

CODEART

asbl

CODEART asbl
15, Chevémont
B-4852 HOMBORG
Tél.: 0032(0)87 78 59 59
Fax: 0032(0)87 78 79 17
info@codeart.org

www.codeart.org

Ce document est mis gratuitement à disposition en ligne sur le site internet de www.codeart.org.

Il est destiné à être diffusé et reproduit largement.

CODEART développe des projets visant à résoudre des problèmes techniques récurrents dans les pays du Sud et en lien direct avec la production et la transformation des productions vivrières par les producteurs locaux eux-mêmes et les artisans locaux qui offrent leur service aux paysans.

CODEART complète son appui technique par l'offre de toute information susceptible d'aider les partenaires dans la maîtrise de technologies nécessaires au développement du pays.

Les productions, plans et savoir-faire développés sont mis à la disposition de l'ensemble des acteurs du secteur du développement tant au Nord qu'au Sud.

Dans les cas justifiés, une version papier peut vous être envoyée sur simple demande à info@codeart.org.

Si vous avez des questions, si vous constatez des imperfections ou si vous avez des expériences similaires à partager, nous vous remercions de nous contacter.

LA FILIERE CANNE A SUCRE A HAITI :

Informations techniques - Proposition d'amélioration - documentation

Classification : **document de réflexion**

Nom de l'auteur du document : **Les Ateliers-Ecoles de Camp-Perrin – Haïti
Jean Sprumont & Sébastien Delahaye**

Date de conception : **2007**

Date de mise en ligne : **2010**

Référence interne : B596/2

Réflexion sur la filière canne à sucre en Haïti
2007



La filière canne à sucre en Haïti

Informations techniques – Propositions d'amélioration- documentation

Ce document a été réalisé aux Ateliers – Ecoles de Camp Perrin en 2007, il est le fruit de la collaboration entre différentes personnes :

- Techniques et réflexions :
 - Jean Sprumont,
 - Sébastien Delahaye
 - Maxime Dumont
 - Samuel Treinen
 - Gaël Maurissen

- Photos et illustrations :
 - Maxime Dumont
 - Lidwine Hyppolite
 - Sébastien Delahaye
 - Gaël Maurissen

- Enquête de Terrain :
 - Sébastien Delahaye
 - Maxime Dumont
 - Lidwine Hyppolite
 - Jean Sprumont

Ce document ne vise nullement à en remplacer deux autres sur le sujet quasi inépuisable de la canne à sucre; au fait ces documents se complètent et s'additionnent pour donner aussi bien un poids à la technique qu'aux valeurs humaines dont l'engagement et au final le bonheur des hommes dépendent. Notre situation n'est pas brillante beaucoup souffrent tant d'une perte de sens que pour les victimes d'une perte d'espoir. Un peu de technique beaucoup de réflexion et d'amour pour notre pays et pour nous même pourrait nous rendre l'avenir plus radieux.

Il s'agit de :

- La Production de sucre artisanal: Panela (Colombie) Rapadou (Haiti)
Notice technique- Roger Loozen-- Département de développement rural
Misereor et Codéart
- Valorisation de la canne sucre- Etude technologie—Agricorp/ Iram
Michel Taquet

Préface	3
Les anciens moulins à eau	13
La méthode Labat.....	15
Le rôle des agents de clarification.....	19
Transport, stockage et utilisations de la canne à sucre	20
Transport de la canne	20
Problèmes des délais entre la récolte et le passage au moulin	23
Utilisations du jus de canne.....	24
Présentation des moulins à canne d'Haïti	26
Description des moulins existant en Haïti.....	28
Moulins des Ateliers – Ecoles de Camp Perrin.....	37
Fabrication des moulins, histoire et contraintes	40
Manège pour la commande des moulins à canne.....	43
Améliorations à apporter à la traction animale autour des moulins à canne.....	61
Sécurité aux abords des moulins	65
Chaudières Christophe ou Glande.....	74
Chaudière en tôles soudées	76
Description d'une installation efficace mono cuve n'utilisant pas de bois	78
Problématique du gaspillage d'énergie et de la déforestation.....	84
Glossaire	107
• Bokit: récipient, seau.....	113
• Clairin vierge ou clairin 22 : a base de sirop fermenté.....	113
Annexe 1 : La canne.....	116
Annexe 2 : Du jus de canne au sucre artisanal, succession des étapes	139
Annexe 3 : Le sucre.....	140
Annexe 4 : Le rhum	145
Annexe 5 : La bagasse.....	147
Annexe 6 : Définition d'un moulin	149
Annexe 7 : Alcools de canne à sucre	152
Annexe 8 : Bibliographie.....	167

Table des illustrations

Fig. 1 : Schéma des 3 rôles verticaux	12
Fig. 2 : ancien moulin à eau (Martinique)	14
Fig. 3 : canal à vesou (Martinique)	14
Fig. 4 : Ancienne installation poly-cuve (Martinique)	16
Fig. 5 : cuves en batterie installées à une époque récente alors que l'on s'écarte déjà des bonnes pratiques de l'époque coloniale (Corail - Haïti).....	16
Fig. 6 : outils de sucrerie artisanal (Diderot et D'Alembert)	18
Fig. 7 : transport de la canne	21
Fig. 8 : harnachement avec "tok" pour le transport de la canne	21
Fig. 9 : Rapadou en cours de chauffe	23
Fig. 10 : barre de rapadou.....	25
Fig. 11 : cylindre de fonte ancien	26
Fig. 12 : rôles en bois.....	34
Fig. 13 : moulin en bois, la traction animale.....	34

Fig. 14 : Rôles de moulin" Panelero"	36
Fig. 15 : Moulin motorisé" Panelero"	36
Fig. 16 : engrenages" Panelero"	37
Fig. 17 : moulin à traction animale AECP	38
Fig. 18 : Palier de rôle bois.	40
Fig. 19 : moulins à traction animale, époque coloniale : à gauche la représentation que l'encyclopédie en faisait à droite les vestiges d'une piste de manège dans les Antilles Françaises	44
Fig. 20 : joug frontal avec chaînes, dossière et palonnier	45
Fig. 21 : Cheval attelé a la bricole.....	45
Fig. 22 : Palonnier utilisé pour deux animaux.....	46
Fig. 23 : attelage au joug de nuque avec son cousin de protection sur le front.....	46
Fig. 24 : Attelage à la bricole – sellette et reculoir pour freiner la charge.	46
Fig. 25 : cet attelage a le défaut de ne pas utiliser de palonnier, ce qui a pour conséquence, un frottement permanent des traits sur le corps et les membres du cheval	47
Fig.26 : la chaîne de traction s'attache sur le bras du moulin, hors de la circonférence parcourue par les animaux tandis qu'au joug son point d'attache est sur la circonférence.....	48
Fig. 27 : Flèche + longue que l'axe de rotation matérialisé par un point qui passe par le centre du joug.	49
Fig. 28 : Flèche + longue que l'axe de rotation matérialisé par un point qui passe par le centre du joug.	53
Fig. 29 : Schéma d'un système de traction animale utilisant une lame de ressort plate augmentant le rendement de l'attelage.....	54
Fig. 30 : Bœufs mal attelés, blessé, la chaîne gêne les déplacements.....	62
Fig. 31 : trémie d'alimentation des moulins écartant les mains de l'utilisateur	65
Fig. 32 : modèle multi cuves qui était courant à l'époque coloniale.	68
Fig. 33 : atelier pilote SOE de Thomonde	68
Fig. 34 : salle de cuisson et cuve en inox de l'atelier SOE de Thomonde	69
Fig. 35 : cuves en inox du SOE.....	69
Fig. 36 : cuve en acier SOE installée chez les paysans	71
Fig. 37 : cuve en acier - inox SOE faute d'une réflexion ces cuves ont été installées sans s'inscrire dans le foyer lui-même ce qui provoque un gaspillage d'énergie	72
Fig. 38 : ancienne cuve en fonte réparée à de multiples reprises	74
Fig. 39 : cuve en fonte	75
Fig. 40 : cuve en acier non terminée reçue par les ateliers écoles de Camp-Perrin..	76
Fig 42 : Plan d'une installation mono cuve.....	78
Fig. 43 : cuve adaptée pour un montage facile (AECP).....	79
Fig. 44 : tas de bagasse non protégé.....	88
Fig. 45 : Configuration d'une installation traditionnelle avec cuve héli sphérique sans rebord.....	89
Fig. 46 : Dans ce schéma d'installation la cuve écartée des parois en argile ou en brique du four reçoit la chaleur du foyer sur l'entièreté de sa surface	89
Fig. 47 : cannes en fleur	117

Préface

Ce document a pour objectif d'exprimer la position des Ateliers - Ecole de Camp Perrin sur leur perception des aides réclamées par la filière canne si l'on veut qu'elle ne disparaisse pas.

Reliquat d'un artisanat qui en son temps fut florissant et modèle du genre quant à la qualité de ses produits, la filière canne est actuellement en Haïti en situation de déclin rapide.

Le pays a fait le choix de laisser disparaître dans l'indifférence générale une industrie sucrière, certes peu performante mais que nous aurions pu, en la professionnalisant, élever à son niveau d'excellence. Il est trop tard maintenant pour pleurer sur le sort de ces usines et de leurs terres pourvoyeuses de canne, le mal est fait ! Et si le courage nous venait de sauver Darbonne, il serait urgent de faire un classement des sols agricoles et de les protéger par des lois sous peine de voir nos meilleures terres et l'opportunité de produire dans de bonnes conditions disparaître à jamais du domaine agricole.

Nous avons donné aux importateurs le droit de s'enrichir facilement au détriment des petits planteurs et ouvriers de la canne qui depuis des temps immémoriaux savent produire et trouvaient dans ces activités un travail rude mais digne.

La filière artisanale pour sa part reste encore en vie quoique submergée par des problèmes qui la dépassent.

Où trouver des cuves ?

Où trouver des pièces pour les moulins ?

Qui pourrait nous aider à réfléchir sur les possibilités d'amélioration ?

Où trouver des partenaires artisans compétents et raisonnables dans leurs prétentions salariales ?

On trouve beaucoup d'études sur la filière canne qui quelques fois sont très bien faites, mais on ne trouve presque aucun manuel qui présente une réflexion. Les

études de filières sont donc pratiquement inutilisables et offrent peu d'informations utiles aux fournisseurs ou aux artisans qui fabriquent ou réparent les moulins à canne.

Des démonstrations à Gressier avec l'OEA et l'Idai n'ont pas eu de répercussion sur le terrain, car les paysans n'en connaissent pas l'existence ou n'y ont pas accès. D'autres part, ces démonstrations trop coûteuses (+/- 375 000 USD à l'époque) ont été la caricature de ce qu'il fallait faire pour avoir une action sur l'ensemble de la filière.

« Faites sans argent ce que nous faisons avec beaucoup d'argent ».

Il y a +/- 6000 moulins à canne qui ont des problèmes et à terme, notre objectif est de les aider tous. Pour atteindre cet objectif, les moyens dédiés à chaque unité ne peuvent être que réduits.

Notre choix et notre priorité absolue seront d'essayer d'éliminer totalement l'utilisation du bois de chauffe dans les sucreries artisanales.

Dans les systèmes de chauffage, nous proposons de vendre à prix bonifié des cuves conçues de telle façon que les surfaces de chauffe soient maximums.

Autres propositions :

- Un foyer amélioré par des grilles et des portes permettant une régulation de l'entrée d'air primaire et secondaire ;
- Une cheminée améliorée pour en faire un aspirateur d'air efficace et réglable par un registre ;
- Des chicanes en maçonnerie à l'intérieur du foyer de façon à ralentir le flux d'air chaud et de lui permettre de restituer au four le maximum d'énergie latente de condensation.

Certains moulins de fabrication locale ou dégradés ont des rendements proches de 30% par rapport au poids de la canne alors que, même si l'on ne peut pas obtenir les rendements industriels de 70%, un bon moulin à canne bien réglé peut avoir un rendement proche de 60%, ce qui permettrait de doubler la production de sucre ou

de sirop sans modifier les surfaces ou les techniques culturales bien avant un cheminement qui incluait des changements de technique agronomique.

Nos objectifs pour augmenter l'efficacité des moulins se situeront principalement sur deux plans :

- Diminuer les frictions inutiles ;
- Améliorer l'efficacité des animaux de traits ;
- Fournir des pièces de rechange ;
- Etablir les producteurs de pièces de rechanges ;
- Fournir cuverie et outils simples de travail ;
- Améliorer l'hygiène et les emballages.

Pour l'encadrement de la filière, il s'agira de donner aux techniciens des informations techniques générales et particulières permettant l'adaptation des outils à chaque cas particulier tout en visant les améliorations permises par l'économie du site et de ses acteurs.

Réflexion

Quelle est la direction dans laquelle nous devons chercher pour trouver des solutions adaptées aux problèmes des pays pauvres en route pour la misère comme c'est le cas d'Haiti?

Vous me posez là une bien difficile question à laquelle je vais essayer de répondre.

Les problèmes des agricultures du tiers-monde ne sont pas seulement des problèmes d'équipement et d'argent, ils sont la plupart du temps d'un autre ordre.

Pourquoi les pays pauvres sont-ils sur les chemins de la misère?

Il y a, vous l'imaginez, des causes internes et des causes externes.

Nous n'avons pas de levier sur les causes externes, la mondialisation n'est pas une volonté de pauvre mais plutôt la volonté des riches de devenir toujours plus riche au prix s'il le faut de la vie humaine, celle des pauvres évidemment.

Comment peut-on imaginer que l'on puisse utiliser l'égoïsme le gaspillage, le non accueil, la tromperie (comme nous le prouve la crise actuelle) pour créer un monde meilleur!

A l'intérieur des pays concernés, la majorité des dirigeants ont souscrits de grès ou de force à cette imbécilité de "la loi des marchés", ils ne sont donc pas de votre côté et n'ont pas défini de politique agricole pour leur pays.

Il ne s'agit évidemment pas ici d'une politique du geste technique mais bien d'une politique de revenu paysan bien sur.

Quel est le chemin étroit qui reste à nos paysans du tiers-monde?

Ne dépendre que de soi et sa communauté, ne rien gaspiller, protéger ses terres des méfaits de l'érosion, maintenir à tout prix la fertilité de ses sols, ne jamais rien brûler, limiter les exportations au départ de la terre à leur minimum absolu, ne pas dépendre des emprunts.

Organiser une agriculture et sa durabilité autour d'association agriculture élevage, ou jachère, engrais verts, rotation de culture, semble être les seules pistes jouables.

La marge est étroite et le chemin va à l'encontre de ce qui s'est fait, "révolution verte" pour les riches, "révolution noire" pour ceux qu'un crédit ou une mauvaise saison- sans pluie ou irrigation- a réduit à néant et forcé à vendre leurs terres.

Pourquoi le tiers-monde est- il si fragile?

Quand il n'y a pas d'argent tout est difficile, les tentations du monde moderne sont terribles, comment résister au téléphone portable, aux motos taxis, aux gadgets électroniques quand la tentation est permanente; la pauvreté des outillages de base si préoccupante, comment imaginer le transport du fumier et sa manutention sans au moins un panier ou une hotte et une fourche et c'est encore bien pire quand les champs sont éloignés des villages et que les animaux doivent y être gardés à cause de l'insécurité.

Dans certaines parties du monde, il y a le rejet du travail manuel lié à cette vieille histoire de l'esclavage, du travail forcé, et de ce terrible duo maître- esclave dans lequel les plus forts veulent maintenir les plus faibles dans leur niveau de dépendance le plus grand.

Les pays pauvres ont souvent disposés de beaucoup de terres et il y a cinquante ans à peine, ils n'avaient pas connu l'explosion démographique et une médicalisation de base qui empêche de mourir, aussi pouvait-on se permettre des jachères longues, les brûlages de forêt et leur prédation et surtout de survivre d'une agriculture simple et passablement médiocre.

Quand on rencontre les vrais paysans bios ou ceux qui développent une agriculture durable et raisonnée, force est de se rendre compte que les outils simples de la

réflexion ne sont plus adaptés et que si les pourquoi ne se posent pas on ne trouvera pas de réponses.

La pensée qui nous a mis dans la panade n'est pas celle qui nous en sortira; autrement dit il faut en inventer une autre.

Quand je vois des champs bios en Belgique qui sont stérilisés à la vapeur entre chaque culture, j'ai personnellement peur de ce bio là.

Penser avec les outils du productivisme une autre agriculture où les hommes, la sobriété et le partage, ont leur place est un non sens absolu!

Ce que je vous raconte n'est pas très joyeux et paraît au premier abord bien pessimiste mais sans ses réflexions de base "ou" un engagement en faveur de la vie qui vous mènera au final sur le même terrain, d'expérience en expérience en passant par des échecs, je ne vois pas d'autres pistes.

Un sol cultivé sans fumure organique autre que les racines des plantes récoltées, dans l'Europe du Nord perdra par l'agriculture une partie de son humus.

Ce que, en terme savant, on appelle le coefficient de destruction de l'humus ou coefficient K₂, il se mesure dans la fourchette qu'exprime le pourcentage suivant -- entre 0,015 + ou - 0,005 pour les sols des plaines limoneuses du nord du bassin parisien.

En gros, on pourrait dire qu'un sol de l'Europe du Nord verra son taux de matière organique baissé de moitié en 100 ans.

Pour le sud de la France et le bassin méditerranéen, on parlera du double soit une perte de 50% de la teneur en humus en cinquante ans. Pas encore de quoi fouetter un chat, dirons-nous!

Pour les zones tropicales, les savanes, on peut compter sur des pertes de 20% en trois ans, il ne faudra donc guère de temps pour que l'agriculture n'y soit plus rentable ou possible.

Dans les zones plus humides tel que les forêts équatoriales et tropicales, le problème est encore plus crucial puisque **l'on peut perdre 50% de la teneur en humus en 3 ans.**

Toutes les agricultures des pauvres sont dépendantes pour leur fertilité du respect de ce qui fait la vie des sols, un milieu complexe chargé du recyclage des matières organiques et de tous les cycles biologiques permettant la fourniture régulière et durable aux plantes, qui nous nourrissent des éléments minéraux dont elles ont besoins.

La nature a bien fait les choses, elle donne du corps et une capacité de rétention en eau au sol trop léger, de même elle allège les sols trop lourds, elle est capable de stocker pendant les périodes favorables les excédents de matières organiques pour les restituer plus tard.

C'est comme dire, les paysans des Andes, une bonne mère que l'on aurait tort de ne pas honorer comme il se doit.

Et pourtant, c'est ce que l'on a fait pendant ces 50 dernières années, on a oublié le rôle des sols pour les traiter comme de simples supports; un peu comme si l'on avait décidé que la culture la plus artificielle et la plus dispendieuse, la culture hydroponique, était le but ultime à atteindre.

Et pire encore une culture hydroponique dont les intrants ne seraient pas recyclés mais utilisés comme polluants des nappes phréatiques.

Combien de paysans se sont ruinés à courir après une chimère oubliant "qu'il n'y a pas de mauvaises terres mais des mauvais agriculteurs ou des agriculteurs sans argent".

Nous n'avons pas l'argent de l'agriculture hydroponique, soyons ces bons agriculteurs qui vivent avec leur terre et la respectent.

Les objectifs à atteindre ne sont donc pas la mécanisation de l'agriculture, la réduction des emplois agricoles ou l'augmentation de la superficie des exploitations ou tout autre objectif qu'il serait bon d'atteindre en Europe, mais plutôt de sauver les sols pour sauver les hommes en leur faisant entrer dans la tête une culture pleine de vie d'un rapport fraternel entre les hommes et la terre qui les nourrit

PRODUCTION NATIONALE

La canne à sucre : un riche potentiel de diversification

Dans plusieurs régions du pays, la canne à sucre représente la principale source d'activités économiques. Ayant fait dans le passé la force de l'économie de St-Domingue, la filière canne à sucre présente encore des potentialités énormes qui, exploitées, pourraient contribuer à créer des emplois et augmenter les revenus de nombreuses familles.

La canne à sucre est cultivée en monoculture dans la Plaine du Nord, la Plaine du Cul de Sac, la Plaine de Léogâne, la Plaine des Cayes et le Plateau Central. Elle est cultivée en association dans différentes zones du pays et dans les zones de montagnes semi humides.

La superficie plantée en canne à sucre avait baissé de 85 000 hectares à 62 000 hectares, entre 1975 et 1995.

De 1995 à 2005 le nombre d'hectares plantés en canne est passé de 62 000 à 44 500.

Tout comme la superficie plantée, le rendement de la canne à l'hectare a aussi diminué pour passer de 50 à 37 t par ha.

De 1996 à 2005, la production nationale de canne à sucre a baissé de 1 750 000 t à 1 225 000 t par an.

Transformation de la canne

La canne est transformée en 5 produits différents consommés en Haïti et dont une partie est exportée vers d'autres pays de la région.

Les produits dérivés de la transformation de la canne sont en Haïti principalement : le sucre, le *rapadou*, le sirop de consommation le Clairin, l'alcool, et le rhum produit par distillation des jus de canne et des sirops fermentés après dilution.

Le **sucre**, avec une production en 2005 de l'usine sucrière de Darbonne de 2607 tonnes, représente 2 % du sucre consommé par le marché national.

Le Clairin et l'alcool utilisent 68 % de la canne à sucre nationale pour produire 11 millions de gallons chaque année.

Le **Rapadou**, dont la production annuelle est d'environ 14 280 Tonnes, utilise 17 % de la canne produite.

Le **sirop**, 2,2 millions de litre sont produits par année et 3 % de la canne sont utilisés à cet effet.

Le **rhum** produit par les distilleries est estimé à 4,56 millions de litre l'an et conduit à l'utilisation de 3 % de la production de canne.

La **canne de bouche** est aussi consommée directement par la population.

La quantité de canne de bouche consommée est évaluée à 50 000 t par année soit environ 3 % de la production.

La libéralisation du commerce extérieur d'Haïti a donné lieu à la fermeture progressive des usines sucrières du pays.

Ainsi, l'usine sucrière de Darbonne a cessé de fonctionner en 1986, l'usine sucrière du Nord a arrêté toute activité en 1991, la HASCO a fermé ses portes en 1992, tandis que la centrale Dessalines des Cayes a fait de même en 1996.

L'usine sucrière de Darbonne a repris ses activités en 2000. Mais son niveau de production reste très faible, l'usine ne produisant actuellement qu'environ 2 % du sucre consommé localement.

La culture de la canne est connue des paysans, c'est son premier atout.

L'enjeu majeur de la filière réside au niveau des opportunités offertes à différents niveaux de la chaîne de production.

La fabrication de produits découlant de la transformation de la canne peut donner lieu à toute une gamme d'activités génératrices de revenus tout autant qu'au maintien des populations rurales dans leur milieu de vie.

Sous-produits de la canne

La **bagasse** est en premier lieu utilisée dans les usines importantes pour la production de vapeur.

Dans les petits ateliers sucriers la bagasse est le combustible de base, l'amélioration des foyers et des chaudières devraient permettre son emploi exclusif et l'abandon de l'usage du bois.

Les excédents de bagasse peuvent être utilisés pour faire :

- des panneaux agglomérés,
- du papier,
- de la litière pour les animaux,
- servir de nourriture pour le bétail après amélioration de la digestibilité et de la teneur en protéine par un traitement, à la soude caustique et à l'urée, suivi d'un broyage,
- être valorisé comme base de compost, etc.

Enfin, dans certains pays, la bagasse est également souvent brûlée dans des centrales à bagasse pour la production de chaleur et d'électricité, cette valorisation donnant droit dans certain pays à des certificats verts.

La mélasse peut faire l'objet d'une fermentation et d'une distillation, pour conduire à la production d'une eau de vie : le rhum industriel ou le Clairin.

La mélasse diluée peut également être fermentée et distillée pour la production d'alcool pur ou d'éthanol, à des fins pharmaceutiques ou, de plus en plus, de biocarburant.

La mélasse peut être également utilisée telle quelle pour l'alimentation du bétail ou être utilisée comme liant appétant pour la fabrication des aliments du bétail sous forme de concentré.

Les entreprises et ateliers de transformation de canne en Haïti sont malheureusement limités dans leurs possibilités de générer les nombreux sous-produits dérivés de la canne.

Ils sont confrontés à des problèmes majeurs qui renvoient, entre autres, aux difficultés pour s'alimenter en énergie, aux conditions de transport de la canne pour approvisionner les ateliers, au faible rendement des ateliers, à l'étroitesse des marchés (particulièrement pour le Clairin), aux mauvaises conditions hygiéniques dans lesquelles fonctionnent les ateliers (le cas de la production de *Rapadou*) et aussi une carence en équipement maintenus en état de marche par de, entretiens préventifs.

Des interventions à des coûts plafonnés de l'ordre de 3000 \$ US par atelier permettraient d'améliorer la productivité, maintenir des emplois et de détruire la mauvaise image de la filière jugée prédatrice de la ressource ligneuse.

METHODE TRADITIONNELLE ANTILLAISE

D'après les historiens, le mécanisme à broyer la canne aurait été mis au point en Amérique à partir d'un moulin à égrener le coton. Connu en Espagne depuis bien longtemps il s'apparentait plus au moulin à meule connu dans tout le bassin méditerranéen.

Son adaptation au broyage de la canne fut réalisée par les Espagnols puis les Portugais, dès le début du 16ème siècle. L'invention des moulins à canne est liée à l'invention des engrenages qui permettaient de mouvoir trois cylindres broyeurs au moyen d'un seul manège.

Au départ, il ne possédait que deux rouleaux verticaux, mais très vite on lui en a ajouté un troisième, toujours en bois.

Le moulin à bêtes à trois rouleaux verticaux aurait été introduit vers 1640 dans l'île de Saint Christophe (St Kitts aujourd'hui).

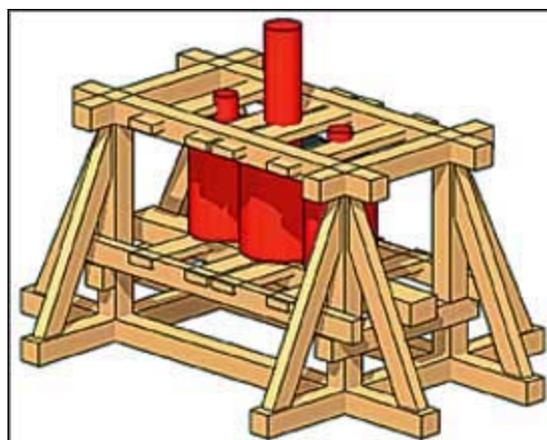


Fig. 1 : Schéma des 3 rôles verticaux

La force d'entraînement des rouleaux était obtenue suivant le principe du moulin à manège (moulin à bêtes), utilisé dans le Vieux Monde depuis des siècles pour moudre le grain ou écraser le raisin et les olives.

Les moulins actionnés par des captifs, des bagnards ou de la main d'œuvre servile étaient appelés « moulin à sang ».

Dès 1654, le broyeur à trois cylindres verticaux s'impose dans toutes les sucreries des Antilles.

Dès cette époque, il utilise trois moteurs au choix :

- le moteur animal,
- le moteur hydraulique
- le moteur éolien dans les petites îles où le vent le permet.

Les anciens moulins à eau

L'eau prélevée en rivière était transportée dans des canaux maçonnés.

En suivant les courbes de niveau, passant souvent en pont-canal ou en aqueduc, afin de garder un potentiel haut d'énergie hydraulique, elle alimentait des moteurs à eau actionnant des moulins à canne.

Dans beaucoup de situations, sous les roues hydrauliques partaient des canaux de fuite en tunnel permettant de valoriser de plus grandes hauteurs de chute.

Dans le moulin, la canne est broyée entre 3 cylindres en bois dur, plus tard ces rôles seront chemisés en fonte.

Le jus de canne obtenu s'écoulait dans le canal à vesou vers la sucrerie (voir fig.3)

Construit en pierre taillée, en ciment fait de briques et poteries pilées auxquelles on mélangeait des cendres et de la chaux, en bois ou en toute autre matière utile à ce service.

Ce canal permettait d'approvisionner la **grande (cuve ou chaudière)** ¹ située en contrebas par simple gravité en utilisant au mieux les différences de niveau.

¹Chaudière : grand vaisseau en métal où l'on fait chauffer, bouillir ou cuire la nourriture pour le bétail.

Chaudron de cuivre pouvant contenir jusqu'à un muid (mesure ancienne variant d'une région à l'autre, il pouvait être de 268 litres) de moût ou de vendange.

Nous rencontrons dans ce texte des mots que le créole a gardé alors que le français les utilise dans des sens légèrement différents

Marcel Lachivier: Dictionnaire du monde rural : Les mots du passé.



Fig. 2 : ancien moulin à eau (Martinique)



Fig. 3 : canal à vesou (Martinique)

La méthode Labat

Introduite en 1654 par les exilés hollandais en provenance du Brésil, la méthode traditionnelle de fabrication du sucre dans les habitations antillaises ne sera pratiquement pas modifiée pendant près de deux siècles.

Cette méthode a été décrite avec beaucoup de précision par un missionnaire dominicain, le père Jean-Baptiste Labat (1663 – 1738), au point qu'elle porte aujourd'hui son nom.

Dans la méthode Labat, la chaîne des opérations passe par une succession de six chaudières en cuivre rouge ou en fonte d'un mètre de diamètre environ.

L'ensemble de ces chaudières était chauffé par un foyer commun alimenté à la bagasse, le tirage étant produit par une cheminée la position particulière des cuves depuis le foyer déterminait la température de celle-ci

Plus prêt du foyer, on obtenait la température maximale qui était décroissante jusqu'à la cheminée.

Chaque chaudière avait un nom et une fonction spécifique :

1. le jus de canne était d'abord recueilli dans **la Grande**
2. puis il passait dans **la Propre** où il était clarifié,
3. ensuite dans **la Lessive** où il était clarifié une seconde fois, cette cuve était quelque fois absente quoi que nécessaire pour un sucre très clair,
4. puis dans **le Flambeau** où il était réduit une première fois,
5. ensuite dans **le Sirop** où le jus continuait à se concentrer en prenant une consistance sirupeuse,
6. et enfin, le sirop obtenu terminait sa cuisson dans "**la Batterie**" ainsi nommée parce que dans cette cuve par battage, on introduisait de l'air, ce qui avait pour effet la cristallisation du saccharose.



Fig. 4 : Ancienne installation poly-cuve (Martinique)



Fig. 5 : cuves en batterie installées à une époque récente alors que l'on s'écarte déjà des bonnes pratiques de l'époque coloniale (Corail - Haïti)

Le sirop est transvasé à la louche de chaudière en chaudière et au passage, le jus de canne s'épure peu à peu et blanchit, grâce à divers agents de clarification dont la chaux et la cendre. Une fois la cuisson terminée, on verse le sucre liquide dans de grands bacs en bois, les rafraîchissoirs (en Haïti : canot) où il se refroidit et se cristallise grâce à un malaxage énergétique permettant une aération de la masse cuite et la constitution de cristaux.

Le sucre refroidi - ou masse cuite - est déposé dans des récipients percés de trous pour laisser couler le sirop de mélasse et les sucres non cristallisables.

Le sucre prenait alors sa forme en pain de sucre que l'on retrouve toujours dans les pays arabes.

Au

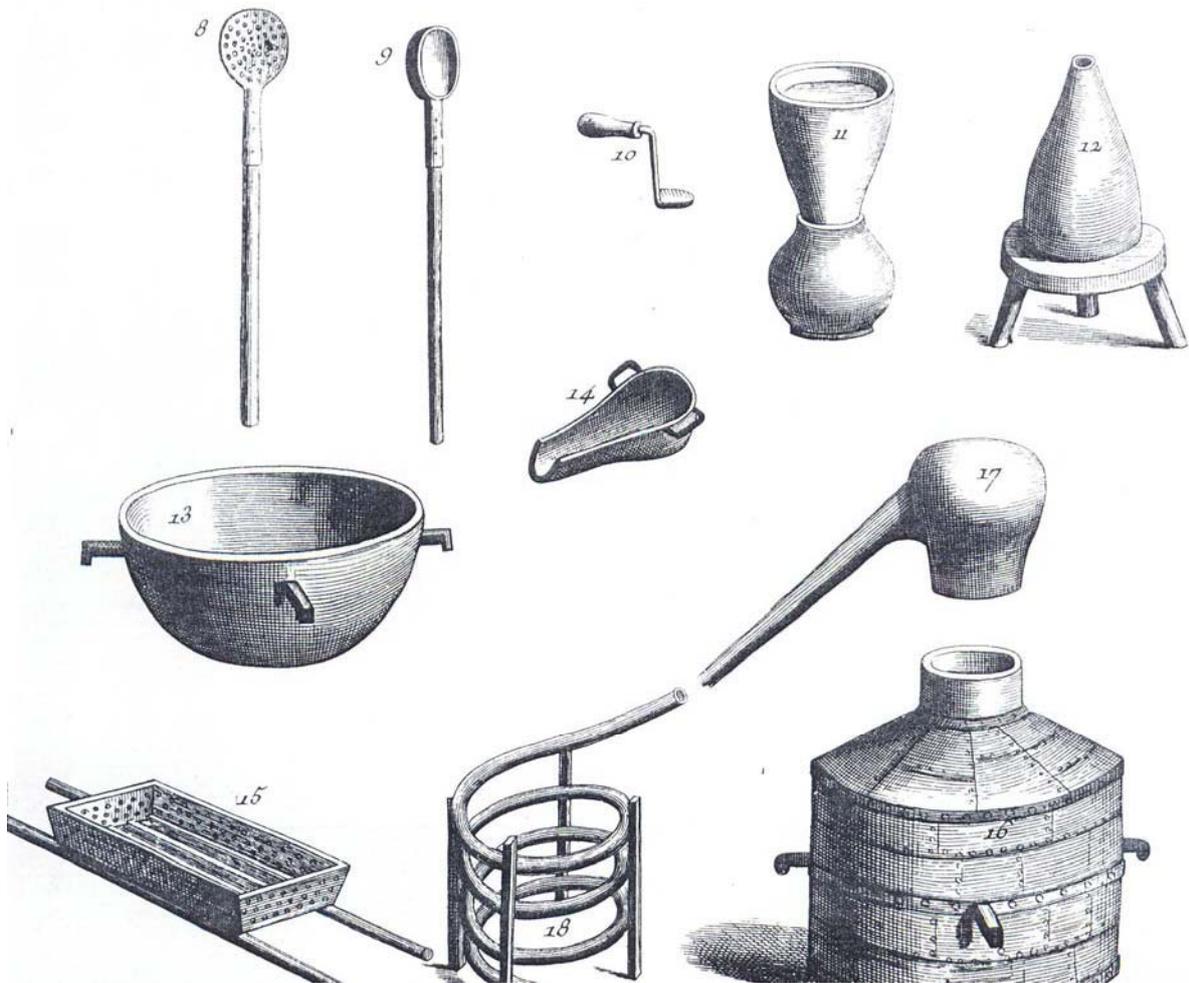
bout de quatre semaines dans des salles maintenues à température élevée par des feux de bagasse ou de bois, le sucre est purgé de toute sa mélasse.

Recueillie et diluée avec de l'eau, elle fermente et est distillée pour produire de l'alcool appelé rhum industriel.

Ces alcools ont souvent, à l'époque de la traite atlantique, été utilisé comme monnaie d'échange permettant l'achat de nouveaux esclaves

Outre le rafraîchissoir, on utilisait d'autres ustensiles encore, à savoir l'écumoire, les couteaux à sucre, les louchets et tout objet fabriqué avec les moyens du bord à l'aide dealebasse et de bois taillés ou travaillé et de vase en terre cuite de forme appropriée

Cet artisanat exigeant en main d'œuvre et en compétence s'organisait autour de divers métiers tel que : charpentier, charron, forgeron, vannier, dinandier, tonnelier, bouvier, charretier, potier, briquetier, chafournier etc. tous indispensables au bon fonctionnement de la filière.



