Guide d'utilisation de la canne à sucre et de ses coproduits en alimentation animale : A l'usage des producteurs agricoles et techniciens

Harry Archimède, Gary Garcia, Xavier Xande, Jean-Luc Gourdine, David Renaudeau, Edouard Despois, Caroline Anais, Ode Coppry, Jérôme Fleury, Maurice Mahieu, et al.

▶ **To cite this version:**

Harry Archimède, Gary Garcia, Xavier Xande, Jean-Luc Gourdine, David Renaudeau, et al.. Guide d'utilisation de la canne à sucre et de ses coproduits en alimentation animale : A l'usage des producteurs agricoles et techniciens. , 78 p., 2008. hal-02823495

HAL Id: hal-02823495
https://hal.inrae.fr/hal-02823495

Submitted on 6 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Guide d'utilisation de la canne à sucre et de ses coproduits en alimentation animale

A l'usage des producteurs agricoles et techniciens

Harry ARCHIMEDE et Gary GARCIA

Avec la participation de

Xavier XANDE, Jean Luc GOURDINE, David RENAUDEAU, Edouard DESPOIS, Caroline ANAIS, Ode COPPRY, Jérôme FLEURY, Maurice MAHIEU, Marilyne BOVAL, Gisèle ALEXANDRE, Rémy ARQUET et Eliel GONZALES-GARCIA

THE UNIVERSITY OF THE WEST INDIES
AT ST. AUGUSTINE, TRINIDAD AND TOBAGO

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT

INRA

Guide d'utilisation de la canne à sucre et de ses coproduits en alimentation animale

A l'usage des producteurs agricoles et techniciens

Harry ARCHIMEDE et Gary GARCIA

Avec la participation de

Xavier XANDE, Jean Luc GOURDINE, David RENAUDEAU, Edouard DESPOIS, Caroline ANAIS, Ode COPPRY, Jérôme FLEURY, Maurice MAHIEU, Marilyne BOVAL, Gisèle ALEXANDRE, Rémy ARQUET et Eliel GONZALES-GARCIA

AVANT PROPOS

Ce « guide à l'usage des éleveurs » a pour objectif de donner des repères sur l'utilisation d'aliments non conventionnels, adaptés à la diversité des situations de chaque exploitation agricole. Les pratiques doivent être ajustées en fonction des réalités des exploitations agricoles et de l'évolution des connaissances.

Ce guide propose des repères sur des utilisations possibles de la Canne à Sucre entière et ses co-produits (Bagasse, Pailles, Amarre, Jus, Mélasse) en Alimentation Animale (Porcs et Ruminants). Cette première version n'est volontairement publiée qu'en 1000 exemplaires (500 en version française, 500 en version anglaise). La seconde version sera enrichie par les remontées de terrain.

Ce guide est issu de la synthèse de travaux de recherche d'accompagnement réalisés dans le cadre de 3 projets conduits par l'INRA : Appui au Secteur Elevage de la Martinique 2001-2006 (Fonds FEOGA et Région Martinique) ; Elevage Alternatif 2001-2006 (Fonds FEOGA et Région Guadeloupe) ; Interreg Caraïbe Valorisation de la Canne en Alimentation Animale (Fonds régional de Coopération Guadeloupe, Fonds FEDER, Régions Guadeloupe Martinique et Guyane). Que nos financeurs trouvent ici une matérialisation de leurs investissements pour le développement. En plus des expérimentations conduites, ces projets ont permis de mobiliser des experts mondiaux sur l'utilisation de la canne à sucre en alimentation animale. Leur expérience a aussi été mise à profit dans ce guide tout en essayant de rester dans le contexte de nos agricultures.

Beaucoup de scientifiques, techniciens, administratifs, éleveurs ont contribué à ce guide. Ils ne seront pas tous cités pour ne pas en oublier. Toutefois, parmi les collaborateurs, nous tenons à remercier en particulier :

- Les chercheurs Cicero LALLO de l'Université des West Indies à Trinidad, Floyd NECKLES du Sugar Feed Centre de Trinidad, Reg PRESTON et Lylian RODRIGUEZ de l'UTA Foundation en Colombie
- Les techniciens et administratifs de l'INRA (Unité de Recherches Zootechniques, Plateforme Tropicale d'Expérimentation sur l'Animal, Services Déconcentrés d'Appui à la Recherche).
- Les nombreux agents temporaires qui ont participé au projet : Félix QUENAIS, Christelle BENOIST, Valérie GAUTHIER, Libby ONIEKA, Caroline ASSOUMAYA, Moise MAGDELEINE, Audrey FANCHONE, Séverine D'ALEXIS, Léticia LIMEA.

SOMMAIRE

AVANT PROPOS 6

RAPPELS SUR LA VALEUR DES ALIMENTS ET L'ALIMENTATION DES ANIMAUX D'ÉLEVAGE

1. Rappels sur l'alimentation des animaux d'élevage 12

1.1. Les besoins des animaux

1.1.1. Les nutriments énergétiques

1.1.2. Les nutriments plastiques

1.1.3. Les nutriments « catalyseurs »

1.2. Les principales différences entre polygastriques et monogastriques

2. Formulation des rations 14

2.1. Généralités

2.2. Formulation de rations de ruminants

3. Valeur des aliments 15

3.1. La fibrosité de l'aliment

3.2. La valeur azotée

3.3. La valeur énergétique

LA CANNE À SUCRE DANS L'ALIMENTATION ANIMALE : CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

1. La canne à sucre, une ressource de choix en alimentation animale 20

2. Stratégie d'utilisation de la canne à sucre 20

3. Utilisation de la canne à sucre dans l'alimentation animale 21

4. Contraintes des aliments canne 22

4.1. Complémentation des aliments pour les ruminants

4.2. Complémentation des aliments pour les porcs en croissance

LA CANNE DANS L'ALIMENTATION DES RUMINANTS

1. La canne broyée 28

1.1. Considérations générales

1.2. Quelques rations à base de canne entière

2. Rations à base de têtes de canne (amarres) 35

3. La bagasse 36

4. La mélasse 38

LA CANNE À SUCRE DANS L'ALIMENTATION DES PORCS

1. Principe de base de nutrition du porc 42

2. Les produits de la canne 43
- 2.1. Jus de canne dans l'alimentation des porcs
- 2.2. La Mélasse dans l'alimentation des porcs
- 2.3. La Canne broyée dans alimentation des porcs

LA CANNE À SUCRE DANS L'ALIMENTATION DES VOLAILLES

1. Les produits de la canne dans l'alimentation des volailles 52

LES ALIMENTS COMPLÉMENTAIRES DE LA CANNE DISPONIBLES À LA FERME

1. Le Manioc 58

2. La Patate douce 60

3. Les légumineuses herbacées 62

4. Les pois 63

5. Les arbres fourragers 64

ELÉMENTS D'ORGANISATION DE L'EXPLOITATION AGRICOLE À BASE DE CANNE À SUCRE

1. Considérations générales 70

2. Assolement, rotation et choix des cultures 70

3. Fractionner la canne afin de valoriser au mieux les différentes composantes 70

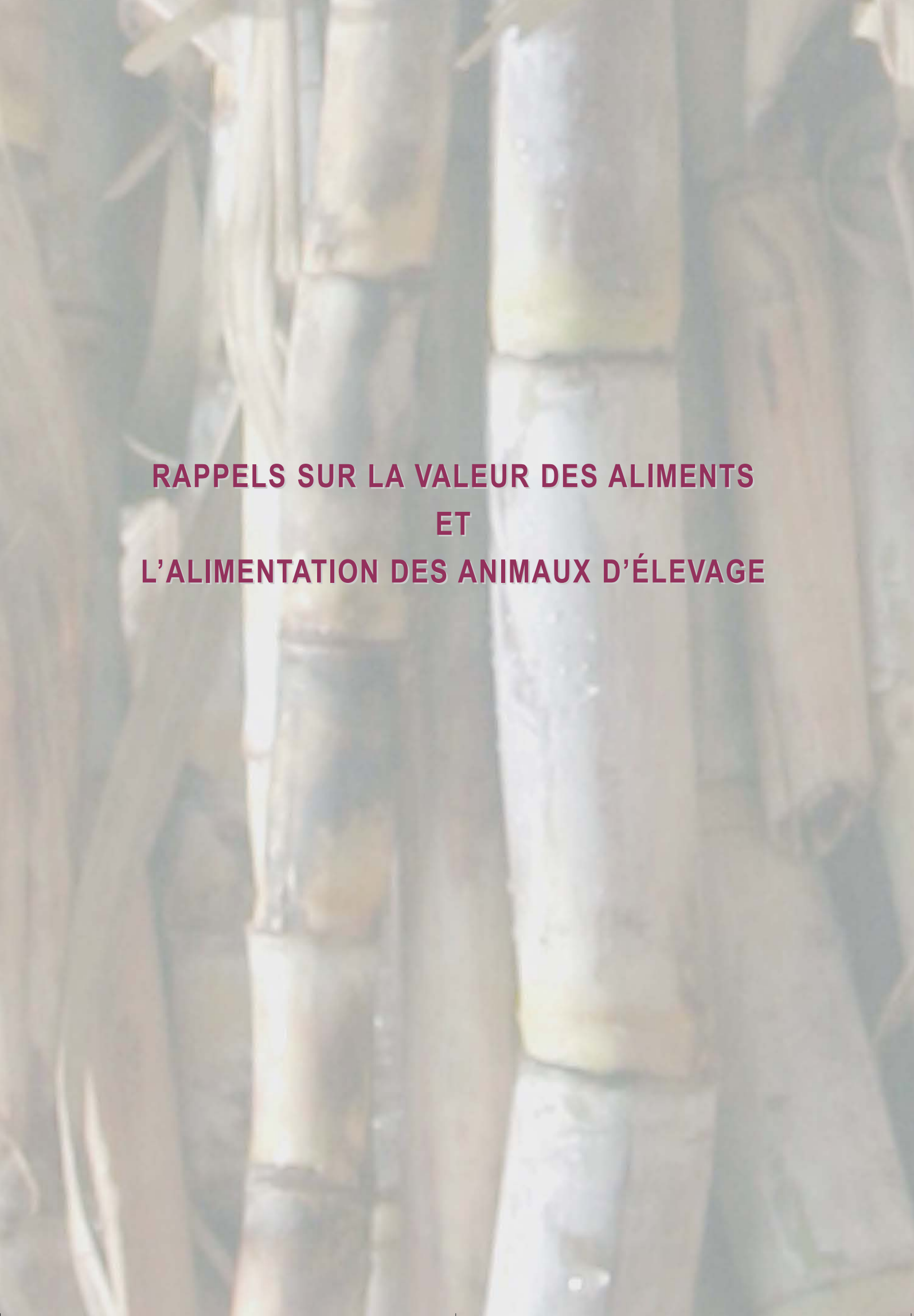
4. Valoriser les races locales 70

5. Accroître l'autonomie énergétique de l'exploitation 71

6. Stocker les ressources disponibles de façon saisonnière 72
- 6.1. Considérations générales
- 6.2. L'ensilage

BIBLIOGRAPHIE 76

CONTACTS 78



RAPPELS SUR LA VALEUR DES ALIMENTS ET L'ALIMENTATION DES ANIMAUX D'ÉLEVAGE

1. Rappels sur l'alimentation des animaux d'élevage

1.1. Les besoins des animaux

Les besoins des animaux d'élevage sont généralement divisés en **besoins d'entretien** et **besoins de production**. Les besoins d'entretien sont les quantités d'énergie, protéines, minéraux et vitamines minimales nécessaires au métabolisme de base de l'animal : renouvellement des cellules, tonus musculaire, fonctionnement des organes vitaux, synthèse d'enzymes et d'hormones. **Les besoins de production** concernent ces mêmes éléments et permettent la croissance et l'engraissement (production de viande), la production de lait, le travail (animaux de trait). Pour couvrir leurs besoins, les animaux utilisent des nutriments qu'ils extraient des aliments suite à leur ingestion et digestion. Les nutriments peuvent être classés suivant 3 groupes en fonction de leur utilisation préférentielle par l'animal.

