LA FILIERE COCOTIER

Alexia PRADES
CIRAD
UMR Qualisud

Plan du cours

1. Le cocotier, une plante particulière
   - un peu de botanique
   - écologie
   - culture
   - débouchés
2. Le cocotier, source de matière grasse
   - Corps gras, un marché international fluctuant
   - L ’huile, procédés d ’obtention
   - Qualité des huiles
3. La filière cocotier, la tradition alliée du futur?
   - Autres débouchés pour l'amande : lait de coco et coco râpé
   - Valorisation des co-produits : eau, bourre, coque et stipe
   - Un produit à fort potentiel : noix à boire

Un peu de botanique

- ✓ Le cocotier
  - monocotylédone
  - ordre des palmales
  - famille des palmées ou palmacées
  - groupe des cocosoïdes
  - genre *Cocos* dont une seule espèce *Cocos nucifera L.*
- ✓ Longévité de la plante > 1 siècle
- ✓ Durée de vie économique = 50 ans
- ✓ Origine imprécise : plus de peuplement spontané, probablement Pacifique ou Extrême-Orient il y a plusieurs millions d 'années
- ✓ **Deux grandes variétés** : Grands et Nains (5% de la cocoteraie mondiale)
- ✓ **Hybrides** : « Nain x Grand » et « Grand x Grand »

Ecologie

Conditions climatiques :

- ✓ pluviosité> 130mm/mois, saison sèche< 3 mois
- ✓ température optimale 27 à 28°C, 20°C au plus bas
- ✓ ensoleillement>2000 heures
- ✓ humidité environ 80/90%
- ✓ vent important pour la fécondation mais déracinement par typhon

=> Conditions tropicales et sub-tropicales

cirad

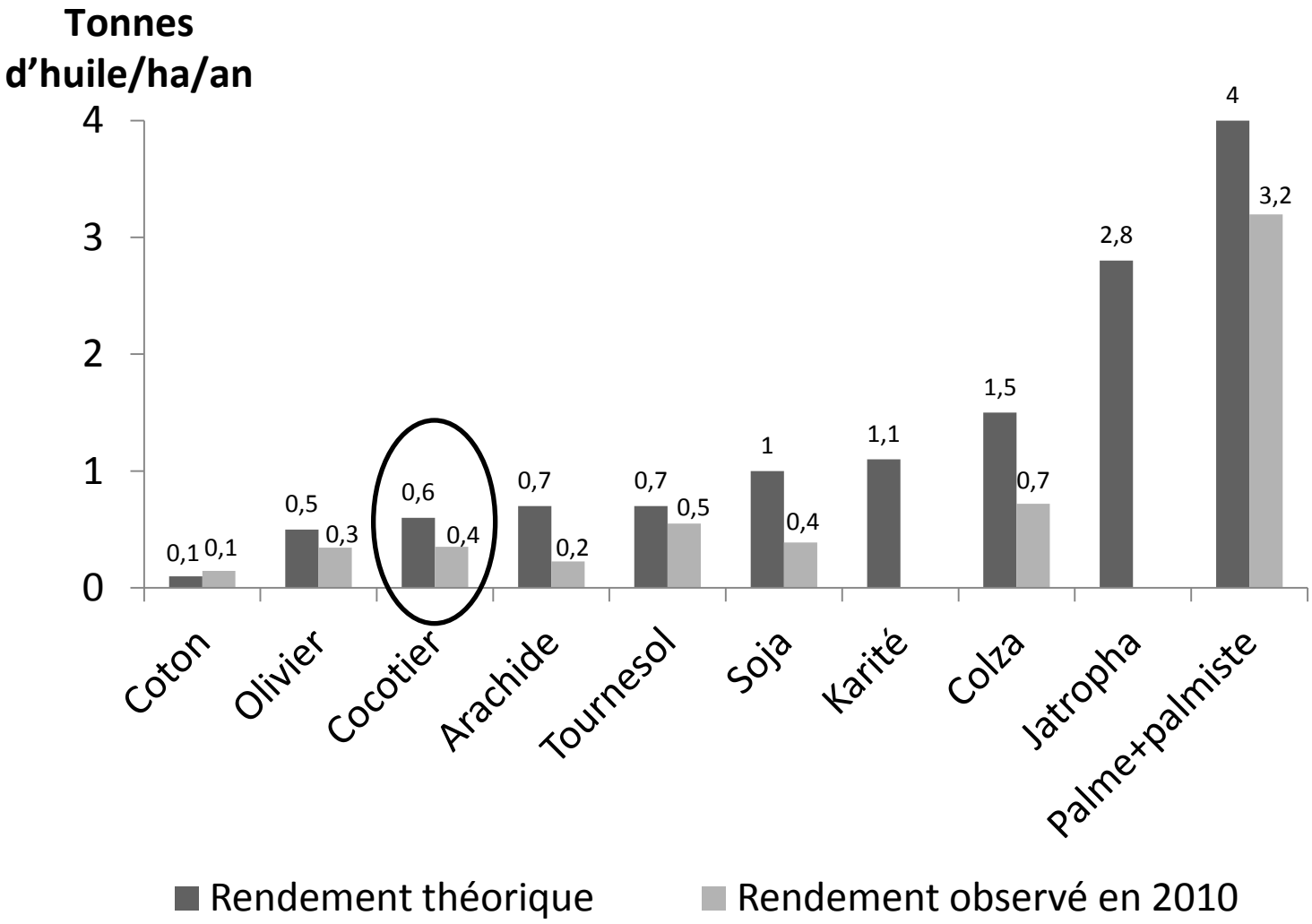
Le cocotier, une plante cultivée

- Dispositif de plantation en triangle équilatéral
- Densité selon les conditions écologiques (160 à 235 arbres/ha selon les variétés en conditions favorables)
- Très peu d ’intrants sauf en cas de carence minérale
- Production à partir de 5 à 10 ans donc souvent plantation d’une culture annuelle intercalaire
- Récolte : dépend du temps de germination, variétés naines tous les mois et variétés grandes et hybrides tous les 2 mois

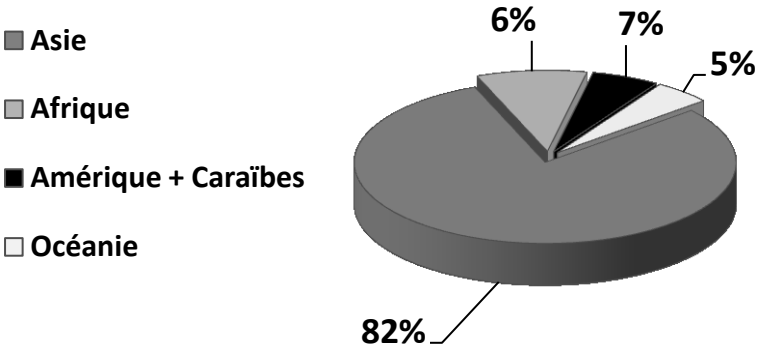
et menacée : le jaunissement mortel, maladie du cocotier

- Touche l'Afrique et les Caraïbes
- Symptômes : jaunissement des feuilles, chute de fruits, chute des feuilles, seul le stipe reste
- Vecteur de la maladie inconnu, phytoplasme dont l'hôte n'est pas déterminé
- Recherches en cours

