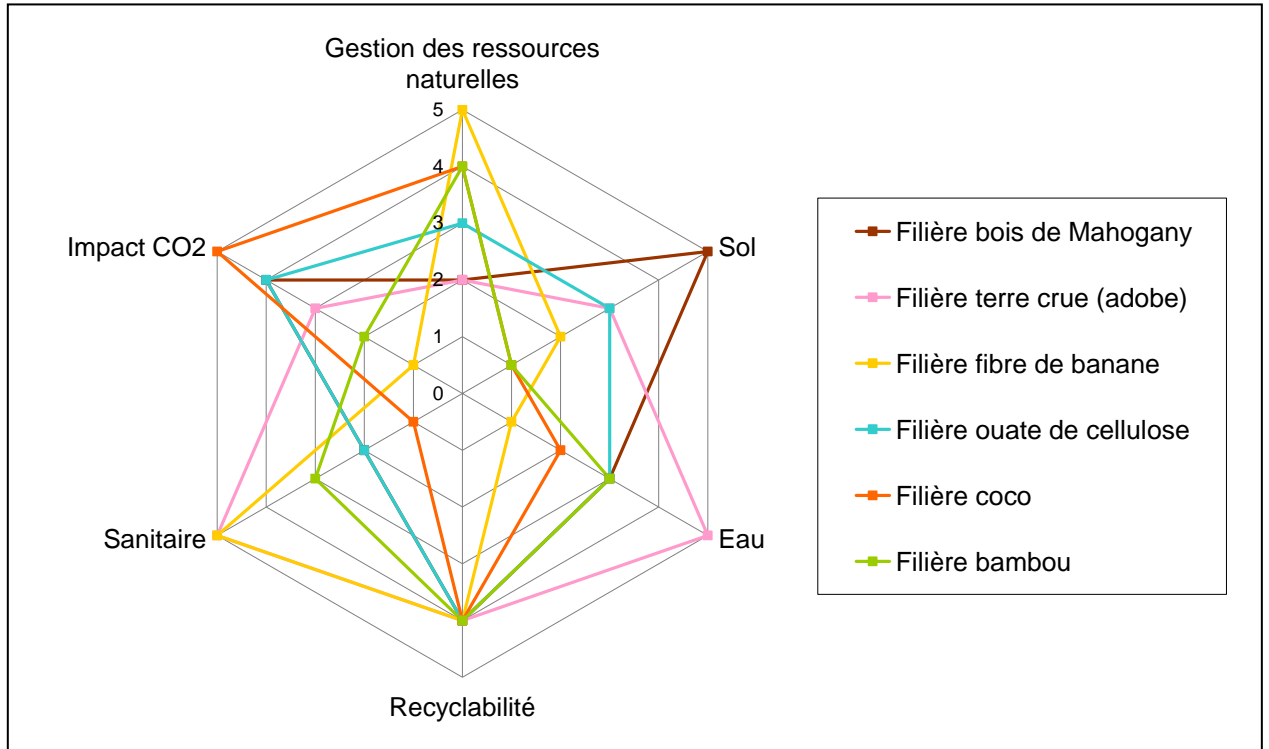


Figure 92 : Analyse multicritère environnementale des six filières d'étude

Les notes des 6 critères ont été pondérées. Ainsi, le graphique ci-dessous confronte les notes pondérées des 6 filières, en termes de menaces environnementales. Ces résultats sont présentés sous la forme d'histogramme ci-après :

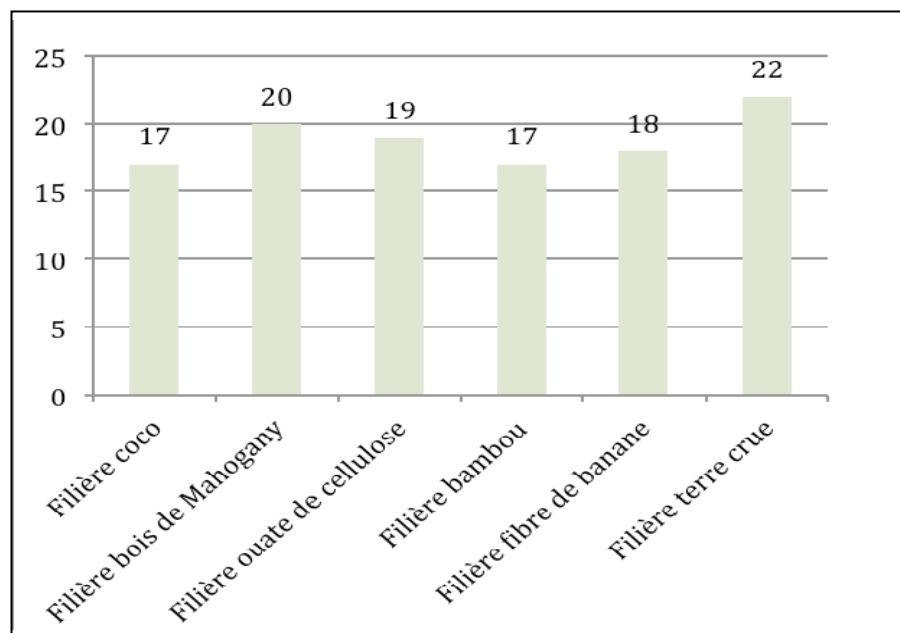


Figure 93 : Comparaison d'impact environnemental multicritère des 6 filières d'étude



Suite à cette analyse, les filières ont été classées selon leur impact environnemental (du plus faible au plus élevé).

Filière	Classement des filières les plus vertueuses
Terre crue	1
Bois de Mahogany	2
Ouate de cellulose	3
Fibre de banane	4
Bambou	5
Coco	5

4.2 Sel de bore

Le sel de bore est utilisé pour le traitement de la ouate de cellulose, de la fibre de coco, du bois de Mahogany et bambou (utilisation artisanale). Son utilisation confère à ses matériaux des qualités fongicides, de lutte contre les champignons et de retard de propagation du feu.

En revanche son utilisation à grande dose entraîne nausées, irritations cutanées, essoufflement, maux de tête et graves lésions aux organes cas d'empoisonnement sévère.

Au-delà d'une concentration de 5,5 %, la réglementation REACH impose le port d'une étiquette portant les risques potentiels de toxicité pour la reproduction.

La directive européenne « biocides » a interdit en août 2011 l'utilisation du sel de bore en tant qu'agent antifongique. Les sels de bore restent néanmoins, d'un point de vue réglementaire autorisés en tant qu'ignifugeant. Il a été modifié, applicable au 30 juin 2012 afin de préciser les notifications relatives à l'utilisation du sel de bore : leur présence dans des produits destinés au grand public est autorisée.

Actuellement des travaux visent à préciser les restrictions d'usage du sel de bore, dans le cadre du règlement REACH.

4.3 Filière bois de Mahogany

Suite aux divers échanges avec les parties prenantes, nous avons pu émettre une analyse environnementale globale.

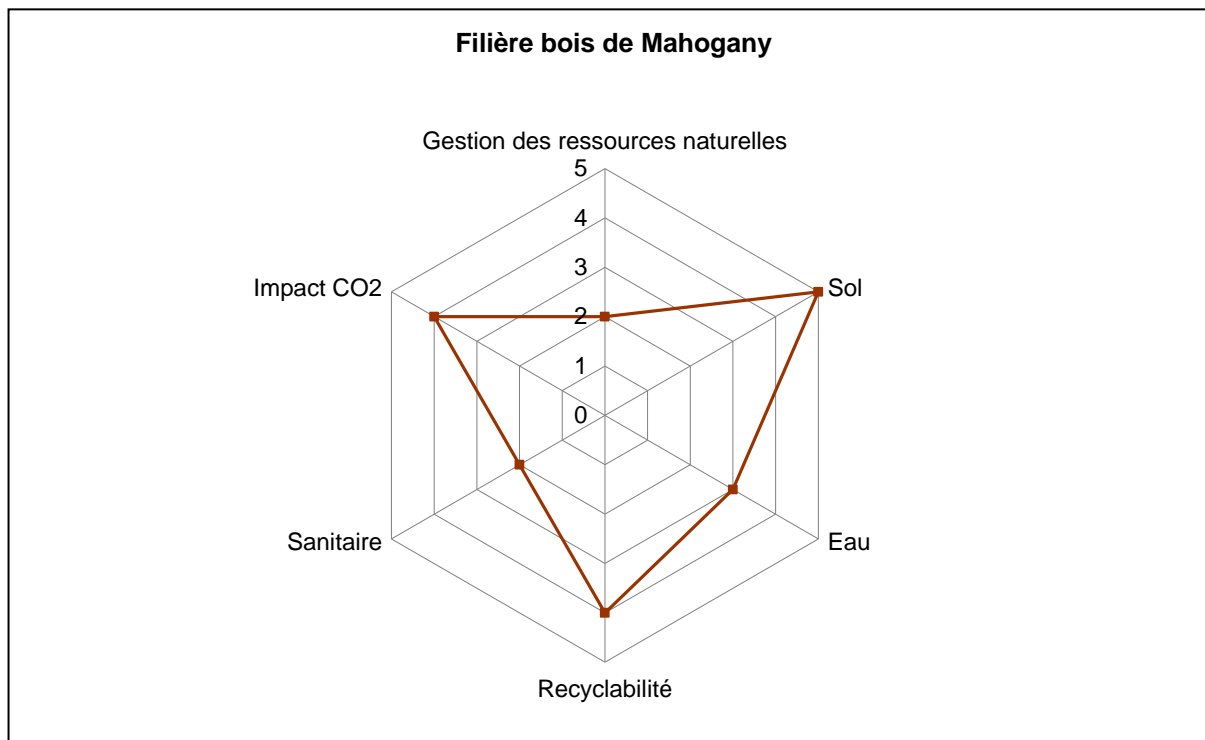


Figure 94 : Analyse multicritère de la filière bois de Mahogany

Le risque majeur de la filière bois de Mahogany est la déforestation. Aujourd’hui, la surface du parc de gros bois de Mahogany est de 700 hectares, qui permettent la réalisation de 80 habitats par an. Or, le rythme de construction individuel de la Martinique est de 1 400 habitats par an. Par conséquent, il existe un risque que la création de la filière « construction en bois de Mahogany » engendre une pression sur le rythme d’abattage du Mahogany.

La sylviculture du bois de Mahogany est gérée par l’ONF, toutefois une certification FSC (Forest Stewardship Council) ou PEFC (Programme de reconnaissance de certification forestière) permettra d’accréditer la démarche de gestion durable de forêt.



4.4 Filière terre crue

Suite aux divers échanges avec les parties prenantes, nous avons pu émettre une analyse environnementale globale.

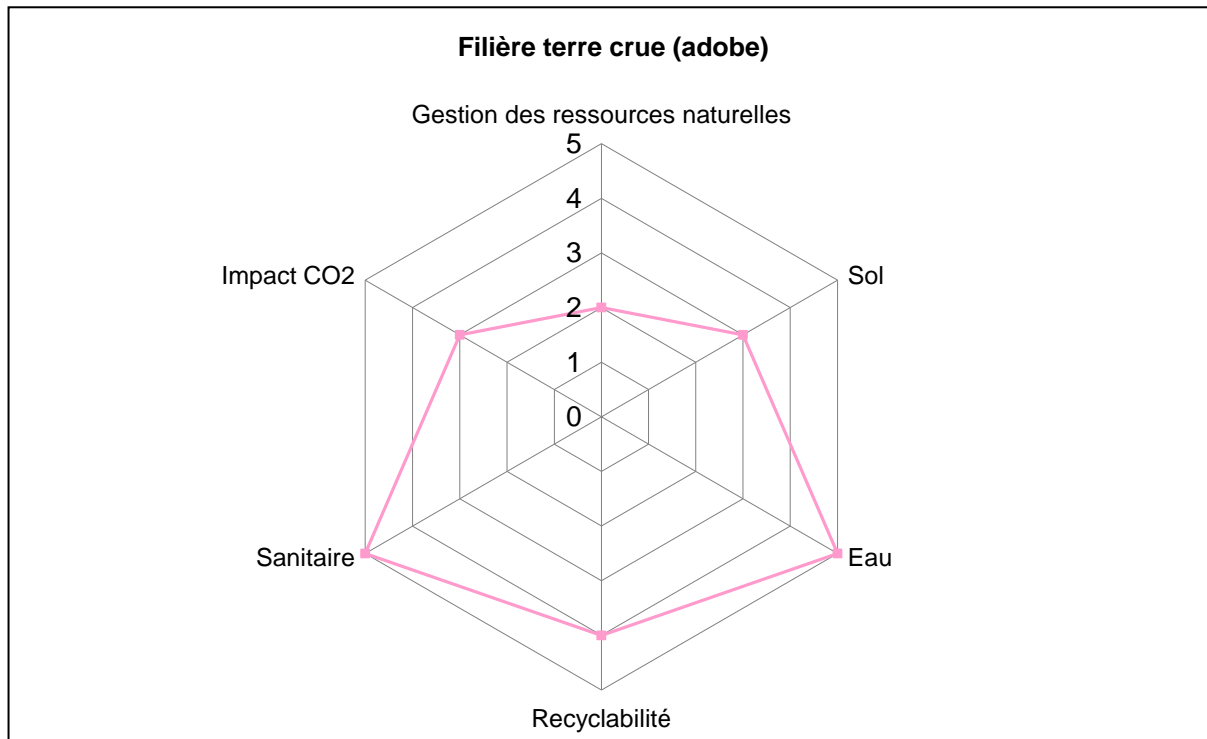


Figure 95 : Analyse multicritère de la filière terre crue (adobe)

Actuellement, le gisement utilisable pour la construction terre crue n'est pas connu avec précision, car il n'a pas été mesuré.

Des moyens de précaution doivent être mis en œuvre pour éviter :

- ✓ des déformations de terrain, notamment à proximité de zones constructibles,
- ✓ une concurrence déloyale vis à vis des activités agricoles,
- ✓ la fouille de sol dans des zones à forte biodiversité ou encore protégées.

4.5 Filière fibres de banane

Suite aux divers échanges avec les parties prenantes, nous avons pu émettre une analyse environnementale globale.

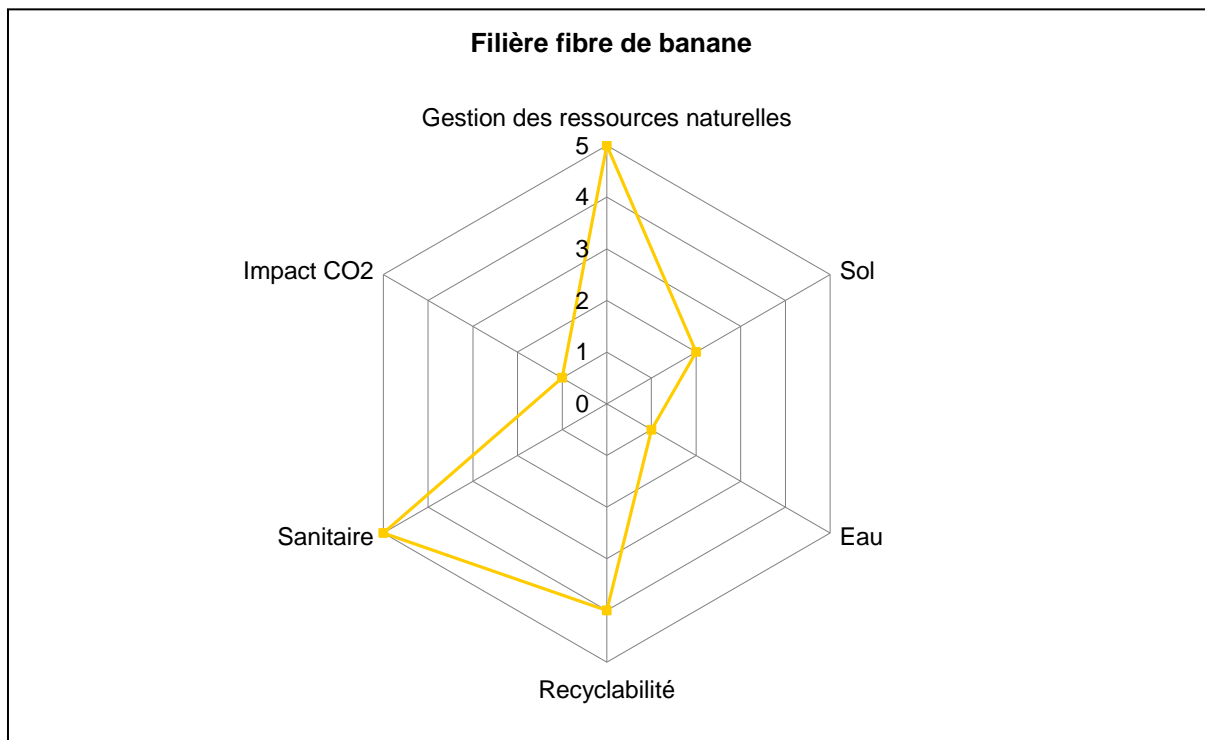


Figure 96 : Analyse multicritère de la filière banane

Dans le scénario de filière « ciment fibre de banane », il est envisagé de récupérer les pseudo-troncs de banane des surfaces agricoles destinées à la jachère.

Le principal risque environnemental de la filière fibre de banane consiste à récupérer les troncs de bananes directement sur les surfaces cultivées. Ainsi la production agricole sera privée de matière organique (ici les troncs de banane) qui engendre l'appauvrissement du sol et *in fine* la diminution de la productivité des plantations de bananes.

Pour lutter contre cet appauvrissement, les agriculteurs ont pour seule option l'ajout de composts et d'engrais.

Il est donc primordial que la potentielle industrie de la fibre de banane s'appuie sur le gisement disponible en surfaces de bananeraie destinées à la jachère.

4.6 Filière ouate de cellulose

Suite aux divers échanges avec les parties prenantes, nous avons pu émettre une analyse environnementale globale.

