



**Projet Centrale EDF Biofuel Larivot  
Potentiel de production d'EMAG en Guyane**

**Auteurs :**

Jean-Christophe ROGGY - Unité ECOFOG (Guyane)

Harry OZIER-LAFONTAINE - Centre de recherche Antilles-Guyane (Guadeloupe)

Antonio BISPO - Unité InfoSol (Orléans)

avec le support de Sybille De Mareschal et Bruno Pierel pour la bibliographie

## **Eléments de contexte et demande de la DGTM :**

Comme indiqué dans le compte rendu de notre première rencontre :

*« La centrale du Larivot, se substituera à la centrale de Dégrad des Cannes et autres installations thermiques, dès sa mise en service en 2023 ; elle constituera un élément stratégique et structurant de la fourniture énergétique de la Guyane.*

*La Ministre de la Transition Ecologique s'est prononcée pour que la centrale, initialement prévue d'être alimentée au fuel léger, puisse fonctionner, dès sa mise en service, à la biomasse liquide. Aucune production de ce type n'existant toutefois sur le territoire, la biomasse liquide sera principalement importée, au moins au démarrage de la centrale.*

*Il est donc intéressant de se questionner sur le potentiel de développement d'une production de biomasse liquide sur le territoire guyanais pour se substituer progressivement aux importations et améliorer ainsi l'autonomie énergétique de la Guyane, tout en contribuant au développement d'une nouvelle filière de production.*

*Différentes difficultés liées au manque de structuration des filières végétales, aux freins techniques ou à la question de l'acceptabilité sociale sont d'ores et déjà identifiées. L'INRAE, dans son analyse, pourrait étudier les aspects techniques tout en prenant en compte les facteurs et sociaux et environnementaux. »*

Dans ce contexte INRAE : peut proposer un rapport à dire d'experts sur les trois points suivants :

- benchmark des sources de biomasse liquide (cultures potentielles, opportunité de la liquéfaction de la biomasse solide, déchets/sous-produits d'autres filières...);
- opportunité de la mise en place de ces cultures potentielles (y compris en tenant compte de la caractérisation des sols et de la SAU réellement disponible) ;
- acceptabilité sociale (concurrence avec la production alimentaire, enjeu environnemental lié aux espèces exogènes et à la déforestation directe et indirecte).

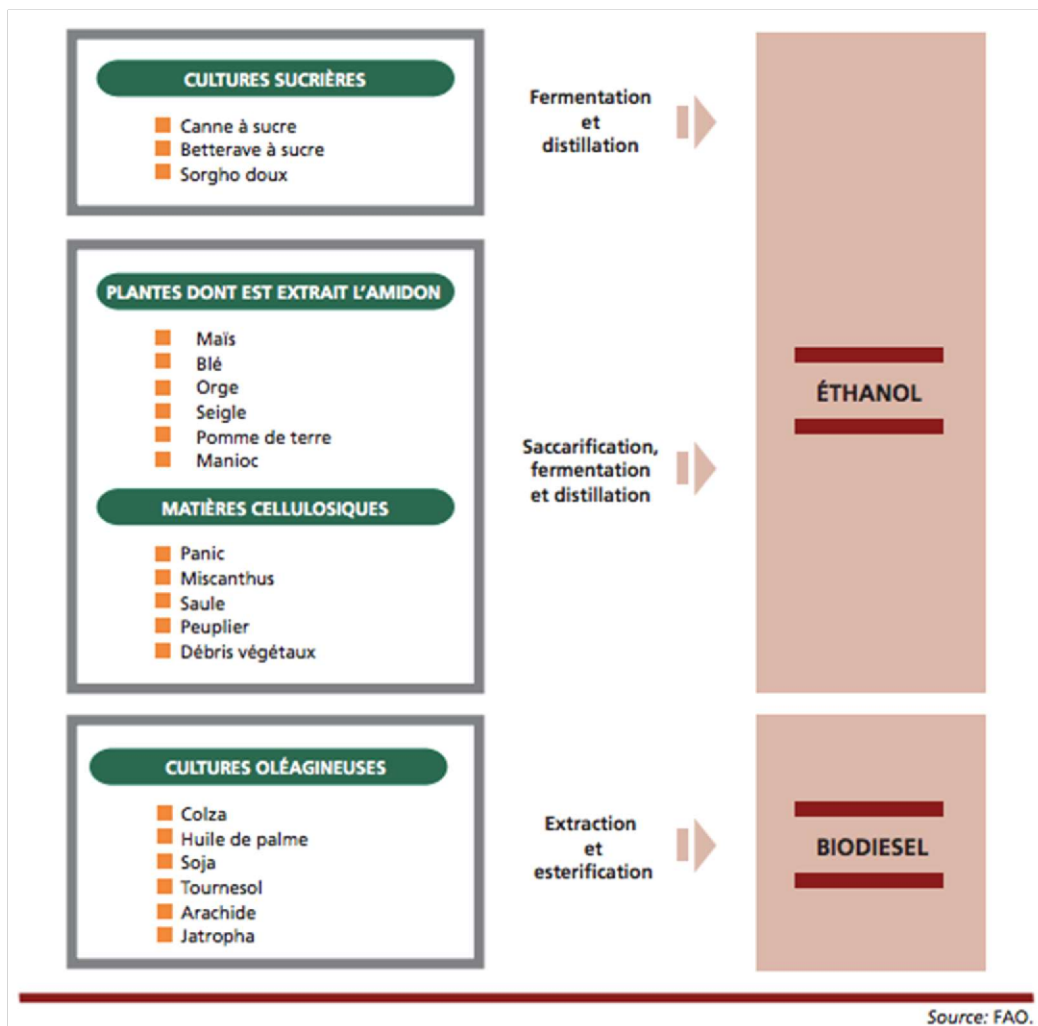
Notre proposition actuelle concerne les deux premiers points mais nous avons tout de suite intégré à la fois des considérations générales sur les recommandations d'éviter la déforestation, de maintenir la biodiversité et de préserver les sols et des conditions spécifiques à la Guyane à savoir : une autonomie alimentaire limitée et des conditions pédoclimatiques particulières qui s'ajoutent à celles mentionnées ci-dessus (*manque de structuration des filières végétales, aux freins techniques ou à la question de l'acceptabilité sociale*).

### **1. La valorisation de la biomasse végétale et le recyclage des huiles végétales usagées comme moyens de production de biocarburants liquides**

La production de biocarburant liquide peut se faire i) à partir de différents processus d'extraction/transformation de biomasse végétale (Fig.1), ou, ii) à partir de procédés de valorisation d'huiles végétales usagées (Fig. 2).

Concernant les méthodes de valorisation de la biomasse végétale, on distingue trois filières principales :

- La fermentation/distillation à partir de cultures sucrières pour la production d'éthanol
- La saccharification/fermentation et distillation à partir de l'amidon ou de la matière cellulosique de plantes pour la production d'éthanol
- L'extraction puis l'estérification à partir de plantes oléagineuses pour la production de biodiesel ou biocarburant liquide



**Figure 1.** Conversion de matières premières agricoles en biocarburants liquides

C'est cette troisième voie qui est envisagée par EDF pour alimenter la Centrale du Larivot à partir d'ester méthyliques d'acide gras conforme à la norme EN 14214. L'EMAG sera pour le moment importé.

Les huiles végétales usagées peuvent être valorisées pour la production de biocarburants visant à alimenter des chaudières, groupes électrogènes ou véhicules diesel. Ces aspects sont bien décrits dans la fiche synthétique n° 11 du Conseil Général de Guyane fournie en référence de ce dossier.

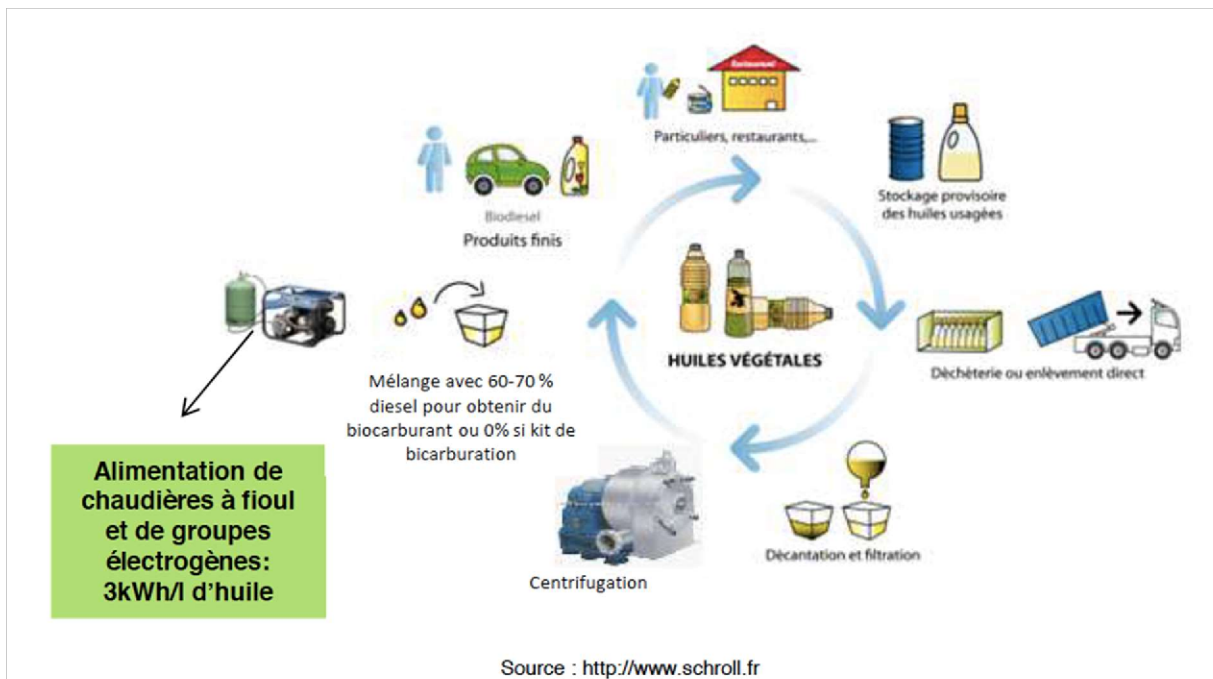


Figure 2. Recyclage des huiles végétales usagées

## 2. Les gisements oléagineux endogènes en Guyane et les possibilités d'exploitation

En Guyane, les deux types de gisements oléagineux exploitables sont :