Productivité des plantes oléagineuses



Culture du cocotier



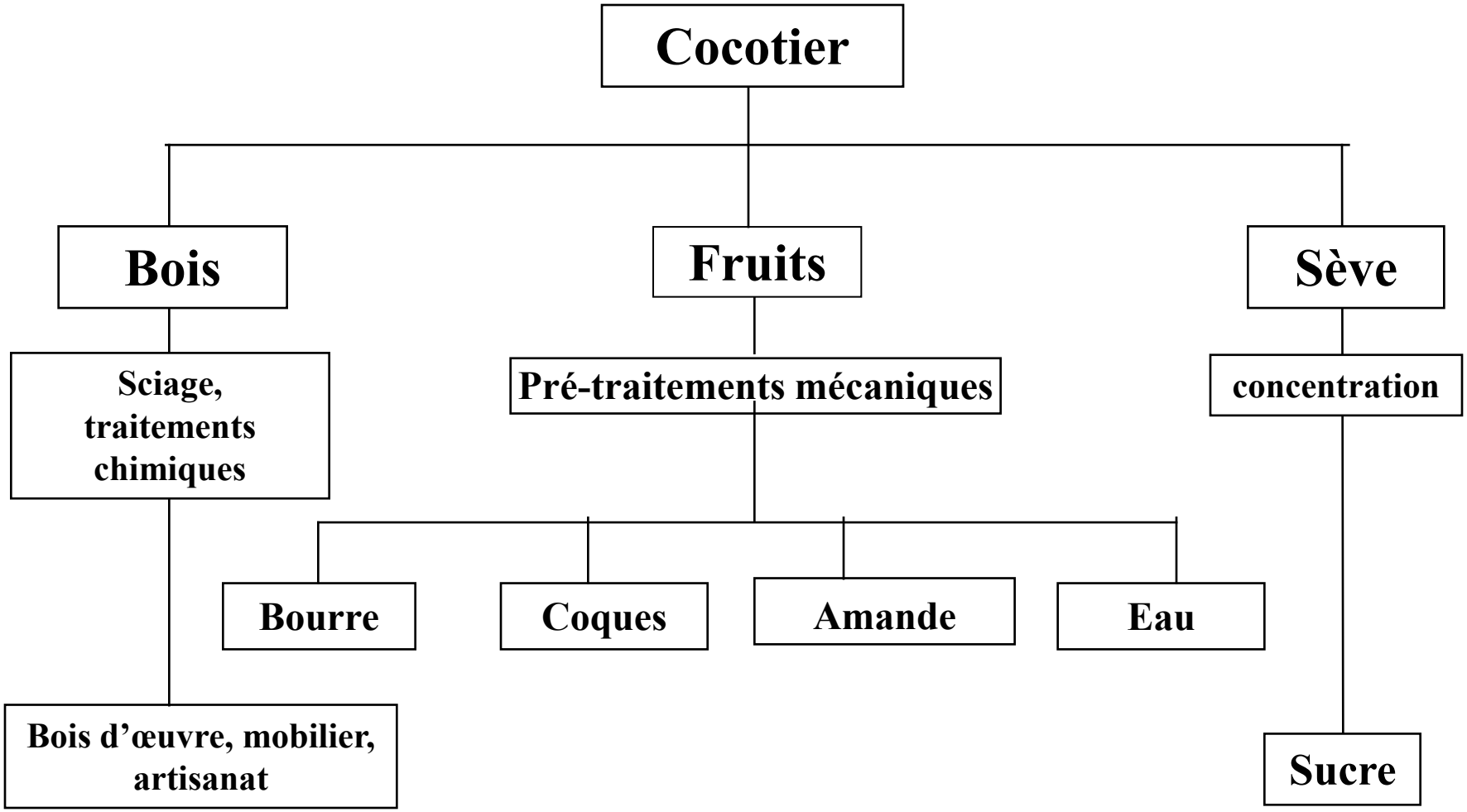
- Surface mondiale récoltée = 11.3 millions d'hectares en 2010 dont 82% en Asie
- Principaux pays producteurs (2010) : Indonésie (18.0 Mt de noix de coco), Philippines (15.5 Mt), Inde (10.8 Mt)
- Types d'exploitation : **96% de petites plantations (0,5 à 4 ha)**
- Rendement moyen = 1.6 t de coprah/ha/an

Récolte des noix

- **Maturité**
  Enveloppe vire au brun, au moins une noix du régime est dite « sèche »
- **Outils de récolte**
  Machette, échelle, bambou équipé d 'une faucille...
- **Groupage des noix**
  Formation de tas de noix pour faciliter les opérations post-récolte et les compter
- **Premières opérations post-récoltes**
  Plusieurs options selon les débouchés envisagés : débourrage au champ ou décoquage au champ

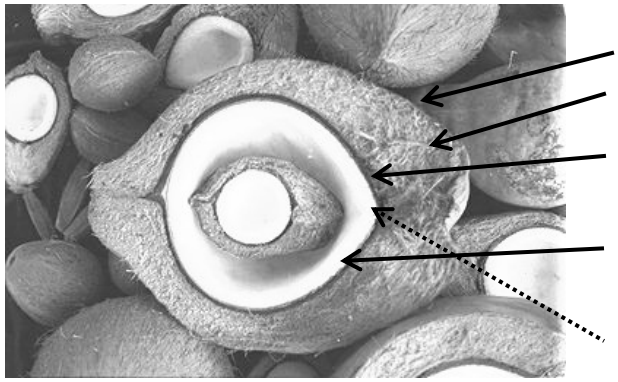
cirad

Débouchés du cocotier



Le Fruit

- Drupe improprement appelée noix
- Grande diversité « naturelle » des variétés



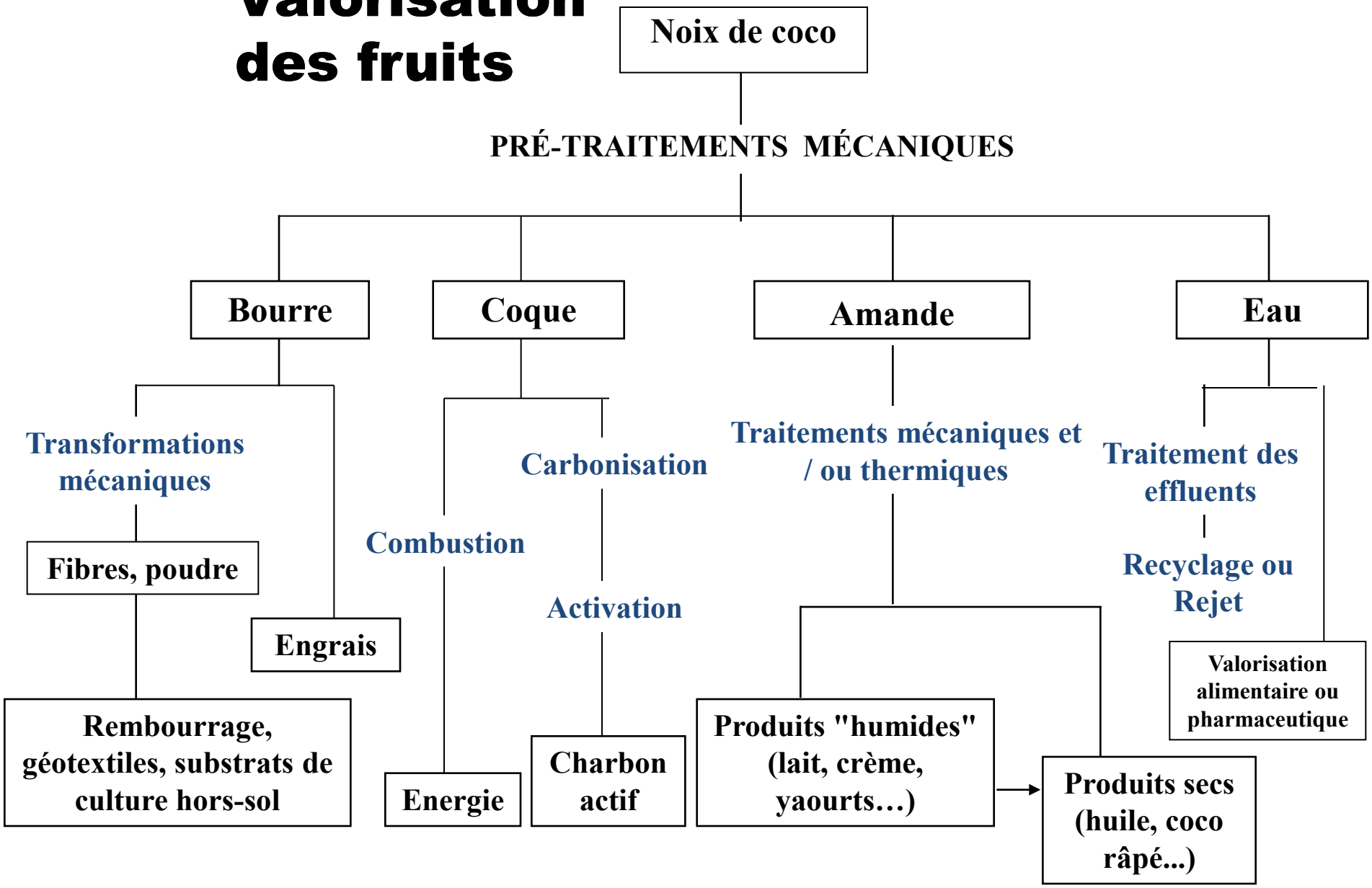
Variations de composition du fruit en fonction :