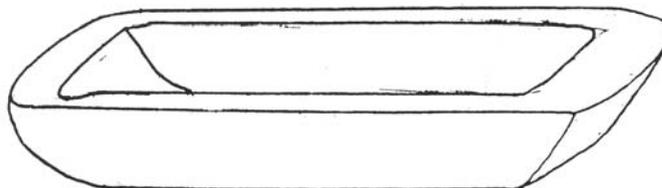
Ecumoire
en tôle, à fond poinçonné, munie d'un
long manche
sert au saupoudrage de la solution de
cendres et au recueil des écumes
foculées



Dresseur
en tôle, muni d'un long manche
pour transvaser



Canot
taillé dans le tronc d'un arbre
sert au battage et refroidissement du
rapadou



Agitateur pour le brassage du moût en
fermentation



Fig. 6 : outils de sucrerie artisanal (Diderot et D'Alembert)

Pour le fonctionnement de cette batterie, 18 à 20 personnes étaient nécessaires.

En effet, il fallait écumer et transvaser en permanence la matière première d'une bassine à l'autre et prendre d'infinie précaution pour que le jus ne devienne pas roux.

En saison de récolte de la canne, le travail n'était pas interrompu par le coucher du soleil, l'eau étant rare, on ne pouvait disposer de force motrice que quand on avait droit à son tour d'eau, il fallait la répartir entre tous les moulins à roue hydraulique.

Le rôle des agents de clarification

La chaux est un agent de clarification important qui permet la précipitation des composants colorés et des impuretés. Elle permet aussi d'effectuer une correction de l'acidité du jus et donc de freiner le phénomène d'inversion des sucres. (La chaux et les cendres sont basiques)

Connu de manière empirique, les effets de la chaux était bien connu à cette époque quoi que totalement inexpliqué .Les sucres des Antilles étaient appréciés pour leur couleur claire

La chaux sature les acides libres qui se trouvent dans le jus, elle se combine aussi aux matières gommeuses présentes sur les cannes, à l'albumine, à des substances azotées solubles, et forme avec tous ces corps des composés insolubles.

Elle élimine de la même manière la caséine ¹ (il s'agit ici de caséine végétale telle que l'on peu en trouver dans les tourteaux), les matières grasses et les matières colorantes ; elle décompose les sels à base d'ammoniaque, de potasse et de soude, fait volatiliser la première de ces bases, et laisse les deux autres s'unir au sucre dans le jus.

L'excès de chaux se combine également avec le sucre et forme du sucrate de chaux. Les substances insolubles, telles que les débris de cellules, sont entraînées dans les écumes par le réseau que forme principalement l'albuminate de chaux, qui opère une véritable clarification.

En Haïti, on utilise aussi des agents de floculation de type végétal, extraits d'écorces de certains d'arbres tels que : bwa dom, twonpet, lalo, balé dou, gombo kalalou, raket ak tout kalite bwa glisé (matière mucilagineuse).

Mais que ce soit la chaux ou les extraits végétaux, ceux-ci sont utilisés sans aucun contrôle de quantité selon l'inspiration du moment.

L'utilisation et les propriétés de ces agents de clarification devraient faire l'objet d'une étude plus détaillée qui dépasse le cadre de ce document.

Ce travail réclame des compétences pointues en chimie, en botanique tout autant qu'une fine observation des savoir-faire paysans.

On pourrait en ironisant dire : que si l'hygiène était nécessaire cela se saurait !

Transport, stockage et utilisations de la canne à sucre

Transport de la canne

La majorité des cannes dans le plateau central sont transportées à dos d'animaux par des chemins relativement étroits qui aboutissent souvent à des ravines infranchissables avec des véhicules à traction animale ou motorisée.

Les bœufs, mulets, ânes et chevaux sont également utilisés en fonction de leur disponibilité.

Par ailleurs, les bêtes ne créent aucune dépendance au niveau de l'approvisionnement en combustible et pièces de rechange, ce qui n'est pas le cas lors de l'emploi de moteurs à essence ou diesel.

L'utilisation de ce mode de transport semble donc adaptée aux conditions locales ces moteurs à crottin ayant entre autres avantages de se reproduire par des méthodes connues dans le pays et donc bien adaptées aux difficultés liées aux manques de structuration et à la faiblesse des moyens.

¹ Il s'agit ici de caséine végétale telle que l'on peut en trouver dans les tourteaux



Fig. 7 : transport de la canne



Fig. 8 : harnachement avec "tok" pour le transport de la canne

Des charrettes légères tirées par deux bœufs pourraient être plus nombreuses qu'elles ne le sont actuellement. Les charrettes actuellement fabriquées à partir d'essieu de voiture et de diverses tôles de récupération sont généralement abandonnées en panne, les pièces d'origine automobile spécifique sont souvent plus coûteuses que la charrette elle-même.

Les trois causes principales de panne des charrettes sont :

- Le démontage des essieux fait au burin (1 écrou) plutôt que ceux de la roue (4-5-6 boulons) lors des pannes de pneumatique.
- Cette approche est favorisée par l'absence de clef de roue. Inutile de décrire les dégâts, sur les joints d'étanchéité, les roulements et les pièces filetées...
- Le passage à gué de rivière qui fait fondre le savon composant les graisses (savon + huile) quand ceux-ci sont solubles à l'eau et transforme les lubrifiants en une émulsion d'huile et d'eau non lubrifiante.

Les solutions sont évidentes mais les moyens financiers ou la disponibilité d'intrants appropriés rendent ces approches impossibles sans un encadrement technique sérieux et une politique agricole permettant au moins une pauvreté digne.

Quelques recommandations pour le choix l'emplacement du moulin :

- Vu l'importance et les coûts de transport, on limitera les distances à parcourir entre les champs et le moulin. On devrait toujours installer le moulin au centre de la zone de production de canne à sucre en tenant compte des obstacles naturels tel que rivière, dénivelé important ou obstacle infranchissable.
- Choisir un point haut pour installer la petite sucrerie ; le jus sucré (dlo canne ou vesou) pourra s'écouler par gravité jusqu'au pré nettoyeur et vers les cuves de cuisson, il est recommandé de profiter au maximum du relief du terrain. Pour éviter que les passages répétés ne transforment la zone en gadoue ou que par temps de pluie les foyers ne soient inondés
- Il est nécessaire de fuir les terrains plats et tous les terrains non drainés et à plus forte raison les terrains en cuvette.
- On doit s'assurer que la disponibilité (qualité et quantité) en eau de nettoyage sera suffisante aux abords du moulin. Il s'agit d'un facteur primordial au niveau de l'hygiène. La récupération de l'eau de pluie peut être envisagée.
- Le lavage des moulins à l'eau basique (un peu de chaux dans l'eau) évite dans les intersaisons la corrosion due à l'acidité des jus fermentés.
- Pour favoriser la combustion et le travail des chauffeurs, les foyers seront surélevés par rapport au niveau du sol, ce qui évite des brûlures en cas d'explosion de gaz lors des reprises de combustion.

- Pour permettre un déplacement rapide des chauffeurs, il est indispensable de disposer autour du fourneau d'un espace dégagé.
- L'atelier de transformation devrait aussi se trouver à proximité d'une route afin d'accéder facilement aux marchés et donc de trouver facilement des débouchés pour les produits finis, rapadou ou clairin, gros sirops.

Problèmes des délais entre la récolte et le passage au moulin

Les paysans savent par expérience que la canne n'est utilisable pour faire du "Rapadou" que si moins d'une semaine se passe entre sa récolte et son passage au moulin.

Alors qu'une canne de 15 jours, un dicton antillais dit: " la canne doit avoir les pieds au champ et la tête à l'usine ", peut encore être utilisée pour produire du sirop.

L'inversion des sucres due aux fermentations sépare le saccharose en ses deux constituants le glucose et le fructose qui sont deux sucres qui ne cristallisent pas.

Les paysans savent aussi que le taux d'extraction de jus sucré par rapport au poids de canne diminue avec le temps de stockage et de l'exposition au soleil.

En effet, on comprend facilement qu'il est plus difficile de séparer un produit sec et visqueux de son substrat qu'un produit fluide et liquide.



Fig. 9 : Rapadou en cours de chauffe

Par contre, il est nécessaire d'expliquer ce qui se passe pour qu'un jus de canne ne puisse plus aussi facilement être transformé en rapadou majoritairement cristallisé. Dès la récolte, des bactéries présentes sur la canne provoquent une acidification du produit par transformation des sucres et substances de stockage (amidon, cellulose). Cette acidification favorise un phénomène biologique et chimique en présence d'invertases pouvant être apportées par des levures présentes sur la canne. Ce phénomène porte le nom d'inversion, on utilise ce terme pour désigner l'hydrolyse du saccharose en ses deux constituants, le glucose et le fructose. Le sucre est alors dit inverti, terme qui signifie que le pouvoir rotatoire du mélange glucose fructose est négatif alors que celui du saccharose est positif. En pratique, le saccharose C_{12} est transformé en sucres en C_6 , glucose et fructose, qui ont la particularité de ne pas cristalliser lors de la concentration des jus mais par contre cela favorise leur transformation en alcool.

Lorsque le jus est porté à haute température, le sucre qu'il contient subit une décomposition par inversion d'autant plus importante que la température est élevée et que l'acidité est forte. L'inversion devient importante vers 115° et quasi totale à $125-130^\circ$ en milieu acide¹.

C'est ce qui explique que les cannes de 15 jours ne peuvent plus convenir à la fabrication du rapadou et aussi que les jus sucrés dans les guildives, doivent être bouillis pour être pasteurisés et invertis(acidifié) avant d'être envoyés dans les cuves de fermentation.

Utilisations du jus de canne

Sans traitement ni transformation, le jus de canne est vendu fraîchement pressé dans les rues par des utilisateurs de mini moulins.

Stérilisé, le jus est vendu en bouteille. Après une simple stérilisation ou une pasteurisation, le jus peut être mis à fermenter pour produire des alcools (clairin et rhum, alcool éthylique pur ou à divers taux de dilution).

¹ A un pH de 4,8 et à une température de 100° , l'inversion est de 3,37 % par heure.

Après évaporation, 800 litres de jus donneront 200 litres de sirop capable de se conserver quelques temps et utilisable après dilution dans les ateliers de production de clairin et de rhum ce qui permet de travailler en guldive tout au long de l'année. Cette technique, si elle offre cet étalement de la saison de travail, a pour inconvénient d'être gourmande en énergie vu que l'on retire de l'eau pour la remettre avant la phase de fermentation des sirops dilués

Le rhum agricole est fabriqué à partir du jus de canne (vesou) tandis que le rhum industriel est fabriqué à partir des mélasses de canne.



Fig. 10 : barre de rapadou

Réduit en sirop et puis ensuite évaporé jusqu'au stade de cristallisation du moins partielle, on obtient le rapadou, (Haiti) la Panela, (Colombie) le sucre ghur ((Inde).

Les sirops traités par la chaleur et légèrement acidifiés donnent les sucres invertis non cristallisables.

Les jus de canne donnent aussi du sucre raffiné, de l'éthanol etc. mais ces produits ne seront pas le sujet de ce document car ils échappent au petit artisanat rural qui seul nous intéresse ici.

Présentation des moulins à canne d'Haïti

En Haïti, les moulins à traction animale se déclinent en deux types principaux:

- Le premier type provient en ligne directe des moulins de l'époque coloniale qui étaient constitués d'un bâti parallélépipédique servant de cage à 3 rouleaux en bois engrenant les uns dans les autres par des jeux de dents rapportées dans des mortaises taillées à cet effet. A

l'époque coloniale, les moulins pouvaient avoir des rôles en bois dur ou des rôles en bois recouvert d'un cylindre en fonte fixé par des jeux de coin. Ces types de moulins existent toujours et quoique plus rares dans certaines régions, ils restent présents partout dans le pays.



Fig. 11 : cylindre de fonte ancien

Ces moulins ont tous les rôles verticaux et sont dépourvus de paliers en bronze.

Les paliers dans ces moulins sont directement taillés en demi-coquille dans les traverses. Fabriqués à la hache, à l'herminette, à la tarière ou au ciseau à bois, avec des mesures approximatives, ces moulins s'adaptent toujours à la construction à obtenir et aux possibilités du bois de départ, ils sont donc toujours garantis pièces uniques, toujours différents.

Faits de bois dur (et donc provenant d'arbres plus lents à pousser), ils deviennent de plus en plus difficiles à construire.

Les artisans disparaissent, les coûts de construction explosent et les bois durs de forte section deviennent introuvables.

- Les moulins à traction animale du deuxième type sont dérivés de la grande famille des moulins « **Chattanooga** ». Cette famille de moulins, a pour particularité d'être construite sur base de trois rôles : deux petits et un plus gros. Le plus gros cylindre reçoit, par l'intermédiaire de son axe, la force motrice provenant d'un ou plusieurs animaux tournant sur une piste de manège, entraînant un axe manivelle plus ou moins long en fonction du couple nécessaire.

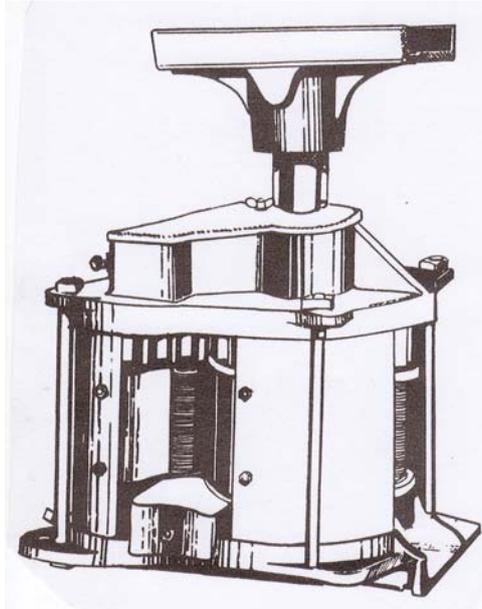


Fig. 12 : Moulin type « Chattanooga »

Ces moulins importés en Haïti étaient au départ fabriqués aux Etats-Unis et au Brésil par plusieurs compagnies :

- Chattanooga Plow Company Tennessee,
- Goldens Company, Demorest Foundry and Machine Works Georgia
- Columbus Iron Works Georgia,
- Southern Plow, Columbus Georgia,
- Fundição Corradi Brazil.

Les moulins de type Chattanooga ont été importés en masse en Haïti, ceux qui restent aujourd'hui en activité sont appelés moulins « Paletot » dans la zone de Pignon.

Quelques-uns sont encore en bon état à l'exception des paliers.

Ces moulins ont été copiés par Boss Isaac au Cap-Haïtien et par la Fonderie Nationale et vendus à des prix très raisonnables.

Néanmoins, ces moulins étaient un peu trop rustiques et souvent fragiles à cause de leurs compositions irrégulières des fontes et parce que faute de machine-outil les pièces n'étaient pas usinées après coulée.

Les deux fonderies haïtiennes ayant disparus, ils furent ensuite copiés et leur design modifié pour s'adapter à d'autres matériaux disponibles sur place tels que :

- Des roues de wagons provenant de la plantation Dauphin et des plantations de sisal en général, des plateaux en bois provenant de gros manguiers, des madriers de bois dur et quelques axes en acier.
La récupération de deux roues de type Decauville soudées l'une à l'autre donne le bloc de métal inaccessible par d'autres moyens.
- Pour les engrenages, cela posait plus de problèmes car s'il est relativement facile de mettre des dents rapportées dans des gros axes en bois (des alluchons en français) il n'en est pas de même quand à la fixation de dents métalliques dans des petits axes en acier.
- Il a donc fallu accepter une dégradation de la qualité et du rendement mécanique des moulins, faire un engrenage avec un burin, une scie à métaux, un poste de soudure, une lime, une meule permet uniquement la réalisation d'engrenages bricolés peu efficaces et grand mangeur d'énergie conséquence des frottements extrêmes.

Mais il n'y avait pas d'autres choix compte tenu de l'abandon total dans lequel se trouvaient la filière et ses ateliers d'entretien.

Description des moulins existant en Haïti

1. Moulin dit « Kat Mo-es² »

C'est un moulin fait avec un bâti en bois de charpente supportant 3 rôles métalliques : un gros et deux petits.

Le rôle le plus gros est traversé par un axe en acier de forte section supporté à sa partie basse par un palier en bois.

² Kat Mo-es : provient du vieux français moiser ou moise qui sont des termes de charpente.

Au-dessus du rôle on trouve un engrenage, un appui en palier sur une structure en bois et enfin l'axe prolongé supportant une pièce en fonte ou en acier sur laquelle se fixe le bras (en bois) de traction auquel sont attelés les bœufs mules ou chevaux : le boîtard.



Fig. 13 : Moulin kat-moes

La flèche est encastrée soit dans un boîtard de fonte dans lesquels elle est engagée et clavetée, soit fixée par des étriers et des boulons. Deux rôles de plus petit diamètre surmontés chacun d'un engrenage venant s'engager dans l'engrenage du plus rôle moteur, complètent les parties mécaniques et les parties travaillantes de cet appareil.



Fig. 14: engrenage moulin kat-moes



Fig. 15 : rôles moulin kat-moes

Pour être à bonne hauteur et permettre à l'ouvrier qui alimente le moulin de travailler dans de bonnes conditions, toute cette construction est montée sur un socle en bois ou en maçonnerie. Dans ce type de moulins, des coins enfoncés de force dans la partie haute et basse du châssis entre les pièces fixes et une structure mobile servant de palier capable de coulisser dans une longue boutonnière, permettent un réglage parallèle des axes du moulin. Un plateau et une gouttière conduisent et récoltent les jus de canne (Dlo kann) vers un fût (drum) où ils sont recueillis.

2. Moulin plateau

Ce moulin très proche du moulin « kat mo-es » est bâti au départ d'un fort plateau de bois dans lequel ont été creusées des gouttières fonctionnelles en pente permettant de recueillir les jus sortant des rôles.



Fig. 16 : plateau avec gouttière



Fig. 17 : moulin à plateau

Le plateau est creusé de trois mortaises rectangulaires alignées sur des parallèles au plus long côté du plateau et dans le sens des fibres du bois.

Ces mortaises propres à recevoir la portée inférieure des axes des trois rôles, les paliers amovibles en bois dur bouilli dans l'huile et les cales d'épaisseur permettant le réglage des espacements des rôles, sont posées sur un socle en bois de charpente ou en maçonnerie.

Les rôles et la partie supérieure du bâti du moulin sont tout à fait semblables au moulin précédent.



Fig. 18 : rôles de moulin à plateau

La différence entre ces deux moulins provient plutôt du fait qu'il est assez difficile, dans le moulin à plateau, de faire le réglage parallèle des axes.

En effet, à moins de démonter chaque fois les petits rôles pour augmenter l'épaisseur des cales de positionnement inférieur, le seul moyen de réglage est de rapprocher la traverse coulissante porte palier supérieur par l'enfoncement de coins en bois. Opération qui demande un sens de l'outil et un savoir-faire de bon niveau.

3. Moulin " Paleta "ou Chattanooga

Ces moulins sont des moulins métalliques comportant trois rôles verticaux s'engrenant les uns dans les autres par un train d'engrenage.

Deux rôles sont de petit diamètre (152,4 mm 6 pouces), le troisième est plus fort (330,2 mm 13 pouces) et prolongé par l'axe supportant la flèche où sont attelés les bœufs.

*Pour des raisons évidentes ces mesures sont approchantes.

La maîtrise des engrenages et de leur fonctionnement engrené demande un apprentissage de bon niveau



Fig. 19 : socle en maçonnerie du moulin Paleta

Le moulin de faible hauteur est positionné sur un socle en maçonnerie ou en bois pour permettre à l'ouvrier chargé de l'alimentation du moulin de travailler sans être frappé par la flèche.



Fig. 20 : rôles de moulin "Paleta "

Il est évident que ce type de moulin métallique simple et bien conçu est à l'origine des moulins « Kat mo-es » et Plateau.

4. Moulin rôles bois

Ces moulins, copies des moulins coloniaux tels qu'on peut les voir dans l'encyclopédie Diderot et d'Alembert sont réalisés totalement en bois, les trois rôles

étant alignés. On fait entrer la canne d'un côté, entre le rôle central et le rôle droit moins serré et ensuite, la canne pressée une première fois est réintroduite de l'autre côté du moulin entre le rôle central et le rôle gauche beaucoup plus serré.



Fig. 12 : rôles en bois



Fig. 13 : moulin en bois, la traction animale

A l'époque coloniale, les rôles étaient chemisés de fonte et il en reste quelques exemplaires dans la campagne haïtienne (en voie de disparition mondialisation oblige la Chine et l'Inde ayant par leurs besoins énormes créés un marché très actif au détriment de notre patrimoine artisanal et industriel et touristique).

Les structures en bois des parties inférieures étaient recouvertes de plaques de plomb.

Technique qu'il ne faut en aucun cas copier ; le plomb, métal lourd, donne chez l'homme et l'animal des intoxications graves appelées **saturnisme**.

Les engrenages en bois dur avaient des dents rapportées, elles aussi en bois dur, que l'on appelle en français **alluchon**. Ce type de montage permettait d'en avoir en stock et de les remplacer rapidement en cas d'usure excessive.

Ces moulins étaient mus aussi bien par des animaux que par des machines hydrauliques.

Les moulins en bois présents dans la campagne haïtienne sont les descendants de ces anciennes machines.

Malheureusement, le savoir-faire s'est dégradé et les cylindres en fonte ont pratiquement disparus. Les bois durs de qualité sont difficiles à trouver (tamarinier, candelon, bahayonte de forte section).

Les moulins encore en activité ont des rendements assez faibles à l'extraction inférieure à 40% et nécessitent plusieurs passages successifs de la canne.

5. Moulins motorisés

De différents types et de différentes tailles, ces moulins sont tous à axe horizontal et sont le plus souvent motorisés avec des moteurs Diesel.

Au début du 20^{ème} siècle, de belles installations fonctionnaient avec des moulins hydrauliques ou de petites machines à vapeur utilisant la vapeur produite par combustion de la bagasse, malheureusement ces machines sont rares actuellement ou totalement disparues.

Jusque dans les années 75, il y avait encore une machine à vapeur chez monsieur Blanchet, sur ses terres de Fonfrède, ainsi qu'un très lourd moteur, lent Deutz avec son énorme volant en fonte.

Malheureusement tout a disparu emporté par le désintérêt de la chose technique et les besoins immédiats de survie.

Des petites machines à vapeur, au début du 20^{ème} siècle et de belles installations fonctionnaient avec des moulins. Des machines à vapeur, utilisant la vapeur produite par la combustion de la bagasse, produisaient de l'énergie mécanique et de la chaleur.

L'archéologie industrielle n'est pas encore connue en Haïti et c'est bien dommage, dans d'autres pays de la Caraïbe ces installations font la richesse de site touristique fort prisé des touristes. Peut être n'est- il pas trop tard pour certaine installation pour d'autres tout est irrémédiablement perdu



Fig. 14 : Rôles de moulin" Panelero"



Fig. 15 : Moulin motorisé" Panelero"

Les moulins motorisés sont construits avec des bâtis, des rôles et des engrenages en fonte, les axes sont en acier.

Pour pouvoir tourner lentement, ils sont équipés d'un train d'engrenage réducteur qui permet, avec une puissance relativement faible, d'obtenir des couples importants au niveau des rôles.

Ces moulins en bon état et bien réglés peuvent avoir des rendements qui oscillent entre 55 et 65 %.

Dans l'industrie on obtient des rendements de 70% avec plusieurs moulins en batterie et un arrosage de la bagasse appelé "imbibition".



Fig. 16 : engrenages" Panelero"

Moulins des Ateliers – Ecoles de Camp Perrin

Aux AECP, la question s'est posée un jour de savoir s'il fallait fabriquer des moulins à canne. La réponse a été positive, au vu de l'afflux des réparations demandées pour ce produit.

Un cahier des charges a donc été défini, la construction des moulins étant dans cette gamme de conception assez ancienne, une remise à plat était nécessaire.

Pour ce faire, les choix ont été les suivants :

- Un bâti en acier remplace le bâti en fonte
- La fonte grise est remplacée par une fonte à graphite sphéroïdale dite " GS "

- Les rôles sont frettés à chaud sur les axes. (Ce qui permet le remplacement de ceux-ci et le ré usinage des rôles après un certain degré d'usure)
- Les axes ne sont ni clavetés, ni positionnés dans les moules à la coulée. (ce qui rendrait leur extraction problématique)
- Séparation de la partie pressage (propre) de la partie mécanique comprenant les engrenages (graissés).
- Pour éviter que les jus sucrés ne se mélangent aux produits de graissage, changement de la position des rôles qui de verticaux deviennent horizontaux.
- Introduction dans les moulins à traction animale d'engrenages réducteurs renvoi d'angle.
- Introduction de paliers en bronze (avec graissage) ou en fonte spéciale ayant comme caractéristique de pouvoir supporter de forts désalignements dus à de mauvais réglages sans provoquer d'usure grave des axes.
- Boulonnerie de forte section.
- Trémie d'alimentation pour éviter les accidents de doigts et bras broyés.
- Distance entre la base du boîtier et le corps du moulin d'au moins 50cm, si cette distance est trop faible, une tête d'homme peu se coincer, avec comme conséquence, vu la longueur des leviers que la tête de l'imprudent explose comme une citrouille provoquant une mort affreuse.



Fig. 17 : moulin à traction animale AECM

Ce type de moulins a été réalisé avec succès et la conception théorique était dans l'ensemble assez bonne,

- il a juste fallu augmenter le diamètre initial des rôles à la coulée pour permettre plusieurs ré usinages (2x).
- Changer la petite boulonnerie 6 mm par des boulons de 12 du blocage de l'axe de la bagassière, par une boulonnerie plus forte. Les paysans ne savent pas que la boulonnerie normale est serrée dans le sens horaire et desserrée dans le sens antihoraire, ils essaient donc dans un sens et si ça ne se desserre pas, ils forcent dans l'autre sens. Il faut que nos équipements résistent à cet apprentissage.
- Usiner la bagassière pour quelle porte en tout point sur le troisième rôle et joue son rôle de nettoyeur du cylindre et de releveur de la bagasse non épuisée avant son engagement dans le jeu de rôle suivant.
- Une attention toute particulière a été apportée à la compréhension des techniques d'ajustage et de rectification des dents d'engrenage les une par rapport aux autres, techniques qui n'était pas approchée précédemment et qui a demandé une formation particulière avec un spécialiste monsieur Jean Luc Willot.

Après ces modifications, on a pu démarrer la fabrication en série.

Après réalisation, nous avons constaté que si ces moulins étaient bien améliorés, ils étaient par contre devenus trop chers.

En effet, 3000 moulins de 3000 USD chacun à changer auraient un coût minimum de 9.000.000 USD sans compter les autres dépenses adjacentes.

C'est pourquoi nous pensons que parallèlement à ce type d'approche, il est important d'envisager l'amélioration du rendement de tous les moulins existants par la création d'ateliers régionaux capables d'entretenir et de construire des pièces adaptables sur ces derniers.

Un nouveau type de moulin, moins cher, est actuellement en phase de conception.

Il est la copie d'un moulin brésilien disparu du marché mais répondant au cahier des charges précité.

Fabrication des moulins, histoire et contraintes

1. Fabrications en bois

Ces fabrications qui nécessitaient des bois de qualité deviennent rares comme le sont devenus les gros bahayonte, les candelons, les tamariniers et les autres bois durs utilisés traditionnellement dans la construction de ce type de moulins.

Les chemises de fonte ne sont plus produites dans le pays depuis de nombreuses années et l'appauvrissement du monde rural a eu pour conséquence une dégradation des savoir-faire et des outils des artisans.

De plus les prix des métaux de récupération ayant explosés toutes les pièces qui traînaient partout ont été on été récupérées et vendues à l'exportation.



Fig. 18 : Palier de rôle bois.

Pour réaliser ces moulins, l'artisan devait connaître toutes les techniques du charonnage car la construction des rôles exigeait des techniques de tournage.

Les moyeux des engrenages exigeaient eux aussi des techniques de tournages, mais aussi de divisions, proches des techniques utilisées pour la fabrication des

roues de charrettes ou de brouettes. Les dents rapportées, **alluchons**, étaient enchâssées dans des mortaises taillées au ciseau à bois.

Les renforcements étaient faits par cerclage avec des cercles en acier. .

Les fournisseurs de ces accessoires existaient et les caboteurs venus d'Europe pouvaient apporter les pièces nécessaires. Les métaux anti friction et leur mise en œuvre étaient des techniques connues et l'on pouvait faire "babitter" un pallier dans de nombreux ateliers

Les chemises en fonte étaient alors à la disposition des artisans et des usiniers.

2. Fabrication de type : boss Isaac (Cap) et Fonderie Pierre Louis (PAP)

Pendant de nombreuses années, deux ateliers de fonderie ont produit les nombreux moulins installés dans tout le pays : la Fonderie Nationale: Pierre Louis et la fonderie du boss Isaac au Cap-Haïtien.

Ces deux fondeurs avaient les compétences et le savoir-faire pour réaliser ce type de moulins, proches des producteurs de sirop et de rapadou, ils étaient capables de couler de nombreuses pièces différentes pour construire des moulins et de faire l'entretien des moulins existants, le tout à des prix acceptables.

La fonderie Pierre-Louis a disparu faute d'un successeur sérieux.

La fonderie Isaac quant à elle avait hérité au contact d'un personnel compétent d'un savoir-faire acquis à la fonderie de la grande plantation de sisal Dauphin.

A l'étroit dans la ville du Cap, boss Isaac a contracté un prêt auprès de l'IDAI³ pour s'agrandir et s'installer à Milo sur un terrain plus vaste.

Malheureusement, l'IDAI était aux mains de personnes peu scrupuleuses qui l'utilisaient pour s'enrichir personnellement.

Sans respecter les délais convenus, l'IDAI exigea le remboursement intégral et immédiat du prêt au mépris de l'artisan et des agriculteurs, sans tenir compte des réalités humaines et économiques de cette fonderie.

Ce remboursement ne pouvait se faire dans des délais aussi courts, saisie par l'IDAI, la fonderie fit faillite et ne trouva pas de repreneurs au niveau des créances.

³ Institut de Développement Agricole et Industriel

De nombreuses années plus tard, l'agronome Jude Régis et son associé Antoine l'a reprise et l'a réinstallée dans la banlieue du Cap où elle redémarre lentement.

Un programme de réhabilitation avec l'UE est en cours.

Cette fonderie dispose de deux techniciens ayant fait leurs classes avec le boss Isaac et ayant un niveau de base acceptable.

Cette fonderie, réalise elle-même ses modèles et dispose de châssis de fonderie faits maison.

Bien des choses doivent être améliorées mais les bases sont là.

Par chance, du sable à vert siliceux (de mauvaise qualité malheureusement) est disponible dans la région, ce qui est rare en Haïti et donc une véritable aubaine.

Après la coulée et le déssablage des pièces, l'usinage est réalisé sur quelques machines malheureusement obsolètes et trop peu puissantes.

Pour remédier à cet état de chose, un atelier de mécanique générale a été accolé à la fonderie, il est équipé de toutes les machines indispensables et utiles à ce type d'industrie.

3. Fabrication de type boss Méles Augustin (Pignon)

Sans fonderie, dans le cas du boss Méles Augustin, la source des composants de base des moulins ne pouvait être que la récupération.

Les rôles de 13 pouces sont réalisés à partir de roue de wagon de chemin de fer qui desservait autrefois la plantation Dauphin et Madras.

Les rôles de 6 pouces sont fabriqués à partir d'axe de récupération.

Les engrenages sont fabriqués par soudure sur un cercle de fer de petits morceaux de fer plats répartis sur la périphérie, il y a ensuite remplissage avec de la soudure, meulage et finition à la lime.

L'engrenage est réalisé alésé et son diamètre final est obtenu suite à un passage sur un tour.

Inutile de dire que de telles méthodes de fabrication ne permettent pas de réaliser des engrenages fournissant un bon rendement mécanique car une énergie importante est dissipée en frottement, torsion d'axe et échauffements inutiles.

La soudure des axes sur les rôles au lieu de leur frettage est aussi une cause possible du bris fréquent des axes.

La soudure sur des pièces de section par trop différente sans chauffage préalable provoque un mauvais effet de trempe et une fragilisation.

La non maîtrise de la fabrication des paliers en bronze ou en fonte à très haut carbone impose d'utiliser des paliers alternatifs en bois lubrifié à l'huile de vidange.

Même si on peut penser, en première analyse, que disposer de matériel motorisé pour presser la canne est un avantage; force est de constater que les moulins à tractions animales sont souvent tout à fait adaptés à la situation.

Ces petits moulins de construction locale peuvent être entretenus par les artisans locaux ce qui n'est pas le cas des moulins de plus gros débit, motorisé et qui à cause des couples exigés au niveau des engrenages requière des précisions d'usinage beaucoup plus stricte impossible à obtenir en artisanat paysan.

Protéger les emplois liés à la filière canne, améliorer les moulins existants ainsi que leurs conditions d'utilisation semblent à priori des pistes à suivre.

Manège pour la commande des moulins à canne

Il s'agit de manèges à piste circulaire.

L'animal parcourt une circonférence en entraînant une flèche tournant autour d'un axe vertical.

Dans les anciens manèges, la piste pouvait avoir 7 m de rayon si les couples requis par les machines l'exigeaient.

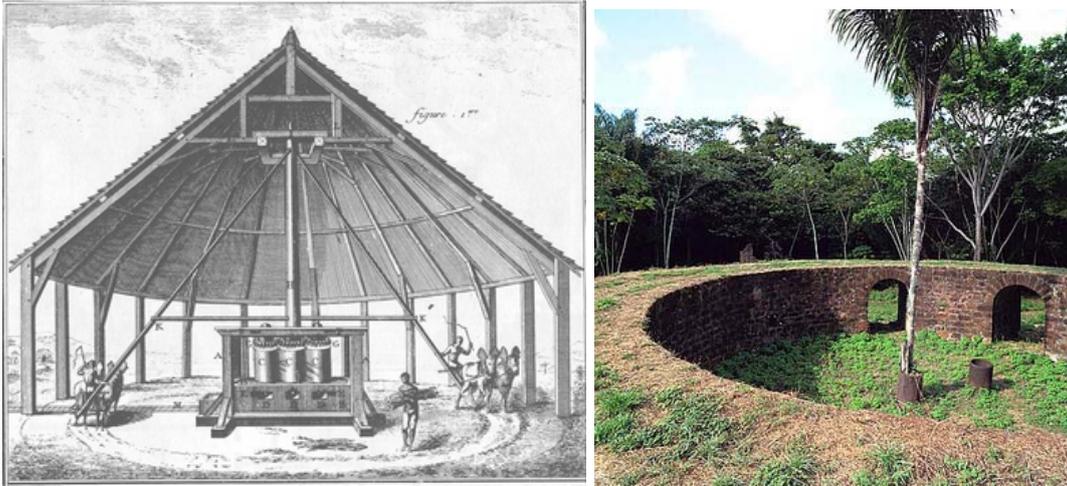


Fig. 19 : moulins à traction animale, époque coloniale : à gauche la représentation que l'encyclopédie en faisait à droite les vestiges d'une piste de manège dans les Antilles Françaises

Ordinairement, à l'heure actuelle, les pistes ont un rayon de 3 à 4 mètres maximum et idéalement, ce rayon ne doit pas être inférieur à 2 ou 3 m pour éviter que les animaux ne souffrent des effets du vertige rotatoire.