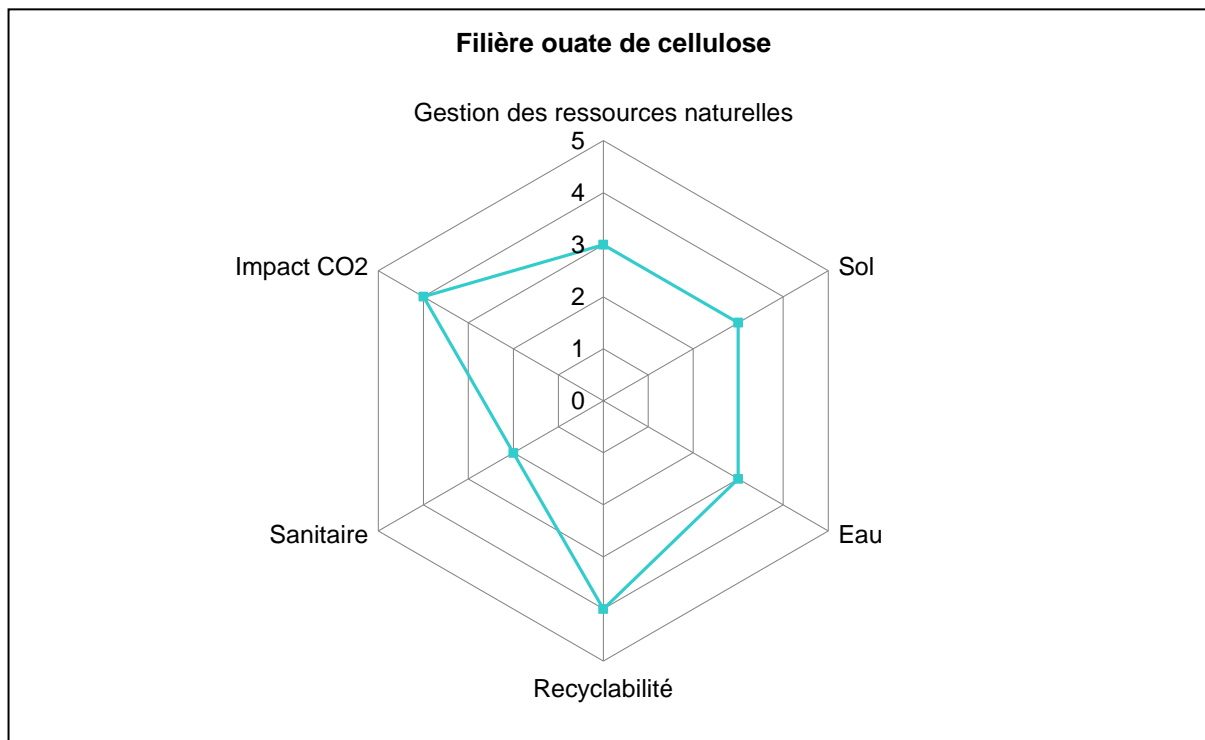


Figure 97 : Analyse multicritère de la filière ouate de cellulose

La réglementation en vigueur concernant la ouate de cellulose a évolué ces dernières années. La ouate de cellulose peut (mais ceci n'a pas de caractère obligatoire) obtenir une certification (ACERMI) et un avis technique.

- **Mise en conformité réglementaire**



✓ **La directive européenne « biocides »** a interdit en août 2011 l'utilisation du sel de bore en tant qu'agent antifongique. Les sels de bore restent néanmoins, d'un point de vue réglementaire, autorisés dans les isolants en tant qu'ignifugeant. Des travaux visant à préciser les restrictions d'usage du sel de bore, substance classée toxique pour les fonctions reproductives humaines, ont par suite été entrepris, dans le cadre du règlement REACH.

✓ **Le Règlement REACH** (directive européenne 1907/2006) concerne la classification, l'étiquetage et l'emballage des substances. Il a été modifié, applicable au 30 juin 2012 afin de préciser les notifications relatives à l'utilisation du sel de bore : leur présence dans des produits destinés au grand public est autorisée. Cependant, à partir de 5,5%, le port d'une étiquette informant des risques potentiels de toxicité pour la reproduction est obligatoire.

L'acide borique a été enregistré auprès de l'ECHA avec un numéro de référence CE 233-139-2.



L'utilisation des sels de bore est donc autorisée dans la formulation de la ouate de cellulose. Au-delà de 5,5 %, la réglementation REACH impose le port d'une étiquette portant les risques potentiels de toxicité pour la reproduction.

- ✓ La **directive 89/106/CE du 21 décembre 1988** relative au rapprochement des dispositions législatives, réglementaires et administratives des États Membres concernant les **produits de construction, modifiée par la Directive du Conseil 93/68/CEE et la Réglementation (EC) n° 1882/2003 du Parlement Européen et du Conseil**. Cette directive précise que tous les produits de construction doivent répondre aux 6 exigences essentielles applicables aux ouvrages de construction : résistance mécanique et stabilité, sécurité incendie, sécurité d'utilisation, acoustique, hygiène santé, environnement, isolation thermique et économies d'énergie. La classification des matériaux de construction et les normes associées sont annexées à cette directive. Elle autorise sa mise sur le marché européen, et le logo CE apposé sur l'étiquette des produits en atteste.

- **Certification et obtention d'un avis technique**

Bien que la certification et l'avis technique n'aient pas un caractère obligatoire, ils **garantissent la qualité du matériau**, ainsi que la **conformité avec la réglementation et les normes en vigueur**. Il s'agit d'un argument fort de vente.

- ✓ **Avis technique**

La procédure de délivrance de l'avis technique est décidée par la **Commission Chargée de Formuler les Avis Techniques (CCFAT)**. Le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB), membre de la CCFAT, intervient dans la procédure d'Avis technique : il assure le secrétariat de la CCFAT, instruit les demandes d'Avis technique et les rapporte auprès des Groupes Spécialisés, enregistre et publie les avis formulés.

Faisant suite à l'interdiction de l'utilisation de sels de bore dans la ouate de cellulose formulée par la directive européenne **en 2011, la CCFAT avait décidé de ne plus délivrer d'Avis Techniques pour les produits à base de ouate de cellulose avec sels de bore**. La CCFAT a également décidé de mettre fin à la validité des Avis Techniques avec un délai suffisant pour que les fabricants concernés modifient leur formulation et obtiennent ainsi de nouveaux Avis Techniques (jusqu'au 30 septembre 2012).

Dès juin 2012, de nombreux producteurs de ouate de cellulose ont présenté de nouvelles formulations avec **sels d'ammonium**, et on a ainsi obtenu des Avis Techniques favorables délivrés par la CCFAT. Or le syndicat Européen ECIMA regroupant la plupart des fabricants de ouates de cellulose a alerté la CCFAT et la Direction de l'Habitat de l'Urbanisme et des Paysages (DHUP) sur le fait qu'une centaine d'utilisateurs a constaté une **odeur d'ammoniac, forte et désagréable, dans des maisons isolées avec des ouates de cellulose traitées aux sels d'ammonium**.

En novembre 2012, suite à la modification de la réglementation européenne, **la CCFAT autorise de nouveau le sel de bore dans la formulation à hauteur de 5,5 %** (concentration supérieure à ce qui était pratiqué par les fabricants pour assurer l'ignifugation des ouates de cellulose), jusqu'au 30/06/2013, afin d'affirmer sa volonté que **de nouvelles solutions de substitutions soient recherchées**.

Suspectés d'être à l'origine d'incendies et de produire des émanations gênantes voire dangereuses pour la santé, les procédés d'isolation à base de ouate de cellulose sont **mis en observation par la Commission Prévention Produits (C2P), par principe de précaution**, et ce depuis le communiqué (n° 70) publié à l'occasion de l'édition de janvier

2013 de la publication semestrielle de la C2P. Un suivi précis des cas signalés et des causes possibles est donc effectué concernant les risques en cause. Dans le même temps, la Direction de l'Habitat de l'Urbanisme et des Paysages (DHUP) a lancé une campagne de mesures et d'essais destinée à quantifier le phénomène des dégagements d'ammoniac et à en apprécier les éventuels effets.

Toutefois, les produits et procédés étudiés, au cas par cas, peuvent faire l'objet de dispositions complémentaires spécifiques, **aptes, après examen, à lever leur mise en observation**. Mention en sera alors faite dans les Avis Techniques correspondants validés par la C2P.

Ainsi, **la ouate de cellulose est mise en observation par la C2P** pour l'évaluation des risques d'incendie et d'émanations gênantes. **Les fabricants et poseurs doivent se rapprocher de leur assureur** pour rester assurés et éventuellement porter modification au contrat. Les producteurs sont **autorisés à utiliser du sel de bore** comme ignifugeant. Ils peuvent utiliser des sels d'ammoniac, mais ceux-ci, s'ils sont instables, peuvent être à l'origine d'émanations gênantes voire même dangereuses pour la santé. **La CCFAT encourage donc les producteurs à développer de nouvelles formulations** (ignifuge et si nécessaire biocide).

4.7 Filière coco

Suite aux entretiens avec les acteurs et à la recherche bibliographique, nous avons pu émettre une analyse environnementale globale.

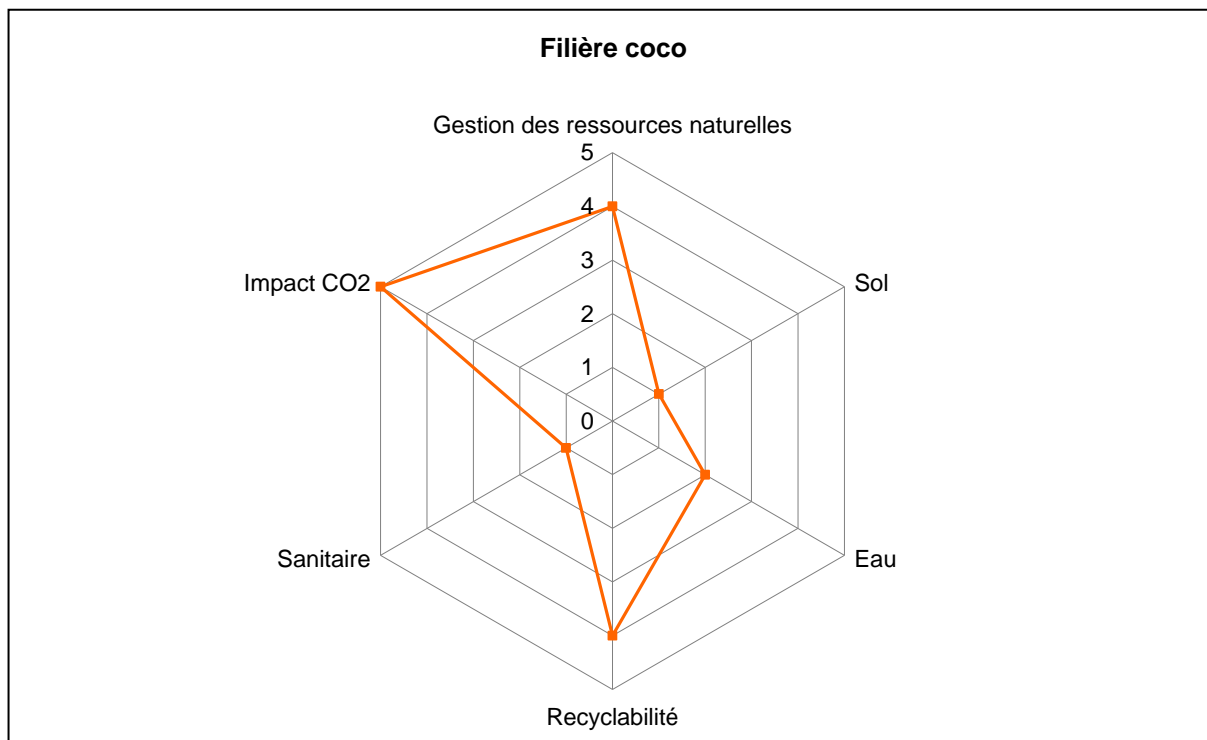


Figure 99 : Analyse multicritère de la filière ouate de cellulose

Le cocotier possède des racines très expansives pouvant atteindre jusqu'à 5 mètres de profondeur. Ce complexe racinaire inhibe la floraison de nombreux arbres et flores. Par conséquent la plantation de cocoteraie est une menace pour la biodiversité.

La plantation de cocotiers doit être envisagée pour la délimitation des propriétés foncières agricoles ou privés, de manière à limiter l'atteinte à la biodiversité. La monoculture de cocotiers n'est pas préconisée, car elle augmente le risque de propagation de maladies. Le jaunissement mortel est particulièrement menaçant (vecteur de maladie peu connu, recherche d'espèces résistantes en cours, maladie installée dans les Caraïbes).

4.8 Filière bambou local

Suite aux divers échanges avec les parties prenantes, nous avons pu émettre une analyse environnementale globale.

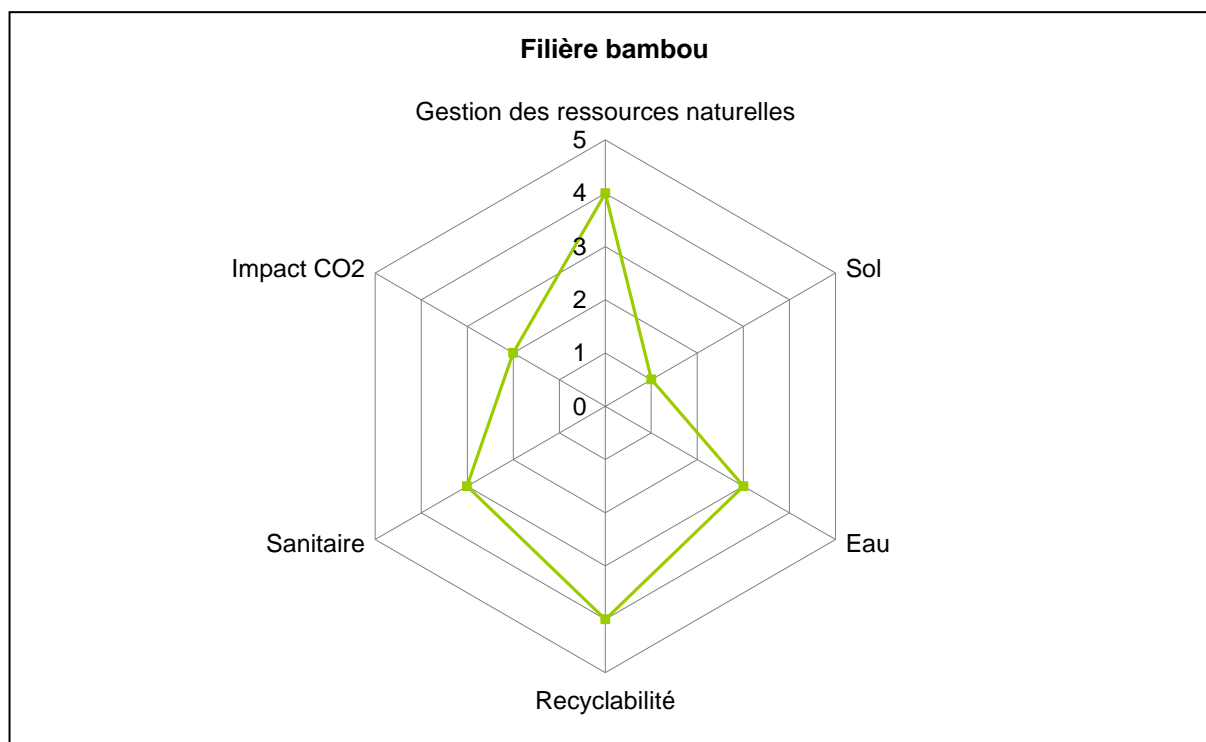


Figure 100 : Analyse multicritère de la filière ouate de cellulose

Le bambou *vulgaris* est une espèce invasive, qui perturbe la biodiversité. L'élimination du bambou passe par l'éradication de son système racinaire.

Il est toutefois possible de planter du bambou *vulgaris* dans des pots ou encore planter le bambou en lot, à l'aide de bâche spécifique. Ces bâches auront pour rôle de maîtriser le système racinaire.

Un autre risque est celui de la floraison des bambous. Il n'existe pas d'étude sur la floraison du bambou *vulgaris*. Toutefois, les experts s'accordent à dire que la floraison d'un bambou arrive entre 60 et 100 ans. Dans le cadre d'une filière maîtrisée, la récolte de bambou se fera tous les 4 ans. Ainsi le risque de floraison est évité.



5 REFERENCES

Titre	Etat des lieux des matériaux et éco-matériaux, issus des matières premières locales, exploitables en Martinique Phase 2 – Etape 2
Destinataires	ADEME Martinique
Personne(s) rencontrée(s)	Brunehilde VIOUJARD et Benoît LACROIX (ADEME) Georges Marie-OLIVE (DEAL) Manuella MORETON (SMEM) Laurent BELLEMARE (AME) Marie-Ange ARSENE (COVACHIM) Aurian ARRIGONI (Transénergie Caraïbes) Michel DE JAHAM (France Antilles) Christophe RELOUZAT (AFIBAD) Daniel MAUGEE (EDF) Denis THOMAS (EDF – ISOL'EKO) Rodrigue DORE (ONF) Stephan LERIDER (DAAF) Karine VINCENT (BANAMART) M. CASSILDE (Scierie du Gros Morne) Karine LEFEVRE (GTS Martinique) Catherine GROS (Poterie des 3 îlets) Matthew J. WALTER (Ministre de l'Agriculture et des Forêts de Dominique) Détail des entretiens en annexe
Auteur(s)	Léa OIKNINE Kinsky ACDALARD
Contrôle qualité	Bryan D'HAVELOOSE
Références	D1BC-R0434/13/LO
Version	VF
Date	16 octobre 2013



6 ANNEXES

Annexe 1 : Compte-rendu d'entretiens en Martinique

Annexe 2 : Compte-rendu du séjour d'études en Dominique (filère coco)

Annexe 3 : Note de la DEAL relative au mode constructif en terre crue



ADEME Martinique

7, Zone de Manhity

97232 Le Lamentin

A l'attention de Mme VIOUJARD

ÉTAT DES LIEUX DES MATERIAUX ET ECOMATERIAUX, ISSUS DES MATIERES PREMIERES LOCALES, EXPLOITABLES EN MARTINIQUE

Rapport final PHASE 2 - Etape 2 - Annexe 1 Compte-rendu d'entretiens en Martinique

N° Convention ADEME : 1144CO249





1 SOMMAIRE

1	SOMMAIRE.....	2
2	CONTEXTE ET OBJECTIFS	3
3	DEROULEMENT DES ENTRETIENS	4
3.1	Organisation générale des entretiens.....	4
3.2	Personnes rencontrées	5
4	ENTRETIEN DE L'ONF	6
4.1	Bambou <i>vulgaris</i>	6
4.2	Bois de mahogany.....	6
4.3	Noix de Coco	7
5	ENTRETIEN DE LA DAAF	8
5.1	Bambou.....	8
5.2	Bois de Mahogany.....	8
5.3	Noix de Coco	8
5.4	Terre crue	9
5.5	Fibre de banane.....	9
6	ENTRETIEN AVEC L'AFIBAD (BAMBOU)	10
7	ENTRETIEN AVEC LA SOCIETE GTS (OUATE DE CELLULOSE)	12
8	ENTRETIEN AVEC LA COOPERATIVE BANAMART (BANANE)	13
9	ENTRETIEN AVEC LA SCIERIE DU GROS MORNE.....	15
10	ENTRETIEN AVEC LA POTERIE DES 3 ILETS.....	17
11	ENTRETIEN AVEC LE POLE MDE DE EDF MARTINIQUE	18



2 CONTEXTE ET OBJECTIFS

Dans le cadre de la présente étude « éco matériaux », il a été essentiel de rencontrer les acteurs clés de chaque filière. En effet, à travers l'observation de leur savoir-faire et leur perspective de développement, nous avons pu préciser des scénarii et retenir ceux qui présentaient une synergie optimale entre faisabilité technique, efficacité économique et impact environnemental. Dans cette démarche, le bureau d'études CARAIBES ENVIRONNEMENT a effectuée plus de 30 heures d'entretiens avec les acteurs actuels et acteurs potentiels des filières.