- de la variété, du climat, du sol, de la conduite de la plantation, des maladies ou ravageurs

	Ghana 2000	Mozambique 2000	Philippines 1958	Ste Lucie 2003	Côte d'Ivoire 2001
Poids total (kg)	1.06	1	1.05	1.1	1.2
	% poids frais total de la noix de coco				
Bourre	50	36	35	36	47
Coque	10	22	12	22	15
Eau	13	17	28	17	9.5
Amande	27	25	25	25	28.5

cirad

Valorisation des fruits



La noix de coco, source de matière grasse

- L'amande de la noix contient :
  - 47 à 52% d'eau
  - **35 à 37% de lipides**
  - 8% de glucides
  - 4% de protéines
  - 2% de fibres
  - le reste en sels minéraux, oligo-éléments
- Lipides sont des triglycérides dont la composition est très riche en acides gras à chaîne courte, notamment en acide gras laurique (C_{12}), d 'où le nom de l'huile issue de la noix de coco qui est dite « laurique »

- "Huiles lauriques" = huile de coprah et huile de noix palmiste
- Huile utilisée en l'état ou hydrogénée pour margarines, shortening, fourrage, couverture, enrobage, oléochimie (dérivés tensio-actifs des produits cosmétiques)

Le marché international des huiles

- 4 huiles principales depuis la fin des années 50 (soja, palme, tournesol, colza)
- Progression spectaculaire de l'huile de palme du fait des rendements élevés des nouvelles variétés
- Concurrence forte de l'huile de palmiste
- 7ième position de l'huile de coprah derrière soja, palme, colza, tournesol, arachide et coton