- Les huiles végétales usagées domestiques ou industrielles
- Les espèces oléagineuses rassemblant plusieurs genres (palmiers, arbustes et arbres)

### 2.1 Les huiles végétales usagées

Les huiles usagées représentent l'ensemble des huiles minérales ou synthétiques inaptées après usage à l'emploi auquel elles étaient destinées comme huiles neuves. La filière Guyanaise porte sur les huiles minérales et synthétiques usagées d'origine automobile (moteurs, transmissions, freins...) et industrielles, produites par les ménages et par les activités professionnelles (restauration...). Ce sont ces dernières qui sont susceptibles d'être utilisées pour la fabrication de carburant liquide.

**Estimation des gisements : environ 1 200 t en 2017 avec une évolution de 7% /an** (source ADEME – les chiffres clés des déchets en Guyane – état des lieux et perspectives 2015-2017 – page 37 du document joint à ce dossier)

Huile minérale – importation :

	2015	2016	2017
Poids (t)	996	1 068	1 146
Ratio habitant (kg/hab./an)	3,8	3,9	3,4
Évolution annuelle (%)		7%	7%
Évolution 2015-2017 (%)			15%

Deux entreprises de collecte, Endel et G2C sont agréés pour le regroupement, la collecte ou le transport des huiles usagées des industriels, des garagistes et des particuliers et sont financées par le

dispositif ADEME. Le taux de collecte des huiles usagées est estimé à 36% en 2017 mais en nette baisse par rapport à 2015, une reprise a toutefois été constatée en 2018.

Les huiles sont exportées vers la France hexagonale et traitées par régénération ou valorisation thermique. L'exploitation de ce potentiel pour des valorisations énergétiques nécessitera donc d'équiper la Guyane en moyen de traitement de ces huiles.

REP : HUILES MINÉRALES USAGÉES COLLECTÉES	2014	2015	2016	2017
Poids (t)	505	629	534	418
Ratio habitant (kg/hab/an)	1,6	2,4	2,0	1,5
Taux de collecte (%)	46%	63%	50%	36%
Évolution annuelle (%)		25%	-15%	-22%
Évolution 2014-2017 (%)				-17%
Évolution 2011-2014 (%)				37%

## 2.2 Filière végétale

Le développement de l'agroforesterie est particulièrement stratégique dans le contexte de la Guyane. En effet, l'implantation de systèmes agroforestiers permet la diversification des exploitations agricoles, tout en générant une nouvelle source de bois d'œuvre ou bois énergie, filières clés dont le développement est largement soutenu par le PDR.

*Un "système agroforestier" est, d'après l'article 23 du règlement (UE) n°1305/2013, un système d'utilisation des terres qui associe la foresterie et l'agriculture sur les mêmes terres et dont le nombre minimal et maximal d'arbres plantés par hectare est fixé par les États membres (entre 30 et 200 arbres par hectare pour la Guyane, PDRG FEADER 2014-2020, et CIRCULAIRE DGPAAT/SDBE/SDFB/C2010-3035 du 06 avril 2010), compte tenu des conditions pédoclimatiques et environnementales locales, des espèces forestières et de la nécessité d'assurer une utilisation agricole durable des terres, interdisant ainsi l'utilisation des terres à des fins « exclusivement énergétique ». De plus, pour réduire au minimum l'impact global sur les changements directs et indirects dans l'affectation des sols, la part des biocarburants produits à partir « de céréales et d'autres plantes riches en amidon, sucrières et oléagineuses et à partir de cultures cultivées en tant que cultures principales essentiellement à des fins de production d'énergie sur des terres agricoles » ne peut être supérieure à 7 % de la consommation finale d'énergie du secteur des transports en 2020 (Directive 2015/1513 dite « CASI ».)*

Des travaux réalisés en 2001 en Guyane (Thèse D. Béreau, INP Toulouse), en 2008 par le CIRAD (Guide technique pour une utilisation énergétique des huiles végétales) et en 2014 (Guitet et Gayot) ont permis d'identifier une liste de plantes oléagineuses (espèces ligneuses et palmiers) présentant un intérêt économique pour la production de biodiesel. Au total 28 espèces présentes en Guyane (5 espèces ligneuses et 23 espèces de palmier) seraient potentiellement valorisables. Néanmoins, sur la base de critères tels que la vitesse de croissance (plus de 10 ans), le rendement d'extraction des huiles des fruits, la difficulté d'extraction des amandes, la difficulté d'approvisionnement en semences, l'importance des ravageurs de la culture, l'absence d'itinéraire technique de plantation, l'absence de données

de rendements de production à l'hectare, seules 3 espèces d'arbres et 4 espèces de palmiers (certaines inféodées à des sols hydromorphes, d'autres plutôt à des sols bien drainés) peuvent être à ce jour proposées pour une exploitation agricole à des fins énergétiques (cf. Annexe 1):

- **Espèces d'arbres :** le Cacao (*Theobroma cacao* L.), le Cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) et l'Andiroba ou carapa (*Carapa guianensis*).
- **Espèces de palmiers :** le Buriti ou palmier bêche (*Mauritia flexuosa* L), l'Açaï ou Wassai (*Euterpe oleracea* Mart), le Comou (*Oenocarpus bacaba*) et le Parépou ou peach palm (*Bactris gasipaes*).
- **Espèces inféodées aux zones hydromorphes :** palmiers : Wassai et Buriti ; arbre : Carapa
- **Espèces inféodées aux zones bien drainées :** palmiers : Comou et Parépou ; arbres : Cupuaçu et Cacao.

Cette exploitation pourra être envisagée soit par cueillette dans des bassins (zones hydromorphes) soit par culture dans des systèmes de production *ad hoc* sur terre ferme. En effet, deux modes principaux d'exploitation des ressources oléagineuses peuvent être envisagés à des fins industrielles :

i) L'extractivisme sur des bassins de production naturels identifiés

Selon M. Marc Sagne (Collectivité Territoriale de Guyane), deux espèces de palmiers décrits dans le tableau 1, i.e. le Buriti et le Wassai, ont les mêmes exigences édapho-climatiques et se partagent les mêmes aires de développement.

Une cartographie-inventaire pourrait être réalisée par imagerie satellite radar afin d'identifier les zones à forte potentialité en Guyane (quantification du gisement) pouvant faire l'objet d'une exploitation raisonnée par collecte (technologie maîtrisée au Brésil et qui pourrait être mobilisée).

Le facteur limitant pouvant être l'accès à ces zones :

- Difficulté d'accès par pirogue quand les étiages sont bas ;
- Difficulté d'accès par véhicule ou Quad, lors de la saison des pluies, quand les pistes sont trop boueuses.

Une solution serait de recourir à des Quad amphibies (4 ou 6 roues) pour surmonter ces problèmes d'accessibilité des zones productives.

De plus, la rapidité du transport une fois le fruit récolté est un critère primordial de qualité pour le Wassai qui est très périssable (fermentation).

ii) Proposer des design agroforestiers multi-strates d'espèces oléagineuses à fort potentiel et multi-usages

Des associations agroforestières à prévalence d'oléagineux pourraient être imaginées au sein d'exploitations de moyenne ou petite échelle : **restrictions à 200 pieds à l'hectare pour l'éligibilité des aides en systèmes agroforestiers et pas de changement d'affectation des sols.**

- En zones de terres fermes :
  - Couvert arboré avec Parépou et/ou Cupuaçu.
  - Cacao (arbuste) associé sous couvert d'arbres fixateurs d'azote.

- Herbacées : arachide, ...

Ce type de couvert aurait l'avantage de valoriser la biodiversité, tout en permettant une valorisation diversifiée des produits, à savoir l'extraction d'huiles, mais aussi la possibilité d'autres valorisations alimentaires ou non.

- En zones hydromorphes (bas-fond) : Cohorte de palmiers avec : Buriti et/ou Wassai et/ou Carapa (Guillemot N. 2004) avec nettoyage des bosquets pour sélectionner les pieds présents et faciliter la récolte et plantation de plants supplémentaires (méthode d'enrichissement (Cialdella et Navegantes Alves, 2014).