3 DEROULEMENT DES ENTRETIENS

3.1 Organisation générale des entretiens

Les entretiens se sont déroulés dans les communes de Sainte Marie, Trinité, Gros Morne, Fort de France, Lamentin, Ducos et aux 3 îlets.

Les organismes rencontrés sont localisés ci-après.



Figure 1 : Carte localisant les visites réalisées en Martinique



3.2 Personnes rencontrées

• Responsable pôle MDE de EDF daniel.maugee@edf.fr	Mr Daniel MAUGEE 0696229975
• Responsable isol'eko de EDF denis.thomas@edf.fr	Mr Denis THOMAS 0596592810
• Responsable ONF rodrigue.dore@onf.fr	Mr Rodrigue DORE 0596607085
• Ingénieur DAAF stephan.lerider@agriculture.gouv.fr	M. Stephan LERIDER 0696224755
• Responsable du service technique BANAMART k.vincent@banamart.com	Mme VINCENT 0596424344
• Responsable chantier AFIBAD crelouzat@yahoo.com	M. Christophe RELOUZAT 0696164485
• Gérant scierie du gros morne	Mr CASSILDE 0696454856 / 0596677295
• Responsable commercial de GTS Martinique	Karine LEFEVRE 0696375741
• Responsable qualité et technique de l'usine du village des 3 îlets. cgros@pti-sa.com	Catherine GROS 0696780264 / 0596685207



4 ENTRETIEN DE L'ONF

M. MAURANNE et Mr Rodrigue DORE, chef de projet aménagements et milieux naturels de l'ONF, ont été rencontrés, afin d'échanger sur les différentes filières d'étude.

4.1 **Bambou *vulgaris***

L'ONF a annoncé que : « Le bambou est une espèce invasive que nous souhaitons éliminer ».

Le bambou ne pousse pas en formation unitaire mais en touffe puis en bosquet. Tous les bambous d'un bosquet sont interconnectés par les rhizomes. Ainsi la coupe à raz d'une touffe de bambou est inefficace car les touffes à proximité lui fourniront les nutriments nécessaires à la nouvelle genèse des tiges (auparavant coupées).

Il est à noter que la coupe du bambou est dangereuse. De nombreux agents ONF ont déjà été blessés pour les raisons suivantes :

- Les feuilles sont coupantes et très irritantes,
- Le bambou implose, lors de la coupe au coutelas, projetant des copeaux fins, pointus et coupants de bambou,
- La présence de serpent à l'intérieur du bambou,
- L'extrémité coupée de la tige est tranchante.

Si toutefois une filière de valorisation du bambou *vulgaris* était créée, il serait impératif de qualifier et certifier ces futurs collaborateurs, notamment sur la coupe.

La manière la plus efficace d'éradiquer le bambou, est l'arrachage des rhizomes et des chaumes par un tractopelle.

L'ONF est ouvert à toute collaboration pour l'élimination du bambou.

4.2 **Bois de mahogany**

L'ONF entretient la forêt de bois de mahogany de la Martinique. Il vend en moyenne 2 500 m³ par an. En théorie, il peut vendre jusqu'à 7 000 m³ par an. Toutefois l'organisme ne souhaite pas atteindre cette ultime limite. Un bon équilibre serait la vente de 5 000 m³ par an.

L'ONF vend pour les exploitants scieurs qui vouent ce bois presque exclusivement à la production de meubles. Depuis quelques mois, le secteur mobilier est en déclin.

Par conséquent, la transition de l'ameublement vers la construction est une opportunité pour l'utilisation de ce bois.

L'ONF regrette que seule la plantation de mahogany soit exploitable pour le bois de construction locale. Des réflexions sont à mener avec les corps de métiers du bois sur la réimplantation d'essences locales utilisables pour la construction, tels que le courbaril, le bois d'inde, le poirier...



4.3 Noix de Coco

La chute de noix de coco est la première cause d'accident mortelle en zone côtière. Dans le cadre de la protection du littoral, l'ONF dispose de 2 équipes d'élagueurs de noix de coco qui sillonnent 13 ha de littoral.

Bien que la surface couverte des élagueurs soit grande, les cocotiers sont dispersés sur toute la zone côtière (saline, anse letang, Vauclin..).

Il est important de noter que la politique actuelle de l'ONF consiste plus à terrasser les cocotiers qu'à élaguer les noix de coco. Les racines du cocotier sont très profondes et expansives au sol et sous-sol, si bien qu'elles inhibent le développement de la flore à proximité. Le cocotier est donc une atteinte à la biodiversité, qu'il faut maîtriser.

Suite à l'ensemble des arguments énoncés ci-dessus, l'ONF pense qu'il faut avoir une vision dégressive du gisement de cocotiers détenu par l'ONF. D'autant plus, qu'il n'y a pas de moyen de protection pour la récolte clandestine des noix de cocos.



5 ENTRETIEN DE LA DAAF

L'échange avec Stéphane LERIDER, ingénieur de le DAAF (Direction de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Forêts), est synthétisé ci-après.

5.1 **Bambou**

Le bambou *vulgaris*, bien que décrié, mériterait **une étude d'impact environnemental**, notamment en ce qui concerne le risque et la maîtrise des rhizomes, et de la floraison des germes. Actuellement aucune étude approfondie n'a été faite ; ce qui ne permet pas de connaître toutes les possibilités de son utilisation, par exemple la production de *vulgaris* dans des pots ou bâches.

D'autre part il est important de noter que les bambous de type « cespiteux » semblent beaucoup moins contraignants, car ces bambous poussent individuellement (et non par touffe) et que la coupe de la chaume suffit à son élimination.

Il serait donc intéressant de comparer l'impact environnemental du bambou *vulgaris* par rapport au cespiteux (par exemple l'espèce *guadua* plantée à l'AFIBAD).

5.2 **Bois de Mahogany**

Le bois de mahogany est intéressant pour la construction. Bien qu'il nécessite des traitements, il reste naturellement résistant au champignon et il brûle lentement.

5.3 **Noix de Coco**

La mise en œuvre d'une filière coco nécessite une **étude de risque et d'impact environnemental**. Plus précisément, le coco est très peu étudié dans les DOM car il n'y a pas de filière de coco reconnue.

Toutefois en intention préventive, notons que les rats percent aisément les jeunes noix de cocos pour y trouver le coprah. Donc le risque sanitaire de leptospirose est omniprésent. Une manière d'éliminer ce risque est d'empêcher les rats de monter sur les cocotiers en y installant des cylindres non adhérents, aux alentours du pied des cocotiers.

Le cocotier est une espèce envahissante. Il perturbe la biodiversité, il n'est donc pas conseillé de faire des cocoteraies en abondance. Toutefois un bon compromis serait de délimiter les parcelles d'habitations et les trames routières par des cocotiers : cette méthode permet la croissance de la biodiversité à l'intérieur des terres.

En intention économique :

Un verger récolte ces premiers fruits au bout de 3 ans alors qu'il faut 7 ans pour obtenir la première récolte d'un cocotier. Le temps de retour sur investissement est un vrai frein au développement de cette filière.



L'utilisation des palmes de cocotier, demande des moyens de précaution pour lutter contre leur jaunissement. Il s'agit d'un problème analogue au secteur bananier, car ce sont des acariens qui forment un film sous la feuille et provoque sa décoloration.

5.4 Terre crue

On retrouve le savoir-faire des aïeules en matière de construction terre crue au village des esclaves, notamment un système constructif en bois ti bôme tressé et terre projetée (similaire au torchis).

5.5 Fibres de banane

Le secteur de la banane est en crise depuis de nombreuses années, une diversification de la filière ne peut être qu'une valeur ajoutée pour les agriculteurs. Toutefois, il est important de noter que la matière organique prélevée aux bananeraies est un manquement qui peut mener à l'infertilité des sols. Il faut conserver au maximum la matière organique du sol, le coût d'achat des troncs de banane doit être supérieur au coût du compost.

6 ENTRETIEN AVEC L'AFIBAD (BAMBOU)

L'AFIBAD est une association d'insertion professionnelle, qui développe des solutions mobilières (chaises, lits, bars,..) et de second œuvre pour le bâti (porte, fenêtre, escalier..).



Figure 2 : Photographie du site de l'AFIBAD

Suite à l'échange avec Mr RELOUZAT, responsable chantier de l'AFIBAD, nous proposons le résumé suivant des entretiens.

Le bambou *vulgaris* n'est pas leur bambou de prédilection car il est le plus fréquemment tordu, courbé, cassant et compliqué à couper. La raison principale qui explique sa morphologie, est qu'il n'y a pas d'éclaircie aux alentours des bambouseraies sauvages.

Les bambous recherchant la lumière le jour le jour, se déformant pour la trouver.



Figure 3 : Photographie d'un bosquet de bambou *vulgaris*

Globalement le bambou *vulgaris* exploitable dans l'artisanat est le plus souvent placé en hauteur sur des pentes car il y a très peu d'écran végétal en ces lieux.

D'autre part, il faut savoir qu'il y a 3 à 4 variétés de bambou *vulgaris*. Le plus robuste est le plus fin, car sa vue en coupe, montre une épaisseur en matière plus large que les autres. Avec celle-ci l'AFIBAD peut faire des carbets, des charpentes légères, du second œuvre (portes, fenêtres, escaliers), des barrières ou grillages.



Les tuiles peuvent être fabriquées avec une variété de *vulgaris* plus large mais elle est en général plus cassante. Il conviendra d'étudier la résistance des tuiles en bambou *vulgaris* par rapport au risque cyclonique.

Si l'AFIBAD dispose des moyens financiers, ils souhaiteraient avoir à disposition un tractopelle, un camion benne et un broyeur. Ainsi ils pourraient récupérer le bambou de l'ONF puis le broyer. Ils projettent de le valoriser sous forme de charbon actif, pour alimenter des stations d'épurations.

Il est aussi envisagé de mettre en place des bancs de plantations de *vulgaris* pour la phytoremédiation (traitement de la pollution par les plantes) des eaux usées.

Notons que L'AFIBAD possède des plantations de deux espèces de bambou qui seraient davantage indiqués que le *vulgaris* pour la construction, « le *guadua* et le *sacharys* » (considéré comme bambou assimilé local par l'association). Ces plantations ont plus de 10ans : si elles ne sont pas entretenues, les espèces « endémiques » inhibent la croissance de ces deux espèces. Plus précisément, ils espèrent que des **études d'impacts environnemental** montreront que ces 2 espèces ne sont pas invasives et par conséquent, ouvriront des portes sur la construction gros œuvre en bambou local.



Figure 4 : Photographie de l'espèce *Guadua* (AFIBAD)



7 ENTRETIEN AVEC LA SOCIETE GTS (OUATE DE CELLULOSE)

La société GTS pose et vend de la ouate de cellulose. Ce paragraphe résume l'échange et la visite de chantier de pose de ouate de cellulose, animée par Mme Karine LEFEVRE, responsable commercial de la société GTS.

Le marché de l'isolation thermique à partir de ouate de cellulose n'est pas florissant. En 4ans, une douzaine d'habitats ont été isolés en ouate de cellulose. On peut expliquer ce phénomène par un prix trop élevé par rapport au marché : la structure vend et pose la ouate de cellulose à 25 €/m², alors que leurs concurrents sont environ à 16 €/m².

La pose de la ouate de cellulose est spécifique, elle demande une synchronisation parfaite entre le couvreur (tôle) et le poseur de l'isolant (surtout pour l'étanchéité à l'air). Suite à divers litiges avec les couvreurs externes, ils ont fait le choix de travailler uniquement avec leur réseau de couvreurs. C'est un autre frein à la filière ouate de cellulose.

Il est envisageable de vendre de la ouate de cellulose aux artisans. En revanche ces artisans doivent être formés sur la pose de la ouate et être équipés de cardeuse. En effet, la ouate de cellulose arrive sous forme ballot comprimée, la cardeuse permet de décompacter la ouate.

Une cardeuse coûte entre 10 000 et 15 000 €, les artisans n'ayant pas suffisamment de moyens d'investissement ne pourront pas s'équiper. Le prix d'investissement est aussi un frein au développement de la filière. Il est important de noter que le pôle MDE de EDF a aidé financièrement la société GTS pour l'achat de la cardeuse.

Une évolution de la pose de la ouate, consiste à l'utilisation des techniques de projection humide qui permettra de gagner du temps et en matériel de pose.

Aujourd'hui le coût du transport représente 30 % de la valeur de la ouate. Par conséquent, la mise en œuvre d'une filière locale aura un impact positif sur les aspects économiques et environnementaux.

8 ENTRETIEN AVEC LA COOPERATIVE BANAMART (BANANE)

La coopérative BANAMART regroupe plusieurs exploitants agricoles de banane de la Guadeloupe et de la Martinique.

Le paragraphe suivant dresse le bilan des échanges avec Mme VINCENT, responsable technique de BANAMART. Pour satisfaire l'étude, elle a invité CARAÏBES ENVIRONNEMENT à visiter l'exploitation bananière de Mr Jean Charles VETRAL.

Il y a généralement deux pseudo-troncs de bananiers pour un régime de banane :

- ✓ le tronc le plus jeune produit le régime,
- ✓ le tronc le plus vieux transfère ses éléments nutritifs vers le plus jeune.

Pour cette exploitation de 68 ha, Mr VETRAL coupe chaque semaine 3 500 pseudos troncs.

De plus, il précise que les troncs sont lourds car composés de 90% d'eau : un tronc pèse entre 40 et 50 kg. Le rythme de coupe des pseudo-troncs vieillissants est donc estimé à 50 pseudo-troncs vieillissants par semaine. Il serait donc possible de récupérer les troncs vieillissants. Actuellement ils restent au sol pour amender le sol en matière organique.



Figure 5 : Photographies de jeunes et vieux troncs d'une bananeraie

Toutefois, tout prélèvement de matières organiques sur l'exploitation est un déséquilibre sur le cycle de vie de la banane : il faudra donc ajouter du compost pour compenser cette perte nutritive.

Des tracés de chariots utilisés pour la récolte des régimes peuvent être utilisés pour la récolte des troncs.

BANAMART dispose en 2013 de 6 210 hectares plantés et 1 023 hectares en jachère pour permettre la revitalisation du sol (le temps de jachère est d'environ 1,5 an). La meilleure option semble être la récupération des troncs sur les surfaces qui vont être mises en jachère : ainsi la productivité de l'exploitation ne sera pas affectée.



Nous rappelons que la hampe du régime semble être un produit beaucoup plus approprié pour la fabrication de fibre de banane, pour les raisons suivantes :

- elle est très fibreuse : faiblement humide,
- elle est légère : environ 3,5 kg/hampe,
- elle est systématiquement collectée lors de la coupe du régime : n'implique pas de mettre en œuvre des moyens supplémentaires de collecte.



Figure 6 : Photographie de la hampe d'un régime de banane

9 ENTRETIEN AVEC LA SCIERIE DU GROS MORNE (BOIS)

Le paragraphe suivant synthétise l'échange avec Mr CASSILDE, gérant de la scierie du GROS MORNE.

La scierie du GROS MORNE, achète la grume de mahogany à l'ONF en gré à gré, pour une valeur de 40 €/m³. Elle a une capacité de sciage d'environ 2 m³/jour.



Figure 7 : Photographie d'une grume (sciée du gros morne)

Suite au déclin du secteur mobilier, l'entreprise souhaite divertir leur gamme de prestations vers le secteur immobilier.

La scierie du gros morne est équipée pour la fabrication de solutions pour le gros et second œuvre dans le secteur de la construction.

La société dispose de :

- D'une scie à grume, pour le premier découpage du bois.
- D'une moulurière 4 faces, pour le façonnage de planches, bardages, poutres, liteaux, etc.
- D'une moulurière à frise, pour le façonnage de parquets et lames de terrasses.



Figure 8 : Photographies des moulurières 4 face et à frise

Le temps de séchage du bois étant de 3 mois, le client attendra au minimum cette durée, avant de recevoir sa commande. La problématique d'initialisation de la filière de construction en mahogany, est le temps de séchage cumulé aux fonctionnements en flux tendu de la scierie. Autrement dit, la scierie n'est pas en mesure de répondre au besoin immédiat du consommateur.



Ainsi, pour contourner la problématique du flux tendu, Mr CASSILDE souhaite qu'on lui fournisse un financement pour l'achat de 3 mois de bois, soit 120 m³ de bois de mahogany et l'équivalent de 3 mois de masse salariale. Avec une aide de l'ordre de 50 000 €, il espère s'implanter sur le marché de la construction.

La scierie du gros morne souhaiterait vendre le bois de mahogany à 1 000 €/m³, alors que le marché (en bois issus de l'étranger) est à 1 500 €/m³.



Figure 9 : Photographie d'un morceau de parquet en bois de mahogany (scierie du gros morne)

10 ENTRETIEN AVEC LA POTERIE DES 3 ILETS (TERRE CRUE)

La poterie des 3 îlets dispose d'une usine de fabrication de briques de terre cuite.

Nous résumons ci-après les entretiens et visite d'usine, animés par Mme Catherine GROS, Responsable qualité et production de l'usine.

La fabrication de terre cuite est issue d'un mélange de terre grasse et maigre. Ces deux terres ne présentent pas d'éléments organique, graviers et cailloux : en première vue, la granulométrie des terres grasses et maigres est identique à la terre à adobes (ni cailloux, gravier et détritrus organique).

Dans le cadre de la visite de l'usine, après le mélange des terres et l'eau : la pâte obtenue est comprimée dans une extrudeuse qui fournit un taux de compression de 10 bar. Si il y a une adaptation de la filière terre cuite en terre crue, le taux de compression de 10 bars n'est pas suffisamment élevé pour réaliser des blocs de terre comprimée de qualité satisfaisante ; en revanche elle permettra la fabrication d'un très bon adobe.



Figure 10 : Photographie d'adobe (village de la poterie des 3 îlets)

Aujourd'hui l'usine paye l'alimentation en carburant des fours de terre cuite à hauteur de 4 000 euros par jour. Une filière terre crue évitera le coût de cuisson.

CARAÏBES ENVIRONNEMENT en déduit que pour viabiliser ce projet, une équipe de recherche et développement devra être constituée, afin d'apporter des réponses aux différentes difficultés rencontrées. Elle pourrait être composée de :

- Spécialistes de la construction terre.
- Laboratoire de recherche et de mesures mécaniques.
- Bureau d'étude construction et environnement.
- Ingénieur de l'usine « village des 3 îlets ».