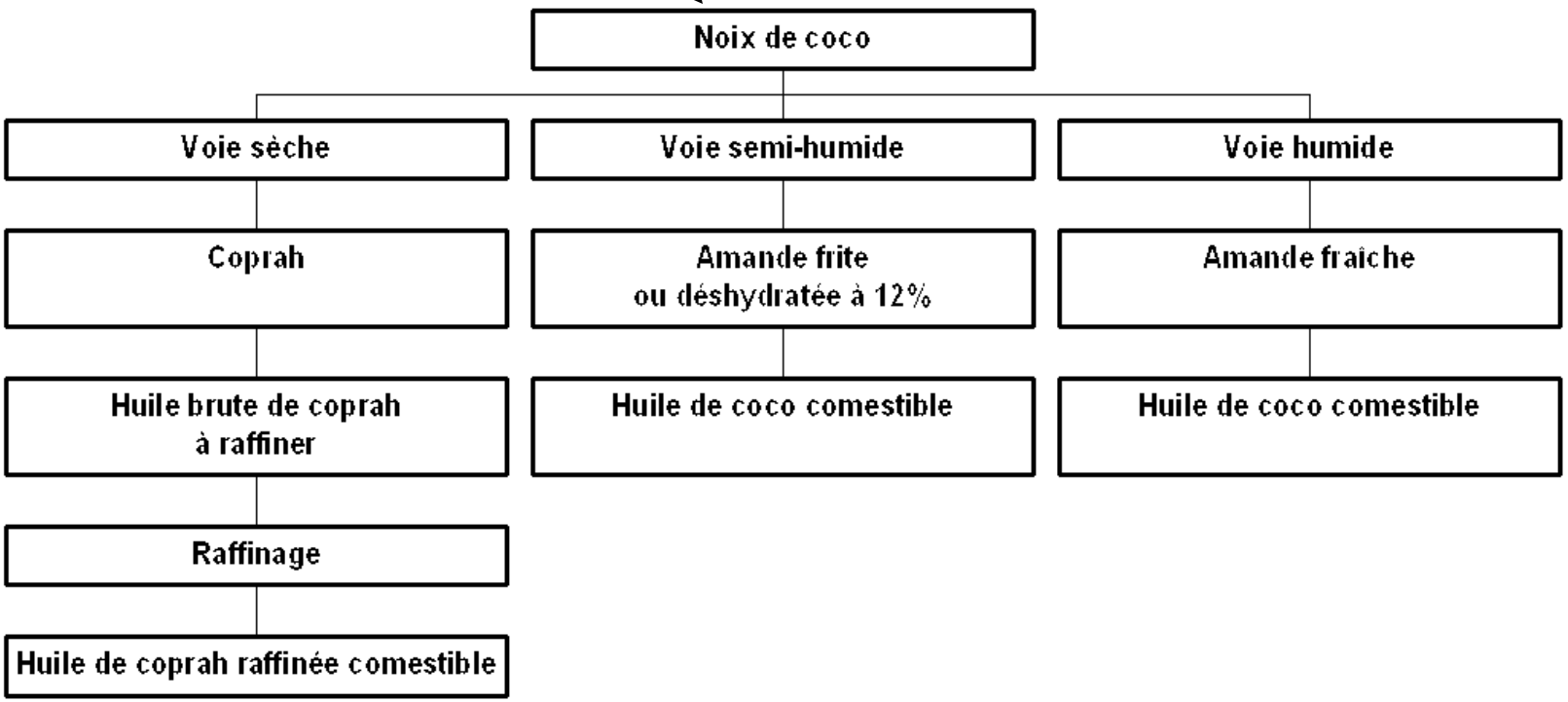
Obtention de l'huile de noix de coco

Trois voies de transformation

- Voie sèche
- Voie semi-humide
- Voie humide

Trois échelles

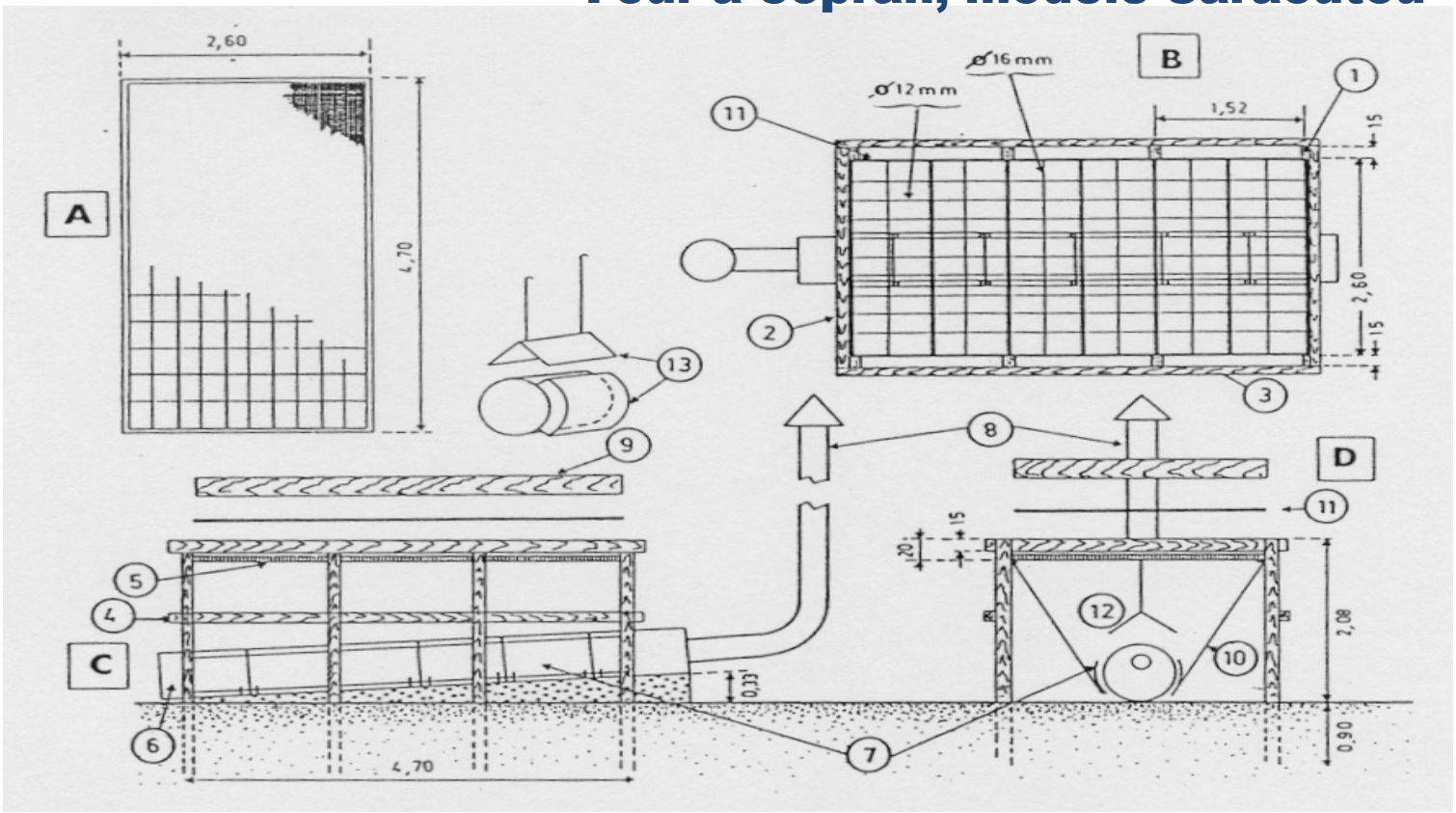
- industrielle (rdt extraction = 90%)
- semi-industrielle à artisanale (rdt = 60 à 70%)
- domestique (rdt = 40 à 60%)