Par ailleurs, il faudra s'en tenir à 4 mètres de rayon si les bœufs sont attelés au joug double. Les flèches sont en bois, en une ou deux pièces et dans le cas de deux pièces, elles sont écartées à leur encastrement et rapprochées au crochet d'attelage. L'extrémité libre de la flèche se trouve entre 80 et 100 cm du sol.



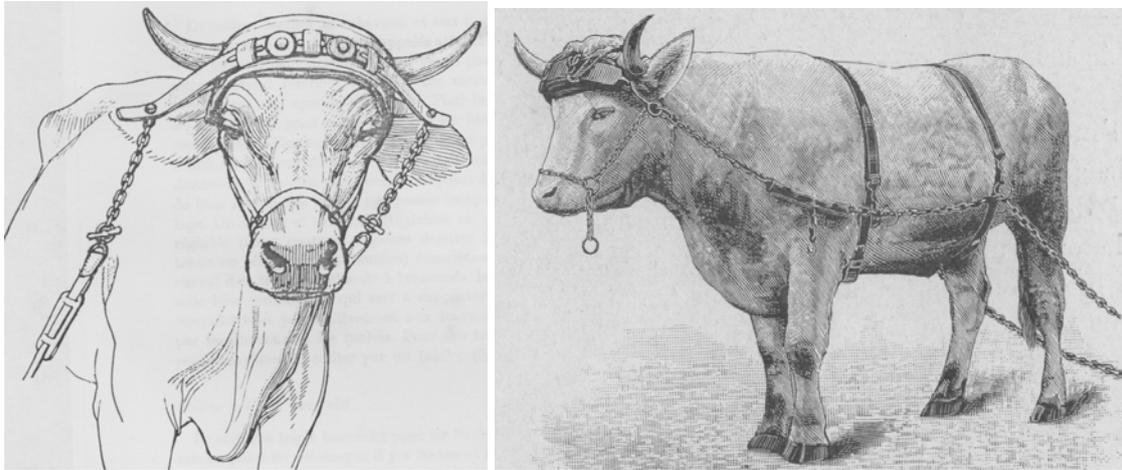


Fig. 20 : joug frontal avec chaînes, dossière et palonnier

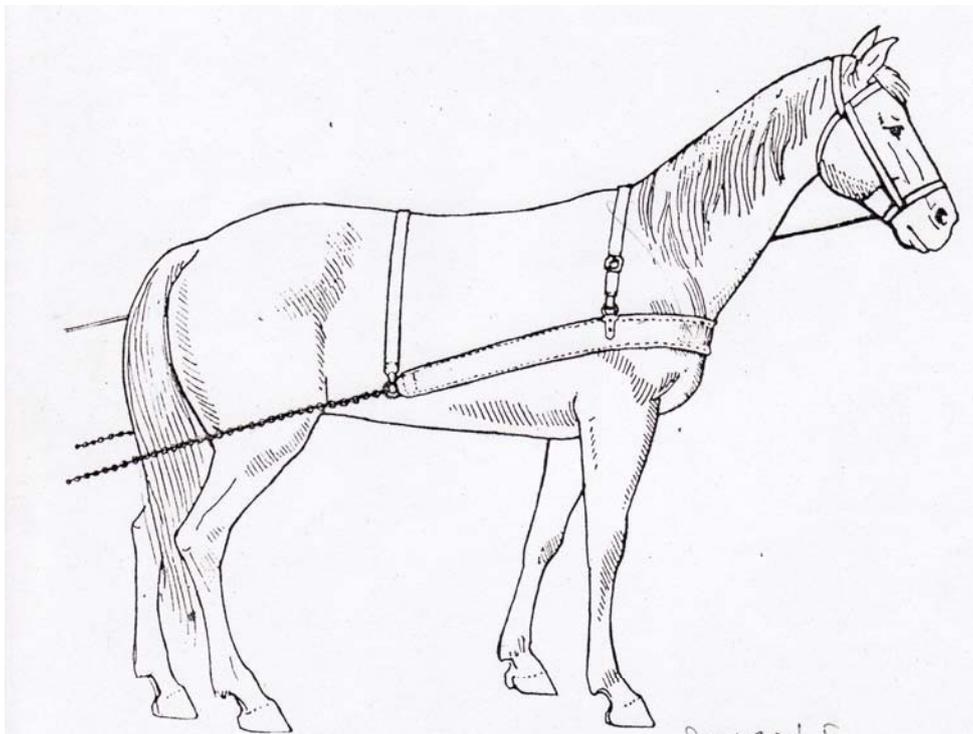


Fig. 21 : Cheval attelé a la bricole

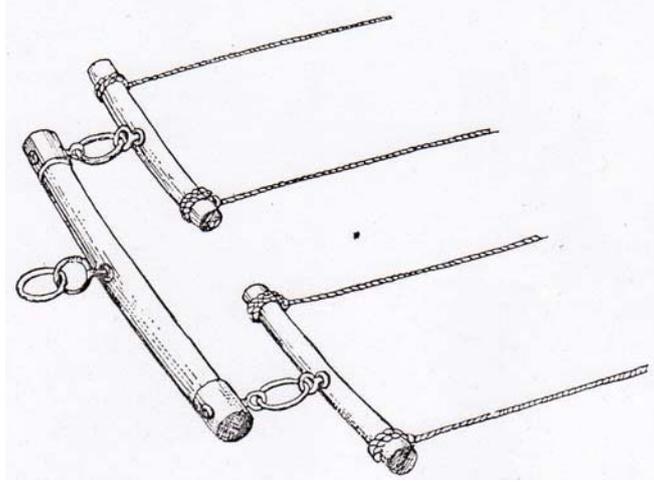


Fig. 22 : Palonnier utilisé pour deux animaux

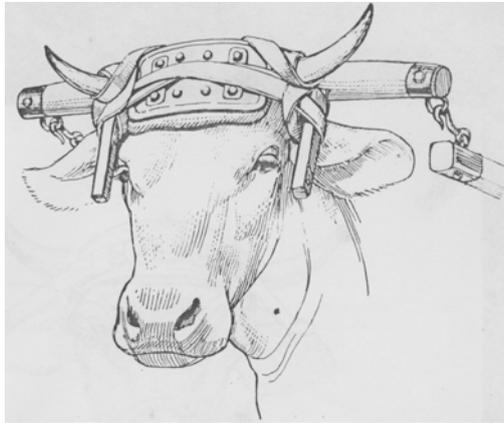


Fig. 23 : attelage au joug de nuque avec son cousin de protection sur le front.

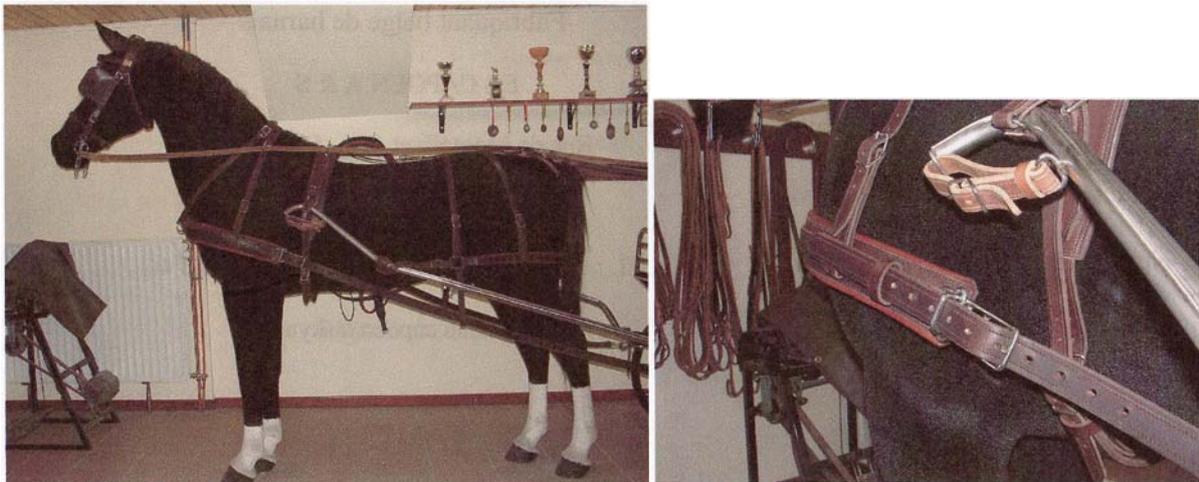


Fig. 24 : Attelage à la bricole – sellette et reculoir pour freiner la charge.



Fig. 25 : cet attelage a le défaut de ne pas utiliser de palonnier, ce qui a pour conséquence, un frottement permanent des traits sur le corps et les membres du cheval

On y attèle un animal unique ou deux animaux tirant le manège tout en étant décalé de 180°.

L'emploi d'un palonnier et des traits est ici indispensable pour éviter qu'à chaque pas, quand l'animal moteur avance l'épaule, le collier ou le joug qui transmet l'effort fourni par l'animal ne vienne par des frottements répétés sur l'encolure, le garrot, la nuque ou le front, provoquer des blessures qui rendraient l'animal inapte au travail.

Pour deux animaux,

On utilise un trait unique ou une chaîne relié au centre du joug.

La difficulté est ici de réfléchir au moyen d'éviter que les chaînes ne blessent les bœufs aux pattes ou aux jarrets, un petit schéma permet de comprendre ce problème.

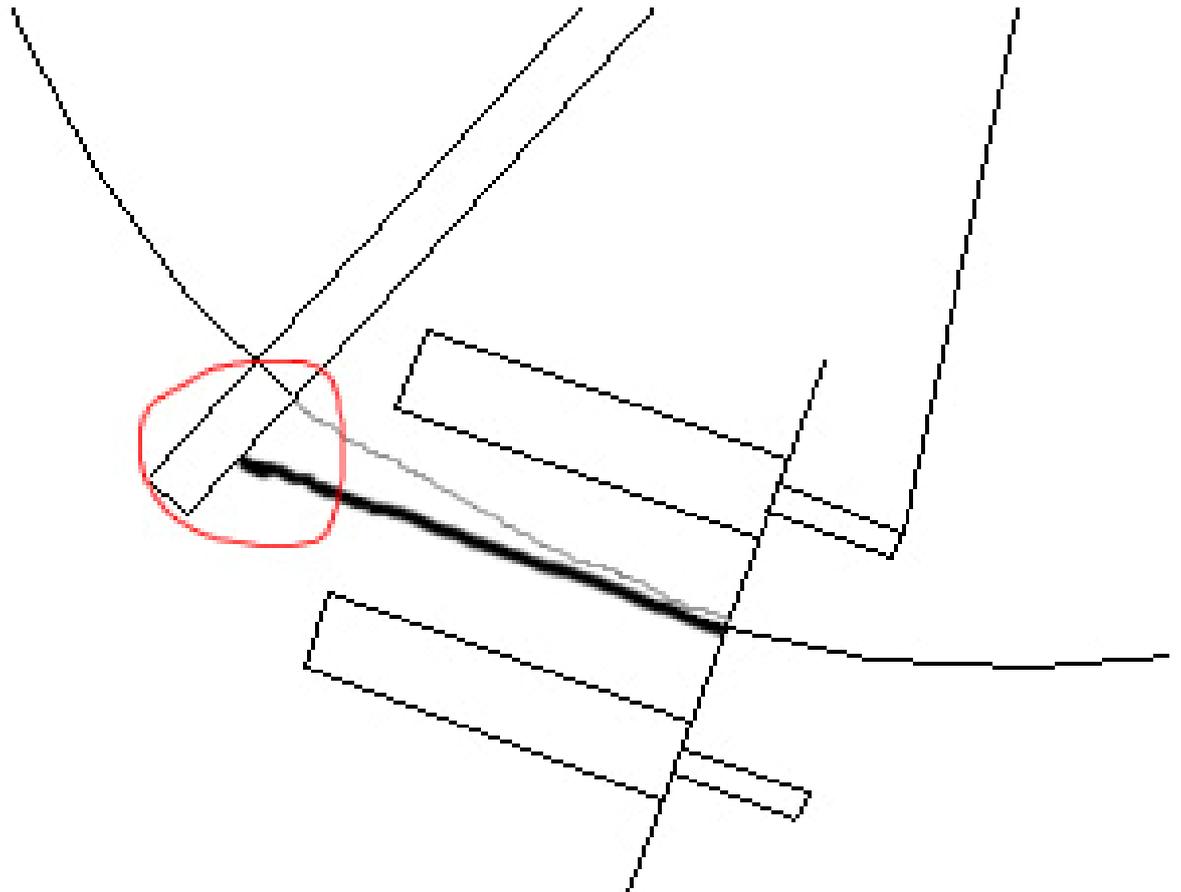


Fig.26 : la chaîne de traction s'attache sur le bras du moulin, hors de la circonférence parcourue par les animaux tandis qu'au joug son point d'attache est sur la circonférence.

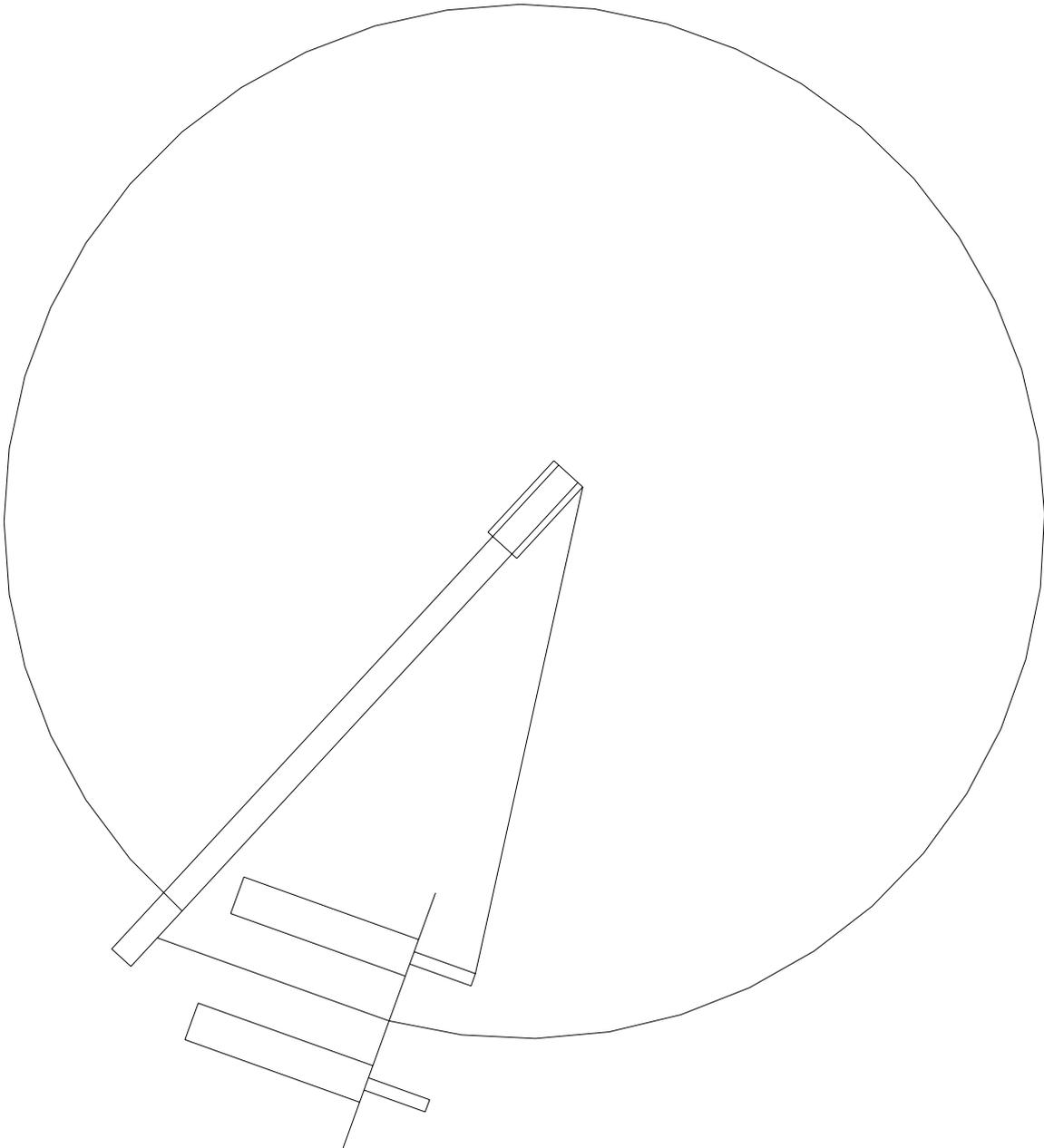


Fig. 27 : Flèche + longue que l'axe de rotation matérialisé par un point qui passe par le centre du joug.

Pour améliorer le rendement à la traction dans les manèges actionnant des moulins à canne ; il est important de constater que ce travail est bien particulier.

Les efforts de traction sur les moulins à canne sont très irréguliers, ils varient

- en fonction de la présence de canne ou non dans le moulin,
- en fonction du nombre de canne engagée dans celui-ci,

- en fonction de la grosseur des cannes,
- en fonction du temps écoulé depuis la coupe (rapport à la siccité des cannes).
- en fonction de la variété
- en fonction de l'âge de la plantation et de tout autre aspect agro- climato- pédologique

Au cours du travail, si l'ouvrier qui alimente le moulin est consciencieux l'effort à fournir par les animaux sera constant et la force des animaux sera utilisée dans les meilleurs conditions; par contre, si le fouet qui en aucun cas ne peut remplacer la compétence d'un bouvier qui nourrit copieusement ses animaux, fait changer le rythme de traction des animaux, ils se fatigueront très vite et ne vous donneront pas le rendement que vous pourriez attendre d'une bonne alimentation et des soins que vous leurs octroyez.

Les démarrages sont onéreux en énergie.

Si l'effort au dynamomètre (appareil utilisé pour mesuré l'effort de traction) imposé par le fonctionnement du manège est de 40 kg, l'effort instantané après une variation de charge sera de deux à quatre fois plus élevé et réclamera aux bœufs un effort de 80 kg pour atteindre la vitesse stable de 1 mètre par seconde.

Par contre 160 kg seront nécessaire si le coup de fouet fait - sous la douleur - bondir l'animal à 2 mètres par seconde ; 160 kg qu'ils ne pourront pas fournir de manière continue.

Techniquement le problème est posé de la façon suivante

Un ressort capable d'accepter l'effort de traction maximal produit par les animaux et interposé entre la flèche et le trait absorbe les variations d'intensité des efforts et les restituent au manège et cela au profit de l'amélioration de l'efficacité du moteur animal et de sa durée de travail journalier.

Un travail publié en 1893 par monsieur Max. Ringelman sur ce sujet informe que les amortisseurs (ressorts de diverse provenance) bien établis permettent de réaliser

une économie de 33 à 54% sur les efforts de démarrage, et de 10 à 30% sur les efforts moyens de traction.

Comment faire?

Le ressort de l'amortisseur ne doit se bloquer que sous un effort double de la traction moyenne de la machine devant laquelle il est placé.

Ainsi par exemple pour une traction moyenne de 250kg, il convient d'employer un amortisseur dont le ressort se bloque sous une charge voisine de 500kg.

L'économie de traction est d'autant plus élevée que l'amortisseur est flexible et dans les meilleures conditions le ressort peut avoir une course de 3 à 4 cm par 100kg de traction

A la lecture de ces informations techniques et au vu des pratiques courantes en la matière, on est obligé de penser qu'il y a une nouvelle culture à acquérir en cette matière.

- En premier lieu, on accepte que les bœufs soient blessés au travail. La chaîne de traction peut les blesser au jarret si un peu de bon sens et d'observation ne remédie pas à ce problème. L'autre cause de problème les coups généreusement distribués aux animaux signe d'un manque de respect pour l'animal et d'un comportement irrationnel, je ne peux pas espérer d'un animal maltraité le meilleur rendement énergétique, nous ne sommes pas sorti de l'esclavage pour y plonger nos animaux. Le travail physique tant humain que animal, dans ce pays, doit être réhabilité et humaniser par l'emploi d'outils et de machine adaptée et bien utilisée. Le bœuf travaillant à l'intérieur du manège doit marcher plus lentement que celui qui est sur la piste extérieure, ce qui n'est pas facile pour un bœuf qui subit la contrainte du joug et de la force de son compagnon. Un moteur animal doit se ménager et entrer sur le manège bien nourrit et abreuvé.

Quatre heures de travail continu entrecoupé d'arrêts de 5 min chaque quart (1/4) d'heure sont indispensables.

- Ensuite après 4 heures de repos à l'ombre avec à disposition fourrage, une poignée de gros sel et de l'eau à volonté les bêtes peuvent reprendre leur service.
- La gestion des animaux doit être confiée à des adultes responsables, infliger aux animaux des accélérations permanentes et des coups est un bon moyen de réduire de façon idiote le rendement de l'attelage.
- Un ressort fixé d'une façon quelconque au bout de la flèche et auquel se fixe par un anneau et un crochet la chaîne faisant office de trait permet d'économiser des efforts inutiles et de remplacer au cadran du dynamomètre un effort de traction en dent de scie par un effort continu, moindre et régulier mieux toléré par les animaux.
- Des enfants non responsabilisés et non conscients des enjeux doivent être formés ou écartés et doivent comprendre que ce travail n'est pas un jeu et que le manque de respect pour les animaux est un gage de perte de revenus pour les utilisateurs.

Guidive de clairin de sirop et de dlo-kan-bouilli

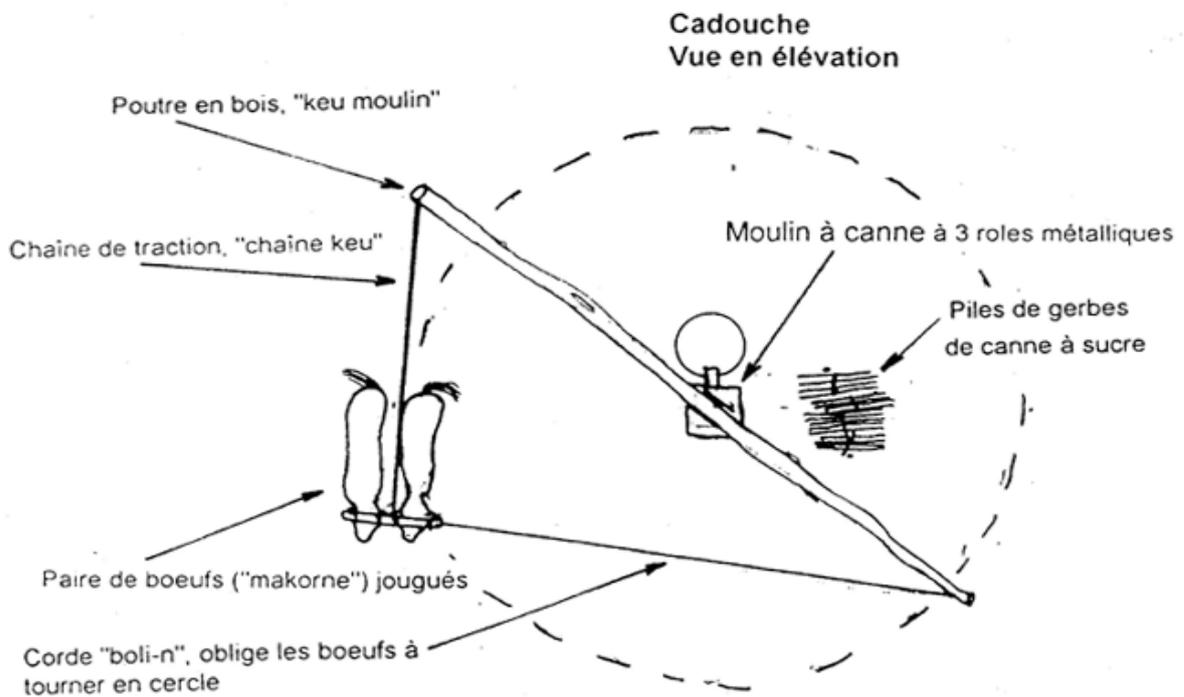


Fig. 28 : Flèche + longue que l'axe de rotation matérialisé par un point qui passe par le centre du joug.

*Commentaire Fig.28 : **ATTENTION** à ne pas blesser les jarrets des boeufs avec la chaîne qui entraîne le manège, veillez à ce que la chaîne passe entre les boeufs sans les toucher et qu'elle aille rejoindre la flèche (ou « keu moulin ») à l'extérieur de la circonférence du manège. La flèche doit être plus longue qu'il ne paraît nécessaire (celle-ci doit dépasser de la circonférence du manège !).*

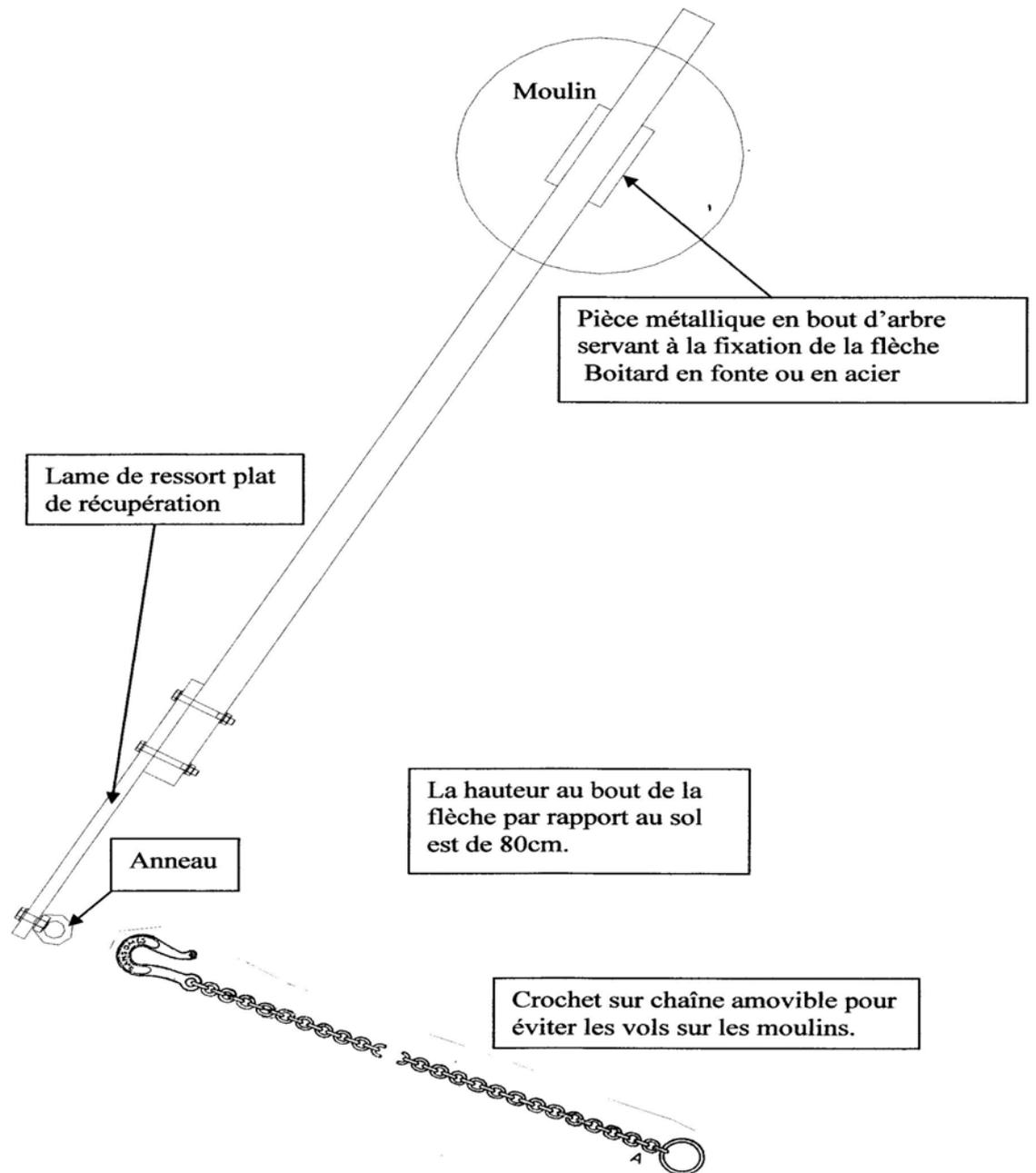


Fig. 29 : Schéma d'un système de traction animale utilisant une lame de ressort plate augmentant le rendement de l'attelage.

Calcul de ressort à lame

(Pour les ingénieurs, voici un détail des calculs)

Résistance en flexion et force maximale applicable d'une lame d'acier encastrée :

$$F_{max} = \frac{b \cdot h^2 \cdot \sigma_{max}}{6 \cdot L}$$

$$y_{max} = \frac{4 \cdot F_{max} \cdot L^3}{E \cdot b \cdot h^3}$$

σ_{max} : Contrainte maximale admissible (Pa)

b : Largeur de la lame (m)

h : hauteur (=épaisseur) de la lame (m)

F : Force appliquée (N)

L : Longueur de la lame (m)

y : déplacement de l'extrémité de la lame (m)

E : Module de Young (Pa)

Force de traction : $F =$

Longueur totale :

flèche minimale : 3m

flèche maximale : 8m

Moment d'inertie :

$$I = \frac{b \cdot h^3}{12}$$

Propriétés de l'acier AFNOR 51S7 - ASTM 9255 :

Limite élastique : $\sigma_{elast} = 486.1 \text{ MPa}$

Contrainte de rupture : ??

Contrainte de rupture :

Acier : $E = 2 \cdot 10^5 \text{ MPa}$

$G = 8 \cdot 10^4 \text{ MPa}$

“Force de traction :”

En fonctionnement normal :

masse du boeuf : 350 kg

Puissance développée : $350/8 = 450 \text{ W}$

Vitesse “habituelle” = $3.6 \text{ km/h} = 1 \text{ m/s}$

=> Force appliquée : 450 N

Cette force est considérée comme constante. Plus on augmente la longueur de la lame, plus cette force pourrait mener à une contrainte proche de la rupture. Une longueur maximale admissible pour chaque section de barre et pour cette force est donc calculée. Un coefficient de sécurité de 1.5 est choisi pour le calcul cette longueur : $L = L_{max} / 1.5$

Une fois cette longueur fixée, il est possible d'en déduire la course de la lame soumise à la force de 450N.

NB : Il est important de garder en mémoire que ces valeurs de longueur maximale sont calculées pour une force hypothétique de 450 N. Or, à l'arrêt, le bœuf est capable de développer des forces beaucoup plus grandes. En cas de blocage du moulin par exemple, la lame risque de rompre. Il sera donc nécessaire d'installer un système de butée pour prévenir ce risque.

Calcul du ressort à lame utilisable comme amortisseur et accumulateur d'énergie

(Pour les techniciens, animateurs et paysans voici les tableaux pour choisir les lames)
Quand vous trouvez une lame de ressort, mesurez son épaisseur et sa largeur ; allez voir dans le tableau correspondant (chaque épaisseur (entre 5 et 11 mm) a un tableau qui lui correspond).

Exemple : ma lame de ressort fait 7mm d'épaisseur, je vais dans le tableau « Pour une épaisseur de lame de 7 mm : » je prends la largeur de ma lame : 70mm, donc la longueur maximale que je donnerai a ma lame sera de 412 mm.

La « distance parcourue par le bout de la lame » correspond à la distance que la lame peut parcourir avant que la limite élastique ne soit atteinte. Si on dépasse cette limite élastique la lame de ressort reste pliée et bien vite se casse

Pour une épaisseur de lame de 5 mm :

<i>Largeur de la lame</i>	<i>Longueur maximale avant rupture en mm</i>	<i>Distance parcourue par le bout de la lame en mm</i>	<i>Qualité du choix</i>
90 mm	270 mm	15 mm	
100 mm	300 mm	19 mm	

Pour une épaisseur de lame de 6 mm :

<i>Largeur de la lame</i>	<i>Longueur maximale avant rupture en mm</i>	<i>Distance parcourue par le bout de la lame en mm</i>	<i>Qualité du choix</i>
70 mm	303 mm	16 mm	
80 mm	346 mm	20 mm	X
90 mm	389 mm	26 mm	X
100 mm	432 mm	32 mm	X

Pour une épaisseur de lame de 7 mm :

<i>Largeur de la lame</i>	<i>Longueur maximale avant rupture en mm</i>	<i>Distance parcourue par le bout de la lame en mm</i>	<i>Qualité du choix</i>
60 mm	353 mm	18 mm	
70 mm	412 mm	25 mm	X
80 mm	471 mm	33 mm	X
90 mm	529 mm	41 mm	XX
100 mm	588 mm	51 mm	XX

Pour une épaisseur de lame de 8 mm :

<i>Largeur de la lame</i>	<i>Longueur maximale avant rupture en mm</i>	<i>Distance parcourue par le bout de la lame en mm</i>	Qualité du choix
50 mm	384 mm	19 mm	
60 mm	461 mm	27 mm	X
70 mm	538 mm	37 mm	X
80 mm	615 mm	49 mm	XX
90 mm	691 mm	61 mm	XX
100 mm	768 mm	76 mm	XXX

Pour une épaisseur de lame de 9 mm :

<i>Largeur de la lame</i>	<i>Longueur maximale avant rupture en mm</i>	<i>Distance parcourue par le bout de la lame en mm</i>	Qualité du choix
40 mm	389 mm	17 mm	
50 mm	486 mm	27 mm	X
60 mm	583 mm	39 mm	X
70 mm	681 mm	53 mm	XX
80 mm	778 mm	69 mm	XX
90 mm	875 mm	88 mm	XXX
100 mm	972 mm	108 mm	XXXX

Pour une épaisseur de lame de 10 mm :

<i>Largeur de la lame</i>	<i>Longueur maximale avant rupture en mm</i>	<i>Distance parcourue par le bout de la lame en mm</i>	Qualité du choix
40 mm	480 mm	24 mm	X
50 mm	600 mm	37 mm	XX
60 mm	720 mm	53 mm	XX
70 mm	840 mm	73 mm	XXX
80 mm	960 mm	95 mm	XXX
90 mm	1080 mm	120 mm	XXXX
100 mm	1200 mm	148 mm	XXXX

Pour une épaisseur de lame de 11 mm :

<i>Largeur de la lame</i>	<i>Longueur maximale avant rupture en mm</i>	<i>Distance parcourue par le bout de la lame en mm</i>	Qualité du choix
40 mm	581 mm	32 mm	XX
50 mm	726 mm	49 mm	XX
60 mm	871 mm	71 mm	XXX
70 mm	1017 mm	97 mm	XXX
80 mm	1162 mm	126 mm	XXXX
90 mm	1307 mm	160 mm	XXXX
100 mm	1452 mm	197 mm	XXXX

Poids des moteurs	Effort moyen exercé	Vitesse par seconde au crochet d'attelage	Travail mécanique en Kg/mètre/seconde
Cheval et mulet			
200 – 250 kilos	1/10 du poids 20 à 30 kg	À ± 1,5mètre /seconde	25 x 1,5= 37,5Kg/m/Seconde
250 – 300 kilos			30 x 1,5= 45 kg/m/Seconde
Bœufs			
250 – 300 kilos	1/8 du poids 37 kg à 44 Kg	À ± 0.6m/s = 2.5 km/h	22: 0,6=36 kg/m/S /x 2 pour 2 bœufs 72
300 – 350 kilos			26 :0,6=43kg/m/s /X 2 pour 2 bœufs 86 kg/m/s

Ane			
160 kilos	¼ du poids	1m/sec	30 à 40 kg/m/seconde

L'effort journalier maximal sous les tropiques, pour un bœuf, est équivalent à 3600 fois son poids, cette force disponible n'est pas totalement efficace une partie de l'énergie sert au déplacement vers l'abreuvoir, les pâturages ou l'animal mange et les marches vers le lieu de travail.