11 ENTRETIEN AVEC LE POLE MDE DE EDF MARTINIQUE

L'échange avec Mr Daniel MAUGEE, responsable du pôle MDE d'EDF Martinique est synthétisé ci-après.

Depuis plus de 20 ans, EDF encourage la mise en œuvre de matériaux permettant l'économie d'énergie. Aujourd'hui, EDF cible surtout le secteur de l'isolation thermique, par conséquent les résultats de l'étude de filière ouate de cellulose, fibre de coco et bois de mahogany affutent leur intérêt.

Actuellement l'accréditation « isol'eko » (pose d'isolation thermique certifiée par EDF) est presque systématique dans le secteur du tertiaire et de l'habitat collectif.

En revanche, le parc existant et l'habitat individuel neuf sont des marchés qui sont diffus. Chaque année environ 500 logements individuels bénéficient de l'aide « isol'eko », or on construit approximativement 1 500 habitats individuels par an.

La raison principale de cette problématique, est le développement du marché au noir de l'isolation thermique. Des propriétaires payent un isolant de qualité inconnue (résistance à la chaleur, l'humidité, aux risques d'incendie, aux champignons, non putrescible, mode de mise en œuvre), et cela pour un coût plus avantageux.

Il est impératif que les artisans des futures filières d'éco matériaux soient agréés « isol'eko ». Cet agrément confirme leur qualification pour la pose d'isolant thermique, qui est lui-même certifié.

L'agrément « isol'eko », d'un isolant thermique se détermine principalement sur les critères de certification ACERMI et CSTB.

Il est envisageable qu'un organisme local certifie les éco matériaux, à condition que celle-ci soit recensée comme étant un organisme apte à l'accréditation. Ce droit est délivré par le COFRAC, qui est le comité français d'accréditation.

Dans une démarche future, il est possible d'étendre les aides d'EDF aux futurs acquéreurs construisant avec des éco matériaux (autre que l'isolation thermique), on peut citer la terre crue, béton fibre de banane... EDF est attentif à toutes démarches favorisant les économies d'énergie dans l'habitat.



ADEME Martinique

7, Zone de Manhity

97232 Le Lamentin

A l'attention de Mme VIOUJARD

ÉTAT DES LIEUX DES MATERIAUX ET ECOMATERIAUX, ISSUS DES MATIERES PREMIERES LOCALES, EXPLOITABLES EN MARTINIQUE

Rapport final PHASE 2 - Etape 2 - Annexe 2 Compte-rendu du séjour d'étude en Dominique

N° Convention ADEME : 1144CO249





1 SOMMAIRE

1	SOMMAIRE.....	2
2	CONTEXTE ET OBJECTIFS	3
3	DEROULEMENT DU VOYAGE D'ETUDES.....	4
3.1	Organisation générale du voyage d'études.....	4
3.2	Personnes rencontrées	5
3.2.1	<i>Ministère de l'Agriculture et de la Foresterie</i>	<i>5</i>
3.2.2	<i>Entreprise Colgate Palmolive.....</i>	<i>5</i>
3.2.3	<i>Artisanat de fabrication de coprah.....</i>	<i>5</i>
3.2.4	<i>Agriculteurs.....</i>	<i>6</i>
4	REUNION AVEC LE MINISTRE DE L'AGRICULTURE ET DE LA FORESTERIE.....	7
4.1	Collecte de la fibre de noix de coco	7
4.2	Transport	8
4.3	Conditions phytosanitaires	9
4.4	Contribution du Ministère de l'Agriculture et de la Foresterie.....	9
5	RENCONTRE D'ENTREPRISES DE TRANSFORMATION DE LA NOIX DE COCO.....	10
5.1	Industrie Colgate & Palmolive	10
5.2	Artisanat de Peter Paul	12
5.3	Artisanat de la réserve indienne	12
6	RENCONTRE DES AGRICULTEURS	13
6.1	M. Kelter Thomas et M. Joseph Rene.....	13
6.2	Domaine de Hampstead (Mme Jacqueline Douglas)	14
6.3	M. McClean George	15
6.4	M. Reginald Armour	17
6.5	M. Baunis Amos	20



2 CONTEXTE ET OBJECTIFS

La production d'éco matériau impliquerait d'adapter les filières locales pour intégrer un nouveau maillon à celle-ci. Dans le cadre de l'utilisation de la fibre de noix de coco, il n'existe pas de filière structurée. Toutefois la filière pourrait exister, avec une exploitation :

- ✓ De la fibre de noix de coco, comme éco-matériau (isolant, fibres intégrées à une matrice cimentaire ou terre crue) ;
- ✓ L'albumen de la noix de coco, qui, séchée permet d'obtenir du coprah. L'albumen est valorisable pour l'alimentaire et pour le cosmétique ;
- ✓ Les feuilles, pour la construction de toits végétaux ;
- ✓ Le pseudo-tronc, pour la fabrication de meubles.

3 DEROULEMENT DU VOYAGE D'ETUDES

3.1 Organisation générale du voyage d'études

Le voyage d'études a débuté par une réunion avec le Ministre de l'Agriculture et de la Foresterie, M. Hon. Matthew J. Walter.

Un officier du ministère a eu pour mission de nous conduire à l'entreprise Colgate Palmolive où nous avons prévu de rencontrer notre interlocuteur, M. Sean Avril.

Nous avons ensuite parcouru le Nord et Nord Est de l'île à la rencontre des agriculteurs.

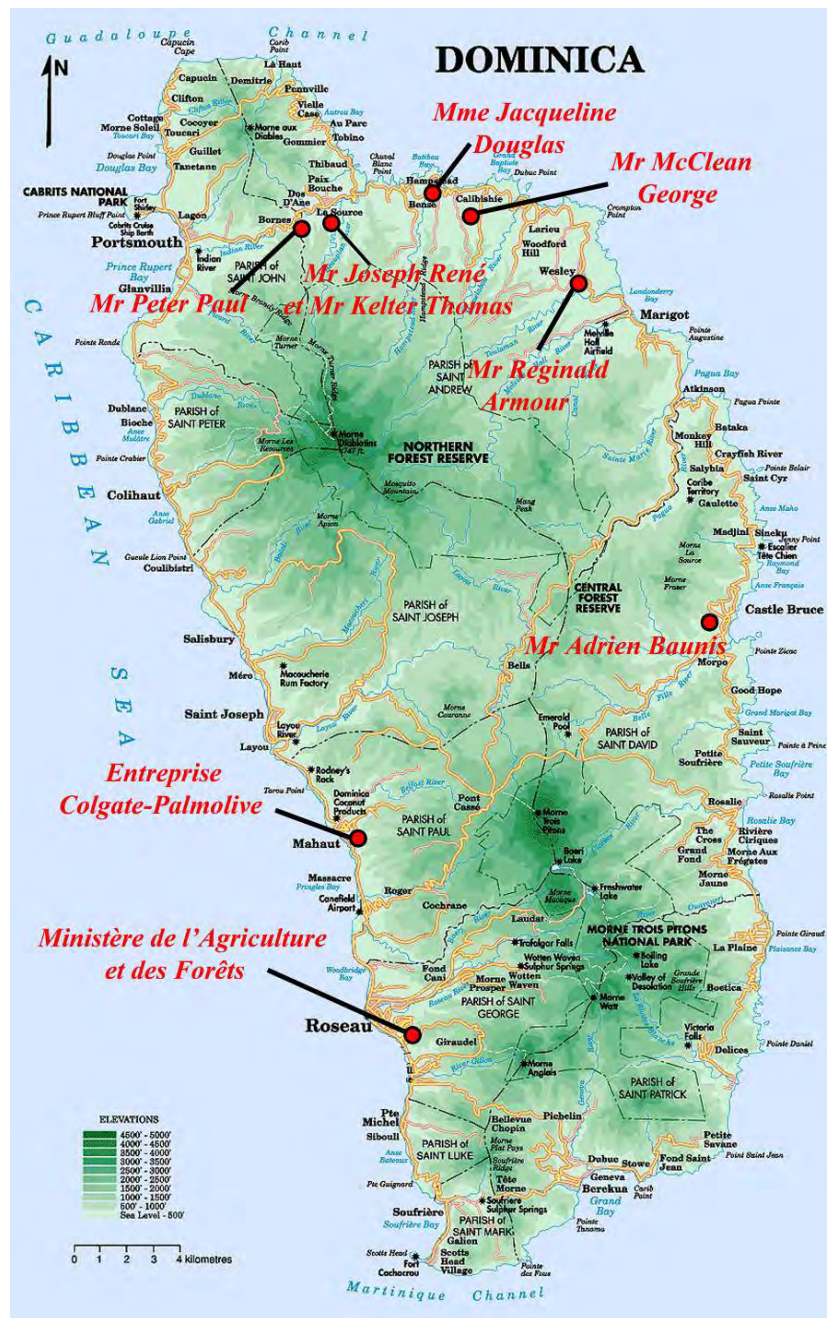


Figure 1 : Carte localisant les visites réalisées en Dominique



3.2 Personnes rencontrées

3.2.1 Ministère de l'Agriculture et de la Foresterie

• Ministre de l'agriculture et de la Foresterie waltermj@dominica.gov.dm	The Hon. Matthew J. Walter 266 3211
• Secrétaire du Ministre de l'agriculture et de la foresterie minsecagriculture@dominica.gov.dm	Mme Mark Florence Hypolite 266 3211
• Unité de protection des plantes anselmr@dominica.gov.dm	M. Ryan Anselm
• Directeur de l'Agriculture brumantr@dominica.gov.dm	M. Ricky Brumant 614 1158 / 266 3810
• Chargé d'information au ministère dD53971@yahoo.com	M. Colburn Toulon
• Chargé de mission et chauffeur du ministère jerviswatter@hotmail.com	M. Watter Jervis 245 00 98

3.2.2 Entreprise Colgate Palmolive

• Responsable de la production	Mme Alfred
• Ingénieur production Sean_Avril@colpal.com	M. Sean Avril 449 11 01

Pour des raisons de confidentialité, il n'a pas été possible de visiter la partie production de l'usine. Toutefois un entretien avec Mme Alfred et M. Avril a permis d'obtenir des données.

3.2.3 Artisanat de fabrication de coprah

• Dirigeant wyndcrop@gmail.com	M. Peter Paul 445 3472 / 317 5340
-----------------------------------	--------------------------------------

La visite de son local de production d'huile de coco n'a pas pu se faire en raison de l'indisponibilité de M. Peter Paul. Toutefois, il a été rencontré brièvement à Roseau, et se tient à notre disponibilité pour échanger sur son activité.



3.2.4 Agriculteurs

Fonction	Nom	Coordonnées	Type de visite
Propriétaire d'une cocoteraie et agriculteur	M. Kelter Thomas	Dos d'Ane	Entretien
Propriétaire d'une cocoteraie et agriculteur	M. Joseph René	Dos d'Ane	Entretien
Propriétaire du Hampstead Estate	Mme Jacqueline Douglas	Hampstead	Visite cocoteraie
Agriculteur, non propriétaire de cocoteraies	M. McClean George	Calibishie	Entretien
Propriétaire d'une cocoteraie et agriculteur	M. Reginald Armour	Eden Estate, Wesley	Entretien et visite cocoteraie
Propriétaire d'une cocoteraie et agriculteur	M. Baunis Amos	Castle Bruce 225 2844	Entretien

4 REUNION AVEC LE MINISTRE DE L'AGRICULTURE ET DE LA FORESTERIE

Après avoir présenté l'étude de faisabilité dont nous sommes en charge, nous avons pu discuter ensemble des différents scénarii d'approvisionnement en fibres de noix de coco.

4.1 Collecte de la fibre de noix de coco

Il est ressorti de l'entretien deux scénarii :

- **Scenario 1 : importation de la matière première brute**

Ce scénario est le plus simple, puisqu'il s'agit de collecter les fibres de noix de coco, actuellement inutilisées sur le territoire, puis de les conditionner avant leur importation maritime en Martinique.

Ce scénario n'implique pas d'investissements particuliers pour les agriculteurs, si ce n'est les sacs de conditionnement, dans le cas où une personne est en charge de collecter la fibre de coco et de les conditionner avant leur transport jusqu'en Martinique.

Une autre possibilité aurait été de motiver les agriculteurs à les déposer dans un lieu de centralisation ou directement au port maritime. L'inconvénient est que le prix de rachat de la fibre doit être suffisamment intéressant pour les agriculteurs, sans quoi, ils ne se déplaceraient pas.

- **Scenario 2 : importation du produit fini (ou d'un produit intermédiaire)**

Ce scénario prévoit une transformation en Dominique de la fibre de noix de coco, en vue d'obtenir des fibres prêtes à l'emploi (produit fini) ou du moins un produit transformé intermédiaire (par exemple : broyage en Dominique et traitement ignifuge et biocide en Martinique).

Ce scénario présente l'avantage économique d'employer une main d'œuvre peu chère pour l'extraction des fibres. De plus, le volume à transporter est optimal, puisqu'il ne concerne que les fibres séparées (hors peau, poussières et toute matière inexploitable).

Le Ministre de l'Agriculture et de la Foresterie a clairement affiché sa préférence pour ce scénario, puisqu'il permet de créer une activité et des emplois locaux en Dominique. Du point de vue de la Martinique, ce scénario permettrait de développer l'activité de pose d'isolants, voire de traitement par ajout d'additifs. Il créerait donc peu d'emplois locaux.

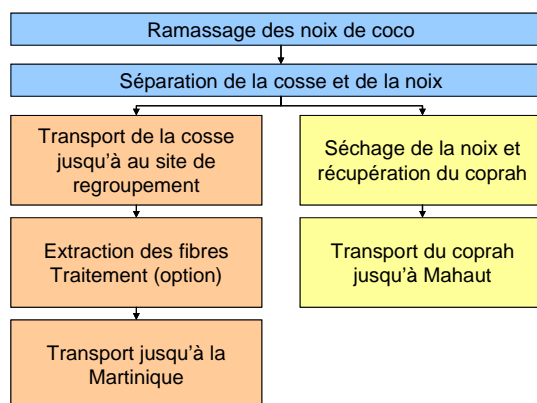


Figure 2 : Représentation schématique du scénario 2



- **Données utiles**

- ✓ **Gisement disponible**

La quantité de fibres de noix de coco disponible n'est pas connue pour l'heure, toutefois elle pourra être estimée par Caraïbes Environnement sur la base des informations recueillies en Dominique. Le Ministère consultera ses informateurs pour savoir si une telle donnée peut être estimée.

- ✓ **Organisation de la filière de ramassage de noix de coco**

Il existe une coopérative d'agriculteurs en Dominique mais ceux-ci sont d'une manière générale peu intéressés par l'exploitation de la noix de coco. Ce sont souvent des exploitants qui ramassent les noix de coco sur des terrains ne leur appartenant pas, en échange de quelques dollars EC. Le prix qui se pratique est de 10 à 20 centimes de dollars EC (3 à 6 cents d'euros¹) par noix de coco. Plusieurs années plus tôt, une noix de coco coûtait le double aux exploitants.

Une journée de travail d'un exploitant libéral lui rapporte 40 dollars EC pour 5 heures de travail (7h à 12h) et 50 dollars EC pour 6 heures de travail (7 h à 13h), soit respectivement environ 13 € et 15 €.

Les noix de coco sont ramassées. La cosse est retirée et l'albumen est séché en coprah.

Il est ensuite vendu à l'entreprise Colgate Palmolive.

- ✓ **Acteurs potentiels pour l'extraction de la fibre**

Trois acteurs ont été identifiés pour l'extraction de la fibre : Dance Chillingfor², Peter Paul, Canif Bruney³.

4.2 Transport

Un des éléments limitant de la faisabilité de ce projet est le coût et l'impact environnemental du transport des fibres. En effet, la Dominique est un territoire escarpé, et plusieurs agriculteurs travaillent dans des terrains éloignés des grandes villes. Aussi, le transport terrestre des fibres implique une consommation en carburant, et un coût qu'il conviendra de calculer.

La majorité des cocoteraies sont situées au Nord et Nord-Est de la Dominique. Le lieu le plus stratégique pour le transport maritime des fibres est le port maritime de Portsmouth.

Aussi, le lieu de centralisation des fibres végétales et de leur conditionnement en vue du transport maritime devrait se situer à Portsmouth ou bien à proximité. Dans le cas du second scénario, le lieu de centralisation des fibres est également le lieu de leur transformation en produit fini.

¹ En juillet 2013, 1 euros = 3,45 dollars EC.

² et ³ : Orthographe non vérifiée



En ce qui concerne les modalités de transport maritime des fibres de noix de coco, le Ministre affirme que dans le cas où la société martiniquaise porteuse de ce projet s'équipe d'un bateau pour effectuer les transports, alors aucune taxe ne sera réclamée en Dominique. Il convient ainsi de prévoir les frais d'amortissement des équipements, et les frais de fonctionnement liés au carburant et à la maintenance du bateau. Une possibilité serait de louer un bateau à la journée pour le transport des fibres. Cela serait particulièrement intéressant dans le cas où les transports sont peu nombreux.

4.3 Conditions phytosanitaires

Le transport de matière végétale est règlementé en France. En effet, transporter les fibres de noix de coco de l'étranger comporte des risques phytosanitaires.

Des micro-organismes, des virus voire des petits insectes ou acariens sont susceptibles d'être contenus dans les fibres de noix de coco. Il convient de maîtriser les risques, et connaître les spécificités de la réglementation en vigueur en Martinique. Il est donc important d'identifier les exigences réglementaires qui régissent le transport de végétaux de la Dominique à la Martinique. Cela constituera un cahier des charges pour un futur certificat phytosanitaire que la Dominique délivrera avec la fibre.

En fonction du cahier des charges imposé par la réglementation, la Dominique sera en mesure de délivrer un certificat phytosanitaire pour les fibres de noix de coco.

Le scénario 2 permettrait de s'affranchir de risques de contaminations si les fibres sont traitées avant d'être transportées (biocide).

D'autre part, il faudra contacter M. Ryan Anselm pour savoir précisément de quelles maladies peuvent être atteints les cocotiers de Dominique afin d'identifier les vecteurs potentiels. De plus, une demande par mail du nom des espèces de cocotiers présentes sur l'île peut être formulée afin d'obtenir ces informations, si cela s'avère nécessaire.

4.4 Contribution du Ministère de l'Agriculture et de la Foresterie

Intéressé par cette possibilité de collaboration avec la Martinique, le Ministre a accepté de nous aider dans l'étude de faisabilité du projet. Pour cela, il nous a mis en contact avec le Directeur de l'Agriculture et le Responsable de l'Unité des plantes, et nous a mis à disposition du personnel afin de se rendre sur le terrain, et de rencontrer plusieurs agriculteurs et exploitants locaux.