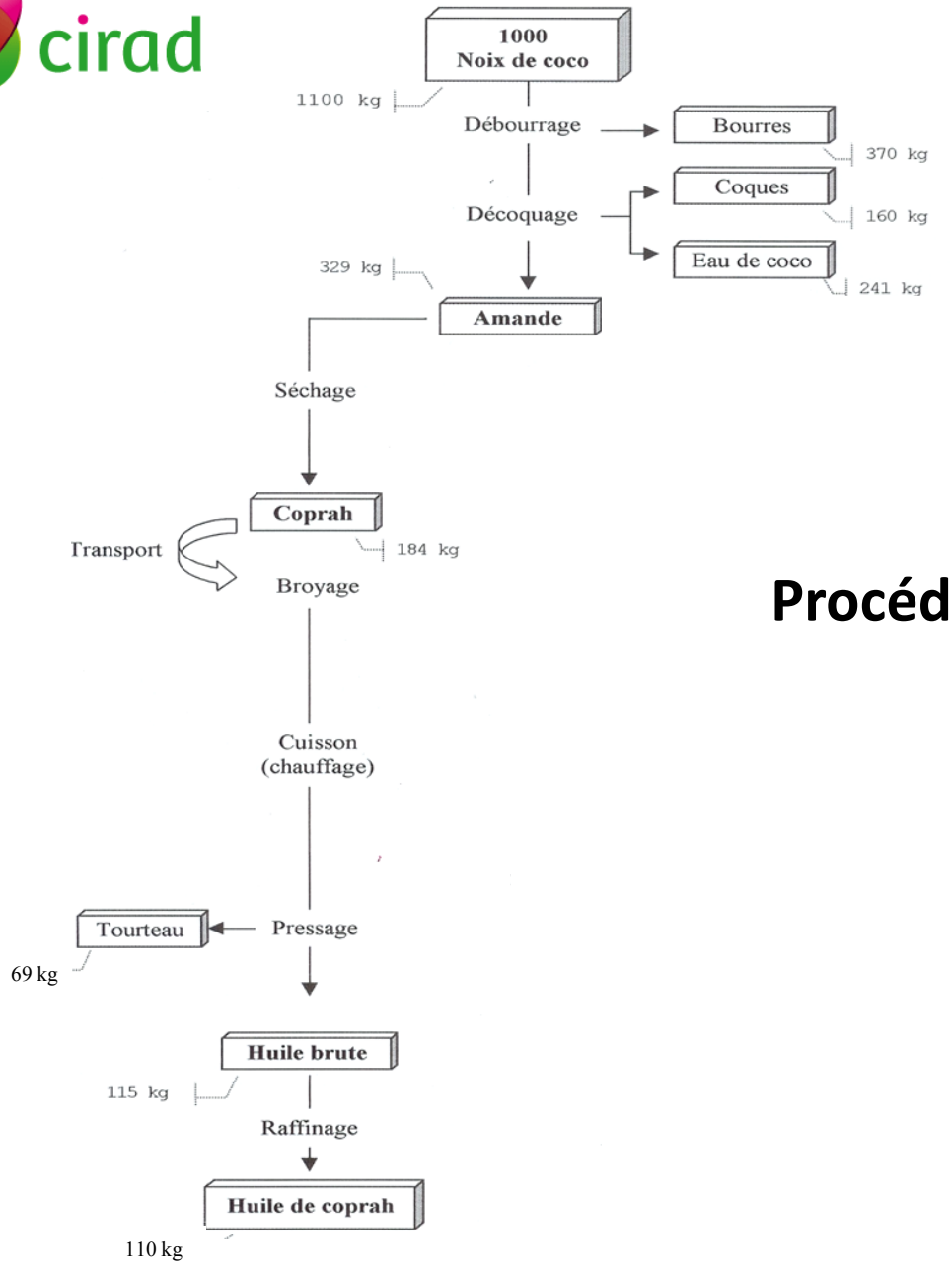
1. Voie sèche

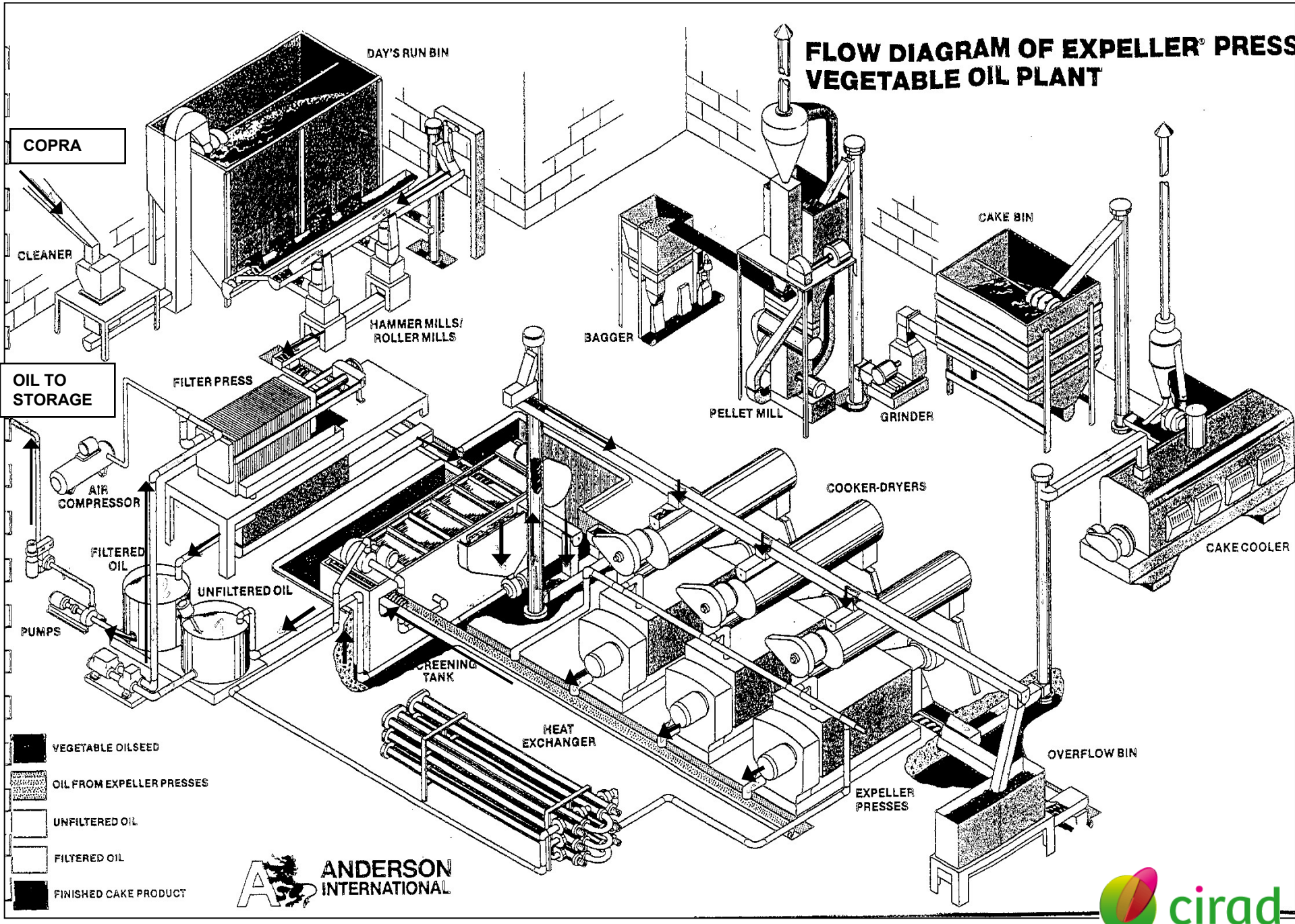
- Historiquement la plus ancienne car mise en place à l'époque de la colonisation
- Transport des matières premières vers les lieux de transformation situés en Europe
- Séchage du coprah effectué au champ ou près de la zone de récolte par des techniques artisanales

Four à coprah, modèle Saraoutou



Procédé d'extraction de l'huile de coprah




FLOW DIAGRAM OF EXPELLER® PRESS
VEGETABLE OIL PLANT
COPRA
DAY'S RUN BIN
CLEANER
HAMMER MILLS/
ROLLER MILLS
BAGGER
CAKE BIN
PELLET MILL
GRINDER
OIL TO
STORAGE
FILTER PRESS
AIR
COMPRESSOR
COOKER-DRYERS
CAKE COOLER
FILTERED
OIL
UNFILTERED OIL
PUMPS
SCREENING
TANK
HEAT
EXCHANGER
OVERFLOW BIN
EXPELLER
PRESSES
VEGETABLE OILSEED
OIL FROM EXPELLER PRESSES
UNFILTERED OIL
FILTERED OIL
FINISHED CAKE PRODUCT
ANDERSON
INTERNATIONAL
cirad

Presse continue à vis = expeller

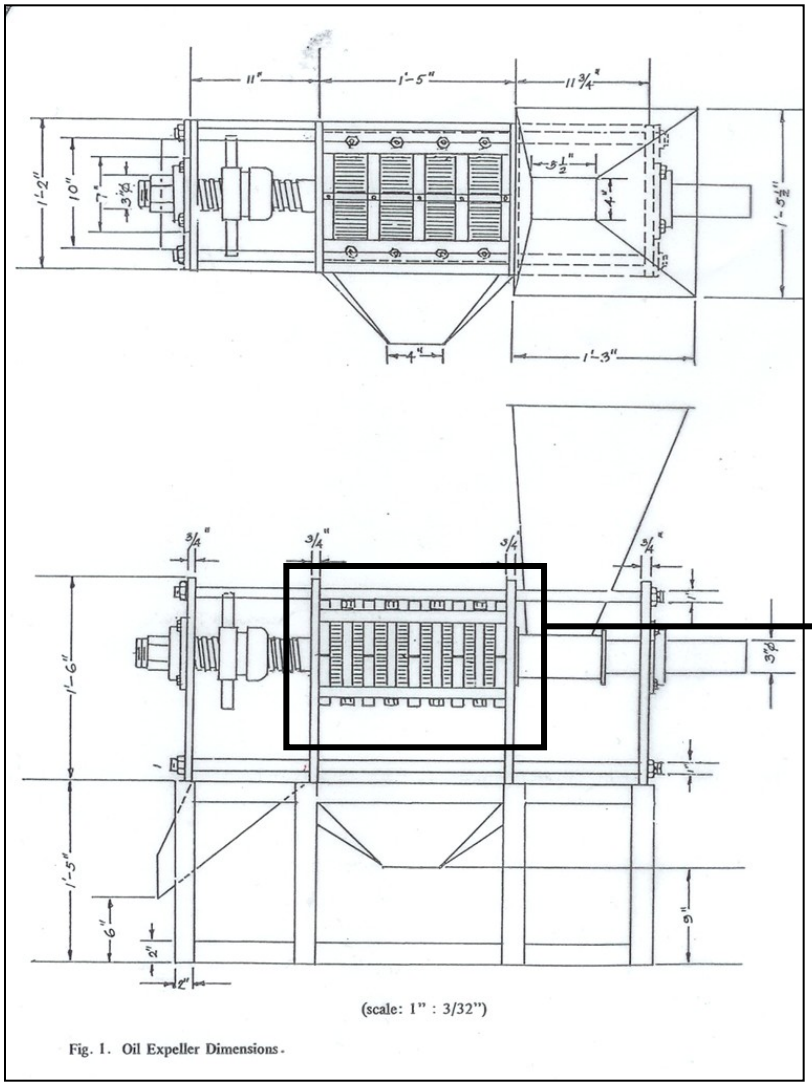


Fig. 1. Oil Expeller Dimensions.