1.1.1. Les nutriments énergétiques

Ils sont utilisés pour produire l'énergie dont l'animal à besoin. La nature de ces nutriments varie en fonction des espèces animales. **Le glucose** représente le principal nutriment énergétique chez les monogastriques (Porc) alors que ce sont les **acides gras volatils** (AGV) qui prédominent chez les ruminants. Ces derniers ont cependant aussi des besoins de glucose qu'ils synthétisent à partir de précurseurs (certains AGV). Les **lipides** (matières grasses) sont aussi utilisés comme sources énergétiques quand ils sont abondants dans l'aliment. Quand l'animal ne dispose pas de suffisamment de nutriments énergétiques dans son alimentation, il mobilise les lipides et les protéines des réserves corporelles comme sources d'énergie, d'où un amaigrissement et une fonte de sa masse musculaire.

Dans l'alimentation des monogastriques (porcs) et secondairement celle des polygastriques (bœuf, cabri, mouton..), ce sont les ingrédients riches en amidon (céréales, tubercules, fruits) et en sucre (jus de canne, mélasse) qui apportent le glucose. Les sources principales d'acides gras volatils chez les polygastriques sont les fibres végétales.

1.1.2. Les nutriments plastiques

Les nutriments plastiques constituent la « structure » de la matière vivante, des matières produites (lait, viandes, os, hormones, enzymes…). Parmi les nombreux nutriments plastiques, il y a l'eau, les acides aminés, les minéraux, les lipides (acides gras). L'eau, les acides aminées (constituants élémentaires des protéines) et dans une moindre mesure les acides gras sont les principaux constituants de la viande et du lait. Les minéraux sont les principaux constituants des os.

Les acides aminés sont présents en quantité importante dans les ressources végétales riches en matières azotées (graines et feuilles de légumineuses, tourteaux,…). Les minéraux sont aussi très bien représentés dans les végétaux et leurs organes de stockage (fruits, tubercules…). Les acides aminés sont variés (une vingtaine). Certains (acides aminés essentiels) ne peuvent pas être synthétisés par les monogastriques et doivent donc être apportés par l'alimentation. En conséquence, l'équilibre en acides aminés (le profil) des aliments relativement aux besoins des animaux est important pour une bonne production. Ce critère est d'autant plus important que des performances élevées sont recherchées.

1.1.3. Les nutriments « catalyseurs »

Les nutriments « catalyseurs » sont des facilitateurs qui permettent à la machinerie biologique de fonctionner. C'est la « graisse du moteur ». Les vitamines, certains minéraux souvent présents en faibles quantités dans les vieux fourrages, la canne à sucre, sont les principaux catalyseurs. Ils sont abondants dans les jeunes « produits végétaux ».

1.2. Les principales différences entre polygastriques et monogastriques

Les animaux d'élevage sont des transformateurs de biomasse végétale. La capacité digestive des animaux, la nature et la quantité de produits terminaux sont des conséquences directes de l'anatomie de leur tube digestif. L'originalité de la digestion chez les **polygastriques (dont les ruminants)**, tient à l'activité d'une multitude de micro- organismes, **bactéries, protozoaires et champignons**, vivant en symbiose avec l'animal. Cette population microbienne vit dans le réticulo -rumen (panse) des ruminants qui sont des biofermenteurs fabriquant des protéines, des acides gras volatils.

Ruminants à herbe

Grâce à ces microbes, le **polygastrique**, **contrairement** au **monogastrique**, peut tirer de l'énergie des fibres (les celluloses et hémicelluloses). De plus, les microbes permettent aux ruminants de valoriser de l'azote minéral et de synthétiser des acides aminés sous forme de protéines microbiennes. Ces dernières seront ensuite digérées dans l'intestin des ruminants. Les protéines microbiennes contribuent pour 40 à 60 % aux besoins totaux de l'animal en fonction du niveau de production. Le ruminant bénéficie de la synthèse des vitamines du groupe B par les microbes. Le ruminant digère, dans ses intestins, les protéines microbiennes constituées pratiquement de tous les acides aminés indispensables à l'organisme.

Les monogastriques sont dépourvus de cette flore microbienne. Ainsi, chez eux, la digestion microbienne est souvent plus limitée et négligeable. Les monogastriques digèrent donc très faiblement les celluloses et les hémicelluloses. Les principales sources d'énergie sont l'amidon, les sucres. Les acides aminés doivent être nécessairement présents dans l'alimentation sous forme de protéines. Le profil en acides aminés devra être le plus près possible du besoin de l'animal.

Les ruminants et les porcs n'ont donc pas les mêmes contraintes en matière de d'alimentation même si certains aliments peuvent être distribués aux deux « espèces ». Les ruminants peuvent potentiellement concilier une alimentation très riche en produits fibreux (herbe, canne, bagasse), de bonnes performances et un état de bien être. Les rations riches en produits peu fibreux (concentrés de l'industrie, mélasse, banane, patate, manioc, céréales) peuvent entraîner des troubles digestifs et en conséquence pénaliser les performances. A l'opposé les rations riches en produits fibreux ne permettent pas aux porc de réaliser de bonnes performances contrairement à ce qui est observé avec les aliments peu fibreux. Les aliments des porcs doivent être riches en amidon et/ou en sucre et contenir des protéines de qualité.

2. Formulation des rations

2.1. Généralités

Une ration peut être constituée d'un seul aliment mais c'est souvent un mélange d'aliments produits sur la ferme ou achetés à l'agro-industrie. La proportion des différents aliments et les quantités totales distribuées dépendent de critères biologiques et économiques.
La limite supérieure des quantités d'aliment à distribuer est fixée par le potentiel de production de l'animal et sa capacité à ingérer. Il n'est pas utile de distribuer plus d'aliments que ce que l'animal est capable de transformer pour une production utile (lait, viande). Un excès d'énergie peut entraîner un engraissement (dépôt de gras sous cutané et autour du tube digestif) excessif. Un excès de protéines augmente les pertes d'azote dans les urines et aggrave les risques de pollution. Par ailleurs, la protéine est la fraction la plus onéreuse de la ration.

La performance maximale ne doit pas toujours être l'objectif recherché. Cela dépendra du coût de l'alimentation. Avec les animaux à haut potentiel, la performance maximale est obtenue avec des aliments de très grande valeur nutritive mais ayant aussi un coût d'achat élevé. Ainsi une bonne ration, c'est la recherche d'un optimum entre la performance animale et le coût de production.

2.2. Formulation de rations de ruminants

L'alimentation du ruminant répond à certains principes :

Il est indispensable que le ruminant ingère des parois ou fibres végétales. Les fibres doivent répondre à 2 critères : une composition chimique (cellulose, hémicellulose) ; une caractéristique physique liée à la longueur des brins ingérés par l'animal (> 5 mm). Les fibres sont apportées par « les aliments grossiers de la ration » c'est-à-dire les fourrages ou équivalent. En absence de ces fibres ingérées en quantité suffisante, des troubles digestifs et métaboliques sont observées. L'un des indicateurs de bonne santé d'un ruminant est l'action de ruminer. Cette rumination s'arrête quand l'animal n'ingère pas suffisamment de fourrage grossier. Le fourrage grossier doit représenter au moins 30 % de la quantité de matière sèche volontairement ingérée par l'animal.

Les quantités et le profil des éléments nutritionnels de la ration du ruminant sont la somme des produits extraits directement des aliments et de ceux résultant de l'activité des micro-organismes du rumen. Les micro-organismes du rumen produisent une partie des acides aminés indispensables à partir d'azote minéral. Le reste de ces acides aminés indispensable doit être apporté sous forme de protéines digestibles dans l'intestin. D'autres nutriments tels que Acides Gras Volatils (AGV) qui proviennent principalement de la dégradation de matière organique par les micro-organismes du rumen de l'animal doivent répondre à un profil particulier pour avoir une bonne efficacité énergétique. Tous les nutriments énergétiques ne sont pas substituables. Il est ainsi impératif que du glucose ou des précurseurs de glucose (propionate) soient présents en quantité suffisante dans la ration.

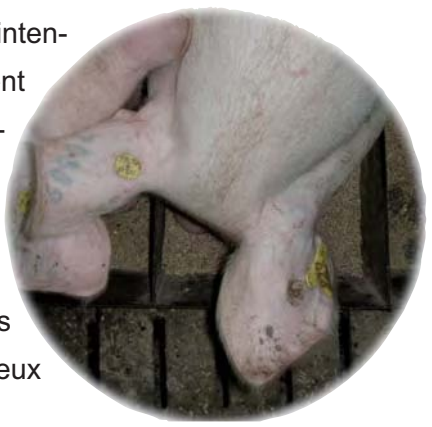
En excès, certains éléments nutritionnels deviennent des poisons. C'est le cas de l'azote très fermentescible dans le rumen. Cet azote très fermentescible est abondant dans les feuilles de légumineuse. L'excès de certaines matières telles que l'urée peut créer des troubles métaboliques irréversibles. C'est le cas aussi d'aliments riches en amidon qui distribués en trop grande quantité peuvent provoquer des acidoses.

Seule l'herbe jeune contient les quantités, les qualités, et les équilibres de nutriments compatibles avec de bonnes performances animales. Ainsi l'herbe peut être l'unique matière première du repas d'un ruminant. En dehors de celle-ci, les repas doivent associer plusieurs matières premières pour répondre aux critères nutritionnels.

Dans la pratique l'alimentation des ruminants doit être formulée pour nourrir d'une part l'animal et d'autre part les micro-organismes qu'il héberge dans son tube digestif. Les microbes du rumen sont nourris avec des aliments contenant de l'énergie très digestibles (sucre, amidon, fibres de très jeunes fourrages), de l'azote très dégradable (urée, 30 à 40% de l'azote contenu dans les légumineuses), minéraux et vitamines. Cela permet de développer la population des micro-organismes qui s'attaque dans un deuxième temps aux fibres moins digestibles de ration.

Associée à l'azote rapidement dégradable, l'autre fraction de l'azote de la ration (50 à 80%) doit être apportée sous forme de protéines digestibles dans l'intestin. La part représentée par cette fraction sera d'autant plus importante que les animaux auront des besoins importants. De même, l'énergie provenant de la dégradation des fibres (partie moins onéreuse de la ration) devra être complétée par des formes « d'amidon» très lentement dégradable pour faire face aux besoins élevés de certains animaux.

2.3. Formulation de rations de porcs



Dans les élevages intensifs de porc, l'aliment provient généralement de l'agro-industrie. Il est composé principalement de céréales et de sous produits de protéagineux (tourteau).