5 RENCONTRE D'ENTREPRISES DE TRANSFORMATION DE LA NOIX DE COCO

5.1 Industrie Colgate & Palmolive

- **Présentation de l'usine**

L'usine de Colgate Palmolive se situe à Mahaut. L'accès est contrôlé et réglementé. Nous avons été accueillis par Mme Alfred et M. Avril. Toutefois, nous n'avons pas été autorisés à visiter la plateforme de production.



Figure 3 : Usine Colgate Palmolive (Mahaut)

L'usine fonctionne en continue, jour et nuit.

Le nombre de salarié et la production annuelle d'huile de coco n'a pas été communiquée. Malgré tout, nous savons qu'en 2011, l'industrie avait reçu 218 tonnes de coprah par les agriculteurs locaux.

- **Approvisionnement en coprah**

Les exploitants et agriculteurs ont déposés leurs sacs de coprah le mercredi 3 juillet 2013. Ils les transportent au moyen de leur « pick-up » ou bien avec une remorque. Cet approvisionnement en coprah s'opère deux fois par mois.



Figure 4 : Coprah produit en Dominique, et destiné à être fourni à l'entreprise Colgate Palmolive

Historiquement, l'entreprise était davantage fournie avec du coprah local, et cela se traduisait par des sessions plus fréquentes (1 fois par semaine). Du fait de la réduction de l'exploitation des cocoteraies, l'entreprise doit de plus en plus faire appel à des fournisseurs d'îles voisines (ex : Sainte Lucie). M. Avril estime que la quantité de coprah qui pourrait potentiellement être produite en Dominique serait au minimum le double de la production actuelle, soit plus de 400 tonnes.

Le coprah réceptionné à l'usine est trié selon sa qualité en 3 catégories (dites « grid »).

Catégories (« grid »)	Taux d'humidité	Prix d'achat
Catégorie 1	Entre 6 et 7 %	70 dollars EC / livre ≈ 44 euros / kg
Catégories 2 et 3	> 7 %	69 dollars EC / livre ≈ 44 euros / kg



Figure 5 : Gros plan de deux morceaux de coprah (l'un bien sec à gauche de la catégorie 1 et l'autre moins bien séché de la catégorie 2 et 3)

Les trois qualités de coprah sont utilisées pour le procédé de fabrication d'huile de coco.

D'après Mme Alfred, le prix du coprah local est bien plus intéressant que le prix du coprah fourni depuis d'autres îles. Le coût du transport en est une des raisons. Aussi l'entreprise Colgate Palmolive regrette que la production de coprah soit une activité en baisse depuis plusieurs années.

- **Explications sur la baisse de production de coprah local**

Le ramassage des noix de coco et l'exploitation de l'albumen pour fabriquer du coprah est une activité qui existe depuis plusieurs générations en Dominique. Cette activité est traditionnelle transmise de père en fils, tout comme les cocoteraies. Seulement, une grande partie de la dernière génération de propriétaires ne démontrent pas de motivations et d'intérêts particuliers à reprendre cette activité. C'est pourquoi tous les propriétaires n'exploitent pas leurs cocotiers, et ce sont parfois des exploitants indépendants qui le font.

- **Extraction de l'huile de coco**

L'extraction de l'huile de coco ne s'opère que lorsque la quantité de coprah collectée est suffisamment importante. Trois personnes travailleraient à l'extraction du coprah. Le procédé n'a pas été divulgué, et les informations divulguées sont restées très vagues sur ce sujet.

Une fois l'huile de coco extraite, elle peut être utilisée dans la formulation de produits cosmétiques.

5.2 Artisanat de Peter Paul

L'artisanat de M. Peter Paul se trouve dans la petite ville qui porte le nom de Dos d'âne. Il était absent lors de notre visite, mais nous l'avons rencontré par hasard, sur le chemin. Il nous a donc donné ses coordonnées et reste à notre disposition pour échanger sur son activité.

Selon le ministère, il fabrique de l'huile de coco artisanale et s'est également intéressé à l'extraction de la fibre de noix de coco. Le ministère nous a signalé qu'il semble que M. Peter Paul ait cessé cette activité de défibrage, pour une raison qu'il serait intéressant d'identifier.

Les photographies suivantes ont été prises dans la petite ville de Dos d'âne, au Nord de l'île.



Figure 6 : Photographies du local d'artisanat de M. Peter Paul

5.3 Artisanat de la réserve indienne

La majeure partie de la fabrication artisanale d'objets à base de fibres de noix de coco et de la coque de la noix de coco est localisée dans la réserve indienne, sur la côte Est de l'île de la Dominique.

Ils sont généralement vendus aux visiteurs de la réserve indienne, ou bien dans les zones touristiques.



Figure 7 : Artisanat à base de noix de coco (photographies diffusées sur les sites Internet des artisans)

6 RENCONTRE DES AGRICULTEURS

6.1 M. Kelter Thomas et M. Joseph Rene

M. Kelter Thomas et M. Joseph Rene sont deux agriculteurs qui possèdent chacun leur plantation de cocoteraies. Il sont liés par lien de parenté (respectivement neveu et oncle).



Figure 8 : Photographie de M. Joseph Rene se tenant près de ses sacs de coprah

Les cocotiers qu'ils exploitent sont des cocotiers locaux, qui n'ont visiblement pas été sélectionnés par leur soin selon des critères de productivité ou de résistance aux maladies.

Ils transportent chacun toutes les deux semaines leur pick-up chargé de coprah à l'usine Colgate Palmolive. Ils font chacun 1 à 2 voyages pour transporter toute leur production, conditionnée dans des sacs de plusieurs dizaines de litres. Un pick up peut transporter vingt (20) sacs. Selon notre estimation, chaque sac peut transporter le coprah issu d'une centaine de noix de coco.

Leur production exacte n'est pas connue. Toutefois, selon nos estimations, un pick up peut transporter du coprah équivalent à 2 000 noix de coco.

Si en moyenne 5 trajets par mois sont transportés à l'entreprise par M. Kelter et M. Joseph, cela représenterait le coprah issu de 10 000 noix de coco, soit environ 110 000 noix de coco par an (en comptant 11 mois de travail : l'activité cesse durant la période de Noël).

Une cosse pèse approximativement 170 g. La quantité de fibres équivalente à l'activité de ces deux agriculteurs serait de 19 tonnes de fibres brutes. A titre indicatif, leur activité permettrait d'obtenir environ 14 tonnes de coprah soit 6 % de l'approvisionnement total de l'usine Colgate Palmolive.

Si l'on considère qu'un exploitant collecte chaque année 7 tonnes de coprah, cela signifie qu'il y aurait une trentaine d'exploitants en Dominique. Chacun des exploitants travaille généralement trinômes ou par groupes de 4 pour le ramassage des noix de coco et leur "épluchage".

La noix est ensuite coupée en deux, et séchée, albumen vers le bas. Une fois que l'albumen est sec (coprah), alors, par le biais de simples tapotements, il se décroche de la coque. Ce sont les coques, et non les fibres, qui sont utilisées comme combustibles pour le séchage du coprah.

Depuis notre point de rencontre, nous pouvions apercevoir la grande plantation ci-dessous. D'après eux, le domaine représente environ 100 hectares (à vérifier par vue satellite).



Figure 9 : Domaine de Hampstead appartenant à Mme Douglas Jacqueline, vu de Dos d'âne

Selon M. Kelter et M. Joseph, il y a 8 groupes d'exploitants qui y travaillent. Chaque groupe est composé de 3 à 4 personnes. En conclusion, pour une plantation de 100 hectares, il faut mobiliser entre 25 et 30 personnes.

Si chaque groupe ramasse 55 000 noix par an, cela représenterait au total 440 000 noix de coco par an pour 100 ha. L'équivalent en termes de fibres serait de 70 tonnes.

6.2 Domaine de Hampstead (Mme Jacqueline Douglas)

Selon M. Colburn, ce domaine représente 5 ha, donc un potentiel de production de 3 à 4 tonnes de fibres.

Les noix de coco sont ramassées au sol, et non cueillies dans les arbres qui sont parfois trop haut (plus de 10 m de haut), comme le montre la photographie ci-dessous. Elles sont ensuite débarassées de leur cosse, et seule la coque dure est récupérée, en vue de produire le coprah. La bourre est abandonnée sur la plantation, en tas, au pied des cocotiers, comme le montrent les figures ci-dessous :



Figure 10 : Photographies de cocotiers du domaine de Hampstead et de tas de cosses de noix de coco abandonnés aux pieds des cocotiers



Figure 11 : Photographies de cocotiers du domaine de Hampstead et de tas de cosses de noix de coco abandonnés aux pieds des cocotiers (suite)

M. Colburn nous a expliqué que Mme Douglas a hérité de sa cocoteraie et ne l'exploite pas elle-même.

En Dominique, il existe plusieurs types d'arrangement entre propriétaires et exploitant "libéraux" :

✓ Un arrangement de type "donnant-donnant"

Le propriétaire autorise l'exploitant à collecter autant de noix de coco qu'il le souhaite, s'il maintient le domaine en contrepartie (ramassage des noix pour empêcher le terrain de devenir sauvage, etc.)

✓ Un arrangement financier

Le propriétaire accepte que des exploitants ramassent les noix de coco sur son terrain, moyennant une contribution financière.

Il s'agit parfois d'un forfait à l'année, et d'autres fois d'un coût au prorata du nombre de noix ramassées.

Par ailleurs, nous avons remarqué que des madères poussent spontanément sur le terrain. Ils peuvent servir à l'alimentation animale.

6.3 M. McClean George

M. McClean n'est pas propriétaire d'une cocoteraie. Il récupère des noix de coco dans quatre (4) plantations différentes, appartenant à Janet Quol⁴, M. Edward⁵, Peter Challenger⁶ et Kennedy Cyril⁷. Ils ont choisi un arrangement financier : M. McClean paie 0,14 dollar EC par noix de coco ramassée, soit 4 centimes d'euros.

Si désormais il se concentre davantage sur son activité de banane pour laquelle il a sa propre plantation, il vendait tous les mois 25 sacs de coprah (1 pick-up rempli). Cela représenterait environ 55 000 noix de coco par an (sur 11 mois).

Selon M. McClean, les noix de coco déposées ainsi sur le sol mettent entre 2 et 5 ans à se décomposer pour nourrir le sol.

⁴, ⁵, ⁶ et ⁷ : Orthographe non connue



Figure 12 : Photographie des cosses de noix de coco

M. McClean a accepté de nous montrer comment il procède pour séparer la cosse de la noix de coco. Il utilise un outil composé d'un manche et d'un pic en métal.

Il plante l'outil à la verticale dans un support en plastique placé au préalable dans le sol. La noix de coco est tapée d'un coup sec contre la pointe en métal. En la faisant tourner et en s'y prenant à 4 ou 5 fois, la noix de coco se retrouve décossée.



Figure 13 : Outil servant à séparer la cosse des noix de coco

En insérant ainsi la pointe dans la cosse, M. McClean écarte les fibres. La cosse est ainsi séparée par quartier, comme le montre la figure suivante.



Figure 14 : Outil servant à séparer la cosse des noix de coco

6.4 M. Reginald Armour

M. Reginald Armour fait partie d'une famille d'agriculteurs de père en fils. Il possède un domaine de 200 hectares, dont 67 hectares sont couverts de cocotiers. Le domaine a été aménagé dans les années 1940 ; sa maison a été bâtie en 1947.

Dans les années 1960, le pseudo-tronc de cocotiers qui avaient été abattus ont été utilisés pour la fabrication de meubles, et en particulier de chaises qui ont su résister au temps, et qui sont toujours en excellent état.

- **Devenir des cosses de coco**

Les cosses de noix de coco sont brûlées en tas, sur la propriété de M. Armour.



Figure 15 : Tas de noix de coco avant traitement (1^{er} plan) et tas brasier de cosses de noix de coco (2nd plan) et photographie de droite

Les cendres obtenues sont ensuite utilisées comme engrais pour enrichir le sol de la plantation.

Le fils de M. Armour vient d'acquérir un broyeur suffisamment puissant pour broyer les fibres et les coques excédentaires. La poudre obtenue servira à enrichir la terre. Il s'agit d'une machine canadienne, mais nous ne connaissons ni le prix ni la capacité de ce broyeur.

- **Devenir des coques de coco**

La coque dure (dite « shell ») qui contient l'albumen est stockée pour son utilisation comme combustible pour le séchage du coprah.



Figure 16 : Salle de stockage des coques en vue de leur utilisation comme combustible

- **Séchage du coprah**

M. Armour possède un bâti pour le séchage du coprah. La salle de stockage des coques est voisine de la salle qui sert de four.

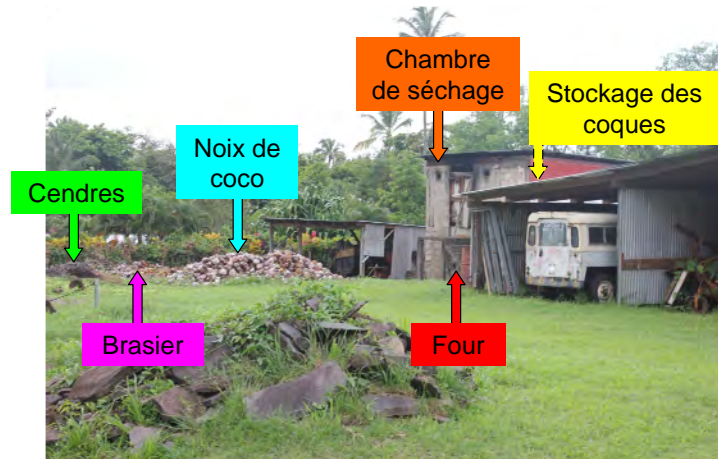


Figure 17 : Vue d'ensemble du site de production de coprah de M. Armour

Au rez-de-chaussée, se trouve le four. La salle a subi les conséquences du feu (poutres brûlées). Il y a donc un risque que ce bâtiment cède. M. Armour a récemment modifié le fonctionnement du four. Il a mis en place un système d'embrasement progressif des coques. En plaçant 2 000 coques les unes contre les autres, en file, le feu prend progressivement. Jamais plus de 3 coques s'embrasent simultanément dans chaque file. Il a fait deux files de coques, qui s'enroulent de l'extérieur vers l'intérieur. Les coques sont séparées par des parpaings de ciment.

A l'étape, une grille en métal retient des noix (coque et albumen) prêtes à être séchées. Elles sont disposées aléatoirement et n'ont pas besoin d'être disposée albumen vers le bas comme dans la méthode traditionnelle. Le système peut sécher 300 cocos à chaque fois.

Le bilan matière pour les coques est positif. C'est-à-dire qu'il y a davantage de coques que besoin de combustibles.



Figure 18 : Système de séchage de M. Armour : A gauche, le four situé au rez-de-chaussée ; A droite, les noix qui séchent au dessus du four

Le séchage de coprah par son procédé dure 2 à 3 jours.

- **Mode de plantation**

En ce qui concerne le mode de plantation de la cocoteraie, les cocotiers sont tous écartés de 25 pieds, soit 7,6 mètres. Avec une telle disposition, on peut placer 169 cocotiers sur un hectare, soit plus de 11 300 cocotiers sur 67 hectares de plantation.

D'autre part, M. Armour a observé une diminution de la production de ses cocotiers, âgés de plusieurs dizaines d'années. Il associe cette perte de productivité à un appauvrissement des sols. Pour y faire face, il a développé de la polyculture en cultivant des plantes maraîchères entre ses cocotiers. On y retrouve en particulier des citronniers et des bananiers.



Figure 19 : Types de polycultures mises en œuvre sur le domaine de M. Armour

Ce type de plantation a pu être observée à d'autres endroits, sur la côte Est de la Dominique. Nous avons également observé la présence de cacaoyer dans les cocoteraies.



Figure 20 : Photographies de plantations de cocotiers, de bananiers et de cacaoyers



L'inconvénient de ce mode de plantation est le risque de blessures. En effet, les bananiers sont disposés sous des cocotiers de plusieurs mètres de haut. Les bananiers sont donc placés dans le champ de chute des noix de coco. Si un agriculteur se trouve à cet endroit, au moment de la chute de noix, il encoure un risque pour sa santé. Plusieurs accidents liés à la chute de noix de coco ont déjà eu lieu sur ce type de plantation en Dominique.

6.5 M. Baunis Amos

M. Baunis Amos est un agriculteur qui possède une cocoteraie dans un terrain très escarpé, d'environ 300 cocotiers selon ses estimations.

Il valide également qu'un arbre peut donner facilement 200 noix par an. Toutefois, il a souligné la perte de productivité de ses cocotiers depuis la suspension du programme canadien "Coconut Programm" qui subventionnait des engrais (dans les années 1980 il semblerait).

Son terrain étant escarpé, il a besoin du renfort de 2 ou 3 personnes supplémentaires pour le ramassage des noix.

M. Baunis ne produit pas de coprah. Il vend directement ses noix de coco à un intermédiaire (dit "trader") au prix de 0,50 dollars EC par noix de coco (14 centimes d'euros).

Selon lui, plusieurs agriculteurs remplacent les cocoteraies par des bananeraies.

MINISTÈRE DE L'ÉGALITÉ DES TERRITOIRES
ET DU LOGEMENT

MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE,
DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DE L'ÉNERGIE

Direction de l'Environnement,
de l'Aménagement et du Logement
de la Martinique

Schoelcher, le 26 septembre 2013

Service du Bâtiment Durable
et de l'Aménagement

Étude ADEME « État des lieux des matériaux et
éco-matériaux, issus des matières premières
locales, exploitables en Martinique »

Unité Bâtiment Durable

Affaire suivie par : Georges MARIE-OLIVE

Objet : Contribution de la DEAL sur la filière terre crue
PJ : extrait du guide CP-MI et note de présentation détaillée Briques et Tuiles en Terres de Guyane (B2TG)

Objet du présent avis

Lors du comité de pilotage (COFIL) du 16 mai 2013 de la phase 2 de l'étude, « Étude du potentiel des filières », la DEAL a proposé d'émettre un avis informel sur la filière terre crue.

Deux possibilités d'éco-matériaux innovants sont pour la construction:

- scénario 1 : le Bloc de Terre Comprimé (BTC) ;
- scénario 2 : l'adobe

Le présent avis informel porte sur la faisabilité technique face au séisme du scénario 1 : le BTC.

Avis concernant la faisabilité du BTC face au séisme

Rappel des modes constructifs traditionnels en Martinique du cadre réglementaire en construction parasismique

- Définition des principaux modes constructifs traditionnels

En Martinique, les 2 modes constructifs les plus couramment utilisés sont :

- les bâtiments à ossatures et murs en béton armé ;
- les bâtiments en maçonneries chaînées (plus de 90% des constructions de maisons individuelles).