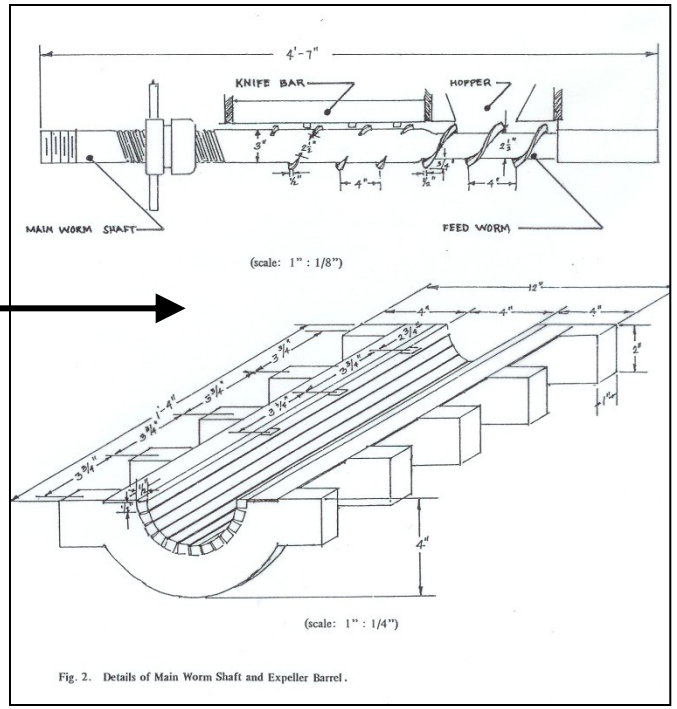


Fig. 2. Details of Main Worm Shaft and Expeller Barrel.

Composition du coprah et caractéristiques de l'huile de coprah raffinée

Constituent	a	b	c
	Per Cent (Dry Basis)		
Moisture	5.0	5.80	6.80
Oil	66.5	67.00	63.70
Protein	7.0	8.90	7.60
Crude fiber	4.0	4.10	3.80
Ash	2.0	1.80	2.00
Carbohydrate	15.5	16.50	16.10

COPRAH

[a] Floro, M. (1952). Copra from Malabar.
[b] Subrahmanyan, V. and D. Swaminathan (1959).
[c] Child, R. (1939).

HUILE de COPRAH RAFFINEE

	Philippines Grade I (huile raffinée)	Codex alimentarius (huile raffinée)	Inde (huile raffinée)
Acidité (% acide laurique/MT)	0,1	0,6	0,5
Teneur en eau (%MT)	0,1	-	0,1
Insaponifiables (%MT)	0,5	1,5	0,5
Couleur (échelle Lovibond)	2	visuel	2
Indice de saponification	255	248-265	min. 250
Indice d'iode	7,5-9,5	6,0-11,0	7,5-10
Density	0,915-0,920	0,908-0,914	0,915-0,920
Indice de réfraction (à 40°C)	1,448-1,449	1,448-1,45	1,448-1,449

Raffinage de l'huile

- Etapes du raffinage, à partir de l'huile brute :
  - **Elimination des impuretés** (démucilagination) par traitement à l'eau chaude ou à la vapeur qui insolubilise les phospholipides, gommes…séparation par centrifugation
  - **Neutralisation** par chauffage et agitation en présence de soude ou de potasse, acides gras libres passent en phase aqueuse sous forme de savons, séparation par centrifugation
  - **Lavage** à l'eau pour éliminer les résidus et séchage sous-vide
  - **Décoloration** par chauffage et traitement par charbon actif
  - **Désodorisation** par distillation sous-vide T<200°C

2. Voies semi-humides

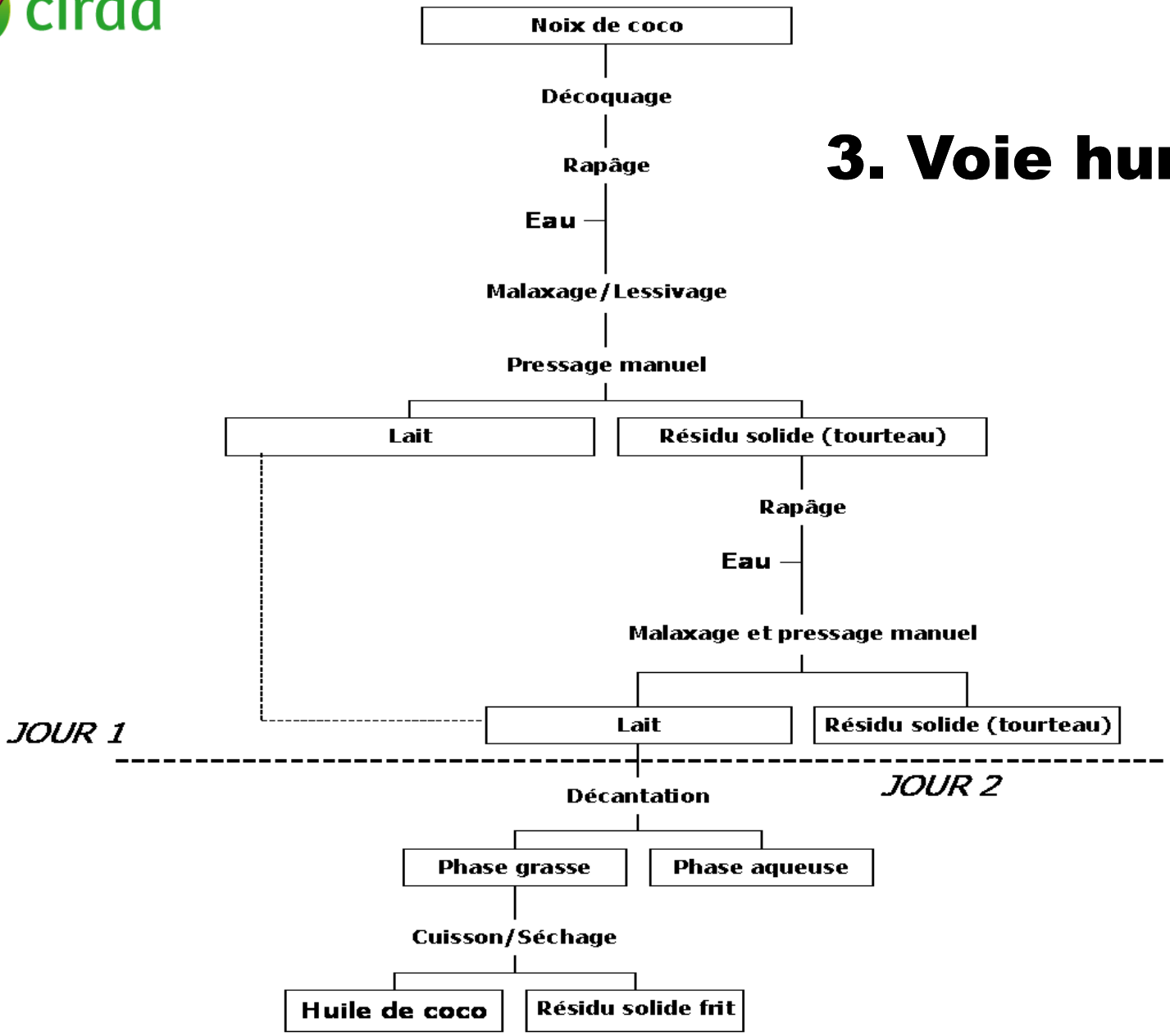
Le procédé de **séchage-friture**

- Travail à partir de l'amande fraîche
- Déshydratation par friture
- Pression de l 'amande frite