L'aliment est formulé en prenant en compte la capacité d'ingestion des animaux, et les besoins dans les différents éléments nutritifs (quantité et qualité). L'aliment doit être peu encombrant (peu de fibres).

En milieu tropical, quand le porc est nourri avec des aliments produits à la ferme, les ressources disponibles sont souvent pauvres en protéines et plus « encombrantes » du fait de la teneur en fibre et eau (banane, tubercule, jus de canne). Il faut donc les associer à des aliments riches en protéines. Les ressources les plus disponibles (feuillages contenant plus de 20% de protéines) sont par contre souvent riches en fibres. Globalement la ration formulée à la ferme peut être plus « encombrante » que celle proposée par l'agro-industrie. Il faut donc souvent être moins ambitieux en matière de performance et en conséquence valoriser préférentiellement les ressources animales locales, qui n'ont pas été sélectionnées pour valoriser les aliments concentrés de l'agro-industrie.

3. Valeur des aliments

La valeur des aliments se raisonne au regard de leur potentiel à couvrir les besoins des animaux. Dans la pratique il est recommandé d'apporter les minéraux, les vitamines, les oligo-éléments indépendamment de l'aliment (bloc à lécher, poudre….). L'eau est offerte à volonté.

3.1. La fibrosité de l'aliment

Elle peut être appréciée par sa teneur en paroi végétale évaluée dans les laboratoires d'analyse par des critères aussi divers que le **N**eutral **D**etergent **F**iber (**NDF**), l'**A**cid **D**etergent **F**iber (**ADF**) et la **C**ellulose **B**rute (**CB**).

Un aliment peut être qualifié de grossier si la longueur moyenne des brins est supérieure à 0,5 cm et la teneur en fibres est supérieure à 450 g de Neutral Détergent Fiber par kg de matière sèche, ou 220 g de Acid Detergent Fiber par kg de matière sèche ou 220 g de Cellulose brute par kg de matière sèche.

Contrairement aux ruminants le porc valorise mal les rations riches en fibre (plus de 15% de NDF), un excès de fibre s'accompagnant d'une faible densité énergétique de la ration et de très faibles performances.

3.2. La valeur azotée

Elle indique le potentiel de l'aliment à fournir des acides aminés à l'animal. Elle est généralement appréciée par la teneur en **M**atière **A**zotée **T**otale (**MAT**) ou **Protéines brutes** qui est la teneur en azote multipliée par 6,25. Cette dernière est une valeur moyenne indiquant que la masse moléculaire d'un acide aminé est en moyenne 6,25 fois plus élevée que celle de l'azote qu'il contient. Cependant, dans la réalité, tout l'azote contenu dans les ressources consommées n'est pas sous forme d'acide aminé qui est le seul nutriment utilisable par l'animal d'élevage. L'aliment idéal pour le ruminant devait contenir à la fois de l'azote très fermentescible dans le rumen (environ 25 g/kg de matière organique digestible dans le rumen) et des protéines indigestibles (acides aminés) dans le rumen mais digestibles dans l'intestin grêle. Chez le porc il doit être composé presque exclusivement d'acides aminés avec un profil déterminé.

Toutes les matières azotées ne sont pas des protéines, aussi la teneur en MAT ou Protéines brute n'est pas le reflet exact d'une teneur en acides aminés.

Dans les systèmes modernes de l'alimentation des ruminants, la valeur azotée de l'aliment s'exprime en **P**rotéines **D**igestibles dans l'**I**ntestin (**PDI**). Chez le porc les systèmes sont basés sur la disponibilité des acides aminés dans l'intestin.

3.3. La valeur énergétique

C'est un critère difficile à apprécier. Dans la pratique les laboratoires utilisent des bombes calorimétriques pour quantifier l'énergie brute **(EB**) contenue dans l'aliment. Cependant, celle-ci n'informe pas sur le potentiel de l'animal à extraire (digérer) cette énergie, ni sur la nature des produits terminaux.

Les **parois végétales fortement lignifiées** pénalisent l'utilisation de l'aliment par l'animal et en conséquence sa valeur énergétique.

Les teneurs **en glucides cellulaires**, en amidon notamment, donnent des indications sur le potentiel de l'aliment à fournir **les précurseurs du glucose** nécessaires au fonctionnement métabolique de l'animal.

La valeur énergétique d'un aliment implique des mesures effectuées sur l'animal. La digestibilité de l'aliment, c'est à dire la fraction de l'aliment retenue par l'animal relativement à la quantité d'aliment ingérée, est le principal prédicteur informant sur la valeur énergétique de l'aliment.

Dans les tables de valeur alimentaire la valeur énergétique des aliments des ruminants est exprimée en **Unité Fourragère (UF)**. L'UF est une unité de référence, c'est l'énergie utile contenue dans un kilogramme de céréale (orge). Chez le porc la valeur énergétique est exprimée en Mega Joule d'énergie métabolisable par kilogramme d'aliment (EM en MJ/kg).

LA CANNE À SUCRE DANS L'ALIMENTATION ANIMALE : CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

1. La canne à sucre, une ressource de choix en alimentation animale

La canne à sucre (*Saccharum officinarum*) est une graminée, très cultivée dans les zones tropicales, qui est très riche en énergie. Comparativement aux autres graminées fourragères, la canne a une productivité élevée pouvant atteindre 50 tonnes de matière sèche par hectare et par an. Les fourrages classiques, généralement des graminées, produisent moins de 30 tonnes de matière sèche par hectare.

Tableau 1 : Productivité de la canne relativement à d'autres fourrages

		Production annuelle de biomasse (tonne MS/ha)				
Mode de culture		Dichanthium (petit foin)	Pangola	Maïs	Merker (canne fourragère, herbe à éléphant)	Canne à sucre
Irrigué	Fertilisé	25	30	45	60	70
Irrigué	Non Fertilisé	12	15	20	30	45
Non irrigué	Fertilisé	16	20	30	40	45
Non Irrigué	Non Fertilisé	8	10	12	20	40

La canne à sucre est disponible pendant la saison sèche. C'est au cours de cette période que sa valeur alimentaire est la plus élevée. En effet, la période végétative se situe pendant la saison des pluies, et la maturation de la canne (accumulation du sucre) est réalisée pendant la saison sèche. C'est donc un fourrage stratégique pour l'alimentation des ruminants (bovins, ovins, caprins).

Contrairement aux autres fourrages dont la valeur alimentaire décroît avec l'âge, celle de la canne à sucre augmente ce qui fait d'elle une réserve fourragère sur pied ne nécessitant pas de stockage sous forme séchée ou ensilée.

La canne à sucre, comme l'indique bien son nom, c'est aussi du sucre, entre 5 et 10 tonnes produites annuellement par hectare. Le sucre, comme la plupart des glucides cellulaires, est efficacement transformé par les animaux d'élevage non ruminant (porcs, canards, oies…). Le sucre peut remplacer l'amidon présent dans les aliments classiques à base de céréales. En valeur énergétique, la production de sucre par hectare de canne est supérieure à la production d'amidon à partir de céréales.

2. Stratégie d'utilisation de la canne à sucre

Il existe au moins deux stratégies possibles d'utilisation de la canne à sucre :

1- La canne est une banque d'énergie pour passer la saison sèche pour les ruminants. Il faut alors en moyenne 8 ares plantés en cannes quand on dispose d'un hectare de prairie et que la saison sèche est de 2 mois. L'abaque ci-dessous (Tableau 2) simule différents scénarios entre fonction de la durée de la saison sèche et de la surface en pâturage sur l'exploitation agricole.

Tableau 2 : Besoin de surface plantée en canne (en hectares) en fonction de la surface en herbe de l'exploitation agricole et de la durée moyenne de la saison sèche

Surface en herbe de l'exploitation (hectares)	Durée de la sécheresse (mois)				
	1	2	3	4	5
1	0.04	0.08	0.12	0.16	0.20
2	0.08	0.16	0.24	0.32	0.40
3	0.12	0.24	0.36	0.48	0.60
4	0.16	0.32	0.48	0.64	0.80
5	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00
6	0.24	0.48	0.72	0.96	1.20
7	0.28	0.56	0.84	1.12	1.40
8	0.32	0.64	0.96	1.28	1.60
9	0.36	0.72	1.08	1.44	1.80
10	0.40	0.80	1.20	1.60	2.00

2- La canne est le principal aliment (porc et ruminants) de l'exploitation agricole. Ce cas de figure sera développé dans la section « conception du système d'exploitation agricole». Il faudra alors accepter la réduction de la concentration en sucre de la canne à certaines périodes de l'année (saison des pluies) ou opter pour certaines technologies de conservation.

3. Utilisation de la canne à sucre dans l'alimentation animale

La canne à sucre offre une gamme d'aliments et produits très variés dont :

- La canne entière
- Les têtes de canne ou amarres
- Le jus de canne (sucre)
- La mélasse (sucre) provenant de l'industrie
- Les pailles de canne
- La bagasse

La valeur relative de ces produits par rapport à d'autres aliments est indiquée par sur la figure 1. La composition chimique des principaux produits de la canne est indiquée dans le tableau 3.

Figure 1 : Valeur relative de la canne à sucre et coproduits parmi les aliments

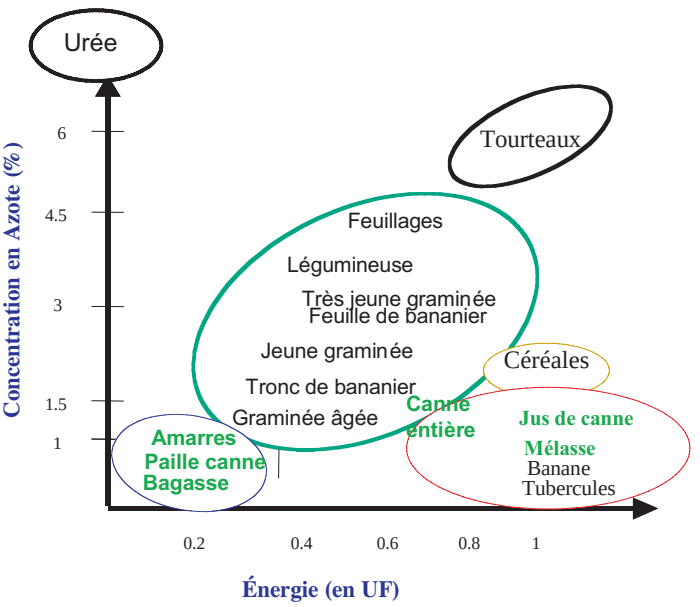


Tableau 3 : Composition chimique des principaux produits de la canne

	Canne entière	Tiges	Amarres	Jus	Bagasse	Mélasse
Matière sèche (MS)	30-33	30-32	27-32	18-20	50-70	72-76
Matière organique (%MS)	92-94	94-95	90-93			
Minéraux (%MS)	6-8	5-6	7-10	1.5-2.5		14-16
Matière azotée totale (%MS)	2.5-3	1.5-2	4-7	1.2-1.6	2-4	4-5
Cellulose brute (%MS)			33.5			
Neutral Detergent Fibre (%MS)	58-65	47-48	62-68		86-88	
Acid Detergent Fibre (%MS)	31-33	28-38	38-42		54-56	
Acid Detergent Lignin (%MS)			4-6		9-11	
Neutral Detergent Soluble (%MS)			32-37	73-75		73-75

Les produits de la canne sont pauvres à très pauvres en matière azotée. Certains sont très riches en fibres (bagasse, amarres, tiges et canne entière), d'autres en sont dépourvus (jus et mélasse).