« La maçonnerie chaînée est un système constructif de murs porteurs en blocs à maçonner confinés par un réseau de chaînages verticaux et horizontaux coulés en place après le montage des murs » (extrait du manuel Programme de formation en construction parasismique 2^{ème} édition – Martinique – 2010 de la DIREN)

Concernant les caractéristiques des blocs à maçonner, « les règles de construction parasismique autorisent la réalisation de murs de contreventement en maçonnerie, l'utilisation de tous les blocs normalisés (dont la résistance est connue) et possédant plus de 2 parois verticales longitudinales s'il ne s'agit pas de blocs pleins. L'Eurocode 8 (EC8) se réfère à la classification des blocs de

l'EC6 (maçonnerie) qui considère 4 groupes de blocs définis par des paramètres caractérisant la proportion de vides et l'épaisseur des parois. Les blocs du groupe 1 sont assimilés à des blocs pleins ».

- Cadre réglementaire
- L'Eurode 8, principalement, les règles de mise en œuvre de la maçonnerie chaînée en zone sismique. Tous permis de construire déposés à compter du 1er janvier 2014, devront respecter les dispositions de l'EC8.
- Le guide CP-MI Antilles « Construction parasismique des maisons individuelles aux Antilles – recommandations AFPS édition 2004 » (guide en cours de révision)

Caractéristiques mécaniques des matériaux

En intégrant les sollicitations d'origine sismique, le critère de la résistance en compression verticale n'est pas suffisant et il convient de le compléter par le critère de résistance en compression dans le sens horizontal.

Selon EC8 9.2.2, la résistance minimale des blocs de maçonnerie est évaluée conformément à la norme européenne EN 772-1 (pour application en France de la norme EN 1998-1-1).

A retenir les valeurs suivantes extraites du guide CP-MI Antilles :

- la résistance minimale à la compression des éléments de terre cuite, calculée sur la section brute doit être : 4 ou 6 ou 8 ou 10 ou 12 ou 15 Mpa pour les briques pleines ou les blocs perforés de terre cuite de 20cm d'épaisseur minimale ;
- d'autres critères influent fortement sur le bon comportement parasismique des ouvrages en maçonneries chaînées, notamment de la résistance du mortier, des classes de jointoiement et des caractéristiques du béton armé des chaînages.

Avis et sujétions

Au-delà de qualités avérées en matière de Haute Qualité Environnementale (essentiellement les confort thermique et acoustique) et de retombées attendues dans le Développement social (emploi de main d'œuvre peu qualifiée en insertion), les retours d'expérience de démarches similaires de BTC (cf. paragraphe ci-après) mettent en perspective des points suivants quant à la faisabilité technique et la viabilité économique de ce scénario :

- **Faisabilité technique**

1) Des études de recherche et développement devront être menées et cette mission comprendra à minima :

- les études techniques, normalisation (composition de la terre, analyse granulométriques et chimiques / liant à utiliser) ;
- les conditions optimales de fabrication (humidification / pressage, séchage, spécificité du matériel de production, etc) ;
- la détermination des conditions de contrôle de la fabrication (tests, détermination des caractéristiques mécaniques et physiques produits industrialisés) ;
- etc.

Pour information, le coût de ces études serait compris dans une fourchette de 60 000 à 100 000 €.

2) La certification aux normes de construction parasismique semble obligatoire pour le développement de la filière. A titre d'exemple en 2010, à Mayotte, le coût était estimé à 20 000 € auprès de la CAPEB Nationale, alors que ce département est classé en zone sismique d'aléa faible. En Martinique, zone d'aléa fort, cette estimation devrait être substantiellement plus élevée.

3) Les retours d'expérience mettent en lumière le risque d'atteinte aux personnes par ensevelissement après ruine et écroulement des cloisons en blocs de terre. Ce risque étant renforcé par l'épaisseur des murs et donc le volume de matériaux.

- **Viabilité économique**

Actuellement, le marché local est réparti entre les blocs en béton (parpaing) fabriqué par les entreprises MACOBE et SAPEB et les blocs en terre cuite de LA POTERIE DES TROIS-ILETS.

Les obstacles identifiés ci-après sont à prendre en compte pour pénétrer le marché local :

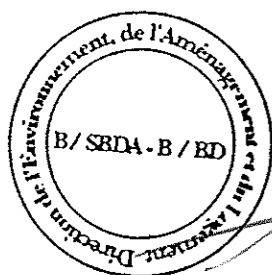
- la formation des professionnels du bâtiment, car la technique d'appareillage est totalement différente puisque les briques restent apparentes et ne pas sont recouvertes d'un enduit comme pratiqué actuellement. Si la fabrication des briques fait appel à une main d'œuvre peu ou pas qualifiée, par contre la mise en œuvre exige un savoir-faire précis et une main d'œuvre qualifiée ;
- les pratiques locales architecturales et culturelles qui nécessiteront un travail de promotion et d'information en vue d'un changement dont le succès n'est pas garanti.
- La nécessité d'établir au préalable un bilan économique global tenant compte des surcoûts dus : à la mise en place d'un chaînage au maillage éventuellement plus resserré par rapport aux modes constructifs usuels, aux mesures constructives à prendre d'une part pour protéger les parois contre l'humidité ambiante associée aux projections d'eau, et d'autre part pour confiner les matériaux en cas de ruine.

Retours d'expérience et études consultées

Le présent travail s'est appuyé principalement sur 2 retours d'expérience significatifs, proche de la problématique et des spécificités locales :

- Les Blocs de Terre Compressée Stabilisée (BTCS) développés par la société Briques et Tuiles en Terres de Guyane (B2TG) ;
- Les Briques en Terre Compressée (BTC) commercialisée à Mayotte depuis de nombreuses années par l'entreprise Eco Brique Construction.

Par ailleurs, la consultation de travaux d'organismes tels que CRATERRE, le CTMNC (Centre Technique de Matériaux Naturels du Construction) et des CETE (Centres d'Études Techniques de l'Équipement) ont alimenté cette réflexion.



Le Responsable de l'Unité Bâtiment Durable
Ingénieur des TPE

Hervé EMONIDES



ADEME Martinique

7, Zone de Manhity

97232 Le Lamentin

A l'attention de Mme VIOUJARD

ÉTAT DES LIEUX DES MATERIAUX ET ECOMATERIAUX, ISSUS DES MATIERES PREMIERES LOCALES, EXPLOITABLES EN MARTINIQUE

Rapport final PHASE 2 -Etape 3

Identification des difficultés et proposition de leviers de développement des filières

N° = Convention ADEME : 1144CO249





1 SOMMAIRE

1	SOMMAIRE	2
2	CONTEXTE ET OBJECTIFS	3
3	SYNTHESE DE L'ANALYSE MULTICRITERE	4
3.1	Méthodologie de l'analyse multicritère	4
3.2	Synthèse des résultats de l'analyse multicritère.....	5
4	FILIERE COCO	8
4.1	Récapitulatif d'analyse de filière	8
4.2	Problématique et plan d'action de la filière « coco»	8
4.3	Synthèse des leviers.....	9
5	FILIERE BOIS DE MAHOGANY	10
5.1	Récapitulatif d'analyse de filière	10
5.2	Problématique et axes d'action de la filière « bois de Mahogany ».....	10
5.3	Synthèse des leviers.....	11
6	LA FILIERE OUATE DE CELLULOSE	12
6.1	Récapitulatif d'analyse de filière	12
6.2	Problématique et plan d'action de la filière «ouate de cellulose»	12
6.3	Synthèse des leviers.....	12
7	FILIERE BAMBOU <i>VULGARIS</i>	13
7.1	Récapitulatif d'analyse de filière	13
7.2	Problématique et plan d'action de la filière Bambou <i>vulgaris</i>	14
7.3	Synthèse des leviers.....	14
8	LA FILIERE CIMENT FIBRE DE BANANE	15
8.1	Récapitulatif d'analyse de filière	15
8.2	Problématique et plan d'action de la filière « ciment fibre de banane ».....	15
8.3	Synthèse des leviers.....	16
9	FILIERE TERRE CRUE	17
9.1	Récapitulatif d'analyse de filière	17
9.2	Problématique et plan d'action de la filière « terre crue »	18
9.3	Synthèse des leviers.....	18
10	ACCREDITATION LOCALE DES ECO MATERIAUX	19
11	REFERENCES	20



2 CONTEXTE ET OBJECTIFS

Historiquement, les matériaux et les techniques constructives avaient un moindre impact sur l'environnement. L'utilisation de ressources locales et renouvelables étaient spontanément privilégiée. Peu à peu, l'utilisation de matériaux modernes, importés, et des techniques innovantes et parfois moins contraignantes ont remplacé les techniques traditionnelles caribéennes. Or ces matériaux sont le plus souvent fortement émetteurs de gaz à effet de serre (GES) et consommatrices de matières premières.

Le secteur de l'habitat est le deuxième secteur le plus consommateur d'énergie et représente avec le secteur résidentiel-tertiaire 37 % des consommations d'énergie primaire de Martinique, soit 20 % d'énergie finale (ADEME, 2007). La consommation d'énergie du secteur des bâtiments augmente de façon soutenue. Il est également le deuxième secteur d'émission de GES (37 %). Les modes de construction des bâtiments résidentiels et tertiaires, la quantité croissante d'équipements électriques et les fortes émissions de GES liées au mix énergétique local expliquent ces résultats.

D'abord développés dans le domaine des isolants, les éco-matériaux offrent la possibilité de réduire ces impacts environnementaux et énergétiques. Encore peu utilisés, la politique volontariste actuelle de transition énergétique à leur remobilisation. Plusieurs **éco-matériaux** ont été retenus pour leur potentiel global de développement en Martinique à l'issue de la phase 1 de l'étude « état des lieux des matériaux locaux et éco-matériaux issus des matières premières locales, exploitables en Martinique ». Cette étude s'insère dans le cadre du Schéma Régional Climat Air Energie de Martinique et a pour objectif de structurer les filières et de crédibiliser les éco-matériaux en Martinique.

L'étude de matériaux uniquement destinés à des usages limités, ou dont les filières sont déjà en place présente un intérêt limité. Aussi, il s'avère pertinent d'étudier les **filières globales**, prenant en compte tous les **matériaux ou valorisations des sous-produits associés**. Cette étude propose une vision globale des impacts et potentialités économiques des matériaux, et la prise en compte de l'impact d'un éco-matériau sur l'autre. Cette **étude de faisabilité**, préalable à la démarche de promotion et de valorisation d'une industrie locale à faible impact environnemental, analysera les 6 filières suivantes :

- ✓ **Bois** (bois de construction, tuiles de bois, isolant fibre de bois)
- ✓ **Coco** (fibre de coco, utilisation agro-alimentaire, toiture végétale)
- ✓ **Bambou** (valorisation brute, valorisation des chutes y compris à des fins énergétiques)
- ✓ **Terre crue** (avec fibres végétales)
- ✓ **Déchets de papier** (ouate de cellulose)
- ✓ **Banane** (brique ciment avec fibres de bananes)

L'étude se déroule selon les trois étapes :

- La première étape consiste en l'étude systémique des six filières : quantifier les gisements disponibles, identifier les acteurs actuels ou potentiels, et analyser l'existant pour déboucher sur la proposition de scénarii.
- La seconde étape consiste par la suite à évaluer les coûts de développement des filières et à analyser les impacts environnementaux des filières.
- **La troisième étape relève de l'identification des freins et leviers du développement et de l'évolution des six filières, avec la proposition d'outils d'aide à la décision. Cette étape fait l'objet du présent rapport.**



3 SYNTHESE DE L'ANALYSE MULTICRITERE

3.1 Méthodologie de l'analyse multicritère

Les filières sont analysées selon les sept critères suivants :

- **Le montant des leviers** : il correspond à l'ensemble des coûts nécessaires pour l'optimisation de la filière (coûts non pris en compte en étape 2)
- **Le temps de maturité** : il correspond au temps nécessaire à la mise en œuvre des actions d'optimisation de la filière
- **L'opérationnalité** : il correspond au temps minimum pour la mise en place de la filière.
- **Le temps d'amortissement** : il correspond au temps minimal nécessaire pour amortir les coûts d'investissements
- **Le bénéfice**, après le temps d'amortissement
- **L'impact CO₂**, émission de CO₂ de chacune des filières, sur une année
- **Emploi direct** : nombre d'emplois directs générés par la création de la filière

Ces sept indicateurs permettront de comparer les filières dans toute leur globalité.

Le tableau de synthèse ci-après reporte, pour chacune des filières, la valeur absolue de chacun de ces 7 critères :

Désignation	Montant des leviers	Temps de maturité	Opérationnalité	Temps d'amortissement	Bénéfice après amortissement	Impact CO ₂	Emploi direct
Filière bois de Mahogany	400 000 €	7 ans	1 an	2 ans	820 000 €	302	12
Filière terre crue (adobe)	909 000 €	8,5 ans	4 ans	15 ans	1 085 933 €	554	20
Filière fibre de banane	444 000 €	6 ans	6 ans	3 ans	1 319 333 €	2 100	26
Filière ouate de cellulose	100 000 €	3,4 ans	2 ans	4 ans	590 000 €	338	9
Filière coco	800 000 €	11 ans	3 ans	3 ans	9 916 667 €	122	41
Filière bambou <i>vulgaris</i>	55 148 000 €	6 ans	1 an	9 ans	1 756 900 €	1 826	36

Tableau 1 : Tableau de synthèse des valeurs absolues des critères étudiés pour les 6 filières



Dans l'étude multicritère proposée, à chaque critère est attribué une note, comprise entre 1 et 10. La valeur 1 correspond une note très défavorable et la valeur 10 à une note très favorable.

Les notes attribuées sont relatives d'une filière à une autre. Elles ne constituent pas une mesure absolue :

- La note 1 est attribuée à la filière qui présente le résultat le plus défavorable. Par exemple, le montant des leviers le plus défavorable correspond à celui de la filière bambou (55,15 millions d'euros). La note de 1 a donc été attribuée à la filière bambou.
- La note 10 est attribuée à la filière qui présente la note la plus favorable. Par exemple, le montant des leviers le plus favorable correspond à la filière ouate de cellulose (100 000 euros). La note de 10 a donc été attribuée à la filière ouate de cellulose.

3.2 Synthèse des résultats de l'analyse multicritère

Le tableau suivant reporte les notes relatives à chaque critère pour les 6 filières d'étude :

Désignation	Montant des leviers	Temps de maturité	Opérationnalité	Temps d'amortissement	Bénéfice après amortissement	Impact CO ₂	Emploi direct
Filière bois de Mahogany	8	5	10	10	2	8	2
Filière terre crue (adobe)	5	3	5	1	4	6	4
Filière fibre de banane	8	7	3	8	4	1	5
Filière ouate de cellulose	10	10	7	7	1	8	1
Filière coco	6	1	7	8	10	10	10
Filière bambou <i>vulgaris</i>	1	7	10	3	5	3	8

Tableau 2 : Tableau de synthèse des notes relatives des critères étudiés pour les 6 filières

Ces notes sont reportées dans un graphique de type « radar », comme suit :

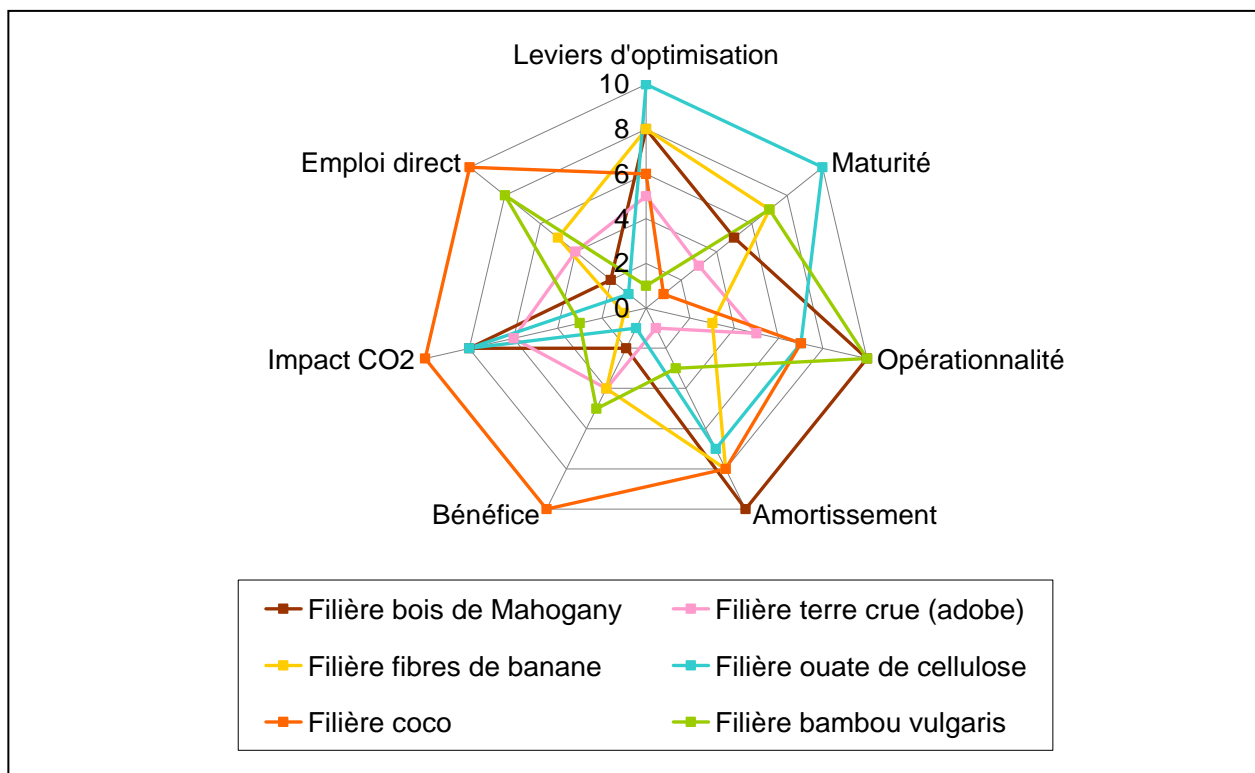


Figure 1 : Graphique représentant le profil analytique des 6 filières d'étude

L'analyse de comparaison des filières a permis d'établir une hiérarchie entre les filières selon leur « pertinence », c'est-à-dire leur attractivité, définie sur la base des 7 critères sélectionnés. Nous proposons donc le classement suivant :

Ordre de priorité	Filière
1	Coco
2	Bois de Mahogany
3	Ouate de cellulose
4	Bambou
5	Fibre banane
6	Terre crue

Tableau 3 : Classement des 6 filières selon leur pertinence globale (multicritère)



La pertinence des filières, ou encore leur « attractivité globale », multicritère, a été calculée en faisant la somme des 7 indicateurs, comme indiqué sur le graphique ci-après :

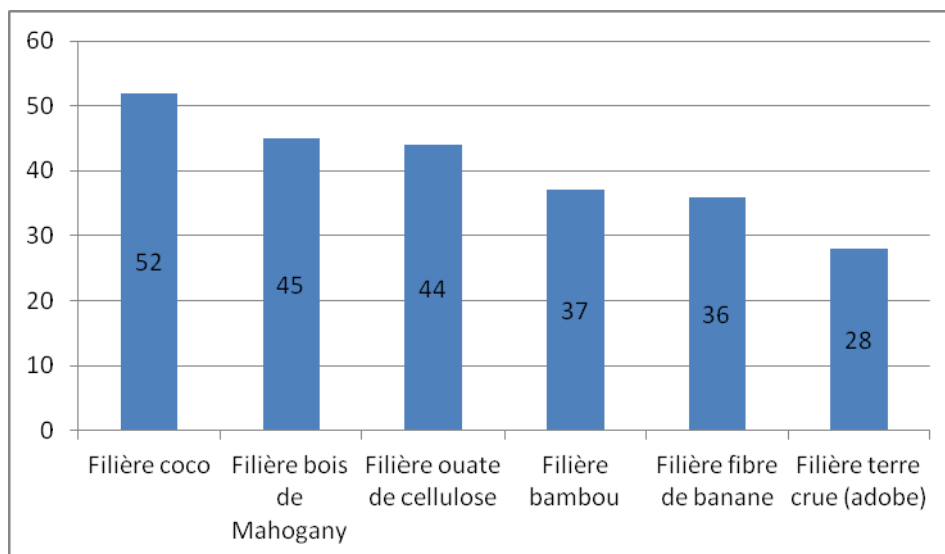


Figure 2 : Représentation graphique de la pertinence globale (multicritère) des filières

Ainsi, il apparaît que la filière « coco » serait globalement la filière la plus intéressante à mettre en œuvre. Cela est en grande partie lié au fait que cette filière, à échelle industrielle, permettrait de couvrir une part de marché non négligeable et dégager des bénéfices importants. Cette filière permettrait la création de nombreux emplois directs.