Ce qui signifie qu'il peut fournir pour un poids de 300 kg un effort journalier de 3600 x 300 (kg) égal à 1.080.000 kg mètre/ seconde.

Si l'effort régulier qu'il produit est de 25 kg, il pourra le fournir pendant un temps en seconde de (1.080.000 : 25 = 43.200 secondes ou 12 heures).

Si on le maltraite, son temps de travail efficace sera réduit d'un facteur 4 et notre bœuf reviendra le lendemain sur son chantier de travail dans un état de non récupération qui ira en s'accroissant au fil des jours.

En Haïti, un animal ne peut travailler que 4 heures/jour à cause de son alimentation souvent déficiente.

Beaucoup de paysans, s'ils perçoivent un rapport entre le bien mangé et l'énergie dont ils font preuve, ne perçoivent pas le fait que comme un moteur thermique, un moteur animal ne fait que transformer l'énergie des aliments en énergie mécanique. L'effort instantané au démarrage ou l'hors de la rencontre d'un obstacle, d'un bœuf de 300kg est de 1 à 1,75 CV.

Cependant en continu, il ne pourra fournir qu'un effort de 0,5 CV.

Il nous faut comprendre ici que les animaux à sang chaud (humains et animaux) produisent de l'énergie par oxydation du glycogène, l'aliment des muscles en le transformant en chaleur et énergie mécanique. Cette combustion du glycogène dans les muscles laisse un déchet que l'organisme devra éliminer par la circulation sanguine et la respiration, ce déchet l'acide lactique est un indicateur de fatigue tant pour les humains que pour nos compagnons de travail les bœufs, les chevaux, les mulets, les ânes.

Un animal mal nourri perd peu à peu ses muscles, son moteur, et devient inutile.

Pour pouvoir utilisé longtemps et efficacement un animal de trait, il faut lui faire prendre du muscle et éventuellement un peu de graisse pendant les périodes où l'animal est en croissance ou au repos.

Un bon éleveur ne mettra au travail qu'un animal en bon état et compensera les efforts importants qui lui seront demandé par une alimentation abondante et des temps de repos suffisant.

Le travail produit dans les muscles de l'acide lactique que le repos permet d'éliminer.

Le lavage des muscles par la circulation sanguine va éliminer par l'intermédiaire de la respiration et des déjections solides et liquides tous les produits toxiques pour l'organisme qui se sont accumulés dans les muscles au cours de l'effort.

Sans une alimentation équilibrée en calorie et en protéine, l'organisme devra prélever sur les graisses de réserve, s'il y en a et ensuite sur les muscles et détruire la puissance du moteur et donc son intérêt.

Améliorations à apporter à la traction animale autour des moulins à canne

Quand on observe le travail des animaux de traction utilisés dans les moulins à canne, il faut constater que peu de paysans ont compris que bien atteler les animaux et bien les traiter est important si l'on veut obtenir le meilleur rendement énergétique des installations et une relation homme animal acceptable.



Fig. 30 : Bœufs mal attelés, blessé, la chaîne gêne les déplacements

Nous avons constaté plusieurs problèmes :

- Souvent la longueur du bras de traction du moulin n'est pas adaptée à la circonférence parcourue par les bœufs.
Pour obliger les animaux à tourner sur une piste circulaire, une gaule partant de l'axe du moulin et formant un angle avec la flèche de traction vient s'attacher à la bouche du cheval ou au joug des bœufs
En France on appelait cet accessoire bois de bouche.
- remplacée par une corde, en Haïti, on lui donne le nom de **ligne bouline** ou plus simplement **bouline**.
En conséquence, la chaîne ou la corde de tirage gêne et blesse le jarret du bœuf intérieur au manège. La solution simple à ce problème est d'allonger la flèche de traction en la prolongeant jusqu'à ce que le tirage se fasse dans le bon axe. Réglage qui peut se faire une fois pour toute.
- Il faut savoir qu'un bovin n'est pas apte à produire un effort prolongé si on le fait marcher trop vite.
Sa vitesse maximale en travail lourd est de 3,6 km / h. Il vaut mieux faire travailler les bœufs sans à-coup, à leur rythme et ne pas en confier la responsabilité à des enfants.
- Pour limiter les à-coups dans la transmission, on peut utiliser une flèche en bois nerveux pas trop rigide ou un ressort dans le trait ou en bout de flèche.
- Chaque quart d'heure, il est bon de faire une pose de 5 minutes et de les faire boire toutes les deux heures.
Quatre heures de travail successives est un maximum.

- Le bœuf extérieur faisant un parcours plus long que le bœuf intérieur, les deux bœufs ne travaillent pas à la même vitesse⁴.

La conséquence est que pour garder son équilibre, chaque bœuf gaspille beaucoup d'énergie à lutter contre les actions antagoniste du bœuf compagnon.

Dans l'idéal, il faudrait avoir deux bœufs travaillant décalés de 180° et attelés au Jouguet un par un.

Cette technique qui n'est pas connue dans le pays, elle demande des bœufs bien dressés et des équipements plus coûteux puisqu'elle requiert 1 Jouguet, une bride, 2 traits (chaînes), 2 dossières et un palonnier par bœuf.

Cette solution a le mérite de transmettre moins d'effort de torsion à l'arbre du moulin puisque les deux bras de levier sont de longueur identique et s'équilibre et les animaux ne se fatiguent plus en vaine recherche de stabilité. Malheureusement cette solution n'est pas envisageable actuellement en Haïti car pour ça les bœufs devraient faire l'objet d'un dressage spécifique et toujours faire conduire les bœufs par un même bouvier, ce qui n'est souvent pas le cas.

Une amélioration pourrait être un joug articulé avec un parallélogramme de force.

L'effort requis au palonnier diffère suivant plusieurs paramètres :

- La grosseur de la canne ;
- La fraîcheur de la canne (temps écoulé depuis la récolte) ;
- Le nombre de cannes enfournées en même temps ;
- Le taux d'extraction du moulin ;
- La qualité mécanique du moulin, sa conception, son état d'entretien, sa lubrification ;
- La longueur du bras de levier « la flèche » ;

Allonger le bras de levier pour rendre l'effort des animaux adapté à leur poids et donc à leur force de traction est une technique valable mais il faut tenir compte du fait que

⁴ Si le rayon du cercle parcouru par le bœuf intérieur est de 4 m, celui-ci boucle le cercle en 25,12 m tandis que le bœuf extérieur, distant de 60 cm, parcourt à chaque tour 28,88 m.

dans ce cas, on diminue la vitesse et donc le rendement tout en prolongeant la vie de travail des animaux

Ici il faut introduire une nouvelle notion celle du couple

Un bon moulin suivant son débit horaire aura des besoins en énergie qui sont quasi constant. L'effort fourni par un animal lui est faible à l'échelle des moteurs modernes. Ce sont les leviers et leur bonne exploitation qui vont donner la solution au problème, le manège est un réducteur de vitesse et augmenteur, de couple qui convient parfaitement à ce type de problème.

Pour comprendre imaginons que l'axe du moulin soit un écrou ou une vis très serrée si vous prenez une clef avec un manche court votre force physique ne suffira pas pour desserrer cette vis ou cet écrou, cependant, il vous sera possible d'y arriver en allongeant la longueur du manche (le levier).

Vous n'êtes pas devenu plus fort mais en utilisant un bras de levier plus long, vous avez augmenté le couple au détriment du chemin que vous devrez parcourir.

Pour les bœufs c'est la même chose plus ils parcourent de chemin sur une piste circulaire moins ils font d'effort en traction, plus ils font d'effort en déplacement.

Un manège n'est pas un moteur, le moteur c'est la force musculaire des animaux.

Un manège utilise au mieux un capital énergie en l'adaptant aux spécificités des animaux.

Ce qu'un cheval de 800 kg ferait seul, deux bœufs le feront moins vite, mais le feront et cela en autarcie, sans que les utilisateurs aient besoin d'autre chose que ce que l'on trouve dans le pays. Des bœufs, des pâturages et l'intelligence de bien gérer le tout

Dans un pays où l'argent et l'investissement sont rares, les réponses aux problèmes seront toujours des compromis puisque la réalité exige de faire avec ce que l'on a déjà.

Mais ceci n'exclut pas la possibilité de comprendre les mécanismes en cause et de réfléchir aux meilleurs compromis. Un bon artisan doit donc produire les meilleurs moulins selon leur technologie propre; un bon utilisateur doit bien les régler et les graisser ainsi que faire attention à bien traiter ses bœufs.

Sécurité aux abords des moulins

Les moulins sont des outils potentiellement dangereux de part leur conception et leur fonction. Il y a eu beaucoup de morts et de blessés graves, les accidents étant toujours ravageurs. En effet, des doigts, des mains ou des bras peuvent être facilement broyés par le moulin sans que la victime puisse entrevoir la moindre délivrance.



Fig. 31 : trémie d'alimentation des moulins écartant les mains de l'utilisateur de la zone de danger, les roles sont à une distance de l'auge supérieure à la longueur d'un bras.

Quelques façons d'éviter les accidents :

- Il faut équiper les moulins d'une trémie d'enfournement (ou mangeoire) assez longue pour éliminer la possibilité de se prendre les doigts même avec le bras allongé.
- Si on est obligé travailler sur le moulin, il vaut mieux détacher la chaîne de traction et que la personne au travail la remette en place lui-même quand il a terminé.
- Il faut s'interdire de parler à la personne qui enfourne la canne dans le moulin.
- Dans la mesure du possible, il faut protéger les engrenages et les courroies par des carters.
- Porter des vêtements près du corps, éviter les vêtements flottants qui pourraient vous attirer vers un engrenage en mouvement au risque de perdre un membre ou la vie.

- Nettoyer l'espace de travail pour être suffisamment stable sur ses jambes lors des mouvements nécessaires à l'alimentation du moulin
- Surélever le moulin sur un socle stable et à bonne hauteur afin de supprimer les mouvements d'évitement de la flèche lors de son passage à chaque rotation.

Un autre accident gravissime est l'écrasement de la tête de l'opérateur entre la poutre de la flèche tournante et le bâti du moulin.

Cet accident malheureusement fréquent pourrait être facilement évité, si on exigeait des constructeurs un écart minimum d'une tête et demi entre le bâti et le bas de la flèche.

La pauvreté en intrants et la faiblesse des moyens disponibles fait que ces conseils malgré les bonnes volontés restent souvent sans action « les conseillers n'étant pas les payeurs »

En effet plus long, les axes doivent être d'un diamètre plus important et sont donc beaucoup plus lourds, plus coûteux et quasi introuvables sur place ou hors prix.

Types de chaudières en fonctionnement sur le plateau

Sur le plateau central, deux types principaux d'installation de chauffe et d'évaporation des jus sont représentés :

- les installations utilisant une seule cuve
- les installations utilisant une batterie de cuves.

Ces deux types d'installations dérivent des sucreries artisanales qui étaient traditionnelles dans les pays producteurs de sucre, dont Haïti, à l'époque coloniale du 18^{ème} et 20^{ème} siècle

Elles sont décrites dans l'encyclopédie Diderot et D'Alembert (1748-1772).

Des choix de politique sucrière en Colombie et en Inde en vue de conserver le maximum d'emplois en milieu rural dans les filières suivent les mêmes choses près à la même approche que nous, c'est-à-dire de promouvoir le plus possible l'emploi dans ce type d'activités artisanales, et ceci pour des raisons sociales tout autant que économiques

Quand on observe les installations existantes, on est bien obligé de constater qu'il y a eu une dégradation grave des savoir-faire et des moyens financiers par rapport aux modèles originaux.

Si bien que si une action immédiate n'est pas entreprise pour comprendre ce qui se passe et intervenir par des moyens conséquents pour remettre à niveau cet artisanat générateur de milliers d'emplois, cette filière méprisée et à l'abandon risque tout simplement de disparaître devant l'afflux des sucres d'importation produits industriellement à très bas prix.

1. Installation" mono cuve"

Cette installation est de loin la plus répandue.

Une cuve est enchâssée dans un massif en maçonnerie de pierre et d'argile, au niveau du sol ou parfois en surplomb.

Sous cette chaudière un foyer à même le sol quelques fois des grilles plus rarement une porte, sont visible.

Dans ce foyer sont brûlées les bagasses et les bois de chauffe, il présente une ouverture d'enfournement en façade, souvent ronde et renforcée par une jante de camion.

A l'arrière, dans la partie haute de la toiture, on observe une ouverture par laquelle s'échappent les vapeurs et la fumée.

L'installation est protégée par une petite construction couverte d'un toit de chaume.

2. Installation" poly cuve"

Plus rare, souvent financée de l'extérieur par des aides, sans perspectives d'amortissement, on les retrouve chez les petits Frères à Papayes, dans l'installation de démonstration du SOE⁵ à Thomonde, à Gressier où 325.000 USD avaient été investi pour créer un site pilote.

⁵ Soutient Œcuménique d'Entraide.

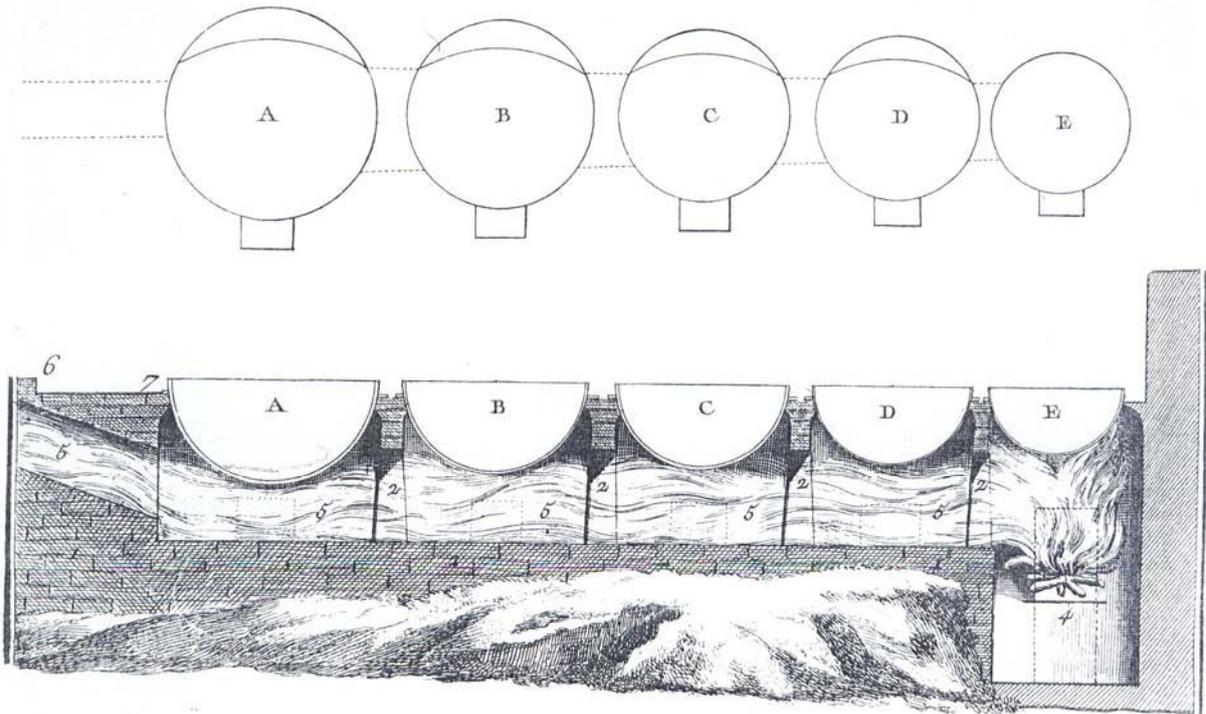


Fig. 32 : modèle multi cuves qui était courant à l'époque coloniale.



Fig. 33 : atelier pilote SOE de Thomonde

Pour les décrire, on peut parler d'une succession de cuves, souvent en gradins montant vers une cheminée avec un système de régulation du tirage (registre).



Fig. 34 : salle de cuisson et cuve en inox de l'atelier SOE de Thomonde



Fig. 35 : cuves en inox du SOE

A l'avant, sous la première cuve, un foyer avec ou sans porte et avec ou sans grille.

Les cuves sont :

- hémisphériques,
- Rectangulaires
- hémicylindriques,

Les matériaux qui les composent :

- en fonte,
- en acier
- acier inox (stainless steel).
- En Inde, on utilise aussi le cuivre qui est un très bon conducteur de la chaleur.

Inox est le matériau le plus recommandable pour des questions d'hygiène, malheureusement son prix en fait un matériau inaccessible à une vulgarisation en milieu paysan.

La **fonte** riche en carbone est un très bon matériau qui à largement fait ses preuves dans les campagnes haitienne, obligatoirement d'une grande épaisseur, elle ne demande que peu de surveillance, son inertie thermique la rendant peu sensible au point chaud qui ont tendance à faire coller les sirops et à les caramélisés.

Son point faible est sa fragilité aux chocs thermiques autant qu'aux chocs mécaniques.

Le déchargement ou le transport de ces cuves fontes en ont détruit plus d'une.

Le foyer allumé, avec une cuve en fonte, ne peut pas recevoir sans précaution des jus froids.

La meilleure cuve serait probablement en fonte à graphite sphéroïdale dite fonte G S, cette fonte accepte la soudure, et est peu sensible aux chocs

L'acier. Le mieux étant l'ennemi du bien le matériau qui reste le moins cher est l'acier ordinaire qui est très résistant aux chocs et malgré l'augmentation des prix ces dernières années, reste abordable au vu de sa durée d'utilisation potentielle et de sa facilité de transport

(On traîne simplement la cuve avec une paire de bœufs) et la possibilité de faire des réparations propres et durables par soudure.

Le cuivre est hors de propos en Haiti le métier de dinandier n'étant pas représenté comme en Inde, par contre quoi que de plus en plus remplacé par l'inox il serait le plus souhaitable pour les appareils de distillation ; il donnerait un goût apprécié aux alcools chauffés dans des alambics en cuivre.



Fig. 36 : cuve en acier SOE installée chez les paysans

Cette cuve provenant d'une importation faite par les ateliers écoles de Camp-Perrin est en acier de forme hémisphérique, elle est ce qui est le plus proche des cuves en fonte des temps plus anciens.

Ayant agi en intermédiaire et respectant les desiderata de notre client, nous n'avons pas pris la peine à l'époque de comprendre la façon dont ces cuves allaient être installées et quelles seraient les améliorations qu'elles devraient apporter dans l'économie de la filière canne.

Pour obtenir de meilleures conditions de prix auprès du fabricant, nous avons commandé plus de cuves que les besoins strictes de notre client.

Plusieurs acheteurs s'étant présentés, nous avons constaté lors d'une visite de site que pour apporter un plus il fallait supprimer l'usage du bois et installer les cuves de façon différente.

De nombreuses visites d'installation en fonctionnement nous ont fait voir que les gros problèmes étaient, les surfaces de chauffe réellement active, la conduite du feu et sa régulation.

De cette réflexion là est partie une idée de modification des cuves, et une réflexion sur ce qui pouvait être réellement fait pour toucher avec le temps de façon modeste mais efficace l'ensemble de la filière qui au dire des travaux antérieurs comprendrait 6000 installations potentielles.

Pour augmenter la surface de cuve offerte aux flammes, il ne fallait pas installer les cuves de façon traditionnelle en les enchâssant dans une maçonnerie de roche et d'argile mais laisser la chaleur envelopper la cuve de part et d'autre ; c'est pourquoi

nous l'avons entourée d'une collerette d'acier ayant pour mission de la supporter tout en l'écartant de la maçonnerie.

Les premières cuves, plus coûteuses, furent difficiles à vendre mais les acheteurs furent si satisfaits du fait que ce simple changement éliminait l'usage du bois que plusieurs paysans de Thomonde et de Maïsade se déplacèrent spontanément à Pignon pour rencontrer le boss Méles Augustin.

Ce jour là, avec Solène Benoit de la mission française de coopération, les paysans ont rédigés une pétition et un cahier de doléance qu'ils devaient faire parvenir au ministère de l'agriculture, en vue d'initier un projet en ce sens; il semble que comme souvent la démarche ai fait long feu

Les autres considérations sur les évolutions de la filière, découlent de ces rencontres et des réflexions communes qui ont été exprimées à cette occasion.



Fig. 37 : cuve en acier - inox SOE faute d'une réflexion ces cuves ont été installées sans s'inscrire dans le foyer lui-même ce qui provoque un gaspillage d'énergie

Démonstration de facture exceptionnelle sans possibilité d'effet multiplicateur

Inconvénients :

- Installations coûteuses ;
- Souvent sous employés ;
- Manque quelques fois de l'essentiel pour maîtriser les températures de chauffe tel que le registre sur la cheminée, une cheminée de bonne section et de bonne hauteur, une grille foyère, une porte foyère avec registre, un cendrier avec sa porte et son registre.
- Gérée sans supplément de formation et d'organisation et donc très en dessous de leur potentiel de production.

Il nous semble que si on veut réfléchir sur les informations actuelles et sur les modifications à apporter, il faut en premier lieu prendre conscience que les capacités d'investissement du monde paysan sont quasi nulles et que si on veut travailler avec l'ensemble de la filière, il faut envisager de travailler avec un maximum de paysans plutôt que de faire peu de trop belles choses.

Il faut avancer le plus possible avec le plus de monde possible, sans humilier les personnes par des approches trop éloignées de leurs vécus ou par des crédits qui tuent.

Le challenge sera aussi d'améliorer les conditions de travail et la formation des opérateurs tout en supprimant totalement l'usage du bois dans les siroperies, les guidilves et les ateliers de rapadou.

Chaudières Christophe ou Glande



Fig. 38 : ancienne cuve en fonte réparée à de multiples reprises

Les chaudières utilisées à l'époque coloniale étaient des chaudières de type hémisphériques plus larges que profondes réalisées par fonderie de fonte, comme le sont toujours les chaudières en aluminium que tout le monde utilise en Haïti.

Au départ, produites en France, elles ont commencé à être produites en Haïti au 18^{ème} siècle et aussi au début du 20^{ème} siècle.

C'était la grande époque de la fonderie, cette technique était très économique avec une main d'œuvre très compétente et bon marché la méthode employée était le troussage circulaire comme sont toujours faite de nos jours les cloches en bronze.

Cette technique requière des spécialistes et un savoir faire très particulier si l'on ne veut pas couler des cuves trop lourdes et au dire de spécialistes la difficulté est grande au prix des fontes actuellement.

Ces cuves coulées sur place seraient trop lourdes que pour pouvoir concurrencer les cuves en acier modernes qui elles sont faites par emboutissage en une seule opération à chaud.

Il serait possible de réintroduire la fabrication de ces cuves en Haïti mais les techniques ayant été perdues, il faudrait faire quelques recherches au préalable.

En effet, faire des essais et rater de nombreuses coulées avant de remettre à jour une technique viable serait un travail coûteux car il s'agit de pièces unitaires pesant entre 250 et 300 kg avec chenaux de coulée multiples et des masselottes très lourdes à prévoir.

De plus il ne serait pas rationnel à notre époque de couler en fonte grise trop fragile. Il faudrait donc prévoir de les couler en fonte à graphite sphéroïdale plus proche de l'acier et ayant ses qualités de résistance aux chocs et de soudabilité.

De fait, dans ce type de pièce, les moules doivent être armés pour supporter les sables de moulage sur de grandes portées ainsi que les charges sur les châssis nécessaires pour supporter les pressions isostatiques.

Lors des guerres d'indépendance, elles ont parfois été enterrées pour les protéger de la casse.

Retrouvées et réutilisées depuis, elles sont arrivées en bout de course et malgré leur grande résistance et les nombreuses réparations qu'elles ont subies, elles doivent pour la plupart être rebutées ou remplacées.



Fig. 39 : cuve en fonte

Les chaudières en fonte ont une bonne résistance à la corrosion et une inertie thermique qui leur donne l'avantage de ne pas provoquer le collage sur les parois par surchauffe locale.

Ce qui fait dire aux opérateurs qui ont installé des chaudières en acier qu'elles ne sont pas bonnes, c'est qu'elles exigent que l'on brasse plus souvent les sirops par rapport aux chaudières en fonte.

Par prudence, on ne chauffera jamais à vide une cuve en fonte de peur qu'elle ne se fende si on y verse du jus de canne froid.



Fig. 4041 : cuve en acier non terminée reçue par les ateliers écoles de Camp-Perrin.

Dans un premier temps, il serait probablement plus sage et moins coûteux d'introduire des cuves en acier comme l'a fait le SOE à Thomonde.

Cette forme de chaudière présente l'avantage de rendre les sirops faciles à prélever à la louche du fait que le sirop qui reste se concentre naturellement dans la partie la plus profonde de la chaudière et cela quelle que soit la quantité restante.

Les chaudières réparées par rivetage de pièces métalliques n'offrent plus aucune condition d'hygiène et de rendement thermique acceptables mais les paysans qui les réparent n'ont guère le choix et personne ne s'est occupé de ces questions jusqu'à ce jour.

Une chaudière en mauvais état mais réparable, à leurs yeux, se vend entre 7.500 et 10.000 gourdes.

Une chaudière en bon état, très rare peut coûter de 15.000 à 20.000 gourdes selon sa taille.

Chaudière en tôles soudées

Ces chaudières de conception récente remplacent les chaudières « Glante et Christophe » là où celles-ci ne sont plus disponibles.

Nous en avons vu qui était quadrangulaire, d'autres hémicylindriques avec les petits côtés droits.

Quelques cuves sont en acier Inox.

Toutes ces formes ont des rendements thermiques équivalents.

Comme elles sont fabriquées à partir de tôles minces (3mm), elles s'échauffent vite et se refroidissent aussi rapidement.

Pour améliorer leur inertie thermique, mais pas la durée de service, il est possible de souder sur leur face inférieure des tôles perpendiculaires qui ralentissent le passage des gaz chauds et accumulent la chaleur.

Plus difficiles à vider à la louche, elles ont quand même l'avantage de pouvoir se vider par gravité d'une cuve à l'autre, si l'installation poly-cuves est prévue en ce sens.

Pour pouvoir se vider les cuves non hémisphériques doivent être installées de telle façon que penchées sur une diagonale les sirops s'écoulent spontanément dans un coin où on peut les recueillir.

La pratique locale étant que l'on délègue à un boss, très fier de ses savoirs, la construction des fours, laisse peu de possibilités réelles de pouvoir changer les pratiques qui petit à petit se sont dégradées et sont devenues nouvelles règles sans que des concepts bien compris en soient la cause.

Ce qui fait que modifier quoi que ce soit sans rester au plus près de ce qui est connu est une prise de risque inutile surtout si l'on accepte de perdre le contrôle des installations futures.

Description d'une installation efficace mono cuve n'utilisant pas de bois

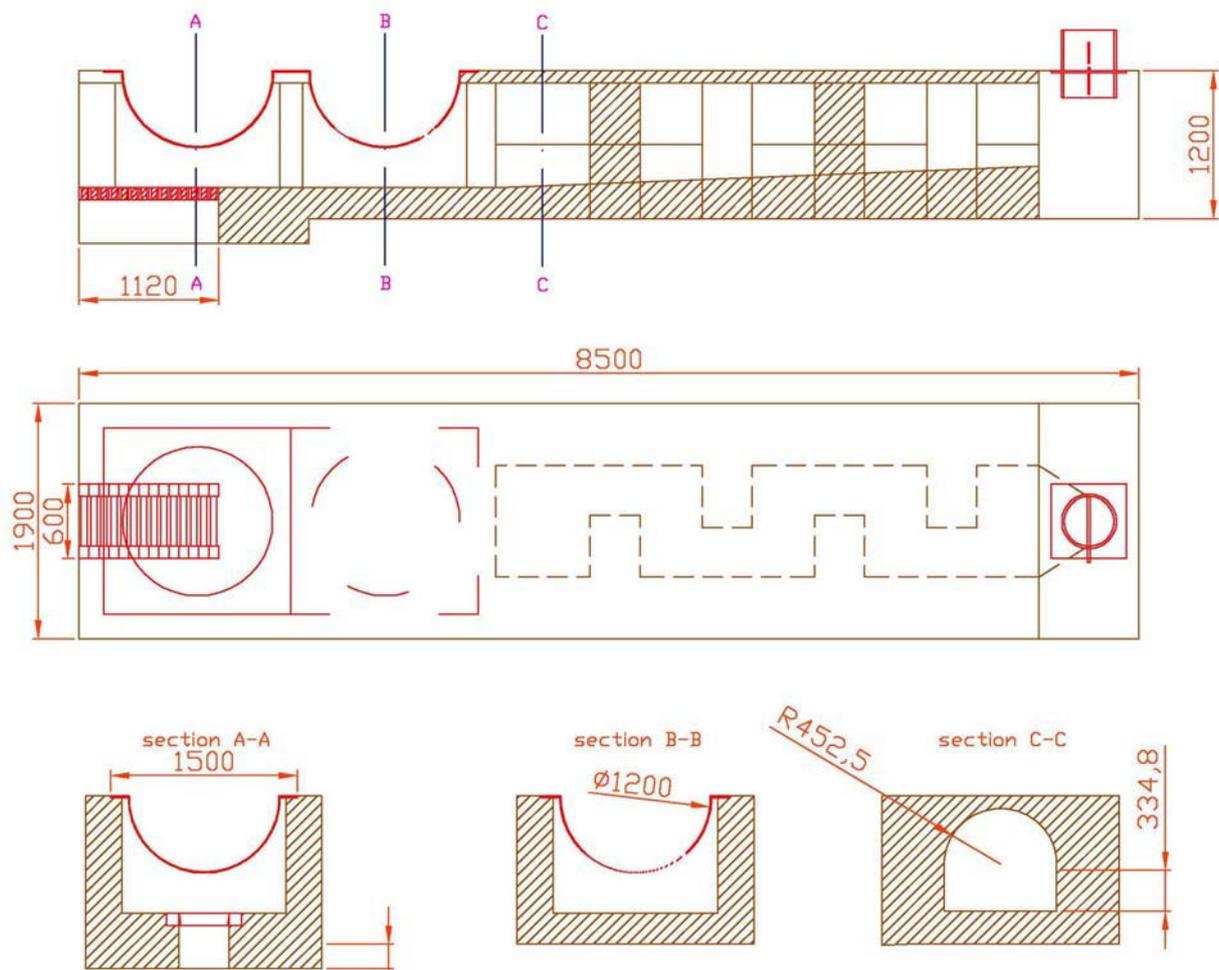


Fig 42 : Plan d'une installation mono cuve.

L'installation représentée ici est réfléchi pour pouvoir être équipée de 2 cuves cependant une seule est installée dans un premier temps un large espace entre le

foyer et la cheminée attend la bagasse qui profitera d'une partie de la chaleur qui sans cela serait perdue de toute façon par la cheminée

L'installation efficace mono cuve économiquement réalisable pourrait se composer des éléments de base suivants :

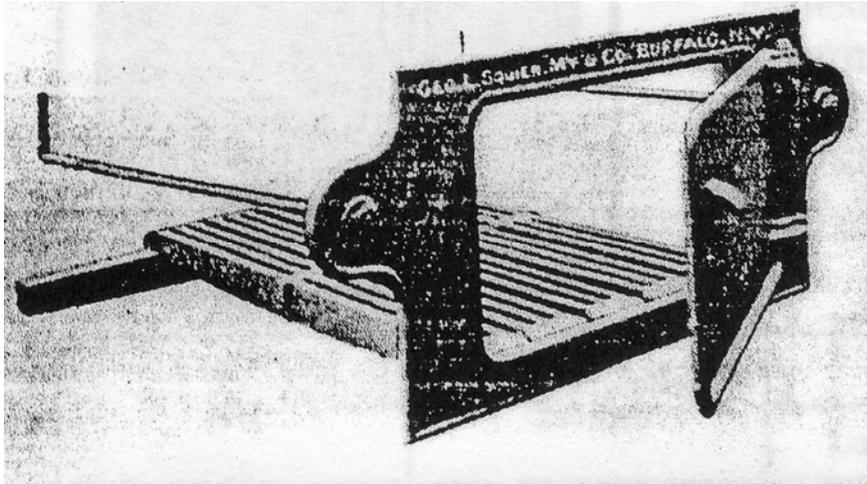
- Une cuve hémisphérique enchâssée dans une tôle plane de 1700 x 1700 mm de côté.



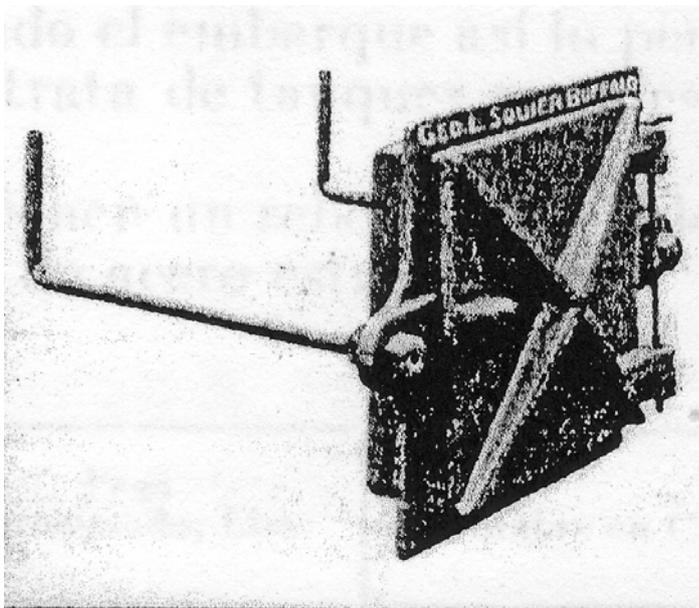
Fig. 43 : cuve adaptée pour un montage facile (AECP)



- Une pièce de cheminée à encastrer dans la maçonnerie et comprenant un registre permettant le réglage du tirage de la cheminée et un embout permettant la pose d'un tuyau métallique.



- Un jeu de grille de foyer



- Une porte foyère avec un registre de réglage



- Une porte de cendrier avec un registre de réglage.
- Un massif de maçonnerie prolongé à l'arrière pour écarter la cheminée de la chaudière et permettre la construction de chicane ralentissant le passage des gaz. Cette seconde partie pourrait être utilisée pour sécher la bagasse et réduire sa teneur en eau avant enfournement et cela quelque soit l'ensoleillement du moment.

Description d'une installation efficace poly cuve n'utilisant pas de bois

Les foyers" poli cuve "qui étaient la règle à l'époque coloniale dans les installations décrites par nos anciens possédaient cinq ou six cuves qui toutes portaient un nom lié à leurs fonctions et à leur position dans la chaîne des activités qui se succédaient pour aboutir au sucre cristallisé. Quand une cuve arrivée en fin de vie était retirée du foyer, bien vite, on n'a plus été en état de les remplacer et rapidement leurs rôles et leur histoire se sont perdues pour aboutir à la situation actuelle : la majorité des sucreries artisanales n'ont plus qu'une ou deux cuves rarement trois et les savoir faire se sont dégradés.

Inutile de s'apitoyer sur cet état de fait ou de vouloir sur de rares sucreries revenir à l'état antérieur, il est beaucoup plus urgent de sauver l'ensemble de la filière en recapitalisant les installations qui sans cela pourraient disparaître.

Cette piste est la seule que nous voulons défendre car c'est la plus réaliste et la plus constructive.

Il n'est cependant pas vain de se demander pourquoi les installations bien pensée mais aussi pleine de bon sens de l'époque coloniale avaient été conçues et construites de cette façon. Pourquoi on est incapable actuellement d'en faire autant.