Les ruminants sont capables de valoriser la canne entière broyée, les amarres, la paille de canne et la bagasse.

Les non ruminants valoriseront mieux le jus de canne et la mélasse.

Ces choix ne sont cependant pas exclusifs car il est possible de concevoir des associations d'aliments afin d'obtenir la densité énergétique recherchée. Ainsi, des associations canne entière et mélasse, canne entière et jus, amarres et jus, amarres et mélasse, bagasse et mélasse peuvent conduire à des rations enrichies en énergie et supporter des performances élevées chez le ruminant. Chez le porc, les marges de manœuvre sont plus faibles, les tiges de canne peuvent être incorporées à la ration.

Sur une exploitation agricole, la meilleure valorisation de la canne à sucre nécessite la présence de deux espèces animales, ruminants et non ruminants.

Ces deux types d'animaux ont des aptitudes complémentaires pour tirer profit des deux fractions principales (sucre et fibres) de la canne. L'utilisation idéale de la canne à sucre passe par son fractionnement pour offrir aux ruminants et non ruminants les parties qu'ils peuvent valoriser au mieux.

Par contre, la consommation de la bagasse par les animaux d'élevage n'est sans doute pas la meilleure utilisation du produit, en raison de sa très faible valeur alimentaire. Elle peut cependant être utilisée comme litière, fumure organique ou pour produire de l'énergie électrique.

Porc sur litière de bagasse

4. Contraintes des aliments canne

Quelque soit l'espèce animale, les principales contraintes liées à l'utilisation des aliments à base de canne et co-produits sont leur faible teneur en protéines (azote), minéraux et vitamines. Il faut donc les associer à d'autres aliments riches en azote et à des compléments minéraux et vitaminiques.

Certaines matières premières telles que la bagasse, les pailles de canne et les amarres sont par ailleurs pauvres en énergie car riches en fibres indigestibles.

4.1. Complémentation des aliments pour les ruminants

Chez les ruminants, la stratégie consistera à faire produire par les microbes de la panse, le maximum de protéines en utilisant de l'azote non protéique (urée, une fraction de l'azote des feuilles de légumineuses). Au même moment, il faut apporter des protéines de bonne qualité, indigestibles dans la panse mais diges-

tibles dans l'intestin. C'est le cas du tourteau de soja et d'une fraction de l'azote des feuilles de plantes riches en azote (patate douce, manioc, madère, légumineuses comme le gliricidia et le leucaena).

De l'urée diluée dans de l'eau peut être mélangée à la bagasse, à la paille et aux amarres à raison 35 g d'urée par kilogramme de bagasse fraîche. Un complément énergétique (mélasse, banane, patate, farine de riz, concentré industriel…) et un complément azoté (soja ou équivalent) sont par ailleurs indispensables.

Attention, un animal ne doit pas ingérer plus de 3 g/j d'urée pour 10 kg de poids vif.

De l'urée peut aussi être mélangée à la canne entière broyée à raison de 10 g d'urée par kilogramme de matière fraîche. Associé à l'urée en fonction des performances recherchées il faut apporter de 30 à 100 g de tourteau de soja par kilogramme de canne fraîche.

Aliment concentré industriel

Les remplaçants du soja sont potentiellement nombreux. Ce sont toutes les matières premières riches en azote : feuilles de Gliricidia , leucaena, érythrina, patate, manioc doux ou manioc amer séché, pois, farine de riz, les autres tourteaux, les aliments du commerce.

En moyenne il faut 300g d'un aliment commercial titrant 15 % de MAT pour remplacer 100g de tourteau de soja. Il faut 1 à 2 kg de feuillage frais riche en azote pour remplacer 100 g de tourteau de soja.

Arbre fourrager (Gliricidia)

4.2. Complémentation des aliments pour les porcs en croissance

La mélasse et le jus de canne sont les produits les plus aptes à être valorisés par le porc. Le jus de canne peut se substituer entièrement aux céréales pour ce qui est de l'apport d'énergie. Pour la mélasse la substitution n'est que partielle.

Contrairement aux ruminants, il faut apporter des protéines de bonne qualité au porc. Le tourteau de soja est un aliment de référence car il a un profil d'acides aminés correspondant aux besoins du porc. Il faut apporter 200 à 400 g /jour de tourteau de soja en fonction de l'objectif de croissance. Le tourteau peut être remplacé par une autre source de protéines, mais les candidats sont en nombre relativement limité. Ce sont pour la plupart des produits de l'agro-industrie et certains feuillages (manioc, patate, erytrina, murier, madère). Il faut privilégier les feuilles les plus riches en protéines et les moins lignifiées.

Manioc

Patate

Murier

Madère

LA CANNE DANS L'ALIMENTATION DES RUMINANTS

1. La canne broyée

1.1. Considérations générales

Il faut privilégier la canne mure (10-12 mois). La composition de la canne entière broyée varie avec sa maturité (figure 2). Certes les valeurs les plus élevées en azote sont relevées quand la plante est très jeune (stade herbacée) mais au détriment de la biomasse. Les valeurs les plus élevées en sucre, donc en énergie, se rencontrent chez la canne mature (autour de 12 mois d'âge). Les quantités de canne volontairement ingérées et la valeur énergétique (digestibilité) (figure 3) varient peu avec l'âge.

Figure 2 : Evolution de la composition de la canne avec son âge *(Preston, 1977)*

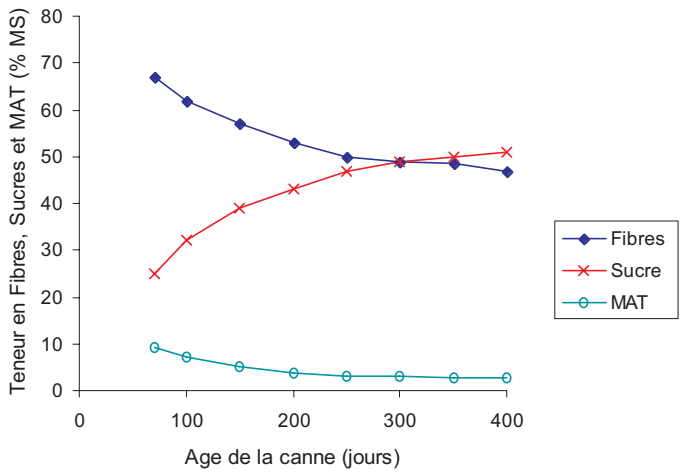
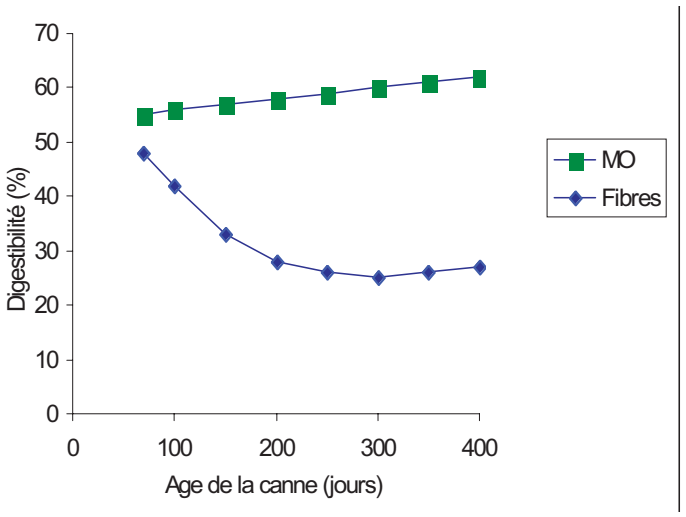
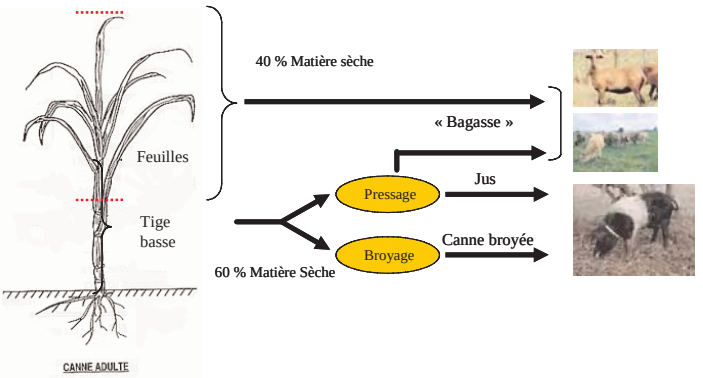


Figure 3 : Evolution de la digestibilité (valeur énergétique) la canne avec son âge *(Preston, 1977)*



Si l'exploitation ne dispose que de ruminants la canne entière avec feuilles est utilisée. S'il y a des porcs ou des volailles (canard et oies notamment) sur l'exploitation agricole il est préférable de réserver les têtes de canne + approximativement le quart supérieur de la tige (partie immature moins riche en sucre) aux ruminants (figure 4). Le Jus extrait de la partie basse sera valorisé par les porcs.

Figure 4 : Fractionnement de la canne en fonction des espèces animales.



Afin d'éviter les perte de sucre, la canne doit être coupée moins de trois jours avant son broyage.

Le broyeur utilisée doit être puissant (vitesse de rotation des couteaux) pour que la canne soit bien déchiquetée surtout s'il s'agit d'aliments destinés aux petits ruminants.

Une fois broyée la canne doit être utilisée le jour même.

La source d'azote non protéique (urée) doit être mélangée à la canne afin d'éviter une ingestion trop rapide.

La source d'azote protéique (soja, aliment industriel), la source d'amidon et le complément minéral et vitaminique doivent être présents et donnés avant la distribution de la canne pour éviter le gaspillage.

L'azote protéique et non protéique peuvent être apportés par le même aliment. C'est le cas avec les feuillages (manioc, patate, gliricidia , erythrina, leucaena). C'est aussi le cas avec certains fourrages (arachide fourrager, stylosanthes**…). Dans ce cas, il ne faut pas distribuer d'urée.** En absence de feuillage, la source d'azote non protéique la moins onéreuse est l'urée.

Le tourteau (soja….), qui est la source d'azote protéique la plus équilibrée, vient de l'agro-industrie. Il existe aussi des aliments composés industriels classiquement utilisés en élevage, riches en protéines (18 à 20% de protéines) ou des compléments canne formulés à cet effet. Quand les aliments classiques de l'industrie riches en protéines ou les compléments canne sont utilisés, ils contiennent déjà la source d'amidon.

D'autres sources de protéines peuvent être produites sur la ferme, c'est la cas des différents pois.

Le son de riz est un bon complément de la canne qui lui apporte à la fois des protéines et de l'amidon.

Les sources d'amidon, hormis les classiques céréales sont représentées par les écarts de triage de banane, les tubercules de manioc ou de patates, le fruit à pain.

Le complément azoté est l'ingrédient le plus onéreux de la ration. Les quantités d'azote à apporter dépendent des objectifs de croissance, des caractéristiques de la canne et de la nature du concentré.

La première source d'azote à privilégier est l'azote non protéique pour tirer parti de l'activité des microbes du rumen. L'azote non protéique doit être apportée en quantité limitée. A titre d'exemple, il faut 10 g d'urée /kg de canne fraîche. La quantité d'azote protéique *by pass* est de l'ordre de 0.4 g pour 1 g de croissance chez les ruminants.