Les filières bois de Mahogany et ouate de cellulose seraient également pertinentes. La filière bois de Mahogany peut s'appuyer sur des infrastructures et du matériel déjà existant. La filière ouate de cellulose permet la valorisation matière de journaux disponibles à un prix bas.

4 FILIERE COCO

4.1 Récapitulatif d'analyse de filière

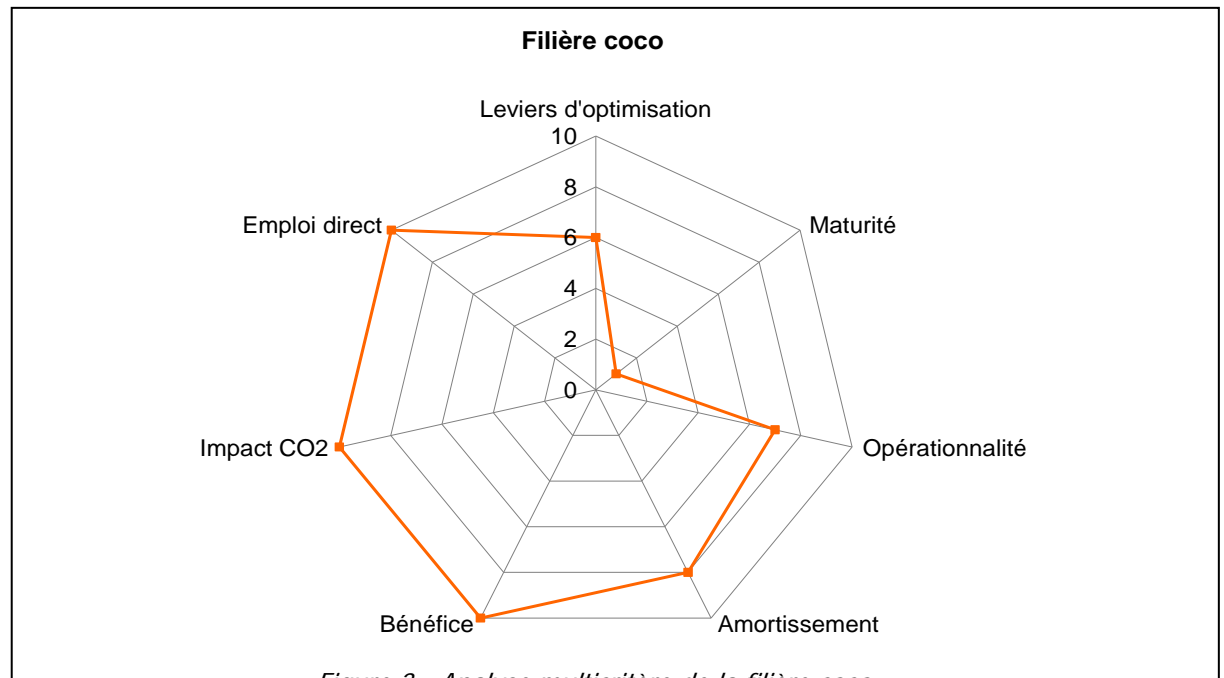


Figure 3 : Analyse multicritère de la filière coco

La filière coco est la plus pertinente des 6 filières étudiées au regard des critères pris en compte (indicateurs sociaux, économiques et environnementaux favorables). Le critère de « temps de maturité » reste malgré tout élevé.

4.2 Problématique et plan d'action de la filière « coco »

4.2.1 Levier 1

La problématique essentielle de la filière coco est la **quantification du gisement**. Une campagne de reconnaissance de cocotier permettra de caractériser le nombre, l'âge, les dimensions des cocotiers de Martinique. Cette campagne nécessitera 30 personnes en service civique sur une durée de **1 an**, soit un **budget minimal** de **360 000 €**. L'entrepreneur peut proposer aux volontaires en service civique un salaire plus attrayant, la différence étant à sa charge. Au vu des bénéfices dégagés par la filière, cela est préconisé.

4.2.2 Levier 2

La mise en œuvre de la filière nécessite d'éviter le risque de **transmission de la leptospirose** : les rats grimpent sur les cocotiers puis percent les jeunes noix de coco pour récupérer l'albumen. Pour éviter ce risque un anneau cylindrique à surface lisse devra être installé à la base du cocotier, afin que le rat ne puisse pas grimper. Si l'anneau est vendu 20 € pièce, il faudra un budget de **140 000 €** pour protéger l'ensemble des 7 000 cocotiers exploités. Cette opération se mettrait en place progressivement en **1 année**, par l'équipe chargée de la quantification du gisement.



4.2.3 Levier 3

Il est envisageable **d'étendre la surface de plantation de cocotier en Martinique** pour répondre au besoin d'isolation thermique des 4 000 habitats neufs par an. Ces plantations extensives devront s'effectuer sur **le périmètre d'une surface agricole ou privée**. Il faudra une surface de plantation de 292 ha, pour répondre au besoin d'isolation thermique de 3 500 habitats. Le volume de 35 000 m³ de **fibres de coco pourront être vendu à 8 €/m²**. Cette opération pourra se faire progressivement sur **5 ans**.

Il est important **d'éviter la monoculture**, méthode agricole qui favorise le développement des maladies (propice aux contaminations), et, dans le cas des cocotiers, l'acidification des sols. Aux Antilles, les cocotiers sont menacés par une maladie dite « jaunissement mortel du cocotier ». Si elle n'est pas officiellement détectée en Martinique pour l'heure, elle l'est pour des îles voisines (Cuba, Jamaïque...). Il s'agit donc d'une menace non négligeable pour la filière car cette maladie est difficile à prévenir (insectes comme vecteurs de la maladie) et il n'existe pas de remède efficace qui ne soit pas sans conséquence pour l'environnement.

4.2.4 Levier 4

Le gisement de cocotier martiniquais permettrait d'équiper 600 habitats. Or le rythme de construction neuve est de 1 400 habitats individuels par an. **Le gisement en fibres de coco de la Dominique** permettra d'augmenter le rythme de production d'isolants, et par suite, de couvrir une plus grande part du marché de l'isolation thermique en Martinique.

Pour équiper 800 habitats individuels martiniquais supplémentaires, la Dominique peut fournir l'équivalent de la production en fibres de 67 ha de cocoteraie. La récupération de la bourre de coco de mobiliserait 10 ouvriers, pour un coût estimé à 5 €/m³. L'investissement nécessaire au transport maritime est estimé à 100 000 € (achat du bateau) et le coût du transport est estimé à 10 €/m³. **Le prix de revient de la fibre de coco issue de la Dominique est de 15 €/m³**. Ainsi, le prix de vente de la **fibre de coco pourrait être de 8 €/m²** (prix du marché de l'isolation thermique). Cette opération de transit entre la Dominique et la Martinique pourra se mettre en place sur **une année**. Le propriétaire de la plus grande plantation de cocotiers a déjà fait part de son engouement au projet.

4.2.5 Levier 6

La filière isolation thermique en fibre de coco, nécessite une **certification ACERMI/CSTB**. Le temps de certification est estimé à **3 ans** et pour un montant de l'ordre de **200 000 €**.

4.2.6 Levier 5

La chute de noix de coco est un risque mortel, donc représente un frein au développement de la filière. Pour maîtriser ce risque, **il faudra interdire toutes activités à un rayon de 3 mètres des cocotiers**.

4.3 Synthèse des leviers

La maturité de la filière coco nécessite un temps de 11 ans, pour un investissement de l'ordre de 800 000 €.

La filière coco est opérationnelle dans un temps minimum de 3 ans.



5 FILIERE BOIS DE MAHOGANY

5.1 Récapitulatif d'analyse de filière

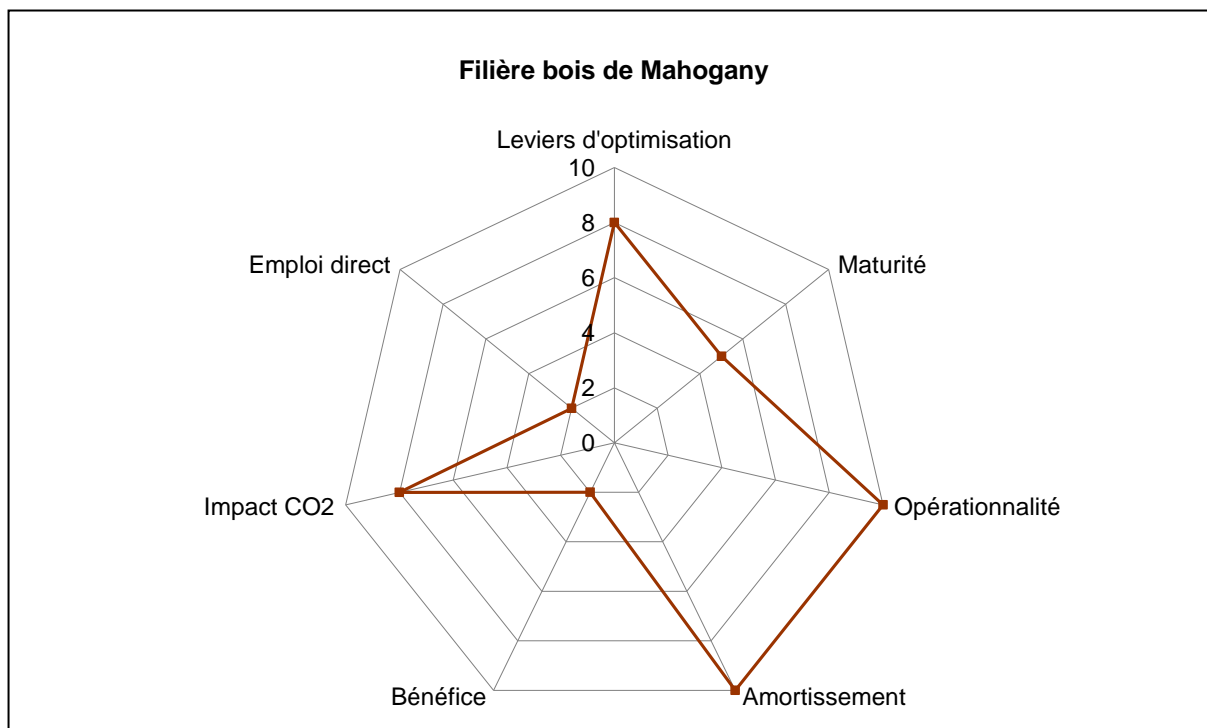


Figure 4 : Analyse multicritère de la filière bois de mahogany

La filière bois de mahogany est la deuxième plus attractive, elle se distingue par son faible temps de retour sur investissement, qui la rend par ailleurs opérationnelle dès la deuxième année. Le bénéfice après amortissement serait d'environ 800 000 €, ce qui est inférieur aux autres filières (sauf ouate de cellulose).

5.2 Problématique et axes d'action de la filière « bois de Mahogany »

5.2.1 Levier 1

La principale problématique de la filière bois de Mahogany est le temps de séchage du bois. En effet, le temps de séchage du bois à l'air libre est de 3 mois. Du fait du fonctionnement en flux tendu des scieries, cette durée représente la différence de temps entre la commande du client et la réception du bois sec.

La mise en œuvre d'une **unité de séchage forcée** du bois de Mahogany permettrait un séchage en **10 jours**. L'investissement d'une unité de séchage « air/air », en utilisant les copeaux de bois comme combustible, est de l'ordre de **200 000 €**.

Le temps de mise en œuvre d'une unité de séchage « air/air » est estimée à **1 an**.



5.2.2 Levier 2

La **caractérisation des caractéristiques physico-mécaniques** du bois de Mahogany par un laboratoire agréé et des protocoles expérimentaux normalisés, est une étape qui permettrait de rassurer le marché sur la robustesse de construction en bois de Mahogany. Le retour d'expérience de l'île de la réunion pour la caractérisation physico-mécanique du *cryptomeria japonica* soulève un besoin financier de **204 000 €** et un temps de certification de **6 ans**.

5.3 Synthèse des leviers

La maturité de la filière bois de Mahogany nécessite un temps de 7 ans et un investissement de l'ordre de 400 000 €.

La filière bois de Mahogany est en revanche opérationnelle rapidement, car elle s'appuie sur une infrastructure et du matériel déjà existant. Il convient en revanche que l'ONF puisse s'adapter à la demande qui serait croissante d'année en année, tout en gérant durablement la forêt publique.

Enfin, l'exploitation des forêts privées pourrait être un axe supplémentaire d'optimisation de la filière, dans un second temps, si la demande en bois est conséquente.



6 LA FILIERE OUATE DE CELLULOSE

6.1 Récapitulatif d'analyse de filière

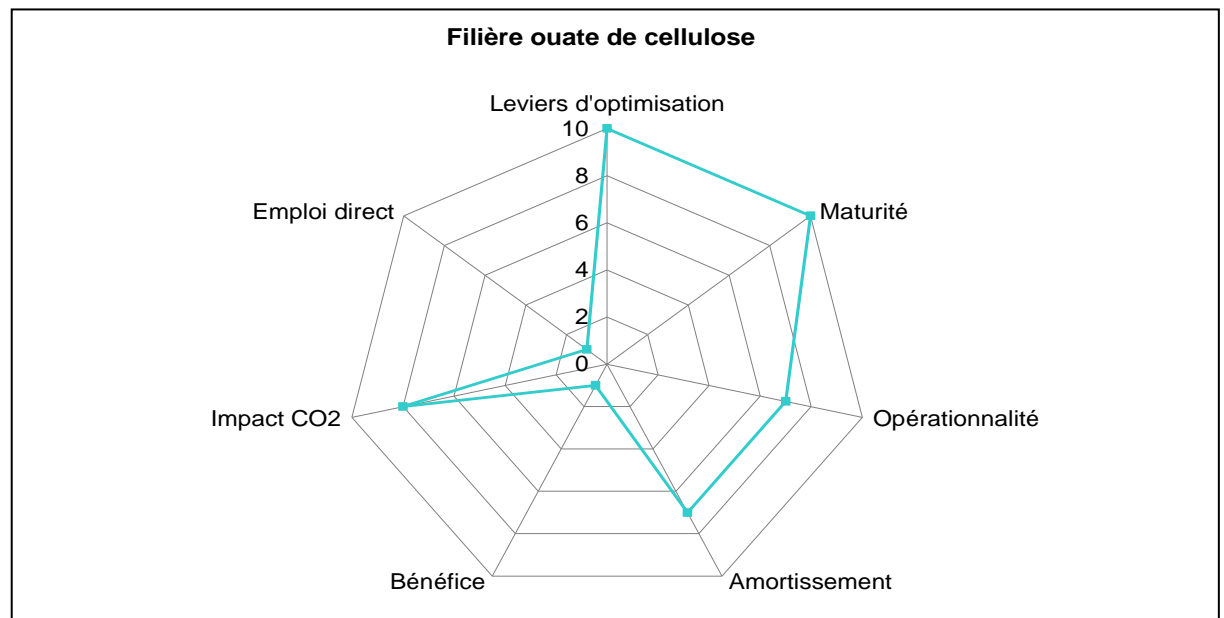


Figure 5 : Analyse multicritère de la filière ouate de cellulose

La filière « ouate de cellulose » est la troisième filière la plus pertinente. Toutefois la faible valeur des indicateurs « d'emploi direct » et de « bénéfice » ne permet pas un meilleur classement.

6.2 Problématique et plan d'action de la filière « ouate de cellulose »

6.2.1 Levier 1

La filière ouate de cellulose, nécessite une **certification ACERMI/CSTB**. Le temps de certification est estimé à **2 ans** et pour un montant de l'ordre de **200 000 €**.

6.2.2 Levier 2

Une équipe constituée de 3 ingénieurs d'étude pourront **affiner le dimensionnement** de l'usine. Le temps de l'étude est estimé à **4 mois**, soit un budget de **48 000 €**.

6.3 Synthèse des leviers

La maturité de la filière ouate de cellulose nécessite un temps de 3 ans et 4 mois, pour un investissement de l'ordre de 248 000 €.

La filière ouate de cellulose est opérationnelle dans un temps minimum de 3 ans.