### 3. Estimation du potentiel maximal de production d'huiles végétales en Guyane

Le potentiel maximal de production d'huiles végétales en Guyane est estimé à partir :

- De la productivité des différentes espèces candidates (à l'âge de production maximale), exprimée en kg d'huile produite/arbre/an. Cette productivité a été calculée à partir de différentes données bibliographiques (rendements en fruits/arbre, teneurs en acides gras des fruits, rendements d'extraction des huiles des fruits.... Quelques exemples sont donnés dans les tableaux ci-dessous),
- De la mise en place de systèmes agroforestiers diversifiés (polyculture des espèces candidates retenues) sous contraintes règlementaires **sur l'ensemble de la SAU disponible pour de l'arboriculture** sur zones bien drainées (**33 000 ha**). Cette hypothèse drastique est prise ici pour permettre de donner une valeur maximale qui n'est bien sûr pas compatible avec la nécessité d'affecter des terres pour accroître l'autosuffisance alimentaire considérant que toutes les cultures pour l'alimentation ne peuvent pas être de type agroforestier.
- D'une exploitation uniquement par « cueillette » en zone agricole hydromorphe (**25 000 ha**) en se basant sur des valeurs moyennes de densité naturelle des individus des espèces candidates (source : Shanley P. 2005)

Il convient de noter que certaines espèces pourraient entrer en compétition avec leur production en culture alimentaire (cas du Cacao : huile et chocolat extraits à partir des fèves)

#### Rendements d'extraction des huiles de pulpe de palmier (source : Béreau D.2001)

ESPECES	ACROCOMMA LASIOSPATHA	ASTROCARYUM VULGARE	BACTRIS GASIPAES	ELAEIS OLEIFERA	EUTERPE OLERACEA	JESSENI BATAUA	MAXIMILLANA MARIPA	OENOCARPUS BACABA
<b>Rendement*</b>								
<b>Temps d'extraction:</b>								
1 h	7,8	14,0	22,8	9,2	7,8	10,6	14,2	27,6
2 h	8,3	14,4	27,5	11,1	9,4	10,5	13,6	28,4
3 h	9,3	14,4	28,6	11,2	9,2	10,8	13,6	28,9
4 h	8,9	16,5	31,2	13,3	8,9	10,6	13,6	29,0

\* moyenne de 3 essais (% par rapport à la matière sèche ; A + 0.9%)

#### Humidité des pulpes de palmier (source : Béreau D.2001)

ESPECES	ACROCOMIA LASIOSPATHA	ASTROCARYUM VULGARE	BACTRIS GASIPAES		ELAEIS OLEIFERA	EUTERPE OLERACEA	JESSENIA BATAUA	MAXMILLIANA MARIPA	OENOCARPUS BACABA
			(1)	(2)					
Poids moyen du fruit (g)	12,6 ± 0,2	20,1 ± 2,3	6,7 ± 0,8	3,1 ± 0,7	3,9 ± 0,4	1,0 ± 0,1	7,1 ± 0,5	20,1 ± 3,4	2,0 ± 0,1
Taux d'humidité moyen du fruit (%)	54 ± 1	38 ± 10	45 ± 1	73 ± 5	40 ± 2	44 ± 6	39 ± 6	47 ± 1	37 ± 5

(1) sans noyau  
(2) avec noyau

**Teneurs (%) en acides gras présents dans les palmiers (source Almeida W. et al. 2017).**

Fruits that come from palm trees	Part of the fruit analyzed	(C12:0) lauric (%)	(C14:0) myristic (%)	(C16:0) palmitic (%)	(C18:1) oleic (%)	(C18:2) linoleic (%)	(C18:3) linolenic (%)
Babaçu ( <i>Orbignya phalerata</i> Martius) <sup>1</sup>	Kernel	44.0	17.0	8.0	14.0	2.0	–
Buriti ( <i>Mauritia flexuosa</i> L.f.) <sup>2</sup>	Mesocarp	–	–	18.0	73.5	2.7	2.1
Dendé (palm) ( <i>Elaeis olifera</i> ) <sup>3</sup>	Endocarp	47.9	16.1	8.4	16.2	2.7	Traces
Pupunha ( <i>Bactris gasipaes</i> ) <sup>4</sup>	Mesocarp	–	–	35.20	51.7	4.9	1.2
Tucumã ( <i>Astrocaryum vulgare</i> ) <sup>5</sup>	Epicarp + mesocarp	–	0.10	24.6	65.1	2.6	0.2
Bacaba ( <i>Oenocarpus bacaba</i> ) <sup>6</sup>	Mesocarp	0.18	0.59	32.27	40.82	9.78	1.93
Bacaba ( <i>Oenocarpus bacaba</i> ) <sup>7</sup>	Mesocarp	–	–	30.6	47.3	20.6	–
Patauá ( <i>Jessenia bataua</i> ) <sup>5</sup>	Mesocarp	–	0.10	13.3	76.7	3.9	0.1
Açaí ( <i>Euterpe oleracea</i> ) <sup>8</sup>	Mesocarp	–	–	25.9	54.9	11.5	1.1

**Teneurs en acides gras (%) présents dans les fruits de Cupuaçu et Cacao (source Velho C. et al. 1990).**

Fatty acid composition		
Fatty acid	Cupuaçu	Cacao
	% of lipids	
Palmitic (C16:0)	5.8	32.8
Stearic (C18:0)	38.3	35.5
Oleic (C18:1)	42.8	29.6
Aracadic (C20:0)	4.8	1.0
Linoleic (C18:3)	83	1.1
	% of seed wt	
Total lipid	58.0	57.3

Toutes ces espèces présentent un bon potentiel biodiesel car constituées essentiellement d'acides gras saturés et mono-insaturés. En effet, d'un point de vue « qualité » carburant, plus l'huile est saturée meilleure elle est. A titre de comparaison les teneurs en acide gras du Colza sont fournies ci-dessous (source : [https://fr.wikipedia.org/wiki/Huile\\_de\\_colza](https://fr.wikipedia.org/wiki/Huile_de_colza))

Composé	Famille d'acide gras	Teneur (%)
Acide palmitique (saturé)		4,3
Acide stéarique (saturé)		2,1
Acide arachidique (saturé)		0,6
Acide béhénique (saturé)		0,3
Acide lignocérique (saturé)		0,2
Acide érucastique (mono-insaturé)	ω-9	1,3
Acide oléique (mono-insaturé)	ω-9	61,7
Acide palmitoléique (mono-insaturé)	ω-7	0,2
Acide linoléique (poly-insaturé)	ω-6	19
Acide alpha-linolénique (poly-insaturé)	ω-3	9,1
Acides gras trans		2,3
Total acides gras saturés		7,3
Total acides gras mono-insaturés		63,2
Total acides gras poly-insaturés		28,1

#### Productivité en huile des espèces

	Wassai <sup>1</sup>	Buriti <sup>2</sup>	Parépou <sup>3</sup>	Comou <sup>4</sup>	Carapa <sup>5</sup>	Cupuaçu <sup>6</sup>	Cacao <sup>7</sup>
Age de production max. (ans)	6	7	5	6	10	5	8
Rendement en fruits kg/arbre/an	14	200	16	20	45	30	1.5 <sup>8</sup>
Rendement en huile kg /arbre/an	1	6-20	3	4	10	3	0.7

1 : source RTE agricole Guyane 2019 ; Bereau D. 2001. 2 : source : Guide technique pour une utilisation énergétique des huiles végétales. 2008 ; Shanley P. 2005. 3 : source : RTE agricole Guyane 2019 ; Bereau D. 2001. 4 : source Shanley P. 2005 ; Bereau D. 2001. 5 : Shanley P. 2005. 6 : source RTE agricole Guyane 2019 ; de Azevedo A. et al. 2003 ; Velho C. et al. 1990. 7 : source Centre Du Commerce International CNUCED/OMC. 2001 ; Guide technique pour une utilisation énergétique des huiles végétales. 2008 ; Pohlan J., Diaz V. 2015. 8 : rendement en fèves

- **Systèmes agroforestiers sur sols drainés : 33 000 ha (SAU totale disponible pour l'arboriculture\*)**

Meilleure association : Comou / Parépou (ou Cupuaçu) : 200 arbres/ha : 700 kg huile/ha/an.

**Soit : 23100 tonnes d'huile produites /an, minimum après 5 ans de culture**

\*Les systèmes agroforestiers peuvent aussi intégrer une composante horticole. Il reste que la pression sanitaire sur les cultures maraîchères à cycle court reste très forte en milieu équatorial/amazonien, et nous manquons de références pour proposer une strate « herbacée » avec des espèces à fort potentiel oléagineux.

- **Exploitation en zones hydromorphes par « cueillette »** mais avec méthodes de récolte et des acheminements complexes : **25 000 ha (SAU totale disponible)**

Moyenne de 5 pieds/ha de Carapa : 50 kg huile/ha/an

Moyenne de 70 pieds/ha de Buriti : 420 -1 400 kg huile/ha/an

Moyenne de 300-400 Cépées /ha de Wassai : 300-400 kg huile/ha/an

**Soit : Entre 19 250 – 46 250 tonnes d’huile produites/an**

Remarque : il existe des zones naturelles très denses en particulier pour le Buriti et le Wassai (forêt en *quasi* mono-dominances) qu’il faudrait repérer. Leur exploitation par cueillette devrait fournir de meilleurs rendements.

#### **Autres possibilités :**

- **Plantations de type verger : 300 à 400 pieds /ha**

Les espèces utilisables sont celles dites « multi-usages » comme le Parépou et le Cupuaçu qui peuvent être également valorisées pour l’alimentation. Ces espèces échapperaient ainsi à la dénomination de « cultures énergétiques » rendant possible leur culture sur sols agricoles à de plus fortes densités/ha.