La proportion de canne dans la ration dépend de l'objectif de croissance. Le potentiel de croissance des animaux créoles peut être atteint avec plus de 60% de canne dans la ration (Figure 5 et 6).

Figure 5 : Relation entre la quantité de canne dans la ration et les performances des bovins

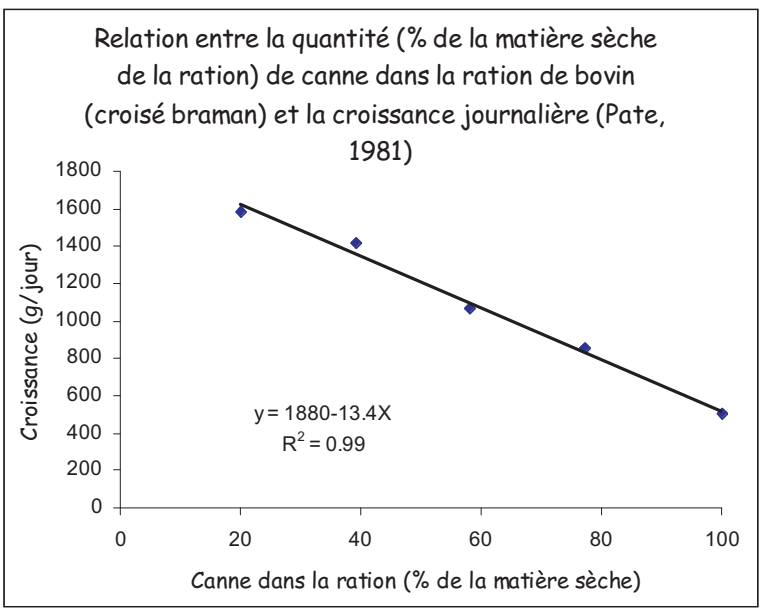
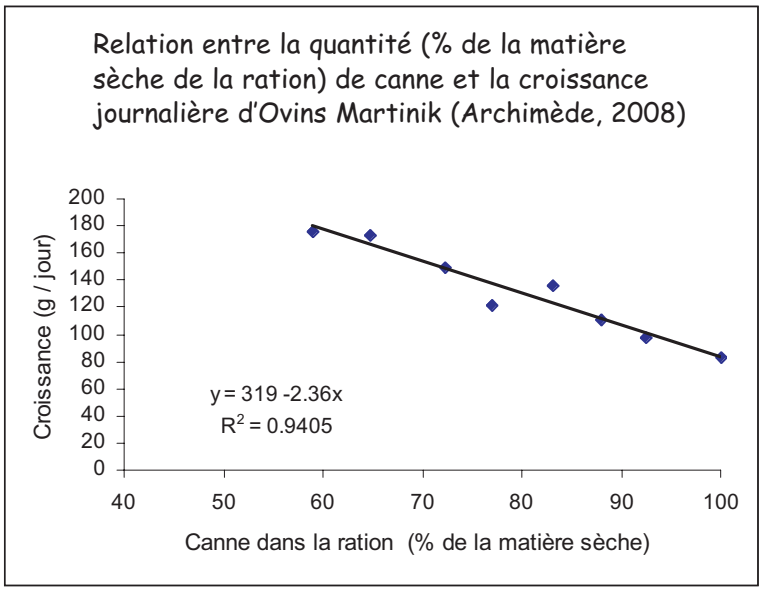


Figure 6 : Relation entre la quantité de canne dans la ration et les performances des ovins



Quand des animaux de races exotiques sont utilisés à l'abri du stress thermique et que l'éleveur veut maximiser la croissance, les quantités de canne introduites dans la ration doivent être moins importantes. La canne est alors partiellement remplacée par du concentré industriel comme c'est le cas avec un fourrage classique. Il existe cependant des pratiques où du jus de canne ou de la mélasse est rajouté à la ration. L'agriculteur peut aussi augmenter l'apport de produits amylacés non conventionnels tels les écarts de banane, de patate ou de manioc…

Une contrainte pratique à l'utilisation de la canne est qu'elle doit être broyée quotidiennement. Il existe 2 solutions : le séchage de la canne ou l'ensilage.

Quelque soit l'option prise, cela doit être un choix sur le long terme car il n'est pas recommandé de changer fréquemment la nature de la ration de base. Il faut en effet une période d'adaptation de l'animal à la ration.

Le séchage doit être rapide (24 heures) pour éviter des fermentations et la diminution de la quantité de sucre. Cette solution est techniquement possible mais onéreuses si l'exploitation agricole ne dispose pas d'énergie renouvelable. La solution la plus simple consiste faire sécher la canne broyée au soleil. Pour que le séchage soit rapide il faut étaler (sur une bâche de préférence) le tas de canne sur une épaisseur qui ne doit pas dépasser 4 cm. Il faut le retourner 2 à 3 fois dans la journée. Il faut rentrer le tas de canne la nuit et recommencer l'opération le lendemain si le séchage n'est pas satisfaisant. Le séchage pourrait aussi être réalisé par une source de biogaz produite sur l'exploitation agricole

L'avantage de la canne comparativement à l'herbe est qu'elle est disponible pendant la saison sèche. C'est aussi à cette période que sa valeur nutritive est plus élevée.

La technique de l'ensilage de canne a été initialement développée pour éviter de récolter la canne pendant la saison des pluies. A cette période la richesse en sucre de la canne chute relativement à celle observée pendant la saison sèche.

L'inconvénient majeur de l'ensilage relativement à la canne fraîche est une baisse d'ingestion en relation avec une augmentation de la concentration d'alcool dans le produit ensilé. La technique d'ensilage est présentée à la fin de ce document.

1.2. Quelques rations à base de canne entière

Les tableaux 4 et 5 indiquent l'ordre de grandeur des besoins des principaux ruminants d'élevage. Ces données ne sont que des indications, les besoins précis des animaux créoles, des brahmanes ne sont pas connus. Les tableaux 8 à 10 sont quelques exemples de rations testés sur animaux et pour lesquelles les performances observées ont été indiquées.

Tableau 4 : Estimation des besoins du bovin en croissance (INRA 1988)

Poids Bovin	Objectif de croissance	UF (J)	PDI (g/J)	Capacité d'Ingestion (Kg MS)
150	0	1.9	140	3.5
150	400	2.4	240	
150	600	2.8	285	
150	1000	3.6	370	
200	0	2.4	175	4.6
200	400	2.9	280	
200	600	3.3	325	
200	1000	4.2	415	
250	0	2.8	205	5.6
250	400	3.4	415	
250	600	3.8	365	
250	1000	4.8	450	
300	0	3.2	235	6.6
300	400	3.9	350	
300	600	4.3	400	
300	1000	5.4	485	
350	0	3.6	265	7.5
350	200	4.9	330	
350	400	4.3	385	

Le besoin moyen de vache allaitante de 500 kg est 6.0 UF et 550 PDI

Tableau 5 : Besoins des petits ruminants (INRA 1988)

		Caprin		ovin	
		UF	PDI	UF	PDI
Mère adulte	Entretien	0.43	30	0.52	41
	Entretien + Gestation	0.48	65	0.62	82
	Allaittante	0.70	80	0.88	110
Animal en croissance	10-15 kg	0.40	65	0.53	63
	15-20 kg	0.48	65	0.65	67
	25-30 kg	0.55	63	0.84	70
	30-35 kg	0.62	50	0.97	73
	35-40 kg	0.66	50	1.22	73

Mère adulte 30 kg caprin, 40 kg brebis

Tableau 6 : Rations d'engraissement de bovins en croissance de type zébus et créole (250 kg)

(Preston, 1977)

Ingrédients	**Quantités à distribuer**				
	Ration 1	Ration 2	Ration 3	Ration 4	Ration 5
Canne broyée (kg)	30	30	30	30	30
Urée (g)	150	150	150	150	150
Farine de riz (kg)	0	0.30	0.60	0.90	1.200
CMV et vitamines	bloc	Bloc	bloc	bloc	bloc
Croissance (g/j)	200	450	700	775	800

Tableau 7 : Rations d'engraissement de bovins créoles en croissance (250 kg)

(Geoffroy, 1988)

Ingrédients	**Quantités à distribuer**			
	Ration 1	Ration 2	Ration 3	Ration 4
Canne broyée (kg)	11.0	15.0	18.0	22.0
Mais (kg)	1.4	1.4	1.4	1.4
Soja (kg)	1.1	1.1	1.1	1.1
CMV et vitamines	Bloc	Bloc	bloc	Bloc
Croissance (g/j)	500	600	800	900

Soja : 0.250 kg de soja peut être remplacé par 70 g d'urée

Maïs : 1.1 kg de maïs peut être remplacé par 5 kg de banane verte ou 4 kg de manioc frais en cossettes et mis à sécher

Rations d'ovins en croissance

Tableau 8 : Rations d'engraissement d'agneaux Martinik (15-20 kg)

(Archimède et al, 2008)

Ingrédients	**Quantités à distribuer**			
	Ration 1	Ration 2	Ration 3	Ration 4
Canne broyée (kg)	2.5	2.5	2.5	2.5
Banane verte (kg)	0.5	0.5	0.5	0.5
Urée (g)	10	10	10	10
Tourteau de Soja (kg)	0.5	0.15	0.25	0.35
CMV et vitamines	Bloc	Bloc	bloc	Bloc
Croissance (g/j)	80	150	174	176

Banane : peut être remplacée par 400 g de patate (écart de triage), 400 g de manioc sous forme de cossettes après un séchage de 24 heures, 400 g de fruit à pain.

Tableau 9 : Rations d'engraissement d'agneaux Matinik (15-20 kg)

(Archimède et al, 2008)

Ingrédients	**Quantités à distribuer**			
	Ration 1	Ration 2	Ration 3	Ration 4
Canne broyée (kg)	1.7	1.7	1.7	1.7
Urée (g)	5	5	5	5
Concentré commercial (g) (15-16% matière azotée totale)	525			
Farine de riz (kg)		0.15	0.30	
Tourteau de Soja (kg)		0.25		
Luzerne (kg)			0.35	
Pois fourrager (kg)				150
CMV et vitamines	bloc	Bloc	Bloc	bloc
Croissance (g par jour)	180	150	150	140

Luzerne : les 350 g de luzerne peuvent être remplacés par 1.5 kg de feuilles de patate verte ou 1.5 kg feuilles de manioc préalablement séchées ou 1.5 kg de gliricidia frais ou 1.5 kg d'erythrina frais ou 1.5 kg de leucaena (Zagadi…) frais ou 1.5 kg de stylosanthes.

Tableau 10 : Ration de bovins de type zébus d'un poids moyen de 250 kg

(Youssef, 1987)

	Ration 1	Ration 2
Canne broyée (kg Frais)	25	25
Concentré commercial 15% protéine (kg)	1.200	
Concentré commercial 20% protéine (kg)		1.300
Urée (g)	120	80
CMV	bloc	Bloc
Croissance attendue (g/j)	770	640

2. Rations à base de têtes de canne (amarres)

Les amarres sont l'extrémité supérieure de la tige de canne et les feuilles qui l'entourent. Les quantités d'amarres produites sont liées à la production de cannes (tiges). Dans la pratique, certains éleveurs récoltent les amarres utilisées comme fourrage pour les animaux. Plus rarement, d'autres éleveurs attachent directement les animaux dans le champ après la récolte.