Les réponses qui viennent à l'esprit sont les suivantes:

- la culture de la canne et la production de sucre considérée à l'époque comme une épice était très rentable et la demande importante.
- les niveaux de production atteint à l'époque et la disposition d'une main d'œuvre à bas prix justifiaient ces types d'investissements. N'allait-on pas jusqu'à dire que sans l'esclavage la production de sucre serait impossible!
- les installations coûteuses par nature, on pense ici au problème de la force motrice de l'eau qui avaient exigés la mise en place de captage sur les rivières, la construction de canaux maçonnés, d'aqueduc, de tranchées profondes, de tunnel de fuite pour augmenté la hauteur de chute et l'efficacité des moulins tous ces investissements que l'histoire à gaspillés avaient pour corollaires la nécessité de disposé d'une masse de canne à sucre importante pour être valorisé et amortit.
- des considérations précédentes découlent la nécessité de disposé d'un ensemble industriel bien conçu et capable de recevoir, traiter, purifier et évaporer de grandes quantités de jus tout en utilisant le combustible disponible dans l'usine, la bagasse.
- la disposition des cuves et leurs positions respectives dans la cinématique du travail avaient pour conséquence principale une récupération maximale de l'énergie de la bagasse et des températures dans les différentes cuves adaptées au traitement qui devait y être poursuivi. Sans réglage particulier des allures du feu qui ne pouvait à l'époque être que empirique on obtenait les températures idéales. Dans les petites installations mono cuve, les même avantages réclament une maîtrise des allures de foyer qui ne peut être

obtenue qu'a l'aide de moyens plus sophistiqués et d'un opérateur comprenant bien les objectifs à atteindre et les moyens pour y parvenir.

- Un retour au système technique et aux infrastructures de l'époque est impensable, les enjeux sont différents et les moyens sans commune mesure avec ce qu'ils étaient. Ce qui ne veut pas dire que nous ne pouvons pas nous en inspirer et y puiser des données intéressantes

Les avantages du système à cuves multiples sont :

- une meilleure utilisation de l'énergie de la bagasse grâce à la récupération de chaleur par le préchauffage des jus dans les cuves successives.
- gestion plus facile du foyer du fait que la température des cuves n'est plus fonction de l'allure de chauffe mais de sa position dans le système.
- possibilité de stocker des quantités importantes de jus ce qui est plus adapté au travail avec un moulin motorisé qu'avec des bœufs actionnant un manège.
- meilleure qualité du produit fini vu que les diverses opérations d'écumage et de décantation peuvent se faire sur des temps plus longs et que des agents de neutralisation de l'acidité et les flocculants mis dans les jus en cours de travail agissent sur des jus fluides mais relativement plus froids ce qui limite l'inversion des sucres

Les installations poly cuves type Labat ont eu leur temps, elles ne reviendront plus, la cause en est le bas prix du sucre par rapport à l'époque où le sucre était une épice hors de prix pour le commun des mortels.

Une autre raison est la taille actuelle des exploitations agricoles qui ne sont pas comparable aux exploitations Colombiennes actuelles ni avec les exploitations coloniales qui comptaient souvent plusieurs dizaines d'ha pour le moins.

Remplir 5 cuves et travailler en continu ne serait possible qu'au prix d'un regroupement des producteurs en associations importantes et du traitement des cannes en commun ce qui au vu des expériences coopératives que nous avons connues paraît utopie pure.

Problématique du gaspillage d'énergie et de la déforestation

En sucrerie artisanale la simplicité des solutions est plus impérative que la recherche de l'optimum des rendements.

Mais il ne faudrait pas minimiser pour autant l'importance de ce rendement qui peut peser lourdement dans les charges d'exploitation.

En sucrerie artisanale, la chaleur est produite dans le foyer au contact même de la cuve contenant le jus. Cette simplification améliore le rendement thermique mais l'évaporation se faisant à l'air libre et non sous vide, la température d'ébullition est beaucoup plus élevée: les dangers de caramélisation et le risque d'inversion des sucres sont plus grands et par le fait même la cuisson plus délicate.

Ces considérations nous font bien voir que l'artisan ne veut pas dire "sans culture technique et sans bon sens"; la tâche étant complexe, l'économie du système dépendra de la qualité des formations qui lui seront attribuées;

En Inde, les "bels", c'est le nom que l'on donne aux petites sucreries, peuvent avoir des rendements financiers meilleurs que les sucreries de plus grande taille, quand ils sont bien gérés.

Le facteur principal étant ici en plus de la bonne gestion du système la possibilité de ne travailler qu'aux saisons favorables quand la canne est la plus riche en sucre alors que les grandes usines très coûteuses et longues à démarrer ne possèdent pas la souplesse suffisante pour s'adapter à ce paramètre important.

N'est-il pas vrai que pendant longtemps les industriels de la plaine du nord se plaignaient de devoir travailler des cannes pauvres en sucre

Les combustibles sont des produits rares et chers qu'il ne faut pas gaspiller.

La canne à sucre contient beaucoup d'énergie captée grâce à la photosynthèse. Plantes dites en "C4" comme la canne à sucre, le maïs, le sorgho, elles sont de formidables machines à stocker du carbone et à produire de l'oxygène; ces deux produits sont à la base de toutes les combustions.

D'une tonne de tiges de canne on obtient:

- 300 kilos de bagasse
- 120 kilos de sucre
- 30 Kilos de mélasse

Trente kilos de mélasse fermentée donne:

- 8 litres d'alcool pur (éthanol)
- 110 litres de vinasse (engrais et après méthanisation comme source d'énergie)

Avec une tonne de tiges de canne, on peut obtenir jusqu'à :

- 100 litres d'éthanol carburant.
- Les 310 kilos de bagasse on peut obtenir 130 kilowatt\ heures d'électricité.

A Cuba et en Inde 10% de la bagasse excédentaire sont transformés en "pâte à papier"

(3,2 millions de tonnes

A partir de la bagasse, on fabrique aussi des panneaux de particules agglomérées pour l'ameublement:" Bagapan".

Le furfural, issu de la cellulose des tiges, est une molécule très demandée par l'industrie chimique:

- on l'utilise en fonderie pour agglomérer les sables,
- on en fait des matières plastiques,
- des acides,
- des herbicides
- des cires etc.

Avec le sucre de canne on peut faire des bioplastiques dont l'intérêt est de permettre la fabrication de sac en plastique rapidement bio dégradable.

A la lecture de toutes ces informations, il est évident que d'autres, ailleurs, ont acquit une plus large expérience dans la valorisation de la canne.

Il nous faut donc réfléchir sur les possibilités de réduire le fossé qui nous sépare des meilleurs.

Les utilisateurs de canne à sucre sont souvent perçus comme prédateur du couvert végétal.

Le fait que leurs installations soient grosses utilisatrices de bois de chauffe à des conséquences écologiques très importantes.

Le pourquoi de cette situation, aussi bien que le comment en sortir est une des raisons d'être de ce travail

Vitesse des gaz à la sortie de la cheminée

Economiquement parlant, il faut qu'à la sortie de la cheminée la vitesse de gaz soit la plus faible possible pour éviter la perte d'énergie.

Cependant, il faut qu'elle soit suffisante pour éviter que la composante verticale des vents régnants puisse perturber le bon fonctionnement de la cheminée.

Un bon compromis dans les pays tropicaux est entre 4 et 5 m / seconde.

Section de la cheminée

La vitesse des gaz à la sortie de la cheminée étant choisie entre 4 et 5 m / seconde, il est donc nécessaire de calculer la section de sortie de la cheminée.

Partant du débit de gaz à assurer, on peut écrire :

$$Q = B \times V_g t^\circ / 3600$$

Q = Volume de gaz évacué par la cheminée

B = poids (kg) de bagasse brûlé dans le foyer / heure

$V_g t^\circ$ = Volume des gaz de combustion (à t° souhaitée) lors de l'évacuation au sommet de la cheminée.

Quelques données :

- Pour brûler un kg de bagasse sèche, on a besoin de 1 kg 330 ou de 0,932 m³ d'O₂.
- L'O₂ n'étant présent dans l'air qu'à + ou - 23 %, nous avons besoin d'un volume d'air = 4,5 x 0,932 = 4,194 m³ d'air.
- L'air ayant une densité qui varie en fonction de sa t° , il faudra trouver le moyen d'en tenir compte.
- La bagasse n'est jamais totalement sèche et dans notre cas, il reste des améliorations à faire au niveau des moulins car la bagasse contient trop d'eau

par rapport à son niveau idéal.

Cette eau, à la combustion, se change en vapeur au prix d'un gaspillage d'énergie considérable, d'autant plus que inutilisable elle est évacuée en pure perte avec les gaz de combustion par la cheminée.

- Pour éviter les pertes de chaleur sensible emportée par les gaz, dans les grandes sucreries on utilise des échangeurs, économiseurs et des réchauffeurs pour reprendre un maximum de calories avant la cheminée. La fumée arrive à la cheminée avec des t° assez faibles de 150 – 180°C.

Chaleur sensible perdue à la cheminée

$$q = t (2 - w) (1,4 m + (0,50 / (1 - w)) - 0,12)$$

- q = chaleur sensible perdue à la cheminée (cal)
 t = température d'évacuation des fumées
 w = humidité de la bagasse par rapport à l'unité
 m = rapport du poids d'air de combustion employé / poids d'air théorique strictement nécessaire.

Il est admis que +/- 14 % du pouvoir calorifique inférieur de la bagasse est perdu dans les fumées.

Ex : Bagasse sèche contient + ou – 2.070 calories ; perte inévitable = 300 calories

- **Quantités théoriques de vapeur d'eau (par kg de bagasse)**

Les calculs de perte cumulée tiennent compte de :

- La chaleur latente nécessaire pour vaporiser l'eau provenant de l'hydrogène associé présent dans la bagasse et transformé en eau grâce à l'apport d'oxygène présent dans l'air : $2 H + O = H_2O$.

- La chaleur latente de l'eau présente dans la bagasse lors de son échauffement et sa transformation en vapeur.

Un bon opérateur limiter ces pertes en séchant sa bagasse au soleil ou artificiellement, en profitant des gaz chauds qui sortent de la cheminée.

Les stocks de bagasse devraient également être protégés de la pluie et de la rosée.



Fig. 44 : tas de bagasse non protégé

- Perte par les imbrûlés solides: on ne peut rien faire, les minéraux sont non combustibles, mais on peut améliorer la combustion en tisonnant le foyer et en évacuant les cendres tout autant qu'en divisant les charges à l'enfournement.
- Perte par radiation : on peut isoler les fours avec des murs en maçonnerie de briques, des réfractaires ou des parois en terre argileuse épaisse. On peut aussi équiper la porte foyère et celle du cendrier avec des registres de façon à pouvoir régler les entrées d'air et permettre le préchauffage de l'air de combustion passant sur les cendres chaudes.
- Perte par mauvaise combustion : $C + O = CO$ au lieu de $C + O_2 = CO_2$; risque pour la santé avec le CO très toxique mais ces risques sont faibles car les locaux sont ouverts à tout vent.

On peut dire ici que dans les installations artisanales, l'énergie nécessaire pour produire 1 kg de vapeur est de +/- 12.000 calories par litre d'eau.

Dans l'industrie, avec des installations complexes, on utilise la bagasse pour produire de la vapeur utilisée à la production d'énergie mécanique et électrique.

Ensuite, on améliore les rendements d'évaporation des eaux des jus en travaillant sous vide partiel et en aspirant les vapeurs aux évaporateurs même.

Il n'est évidemment pas possible de reproduire ces schémas dans l'artisanat.

On peut néanmoins envisager une piste de recherche et d'amélioration :

- Augmenter la surface de chaudière en contact avec le foyer à l'aide de quelques aménagements : ailettes soudées, parois de la chaudière entièrement en contact avec le foyer, matériaux de meilleure conduction, gaz chaud passant dans des tuyaux disposés dans la chaudière elle-même pour se rendre à la cheminée.

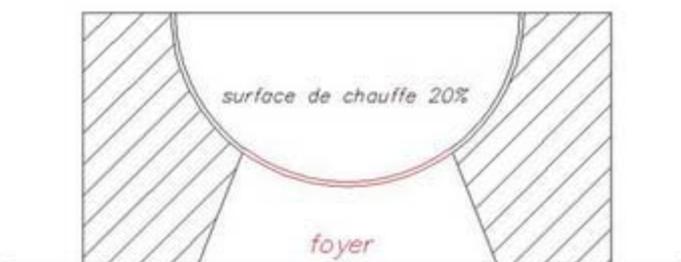


Fig. 45 : Configuration d'une installation traditionnelle avec cuve hémisphérique sans rebord

La section chauffée par le foyer dans ce schéma est encore relativement importante par rapport à ce que l'on peut voir sur le terrain dans la réalité

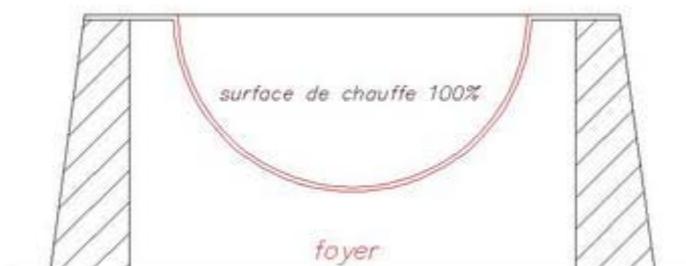


Fig. 46 : Dans ce schéma d'installation la cuve écartée des parois en argile ou en brique du four reçoit la chaleur du foyer sur l'entièreté de sa surface

Combien d'énergie va demander un litre de jus de canne sortant du moulin à 25°C pour être transformé en vapeur d'eau et sirop ou Rapadou à 130°C ?

Un kilogramme de canne dans une installation artisanale donnera un taux d'extraction de 60 % ce qui veut dire que l'on aura d'un côté : 400 grammes de bagasse encore humide et 600 grammes de jus sucré contenant 10% de sucre

Un litre de jus de canne est composé de +/- :100 gr de sucre divers

: 900 gr d'eau.

Le travail du fabricant de sirop et de rapadou va consister en un chauffage contrôlé suivi d'une évaporation qui va permettre de retirer l'eau nuisible à la conservation du produit.

Dans le rapadou on va retirer le maximum d'eau pour obtenir une pâte sèche contenant du sucre cristallisé, les sucres non cristallisables et des sels minéraux divers.

Dans le sirop, on laissera un peu d'eau en retirant la quantité d'eau indispensable à une bonne conservation du produit ici on sait que le produit sera dilué pour permettre la fermentation en alcool et que sa commercialisation se fera sous forme liquide.

Pour comprendre ce qui se passe quant on fait chauffer un jus sucré de 25° à 100° nous avons besoin de comprendre plusieurs choses.

- Pour élever la température d'un produit quelconque, nous avons besoin d'une source d'énergie. Ici, ce sera la seule bagasse que nous nous autoriserons.
- Au niveau de la mer l'eau s'évapore à la t° de 100° centigrade. On dit que sa température de vaporisation est de 100° centigrade.
- Pour élever la température de l'eau de 25 à 26°, il faut apporter une calorie. On dira que **la chaleur spécifique de l'eau à pression constante entre 0° liquide et 100° liquide est de 1(un)**. Ce n'est pas le cas pour tous les liquides : par exemple pour élever la température de l'huile de un degré il faudra seulement 0,4 calorie, pour l'alcool (éthanol) que l'on boit, il faudra 0, 6 calorie.
- Quelque soit l'énergie que l'on fournit à une chaudière l'eau sous sa forme liquide ne pourra jamais dépasser la température de 100° centigrade si l'on travaille à l'air libre.

Combien de ménagères croient cuire plus vite un aliment à gros bouillons. alors qu'il n'en est rien, puisque la t° maximale du liquide "eau" ne peut dépasser les 100° . au niveau de la mer

La seule chose que vous faite, c'est de gaspiller la précieuse énergie en transformant l'eau en vapeur.

- Quant un liquide change d'état et passe, pour le cas qui nous intéresse ici, de l'état liquide à l'état de vapeur on parle d'ébullition et de vaporisation. Les changements d'état de l'eau n'obéissent pas aux mêmes règles que les autres liquides, pour passer de l'état liquide 100° à l'état de vapeur à 100° , il y a un changement d'état et celui-ci va demander beaucoup plus d'énergie, la t° mesurée avec un thermomètre ne change pas, c'est pourquoi, on appelle cette énergie qu'il faut fournir chaleur "latente".

Quand une substance s'évapore ou se condense, elle gagne ou perd de l'énergie. Lorsqu'on porte la température d'un liquide à son point d'ébullition, on rencontre un palier pendant lequel une certaine absorption de chaleur se produit, sans élévation de température, uniquement pour transformer le liquide en gaz.

Si le gaz est ensuite refroidi de façon progressive, on rencontre également un arrêt dans l'abaissement de la température au point d'ébullition, bien que la chaleur continue à être libérée. Cet arrêt durera et la température restera la même jusqu'à ce que tout le gaz soit liquéfié.

La chaleur latente d'évaporation, comme son opposée, la chaleur latente de condensation, est plus grande pour l'eau que pour la plupart des autres substances.

Il faut plus de cinq fois plus de chaleur pour transformer l'eau bouillante en vapeur qu'il n'en faut pour faire bouillir l'eau glacée. Et la vapeur, en se condensant, dégage exactement la même quantité de chaleur pour retourner à l'état liquide.

- Quand la couche supérieure de l'eau atteint 100° C, la véritable ébullition de l'eau s'amorce au sein du liquide. Les bulles atteignent la surface, ou elles éclatent en libérant une grande quantité de vapeur et d'énergie (la chaleur de vaporisation de l'eau à 100° C est de $2,259 \times 10^3$ k j /kg ou 539, 6 kcal/kg {nous dirons 540 kcal/kg). Si la chaleur est continuellement fournie à l'eau, elle continue de bouillir et si on augmente le feu sous la casserole on augmente la vitesse

d'évaporation sans changer la température de l'eau. Dans l'industrie, on ne travaille pas à la pression atmosphérique du niveau de la mer (1 atm) mais à des pressions beaucoup plus basses.

On a constaté que dans les hautes montagnes, là où l'air est moins dense et la pression atmosphérique plus faible l'eau s'évaporait à des températures plus faibles.

Au sommet du mont Blanc (5.000 mètres) la température d'ébullition de l'eau n'est que de 83°C.

Sur la plus haute montagne du monde, presque 9 km, la pression n'est que de 0,4 atm et l'eau bout aux environs de 74° C.

Cet effet est utilisé dans l'industrie alimentaire pour extraire l'eau des denrées alimentaires délicates, comme le lait et les sirops (dans la fabrication du sucre), sans les cuire et en faire varier les qualités organoleptiques.

L'artisanat sucrier ne peut utiliser ces règles de la physique et les techniques sophistiquées qui en découlent mais un peu de bon sens ne lui serait pas inutile. Il peut en mesurant le fossé qui le sépare du monde industriel et de ses règles strictes, améliorer de beaucoup ses performances énergétiques et quitter le monde dangereux des artisanats prédateurs.

C'est le sens de ce texte, un peu long, qui permet aux techniciens de comprendre pourquoi on fait ceci ou cela, comment l'expliquer le plus simplement aux gérants de siroperie et atelier rapadou qui n'ont pas eu la chance d'être scolarisés et d'apprendre par des démonstrations de laboratoire de physique ce que leur culture ne leur permet pas d'appréhender.

Notre calcul des besoins en énergie de la filière canne artisanale

Porter le liquide à ébullition

Pour élever la t° d'un jus sucré de 25° C (température choisie comme moyenne en Haiti) à la t° de 100° liquide, nous aurons besoins pour chaque litre de jus de canne de 75 kcals.

Evaporer l'eau en excédent

Pour évaporer 900 grammes d'eau ce qui correspond à un changement d'état de l'eau qui de liquide passe à l'état de vapeur, nous aurons besoin de $[0,9 \times 540 \text{ kca} = 486 \text{ kca}]$ ce qui nous donne un total de $[75 \text{ kca} + 486 \text{ kca} = 561 \text{ kca}]$ si nous évaporons toute l'eau ce qui n'est pas notre cas.

La bagasse qui a été obtenue en échange de 1kg de jus représente en bagasse sèche plus ou moins ½ kilo ce qui représente une énergie disponible de + ou -1000 kilo calorie.

Ce petit calcul sommaire montre bien que sans formation et amélioration des rendements de la filière, il n'est pratiquement pas possible de travailler sans utiliser de bois alors que les calories disponibles dans la bagasse sont largement suffisantes dans une installation bien conçue et bien gérée.

La bagasse contenant +/- 2000 Kcal / kilo, elle est donc amplement suffisante pour assurer la chauffe de façon exclusive.

FUMURE DE FOND AVANT PLANTATION.

Le sol s'épuise chaque fois que l'on prend dans la parcelle cultivée des productions végétales sans rien lui apporter en retour.

C'est ce que nous appelons les exportations.

Les exportations doivent être limitée au maximum, n'oublions pas que la première richesse d'un exploitant agricole, c'est ce qu'il n'a pas gaspillé.

Les sols contiennent des éléments nutritifs nécessaires à la plante, l'eau est apportée par la pluie ou l'irrigation.

L'azote provient de la décomposition de la matière organique et pour une petite part, 20 kg annuellement, provient des pluies d'orage.

Les calcaires doivent venir du sol, ils permettent de maintenir le pH du sol à un niveau acceptable.

Le phosphore et la potasse se trouvent dans le sol ; ils y sont présents de part la composition des roches ou bien, ils y ont été apportés par des engrais chimiques ou par des composts provenant de terres qui en sont bien pourvues.

La fertilité qui diminue, il faut se poser les questions suivantes:

- Est-ce que je n'ai pas négligé le fait qu'une partie des éléments nutritifs de mon sol est partie sous forme d'exportation
- de la destruction et transformation de la matière organique. La matière organique apportée au sol se transforme rapidement en humus. L'humus va évoluer dans les sols et se minéraliser afin d'être disponible comme aliment pour les plantes.

Les scientifiques donnent un nom à la transformation de la matière organique fraîche en humus, c'est le coefficient iso humique K1.

La destruction annuelle de l'humus hors de la minéralisation porte le nom de K2.

Dans les pays tempérés la perte annuel d'humus est d'environ un tiers de %. Il faut donc un siècle pour que la teneur en humus d'un sol varie de 50%

Dans les régions tropicales humides, la situation est toute autre, le stock d'humus se détruit beaucoup plus rapidement. En zone de savane les pertes sont en moyenne, de 20% du stock en 3 ans.

En zone plus humide, on a pu mesurer des destructions d'humus atteignant 50% en 3 ans.

On est donc en face d'un réel problème qu'il ne faut en aucun cas sous estimer

Dans l'agriculture productiviste, la fertilité du sol est assurée par l'usage massif des engrais, ce qui est justement rendu possible par le fait de la faible perte annuelle en humus.

En agriculture tropicale de telle fumure serait un luxe impossible vu que le complexe argilo humique ne serait pas capable de stabiliser et de fixer des doses d'engrais et d'amendements minéraux aussi forts qui serait vouées au lessivage et à la pollution des nappes phréatiques.

Cette agriculture de riche n'est que gaspillage d'énergie fossile et fort heureusement elle n'est pas à notre portée.

Dans les pays qui possède beaucoup de terres disponibles pour des grandes ou très grandes exploitations, en d'autre terme la ou la terre est refusée en partage aux plus petits, une agriculture intensive est rendue possible grâce à des techniques de production massive d'engrais vert et de mulching qui sont rendue possible grâce à des moyens financiers et techniques considérables, si ces moyens ne sont pas disponibles le seul recours est le maintien de la jachère

L'agriculture productiviste oublie pour des raisons mercantiles, que la vie sur la terre est un tout, que pour l'ensemble du vivant, le sol n'est pas un support et un réservoir inépuisable pour les plantes mais est aussi et surtout une forme de vie globale et que toute prédation sans restitution, se paie à moyen ou à long terme.

On doit donc retourner au sol toutes les matières organiques sans jamais les brûler.

Ce sont elles qui en créant l'humus des sols apporterons progressivement les matières minérales dont les plantes se nourrissent exclusivement.

Les engrais fournis le plus souvent sous forme soluble, se perdent dans les sols sans humus en se dissolvant dans les eaux de percolation en pure perte.

Un producteur de canne dispose de plusieurs sous-produits utilisables pour maintenir la fertilité de son sol :

- Les bouts blancs (tête de canne) utilisables pour l'alimentation des animaux doivent être consommés sur la parcelle de production où bien le fumier des animaux doit y être retourné.
- Les feuilles sèches et les mauvaises herbes sarclées doivent rester sur le sol pour éviter que celui-ci ne soit exposé au soleil.

C'est un crime que de brûler cette richesse.

Si vous avez le moyen de composter les mauvaises herbes d'un champ après sarclage, c'est une bonne façon de détruire les graines qu'elles contiennent; en effet les plantes en décomposition subissent une hausse de température qui a souvent pour conséquence une diminution ou même une perte de pouvoir germinatif des graines de plantes indésirables dans votre champ; il en est de même des maladies cryptogamiques qui voient leur importance diminuer suite au compostage des plantes hôtes

- Les cendres issues de la combustion de la bagasse doivent être restituées au champ dans les délais les plus courts sans être exposées à la pluie qui dissout les éléments utiles, la cendre contenant principalement des carbonates de K (Potasse) très soluble et du phosphore perdra sa valeur après quelques pluies si ces éléments ne sont pas fixés par les liaisons chimico-biologiques du sol.

Il faut les épandre par temps de pluie, sans vent, celle-ci étant très légère.

- A titre d'exemple les cendres de bois apportent selon les espèces de bois :
De 8 à 16% de K_2O et
Jusqu'à 13% de P_2O_5 .

Un contenu minimum de matière minérale est de :

8% de potasse et
3% de Phosphore

Plus encore que ces deux composés en quantité appréciables, on peut aussi compter dans les cendres, une foule d'éléments chimiques appelés oligo-éléments qui quoiqu'en faible quantité, jouent un rôle extrêmement important pour la santé des sols autant que pour celle des plantes et des animaux et humains qui les consomment.

Ces oligo-éléments expliquent l'intérêt majeur de consommer des sirops de sucres bruts et des rapadou.

- Dans les installations industrielles, on dispose de produits issus de la filtration des jus.
En grande quantité, ils sont intéressants pour leur teneur en Ca (calcium) indispensable pour maintenir le PH des sols et donc la fertilité.
En petite quantité, on peut en mettre quelques poignées dans les mangeoires des animaux en y ajoutant une petite quantité de sel de cuisine.

- Les égouts de distillerie ou vinasse quoique liquides et difficiles à transporter peuvent, épandus dans les champs (évitant ainsi des pollutions aux abords des distilleries), apporter des carbonates de potasse et d'autres sel minéraux utiles à l'équilibre minéral des sols.

Amendements organiques

Pailles :

Toutes les pailles sont utiles – ne jamais brûler – usage en paillis ou enfouis par labour.

Engrais Verts :

Planté entre les lignes, toutes les légumineuses conviennent, car elles captent l'azote atmosphérique grâce aux nodosités de leurs racines.

Elles empêchent l'insolation directe de celui-ci et freine la croissance des mauvaises herbes.

Compost :

Tout déchet organique fermenté et composté est un excellent amendement pour les sols.

Engrais minéraux :

Ils peuvent être utilisés **après une étude économique prouvant leur intérêt** dans une situation donnée et en les utilisant avec parcimonie.

Extrait, transporté et fabriqué à base de produits pétroliers, ils sont de plus en plus coûteux et n'ont aucun sens, si tout ce qu'il est possible de faire avant d'accepter cette solution, n'a pas été fait.

Nous parlons ici des approches suivantes :

- amélioration foncière et travaux réfléchis divers.
- plantation en courbe de niveau.
- dessouchage des arbres morts.
- dépierrer ou concentration des roches en piles.
- plantation à bonne densité
- paillage autant que possible des interlignes ou engrais vert à la croissance contrôlée.
- sarclage des mauvaises herbes.
- remplacement des plants manquants ou recourage
- épaillage manuel des cannes – 3 mois avant récolte.

Il s'agit d'une dépose dans l'interligne des feuilles sèches.

L'agriculture est un métier qui exige pour être efficace: travail, beaucoup de travail, réflexion, calcul et l'envie de léguer à ses enfants, une terre meilleure que celle que nous avons reçue en héritage.

LE BŒUF ET SA NOURRITURE

Un bœuf offre l'avantage sur un tracteur de s'auto reproduire, tous les haïtiens connaissent l'expression : « un âne fait un petit pour protéger son dos ».

" Bourik fai pitit pou protégé dol "

Ce que l'on oublie souvent dans les pays du tiers-monde, c'est qu'un homme, un bœuf, sont, si l'on accepte un langage un peu réducteur, des moteurs qui transforment l'énergie des aliments en travail et souvent les seuls moteurs économiquement acceptable.

Toutes les femmes du tiers-monde savent que l'opération du partage de la nourriture à une énorme importance dans les familles, elles savent que lorsque les hommes doivent exécuter de lourds travaux ont leur réserve les plus grosses et meilleures part de la nourriture, quitte pour les femmes de se priver, l'avenir est à ce prix.

Pourquoi nos bœufs de labour et de manège sont-ils si mal traités et comment peut-on penser qu'une paire de bœufs puissent travailler aussi durement que dans un manège de moulin à canne, sans que l'on leur fournisse le carburant dont ils ont besoin pour alimenter leurs muscles et fournir jour après jour la puissance nécessaire à la motricité des moulins?

Il est impératif d'étudier et de réfléchir aux solutions à apporter à ce problème. Qu'elles sont les sous-produits végétaux disponibles qui pourraient être séchés ou ensilés afin de disposer en période de travail de réserve de fourrage indispensable au développement de la filière.

Il y a des disponibilités en fourrage dans les clôtures et entourages des champs mais il n'est pas de tradition de couper les fourrages (herbe de Guinée: Panicum Maximum ou herbe madame Michel, Théméda quadrivalvis) pour les donner aux animaux.

Les herbes de Guinée, les bouts blancs pourraient être séchés de telle façon qu'ils ne perdent pas leur couleur verte (la couleur d'un bon foin) et qu'ils restent appétant pour le bétail. Il faut de plus qu'ils soient conservés sous abris ou dans de petites meules, techniques qui ne sont pas connues à ce jour.

On pourrait aussi penser à un marché des fourrages pour les animaux de traction. Les régions où sont disponibles les herbes madame Michèle pourraient fournir des fourrages coupés jeunes (plus le fourrage vieillit plus il se lignifie et plus sa digestibilité et appétence diminuent).

Plusieurs coupes pourraient être faites successivement dans l'année et de vaste région du plateau central offre de grandes possibilités à ce sujet.

Les outils d'une telle opération : faucilles, râteau en bois, fourches et éventuellement des presses rustiques, copies de celle que nous connaissons déjà et qui sont les presses utilisées pour conditionner les racines de vétiver en vue de leur transport vers les usines d'huile essentielle, seraient utiles ou nécessaires.

Dans le processus de cuisson des jus de canne, on a divers sous-produits qui sont récupérables pour l'alimentation des bœufs. Ce sont les écumes de surface et les boues de décantation qui peuvent être enrichies par des additions de chaux et de sel très utiles à des animaux qui font de grands efforts.

Les bœufs utilisés pour la traction ont des mères et des sœurs toutes indispensables à leur reproduction, bien nourrir les vaches et les jeunes bêtes, c'est obtenir plus de

lait, de meilleurs veaux et des taureaux de traction beaucoup plus lourd donc plus fort.

Rappelez-vous que la force de traction est proportionnelle au poids de l'animal.

Le fourrage des bœufs, c'est aussi une nouvelle culture nouvelle façon de penser à introduire dans la filière bovine.

Le développement, c'est, **responsabilité, perception du long terme et structuration** (entre autre chose) ne l'oublions pas.

La seule richesse dont nous ne manquons pas: c'est nous, notre sens de la responsabilité et de l'avenir et notre force de travail.

SECHAGE DE LA BAGASSE

Après passage au moulin, la bagasse humide contenant 48 à 50% d'eau (38° à 40° dans l'industrie) par temps ensoleillé est transportée sur un glacis pour y être mise à sécher.

Il faut prévoir 200 m² de glacis par tonne de bagasse. Le glacis ne doit pas nécessairement être une surface maçonnée, ce qui est important est qu'il soit une surface bien drainée et sans cailloux, exposée au soleil toute la journée. Une argile sans roches bien drainée fait très bien l'affaire si elle est bien damée.

Comme il ne s'agit pas d'un produit alimentaire, un glacis de séchage de bagasse peut être réalisé simplement sur une aire exposée au soleil, il faut un terrain pentu si possible exposé au sud et non ombragé par des grands arbres.

Les outils à prévoir sont :

- 2 fourches à 4 dents
- 1 brouette dite chinoise sans roue espèce de civière ou constituée d'un plancher et de quatre poignées pour les porteurs.
- 1 brouette fourragère avec une seule ou 2 roues, si les sols en permettent le passage facile.

La bagasse chargée à la fourche évite le pénible effort de devoir se baisser pour ramasser un produit épars sur le sol.

Après quelques heures de séchage, la bagasse doit être retournée et aérée pour favoriser un séchage uniforme.

Le soir, la bagasse doit être rassemblée en petits tas, évitant le ré humidification par la rosée.

Deux jours au soleil semblent suffisants en période ensoleillée.

Sur le four, on peut prévoir une zone de stockage de la bagasse qui va profiter de la chaleur présente dans la maçonnerie et permettre d'enfourner une bagasse ne contenant presque plus d'humidité

Tout en retirant des calories à l'arrière du four dans une zone où la re-condensation des vapeurs des fumées permettent de ne pas gaspiller d'énergie. De même qu'il faut dépenser beaucoup d'énergie pour transformer à 100° l'eau en vapeur la récupération partielle de cette énergie est possible c'est le principe appliqué couramment dans les chaudières à condensation. Ne disposant pas d'électricité nous devons néanmoins accepter une certaine perte nécessaire pour l'effet aspirateur de la cheminée, on peut cependant faire de belles économies de cette façon

ANNEXES

COMPOSITION PHYSIQUE DE LA BAGASSE

La composition physique de la bagasse varie peu.

Son caractère le plus important au point de vue calorique est son humidité.

Un très mauvais moulin donne des bagasses à 50% d'eau.

HUMIDITE

Un très bon moulin donne des bagasses à 40% d'eau.

Pour les calculs, on peut prendre comme valeur standard : 45%.

Eau	45 %
Fibres, cellulose, c'est le ligneux de la bagasse	50%
Sucre	solde
Impuretés	solde
Matières dissoutes	2 à 5 %

Le ligneux de la bagasse variant entre 24 et 28% du poids de la canne soit $\frac{1}{4}$.

On dispose donc de plus ou moins **250 Kg de bagasse par tonne de canne**.

POIDS SPECIFIQUE APPARENT DE LA BAGASSE

d = 160 à 240 gr/dm³ empilée

d = 80 à 120 gr/dm³ lâche

Une bagasse à 50% d'humidité

d = 200gr/dm³

empilée en tas

d = 120gr/dm³

lâche

CONSERVATION DE LA BAGASSE

La bagasse abandonnée à la pluie pourrit et perd une grande partie de sa valeur comme combustible. Sous forme de meule avec des pentes de 30° ou sous bâche plastique, on peut conserver dans de meilleures conditions.

L'idéal est de disposer d'un local pour stocker la bagasse après séchage sur glacis.

Les presses à balles et briquettes n'ont de sens que dans les usines qui stockent les excédents de bagasse pour prolonger hors saison, la production d'électricité.

Les bagasses comprimées occupent un volume deux fois moindre.

COMPOSITION CHIMIQUE DE LA BAGASSE

C = 47%

H = 6,5%

O = 44%

Cendre = 2,5%

POUVOIR CALORIFIQUE DE LA BAGASSE

Pouvoir calorifique ou P.C.

C'est la quantité de chaleur que peut fournir la combustion de 1Kg du combustible considéré.