- Le parépou pourrait être triplement valorisé : production d’huile et d’aliments pour le bétail à partir de ses fruits (tourteaux après pressage) et production de cœurs de palmier *in fine*. Mais se poseraient des problèmes de compétition avec d’autres usages, ses fruits sont en effet très prisés par les consommateurs.
- Le Cupuaçu pourrait être valorisé pour la production de jus à partir des pulpes (également très prisé par les consommateurs) ainsi que pour la production d’huile à partir des graines.

Systèmes de vergers sur sols drainés : 33 000 ha (SAU totale disponible pour l’arboriculture\*)

Association : Parépou/Cupuaçu : 400 arbres /ha (200 arbres/espèce) : 1 200 kg huile/ha/an.

Soit : **39 600 tonnes d’huile/an produites minimum après 5 ans de culture**

- **Plantations en zones hydromorphes:**

Afin d’augmenter la productivité de ces écosystèmes naturels, des enrichissements par plantation de Wassai, Buriti et Carapa et l’élimination systématique des espèces dont la valeur économique est moindre sont possibles. Ce mode d’intensification des pratiques de production dans les systèmes traditionnels (« ribeirinhos ») est réalisé au Brésil (Ciadella, Navegantes & Alves, 2014). Néanmoins, au-delà des difficultés relatives à l’exploitation de ces milieux (accès, récolte et sortie des fruits par voie fluviale...), ce type de système peut également conduire à une homogénéisation des paysages des bords de fleuve et générer de graves déséquilibres par la perte de certaines fonctions écologiques clés liées à une diminution de la biodiversité (Ciadella Navegantes Alves L. 2014). Un extractivisme sans enrichissement sur des bassins de production naturels identifiés semblent donc être la meilleure alternative.

## **CONCLUSION :**

**Un potentiel de production maximal d'huiles végétales en utilisant toute la SAU disponible pour l'arboriculture :**

**Compris entre 42 350 et 69 350 tonnes/an si cueillette en zones hydromorphes et mise en place de systèmes agroforestiers sur sols drainés ;**

**Compris entre 58 850 et 85 850 tonnes/an si cueillette en zones hydromorphes et mise en place de vergers d'espèces « multi-usages » sur sols drainés.**

**Mais demande une structuration forte de la filière pour assurer un ramassage et un traitement post récolte rapide.**

**Ces chiffres sont à comparer au besoin annoncé pour la Centrale qui serait de 100 000t/an**

## **4. De l'huile à l'EMAG**

En ce qui concerne le colza : la filière communique généralement sur 1ha de colza (pour 35q/ha en moyenne) = 2t de tourteaux pour la nutrition animale, 0,5t huile alimentaire, 1t huile en biodiesel et le procédé d'estérification permet de produire 1t d'EMAG à partir d'1t d'huile de colza. Donc 1ha de colza génère 1t d'EMAG.

Nous manquons actuellement de références pour connaître les rendements de conversion en EMAG des huiles issues des différentes plantes proposées ci-dessus. Des études plus complètes seraient nécessaires pour obtenir un bilan comme celui fournit pour le colza à condition que les données existent.

Obtenir de l'EMAG nécessitera aussi d'installer une usine de trituration pour extraire l'huile et de conversion pour fournir l'EMAG. Reste la question de l'approvisionnement en éthanol pour l'estérification des huiles.

## **5. Liquéfaction du bois**

Différents procédés permettent de liquéfier le bois pour fabriquer des huiles notamment la liquéfaction hydrothermale. INRAE n'est pas spécialiste dans ce domaine. Ces procédés requièrent de récolter le bois ou la sciure de bois ce qui pose la question de la disponibilité des ressources et les concurrences d'usages avec l'accroissement de l'utilisation du bois dans les centrales à biomasse. Une étude de la disponibilité réelle de la biomasse bois serait nécessaire pour aller plus loin dans cette voie. A voir avec la cartographie en cours par la DGTM et la cellule biomasse de la DAF.

Un rapport sur la qualité des sols et la SAU en Guyane est adjoint à ce rapport.

## SOURCES

- RÈGLEMENT (UE) N° 1305/2013 DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL du 17 décembre 2013 relatif au soutien au développement rural par le Fonds européen agricole pour le développement rural (Feader) et abrogeant le règlement (CE) n°1698/2005 du Conseil : (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32013R1305&from=FR>)
- CIRCULAIRE DGPAAT/SDBE/SDFB/C2010-3035, date: 06 avril 2010. Ensemble des règles actuelles qui concernent l'agroforesterie pour faciliter la mise en place de tels systèmes – présentation de la nouvelle mesure 222 du PDRH et les modalités de sa mise en œuvre. (<https://www.droitforestier.com/gestion/documents/circulaire-du-6-avril-2010-sur-lagroforesterie-et-son-financement.pdf>)
- Directive 2015/1513 dite « CASI » (Changement d'Affectation des Sols Indirect).** Directive (UE) 2015/1513 du Parlement européen et du Conseil du 9 septembre 2015 modifiant la directive 98/70/CE concernant la qualité de l'essence et des carburants diesel et modifiant la directive 2009/28/CE relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables. (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=celex%3A32015L1513>)
- PDRG FEADER 2014-2020. Mesure 8 – Investissements dans le développement des zones forestières et amélioration de la viabilité des forêts. Sous-Mesure 8.2 -Aide à la mise en place et à la maintenance de systèmes agroforestiers. ([https://europe-guyane.fr/wp-content/uploads/2017/03/821\\_Agro-foresterie.pdf](https://europe-guyane.fr/wp-content/uploads/2017/03/821_Agro-foresterie.pdf))
- Béreau D. 2001. Huiles et fractions insaponifiables de huit espèces de palmiers amazoniens. Thèse de Doctorat en Sciences des agro-ressources. Université Toulouse INPT. 308p. (<https://docplayer.fr/12865565-These-huiles-et-fractions-insaponifiables-de-huit-especes-de-palmiers-amazoniens.html>).
- Guide technique pour une utilisation énergétique des huiles végétales. 2008. CIRAD, EMBRAPA, Innov-Energie, IME, SFB, UFPA Patrick Rousset, Coordonnateur. – Brasília : Cirad. 288p. (<https://www.guyane.ademe.fr/sites/default/files/guide-technique-utilisation-energetique-huiles-vegetales.pdf>)
- Guitet S. & Gayot M. 2014. Guyane française et Amazonie. In : de Granville J-J. & Gayot (Eds) Guide des palmiers de Guyane. ONF : Guyane (FR), 272 p. ([https://www.researchgate.net/publication/283082175\\_Guide\\_des\\_Palmiers\\_de\\_Guyane\\_francaise](https://www.researchgate.net/publication/283082175_Guide_des_Palmiers_de_Guyane_francaise))
- Cialdella N., Navegantes Alves L. 2014. La ruée vers l'« açaí » (*Euterpe oleracea* Mart.) : trajectoires d'un fruit emblématique d'Amazonie. Revue Tiers Monde 4 (n° 220), pages 119 à 135. (<https://www.cairn.info/revue-tiers-monde-2014-4-page-119.htm?contenu=article#no91>)
- Guillemot N. 2004. Le Carapa, un arbre tropical aux intérêts écologiques et économiques prometteurs. Rapport de fin d'étude Ingénieur INAPG. (<https://www.yumpu.com/fr/document/read/17250982/rapport-de-stage-nicolas-guillemotpdf-carapaorg>)
- Référentiel Technico-économique Agricole de la Guyane (RTE) 2019. (<https://www.ctguyane.fr/referentiel-technico-economique-agricole-de-la-guyane-2019/>)
- Almeida W. et al. 2017. Açaí (*Euterpe oleracea*) and Bacaba (*Oenocarpus bacaba*) as Functional Food. DOI :10.5772/65881. ([https://www.researchgate.net/publication/314151834\\_Acai\\_Euterpe\\_oleracea\\_and\\_Bacaba\\_Oenocarpus\\_bacaba\\_as\\_Functional\\_Food](https://www.researchgate.net/publication/314151834_Acai_Euterpe_oleracea_and_Bacaba_Oenocarpus_bacaba_as_Functional_Food))
- Shanley P. 2005. Frutíferas e Plantas Úteis na Vida Amazônica. Editores: Patricia Shanley and Gabriel Medina. Belém: CIFOR, Imazon. ([https://www.cifor.org/publications/pdf\\_files/Books/BShanley0501.pdf](https://www.cifor.org/publications/pdf_files/Books/BShanley0501.pdf))
- de Azevedo A. et al. 2003. Extraction of fat from fermented Cupuaçu seeds with supercritical solvents. Journal of Supercritical Fluids - J SUPERCRIT FLUID. 27. 223-237. 10.1016/S0896-8446(02)00240-1. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0896844602002401?via%3Dihub>)
- Velho C. et al. 1990. Cupuassu: A new beverage crop for Brazil. p. 372-375. In: J. Janick and J.E. Simon (eds.), Advances in new crops. Timber Press, Portland, OR. (<https://hort.purdue.edu/newcrop/proceedings1990/V1-372.html#Fig.%205>)
- Centre Du Commerce International CNUCED/OMC. 2001. Cacao : Guide des pratiques commerciales. Genève : CCI, 2001. xi, 190 p. (<https://www.intracen.org/uploadedFiles/intracenorg/Content/Publications/Cocoa%20-%20A%20Guide%20to%20Trade%20Practices%20French.pdf>)

Pohlan J., Diaz V. 2015. GROWTH AND PRODUCTION OF CACAO, in Soils, Plant Growth and Crop Production, [Ed. Willy H. Verheye], in Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS), Developed under the Auspices of the UNESCO, Eolss Publishers, Oxford, UK. Biblio

Guide technique pour une utilisation énergétique des huiles végétales / Patrick Rousset, Coordonnateur. Brasília: Cirad, 2008. 288p.