Les amarres représentent le principal co-produit de la récolte de la canne. La disponibilité moyenne est d'environ 24 tonnes de produits frais (8 tonnes de biomasse sèche) à l'hectare. En réalité, les quantités disponibles et la composition chimique des amarres sont variables en fonction notamment de la quantité de tige de canne immature liée aux feuilles.

Les amarres sont composés de 3 « organes » différents : la tige immature, les feuilles vertes et les feuilles sèches dont les proportions peuvent varier. La tige immature est la fraction la plus appréciée par l'animal.

La valeur alimentaire des amarres consommées comme seul ingrédient des rations permettent aux animaux de ne pas perdre de poids. Contrairement à la bagasse le traitement à l'ammoniac ou à l'urée ne permet pas d'améliorer la valeur nutritive des amarres.

Les quantités d'amarres volontairement consommées par les ruminants sont de l'ordre de 1.8 à 2.5 kg de matière sèche (environ 7 kg de biomasse fraîche) pour 100 kg de poids vif.

La composition chimique des amarres est indiquée dans le tableau 3. C'est un produit riche en fibre et relativement pauvre en azote. Sa digestibilité est moyenne à faible.

La supplémentation des amarres doit être réalisée avec des ingrédients peu encombrants. La mélasse est un produit de choix mais les quantités distribuées ne doivent pas dépasser 1.5% du poids vif de l'animal faute de quoi on pénalise l'ingestion d'amarre. Généralement on se limite à 1%.

A titre d'illustration de rations à base d'amarres :

- des taurillons de 22 mois et de 300 kg recevant des amarres à volonté et 1,3 kg de son de blé peuvent avoir une croissance de 300 g par jour (Gendley et al 2002)

- des taurillons de 200 kg recevant des amarres à volonté et 1 kg de farine de riz, 3,5 kg de mélasse et 115 g d'urée peuvent avoir une croissance de 350 g par jour (Salais *et al,* 1977).

Les amarres peuvent être conservées sous forme d'ensilage. Le chantier est conduit selon le même principe qu'un ensilage classique. Les amarres sont hachées, aspergées de mélasse diluée dans de l'eau à raison de 1 à 5 litres pour 100 kg d'amarres. L'ensemble est tassé dans un silo à l'abri de l'air.

3. La bagasse

La bagasse est le résidu fibreux obtenu après extraction du jus de la tige de canne. Le rendement en bagasse est d'environ 300 kg de matière sèche par tonne de cannes broyées.

La bagasse est la fraction la plus « pauvre » des sous-produits de la canne. Sa composition chimique moyenne est indiquée dans le tableau 3. Les résultats de certains essais indiquent que les animaux utilisent plus d'énergie à digérer la bagasse brute qu'ils n'en extraient (Kirk et al, 1962).

La valeur alimentaire de la bagasse peut être améliorée par différents traitements allant du très simple au très complexe.

Le traitement le plus simple est une hydrolyse (prédigestion) naturelle par des champignons. Cela permet d'améliorer l'utilisation digestive du produit par l'animal donc sa valeur énergétique mais la valeur azotée reste faible. Pour réaliser ce traitement il suffit de laisser le tas de bagasse se « décomposer » à l'air libre pendant 6 à 12 mois.

La bagasse peut aussi être traitée à l'ammoniac (urée). Ce traitement consiste à dissoudre l'urée dans de l'eau et à asperger la bagasse avec la solution. La bagasse ainsi traitée est conservée sous film plastique. Les conditions optimales du traitement (Hassoun (1987) sont : 9 % d'urée, 60 % d'humidité et 6 semaines de traitement. La digestibilité de la bagasse, donc la valeur énergétique augmente alors de 20 %, la teneur en azote augmente de 40 %. Le traitement à l'ammoniac est un procédé peu coûteux et utilisable au niveau de l'exploitation agricole.

Le traitement le plus efficace de la bagasse est l'hydrolyse (pré digestion) sous pression de vapeur (13 bars, 200°C). Contrairement au traitement précédent, c'est une technologie industrielle réalisée à l'usine dans les pays (Brésil) qui utilisent cette technique. Elle permet d'augmenter de façon importante la digestibilité de la bagasse qui passe de 30% à près de 70 %.

Dans les conditions d'une exploitation agricole, l'utilisation de la bagasse doit s'accompagner de compléments riches (azote, énergie, vitamine) très digestibles pour obtenir de bonnes performances. Le coût de la ration peut donc s'avérer élevé. Sur certaines exploitations disposant de ressources telles que les écarts de triage de banane et de patate, du manioc, des rations peu onéreuses peuvent être formulées. C'est aussi le cas quand l'exploitant dispose de la mélasse à bas prix. En dehors de ces configurations, les rations à base de bagasse ne peuvent être que des rations d'urgence (sécheresse) permettant de limiter la perte de poids chez les animaux d'élevage.

Sur l'exploitation agricole, l'utilisation de la bagasse comme litière (puis fumure organique) ou source d'énergie semble une solution économiquement plus intéressante.

La bagasse est souvent utilisée avec de la mélasse dans des rations à base de bagasse traitée à l'urée. Naidoo et al (1977) rapportent des gains de poids de 168 g par jour chez des bovins ingérant une ration composée de 89 % de bagasse hydrolysée, 6 % de mélasse, 2 % d'urée et 3 % de minéraux. Le tableau 11 donne 2 rations à base de bagasse et banane.

Tableau 11: Rations de caprins à base de bagasse

	Ration 1		Ration 2	
	Quantité Frais (g)	% ration brut	Quantité Frais (g)	% ration brut
Ingrédients				
Banane	3400	79	3700	81
Bagasse	60	3	60	3
mais	50	5	65	6
Soja	120	13	90	9
Urée			6	1
Croissance				
GMQ (g/j)	125		140	

4. La mélasse

La mélasse est le sucre non cristallisé obtenu après la cuisson du jus de canne lors de la fabrication du sucre dans les usines.

La mélasse contient environ 25 % d'eau. C'est un aliment hautement énergétique contenant du saccharose non cristallisé (30 % de la matière sèche), des sucres réducteurs (25 % de la matière sèche) et d'autres substances glucidiques. La mélasse est particulièrement pauvre en azote : 25 g de N par kilo de mélasse brut (INRA, 1988). La teneur en fibre de la mélasse étant négligeable, sa consommation par les ruminants doit obligatoirement s'accompagner de celle d'un fourrage grossier.

De très nombreux travaux (Preston, 1995) ont été conduits sur la valorisation de la mélasse par les ruminants. Les rations à base de mélasse permettent d'atteindre des croissances supérieures à 1000 g/j pour les bovins.

Les tableaux 12 et 13 présentent des rations à base de mélasse.

Tableau 12 : Rations de bovins (bovins Zébus 200kg) à base de bagasse traitée à l'urée

(Nyereles et Preston (1982))

Ration	1	2	3	4	5	6	7	8
Quantités d'ingrédients en frais (g)								
Bagasse traitée à l'urée	1000	1000	1500	1500	1500	1500	1500	1500
Son de blé		950		1000		1000		1000
Feuilles de patate			12000	12000			10000	12000
Mélasse	5000	5000	5000	6500	3500	3500	4500	4500
Urée	130	130	130	170				
CMV	7	7	7	7	7	7	7	7
Croissance (g/j)	234	643	774	1034	55	368	557	855

Tableau 13 : Rations de bovins (bovins Zébus 200kg) à base de bagasse traitée à l'urée

(Nyereles et Preston (1982))

	Ration 1	Ration 2	Ration 3	Ration 4
Quantités de produits frais (g)				
Bagasse traitée à l'urée	1000	1000	1500	1500
Son de blé		950		1000
Feuilles de patate			12000	12000
Mélasse	5000	5000	5000	6500
Urée	130	130	130	170
CMV	7	7	7	7
Croissance (g/j)	234	643	774	1034

LA CANNE À SUCRE DANS L'ALIMENTATION DES PORCS

1. Principe de base de nutrition du porc

Contrairement aux ruminants, le porc est un mauvais utilisateur des fibres végétales. La ration doit contenir moins de 15% de fibre. Le porc utilise efficacement les aliments riches en sucre et amidon. Le porc ne valorise que les sources azotées de très bonne qualité c'est-à-dire sous forme de protéine avec un bon équilibre entre les acides aminés.

Des sources d'azote non protéiques peuvent se révéler toxiques car le porc ne dispose pas d'une flore microbienne permettant de transformer cet azote minéral en azote protéique. Ces sources sont fréquemment rencontrées dans des produits tels que les feuilles.

Les besoins du porc créoles sont résumés dans le tableau 14.

Le jus de canne et la mélasse sont les fractions les plus intéressantes pour l'alimentation du porc mais la canne entière broyée peut être utilisée. La forte teneur de la canne broyée en fibre limite fortement les performances animales.

Quelque soit le produit de la canne utilisée, il se caractérise par sa faible teneur en protéine, en lipide, en fibre (exception faite de la canne entière). Ces produits requièrent une complémentation en protéines équilibrées (150 à 200 g de protéines de Soja/jour pour le porc en croissance), en minéraux et vitamines.

Tableau 14 : Les besoins du porc créoles

	ENERGIE				Protéine	
	Besoins, MJ EM/kg/j	Equivalence en kg (4)			Lysine digestible, g/j	Equivalence en kg
		Mélasse	Jus de canne	Canne broyée		T soja 50 (5)
Truie gestante (1)	30	3.2	8.8	24.3	10	0.380
Truie allaitante (2)	60	6.4	17.5	48.7	32	1.200
Porcelet Post sevrage (3) 8-20 kg	15	1.6	4.4	12.2	6.5	0.250
Porc en Croissance 20-60 kg	26	2.8	7.6	21.1	10	0.380

(1)Calculée par l'approche factorielle des besoins avec un objectifs de 9 porcelets à la mise bas, une épaisseur de lard de 25 mm à la mise bas et un gain de poids en gestation de 40 kg (INRA porc).

(2)Calculée par l'approche factorielle à partir des résultats des performances moyennes en lactation des truies Créoles obtenues à l'URZ (Gourdine et al., 2006 ; poids moyen de la truie = 180, GMQ de la portée = 1500 g/j et taille de la portée = 8.5 porcelets/portée). Equations disponibles dans INRA porc.

(3)calculée par l'approche factorielle, en considérant que la composition du gain de poids entre 8 et 20 kg est la même qu'entre 30 et 60 kg (Renaudeau et al., 2006). Potentiel de croissance retenu pour le calcul, 400 g/j entre 8 et 20 kg et 750 g/j entre 30 et 60 kg.

(4)Quantité théorique optimale pour répondre au besoin énergétique maximale. Ne tient pas compte d'éventuelles limitation du taux d'incorporation pour éviter les problèmes sanitaire (ex : mélasse). Dans le cas de la mélasse, il est préconiser de limiter à 40% le taux d'incorporation dans la ration ; le complément peut être apporté par un produit riche en amidon (ex : bananes ou racines). Ce calcul ne tient également pas compte de l'énergie apportée par le complément protéique ; ex dans le cas du porc en croissance, l'apport de 380 g/j de tourteau de soja diminue la quantité de jus à distribuée à 6.0 kg au lieu de 7.6 kg/j.