Il y a deux P.C. (pouvoir calorifique)

- Le pouvoir calorifique supérieur ou P.C.S. est la chaleur dégagée par un kilo de combustible brut pris à 0° et sous 760 mm de mercure de pression. Le P.C.S. se mesure en laboratoire à l'aide d'une bombe calorimétrique. Après combustion et refroidissement l'eau s'étant condensée les changements d'état de l'eau (H₂O) ne sont pas pris en compte. cette façon de

mesurer ne nous apportant aucune information utile nous la laissons tomber dans le cadre de ce travail

- Le pouvoir calorifique inférieur ou P.C.I. qui suppose au contraire l'eau formée par la combustion, ainsi que l'eau de constitution du combustible, restée à l'état de vapeur. c'est cette unité de mesure que nous ferons notre

POUVOIR CALORIFIQUE DE LA BAGASSE

La bagasse **totale**ment sèche a un pouvoir calorifique inférieur de **4250** calories /kg

La bagasse **humide contenant 45 % d'eau et 2% de sucre**, a un pouvoir calorifique inférieur de **2093** calories par /kg.

POUVOIR CALORIFIQUE DE LA BAGASSE HUMIDE

Plus la bagasse est humide et plus on gaspille d'énergie dans la vaporisation de l'eau. Il ne s'agit pas ici de l'eau formée par la combustion de l'hydrogène présent dans la bagasse (hydrogène en brûlant va produire de l'eau qui va consommer des calories pour se transformer en vapeur) mais plutôt de l'humidité de cette bagasse qui pourrait être retirée par une exposition au soleil en couche mince, cette humidité est sous le contrôle du gérant de l'atelier sucrier.

On peut donc résumer ici en disant que le P.C.I. de la bagasse contenant 45%% d'eau et 2% de sucre résiduel est de 2093 cal/kg.

NOTE : Le sucre est capable de brûler et de fournir de l'énergie.

Ce qu'il fait dans le corps humain en se combinant dans les cellules à l'oxygène apporté par le sang. Dans un foyer, c'est une oxy combustion rapide à haute température.

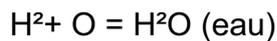
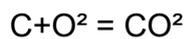
COMBUSTION DE LA BAGASSE

A Composition de l'air

	En poids	En volume
Oxygène	23,45 %	20,84 %
Azote et gaz inertes	76,85 %	79,16 %

B Réaction de combustion

Ce qui va brûler dans la bagasse, c'est le carbone et l'hydrogène



COMBUSTION DE LA BAGASSE SECHE

Pour brûler 1 Kilo de bagasse sèche, il faut:

- 0,932 m³ d'oxygène, disons 1m³ à 25°

L'air ne contient en volume que 21% d'oxygène, il faut donc un volume d'air de
 $1m^3 \times 100 : 21 = 4,76m^3$ par Kg de bagasse pour assurer sa combustion vive et efficace.

Pour fournir cet air nous verrons plus tard que ce sera le rôle de la cheminée.

Il faut savoir qu'un manque d'air et donc d'oxygène provoque une combustion incomplète, une perte d'énergie potentielle et la création d'un gaz toxique le CO.



Le monoxyde de carbone qui est plus lourd que l'air, dans la fosse devant un four ou dans un espace fermé, vient par la respiration se fixer sur l'hémoglobine du sang et empêche les transferts d'O₂ vers les cellules de l'organisme d'où intoxication grave et souvent la mort.

Un foyer de four doit être surélevé et installé dans un local ventilé pour rendre impossible ce type d'accident facile à éviter.

Heureusement rare là où l'on ne ferme pas les portes.

On connaît cependant des cas d'accidents d'opérateur de chaudière de sucreries artisanales qui ont été retrouvés morts parce qu'il s'était endormi dans l'avant four d'un foyer enterré.

Pour de toutes autres raisons un foyer doit être installé dans un lieu surélevé et bien ventilé, à cela pour les deux raisons suivantes. Il est inutile de gaspiller de l'énergie pour un four qui est sous eau à chaque pluie, cette eau qui s'accumule dans les argiles rend les édifices fragiles et de plus avant d'avoir une combustion utile ces eaux doivent être transformées en vapeur. Dans les cuves en phase de chauffage avant que l'on atteigne la température d'ébullition et de vaporisation un petit vent diminue la tension superficielle des liquides et facilite l'évaporation.

Phénomène bien connu des ménagères qui savent qu'un petit vent facilite le séchage du linge

REFLEXION SUR LA BAGASSE

Le potentiel d'énergie d'une **bagasse sèche P.C.I.**, est de 4250 calories par kilo. Celui d'une **bagasse humide** 45 % d'humidité et 2% de sucre est de 2093 calories par kilo.

Pour que ses informations aient un sens et qu'elles nous soient utiles, il faut que nos savoirs deviennent actions.

- Comprendre, c'est assimilé un savoir technique comprenant beaucoup d'idées nouvelles.
- Prendre des décisions citoyennes en fonction de ces informations, c'est vouloir être responsable et transformer les idées en acte.
C'est matérialiser sa pensée, sa connaissance, la faire vivre à son propre profit et au profit de tous.
- C'est pouvoir un jour être fier de gérer le monde qui nous entoure.
- Agir, ne plus couper inutilement de bois, utiliser pleinement l'énergie d'un combustible à notre disposition, c'est créer des demain, c'est la vie pour toujours sur la terre. C'est se créer une histoire, un devenir, c'est entrer dans le long terme.

- Le développement, c'est: être – apprendre – responsable – long terme dans le respect de soi-même et des autres.

C'est être un vrai nationaliste agissant.

Dans ce cas précis, une bagasse humide de 50% d'humidité faisant perdre 2157 calories par kilo de canne, il est tout simplement indispensable de la sécher sur un glacis, de la stocker sèche et de faire de toute les économies, un credo et du non usage du bois, une loi.

Glossaire

- Bagasse : Partie ligneuse de la canne à sucre restant dans le moulin après l'extraction du jus sucré. La bagasse peut ensuite avantageusement servir de combustible pour la transformation du jus en sirop dans les chaudières.
- bouline: vocabulaire de marine; filin ou cordage amarré à une voile et servant à lui faire prendre le vent le mieux que possible. par extension, le cordage utilisé pour déterminer la circonférence du cercle parcourue par une paire de bœufs dans un manège ou un moulin à traction animale
- Clairin vierge : alcool issu de la distillation de sirop fermenté.
- Clairin Nazon ou Clairin de vesou : alcool issu de la distillation de jus de canne fermenté.
- Débit du moulin à canne : c'est la quantité de canne que le moulin peut traiter par unité de temps. Par exemple : 300 kg / heure.
- Inversion des sucres : il s'agit d'un phénomène chimique de transformation du saccharose en deux sucres simples : le glucose et le fructose. Pour obtenir un Rapadou de qualité, il faut limiter ce phénomène.
- Lessive : mélange basique à base de cendres de bois et de chaux destiné à flocculer les impuretés durant la clarification du Rapadou et qui de connaissance empirique limite l'acidification des jus sucrés et par le fait même leur inversion.
- Role : rouleau ou cylindre de moulin à canne.

- Sucre artisanal : produit obtenu par la concentration du sucre contenu dans le jus de canne. Il est appelé Rapadou en Haïti, ghur en Inde, Panela en Amérique Latine, siramamigasy à Madagascar...

- Taux d'extraction : c'est la quantité de jus en % que l'on extrait d'une quantité de canne donnée.

Une extraction de 55% signifie que l'on a obtenu 550 kg de jus avec au départ 1000 kg de canne. 40% est un taux d'extraction très faible, 60% est très élevé, 70 % un résultat d'industrie après plusieurs passages au moulin successif et imbibition.

- Vesou : jus obtenu par broyage de la canne à sucre. En Haïti, il est appelé ju kann si c'est pour le consommer tel quel et "dlo kann" s'il est destiné à être transformé en sucre ou en alcool.
- amovible : qui peut être retiré ou démonté facilement.
- boitard : pièce métallique venant se positionner sur l'axe vertical des moulins à canne ou de tout autre manège et destinée à la fixation de la flèche qui est le bras de levier actionnant le moulin actionné par des bœufs ou chevaux
- bascule : forte balance. Certaines sont conçues pour la pesée des animaux, elles permettent leur contention durant la pesée
- ruban barymétrique : ruban sur lequel on lit le poids d'un bovin en concordance avec une mesure de circonférence thoracique
- barymétrie : détermination du poids des bovins, au moyen de mensurations corporelles.

La méthode de Quételet donne le poids vif par la formule,

$$\text{Poids vif de l'animal} = 88 C^2 \times L$$

C = périmètre de la poitrine pris derrière les épaules au niveau du coude en mètre.

L = la longueur du corps mesuré en ligne droite, de la pointe de l'épaule à la pointe de la fesse.

- couple (mécanique) : l'effort de rotation appliqué à un axe par un moteur (ici un manège à bœufs) est le couple, il se mesure en N.m (newton.mètre). Pour faire plus simple, on restera à une ancienne mesure le Kg/m (kilogramme – mètre). Un couple de 1 Kg/m sera l'équivalent d'une force de 1 Kg appliquée à un levier d'un mètre.

Si le bras de levier est de 3m et la force de traction des bœufs de 75 Kg/m, on a un couple de 225 Kg/m.

La puissance des bœufs qui est la force qu'ils exercent en 1 seconde n'est pas changée, cela reste dans notre cas 75 Kg/m/s.

- édaphiques: facteurs externe liés au sol et qui ont une influence profondes sur la répartition et le développement des êtres vivants
- cayette: récipient en forme de tube réaliser au départ de la feuille engainante d'un palmier appelé en Haiti Palmiste (Créodoxia régis H, B.K.)
- grilles: surface à clair voie réfractaire sur laquelle on brûle la bagasse, permettant la chute des cendres et le passage de l'air de combustion.
- registre de cheminée:organe placé dans un conduit de cheminée et muni d'une lame pivotante permettant de régler le débit d'un fluide, ici l'air chaud et le tirage de la cheminée.
- Porte foyère: porte principale d'un four permettant par sa fermeture, le réglage du débit d'air d'un foyer. Cette porte peut être elle-même équipée d'un registre installé en façade et permettant le réglage des entrée d'air de combustion
- Porte de cendrier: porte située sous la porte foyère et permettant de conserver la chaleur des cendres et d'en régler l'usage en vue d'un réchauffement de l'air admis au foyer au travers de la grille. Cette porte peut elle aussi être équipée d'un registre réglable en façade
- CH: cheval vapeur, unité de puissance valant 736 Watts
- HP:horse power (puissance d'un cheval) 0, 736 KW
- Moulin: machine servant à battre, piler, pulvériser, écraser, broyer tout matériau ou aliment
- Moulin à canne: appareil extrayant le jus sucré de la canne par laminage successif entre deux cylindres.
- Moulin à sang / ancien nom des moulins mu par des animaux ou des hommes
- Palier: organe mécanique supportant et guidant un arbre de transmission que ce soit en rotation ou en translation.
- Palonnier: barre répartissant les efforts qui s'exercent à ses deux extrémités. en agriculture le palonnier est utilisé pour l'attelage des animaux au collier ou à la bricole ou plus exceptionnellement pour l'attelage de vaches ou de bœufs au Jouguet de tête de nuque ou de garrot; un palonnier peut équilibrer les

efforts de traction d'animaux de taille et de puissance différente attelés ensemble. Un palonnier sert aussi à éviter les frottements des harnais sur l'encolure des animaux lors des déplacements alternatif des épaules dans de la marche

- Manège: appareil servant à exploiter la force des animaux de trait pour faire tourner des machines. Ancêtre du moteur, il transforme un mouvement de translation en un mouvement de rotation accéléré ou ralenti suivant que l'on privilégie le couple ou la vitesse. Un moulin à canne à traction animale est un manège produisant un couple important.

- **Cuisson du sucre: la température d'un jus ou d'une solution sucrée en ébullition permet de déterminer sa teneur en sucre**

Température	% de sucre dans le jus en ébullition
109° c	85 %
110° c	87 %
112° c	88 %
116° c	89 %
121° c	91 %
122° c	92,65 %
128,5 c	93,75 %
160 ° c le sucre fond et refroidit prend en une masse vitreuse (sucre d'orge)	220° c le sucre perd son eau prend une teinte brune et donne le caramel

Souvenons nous que l'eau pure bout à 100° au niveau de la mer et quelque soit l'énergie appliquée les lois de la physique font que durant tout le temps du changement d'état la t° ne varie pas.

- recourage: dans les Antilles françaises: c'est le remplacement des plants de canne non repris.
- épailage: retrait quatre mois avant la récolte des feuilles sèches que l'on abandonne sur le sol pour le protéger du soleil et lui rendre de la matière organique
- purgerie: dans les sucreries artisanales des Antilles, bâtiment en forme de tour carrée dans lequel était installer des planchers très rapprochés sur lesquels le sucre charger de mélasse, enfermé dans un pot poreux ou une toile en forme de pain de sucre, se débarrassait de cette mélasse devenue plus fluide grâce à l'augmentation de la température.

Un fourneau extérieur brûlait de la bagasse et communiquait à la tour par l'intermédiaire d'une masse de fonte creuse, une bonne chaleur.

Le foyer extérieur et la cheminée incorporée à la muraille de la tour avaient l'avantage de ne pas communiquer au sucre entreposé une odeur de fumée. Ce savoir faire développé à l'époque explique, pour l'époque, la qualité du sucre produit. Après égouttage des pains de sucre cristallisés, ceux-ci était plonger brièvement dans un récipient plein d'eau propre chaude ce qui améliorerait encore leur aspect extérieur.

La nécessité de récupérer les mélasses et les sucres invertis donna naissance à l'industrie des alcools et finalement aux rhums.

Termes créoles et français de la technologie de transformation de la canne.

- Bokit ou boukit: Récipient, seau.
- Clairin vierge ou clairin 22 : à base de sirop fermenté.
- Dlo kan boulli : vesou concentré par évaporation à 18° Baumé.
- Dlo Kan Kru : vesou, jus de canne
- Dresser: vider, transvaser
- Gamelle, canot : bac de battage du Rapadou.
- Lessive: mélange à base de cendres de bois ou de chaux destiné à flocculer les impuretés durant la clarification des jus dans la préparation du Rapadou.
- Pez: densimètre.
- Pez Clairin : alcoomètre, gradué en degré cartier et degré Gay Lussac.

- Pez siwo: densimètre permettant de déterminer la richesse en sucre gradué en degré Baumé.
- Rapadou: sucre artisanal traditionnel non centrifugé qui contient des cristaux de saccharose, de la mélasse, des sucres invertis, appelés aussi en espagnol " Panela " en langue indienne sucre " ghur".
- Sucre inverti: sucre liquide obtenu par hydrolyse acide d'un saccharose en phase liquide. Obtenu naturellement dans la canne à sucre fraîche par acidification Lactique; c'est l'ennemi des sucriers et des fabricants de Rapadou. Pour cette raison, on dit que la canne doit être rapidement usinée, **"qu'elle a les pieds au champ et la tête à l'usine"**. S'ils sont produits liquides au départ du saccharose comme succédané du miel, le traitement est une acidification au moyen d'acide faible, cela donne glucose + fructose non cristallisable.

Ne pas confondre avec les isoglucoses produits à partir de matières amylacées.

- Chovin ou jovin : chauffe-vin : bassin réchauffeur de la " râpe " en attente d'être introduite dans la chaudière de distillation.
- Clairin Nazon : Clairin de vesou : Clairin issu de la distillation de jus de canne fermenté.
- Clairin vesou : clairin issu de la distillation de jus de canne fermenté.
- Clairin vierge ou " Clairin 22 " : clairin issu de la distillation de sirop fermenté.
- Composition : mélange des liquides devant entrer en fermentation.
- Cuve : cuve dans les guildiveries utilisée pour la fermentation du jus de canne.
- Damjan : dame-jeanne.
- Dlo kan kru : vesou.
- Dlo kan bouilli : vesou concentré par évaporation à 18° Baumé.
- Gamelle : canot : bac de battage du rapadou.
- Pez siwo : densimètre de richesse en sucre, gradué en degré Baumé.
- Point de chauffe : 1pc=60 gallons : unité de jaugeage des chaudières d'alambic, utilisée par les services des contributions.
- Pyès : pièce : cuve de fermentation en bois.
- rape, grappe trempé: liquide de fermentation dans les cuves.
- Role : rouleau ou cylindre de moulin à canne.

- Siau : Boukit plus corde attachée à l'anse – sert à puiser dans une cuve ou un puit.
 - Tito : petites eaux de distillation.
 - Trempe : liquide de fermentation.
 - Vesou : jus de canne.
- **Bagasse** : Partie ligneuse de la canne à sucre restant dans le moulin après l'extraction du jus sucré. La bagasse peut ensuite avantageusement servir de combustible pour la transformation du jus en sirop dans les chaudières.
 - **Bokit: récipient, seau.**
 - Chovin ou jovin : chauffe-vin : bassin réchauffeur de la " râpe " en attente d'être introduite dans la chaudière de distillation.
 - **Clairin vierge ou clairin 22 : a base de sirop fermenté.**
 - Clairin vésou : clairin issu de la distillation de jus de canne fermenté.
 - Clairin vierge : alcool issu de la distillation de sirop fermenté.
 - Clairin Nazon ou clairin de vesou : alcool issu de la distillation de jus de canne fermenté.
 - Composition : mélange des liquides devant entrer en fermentation.
 - Cuve : cuve dans les guildiveries utilisée pour la fermentation du jus de canne.
 - Damjan : dame-jeanne.
 - Débit du moulin à canne : c'est la quantité de canne que le moulin peut traiter par unité de temps. Par exemple : 300 kg / heure.
 - Dlo kan boulli : vesou concentré par évaporation à 18° Baumé.
 - Dlo Kan Kru : vesou, jus de canne
 - Dlo-kan-bouilli : vésou concentré par évaporation à 18° Baumé.
 - Dresser : vider, transvaser.
 - Gamelle, canot : bac de battage du Rapadou.
 - Inversion des sucres : il s'agit d'un phénomène chimique de transformation du saccharose en deux sucres simples : le glucose et le fructose. Pour obtenir un Rapadou de qualité, il faut limiter ce phénomène.
 - Lessive : mélange à base de cendres de bois ou de chaux, destiné à flocculer les impuretés durant la clarification du Rapadou.

- Pez Clairin : alcoomètre, gradué en degré cartier et degré Gay Lussac.
- Pez siwo : densimètre permettant de déterminer la richesse en sucre gradué en degré Baumé.
- Pez : densimètre.
- Rapadou : sucre artisanal traditionnel non centrifugé qui contient des cristaux de saccharose, de la mélasse, des sucres invertis, appelés aussi en espagnol " Panela " en langue de l'Inde sucre " ghur".
- Role : rouleau ou cylindre de moulin à canne.
- Sucre artisanal : produit obtenu par la concentration du sucre contenu dans le jus de canne. Il est appelé rapadou en Haïti, ghur en Inde, Panela en Amérique Latine, siramamigasy à Madagascar...
- Sucre inverti : sucre liquides obtenus par hydrolyse acide d'un saccharose en phase liquide. Obtenu naturellement dans la canne à sucre fraîche par acidification Lactique; c'est l'ennemi des sucriers et des fabricants de Rapadou. Pour cette raison, on dit que la canne doit être rapidement usinée, "qu'elle a les pieds au champ et la tête à l'usine". S'ils sont produits liquide au départ du saccharose comme succédané du miel, le traitement est une acidification au moyen d'acide faible, cela donne glucose + fructose non cristallisable. Ne pas confondre avec les isoglucoses produits à partir de matières amylacées.
- Taux d'extraction : c'est la quantité de jus en % que l'on extrait d'une quantité de canne donnée.
Une extraction de 55% signifie que l'on a obtenu 550 kg de jus avec au départ 1000 kg de canne. 40% est un taux d'extraction très faible, 60% est très élevé, 70 % un résultat d'industrie après plusieurs passages au moulin successif et imbibition.
- Vesou : jus obtenu par broyage de la canne à sucre. En Haïti, il est appelé ju kann si c'est pour le consommer tel quel et "dlo kann" s'il est destiné à être transformé en sucre ou en alcool.
- Pez : densimètre.
- Pez clairin : alcoomètre, gradué en degré Cartier et degré Gay-Lussac.
- Pez siwo : densimètre de richesse en sucre, gradué en degré Baumé.

- Point de chauffe : 1pc = 60 gallons : unité de jaugeage des chaudières d'alambic, utilisée par les services des contributions.
- Pyès : pièce : cuve de fermentation en bois.
- Râpe grappe, trempe : liquide de fermentation dans les cuves.
- Role : rouleau ou cylindre de moulin à canne.
- Siau : " Boukit " plus corde attachée à l'anse – sert à puiser dans une cuve ou un puit.
- Tito : petites eaux de distillation.
- Trempe : liquide de fermentation.
- Vesou : jus de canne.
- Roguing: opération de tri ayant pour but d'écarter d'une plantation les plants malades ou ne répondant pas au phénotype recherché.
- Phénotype: caractère d'une plante ou d'un être vivant permettant par l'observation de le décrire en opposition au génotype qui lui n'est pas visible.
- Boue: éléments organiques ou minéraux issus de la décantation des jus lors des diverses opérations de sucrerie lorsque l'on utilise de la chaux on dit aussi écume en créole" katias"
- Décanteur: appareil de diverse forme utilisé pour ralentir la vitesse de passage du vesou et lui permettre de déposer les boues dont il est chargé à la sortie du moulin; une cloison médiane permet l'arrêt des corps flottants pailles etc.; et leur récupération en alimentation animale. les colombiens l'appelle limpiador ou pré-limpiador. La décantation en artisanat sucrier n'a rien à voir avec le même rôle joué par des appareils particuliers travaillant à chaud dans les industries sucrières.
- écume: résidus de boue contenant de la chaux et divers fertilisants en petite quantité et qui sont un sous produits de l'extraction du sucre industriel. Comme il n'y a plus de sucrerie industrielle ces produits ainsi que la mélasse ne sont plus disponibles
- Degré Brix d'un jus: en industrie sucrière = pourcentage de sucre dans ce jus. Un degré Brix de 17 signifie que le jus contient 17 % de sucre. Un jus d'un degré Brix de 17 est très faible, un degré Brix de 22 est élevé. La mesure degrés Brix peut se faire au champ comme à l'usine. L'appareil de mesure utilisé est le réfractomètre

- P C I = pouvoir calorifique inférieur: quantité de chaleur dégagée par la combustion d'une unité de combustible sans récupération de chaleur de condensation de la vapeur d'eau contenue dans les fumées.

Annexe 1 : La canne

1 Botanique

La canne à sucre serait originaire de Nouvelle-Guinée :

- *Saccharum officinarum*,
- *Saccharum robustum*.

D'autres *Saccharum* sont utilisés pour la création des hybrides

- *spontaneum*,
- *chinense*,
- *barberu*

sont utilisés pour la création des hybrides cultivés actuellement.

La canne à sucre n'étant limitée que par le froid (ou l'altitude), la majeure partie des régions tropicales et de nombreuses zones subtropicales se prêtent à cette culture.

La canne à sucre (*Saccharum*) est un genre de plante dans la famille des Poacées. C'est une herbacée tropicale à port de roseau, d'une hauteur allant de 2,5 à 6 mètres. Les tiges, d'un diamètre de 1,5 à 6 cm, sont pleines (contrairement à la plupart des autres Graminées, la moelle ne se résorbe pas). Les feuilles, alternes, sont réparties en deux files opposées, ont un limbe de 1 m de long environ sur 2 à 10 cm de large. Elles sont au nombre de dix sur les plantes en pleine croissance, la partie inférieure de la tige se dénudant au fur et à mesure que les feuilles basses se dessèchent.



Fig. 47 : cannes en fleur

La tige de canne à sucre atteint 2 à 5 m de hauteur pour un diamètre de 2 à 4 cm. Elle ne se ramifie pas au-dessus du sol mais les yeux souterrains donnent naissance à d'autres tiges.

Une touffe de canne bien « taillée » peut compter 10 à 15 tiges.

Cette tige se compose d'une succession de nœuds plus ligneux, où sont implantés les yeux (bourgeons) et entre-nœuds gorgés de sucre.

Les entre-nœuds peuvent atteindre 30cm en cas de développement très rapide, mais ont en général 10 à 15cm.

Ils sont de couleur jaune, verte, rouge violette ou brune selon la variété et rougissent au soleil.

La tige est glabre et présente une mince pellicule de cire.

Elles portent des feuilles à gaines enveloppantes, alternées, mesurant jusqu'à 1,50m de long et de 3 à 8 cm de large.

La gaine qui protège les yeux est souvent recouverte de poils plus ou moins piquants ou urticants.

L'articulation (ochrea) entre gaine et limbe sert de point de repère aux mesures d'élongation.

Les racines sont d'abord des racines de boutures qui naissent de l'anneau radiculaire de la bouture puis des racines de tige qui se développent en racines superficielles et ramifiées, racines de soutien plus profondes et racines cordons qui peuvent descendre jusqu'à 6m.

50% des racines se trouvent dans les 25 premiers centimètres et 90% dans les 60 premiers centimètres.

Après chaque coupe, un nouveau système racinaire se constitue, l'ancien servant d'amendement.

L'inflorescence est terminale ; c'est une panicule de 0,50 à 1 m de longueur, constituée de ramifications primaires et secondaires portant à chaque articulation des paires d'épillets.

Les graines, rares dans la nature, sont longtemps passées inaperçues.

L'inflorescence est une panicule terminale de cinquante centimètres à un mètre de long. En culture la canne est généralement coupée avant floraison. C'est une plante vivace par sa souche rhizomateuse.

Nom scientifique : *Saccharum officinarum* L., famille des Poacées, sous-famille des *Panicoideae*, tribu des *Andropogoneae*.

1. Historique

La canne à sucre est connue depuis la préhistoire (néolithique), et serait originaire de Nouvelle-Guinée ou d'Indochine. Sa culture s'est progressivement étendue aux îles avoisinantes, puis a gagné l'Inde et la Chine.

L'extraction de sucre de canne est attestée en Chine environ six siècles avant Jésus-Christ. C'est l'expédition d'Alexandre le Grand jusqu'à l'Indus aux alentours de -325 qui la fit connaître pour la première fois aux Européens, on en retrouve la trace dans les écrits de Néarque.

Elle fut importée en Perse vers le VI^e siècle.

À partir du VII^e siècle, les Arabes l'introduisirent depuis la Perse dans l'ensemble des territoires qu'ils occupèrent, notamment à Chypre, en Crète, et jusqu'en Espagne au cours du VIII^e siècle.

L'occident va redécouvrir le sucre avec les croisades : la première apparition du mot en français date du XII^e siècle, chez Chrétien de Troyes et il est emprunté à l'arabe. Ce produit reste dans un premier temps en Europe vendu par les apothicaires (d'où il tire son nom latin *Saccharum officinarum*).

À partir du XIII^e siècle l'intensification du commerce, le goût du luxe et l'ascension de la nouvelle classe bourgeoise dans les villes répand son usage.

Ce sont les villes marchandes italiennes, Venise et Gênes en premier, qui se livrent à ce fructueux commerce avec l'Orient.

Le sucre y est acheté dans les comptoirs du Levant mais les commerçants italiens implantent aussi des colonies de plantation sur les bords de la mer noire et dans les îles méditerranéennes.

La prise de Constantinople par les Turcs donne un coup d'arrêt au commerce avec la Mer Noire et les villes italiennes se tournent alors vers d'autres centres de production et d'approvisionnement : la canne déjà cultivée dans les possessions méditerranéennes, Îles Baléares, sud de l'Espagne et du Portugal est introduite dans les Nouvelles Îles atlantiques récemment découvertes (Îles Canaries) puis dans les conquêtes des Indes occidentales.

La canne à sucre fut introduite dans les Antilles par Christophe Colomb lors de son second voyage en 1493, grâce au climat favorable, sa culture s'est rapidement développée.

Cette culture qui nécessite une abondante main d'œuvre a alimenté le trafic des esclaves en provenance d'Afrique puis, une fois l'abolition de l'esclavage prononcée, le recours à l'engagement de population très pauvres, déplacée sans espoir de retour de leurs lieux de naissance à leurs lieux d'exploitation.

La propagation de la canne, qui se fait très facilement par boutures, atteint rapidement toute l'Amérique centrale, notamment Saint-Domingue, Cuba, le Mexique et la Louisiane.

Tous les clones initialement introduits provenaient du bassin méditerranéen, mais au cours du XIXe siècle de nouvelles introductions ont été faites depuis Tahiti et Java. La fameuse expédition du Bounty commandée par le capitaine Bligh en 1787-1789 avait pour objectif de rapporter de Tahiti jusqu'à la Jamaïque des boutures de canne à sucre et d'arbre à pain.

Au XVII^e siècle, la culture de la canne est généralisée dans les colonies françaises. Montesquieu, dans « De l'esprit des lois », justifie l'utilisation des esclaves par : « Le sucre serait trop cher, si l'on ne faisait cultiver la plante par des esclaves. »

La révolution française perturba le transport maritime du sucre issu de la canne avec les colonies. Puis au début du XIX^e siècle, le Blocus continental instauré par l'empire napoléonien contre l'Angleterre provoqua une flambée des prix.

Buts de la culture.

La canne à sucre est cultivée pour ses tiges qui contiennent un jus sucré dont on tire le saccharose ou sucre cristallisable.

Elle est également utilisée en consommation directe, comme canne de bouche.

De plus, elle est parfois cultivée comme canne fourragère (consommation en vert ou ensilage).

L'extraction du sucre se fait encore de façon traditionnelle (artisanat sucrier) en Inde surtout mais aussi dans plusieurs pays du Sud-est asiatique et de l'Amérique latine.

Les produits sont appelés ghur (Inde), jaggery (Inde), khandsari (Inde), mascavado, açúcar batido, rapadou, Panela, rapadou (Haïti), siramamigasy (Madagascar) etc.

suivant les pays ou ils sont produits

A partir du jus de canne, on fabrique également du rhum de vesou (rhum agricole fait au départ du jus de canne pressé) et diverses boissons alcoolisées.

Les sous-produits de la fabrication industrielle du sucre de canne sont :

- La bagasse (résidu ligneux) employée comme combustible de la sucrerie ou pour la fabrication de panneaux, pâte à papier et furfural. Des cires peuvent être extraites de la canne.
- La mélasse utilisée, après fermentations en distillerie pour produire rhums et alcools industriels (alcool pur pour moteur, en remplacement de l'essence), en levurerie ou en autres productions (acides acétique ou citrique) ; elle sert également d'aliment du bétail en direct ou en mélanges. Certaines sucreries les brûlent et en tirent de l'énergie.
- Les écumes (boues ou tourteaux) de filtration qui servent d'amendements pour les terres.
- Les cendres de bagasse également servent d'amendement
- Les vinasses de distillerie - il faut éviter qu'elles polluent les rivières et les nappes phréatiques- sont épandues sur les champs proches de la distillerie.
- Les bouts blancs ou extrémités supérieures des tiges coupées lors de la récolte peuvent être servis comme fourrage pour les animaux, etc.

Seul la culture et le traitement artisanal de la canne à sucre sont traités dans ce document.

Culture de la canne

L'aire de culture de la canne à sucre s'étend de 35° de latitude Nord à 30° de latitude sud.

La multiplication se fait par boutures.

Ces boutures sont des morceaux de cannes de 30 centimètres de long environ portant plusieurs nœuds avec des bourgeons bien constitués.

La récolte intervient au bout de dix-huit mois après la plantation, avant la floraison.

Les cannes sont coupées au ras du sol, la concentration en sucre étant maximale dans la partie basse de la tige.

La partie supérieure le bout blanc et les feuilles sont abandonnées sur le champ.

Les souches émettant de nouvelles tiges une seconde récolte est possible au bout d'un an, voire une troisième, mais la teneur en sucre a tendance à diminuer.

Les variétés

Les clones sont obtenus par hybridation entre les parents ayant dans leur ascendance plusieurs *Saccharum*.

A partir de la canne noble (*Saccharum officinarum*), seule canne cultivée jusqu'à la fin du 19^e siècle, des apports de sang de cannes sauvages ont permis la création d'hybrides plus productifs, tolérants à certaines conditions adverses ou résistants aux maladies.

On cherche aussi à utiliser des genres voisins tels que :

- *Miscanthus*,
- *Eranthus*
- *Sorghum*.

Des techniques récentes font appel à la mutation (rayons, substances) ou à la parasexualité (cultures de tissus, protoplastes).

Les hybrides sélectionnés en 7 à 10 ans parmi des nombres très élevés de plantules (seedlings) sont désignés par le sigle de la station de création souvent suivi de l'année du croisement et du numéro du clone.

Ainsi B 54.142 est le 142^e clone présélectionné en 1954 par la station de la Barbade.

Principales stations et leur sigle

B	Barbade
CB	Brésil (Campos Brésil)
CP OU L	Louisiane (Canal Point)
Co	Inde (Coimbra)
F	Taiwan
H	Hawaï
M	Maurice
Mex	Mexique
N	Afrique du sud (Natal)
NCo	Natal Coimbatore (sélection au Natal de croisements réalisés à Coimbatore)
Phil	Philippines
PR	Porto Rico
R	Réunion
Q	Australie (Queensland)
Tuc ou Na	Argentine (Tucuman ou Norte Argentina)

Quelques variétés intéressantes

Elles ont produites en général par des stations de recherche hautement spécialisées ou bien par des usines ou des sociétés privées qu'il conviendra de consulter pour le choix d'une variété bien adaptée aux conditions écologiques et au mode d'exploitation.

A titre indicatif, on peut citer :

- B 37.172 – 46.364 – 47.258 – 51.129 – 54.142 – 64.277

- CB 41.76 – 47.355
- AC 51.205
- Co 449 – 740 – 775 – 1001 – 1148 – 64.15
- CP 56.59 – 63.588 –
- L 62.96
- H 50.7209 – 59.3775
- HJ 57.41
- M 31.45 – 13.56
- NCo 310 – 376
- N 52.219
- Q 63 – 83 – 90 – Pindar –Ragnar
- R 469 – 526 – 541
- 4S 17

Cycles de culture

Il y a deux cycles de la canne:

- selon que l'on considère celui allant de plantation à plantation et qui peut durer de 3 à plus de 10 ans selon les pays ou
- celui allant de plantation ou de coupe précédente à coupe suivante et qui dure au maximum 2 ans (cas des Hawaii) et normalement 1 an (1)

Le cycle allant de la plantation à la première récolte comporte les étapes suivantes :

- Plantation
- Levée
- Tallage
- Croissance (aérienne et souterraine)
- Fléchage
- Maturation technologique
- Récolte

Le fléchage précède la maturation de un à plusieurs mois.

Les cycles annuels suivants sont ceux des repousses successives et comprennent les mêmes étapes, plantation exceptée.

Quand le rendement des repousses tend à s'abaisser, on renouvelle la plantation après élimination des souches et préparation des sols.

Pour un cycle tropical classique, la récolte, qui doit s'étaler sur la période la plus longue possible (minimum 4 mois) a toujours lieu pendant la saison sèche et (si possible) fraîche et se termine avec la saison des pluies.

C'est à cette époque que la canne est la plus riche en sucre.

En culture pluviale, la plantation se fait :

- Soit dès le début des pluies (c'est-à-dire en fin de campagne), pour des cannes qui seront récoltées en vierge à 12 mois environ (cannes dites de printemps, d'un an ou de « petite culture »).
- Soit au cours ou vers la fin de la saison des pluies (en inter campagne), pour des cannes à récolter à 16 ou 18 mois 'cannes dites d'automne, de 18 mois ou de « grande culture »).