7 FILIERE BAMBOU *VULGARIS*

7.1 Récapitulatif d'analyse de filière

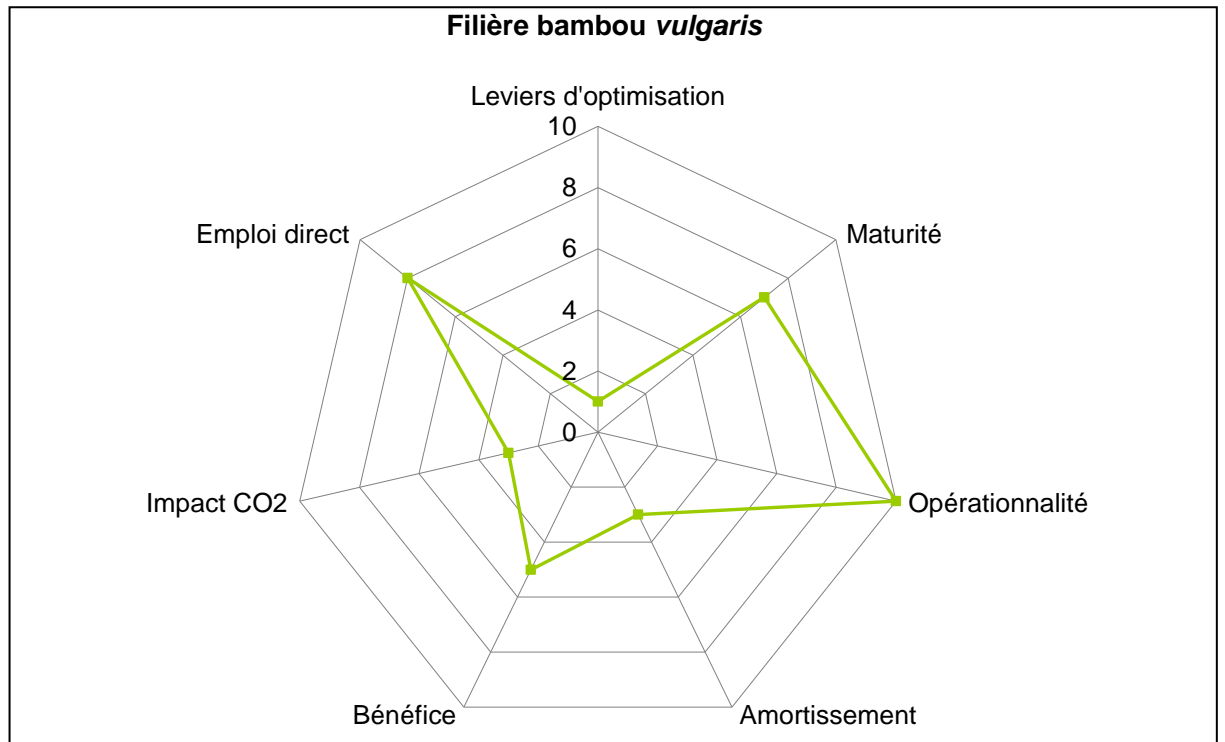


Figure 6 : Analyse multicritère de la filière bambou *vulgaris*

Pour mémoire, cette filière concerne exclusivement le bambou dit « local ». Malgré des critères « temps de maturité », « opérationnalité » et « emplois directs » favorables, les autres critères sont peu encourageants pour le développement de la filière bambou *vulgaris*, pour sa valorisation artisanale et énergétique.

L'utilisation artisanale du bambou est une activité immédiatement opérationnelle, propice aux nouveaux emplois directs, qui génère des bénéfices en peu de temps, avec un impact très faible en CO₂.

En revanche, l'aspect « valorisation énergétique » du bambou implique un investissement conséquent et long à amortir (3 ans d'amortissement, 10 ans d'opérationnalité). L'impact en CO₂ est lié au procédé de valorisation énergétique du bambou, très énergivore. Toutefois, il convient que le bilan carbone de la filière est avantageux puisqu'elle consomme de l'énergie pour en produire davantage.

Ainsi, l'étude de la filière bambou *vulgaris* dans sa globalité cumule les impacts de ces 2 activités, pourtant très divergents.



7.2 Problématique et plan d'action de la filière Bambou *vulgaris*

7.2.1 Levier 1

Le Bambou *vulgaris* est une espèce envahissante. C'est pourquoi la création d'une filière nécessite de maîtriser ce caractère invasif du bambou local.

Pour éviter la prolifération du rhizome, il est préconisé de mettre en place une barrière anti rhizome en polypropylène pour la plantation d'une touffe de bambou. Une filière de 111 hectares de bamboueraie engendrerait une dépense de **55 000 000 € de barrière anti rhizome** (main d'œuvre comprise). La durée de cette opération est estimée à **2 ans**.

7.2.2 Levier 2

Pour obtenir un maximum de chaumes droits, il est primordial que la culture de bambou se fasse sur **des surfaces non ombragées**. Ainsi, un élagage en périphérie des bosquets favorisera le développement de la filière. La durée de cette opération de défrichage est estimée à **1 an**. L'entretien des bosquets de bambou est réalisé au moment de la récolte des chaumes.

7.2.3 Levier 3

Il est souhaitable de mesurer les **impacts sur l'environnement des différentes espèces de bambous présentes en Martinique** (*vulgaris* inclus) : impact sur le sol, sur la biodiversité, caractère envahissant, etc. Par exemple, le Bambou *guadua*, présent en Martinique, présente des caractéristiques intéressantes pour l'artisanat, et aurait un impact sur l'environnement moindre que le Bambou *vulgaris*. Cette étude permettrait de juger du caractère envahissant et, par suite, des moyens de précaution à mettre en œuvre. Cette étude nécessitera 2 experts sur une durée de **4 mois**, soit un budget de **48 000 €**.

7.2.4 Levier 4

L'utilisation des **tuiles de bambou nécessite une certification CSTB**, ce qui engendre une dépense de l'ordre de **100 000 €**, pour une durée de certification estimée à **3 ans**.

7.3 Synthèse des leviers

La maturité de la filière nécessite un temps de 6 ans, pour un investissement de l'ordre de 55 148 000 €.

La filière bambou *vulgaris* est d'ores et déjà opérationnelle.

8 LA FILIERE CIMENT FIBRE DE BANANE

8.1 Récapitulatif d'analyse de filière

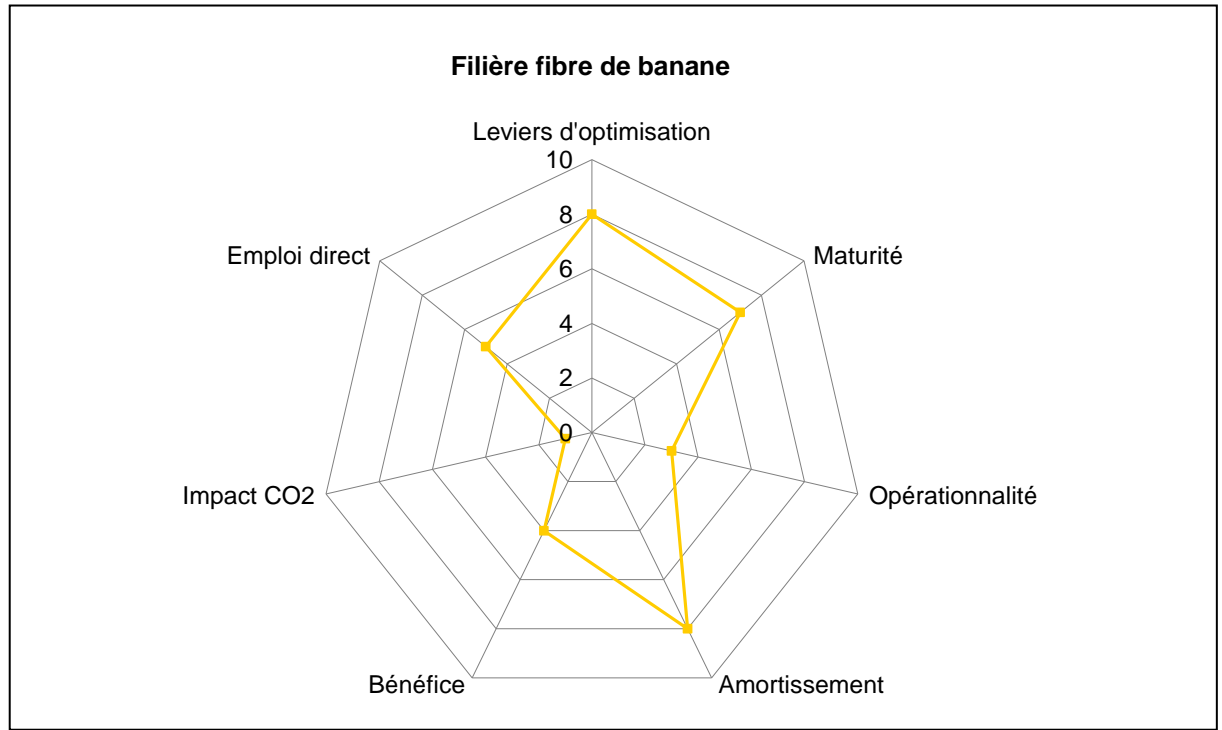


Figure 7 : Analyse multicritère de la filière banane

La filière « ciment fibre de banane » présente des indicateurs de valeur hétérogènes. L'indicateur d'impact CO₂ est très faible, ce qui ne lui permet d'être classé parmi les filières les plus attractives. Ceci est dû en particulier au procédé d'extraction des fibres végétales. Toutefois, le caractère expérimental de cette filière peut introduire des variations de l'indicateur d'impact CO₂.

8.2 Problématique et plan d'action de la filière « ciment fibre de banane »

La filière ciment fibre de banane est encore à l'échelle expérimentale. La réalisation d'essais technologiques du matériau avec l'étude d'un bâtiment pilote servira de base pour la certification CSTB de ce matériau et, *in fine*, permettra de mesurer ses caractéristiques en matière de résistances sismiques et thermiques.



8.2.1 Levier 1

Le temps **d'optimisation du procédé de fabrication de la fibre de banane traité** est de **1 an**. Le besoin humain associé est de 2 experts à temps plein, soit un budget de **144 000 €**.

8.2.2 Levier 2

Le temps de **réalisation des études techniques avec la réalisation d'un habitat pilote** est estimé à **un an**, pour un montant de **200 000 €**.

8.2.3 Levier 3

Le temps de certification CSTB est estimé à 4 ans pour un investissement de **100 000 €**.

8.3 Synthèse des leviers

La maturité de la filière fibre de banane nécessite un temps de 6 ans et un investissement de l'ordre de 444 000 €.

La filière fibre de banane est opérationnelle dans un temps minimum de 6 ans.

9 FILIERE TERRE CRUE

9.1 Récapitulatif d'analyse de filière

La filière terre crue comprend l'adobe et le Bloc de Terre Comprimée (BTC). Ces deux dernières ont des caractéristiques économiques et environnementales similaires. Nous avons opté ici pour l'étude de la filière terre crue à travers l'analyse de l'adobe. Il ne s'agit donc pas du scénario d'adaptation de la poterie des trois îlets, déjà existante, vers une production de terre crue, mais du scénario de création d'une nouvelle filière avec une nouvelle infrastructure.

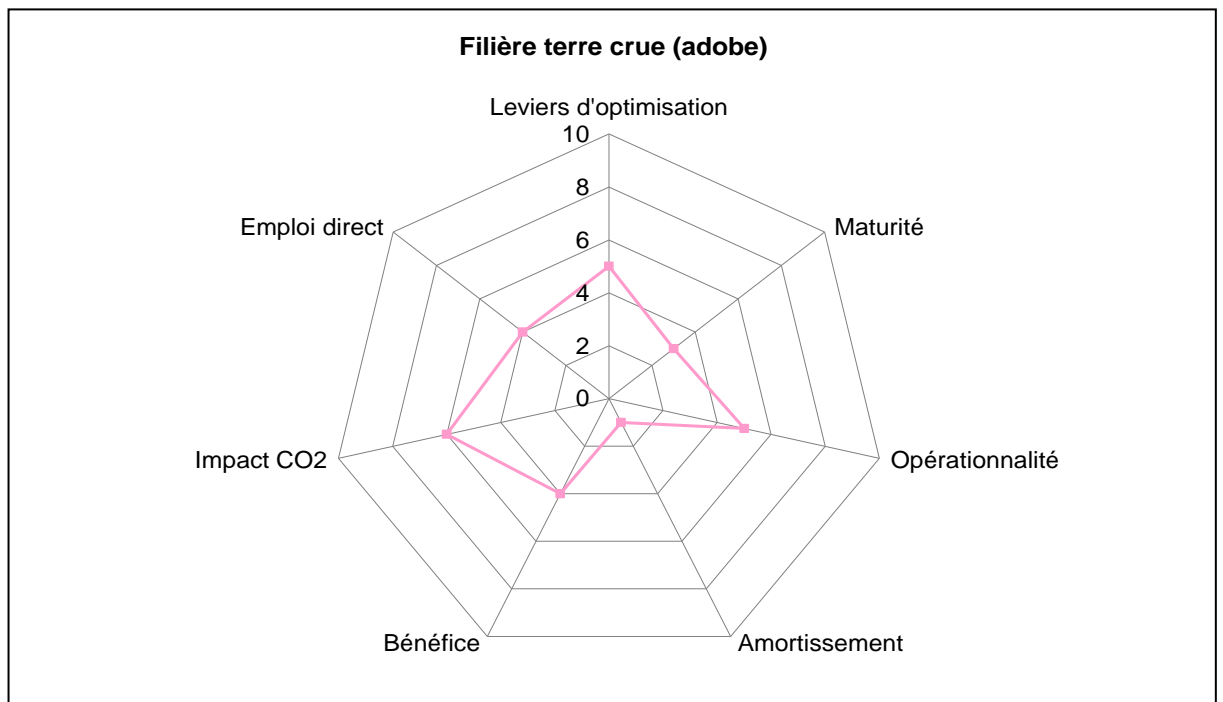


Figure 8 : Analyse multicritère de la filière terre crue (adobe)

La terre crue est la filière considérée comme la moins pertinente, car le temps de maturité, le temps de retour sur investissement et le montant des leviers sont plus élevés que les autres filières.

Remarque : Dans le cadre d'une adaptation de la filière terre crue existante en filière terre cuite, les résultats sont différents. En effet, dans ce second scénario, les investissements sont considérablement réduits. La note attribuée pour l'indicateur de « temps de retour sur investissement » et « Amortissement » sont, par suite, très inférieurs.



9.2 Problématique et plan d'action de la filière « terre crue »

La terre crue seule ne suffit pas à fabriquer une brique de terre (adobe ou BTC) répondant à toutes les contraintes climatiques caribéennes. Pour y pallier, il faudrait mettre en place un comité de recherche appliqué sur 4 aspects de la construction adobe :

- ✓ La caractérisation des terres et carrières de l'horizon B martiniquaise
- ✓ La composition des différents composants des briques d'adobe et BTC
- ✓ La méthode de fabrication
- ✓ La mise en œuvre de chaînage

9.2.1 Levier 1

Le temps de **caractérisation des terres utilisables pour la construction** est estimé à **1 an**. Le besoin humain est estimé à 1 ingénieur et 1 technicien à plein temps, soit un budget de **96 000 €**.

9.2.2 Levier 2

Le temps des **essais destinés à la composition en terres et autres substrats** sont estimés à **1 an**. Le besoin humain est estimé à 2 experts à plein temps, soit un budget de **144 000 €**.

9.2.3 Levier 3

Le temps **d'optimisation de la méthode de fabrication** est estimé à **6 mois**. Le besoin humain est estimé à 2 experts ou ingénieur d'étude à plein temps, soit un budget de **77 000 €**.

9.2.4 Levier 4

Le temps de **formation du personnel** à la fabrication en terre crue et à sa mise en œuvre est estimé à **2 ans**. Le besoin humain associé est de 2 formateurs à temps plein, soit un budget de **192 000 €**. La CMA pourrait contribuer à la formation d'artisans martiniquais pour les bonnes pratiques de mise en œuvre du matériau.

9.2.5 Levier 5

Le temps de **certification CSTB** est estimé **4 ans**, avec la réalisation de deux maisons pilote. Le coût de la certification CSTB est estimé à **100 000 €** et les **deux maisons pilotes** sont estimées à un coût de **300 000 €**.

9.3 Synthèse des leviers

La maturité de la filière terre crue nécessite un temps de 8,5 ans et un investissement de l'ordre de 909 000 €.

La filière terre crue serait opérationnelle dans un temps minimum de 4 ans.



10 ACCREDITATION LOCALE DES ECO MATERIAUX

La problématique liée à la certification d'isolants thermiques en Martinique se généralise à l'ensemble des éco matériaux.

D'après le CSTB (organisme délivrant la note technique) et l'ACERMI (organisme délivrant la certification non obligatoire ACERMI pour les isolants), la production locale d'isolant ne saurait être certifiée ACERMI, du fait de la divergence des modes constructifs et du climat par rapport aux conditions dites « standards ».

Cependant, **la certification ACERMI n'est pas obligatoire**. D'autre part, elle n'est ni nécessaire ni suffisante pour que l'isolant puisse bénéficier de l'agrément « Isol'Eko » d'EDF.

Cette problématique est intrinsèque à tous les éco matériaux isolants. Pour contourner ce frein, une certification locale pourrait être créée. Une démarche comparable de certification locale de matériaux de construction a été entreprise à la Réunion. La création d'une certification locale de matériaux de construction s'établirait en cinq étapes :

- ✓ La première consiste à **réunir** sous forme associative **toutes les parties prenantes des filières éco matériaux et les pouvoirs publics**.
- ✓ La seconde consiste à **recenser et réglementer l'ensemble du savoir-faire** de fabrication et réalisation.
- ✓ La troisième consiste à **fournir les moyens à un laboratoire local** spécialisé dans l'étude des matériaux, d'être **reconnu par l'AFNOR comme organisme certificateur**.
- ✓ La quatrième consiste à **mettre en place un protocole de certification** des éco matériaux et des entreprises, sous la gouverne de l'association.
- ✓ La cinquième consiste à **mettre en place un protocole de financement** des projets promouvant l'éco habitat, sous la gouverne de l'association.

Cette problématique est identique pour la Guadeloupe et la Guyane, proches géographiquement. Une mutualisation permettra de renforcer cette démarche.

D'autre part, les acteurs ayant participé à la création de la certification de matériaux à la Réunion pourraient contribuer au bon déroulement de cette démarche en Martinique. Leurs interventions pertinentes et leur retour d'expérience serait bénéfique à la démarche.

11 REFERENCES

Titre	Etat des lieux des matériaux et éco-matériaux, issus des matières premières locales, exploitables en Martinique Phase 2 – Etape 3
Destinataires	ADEME Martinique
Personne(s) rencontrée(s)	Bruneilde VIOUJARD et Benoît LACROIX (ADEME) Aurian ARRIGONI (Transénergie Caraïbes) Kurt GREGO-EUCHETTE (Transénergie Caraïbes) Marie-Ange ARSENE (COVACHIM) Nadège DE PERCIN (CMA) Isabelle LISE (CCI) Michel DE JAHAM (France Antilles) Sonia TREFLE (AME) Thierry CLEMENT (DAAF) Patrick DELORME et Jean-Luc LABORDE (EDF) Christophe RELOUZAT et Lucette LORNE (AFIBAD) Sylvie LE NOURY-MARCELIN (Poterie des 3 Ilets) Alexandra BOULON (Oréade / Réseau Rural)
Auteur(s)	Léa OIKNINE Kinsky ACDALARD
Contrôle qualité	Muriel IRIBAREN
Références	D1BC-R0435/13/LO
Version	VF
Date	16 octobre2013