(5) tourteau de soja 50 contenant 26.5 g de lysine digestible/kg

2. Les produits de la canne

2.1. Le Jus de canne dans l'alimentation des porcs

Le jus de canne se caractérise par une faible concentration en matière sèche (en moyenne 20%), une forte teneur en sucres solubles (75 à 92% de la matière sèche) et une faible teneur en protéines. Parmi les sucres solubles, le saccharose (ou sucrose) est le principal constituant (70 à 88% des sucres), suivi du glucose et du fructose représentant chacun 2 à 4% des sucres totaux. La teneur en sucre est fortement liée à la richesse de la canne (estimée par le brix) fortement variable en fonction de la saison. Elle est plus élevée pendant la saison sèche que pendant la saison des pluies.

Le jus de canne est une excellente source d'énergie qui peut remplacer l'amidon des céréales que l'on rencontre classiquement dans les rations des porcs.

Dans la littérature, il est indiqué des croissances journalières variant entre 450 et 750 g/j quand les porcs sont alimentés avec une ration constituée majoritairement de jus de canne. Les variations de croissance sont liées à la quantité et à la richesse du jus distribué, aux quantités et à la nature de la complémentation en protéines, aux types d'animaux utilisés (stade physiologique et race). En station d'expérimentation entre 30 et 65 kg, un porc Créole consommant 7 litres de jus de canne par jour, 400 g de tourteau de Soja et un complément minéral et vitaminique peut atteindre une croissance de 700 g /j.

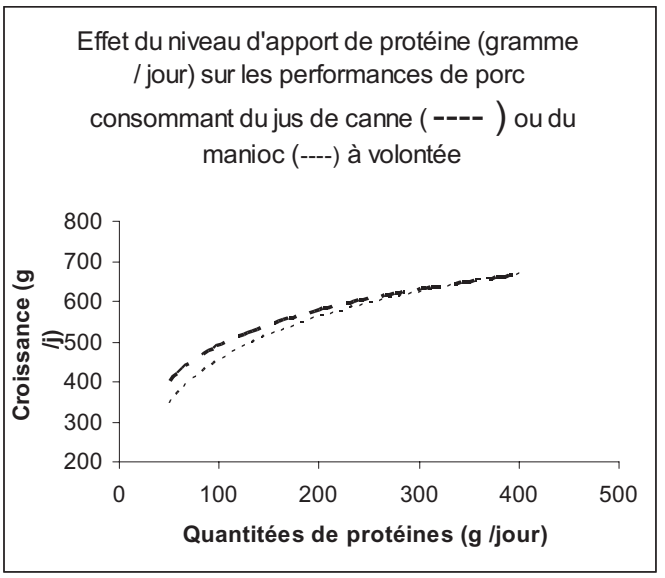
Un système d'alimentation basé sur le jus de canne peut remplacer les céréales à tous les stades de production de l'élevage.

La principale difficulté liée à l'utilisation du jus peut être sa conservation. Il faut extraire le jus quotidiennement. Le jus peut être conservé à 4°C, sans conservateur, jusqu'à 4 jours sans problèmes pour le porc. Il est aussi possible d'utiliser des substances pour stopper les fermentations (ex: acide malique).

Pour une conservation sur une longue durée, une solution consiste à faire évaporer partiellement ou totalement l'eau de la canne et fabriquer du sirop ou pain de sucre (panela). Cette solution dépend de l'autonomie de l'exploitation agricole en énergie.

La complémentation protéique conditionne le niveau de performance comme l'illustre la figure 7.

Figure 7 : Effet du niveau d'apport de protéine sur la croissance du porc *(Preston, 1995)*



Le tourteau de soja est la matière la plus appropriée du fait de sa richesse en azote et de composition en acides aminés qui est en bonne adéquation avec le besoin du porc. L'apport de protéine est à raisonner en fonction des besoins des animaux et du stade physiologique (Tableau 14). Une autre approche peut consister à raisonner l'apport de protéines pour valoriser au mieux la ressource énergétique présente sur l'exploitation sans pour autant viser à maximiser les performances des animaux. C'est souvent la démarche privilégiée avec l'utilisation d'aliments non conventionnels tels le jus de canne.

Afin d'augmenter l'autonomie alimentaire des exploitations agricoles, il est possible de remplacer jusqu'à 30% des protéines du soja par des feuillages (manioc, patate, stylosanthes…) sans que cela pénalise les performances de croissance du porc.

Les tableaux 15 et 16 illustrent des rations à base de jus de canne.

Tableau 15 : Rations à base de jus de canne (les rations contiennent 500 g de canne broyée)

	Tourteau de soja (kg)	Jus de Canne (kg)
Truie en stabulation	0.5	10
Truie Gestante	0.5	11
Truie allaitante	1.5	18
Porcelet sous la mère	0.05	
Porcelet de 30 à 60j	0.45	
Porcelet de 60 à 90 jours	0.5	5
Porc en croissance	0.4	12

Tableau 16 : Rations pour porc en croissance à base de jus de canne (les rations contiennent 500 g de canne broyée). Objectif de croissance 600 à 700 g / jour.

	Porc Créole (1)			Large White (2)		
Poids	Semaine	Jus (kg)	Soja (g)	semaine	Jus (kg)	Soja (g)
25	1	8.0	400	1	6.0	500
30		8.5	400	2	6.5	500
35	3	8.5	400	3	7.0	500
40		9.0	400	4	7.5	500
45	6	9.0	400	5	8.0	500
50		9.5	400	6	8.5	500
55	8	9.5	400	7	9.0	500
60		10.0	400	8	9.5	500
65	11	10.0	400	9	10.0	500
70			400	10	10.5	500
75			400	11	11.0	500
80			400	12	11.5	500
85			400	13	12.0	500
90			400	14	12.5	500
95			400	15	13.0	500
100			400	16	13.5	500

(1) Xande 2008 ; (2) Perez , 1997

2.2. La Mélasse dans l'alimentation des porcs

Il y a plusieurs « catégories » de mélasse pouvant être classées de mélasse riche ou «high-test» à la mélasse finale relativement plus pauvre. Ces types de mélasse sont liés au procès de fabrication. Elles diffèrent par leur composition chimique en relation avec l'extraction progressive du sucre. La mélasse disponible en Guadeloupe et Martinique est la moins riche en sucre (tableau 17). La caractéristique commune aux mélasses est que c'est un produit riche en sucre et pauvre en protéines. Par ailleurs, le procédé technologique de transformation augmente la concentration en impuretés industrielles (matières organiques non digestibles) et en minéraux. La teneur en énergie brute (EB) et la digestibilité de l'énergie des mélasses sont réduites comparativement aux céréales. La relative faiblesse en EB s'explique en grande partie par l'importance de sa fraction minérale qui dilue la matière organique, et aussi par le fait que la teneur en énergie brute du saccharose, du fructose et du glucose est plus faible que celle de l'amidon. L'utilisation métabolique des nutriments issus de la mélasse se fait avec la même efficacité que pour ceux issus de l'amidon. La mélasse aurait un effet dépressif sur l'utilisation des protéines du fait d'un accroissement des pertes en azote fécal d'origine endogène.

La mélasse demeure cependant une source d'énergie très disponible et peu coûteuse relativement aux céréales. Cependant, la consistance visqueuse de la mélasse pose des problèmes de texture et d'homogénéité de la ration complète. Par ailleurs il y a un taux d'incorporation à ne pas dépasser. Les forts taux d'incorporation de mélasse dans les rations entraînent des désordres digestifs se traduisant par des diarrhées. Chez le porc, cet effet a été attribué à la teneur élevée de la mélasse en minéraux, en particulier en potassium ainsi qu'à l'importante fraction organique non identifiée.

L'étude de la bibliographie indique qu'en moyenne, pour des niveaux d'incorporation de mélasse allant de 55 à 83%, la vitesse de croissance varie entre 414 à 742 g/j. Christon et Le Dividich (1978) ont fixé à 30 % la limite du taux d'incorporation de mélasse (produite en Guadeloupe) dans la ration du porc en croissance. Au-delà de cette limite, les auteurs rapportent une baisse des performances de croissance. La mélasse ne peut pas représenter plus de 20% de la ration pour le porcelet contre 30% pour la truie en gestation.

Les performances des porcs dépendront de la complémentation utilisée. Le jus de canne donne de meilleures performances que la mélasse.

Tableau 17 : Composition chimique de la mélasse

(Christon and Le Dividich, 1978)

Composition (%)	Valeur moyenne	Valeurs extrêmes (min -max)
Matière sèche (MS)	76.8	71.0 - 80.0
Matières minérales (%MS)	8.4	5.5 - 11.3
Matières grasses (%MS)	0.1	0.0 - 0.3
Protéines (N×6.25) (%MS)	3.6	1.5 - 10.2
Extractif non azoté (%MS)	64.6	51.7 - 69.0
Sucres solubles (%MS)	58.7	50.0 - 69.7
Sucres réducteurs (%MS)	16.2	13.9 - 17.0
Glucose (%MS)	8.6	5.5 - 14.0
Fructose (%MS)	9.9	1.3 - 16.0
Energie brute (MJ/kg de MS)	12.2	10.7 - 13.8

2.3. La Canne broyée dans alimentation des porcs

L'utilisation de la tige de la canne à sucre broyée ou entière, pour l'engraissement des porcs n'est pas fréquente. Cette utilisation peut paraître aberrante compte tenu de la richesse du produit en fibre et la faible capacité du porc à digérer les fibres. Toutefois, il existe un écart important entre l'aliment offert au porc et l'aliment réellement consommé (tableau 18). Cet écart varie selon le stade physiologique, le cultivar de la canne et les modalités utilisées pour broyer mécaniquement la canne. En fait, le porc extrait le sucre de la canne broyée et recrache une grande partie des fibres ingérée. En conséquence, la quantité d'énergie ingérée par le porc dépend de sa capacité à extraire le sucre de la canne. Des taux d'extraction supérieurs à 50% ont été relevés chez le porc créole consommant de la canne en quantité limitée.

Tableau 18 : Composition de la ration canne broyée consommée et de la ration consommée par les porcs

(Xandé, 2008)

	Canne broyée offerte	Canne broyée consommée
Matières sèches (% Matière brute)	43.7	25.8
Composition (% MS)		
Matières minérales	1.5	1.1
Matière azotée totale	1.2	0.0
NDF	40.3	23.2
ADF	26.6	14.9
ADL	4.4	0.0
Sucres solubles	51.5	80.2
Digestibilité, %		
Matière organique	30.4	68.6
Matière azotée	70.3	73.7
Energie	31.9	68.6
Energie digestible MJ/kg matière sèche	5.7	12.3
Energie métabolisable MJ/kg matière sèche	5.6	11.8

Certaines études indiquent que le taux d'extraction moyen du sucre dans la canne broyée est de 67% pour des porcs entre 35 et 55 kg de poids vif (Bravo et al. 1996). Cette valeur est supérieure à celle des extracteurs de jus classiquement utilisés de façon artisanale. Le taux d'extraction varie avec la taille des morceaux de canne distribués aux cochons. Ainsi, la quantité journalière de sucre ingérée diminue de 410 à 283 g/j lorsque la taille des morceaux de canne augmente de 3 à 40 cm (Mederos et al. 2004). Il faut cependant éviter un broyage trop fin qui entraîne une ingestion importante de particules fibreuses qui gênent l'extraction du jus par le porc (Mederos et al. 2004 ; Xandé et al., 2008).