SCHEMA SIMPLIFIE DE L'EVOLUTION DU SUCRE % CANNE

Dans le 1^{er} cas, la vierge (canne en première récolte) sera coupée en fin de campagne, les repousses successives seront récoltées de plus en plus tôt dans la campagne, la dernière coupe étant éliminée au début de campagne en vue de replantation : il y aura autant de coupes que d'années dans le cycle, mais les cannes auront eu, chaque fois, peu de temps pour mûrir.

Dans le 2^e cas, la vierge sera récoltée en début de campagne, les repousses successives le seront de plus en plus tard, la dernière coupe intervenant en fin de campagne : il y aura une coupe de moins que d'années dans le cycle, mais les cannes auront eu, chaque fois, plus de temps pour mûrir.

C'est par le décalage des récoltes et le choix variétal que l'on étale la maturation des cannes tout au long de la campagne.

En culture irriguée, on adopte en général le cycle le plus intensif (une récolte par an) pour mieux rentabiliser la culture, l'irrigation permettant de réaliser la plantation pendant la saison sèche, d'accélérer la croissance et d'être mieux maître de la maturation.

Ces protocoles de culture sont donnés à titre d'information, ils n'ont que peu de rapport avec les réalités que nos paysans confrontent ; il est cependant bon d'avoir lu ses informations car si elles ne présentent aucun intérêt au niveau des micro-exploitations Haïtiennes (souvent moins que un hectare), elles peuvent présenter un intérêt pour l'organisation d'un terroir et une meilleure gestion de la canne. Eviter de récolter trop jeune ou en saison des pluies peut avoir une incidence positive sur les rendements en sucre et l'équité vis à vis des producteurs.

ECOLOGIE

Climat

La canne est une plante des régions tropicales ensoleillées qui supporte des températures élevées et craint le froid.

La phase de maturation (accumulation du sucre) est favorisée par une période fraîche, sèche et ensoleillée au cours de la récolte.

Température

- Germination 26° à 33°C
- Croissance 28° à 35°C

Température Températures optimales diurnes :

- minimale de croissance : 15° à 18°C
- Température létale : (gelée). 0°C

Ensoleillement

Plante du type C4, la canne réagit nettement à la lumière et l'apprécie en permanence.

Eau

Besoin en eau au stade végétatif :

- 100 à 170mm par mois de végétation suivant les conditions climatiques
- 1000 à 2000mm par an avec une saison sèche marquée de 4 à 5 mois.
- On compte souvent 15 mm d'eau par tonne de canne par ha.

Vents

Craint les vents violents et desséchants, mais supporte mieux les cyclones que beaucoup de plantes.

Altitude

Limitée par le froid : jusqu'à 1600m à l'équateur et 700 à 800 m sous les tropiques. Le cycle de la canne, sa croissance et sa maturation, est étroitement conditionné par le climat.

En résumé l'eau et la chaleur sont favorables à la croissance tandis que la Sécheresse et le froid (surtout nocturne) est favorable à la maturation.

Sols

Elle s'accommode plus ou moins de tous les sols (depuis 70% d'argile jusqu'à 75% de sable)

Les sols légers et perméables favorisent la maturation et les transports à la récolte.

Les sols plus lourds permettent de mieux franchir des périodes sèches.

Ses principales exigences sont celles d'une certaine profondeur, d'une certaine aération et d'un pH ne dépassant pas des limites anormales.

Les sols les plus favorables présentent les caractères suivants :

Roche mère : éruptive basique ou alluvions récentes

Texture : limoneuse ou sablo argileuse

Structure : granuleuse poreuse

Profondeur : 70 cm

Nappe phréatique : profonde (1,50m au moins à la saison sèche)

CULTURE

En général, la culture de la canne à sucre dure de 4 à 8 ans.

PREPARATION DU SOL

L'aération et la décompactations doivent être profonde.

La canne demande une terre finement ameublie pour le lit des boutures.

PLANTATION

Une bonne plantation consiste à mettre en terre, de la façon la plus économique possible, des boutures de canne devant permettre un démarrage d'une culture dense, homogène et rapide.

Les yeux dormants de la tige, mis en terre, se développent et donnent des tiges primaires.

De ces tiges, partent des tiges secondaires, etc. (talles)

L'établissement d'une plantation est une course de vitesse entre la pourriture normale de la bouture ou sa destruction par ses ennemis et le développement de ses bourgeons et de ses racines.

La plantation doit être telle (époque, préparation du sol, choix des boutures et leur protection) qu'il n'y ait pas à faire de replantation de reprise.

Une plantation classique comprend trois opérations :

- Coupe et transport de boutures de canne prises dans une pépinière : les cannes sont coupées en haut et en bas et restent avec leurs pailles qui les protègent.
- Sélections et soins apportés aux boutures :
 - mises en petits tas dans la parcelle à planter,
 - les cannes sont épaillées à la main,
 - coupées en bouture de 3 à 4 yeux ;
 - les boutures peuvent être traitées contre maladies ou insectes.

- Distribution et mise en terre.

Les boutures sont mises à plat dans le fond des sillons en files simples ou même doubles puis recouvertes de 2 à 5 cm de terre fine.

Il faut de 4 à 8 tonnes de boutures pour planter un hectare.

Une bonne levée commence en 10 à 15 jours

Avec 1 ha de pépinières soignées, on plante 8 à 15 ha.

En pratique, on simplifie souvent la plantation, si les conditions de la levée sont bonnes, en plaçant les cannes entières, avec leurs pailles, dans les sillons pour les couper ensuite en boutures.

IRRIGATION

Tous les modes d'irrigation peuvent être employés :

- A la raie est la seule méthode répandue là où il y a des réseaux d'irrigation sont disponibles - pente de 2 à 5 pour mille, on utilise la pente naturelle.
- Dans d'autres pays on utilise l'aspersion mais cela demande des installations fixes ou mobiles considérables et n'est pas notre propos

LE DRAINAGE

La canne à sucre ne peut vivre dans le milieu asphyxiant d'un sol gorgé d'eau.

Le drainage est donc très souvent le complément indispensable de l'irrigation.

D'autre part, le drainage aura des effets bénéfiques sur

- Le développement des racines
- Le réchauffement du sol
- La croissance de la canne
- La résistance aux maladies
- L'amélioration de la maturité

Fumures et Amendements

Il faut se permettre ici une digression, la pensée unique ici comme partout n'est pas de mise et les schémas de pensée qui ont conduit l'agriculture productiviste à une multiplication des intrants au détriment du simple bon sens doivent être rejetés.

Ils sont inacceptables pour l'ensemble des petits paysans du tiers-monde qui n'ont ni argent ni crédit. Ils doivent s'orientés vers des solutions qui valorise leur potentiel réel et non les fictions de la pub ou des connaissances non manualisées.

Pour être concret, à quoi est utile une fumure calculée par les meilleurs conseillés en agriculture, si les paysans partagent ces investissements avec des « mauvaises herbes » qui seront en concurrence avec leur plantation.

Une certaine approche de la fumure n'est pas de mise dans ce document, le sol est un milieu vivant et fertile dans la mesure où le bon paysan veille en bon père de famille, au maintien et à l'accroissement de cette fertilité dont son avenir de paysan dépend.

La seule approche appropriée est une approche qui respecte les lois de la nature et une compréhension des rythmes biologiques, mais ces approches n'iront pas sans un investissement en travail tout autant intellectuel que physique.

Savoir sans faire est stérile ; faire sans savoir l'est tout autant.

Répondre à une question, c'est d'abord se la poser.

Toute une série de questions doivent être posées si l'on veut pouvoir y répondre.

Nous allons essayer de nous poser ces questions :

- Quelle est l'énergie qui fait grandir les plantes ?

La réponse scientifique est simplement : c'est le soleil par l'énergie qu'il nous apporte qui permet aux plantes de capter la force dont elles ont besoins pour créer les matières organiques (synthétiser, grandir, stocker).

- Que mangent les plantes ?

Pendant longtemps les paysans ont pensés suite à leurs observations que les plantes mangeaient de la matière organique et des plantes mortes, que dans notre langage nous appelons fumier ou plus souvent compost ou matière organique du sol.

Quand à la bêche ou à la houe ou encore à la charrue, ils enterraient de la matière organique, ils observaient à juste titre un effet positif sur les cultures. On sait depuis von Liebig et ses travaux sur la nutrition des plantes (+ ou – vers 1862) que les plantes ne mangent pas de matières organiques mais quelles profitent de la décomposition de celles ci pour se nourrir

- Que mangent les plantes ?

Les plantes mangent exclusivement des matières minérales avec lesquelles grâce à l'énergie du soleil elle synthétisent les matières organiques qui les composent.

- Quel a été l'impact de cette découverte scientifique sur l'agriculture et nos méthodes de travail ?

Le premier se fut un impact négatif sur notre modestie vis à vis de la nature.

Les scientifiques et à leur suite les industriels ont pensés que cette nature pouvait être asservie aux hommes, qu'ils en étaient les maîtres, qu'ils avaient tous compris.

Ensuite les paysans et les politiques (ministre de l'agriculture) ont pensés que l'on allait tout régler en extrayant, transformant et synthétisant avec l'énergie du soleil que la nature avait accumulée au cours des 500 millions d'année qui ont précédés l'apparition des hommes, les matières minérales dont les plantes ont besoins.

L'homme court-circuitait la nature, et croyait faire mieux quelle belle modestie.

On sait maintenant et depuis longtemps que des microorganismes sont capables de prendre l'azote de l'air pour le transformer en azote utile pour les plantes sans autres sources d'énergies que celles quelles puisent dans les sucres que les plantes produisent grâce à l'énergie du soleil.

Les industriels font la même chose avec des tonnes de pétrole ou de charbon ou encore avec l'énergie atomique. Ils ont besoins de séparer les différents composants de l'air par liquéfaction, ils obtiennent le gaz azote.

L'hydrogène pour sa part est obtenu grâce à la distillation du charbon et du pétrole ou au départ du gaz par des traitements compliqués et coûteux en énergie

Mais alors que la nature le fait avec respect, sans gaspillage, à basse pression et à la chaleur ambiante, les industriels le font avec d'énormes usines à 200 bar(+ ou- kg) de pression par cm² et à plus de 450 °C en présence de catalyseurs.

Quand l'énergie est chère, les engrais sont chers et si le fossé riche pauvre est trop grand, les pauvres ne sont plus dans la course et ils sont humiliés par un savoir qui ne leur sert à rien.

Les découvertes de ce grand savant, l'orgueil des hommes en moins, l'est notre chemin à nous les pauvres.

Si la nature produit et recycle pour que la vie continue, pourquoi, nous hommes humbles proche de la nature ne serions nous pas capable d'apprendre de la vie avec dignité comment collaboré avec elle et sans énergie excessive avec beaucoup de bon sens et d'humilité accompagner cette nature.

- Que pouvons-nous faire pour copier la nature ?

La nature ne jette rien recycle tout et si des événements physiques se produisent, elle stocke et met en réserve l'énergie dont elle n'a pas l'usage immédiat (charbon, pétrole, gaz, hydrures de méthane en sont des exemples). La nature n'a pas besoin de grosses usines, elle est capable de distribuer ses bienfaits sans oublier ni les riches ni les pauvres.

Tous les sols sont différents au point de vue de leur composition, aussi bien que de tous les facteurs qui permettent de les classer, ce que l'on appelle les contraintes édaphiques nous pourrions ici les citer :

- La profondeur utile : structure ; niveau du plan d'eau, horizon toxique, horizon d'apparence stérile font partie de ce premier point.
- L'eau utilisable.
- Dans les sols calcaires : il peut limiter la profondeur utile ; former des croûtes, des horizons toxiques, quand chlorures de Na, sulfures, calcaire compacte ou concentration d'aluminium empêche la pénétration du système racinaire.
- Le pH.
- l'hétérogénéité et la pierrosité des sols.
- L'instabilité structurale.
- L'excès d'eau.
- La pente et l'érodibilité.
- L'état sanitaire, du à la présence de parasites animaux ou végétaux
- Carence ou blocage d'éléments utiles aux plantes et toxicité (Présence de sélénium, d'arsenic ou autres)
- Comportement mécanique : cohésion, adhésivité, plasticité, gonflement, retrait etc.

Notre chance à nous paysans est que la solution à toutes ces contraintes (il est rare que l'on puisse échanger une terre qui ne nous convient pas par une autre qui soit meilleure) est toujours la même.

- Connaître et aimer sa terre est la première approche positive.

- Recueillir l'expérience des autres, participer à leurs expériences partager leurs savoirs en est une autre
- Toute matière organique ayant en elle un potentiel de richesses incomparables, ne rien brûler, tout composter, ne jamais laisser partir du champ que ce qui n'y retournera pas après compostage ou transformation.

Les exportations d'éléments majeurs (en kg) par tonne de canne à sucre usinable sont données par le tableau suivant (d'après R.Fauconnier et D.Bassereau, op.cit.).

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S
Canne usinable	0,72	0,42	1,47	0,12	0,20	0,27
Sommités et pailles	1,15	0,32	1,52	0,68	0,32	0,16
Souches et racines	0,26	0,12	0,39	0,13	0,09	0,07
Totaux	2,13	0,86	3,38	0,93	0,61	0,50
Valeurs extrêmes	1,56— 2,30	0,56 -1,28	2,23- 4,60			

RECOLTE ET RENDEMENTS

Par sa durée, par la somme des moyens humains et matériels mis en œuvre, par son impérative organisation, la récolte (ou campagne) est la phase principale de toute culture de canne.

Elle exige une préparation soignée comportant deux objectifs :

- Maturation de la canne, se présentant sous forme de courbe de richesse en sucre la plus élevée et la plus longue possible, le maximum de richesse se situant entre la ½ et les 2/3 de la campagne.
- Réalisation matérielle : estimation des tonnages, établissement des plans de coupe, protection contre les incendies, amélioration des pistes, contrôle de l'état du matériel de transport, charrettes, bats, toc etc.

La canne devant être au moulin le plus rapidement possible après la coupe, il est impératif de ne couper les cannes que si l'on est sûr de pouvoir les passer au moulin dans les 24 heures ou au plus tard dans les 48 heures.

Brûler la canne est un crime couramment pratiqué dans les grandes entreprises, cette technique rend la récolte manuelle pénible et est donc réservée à la récolte mécanique.

Asséchant les cannes et raccourcissant de 24 heures les délais avant usinage, cette méthode n'est pas utilisable ni évidemment recommandable en artisanat, quand on n'utilise pas plusieurs moulins successifs en batterie et que l'on ne fait pas d'imbibition (arrosage des cannes) entre chaque passage au moulin.

La coupe se fait, en bas, au plus près du sol et en haut, à la limite entre la partie déjà mûre et le bout blanc gorgé d'eau.

A la main, les coupeurs accumulent sur un andain.

La densité de charge est de l'ordre de 500Kg/m³ pour une canne bien chargée à la main, de 350 Kg/m³ pour une canne tronçonnée (qui se détériore plus vite) et de 200 à 250 Kg/m³ pour une canne entière chargée en vrac.

Les meilleurs rendements dépassent 10 tonnes de canne par hectare et par mois. En sucre par hectare, on compte environ 6 à 8 tonnes en culture pluviale et 8 à 11 tonnes en culture irriguée.

MALADIES ET ENNEMIS

Maladies.

Les principales maladies sont groupées ici selon leur agent causal.

Les maladies cryptogamiques

Nom	Principaux symptômes	Traitements	Zones
Charbon (Smut)	Fouet charbonneux tiges allongée et fines	Thermique court:54°,25 minutes variétés résistante au Roguing	Monde
Mildiou (D Mildew)	Stries pâles allongées, duvet duvet blanc à la face inférieure des feuilles	Roguing. Pépinières. Labour. Variétés résistantes	Asie Australie
	Pourriture du sommet		

Fusarioses (Pokkah Boeng) (Stem rot,wilt)	de la tige, de la bouture, déformation, dessèchement des feuilles	Variétés résistantes. Soins aux boutures	Monde
Morve rouge (red rod)	Nervures feuilles rougies tiges et boutures rougies	Variétés résistantes. choix des boutures	Monde
Ananas (pineapple d.)	Pourriture rouge des boutures, odeur d'ananas	Variétés résistantes. Traitement des boutures	Monde

Maladies bactériennes

Noms	Principaux symptômes	Traitements	Zones
Gommose (Gumming d.)	Raies jaunes sur feuilles se dessèchant	Désinfection couteaux Variétés résistantes	Mascareignes Asie Antilles
Echaudement (leaf - scald)	Raies blanches; fines et longues sur feuille et gaine. Ailerons	Roguing. Pépinières. Désinfection des couteaux. Traitement long. Variétés résistantes	Asie Antilles Afrique
Rabougrissement (RatoonStunting disease:RSD)	Aucun. Parfois discolorations rouges en virgules dans les noeuds	Traitement long des boutures: 2 heures à 50,5° C. Désinfection des couteaux. Pépinières	Monde

Maladies à virus

Noms	Principaux symptômes	Traitements	Zones
Mosaïque (CSMV)	Marbrure des feuilles jeunes	Roguing. Pépinières Traitement long. Variétés résistantes	Monde
Stries chlorotiques. (Chlorotique streak)	Lignes jaunâtres à bords mal définis, fugaces ou se nécrosant au centre	Traitement court 50° c 30 minutes ou 52° c 20 minutes. Variétés résistantes	Monde sauf Asie
Maladie des Fidji	Déformation du sommet. Tumeurs jaunes étroites		Australie

(Fidji disease)	de + ou/moins 1 cm de long, en relief sur face inférieure des jeunes feuilles	Variétés résistantes	Philippine Thaïlande
-----------------	---	----------------------	-------------------------

Ennemis

Les principaux ennemis de la canne sont

- Les borers de la tige dont les larves creusent des galeries dans la canne et abaissent sa richesse en sucre (lutte biologique).
- Les nématodes des racines souvent très graves en sols sableux (traitement du sol).
- Les insectes des racines (vers blancs, cigales, termites) (lutte chimique et biologique).
- Les borers du sommet et les chenilles phytophages aux dégâts spectaculaires mais peu importants.
- Les cochenilles roses rarement ennuyeuses.
- Les rats qui apprécient beaucoup la canne à sucre et sont difficiles à combattre (appâts).

Protection phytosanitaire

En ce qui concerne les ennemis de la canne, il est préférable de faire appel à des spécialistes dès que la fréquence des attaques devient alarmante.

En ce qui concerne les maladies, outre l'appel au spécialiste, il est bon de se rappeler que :

- Les nouvelles variétés doivent être introduites (sous forme de boutures) avec toutes garanties phytosanitaires et par le truchement d'une quarantaine agréée et efficace.
 - La méthode de lutte la plus intéressante (efficacité et économie) se réalise par la méthode de pépinières successives :
 - Sélection variétale initiale
 - Traitement long en pépinière primaire
 - Traitement court en pépinières secondaires
 - Soins poursuivis jusqu'en pépinières tertiaires, désinfection des couteaux,
- Roguing** (opération qui consiste à éliminer par arrachage successif les

plantes qui sont malades ou ne respectent pas le phénotype recherché par le sélectionneur ou le paysan désireux de sauver sa plantation) successifs dans les jeunes plantations, utilisation exclusive de cannes vierges pour boutures.

TECHNOLOGIE

Quelques définitions concernant l'usinage de la canne à sucre.

La canne à sucre a, en moyenne, la composition suivante :

▪ Ligneux (en fibres)	14%
▪ Eau	70%
▪ Saccharose (Pol)	14%
▪ Impuretés solubles	2%

On appelle :

- Brix = Saccharose + Impuretés solubles
- Pureté = Saccharose % Brix (ici 87,5%)
- Jus absolu = Canne+ligneux - Eaux + Brix
- Extraction aux moulins

Saccharose extrait dans le jus mélangé - % Saccharose contenu dans la canne

En moyenne de 50 à 60% dans l'artisanat.

Rendement industriel : sucre commercial extrait % canne.

- En moyenne 9 à 12%(10%)

N.B. : Le jus de canne est d'autant plus riche que la pression d'extraction est plus faible. Le Brix du jus prélevé à la gouge ou par torsion est plus élevée que celui du jus du premier moulin usine correspondant.

DESCRIPTION DE CHACUNE DES OPERATIONS

Extraction:

- Les cannes passent dans des moulins qui les écrasent.
On obtient ainsi le jus et la bagasse qui est le résidu fibreux.
Dans les installations industrielles la canne est humidifiée après son passage dans le premier moulin et repasse ensuite dans un second moulin et souvent dans un troisième moulin cette aspersion de la canne broyée s'appelle imbibition

Epuration:

- Le jus contient un grand nombre d'impuretés que l'on élimine par tamisage, par chauffage léger et par chaulage.

Evaporation:

- Le jus clair est concentré sous forme de vapeur et il reste le sirop.

Cristallisation:

- Le sirop est transformé en une masse pâteuse, qui contient des cristaux de sucre et un liquide plus ou moins épais et visqueux la mélasse.

Emballage;

- ils sont emballés dans des cayettes – sachets plastiques résistant à la chaleur ou dans des drums pour les sirops.

SOUS-PRODUITS

Bagasses:

- 1000 kg de canne donnent environ 250 à 300 kg de bagasse contenant en moyenne 49% d'eau – 48,5% de fibre et 2,5% de matière dissoute (sucre) ; la valeur calorifique nette de la bagasse est de 1900 kcal/kg.

RESULTATS

La quantité de saccharose contenue dans les cannes varie de 12 à 15% en moyenne ; elle peut atteindre 18%. Le rendement en usine le plus courant est situé entre 9 à 11%.

Données et informations

Temps de travaux en jour /tonne / ha

Plantation manuelle

▪ Coupe des pépinières	3 t / 8 heures
▪ Mise en place des cannes	0,4 ha/ 8 heures
▪ Coupure des boutures dans sillons	1,0 ha/ 8 heures
▪ Epannage des engrais	1,0 ha/ 8 heures
▪ Recouvrement	0,3 ha/ 8 heures
▪ Total :	10 jours/ ha

Entretien manuel

Sarclage

▪ canne de première année (vierge)	15-20 jours/ha
▪ canne, repousse	-15 jours/ha

Récolte manuelle

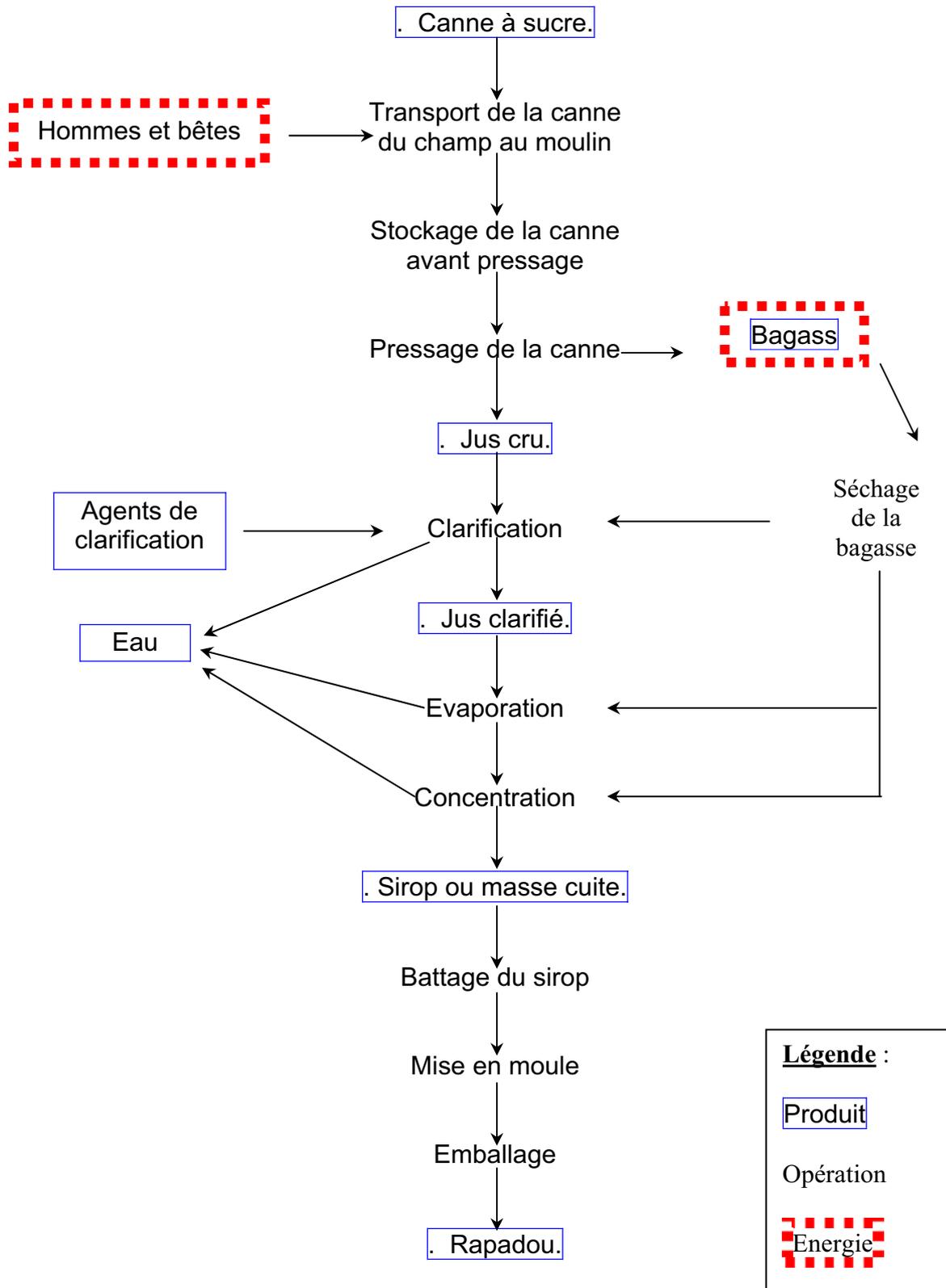
Coupe

▪ Cannes en paille	1,5 à ,5 /jour
▪ Cannes attachées	1,0 à 1,5t/jour
▪	

Chargement

▪ En paquets	8t/jour
▪ En vrac	5t/jour

Annexe 2 : Du jus de canne au sucre artisanal, succession des étapes



Annexe 3 : Le sucre

Les glucides constituent une classe de produits naturels dont la formule brute peut être souvent écrite $C_n(H_2O)_m$ ce qui explique l'ancienne appellation « hydrate de carbone » qui leur est également donnée.

Ces substances se trouvent dans les végétaux qui en font la photosynthèse grâce à l'énergie solaire à partir de CO_2 du sol et de l'atmosphère et de l'eau et des matières minérales dissoutes dans l'eau et puisée au niveau des racines.



L'un des glucides les plus simples ainsi formés est le glucose $C_6H_{12}O_6$.

Il conduit par condensation à des substances de masse moléculaires beaucoup plus élevée qui constituent par exemple des substances fondamentales de réserve en vue de la croissance des plantes (saccharose, amidon) ou des substances structurales comme la cellulose qui constitue la paroi des cellules végétales.

Leur extraction industrielle, à partir de certains végétaux, permet d'obtenir des tonnages importants de saccharose et d'amidon destinés principalement à l'alimentation humaine, mais qui sont de plus en plus considérés comme des matériaux de base pour l'industrie chimique dans le cadre des agro ressources.

2. Composition du sucre de canne

La canne à sucre contient environ :

- 71 % d'eau ;
- 14 % de saccharose ;
- 13 à 14 % de fibres ligneuses ;
- 2 à 3 % d'impuretés.

Dans le cadre de l'agriculture biologique, les cannes (sans leurs feuilles) sont pressées plusieurs fois pour en extraire le jus (70 %), le reste (30%) est appelé bagasse.

À partir de ce jus, on obtient plusieurs types de sucres :

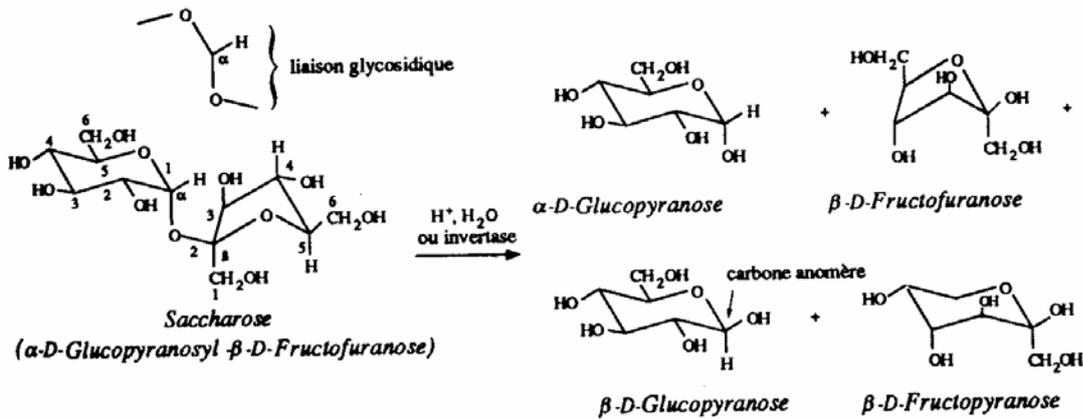
- les sucres pourvus de leur mélasse :
 - le jus évaporé donne le Rapadou (10 litres de jus = environ un kilo de Rapadou),
 - le jus épaissi, cristallisé (par addition de cristaux de sucre) puis déshydraté donne le sucre complet;
- les sucres partiellement séparés de leur mélasse par centrifugation et cristallisés :
 - le sucre de canne roux véritable,
 - le sucre blond.

En agriculture intensive, les champs de canne à sucre sont brûlés et les cannes ramassées mécaniquement.

Structure chimique

Le saccharose ou sucre courant est un disaccharide non réducteur constitué d'une molécule de glucose liée à une molécule de fructose par un pont acétalique.

La liaison glycosidique est très sensible à l'hydrolyse acide ou enzymatique qui peut ne pas être réalisée soit par les acides dilués, soit par une enzyme l' invertase.



L'équation chimique présentée ci-dessus ne fait intervenir que les formes cycliques majoritaires. Il y a hydrolyse du disaccharide, le saccharose, en monosaccharides, les α -D-glucopyranose et β -D-fructofuranose. L' α -D-glucopyranose conduit à un mélange en équilibre avec son anomère β . Enfin une partie du β -D-fructofuranose se transforme en son isomère le β -D-fructopyranose légèrement plus stable.

Le carbone **anomère** est celui qui est porteur du groupe carbonyle dont l'ouverture de la double liaison conduit à la cyclisation et à la création d'un nouveau stéréocentre. Le diastéréoisomère noté α (configuration du groupe hémiacétal S) correspond au groupe OH placé en dessous du plan moyen de la molécule, celle-ci étant représentée avec l'oxygène intracyclique en haut à droite et le carbone anomère sur la droite. On a l'anomère β si le groupe OH est placé au-dessus du plan.

Les α -D et β -D-glucopyranoses correspondent au **D-glucose** encore appelé **dextrose** parce qu'il est dextrogyre et les β -D-fructofuranose et fructopyranose correspondent au **D-fructose** encore appelé **lévulose** parce qu'il est lévogyre.

Lors de son hydrolyse, le saccharose conduit donc à l'obtention de **sucre inverti**, c'est-à-dire d'un mélange de D-glucose et de D-fructose. Cette réaction est couramment appelée **inversion du saccharose** car le mélange obtenu est lévogyre alors que le saccharose est dextrogyre. En effet les pouvoirs rotatoires spécifiques respectifs du saccharose, du D-glucose et du D-fructose sont $[\alpha]_D^{20} = +66,5^\circ$, $+52^\circ$ et -93° .

Sur 111 pays producteurs, 38 cultivent la betterave sucrière et fournissaient environ 40% de la production en 1998.

Le Brésil est le premier producteur mondial, suivi de l'Union européenne et de l'Inde. La France, avec un rendement de 14 tonnes de sucre à l'hectare, produit chaque année 4,7 millions de tonnes, dont 2,8 millions partent à l'export.

Les producteurs européens bénéficient d'un prix garanti, trois fois plus élevé que le cours mondial, dans le cadre de la PAC.

Ce régime a été remis en cause par l'OMC en avril 2005.

Il est envisagé une baisse de 42,6 % en deux ans du prix garanti aux producteurs, ce qui risque de désavantager surtout les pays périphériques de l'Union européenne, dont la productivité est nettement plus faible que celle notamment de la France.

3. Consommation et nutrition

La consommation de sucre fournit de l'énergie à court terme, mais il ne peut pas être stocké tel quel dans l'organisme.

Une partie du sucre consommé peut être utilisé tout de suite pour fournir de l'énergie si nécessaire (dans les minutes qui suivent), une autre partie sera emmagasinée dans le foie et les muscles (utilisation dans les heures qui suivent), et une autre sera transformée en graisses qui seront stockées dans les couches adipeuses.

Il est conseillé de consommer le sucre de canne complet car il contient tous les nutriments contenus dans la canne à sucre : une fois traité et raffiné il contient 50 à 60 fois moins de sels minéraux et plus aucune vitamine (le rapadou contient des vitamines B1, B2, B5 et E).

Analyse comparée du sucre blanc et complet en mg pour 100g de sucre		
	<i>sucre blanc</i>	<i>sucre complet</i>
Sels minéraux	30 à 50	1 500 à 2 800
potassium (K)	3 à 5	600 à 1 000
magnésium (Mg)	0	60 à 130
calcium (Ca)	10 à 15	40 à 110
phosphore (P)	0,3	14 à 100
fer (Fe)	0,1	4 à 40

Manger uniquement du sucre complet à la place du sucre blanc permettrait d'équilibrer notre alimentation en apportant tous les nutriments absents du sucre raffiné et de réduire fortement le nombre de caries dentaires (calcium, potassium et magnésium réduisent l'acidité de la salive favorable aux bactéries).

Annexe 4 : Le rhum

Le rhum est une eau-de-vie produite à partir de la canne à sucre. La molécule fortement odorante qui donne au rhum son arôme caractéristique est l'acide 2-éthyl-3-méthylbutanoïque ($C_7H_{14}O_2$).

Il existe différentes façons d'obtenir de produire du rhum à partir de la canne à sucre. Voici les principales étapes :

1. Fermentation

On peut faire fermenter le jus de canne (vesou), on obtiendra alors ce que l'on appelle le rhum agricole.

Pour l'élaboration du rhum industriel, on utilise plutôt la mélasse ou le sirop de canne comme moût.

La fermentation dure environ 48 heures, le temps nécessaire pour transformer le sucre en alcool.

Différentes levures sont ajoutées au moût pour accélérer le processus de fermentation alcoolique, mais aussi améliorer la richesse aromatique du rhum.

2. Distillation

La fermentation terminée, le moût est envoyé dans une colonne de distillation.

Le moût est alors chauffé.

Plus volatile que l'eau, l'alcool s'évapore plus facilement.

Les vapeurs alcooliques remontent la colonne et se condensent dans des plateaux perforés.

Au fur et à mesure de leur ascension dans la colonne, les vapeurs deviennent de plus en plus concentrées en alcool.

Au sommet de la colonne, on recueille finalement le rhum.

A partir d'une tonne de jus de canne, on obtient environ 70 litres d'alcool pur (rhum agricole) et 910 litres de vinasse.

En distillerie industrielle, on produit environ 300 litres d'alcool pur (rhum industriel) et 3800 litres de vinasse par tonne de mélasse.

En plus de l'odeur nauséabonde qu'elles dégagent, les vinasses peuvent constituer une source non négligeable de pollution.

A une certaine époque, la distillerie était considérée comme une annexe de la sucrerie visant à tirer profit de la mélasse.

3. Vieillissement

Dans le cas du rhum agricole, ce dernier peut porter l'appellation rhum vieux, à condition de subir une période de vieillissement d'au moins trois ans en fûts de chêne.