Le procédé à **humidité intermédiaire**

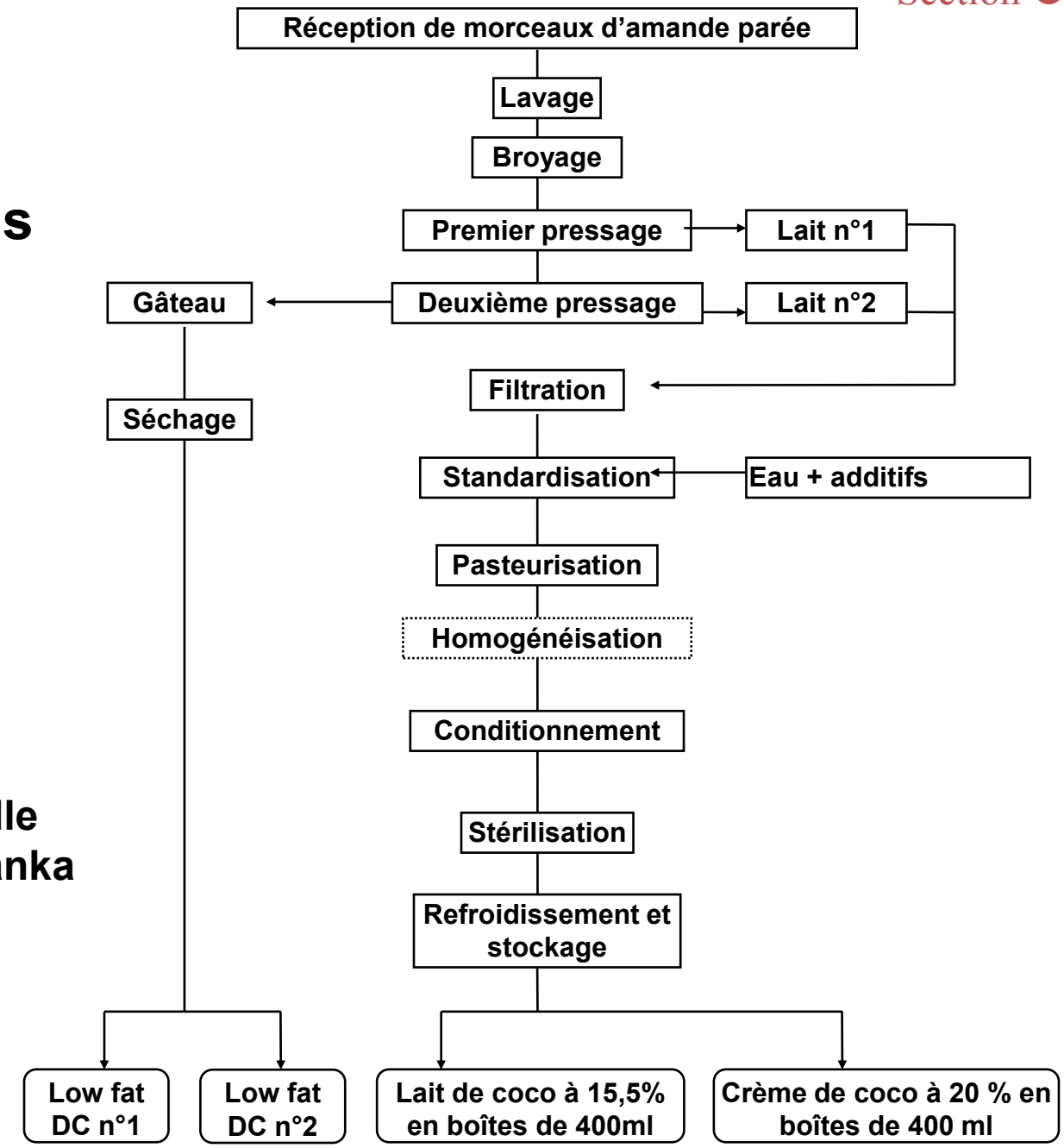
- Travail sur amande fraîche déshydratée à 12/15% d'eau
- Pression de l'amande semi-déshydratée

3. Voie humide



Autres valorisations de l'amande : lait de coco et coco râpé

La production industrielle de lait de coco au Sri Lanka



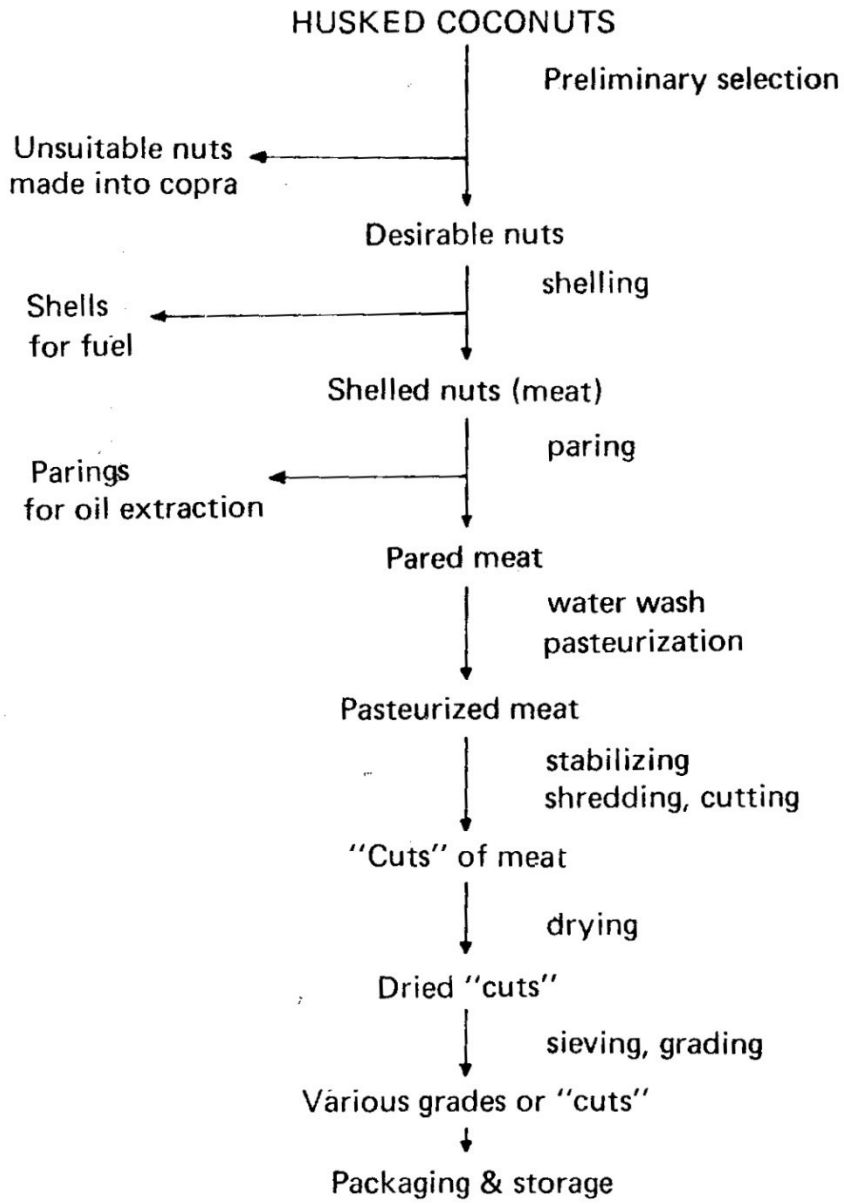
Caractéristiques du lait de coco

- Entre 5 et 46% de teneur en solides totaux dont 3 à 35% de matière grasse
- Rendement fonction de la dilution envisagée et donc de la teneur finale en MG du produit : à partir de 1000 noix, obtention de 250 kg de lait de coco à 15% de matière grasse
- Différenciation lait et crème de coco
  - Lait 5 à 25% de MG
  - Crème de 25 à 46 % de MG