Biocarburants et agriculture, un aperçu technique. <http://www.fao.org/3/i0100f/i0100f02.pdf>

Fiche technique n°11 « Huiles végétales usagées – Valorisation énergétique »

### Experts consultés

- M. Yann Reinette : Consultant Bureau d'Étude Nexus, et Président de l'ADAG
- M. Marc Sagne : Chef du Département Recherche, Innovation et Développement du Numérique à la Collectivité Territoriale de Guyane

## 25/03/21 - Démarche de la revue bibliographique

Tableau des mots clés par axes thématiques définis

PLANTES	CULTURE	GEO/CLIMAT	SOLS	RENDEMENT	ENERGIE	IMPACTS
Colza			Land			
Brassica napus			Land use	Yield	Biofuel	Societal
Jatropha	Agroforestry	Climate	Conservation	Efficiency	Biodiesel	Environment
Jatropha curcas	Crop	Equatorial	Erosion	Output	Bioenergy	Ecologic
	Crop rotation	Guyana	Deforestation	Productivity	Energy	Ecosystem
Palm tree	Cropping practice	South america	Organic matter	Capacity	Renewable	Gaz gas
Palmae	Intercropping	Latin america	Soil	Production	Energy	greenhouse
Peach palm	Agroecology	Central america	Soil maintenanc	Performance evaluation	Biomass	Nitrogen
Bactris gasipaes	Mixed Cropping systems	Colombia	Wasteland	Indicator	Liquid	Oxyde
Soy Soy bean		Guadeloupe	Ferralitic soil	Key fact	Biomass	Brake limit
Glycein max		Humid tropics	Degradation	Optimisation	Biomass to liquid	Risk
				Biomass availability	Bioliquid	Environmental monitoring

### Requêtes et nombre de résultats obtenus dans la Web of Science / Scopus

Derrière chaque concept nommé dans les requêtes ont été ajoutés les mots clés correspondants dans le tableau ci-dessus.

Requêtes	Web of science
<b>COLZA AND CULTURE AND GEO/CLIMAT AND SOL AND RENDEMENT</b>	42
<b>COLZA AND CULTURE AND GEO/CLIMAT AND SOL AND ENERGIE</b>	23
<b>COLZA AND CULTURE AND GEO/CLIMAT AND SOL AND IMPACT</b>	28
<b>COLZA AND CULTURE AND GEO/CLIMAT AND SOL AND RENDEMENT AND ENERGIE AND IMPACT</b>	11
<b>JATROPHA AND CULTURE AND GEO/CLIMAT AND SOL AND RENDEMENT</b>	52

<b>JATROPHA AND CULTURE AND GEO/CLIMAT AND SOL AND ENERGIE</b>	57
<b>JATROPHA AND CULTURE AND GEO/CLIMAT AND SOL AND IMPACTS</b>	46
<b>JATROPHA AND CULTURE AND GEO/CLIMAT AND SOL AND RENDEMENT AND ENERGIE AND IMPACTS</b>	35
<b>PALM TREE AND CULTURE AND GEO/CLIMAT AND SOL AND RENDEMENT</b>	3
<b>PALM TREE AND CULTURE AND GEO/CLIMAT AND SOL AND ENERGIE</b>	1
<b>PALM TREE AND CULTURE AND GEO/CLIMAT AND SOL AND IMPACTS</b>	4
<b>PALM TREE AND CULTURE AND GEO/CLIMAT AND SOL AND RENDEMENT AND ENERGIE AND IMPACTS</b>	1
<b>PEACH PALM AND CULTURE AND GEO/CLIMAT AND SOL AND RENDEMENT</b>	2
<b>PEACH PALM AND CULTURE AND GEO/CLIMAT AND SOL AND ENERGIE</b>	0
<b>PEACH PALM AND CULTURE AND GEO/CLIMAT AND SOL AND IMPACTS</b>	3
<b>PEACH PALM AND CULTURE AND GEO/CLIMAT AND SOL AND RENDEMENT AND ENERGIE AND IMPACTS</b>	0
<b>SOY AND CULTURE AND GEO/CLIMAT AND SOL AND RENDEMENT</b>	169
<b>SOY AND CULTURE AND GEO/CLIMAT AND SOL AND ENERGIE</b>	57
<b>SOY AND CULTURE AND GEO/CLIMAT AND SOL AND IMPACTS</b>	122
<b>SOY AND CULTURE AND GEO/CLIMAT AND SOL AND RENDEMENT AND ENERGIE AND IMPACTS</b>	29

Une seconde étape de recherche autour de la notion d'agroforesterie et du maraichage ainsi que de la transformation des huiles en Ester méthylique d'acide gras

<b>REQUETES</b>	<b>SCOPUS</b>	<b>WOS</b>
AGROFORESTRY <b>AND</b> GARDENING OR MARKET GARDENING OR HORTICULTURE <b>AND</b> "HUMID TROPICS" OR "SOUTH AMERICA" OR TROPICAL OR "EQUATORIAL REGION"	17	90
(TROPICAL OIL OR EQUATORIAL OIL OR HUMID TROPICS OIL) <b>AND</b> BIODIESEL OR FUEL) <b>NOT</b> (SOY OR COLZA) <b>AND</b> FATTY ACID METHYL ESTER OR METHYL ESTERS <b>AND</b> TRANSESTERIFICATION OR TRANS ESTERIFICATION OR CONVERSION OR TRANSFORMATION OR PROCESS	70	18

Les résumés des articles les plus pertinents sont disponibles sur demande.

## Annexe 1. Principales espèces oléagineuses de Guyane présentant un potentiel pour la fabrication de biocarburants<sup>1</sup>

Espèce	Résumé	Caractéristiques culturales	Caractéristiques physico-chimiques de l'huile	Usages	Avantages et inconvénients
<p><i>Elaeis oleifera</i> (Palmier à huile amazonien) Dendé</p>	<p>Espèce de palmier originaire d'Amérique du Sud et d'Amérique centrale. Il est grand et à tige unique surmonté d'une couronne de grandes feuilles arquées. Il atteint au moins 6 m de haut. Les fleurs et les fruits sont de couleur rouge vif et forment des grappes denses. L'huile obtenue à partir de la pulpe est utilisée contre les rhumatismes et les pellicules, pour favoriser la pousse des cheveux et pour repousser les insectes. L'usine produit deux types d'huile utilisée comme huile de cuisson et pour fabriquer de la margarine, de la crème glacée, des savons, des détergents, des shampooings, etc. - l'huile de palme (à partir du fruit) et l'huile de noyau (à partir des graines).</p> <p>Affectionne les sous-bois forestiers clairs inondables au bord des cours d'eau, sur sols sableux, alluvionnaires et hydromorphes du bassin inférieur de la Mana</p>	<p>Palmier qui atteint 6 m de haut au bout de 6 à 8 ans. Les fleurs et les fruits sont de couleur rouge vif et forment des grappes denses. Les rendements sont de l'ordre de 158.66 kg per palm per annum (Yield, bunch quality and vegetative traits of American oil palm (<i>Elaeis oleifera</i>, HBK) population in India March 2014 <a href="#">Indian Journal of Horticulture</a> 71(1):23-27</p> <p>Les régimes peuvent atteindre 8-12 kg</p>	<p>Free fatty acid (%) 0.76</p>	<p>Huile - deux types d'huile sont obtenus à partir de la plante. L'huile de palme est obtenue à partir du fruit tandis que l'huile de palmiste est obtenue à partir de la graine. Les deux ont un large éventail d'utilisations, y compris la fabrication de margarine, de crème glacée et comme huile de cuisson.</p> <p>L'huile obtenue à partir de la pulpe est appliquée par voie externe dans le traitement des rhumatismes, pour dynamiser la pousse des cheveux, lutter contre les pellicules et repousser les insectes. On dit que les poils de l'aisselle des feuilles sont hémostatiques.</p>	<p>Croissance lente, résistance à certaines maladies d'Amérique latine (Pourriture du cœur), huile fluide. Mais son faible taux d'extraction représente un handicap évident</p> <p>Travaux d'hybridation conduits avec E ; guineensis</p>
<p><i>Mauritia flexuosa</i> (Palmier bêche, Buriti)</p>	<p>Palmier au port élégant dont le stipe droit peut atteindre jusqu'à 35 mètres de hauteur. Les feuilles sont grandes et disposées en éventail. Les fleurs forment de longues grappes pouvant atteindre 3 mètres de long, de couleur jaune. Elles fleurissent de décembre à avril. Les fruits ellipsoïdes sont recouverts d'écailles, de couleur marron-rouge et mesurent de 5 à 6 cm de longueur et de 4 à 5 cm de diamètre. La noix ovale et dure renferme une amande comestible.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Climat : Equatorial.</li> <li>• Sol : La plante préfère des terrains marécageux, acides et avec</li> </ul>	<p>Ce palmier produit de décembre à juin. Chaque pied produit de 2000 à 6000 fruits. La production moyenne de fruits est de 200 kg/plant, soit 20 kg d'huile/plant/an.</p> <p>Rendement : 5000 kg d'huile/ha/an.</p> <p>La récolte est manuelle. Lorsque le fruit commence à mûrir, les grappes tombent et sont ramassées. Le buriti a la particularité d'avoir un</p>	<p>Acides saturés 19,4 – 21,3% Acides insaturés 77,9 – 84,8%</p>	<p>Exploitation extractive réalisée dans des petites communautés, qui en font de nombreuses utilisations comme la fabrication de liqueurs, de pâtes sucrées, etc. Son huile est généralement achetée par l'industrie cosmétique.</p> <p>Utilisations énergétiques de l'huile</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Actuellement : testée pour du bio-diesel.</li> <li>• Potentiel : bio-diesel et utilisation pure pour la production d'électricité dans des communautés isolées.</li> </ul> <p>Utilisations non-énergétiques de l'huile</p>	<p>Etant donné qu'il s'agit d'une culture extractive, aucun parasite de cette espèce n'est connu.</p> <p>Stockage : Après transformation, l'huile ne présente pas d'altération sur le long terme.</p>