Annexe 5 : La bagasse

La bagasse est le résidu fibreux de la canne à sucre passée au moulin.

Elle est composée principalement de la cellulose de la plante et d'eau.

1. Mode de production

L'industrie de la canne produit en grande quantité la bagasse, résidu de l'extraction du jus de canne pour la production de rhum ou de sucre.

On estime que la production mondiale de bagasse est d'environ 250 millions de tonnes par an.

2. Utilisation de la bagasse

Production d'énergie

On considère qu'une tonne de canne produit environ 300 kg de bagasse qui a une valeur calorifique de 7900 kJ/kg ce qui est certes inférieur à celle du bois sec (16 000 kJ/kg) mais le rythme de production de ce dernier est extrêmement plus lent.

La bagasse est utilisée comme moyen de production d'énergie dans les usines de production de rhum ou de sucre.

La performance des installations permet à certaines usines de fonctionner en autonomie énergétique.

En comparaison avec les énergies fossiles brûlées dans les usines de production d'énergie, la bagasse présente l'intérêt, d'une biomasse dépourvue de dioxyde de soufre, et ne dégageant que le CO₂ fixé par la plante lors de sa croissance.

Une exploitation rationnelle des 250 millions de tonnes de bagasse produites annuellement dans le monde pourrait économiser 50 millions de tonnes de pétrole soit environ 1,2 % de la consommation annuelle en 2003. La bagasse comme source d'énergie naturelle et renouvelable montre un bon potentiel.

A la Réunion et en Guadeloupe, des centrales charbons bagasse fournissent déjà une partie de l'électricité locale.

A Porto Rico, un programme « canne énergie » a également été mis en place.

Des variétés spéciales, riches en fibre, ont même été mises au point spécialement pour servir à la production d'électricité ou de produits chimiques.

Construction et ameublement

La bagasse permet de fabriquer un matériau de construction appelé "bagapan".

A Cuba notamment, en raison de l'embargo américain, plusieurs nouvelles applications de la bagasse ont été développées.

Les fibres sont transformées, entre autres, en papier, en carton et en panneaux agglomérés.

Chimie

Par traitement chimique, on peut aussi obtenir du furfural ($C_5H_4O_2$), un liquide incolore utilisé comme solvant ou pour la synthèse de laques et de résines.

Des dérivés du furfural, comme les polyols furaniques, peuvent même servir à produire de la mousse isolante pour l'industrie du bâtiment, aussi bien que des agglomérants pour les sables de fonderie

Sur les tiges, il y a une cire qui peut être récupérée par l'industrie cosmétique et par l'industrie pharmaceutique, cette cire a des qualités proches de celles du carnauba; aussi source d'alcools primaire aliphatiques à très longues chaînes appelés "policosanol" qui entre dans la composition des anti-cholestérols

Ces cires se retrouvent dans les déchets de sucrerie (boues de défécation) et de distillerie (vinasses). Etc.

Annexe 6 : Définition d'un moulin

- **Un outil, un mécanisme, un moteur.**

Lorsque l'outil est composé de plusieurs pièces travaillant ensemble et souvent assemblées, on parle de mécanisme: le moulin à bras et le métier à tisser sont des mécanismes.

Ce n'est que lorsqu'un moteur met en mouvement le mécanisme pour assurer un travail qu'on parle de machine ; il faut alors placer, entre la force fournie par l'énergie et l'outil assurant le travail, un dispositif d'entraînement ou de transmission.

- **Le levier**

Le levier est un multiplicateur de l'effort initial permettant un travail supérieur, au-delà du point d'appui ; on peut donc définir la roue motrice comme un levier à bras pivotant sur 360° autour d'un axe. C'est le cas d'une roue à poignée ou à manivelle : la force appliquée par les bras décrit un cercle complet autour de l'essieu ou arbre.

- **Pas de moulin sans roue**

Le mouvement circulaire est tout à la fois le moteur et l'action du moulin.

Dans tout moulin, quel qu'il soit, il y a d'abord et avant tout une roue et un mouvement circulaire.

La roue et le système d'interaction de roues qu'on appelle engrenage sont la condition technique qui rend possible la transformation de la force de l'énergie en travail d'écrasement ou de broyage. Une fois créés les outils qui accomplissent le travail (les rouleaux broyeurs), il a suffi de combiner des dispositifs mécaniques élémentaires pour construire une machine capable d'extraire le jus de la canne à sucre, de "grager" du manioc ou de décortiquer du café.

Les changements opérés ensuite sont liés

- Au choix de la source d'énergie
- A l'introduction de matériaux nouveaux

Mouvement du broyeur

Les moulins à canne comportent trois rouleaux mobiles maintenus côte à côte par un châssis fixe. Le rouleau menant reçoit le mouvement de l'arbre moteur et le transmet aux deux rouleaux menés par un engrenage de roues dentées appelées hérissons. Le hérisson du rouleau central s'engrène dans ceux des deux rouleaux latéraux, et les fait tourner en mouvement inverse.

La canne est introduite entre les deux premiers rouleaux puis réintroduite entre les deux derniers pour parfaire l'extraction du jus.

Elle est écrasée et le jus sucré ou vesou est ainsi séparé de la fibre ou bagasse. Le vesou tombe sur la table du moulin et coule par gravité vers une gouttière puis une conduite qui le dirige vers la sucrerie.

Les trois rouleaux en bois ont été placés d'abord verticalement en ligne, puis, beaucoup plus tard, horizontalement en triangle.

- Mouvement des moteurs

Le mouvement de rotation est transmis par des axes et par des engrenages jusqu'aux rouleaux broyeurs. Entre les ailes ou la roue à aubes et les rouleaux broyeurs, il y a double transformation du mouvement par des engrenages dit à l'époque "à lanterne" :

- transformation de la direction du mouvement par le renvoi d'angle
- transformation de la vitesse du mouvement par la différence de nombre de dents et de diamètre entre les roues dentées.

Par exemple pour les moulins à vent du Nouveau Monde : les ailes poussées par le vent font tourner un arbre qui entraîne une petite roue à alluchons (chevilles de bois taillée en forme de dent); ces chevilles s'engrènent dans celles d'une roue horizontale beaucoup plus grande, solidaire du rouleau broyeur central.

Un détail important :

Dans le moulin européen à meules, les mécanismes d'engrenage accroissent la vitesse des meules quand celles-ci sont de petite taille et que l'échauffement n'est pas à craindre.

Dans le moulin broyeur du Nouveau Monde, les mécanismes d'engrenage sont inversés et sont donc conçus pour ralentir le mécanisme broyeur au profit d'un "couple" beaucoup plus important, en effet l'écrasement d'une tige de canne qui passe de 15 mm à 1 mm demande une grande force mais heureusement n'exige pas de vitesse de passage ce qui fait que ces moulins sont adaptés à la traction animale et aux sources d'énergie modeste ce qui était le cas à l'époque coloniale et est encore le cas là où l'énergie est chère et aléatoire.

Annexe 7 : Alcools de canne à sucre

Christian Goguet – Architecte, frère de la côte

SUCRE DE CANNE

Dans son Livre des Merveilles, Marco Polo avait noté qu'on faisait une boisson alcoolisée en Orient, « ils font du vin de sucre fort bon qui fait devenir ivre promptement », avec la canne à sucre, « roseau qui donne du miel sans le concours des abeilles ».

La canne à sucre est une graminée vivace, récoltée de février à mai, qui se reproduit sans dégénérer pendant à peu près 6 ans.

La tige est coupée au raz du sol, car la partie basse est plus riche en sucre, alors que la tête, appelée « bout blanc », est jetée.

Au plus tard 36 heures après sa coupe, la canne doit passer au moulin, car la chaleur active sa fermentation, ce qui rend plus difficile l'extraction du sucre.

Le sucre blanc cristallisé est apparu en Europe de l'ouest au XIV^e siècle, venant d'orient et apporté d'Alexandrie par les Génois.

Considéré à cette époque comme une préparation pharmaceutique, seuls les apothicaires avaient le droit de le vendre, il était classé parmi les épices au même titre que le poivre et le sel.

Christophe Colomb s'était beaucoup familiarisé avec le commerce du sucre puisqu'il avait été envoyé à Madère de 1478 à 1483 comme « spéculateur » en sucre pour le compte d'une maison de commerce de Gênes.

Donc lorsque, parlant des nouvelles terres, il faisait allusion aux « épices », il pensait au sucre et la Reine Isabelle aussi.

Les premiers plants de canne à sucre furent apportés aux îles d'Amérique dès, son deuxième voyage en 1493, avec inévitablement l'intention d'utiliser la main d'œuvre « indienne » pour l'extension de cette culture.

ALCOOLS DE CANNE

César de Rochefort écrivit dans la première moitié du XVII^e siècle :

« On tire un excellent vin de ces précieux roseaux qui donnent le sucre.

Et c'est le breuvage le plus estimé (par les Européens) qui se fasse aux Antilles.

On le nomme vin de cannes et il a un secret particulier pour le faire.

Le suc de ces roseaux s'exprime dans un moulin dressé tout exprès pour cet usage.

Et puis, on le purifie avec le feu, dans de grandes chaudières, il peut se conserver longtemps en sa bonté.

Il a une douceur et une certaine pointe qui le feraient presque passer pour du vin d'Espagne.

Au Mexique, les espagnols tiraient par distillation du vin de canne, une eau de vie qu'ils nommaient « Aguardiente de cana » (Eau ardente de canne).

Le père du Tertre situa la naissance de l'alcool de canne directement distillé entre 1640 et 1667 aux Antilles.

On appellera cet alcool « tafia » ou « guildive ».

Ce dernier mot, qu'ailleurs certains prétendent disparu du vocabulaire, est toujours utilisé en Haïti pour désigner la distillerie qui, à l'époque, était la « vinaigrerie », car elle appartenait alors à la puissante corporation des vinaigriers. »

L'Eau-de-vie qu'on tire des cannes est appelée guildive.

Les indiens et les nègres l'appellent « tafia », elle est très forte, et a une odeur désagréable et de l'âcreté à peu près comme l'eau-de-vie de grain, qu'on a peine à lui ôter », explique le père Jean-Baptiste Labat.

Les premiers flibustiers et boucaniers ne connurent pas l'alcool de canne.

Jusqu'à la deuxième moitié du XVII^e siècle, les Européens faisaient venir de l'eau de vie de raisin ou du « rossol », boisson alcoolisée faite d'eau de vie, de sucre et d'aromates.

Selon son rapport concernant son voyage à l'île de la Tortue et à Saint Domingue en 1646, le capitaine Lesbahy, venant de Dieppe, transportait cet alcool.

Mais il ne fait aucune mention de la présence d'un autre alcool de canne issu de ces îles.

En tout cas, on ne parlait pas encore du rhum et aucun de ces alcools n'en portait le nom.

Le chirurgien Exmelin note à propos de la capture par les Espagnols de Bertrand d'Ogeron, gouverneur de l'île de la Tortue et de son séjour à Porto Rico en 1668 : Sur ces entrefaites, ils (les flibustiers du gouverneur) donnèrent dans une embuscade de six mille espagnols qui s'étaient cachés dans un bois après tous enivrés d'une boisson appelée « guilledine », faite avec du jus de canne à sucre, et beaucoup plus forte que notre eau-de-vie, car ils n'osent jamais attaquer de sang froid les aventuriers.

MELASSE

Stedman décrit ainsi une installation : « Près du moulin, un atelier bâti en briques, où sont de grands chaudrons de cuivre, dans lesquels on fait bouillir le sucre liquide ; ils sont ordinairement au nombre de cinq.

Vis-à-vis sont les rafraîchissoirs ; ce sont de grands récipients de bois carrés dont le fond est plat, dans lesquels on dépose le sucre au sortir de la chaudière pour y refroidir, avant de le mettre dans les barriques.

Celle-ci sont posées près des rafraîchissoirs, sur de fortes solives cannelées, qui reçoivent la mélasse quand elle tombe du sucre, et la conduisent, par leurs canaux, dans une citerne carrée creusée en dessous.

L'atelier pour la distillation est auprès de celui-ci ; on y tire de l'écume, de la liqueur, une espèce de rhum, le Kill-devill. »

Depuis, cette mélasse était transformée à la sortie de la sucrerie, ou bien était exportée.

On utilisait un bateau à mélasse, grande barque à deux rames qui allait chercher cette espèce de pâte sucrée dans les plantations, et la conduisait à bord des vaisseaux devant la transporter aux îles pour en faire du Kill-devill, ou en Amérique du Nord pour faire du rhum.

« KILL DEVIL »

La mélasse est le résidu sirupeux de la cristallisation du sucre de canne.

Pendant longtemps on ne sut qu'en faire jusqu'à ce que quelqu'un pense y ajouter de l'eau pour la mettre à fermenter.

Les Anglais semblent être les premiers qui, à partir de la mélasse ont produit un alcool à très haut degré, probablement à 70%, ce qui fit dire à ceux qui la goûtèrent la première fois : « It is a Kill devil ! ».

Le capitaine anglais Jean-Gabriel Stedman observa en 1772 au Surinam : « Le Kill devil (mot qui veut dire : tue diable) est une espèce de rhum qu'on retire de l'écume et du marc de sucre.

Cette boisson est fort commune dans cette colonie, et c'est la seule qu'on y permette aux nègres.

L'économie porte plusieurs des Européens à ne faire usage que de celle-là ; mais c'est à peu près un poison lent pour eux.

Les nègres n'en sont jamais incommodés ; au contraire, il leur est très nécessaire et très bon, surtout dans la saison des pluies. »

Il semble que le mot « guildive » soit une déformation phonétique de « Kill devil ».

Certains Français prétendaient que « guildive » venait des vieux mots français « guiller », signifiant fermenter et de « dive » ou divine, dans le sens rabelaisien de la « dive bouteille »....Cela est moins sûr.

Guiller ; Verbe : ce dit de la bière qui pousse la levure au dehors du fût. Marcel Lachivier. Dictionnaire du monde rural : les mots du passé.

TAFIA

Le père Labat observait en 1698, avec une certaine mauvaise langue : « L'eau-de-vie que l'on fait aux îles avec les écumes et les sirops du sucre n'est pas une boisson la moins en usage.

On l'appelle guildive ou tafia. Les sauvages (Les Amérindiens), les nègres, les petits habitants et les gens de métier n'en cherchent point d'autre et leur intempérance sur certains articles ne peut se dire ; il leur suffit que cette liqueur soit fort violente et de bon marché.

Il leur importe peu qu'elle soit rude et désagréable.

Le mot tafia serait tiré de ratafia (lequel venant du latin « rata fiat » signifiant « que le marché soit tenu », mot qui au XVIIe siècle était équivalent de « à la bonne santé ». A l'origine se sont les Anglais qui disaient « tafia » lorsqu'ils portaient un toast.

« On en porte quantité aux Espagnols de la Côte de Caracas, de Carthagène, des Honduras et des grandes îles : ils y mettent aucune différence d'avec celle qui est faite de vin, pourvu qu'elle soit dans des bouteilles de verre d'Angleterre bien bouchées et liées avec du fil de cuivre, ou dans des canevettes de Hollande de dix ou douze flacons.

Les Anglais en consomment aussi beaucoup, et ne sont pas plus délicats que les Espagnols ; ils ont inventé deux ou trois sortes de liqueurs, dont l'usage et l'abus sont passés chez nos Français, toujours très ardents imitateurs de ce qu'ils voient de mauvais chez nos voisins ».

Et lorsqu'on doit en assurer la production, il ajoute : « on met plutôt une femme qu'un homme à faire l'eau-de vie, parce qu'on suppose qu'une femme est moins sujette à boire qu'un homme ».

RHUM

Donc petit à petit l'alcool de canne se raffine.

Les Anglais l'avaient d'abord appelé « Eau de Barbade » du nom de l'île où ils le fabriquèrent en premier.

L'Amiral John Narborough, en visite en cette île en novembre 1687, proposa au service des victuailles des bateaux de Sa Majesté britannique de remplacer le Cognac par l'alcool de canne.

Les Anglais furent donc obligés de lui donner un nom : le Rhum était né, ou plutôt le Rum, car on ne s'explique pas encore comment le h est arrivé dans ce mot francisé.

En fait les Anglais appelleront Rhum le Tafia qui aura subi une deuxième distillation. Le mot rhum était ignoré dans les contrées occupées par les Français au XVIIe siècle.

En tout cas, aucun des écrits français des XVIIe et XVIIIe siècle, y compris ceux du Père Labat qui vécut aux îles de 1693 à 1704, ainsi que la monumentale « Description de la Partie Française de Saint Domingue » de Moreau de Saint Méry imprimée en 1789, ne rapportent le nom de rhum.

Il faut savoir que pour protéger les autres alcools français, l'importation de l'alcool de canne des Antilles fut interdite en France de 1713 à 1809.

Il y pénétra néanmoins en contrebande par l'Angleterre, avec le nom de « rhum » qui se répandit alors.

FABRICATION DES ALCOOLS DE CANNE

Il existe cinq procédés de fabrication des boissons alcoolisées tirées de la canne à sucre.

- Le vin de canne s'obtient par fermentation du jus de canne.
- L'aguardiente est produite par distillation du vin de canne.
- Le tafia ou guildive, ou rhum de mélasse, est fait à partir du résidu de la fabrication du sucre. Ce rhum s'appelle maintenant « rhum de sucrerie ». C'est aussi le rhum des îles hispanophones (Baccardi et autres).
- Le rhum agricole ou rhum de vesou ou rhum de « grappe blanche » provient directement de la canne à sucre. Le jus obtenu après broyage des tiges de canne entre 3 rouleaux de moulin s'appelle « vesou » dans les îles francophones.

Ce vesou tamisé, épuré, décanté, filtré et versé dans des cuves de fermentation donne, au bout de 36 à 48 heures, un vin alcoolique, un vin de canne appelé « grappe ».

Ce vin, distillé dans les alambics en cuivre, donnait le rhum de vesou, d'une remarquable finesse car, n'ayant subi de cuisson, ses substances aromatiques n'avaient connu aucune altération.

Actuellement les grands rhums commerciaux ne distillent plus à l'alambic et utilisent le système à colonnes.

- Le Clairin, autre alcool de canne à sucre fabriqué seulement en Haïti, est apparu au XIXe siècle, le mot venant probablement du fait que c'est un rhum éclairci par addition d'eau.

Le jus de canne directement sorti du moulin est mélangé avec 10% de sucre. On y met du levain et du sel d'ammoniac pour aider la fermentation qui dure environ deux jours jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de trace de sucre.

A la sortie de l'alambic l'alcool fait 44°, mais avant commercialisation, avec de l'eau récupérée de la distillation dite « petite eau » ou « tito », il est coupé à 50% pour ne titrer que 22°.

C'est une boisson bien râpeuse pour les jours de fête des gens de petits moyens.

Les distilleries des campagnes en Haïti emploient toujours des alambics à

cucurbite en cuivre, de type charentais (celui qui autrefois distillait le Cognac). L'alcool recueilli immédiatement à la sortie de l'alambic est un excellent rhum blanc, qui perd son arôme par l'ajout de la « petite eau » ou « tito » chargée des saveurs lourdes de la canne.

Pour le rhum comme pour tous les autres alcools à boire, la qualité dépend aussi pour beaucoup de celle de la canne, de celle du terrain sur lequel la canne a poussé et de celle de la distillation.

Le rhum incolore est appelé rhum blanc.

Le rhum ambré, vieilli dans des fûts de chêne, est néanmoins teinté avec du caramel lorsque le chêne a perdu son tanin.

AUTRES PLANTES SACCHATIFERES

La betterave vient en deuxième place dans le monde pour la production du sucre. Elle gagne actuellement dans les zones méditerranéennes son sous produit les pulpes sont bien valorisés en production animale sous forme d'ensilage ou de pulpes séchées.

Un grand nombre de **palmiers** possèdent un suc saccharifère dans leurs jeunes tissus, abondant surtout au niveau des inflorescences.

Au Cambodge, la sève produite par l'un d'entre eux (**Borassus**) sert à la fabrication du sucre.

Les sorghos sucrés peuvent servir à produire des sirops non cristallisables.

Un panicum (P.burgu) répandu dans la zone d'inondation du Niger referme du sucre dans sa tige et sert à Tombouctou, à la fabrication d'un vin consommé localement.

L'érable à sucre est localisé au Canada. Les producteurs de sirop d'érable ont développés une technologie et mis au point des équipements spécialisés. Il pourrait être intéressant de prospecter dans cette direction pour inventer de nouveaux usages de nos produits type rapadou et sirop

Le fruit du caroubier, abondant en Afrique du Nord, contient 20 à 25% de sucre et sert essentiellement à la nourriture du bétail.

Annexe 8 : Humidité de l'air.

L'air ambiant peut contenir de l'eau sous la forme de vapeur, voici un tableau qui permet de visualiser le maximum d'eau pouvant être contenu dans l'air en fonction de la température de celui-ci. Une fois cette quantité d'eau atteinte dans l'air, il est impossible que celui-ci absorbe encore de l'eau, donc l'air ne peut plus emporter d'eau sans que la température ne soit augmentée.

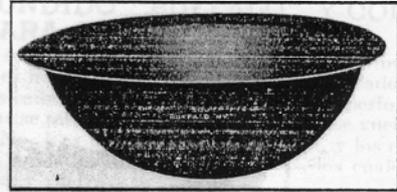
Humidité de l'air saturé en eau en fonction de la température :				
Température	Masse d'air	Masse totale	Masse d'eau	Humidité spécifique
0	1.27	1.27	0	0.004
2	1.26	1.26	0.01	0.004
4	1.25	1.25	0.01	0.005
6	1.24	1.24	0.01	0.006
8	1.23	1.23	0.01	0.007
10	1.22	1.23	0.01	0.008
12	1.21	1.22	0.01	0.009
14	1.19	1.21	0.01	0.010
16	1.18	1.2	0.01	0.012
18	1.17	1.19	0.02	0.013
20	1.16	1.18	0.02	0.015
22	1.15	1.17	0.02	0.017
24	1.14	1.16	0.02	0.019
26	1.13	1.15	0.02	0.022
28	1.11	1.14	0.03	0.024
30	1.1	1.13	0.03	0.028
32	1.09	1.12	0.03	0.031
34	1.07	1.11	0.04	0.035
36	1.06	1.1	0.04	0.039
38	1.05	1.09	0.05	0.044
40	1.03	1.08	0.05	0.050
42	1.02	1.07	0.06	0.056
44	1	1.06	0.06	0.062
46	0.98	1.05	0.07	0.070
48	0,96	1,04	0,08	0,078
50	0.95	1.03	0,08	0,088

température	Masse d'air	Masse totale	Masse d'eau	Humidité spécifique
52	0.93	1.02	0.09	0.098
54	0.91	1.01	0.1	0.110
56	0.88	0.99	0.11	0.123
58	0.86	0.98	0.12	0.138
60	0.84	0.97	0.13	0.155
62	0.81	0.95	0.14	0.174
64	0.79	0.94	0.15	0.196
66	0.76	0.93	0.17	0.220
68	0.73	0.91	0.18	0.249
70	0.7	0.9	0.2	0.282
72	0.67	0.88	0.21	0.320
74	0.63	0.86	0.23	0.365
76	0.6	0.85	0.25	0.418
78	0.56	0.83	0.27	0.482
80	0.52	0.81	0.29	0.560
82	0.48	0.79	0.31	0.656
84	0.43	0.77	0.34	0.778
86	0.39	0.75	0.36	0.938
88	0.34	0.73	0.39	1.153
90	0.29	0.71	0.42	1.459
92	0.23	0.68	0.45	1.929
94	0.18	0.66	0.48	2.734
96	0.12	0.63	0.51	4.430
98	0.05	0.6	0.55	10.290
100	0	0.57	0.57	Infini

PAILAS SQUIER Y PARRILLAS

PAILAS DE ACERO "BUFFALO"

ENORMES prensas hacen estas pailas "Buffalo" de una sola pieza de acero. Las planchas de acero gruesas son primeramente calentadas hasta llegar a la temperatura propia para forjar, y cuidadosamente prensadas para darles la forma final que es un acabado perfecto. Estas pailas son pesadas, irrompibles, uniformes en espesor, perfectamente pulidas y por lo tanto fácilmente limpiables. Debido a las grandes cantidades que hacemos de estas pailas las vendemos a un precio muy bajo.

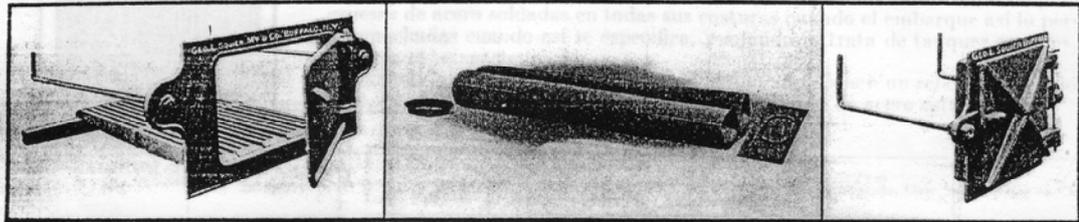


Las capacidades que se indican abajo son por la fuente propiamente dicha, y cuando se llenan al extremo del tope llevan el 15% adicional.

Si se ordenan dos o mas pailas es conveniente empacar una dentro de otra para reducir el flete. Este empaque lo hacemos por un pequeño aumento de precio.

ESPECIFICACIONES

Capacidad Galones	Grueso de la Plancha de Acero, Pulgadas	Diámetro Pulgadas	Hondo Pulgadas	Contenido Aproximado en Pies Cúbicos, Flete por Medida	Nombre en Clave
30	1/2	32	13 1/4	18	SUWEL
50	1/4	38	15 1/2	25	SUWON
75	1/4	43 3/4	18 1/4	40	SUXAL
100	1/4	47 1/2	20	52	SUXEM
150	3/8	55	22	81	SUXOP



ESPECIFICACIONES

Herrajes para Construir Fornallas de Ladrillo Para las Evaporadoras a Fuego Directo "Erie" y "Americana"

No.	Marco y Puerta de Hornalla			Parrillas Incluyendo Dos Barras de Soporte				Chimenea de Acero con Asiento de chimenea				Puertas de Limpieza y Ceniza		Nombre en Clave para Registro y Cadena para Chimenea de Ladrillo	
	Abertura Pulgadas	Peso Aprox. de Embarque Libras	Nombre en Clave	Barras por Juego	Ancho Pulgs.	Largo Pulgs.	Peso Aprox. de Embarque por Juego Libras	Nombre en Clave	Diám. Pulgs.	Largo Pies	Peso de Embarque Libras	Nombre en Clave	Tamaño de la Abertura Pulgs.		Nombre en Clave
1	12 x 19 1/2	65	SWUYW	2	10 1/8	29 3/4	95	TAAKP	14	8	125	TAAXC	9 3/4 x 9 3/4	TADUG	TAMAK
2	12 x 19 1/2	65	TAABG	2	10 1/8	29 3/4	95	TAALR	14	10	150	TAAZF	9 3/4 x 9 3/4	TAEBH	TAMEL
3	12 x 19 1/2	65	TAACH	2	10 1/8	35 3/4	105	TAAMS	14	12	175	TABAY	9 3/4 x 9 3/4	TAECJ	TAMIM
4	12 x 19 1/2	65	TAADJ	2	10 1/8	35 3/4	115	TAANT	14	14	200	TABEZ	9 3/4 x 9 3/4	TAEDK	TAMON
5	12 x 19 1/2	65	TAAFK	2	10 1/8	35 3/4	115	TAAPV	14	16	225	TABIB	9 3/4 x 9 3/4	TAEFL	TAMUP
6	13 1/4 x 27 1/2	240	TAAHM	5	6 3/4	48	615	TAATY	20	17	660	TABUD	9 3/4 x 9 3/4	TAEHN	TANEM
8	13 1/4 x 27 1/2	240	TAAJN	5	6 3/4	48	615	TAAVZ	20	22	700	TACAZ	9 3/4 x 9 3/4	TALIL	TANIN

ESPECIFICACIONES

Herrajes para Construir Fornallas de Ladrillo Para Trenes de Pailas tipo "Jamaica" para Pailas de Acero "Buffalo"

Cap. Gal.	Marco y Puerta de Hornalla			Parrillas Incluyendo Dos Barras de Soporte				Chimenea de Acero con Caperuza y Asiento				Puertas de Limpieza y Ceniza		Nombre en Clave para Registro y Cadena para Chimenea de Ladrillo	
	Abertura Pulgadas	Peso Aprox. de Embarque Libras	Nombre en Clave	Barras por Juego	Ancho Pulgs.	Largo Pulgs.	Peso Aprox. de Embarque por Juego Libras	Nombre en Clave	Diám. Pulgs.	Largo Pies	Peso de Embarque Libras	Nombre en Clave	Tamaño de la Abertura Pulgs.		Nombre en Clave
350	23 1/2 x 13 3/4	130	TANUR	6	4 1/8	36 3/8	360	TAOGP	16	36	400	TAOMW	9 3/4 x 9 3/4	TAOTC	TAPEN
370	23 1/2 x 13 3/4	130	TAOBK	6	4 1/8	36 3/8	360	TAOHR	16	36	400	TAONX	9 3/4 x 9 3/4	TAOVD	TAPIP
400	23 1/2 x 13 3/4	130	TAOCL	7	4 1/8	36 3/8	400	TAOJS	18	36	600	TAOPY	9 3/4 x 9 3/4	TAOXG	TAPOR
500	23 1/2 x 13 3/4	130	TAODM	8	4 1/8	36 3/8	450	TAOKT	18	36	600	TAORZ	9 3/4 x 9 3/4	TAOZJ	TAPUS

NOTA: Se suministran pernos de ancla con todos los marcos para puertas de hornalla especificadas arriba.

Action de la chaux sur les jus de canne.

La chaux agit chimiquement sur les jus sucrés.

- La chaux réagit chimiquement avec les jus ce qui a pour effets d'éliminer les acides organiques des jus devenus sous la forme de leurs sels insolubles, c'est le cas de l'acide oxalique et de l'acide tartrique dont les sels de chaux sont insolubilisés.
- La chaux coagule les matières albuminoïdes.
- Une partie des matières pectiques et des matières colorantes sont détruites ou insolubilisées

La chaux apporte principalement un effet d'épuration physique.

- La chaux forme des boues principalement aux matières précipitées.
- La chaux forme un précipité qui enrobe les impuretés physiques et les entraîne avec elle.

La qualité de la chaux.

- une bonne chaux doit doser 90 à 95 % de CaO.

Utilisation de la chaux.

- La meilleure façon d'utiliser la chaux est de l'utiliser sous la forme d'un lait de chaux
- Le lait de chaux se fabrique en délayant la chaux pulvérulente ou la chaux vive en morceaux dans de l'eau ; le bon lait de chaux doit avoir un degré Baumé de 15%.
- Le bon mélange pour obtenir 15° Baumé à une densité de 1,116 et 148 grammes de CaO par litre est approximativement le suivant: quinze kilogrammes de chaux vive pour cent litres d'eau.

Chaulage des jus ou défécation.

Le vesou au sortir du moulin est à un pH voisin de 5,5

Le chaulage des jus de canne—vesou—vise à augmenter le pH des jus pour le porter à un taux moyen de 7,2.

Mettre trop de chaux (pH de plus de 7,1 à 7,5), a l'inconvénient de rendre la cristallisation plus longue et allonge le temps de cuite de 20%.

Travailler sur des jus acides, c'est prendre le risque d'une inversion plus grande des sucres et donc d'une proportion plus grande de sucre non cristallisé dans le rapadou

Ces informations, inutiles aujourd'hui, peuvent un jour vous aider à comprendre ce qui serait non interprétable sans elles.

Annexe 9 : Transport et installation des cuves

Le transport des cuves depuis leur lieu de réception, peut être une opération relativement difficile pour les cuves en fonte qui sont très lourdes et peu résistantes aux chocs, en effet, la coulée de cuves en fonte n'est guère réalisable dans des épaisseurs de moins de 12 mm et aucune cuve ancienne ne résiste au choc n'étant pas coulée en fonte à graphite sphéroïdale ou en acier.

Les cuves en acier ne posent pas tous ses problèmes, résistantes au choc, elles peuvent être basculées du camion sur un vieux pneu sans grand risque de dommage si leur paroi est de plus de 8 mm d'épaisseur et de toutes les façons en cas de dommage elles peuvent être réparées par martelage et ou soudure.

Les cuves en acier peuvent être munies à leur partie inférieure d'un anneau, en forte tôle d'acier soudé à même le fond qui permet le remorquage sur le sol par une paire de bœuf. Précaution à prendre il faut des boeufs bien dociles et n'étant pas effrayer par le bruit.

Montage des cuves dans le foyer,

Les cuves sont lourdes, aussi pour les lever faudrait-il disposer d'un engin de levage type trépied, encore faudrait-il disposer de la hauteur indispensable pour le dresser ce qui ne sera pas le cas lors d'un travail sous un toit.

Je vous propose donc une autre solution:

- en lisant le plan d'installation déterminer à quelle hauteur le fond doit il être par rapport au sol.
- connaissant cette hauteur, il faut construire un petit plan incliné en terre aboutissant a une petite plateforme bien dressée et damée sur la quelle par ripage l'on va faire monter la cuve attachée à son anneau de traction en la faisant tiré par une paire de bœuf docile et obéissant ou en lui faisant faire mouvement avec quatre ou cinq fort garçon capable d'unir leurs efforts.
- bien mise à plat, la rampe détruite, la cuve est prête à recevoir à sa périphérie les murs qui vont clorent le foyer et assurer son support. Devant la cuve des bonnes argiles à briques vont délimités et construire le

cendrier et le support des grilles. le reste se fera de façon traditionnelle en suivant les plans ou tout au moins en respectant l'esprit du travail.

Pas d'investissement inutile les premières économies, c'est l'argent que l'on ne dépense pas

- le but à atteindre une installation ne consommant pas de bois, des possibilités de régler la production de chaleur, par le tirage réglable d'une cheminée, des porte foyer et de cendrier avec des registres de réglage. L'aménagement d'une large zone où la chaleur récupérée au foyer est utilisée pour sécher la bagasse et en améliorer la valeur calorique.

Il ne faut pas oublié que dans les installations mono ou même bi cuve la récupération des calories exagérément produites au foyer n'est pas récupérable dans les cuves en phase de réchauffage et que pour éviter de trop forts gaspillages, les réglages et le séchage de la bagasse sont les seules issues.

- nous voyons ici qu'une nouvelle culture est indispensable pour les gérants et opérateurs de la filière; on ne peut pas demander à des personnes de changer leurs habitudes s'il n'y a pas à leurs yeux matière à le faire.

Annexe 8 : Bibliographie

- Diderot et D'Alembert, « **L'encyclopédie** », INTER-LIVRE [1994] ;
- <http://aecp-haiti.org>
- <http://fr.wikipedia.org>
- La sucrerie de cannes E Hugot Dunod
- la canne à sucre par R Fauconnier Maisoneuve et Larose
- L'agronomie tropicale octobre 64 C. André et R. Fauconnier
- Roger Loozen, « **Le sucre de canne rendu aux paysans** », MISEREOR
1993;
- Transformation de la canne à sucre- Diagnostic général de la filière
Frisner Pierre et Paul Duret. 1997
- Sucre de canne -dossier technique Ludo Baeten 1983
- Mémento de l'Agronome: Ministère de la coopération au développement
France
- Les principales cultures en Afrique centrale René Vandenput Coopération
Belgique 1981
- R.P. Jean Baptiste Labat, « **Voyage aux îles de l'Amérique – Antilles
(1603– 705)** », SEGHER [1979] ;
- Robert Perrin, Jean-Pierre Scharff, « **Chimie industrielle** », MASSON [1997] ;
- www.codeart.org
- www.moulins-de-martinique.asso.fr