	Total Solids (%wb)	Non-fat Solids (%wb)	Fat (%wb)	Moisture (%wb)
Products	**Min.-Max.**	**Min.**		**Max.**
Skim Coconut Milk	5 max.	-	2.5 max	-
Light Coconut Milk	7.5-14.0	1.5	6.0 min.	92.5
Coconut Milk	14.1-25.0	2.6	11.5 min.	85.9
Coconut Cream	25.1-37.2	5.1	20.0 min.	74.9
Coconut Cream concentrate	37.3-46.0	8.4	29.0 min.	62.7
Concentrated Coconut cream	46.1 min.	11.2	35.0 min.	53.9

Codex Alimentarius, 2001

Procédé de fabrication du coco râpé



Normes de classification et de qualité du coco râpé

E 6.5. Grading of DCN*/ Coco RÂPÉ

Description	Nominal Width of Aperture of Test Sieve	Bureau of Standards Mesh No.
Desiccated coconut shall be coarse, medium, fine (macaroons), and Superfine or extra fine.		
Coarse		
(i) 100% passes thru	4.76 mm	–
(ii) Not more than 15% remains on	3.35 mm	5
(iii) Not more than 15% passes thru	2.00 mm	8
(iv) Not more than 2.5% passes thru	1.40 mm	12
Medium		
(i) 100% passes thru	2.80 mm	6
(ii) Not more than 15% remains on	2.00 mm	8
(iii) Not more than 15% passes thru	1.40 mm	12
(iv) Not more than 2.5% passes thru	1.00 mm	16
Fine (or Macaroons)		
(i) 100% passes thru	1.68 mm	10
(ii) Not more than 15% remains on	1.40 mm	12
Superfine (or Extra fine)		
(i) 100% passes thru	1.40 mm	16
Special grades and cuts may be manufactured to meet customers requirements, provided these special grades and cuts shall comply with the other requirements of this standard.		

TABLE 6.8. Specifications for DCN*

Property/Characteristic	Level
Bacteriological	
Salmonella	Negative
E. coli	Negative
Standard plate count	5,000 colonies/g Max
Coliform count	10 colonies/g Max
Yeast	100 colonies/g Max
Mold	50 colonies/g Max
Chemical	
Moisture (granulated), %	2.5 – 3.2
(special cuts)	2.8 – 3.8
Oil, %, Min	65
Free fatty acids, % as oleic, Max	0.10
Protein, %, Min	6.5
Crude fiber, %, Max	4.0
Residual SO_2, ppm, Max	100

*Emata, R. G. (1971).

Valorisation des co-produits

L'eau de coco de noix mûres

- Composition de l 'eau de coco de noix mûres

Solides totaux	4,71%
Sucres totaux	2,56%
Protéines	0,55%
Matière grasse	0,74%
Cendres	0,62%
pH	5,6

+ facteurs de croissance
(acides aminés et vitamines) très spécifiques

Valorisations possibles

- Production de vinaigre (fermentation acétique)
- Production de nata de coco (fermentation par *Acetobacter xylinum*)
- Liquide intraveineux de réhydratation
- Milieu de culture pour bactéries et plantes (vitro-plants)
- Milieu de cultures pour levures (Saccharomyces fragilis)
- Boisson après filtration et ajout d 'additifs

Valorisation de la coque

- Marché local pour le charbon de coques à visée combustible

Coques -> Carbonisation -> Broyage et tamisage -> Conditionnement

- Marché international porteur pour le charbon actif

Procédé = deux étapes distinctes : la carbonisation, puis l'activation (800 à 1000° C sous atmosphère hautement contrôlée, en présence de dioxyde de carbone et de vapeur d'eau). De faible rendement global (10 à 15 %), ce procédé est utilisé pour produire les charbons actifs à base de coques de noix de coco, de houille, de tourbe et de bois.

Charbon de coques -> Broyage et tamisage -> Activation -> Broyage et tamisage -> Conditionnement

Valorisation de la bourre

- Après séparation des fibres, tressage de cordage, cordelettes, ficelles…
- Marchés en expansion pour revêtements anti-érosion, protection des berges, géotextiles, produits horticoles, supports de culture hors-sol…
- Historiquement, produits en provenance d'Inde et du Sri Lanka, plus gros transformateurs et exportateurs

Valorisation de la sève : le « tapping »

- Récolte de la sève nécessite plusieurs opérations :
  - préparation de l'inflorescence
  - tapping = la sève est recueillie dans un récipient (bambou ou bouteille)
  - récolte de la sève deux fois /jour
- Fleur de 60-75 cm de long et 7.5-12.7 de diamètre
- Flux de sève varie selon l'âge du cocotier et les conditions de culture. Les Grands ont de meilleur rendement que les Nains. Moyenne de 0.65 litre/jour
- Un homme peut récolter 50 arbres/jour
- Obtention de sucre par concentration
- Fermentation spontanée de 2 à 3 jours avant distillation

cirad

Le stipe du cocotier

- Variation de la densité du cœur vers la périphérie du stipe allant d'une densité équivalent à celle du balsa jusqu'à une densité voisine de celle de bois durs en périphérie
- Variation également en fonction de l'âge du cocotier
- Un taux de silice important : scier les grumes fraîchement abattues
- Les parties peu denses doivent être traitées contre les insectes et les champignons

Valorisation du stipe

- Le stipe de cocotier peut donc être utilisé en tant que :
  - frise (0,4<d<0,9)
  - charpente lamellée-collée (0,3<d<0,9)
  - bois massif reconstitué – meuble (0,3<d<0,5)
  - intérieurs de panneaux lattés et de portes planes (0,3<d<0,5)
  - parquets à la condition d'effectuer une sélection préalable des lattes (d>0,6) de même teinte, et une vitrification après la pose pour éviter les écharde

Les noix de coco « à boire »

- Noix jeunes entre 8 et 10 mois maximum
- Volume d 'eau plus important
- Arômes plus présents
- Boissons riches en éléments minéraux
- Légèrement gazeuse
- A valoriser en boisson énergétique pour sportifs ou boisson « bio »

Composition de l'eau de coco de noix jeunes

Eau	**94.2%**
Solides totaux	**5.8%**
Solides solubles (°B)	**5.3%**
Sucres réducteurs	**4.9%**
Sucres non réducteurs	**0.4%**
Cendres	**0.5%**
Protéines	**19.5 mg/100ml**
Lipides	**11 mg/100ml**
pH	**5.2**
Acidité titrable	**131.2 mg ac.cit./100ml**