<sup>1</sup>Le Cocotier n'a pas été considéré dans cet inventaire compte tenu de sa vulnérabilité aux ravageurs et maladies en Guyane

	<p>une grande quantité d'eau. 50</p> <p>Guide technique pour une utilisation énergétique des huiles végétales</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Température : idéale au-dessus de 30°C.</li> <li>• Humidité : hygrométrie comprise entre 60 et 95%.</li> <li>• Précipitations : La pluviosité idéale est de 1200 à 2800 mm par an.</li> <li>• Altitude : jusqu'à 1000 m.</li> </ul>	<p>épicarpe dur à briser et une pulpe qui y adhère fortement.</p> <p>Pour effectuer cette séparation, on doit « casser » le fruit. Lorsque le fruit éclate, l'épicarpe et la pulpe se séparent facilement du noyau.</p>		<p>Caractéristiques : huile comestible très riche en vitamine A. Elle a un effet soulageant et cicatrisant, des propriétés énergétiques et vermifuges</p> <p>Utilisation : alimentaire, fabrication de savons, protection solaire (contre les brûlures), synthèse de composites en polyester et de polymetacrilate.</p>	
<p>Acronomia Aculeata (Moucaya, Macauba) Glouglou</p>	<p>Ce palmier présente un stipe droit et cylindrique de 30 à 40 cm de diamètre, pouvant atteindre 15 m de hauteur. Il est doté sur presque toute la longueur du tronc de cicatrices foliaires annulaires distantes de 10 cm. La couronne est constituée de 20 à 30 feuilles de forme allongée, de 3-5 m de longueur, pétiole et rachis sont couverts de grosses épines noires très pointues, de 10 cm de longueur. L'arbre est robuste ; il présente un développement racinaire considérable, résistant aux sécheresses et aux incendies. Des épines circulaires peuvent couvrir toute la longueur du tronc de la base à la couronne du palmier.</p> <p>Climat : Des climats les plus humides aux régions semi-arides.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sol : Cambisol, latosol rouge foncé et rouge-jaune. La plante se développe bien dans différents types de sols, mais elle préfère des sols neutres et très fertiles. Elle est d'ailleurs utilisée comme indicateur de fertilité des sols dans certaines régions de l'Etat de Minas Gerais. De grandes populations natives sont trouvées dans les vallées et les pentes où affleurent les roches calcaires.</li> <li>• Température : Entre 15 et 35°C, plus fréquente dans les régions où la température moyenne est plus élevée. Toutefois, elle tolère bien les températures basses, voire les gelés sporadiques.</li> <li>• Humidité : Résiste bien à la sécheresse et aux inondations.</li> </ul>	<p>Ce palmier a un faible taux de germination naturelle, la production de plants est donc difficile. Il existe quelques techniques de propagation d'embryons in vitro, mais à des coûts encore très élevés.</p> <p>Actuellement, les plantations sont faites à partir de prélèvement de plants natifs qui sont trouvés sous les arbres les plus productifs. Le palmier croît de presque un mètre par an jusqu'à atteindre sa taille adulte. La fructification a lieu même avant que la plante atteigne son plein développement, en général vers six ans. Selon les conditions de sol et de climat, il est possible d'obtenir une pleine fructification dès l'âge de quatre ans. Les fleurs sont regroupées en grappes qui font jusqu'à 80 cm de longueur, elles se développent d'octobre à janvier. Le fruit, lorsqu'il est mûr prend une coloration marron-jaune. La récolte du fruit n'a lieu que pendant 5 mois de l'année, de décembre à avril.</p>	<p>Acides saturés 71,2% Acides insaturés 28,8 %</p>	<p>Utilisations énergétiques de l'huile</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Actuellement : l'huile est utilisée comme combustible dans des lanternes.</li> <li>• Potentiel : bio-diesel et production électrique dans des régions isolées.</li> </ul> <p>Utilisations non-énergétiques de l'huile</p> <p>L'huile issue de la pulpe est utilisée dans la fabrication de savon, mais elle peut également être utilisée dans des secteurs plus spécifiquement industriels : filage, sidérurgie ou procédés de laminage à froid, sous la forme d'émulsion aqueuse. De part son caractère acide, l'huile peut être associée à des procédés de flottaison dans la séparation de différents minerais.</p> <p>En ce qui concerne l'huile de l'amande, sa richesse en acide laurique est une des garanties de sa valeur économique sur le marché des huiles saturées, avec celles du babaçu, du palmier à huile, dont l'offre</p>	<p>Grande adaptation aux conditions climatiques du Cerrado brésilien. Ce palmier pourrait devenir hautement rentable pour les populations de cette région.</p> <p>Stockage : après la récolte, les fruits sont stockés de 10 à 20 jours. La pulpe exposée à l'humidité ambiante est soumise à l'attaque de bactéries et de champignons qui hydrolysent les glycérides et les transforment en acides gras. La noix peut éventuellement être utilisée à des finalités plus nobles, comme la production d'huiles comestibles ou de combustibles de type diesel par transtérification.</p> <p>Contrairement à ce qui est observé avec la pulpe, les amandes de ce palmier peuvent être stockées sur de longues périodes sans risques de détérioration, si elles sont conditionnées dans un environnement sec.</p>

	<p>Néanmoins, elle se développe mieux dans les terres bien drainées et assez humides.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Précipitation : la plante supporte de 300 mm à 2000 mm de pluies. Cependant, les populations natives se trouvent dans des régions où les précipitations typiques sont celles du cerrado, soit de 1200 à 1400 mm sur une durée de 4 ou 5 mois et une sécheresse bien définie.</li> <li>• Altitude : Du niveau de la mer jusqu'à 1000 m.</li> </ul>				
Euterpe oleracera Mart (Açaï)	<p>Palmier à stipes multiples, de 3 à 20 m de hauteur, ses tiges sont lisses et font de 7 à 18 cm de diamètre ; de 40 à 80 amandes de chaque côté, ouvertes et régulièrement regroupées sur un même plan. Ses feuilles, de 2 m de longueur, sont au nombre d'une dizaine. Les fleurs, en grappes, sont petites, jaunes et fleurissent surtout de septembre à janvier, même s'il peut y en avoir toute l'année. Chaque pied produit de 6 à 8 grappes à partir de 4 ans, soit à l'âge adulte. Ses fruits mûrissent également en grappes et sont violacés, presque noirs à maturité.</p> <p>Climat : tropical pluvieux. Ce palmier rencontre des conditions climatiques satisfaisantes dans les régions où la distribution des pluies est régulière ou dans des zones où même s'il y a une saison sèche définie, l'humidité est satisfaisante.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sol : Terre ferme (latosol rouge), plaines et bras de fleuves. Les plus grandes concentrations de ces palmiers se trouvent dans 104</li> </ul>	<p>Cette plante commence à produire après 3 ou 4 ans. Son inflorescence est formée d'un ensemble de branches présentant un nombre variable de fleurs masculines et féminines qui, après le développement des fruits est appelée grappe. La floraison a lieu toute l'année dans l'Etat de l'Amapa et la production de fruits est plus importante entre les mois de janvier et de juin, avec un pic de production qui va de février à avril. Dans l'Etat d'Amazonas, la production s'étend de janvier à août. Toutefois, il existe des variations de production des fruits entre les différentes régions productrices.</p> <p>La récolte commence 180 jours après l'anthèse, lorsque l'épicarpe est violet-noir ou vert foncé, et qu'il est recouvert d'une couche grisâtre. La culture est difficile du à la hauteur des stipes (10 à 15 m) et à leur fragilité.</p>	<p>Acides saturés</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- myristique (C14:0) = 4,7%</li> <li>- palmitique (C16:0) = 9,3%</li> <li>- stéarique (C18:0) = 10,2%</li> <li>- dodécanoïque (C12:0) = 3,5%</li> </ul> <p>Acides insaturés</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- oléique (C18:1) = 45,7%</li> <li>- palminoléique (C16:3) = 4,8%</li> </ul>	<p>Utilisations énergétiques de l'huile</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Actuellement : utilisation des noyaux comme source d'énergie, surtout dans des chaudières.</li> <li>• Potentiel : bio-diesel et production d'énergie dans des communautés isolées.</li> </ul> <p>Utilisations non-énergétiques de l'huile</p> <p>Les huiles extraites des fruits sont utilisées dans des formules cosmétiques.</p>	<p>Ravageurs et maladies</p> <p>Avec l'expansion des cultures commerciales dans la région Nord du Brésil, les attaques d'insectes ont fortement augmenté causant de fortes pertes. Ces ravageurs, susceptibles d'attaquer cette plante, depuis son ensemencement jusqu'à sa phase adulte sont encore assez mal connus. Les principaux d'entre eux sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cerataphis lataniae Boisduval, (Hétéroptère : Aphididae). Connu comme le puceron noir du cocotier, il attaque plus facilement la plante en serre et durant ses trois premières années de vie.</li> <li>• Alleurodicus cocois (Hétéroptère : Alyrodidae). Connu comme la mouche blanche, elle attaque le palmier en serre et pendant ses premières années de vie.</li> <li>• Atta spp. (Hyménoptère : Formicidae). Fourmis plus connues sous les noms de 'sauvas', 'tanajura' et fourmis sauvas, elles attaquent la plantule de l'açaï lors de l'ensemencement, les plants en serre et pendant les premières années de sa vie, étant donné que ses feuilles sont alors très tendres. Les spécimens les plus connus sont : A. laevigata (sauva de la forêt), A. cephalotes (sauva à la</li> </ul>

	<p>Guide technique pour une utilisation énergétique des huiles végétales les plaines et les marécages. Ils forment un écosystème de forêt naturelle en massifs connus comme 'forêt d'açai' et couvrent une zone estimée à 1 million d'hectares. Cette espèce mésophile se développe bien dans des sols dont le pH varie entre 4,5 et 6,5, pauvres en calcaire, comme les sols de terre ferme, et surtout les plaines se trouvant le long des fleuves (Enríquez et al., 2003).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Température : Les moyennes annuelles oscillent entre 22°C et 27°C, avec des maximas entre 28°C et 33°C et des minima entre 17°C et 23°C.</li> <li>• Humidité : l'humidité relative de l'air varie entre 70% et 91% et est étroitement liée à la pluviométrie.</li> <li>• Précipitation : La région reçoit entre 1300 et 3000mm de pluies par an. Celles-ci sont distribuées sur deux périodes, grande et petite saison des pluies (Bastos, 1972 ; Bastos et al. 1986).</li> <li>• Altitude : Sans données.</li> </ul>	<p>Le ramassage a lieu généralement le matin pour éviter les pluies de fin de journée, les stipes devenant plus glissants et difficiles à escalader. Immédiatement après la cueillette, les fruits indésirables sont écartés. Le ramasseur escalade le stipe à l'aide d'une corde, il coupe la grappe à sa base en faisant attention de ne pas faire tomber un trop grand nombre de fruits. Après la coupe, normalement, la grappe est déposée sur le sol, mais il est recommandé de la laisser sur une bâche ou un plastique, afin d'éviter une contamination des fruits. L'Embrapa de l'Amazonie Orientale a testé avec succès une cueilleuse de grappe de palmier pêche (<i>Bactris gasipaes</i> H.B.K) qui peut être utilisée et adaptée au procédé de cueillette des grappes d'açaï. Cet appareil consiste en une perche d'environ 6 m de longueur en aluminium munie d'une lame en son extrémité, d'un récipient où est déposé la grappe et d'une poulie, qui permet de descendre et de monter ce récipient. Il permet donc de faciliter et de rationaliser la récolte des fruits dans des</p>			<p>tête de verre) et <i>A. sexdens sexdens</i> (sauva du citron du nord ou fourmi du manioc).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Rhynchophorus palmarum</i> Linnaeus, (Coléoptère : Curculionidae). Lépidoptère connu comme le foreur du cocotier ou rhynchophore du cocotier, il attaque la plante à partir de sa troisième année, lorsque son stipe est suffisamment développé. Ce ravageur attaque d'autres palmiers, surtout le cocotier et la palme africaine.</li> </ul> <p>106</p> <p>Guide technique pour une utilisation énergétique des huiles végétales</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Mytilococcus</i> (<i>Lepidosaphis</i>) <i>bechii</i> (Hétéroptère : Diaspididae). Connue comme la cochenille virgule, elle attaque la plante en serre et pendant ses premières années de vie.</li> <li>• <i>Alleurothrixus floccosus</i> (Hétéroptère : Aleyrodidae). Connue sous le nom de mouche blanche ou poux farineux, elle attaque l'açaï en serre, ainsi que les jeunes plantes.</li> <li>• <i>Eutropidacris cristata</i> (Orthoptère : Acrididae). Connue comme le criquet du cocotier, il attaque surtout les plantes jeunes et les plants en serre.</li> <li>• <i>Synale hylaspes</i> (Lépidoptère : Hesperidae). Connue comme la chenille verte du cocotier ou chenille verte, elle attaque la plante en serre. Elle attaque aussi d'autres palmiers (Gallo et al. 1988).</li> <li>• <i>Hemisphaerota tristis</i> (Coléoptère: Crysomeliade).</li> <li>• <i>Brassolis sophorae</i> (Lépidoptère: Nyphalidae). Connue comme la chenille des feuilles, chenille de la feuille de cocotier et brassolis.</li> <li>• <i>Opsiphanes invirae</i> (Lépidoptère : Brassolidae). Connue comme chenille mangeuse de feuilles et opsiphane.</li> </ul>
--	--	--	--	--	---

		régions d'exploitations intenses. Le ramasseur est plus en sécurité puisqu'il n'a plus besoin de grimper sur la plante.			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eupalamides dedalus (sin. Castnia dedalus, Lépidoptère : Castniidae). Connu comme foreur du stipe, foreur de la couronne foliaire et foreur des grappes du palmier africain.</li> <li>• Les escargots : il s'agit de mollusques à coquille de 10mm de longueur qui se trouvent sur toute la plante, surtout lors de ses deux premières années de vie. Ils se trouvent plus particulièrement sur la flèche et les folioles les plus jeunes car ils s'en alimentent. La lutte la plus efficace est le ramassage manuel périodique sur les jeunes plantes.</li> <li>• Les limaces : il s'agit de mollusques sans coquilles dont les habitudes alimentaires ressemblent à celles des escargots. Elles attaquent ce palmier en serre ou en terre. Elles s'alimentent des flèches et des folioles les plus jeunes. Elles se font plus présentes pendant la saison la plus pluvieuse et dans les endroits humides. Elles peuvent causer de sérieux problèmes aux jeunes plants dans leurs premières années de vie. La lutte peut être faite par ramassage manuel et nettoyage autour des serres, car elles se reproduisent dans des matériaux végétaux humides en décomposition.</li> </ul>
Theobroma cacao L. (Cacao)	Le cacaotier (ou cacaoyer) est un petit arbre pérenne typique du climat tropical et natif des régions de forêts humides de l'Amérique. Son tronc entier (ou tige) présente une écorce noire chez la plante adulte. La hauteur de celui-ci varie de 1m à 1,50 m, de cette tige partent des branches qui forme sa couronne. Postérieurement, ces branches vont donner	Le cacaotier peut vivre plus de 100 ans et commence à fructifier à l'âge de deux ans. L'arbre produit abondamment à partir de 8 ans, et jusqu'à l'âge de 30 ans produit de façon satisfaisante. Les régions dont les	Acides saturés 60,4% Acides insaturés 38,3 %	Utilisations énergétiques de l'huile <ul style="list-style-type: none"> <li>• Actuellement : la cabosse peut être utilisée pour la production de bio-gaz.</li> <li>• Potentiel : bio-diesel et production électrique dans des régions isolées.</li> </ul> Utilisations non-énergétiques de l'huile	Ravageurs et maladies Les maladies et les ravageurs qui attaque la plante peuvent être communs ou spécifiques à chaque région productrice de cacao (fourmi, trips, coléoptère du cacao, punaises, chenilles et maladies fongicides). Toutefois, la maladie la plus importante à Bahia et en Amazonie brésilienne est la maladie du balai de la sorcière (Moniliophthora perniciosa). La pourriture brune des

	<p>naissance à d'autres branches qui vont former la frondaison de l'arbre. Le cacao est cultivé et reproduit à partir de ses graines et peut atteindre de 5 à 15 m de hauteur. Il peut également être cloné ( bouture ou greffage) et a alors une taille plus petite. Ses fleurs, petites, naissent sur le tronc, l'inflorescence dénommée coussins floraux peut produire des fruits pendant plusieurs années. Sur le pistil, l'ovaire peut présenter de 30 à 60 ovules. Le cacao produit des fruits indéhiscents, rugueux, pigmentés, de tailles et de formats variés. Les graines qui constituent le produit de cette culture (industrie du chocolat), varient également en tailles, en poids, de formes et de couleur selon les plantes. Le poids moyen des graines sèches est de 12 g. Elles sont composées de 30% de coque et de 70% d'amandes (fèves). Les fèves contiennent 27% d'huile blanche.</p> <p>Climat : tropical chaud et humide.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sol : il doit être profond et bien drainé. Dans les régions du littoral, les sols les plus indiqués sont les latosols rouges foncés, podzoliques rouge-jaune, ainsi que les terrains alluvionnaires naturellement fertiles.</li> <li>• Température : la température idéale varie entre 24 et 28°C. Les températures inférieures à 12°C empêchent ou réduisent la fructification.</li> </ul>	<p>températures moyennes annuelles varient entre 24°C et 28°C sont celles qui présentent les meilleures conditions de culture. Des températures inférieures à 12°C empêchent ou réduisent la fructification. Dans les plantations, l'arbre est généralement taillé lorsqu'il dépasse 4 m de hauteur. La productivité de cette culture dépend de facteurs génétiques, édaphiques, climatiques et de traitement. Dans les plantations, les cacaotiers sont temporairement plantés à l'ombre, généralement avec des bananiers. Dans le sud de Bahia, la plupart des plantations de cacaotiers se trouvent sous les arbres de la forêt atlantique. Ce type de culture est dénommée « cabruca ». Dans le cas des cacaotiers, le taux de couverture foliaire pour une bonne production est difficile à définir. Il est cependant possible d'affirmer qu'il existe deux types de tailles ; une taille de formation et une taille d'entretien. Au Brésil, la récolte est faite deux fois par an : de novembre à février – grande récolte – et d'avril à août (petite récolte). Les niveaux de</p>		<p>La graisse du cacao est transformée en beurre. Celui-ci est très utilisé par l'industrie pharmaceutique et cosmétique. Le tourteau et la poudre sont utilisés par l'industrie chocolatière dans la fabrication de pâtisseries, confiseries et pâtes.</p>	<p>cabosses (Phytophthora spp.) attaque dans toutes les régions productrices de cacao dans le monde, mais est plus grave en Afrique. La Moniliose 134 Guide technique pour une utilisation énergétique des huiles végétales (Moniliphthora roleri) qui affecte aussi les cabosses, ne touche pas le Brésil, mais les autres pays producteurs de l'Amérique du Sud et Centrale.</p>
--	--	---	--	---	--

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Humidité : Les zones de cultures sont généralement très humides (le cacaotier supporte des petites périodes sèches).</li> <li>• Précipitation : idéale entre 1800 et 2500 mm/an.</li> <li>• Altitude : généralement</li> </ul>	production, aussi bien au Brésil que dans d'autres pays producteurs de cacao, varient de 200 kg/ha à 2000 kg/ha.			
Theobroma grandiflorum (Cupuaçu)	<p>Arbre natif de 20 à 40 m de hauteur et de 45 à 80 cm de diamètre. Bois marron-jaune, l'écorce externe est fibreuse, de couleur orangée se présentant sous forme de lambeaux. Les feuilles sont simples alternées et avec des stipules. Les fleurs bisexuelles sont généralement au nombre de trois à cinq. Le fruit en capsule elliptique ou oblongue.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Climat : chaud et humide.</li> <li>• Sol : il doit être profond et bien drainé. La plante s'adapte aux sols de plaines fluviales.</li> <li>• Température : Moyenne annuelle entre 22 et 27°C.</li> <li>• Humidité : Au-dessus de 75%.</li> <li>• Précipitations : Au-dessus de 1500 mm et bien distribuées.</li> </ul>	<p>La floraison a lieu d'août à décembre et la fructification de janvier à juin, avec une production plus importante de mars à mai. Il peut également y avoir une production de fruits de juillet à septembre, selon les variations climatiques (Lopes, 1999). En Amazonie, la floraison a lieu de juillet à décembre (Prance et Silva, 1975) ou de juin à mars (Falcão et Lleras, 1983) et la fructification d'août à avril. La récolte a lieu quatre à cinq mois après la floraison. La productivité maximale de la plante est atteinte au bout de la cinquième année après la mise en terre. Des premières fructifications jusqu'à la troisième année, la production est considérée comme faible, de 4 à 7 fruits par plante/an. Elle passe de 20 à 30 fruits par plante/an lors de la cinquième année. La productivité dépend de la culture, du climat, du sol et des pratiques. La Fiches descriptives des oléagineuses brésiliennes</p>	<p>Acides saturés 51,3%</p> <p>Acides insaturés 48,3 %</p>	<p>Utilisations énergétiques de l'huile</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Actuellement : La coque du cupuaçu peut être utilisée pour produire de l'énergie. Un projet qui utilise la coque comme biomasse pour produire de l'énergie est en phase de test dans une communauté de l'Etat d'Amazonas. Lorsqu'elle est soumise à un procédé de brûlage incomplet, elle produit du gaz au lieu de produire de la fumée. Ce gaz, mélangé dans des moteurs diesel réduit la consommation de gazole jusqu'à 80%. L'énergie produite est utilisée pour alimenter l'industrie agroalimentaire qui transforme le fruit, qui auparavant était vendu in natura.</li> <li>• Potentiel : bio-diesel et production électrique dans des régions isolées.</li> </ul> <p>Utilisations non-énergétiques de l'huile</p> <p>Savonnettes en barres et liquides, crèmes et lotions, produits de traitement pour les cheveux, base dans des pommades pharmaceutiques, protecteur solaire, crème de massages, rouge à lèvres et maquillages</p>	<p>Ravageurs et maladies</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Maladies : balai de la sorcière (champignon <i>Moniliophthora perniciosa</i>), Antracnose (<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>) et <i>Pellicularia Koleroga</i>.</li> <li>• Les ravageurs : le coléoptère (<i>Costalimaita sp.</i>), le criquet, la fourmi sauva, le puceron, le foreur des troncs (<i>Conotraquelus sp.</i>), attaquent aussi cette plante.</li> </ul>

		<p>récolte commence 18 à 24 mois après la mise en terre. Il est recommandé de laisser mûrir le fruit sur la plante.</p> <p>Le fruit est ramassé après être tombé au sol ou lorsqu'il dégage une odeur caractéristique de sa maturité Ribeiro et al. (2005). La récolte est journalière et la commercialisation ou le dépulpage doit être effectués très rapidement pour éviter l'oxydation du fruit. Lors du transport, il faut éviter les chocs afin de protéger le duvet périphérique qui conserve le fruit et retarde sa déshydratation. La commercialisation du fruit « in natura » doit se faire dans les cinq jours après la récolte. La pulpe congelée est commercialisable jusqu'à 12 mois après son conditionnement.</p>			
(Carapa guianensis (Andiroba))	<p>Arbre pouvant atteindre 30 m de hauteur, au tronc cylindrique, droit, avec des divisions tubulaires à sa base. Sa frondaison est dense avec de nombreuses branches portant de longues feuilles; elles sont composées d. Celles-ci possèdent de longs pétioles et mesurent de 30 à 60 cm de long et 50cm de large. Les folioles opposées sont vert-foncé, de forme ovaleoblongue, à la pointe courte, à surface plate et aux bordures complètes.</p>	<p>Cycle de culture La floraison et la fructification commence après trois ans depuis la plantation. En Amazonie, la floraison a lieu d'août à octobre et la fructification de janvier à mai.</p> <p>La récolte La récolte est manuelle. Les graines sont ramassées après être</p>	<p>L'huile contenue dans l'amande est un liquide transparent jaune clair et extrêmement amer. Elle se solidifie à une température inférieure à 25°C en une graisse blanche. L'huile a un point de fusion qui commence à partir de 22°C et prend fin à 28°C. Elle contient des substances comme de l'oléine, de la palmitine et de la glycérine. Ses</p>	<p>Utilisations énergétiques de l'huile</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Actuellement : l'huile est utilisée comme combustible pour l'éclairage dans les lampes à huile. Fiches descriptives des oléagineuses brésiliennes</li> <li>• Potentiel : bio-diesel et production électrique dans des régions isolées.</li> </ul> <p>Utilisations non-énergétiques de l'huile L'huile d'andiroba est utilisée comme crème émolliente et hydratante,</p>	<p>Ce bois a une saveur amère, il n'est donc attaqué ni par les tarets ni par les termites. Dans les plantations en terre, les plants sont attaqués par le foreur Hipsiphyla grandella.</p>

	<p>L'inflorescence est une panicule axillaire de 30 cm. Les fleurs sont subsessiles, glabres, sous-globuleuses de couleur crème.</p> <p>Le fruit est une capsule globuleuse, déhiscente, possédant 4 valves qui se séparent lorsqu'il tombe. Le fruit est composé de 4 à 12 graines de couleur rouge à partir desquelles une huile « huile d'andiroba » amère et épaisse, de couleur jaune-foncé sera produite. Les graines pèsent de 20 à 25g chacune. La coque du fruit est grosse, amère et se détache facilement en grandes plaques. La germination est de type hypogée et cryptogame.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Climat : tropical.</li> <li>• Sol : la plante pousse sur les terres alluvionnaires, les débuts de pentes et les petites dépressions dont le drainage est lent. Elle croît en sols profonds, à la texture franche et argileuse. Les sols sableux sont à éviter. Elle se trouve également dans des sols de terre ferme.</li> <li>• Température : entre 17,5 et 22°C .</li> <li>• Humidité : forte hygrométrie comprise entre 80 et 90%</li> <li>• Précipitation : entre 1200 mm et 2400.</li> <li>• Altitude : 20 m à 1100 m.</li> </ul>	<p>tombées de l'arbre. Elles pourrissent rapidement, elles sont très vulnérables à l'attaque des rongeurs et des insectes.</p> <p>Le poids moyen d'une graine sèche est de 25 g. Elle est composée de 25% de coque et de 75% de pâte huileuse.</p>	<p>propriétés sont antiseptiques, anti-inflammatoires, cicatrisantes et insecticides.</p> <p>Acides saturés 33,6%</p> <p>Acides insaturés 63,8 %</p>	<p>huile de shampoings, lotions, gels etc. Elle est aussi utilisée dans la phytothérapie comme anti-inflammatoire, anti-bactérien, anti-tumoral, analgésique, balsamique, fongicide. Elle est indiquée pour combattre l'arthrite, les distensions musculaires, l'altération superficielle des tissus, la cicatrisation, antiseptique et antiparasitaire. Elle est aussi utilisée comme protection contre les insectes, surtout les attaques d'acariens microscopiques sur les personnes qui circulent en forêt.</p>	
--	--	--	--	---	--