L'extraction du sucre augmente quand les quantités de canne offertes sont plus faibles mais la quantité totale de sucre extraite quotidiennement peut être pénalisée (Bravo et al., 1996).

Les pratiques de distribution de la canne, quelquefois entière, existent chez les petits exploitants agricoles qui détiennent des porcs. En Haiti, des croissances journalières de 325 g /jour ont été enregistrées sur des porcs conduits de 20 à 80 kg alimentés avec de la canne broyée (Bien-Aimé et François, 1990). En Guadeloupe, des porcs créoles ont eu une croissance journalière de 200 g / jour en consommant 400 g de tourteau de soja et 7 kg de canne broyée.

Recommandation

Contrairement au Jus, la canne broyée ne peut être la seule source énergétique des rations des porcs si l'objectif est la recherche de performances élevées.

L'un des facteurs limitants liés à l'utilisation de la canne broyée est la faible ingestion de sucre et l'importance des dépenses énergétiques liées à son extraction. Cette faible ingestion entraîne une restriction énergétique qui peut être intéressante pour les truies en gestation qui ont besoin d'être rationnées à ce stade de leur cycle.

Chez le porc en croissance, des performances de croissance de 600 à 700 g /jour sont possibles **en associant la canne broyée à une autre source d'énergie** qu'il faut distribuer sans le mélanger à la canne. Cela peut être un aliment industriel porc titrant 20 % de MAT (1 kg/j) ou un sous produit tel la farine de riz ou le son de blé (1.5 kg/j).

Le complément non industriel pourrait aussi être du manioc doux ou du manioc amer séché, du fruit à pain, de la banane ou de la patate à raison de 1 kg en sec ce qui équivaut environ à 4 kg en vert. Le complément protéique (400 g de soja) ne peut pas être remplacé par un feuillage compte tenu de l'encombrement de la ration sauf si les feuilles sont séchées et transformées en farine.

La canne à sucre broyée a un encombrement qui limite les quantités d'énergie ingérées (donc les performances), il est davantage recommandé de donner un complément industriel (une formule 20% de protéine par exemple). Cela permet d'apporter de l'énergie complémentaire et la protéine qui fait défaut.

Le tableau 19 présente une ration à base de canne broyée.

Tableau 19 : Ration canne broyée pour un objectif de croissance de 500 g / j sur des Porcs créoles. L'aliment industriel doit être distribué avant la canne.

Poids Vif (kg)	Canne broyée		Concentré commercial 20% Azote (2)		Refus (bagasse) (3)
	Quantité Frais (kg)	Equivalent Sucre extrait (kg)(1)	Quantité Frais (kg)	Protéine ingérée (kg)	(kg)
25-30	6.5	0.29	1.0	0.20	3.30
30-35	7.0	0.31	1.0	0.20	3.60
35-40	7.5	0.34	1.0	0.20	3.80
40-45	8.0	0.36	1.0	0.20	4.00
45-50	8.5	0.38	1.0	0.20	4.30
50-55	9.0	0.40	1.0	0.20	4.60
55-60	9.5	0.43	1.0	0.20	4.90
60-65	10	0.45	1.0	0.20	5.10

(1) base calcul : taux d'extraction du sucre 50% et le sucre représente 9 % de la canne fraîche. Cependant ce taux d'extraction peut être inférieur chez les jeunes animaux et / ou quand les quantités offertes augmentent.

(2) L'aliment industriel doit être distribué avant la canne.

(3) la bagasse représente 50% de l'offert

LA CANNE À SUCRE DANS L'ALIMENTATION DES VOLAILLES

1. Les produits de la canne dans l'alimentation des volailles

Les travaux conduits sur l'alimentation des volailles avec la mélasse ou le jus de canne pour remplacer l'amidon des céréales donnent des résultats différents en fonction de l'espèce animale considérée.

Les poules sont de mauvais utilisateurs des aliments liquides contrairement aux volailles d'eau (canards, oies). La durée de vie productive des poules est trop courte pour leur permettre de s'adapter à une alimentation liquide. De même, leur bec n'est pas adapté pour leur permettre de consommer des aliments liquides. Il y a des pertes importantes de liquide, des éclaboussures de produits sucrés sur le plumage qui sont à l'origine de problèmes de cannibalisme. Avec les poules, les rations à base de jus de canne et de mélasse ont toujours donné des performances très inférieures au potentiel des animaux.

Les canards et les oies sont plus adaptés à consommer de l'aliment liquide. Des performances équivalentes à 80-90% de leur potentiel génétique ont été enregistrées avec du jus de canne comme l'illustrent la figure 8 et le tableau 20.

Figure 8 : Comparaison des croissances de canards consommant des rations à base de mélasse, de jus de canne et de riz.

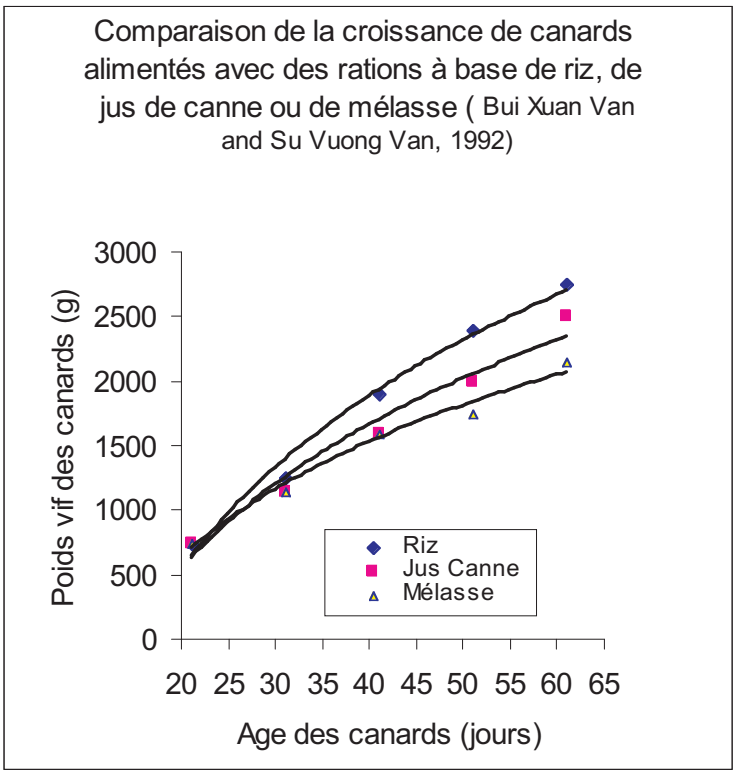


Tableau 20 : Ration de canards à base de Jus de canne ou Mélasse

La proportion des ingrédients est exprimée en % de la matière sèche.

(Bui Xuan Van and Su Vuong Van, 1992)

	Régime riz	Régime jus de canne				Régime mélasse			
Age des canards (j)	22-68	22-28	29-35	36-40	41-60	22-28	29-35	36-40	41-60
Brisure riz	54	28				37	17	6	
Farine riz	24	10	19	9					
T soja	20	30	29	29	28.6	31	31	32	28.5
Farine os	3	8	6	3	5.7	9	8	8	5.7
Prémix vitaminique	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Jus de canne		30	50	60	70				
Mélasse						30	50	60	70

Nb : De la farine de poisson existait dans la formule initiale. Elle a été remplacée par du tourteau de soja.

La croissance moyenne des canards était de 52 g/j pour la ration à base de riz, 46 g/j pour le jus et 38 g/j pour la mélasse. La consommation de jus était en moyenne de 436 g/j contre 106 g/j pour la mélasse.

LES ALIMENTS COMPLÉMENTAIRES DE LA CANNE DISPONIBLES À LA FERME

Les besoins d'aliments complémentaires sur la ferme sont de 3 ordres :

- Une source d'azote fermentescible
- Une source de protéines by pass (protéines digestibles dans l'intestin)
- Une source d'amidon

Pour produire ces ressources, l'agriculteur dispose de différentes stratégies :

- Les plantes mixtes produisant de l'amidon, de l'azote fermentescible et de la protéine by pass. C'est le cas du manioc, des patates, et de certains pois (vigna, canavalia)
- Des légumineuses herbacées qui apportent de l'azote fermentescible et de la protéine by pass
- Des arbres fourragers qui, comme les légumineuses herbacées, apportent de l'azote fermentescible et de la protéine by pass.

L'agriculteur peut faire le choix de combiner ces différentes stratégies qui n'ont pas les mêmes contraintes. Le choix des légumineuses herbacées par exemple pour fournir de l'azote, se rapproche des pratiques classiques de l'éleveur qui a l'habitude de faucher du fourrage. Cependant la plupart de celles-ci sont assez sensibles aux pathologies contrairement aux arbres fourragers. Le choix doit prendre en compte l'organisation générale de l'exploitation agricole.

1. Le Manioc

Le manioc est une ressource importante sur les exploitations souhaitant valoriser la canne en alimentation animale, quelque soit l'espèce considérée. C'est une source d'énergie (amidon des tubercules) et de protéines (azote des feuilles). La composition des produits est indiquée au tableau 21.

La disponibilité en feuilles est très variable en fonction de la conduite de la culture du manioc. Si les feuilles sont prélevées en même temps que les racines (12 mois et plus après la plantation), la production de feuilles varie de 1 à 4 tonnes de matière sèche par hectare. Si un prélèvement partiel des feuilles est réalisé durant tout le cycle de végétation jusqu'à la récolte des tubercules, la production de feuilles peut atteindre 7 tonnes de matière sèche. La première récolte est alors réalisée à 4 mois, puis tous les 2-3 mois. La fréquence de prélèvements est à adapter en fonction des espèces.

Si le manioc est conduit comme un fourrage et non plus comme une plante mixte (fourrage+tubercule), la production de feuilles peut atteindre 20 tonnes de matière sèche par an et durer plusieurs années. Le fourrage est récolté tous les 60-75 jours à partir du quatrième mois de plantation.

Dans la stratégie de conduite du manioc en tant que plante mixte, la production de tubercule peut atteindre 15 à 20 tonnes de produits frais. Ces racines riches en amidon permettent d'apporter l'amidon nécessaire aux ruminants consommant les rations à base de canne mais aussi d'augmenter la densité énergétique des rations pour augmenter les performances.

Les feuilles et tubercules doivent subir un séchage partiel afin d'éliminer l'acide cyanhydrique dont l'ingestion en grande quantité peut entraîner la mort de l'animal.

Tableau 21 : Composition chimique du manioc

	Feuilles + jeunes Tiges	Feuilles	Tige	Racine
Rendement matière fraîche/ tonne ha	25-30	20-25	30	15-20
Rendement matière sèche/ha	5-7	4-5	13	4-5
Matière sèche (%)	18.2	19.4		
Matière minérale (%)	6.8	11.4		
Matière organique (%)	93.2	88.6		
Matière azotée totale (%)	20.2	21.8		
Azote soluble (% azote total)	45.0	41.0		
Digestibilité de la matière sèche (caprins) (%)	73.2	69.0		
Digestibilité de la matière organique (caprins) (%)	75.6	71.2		
Digestibilité de la matière azotées (caprins) (%)	75.9	79.5		

La valeur énergique de la farine de feuille de manioc est estimée à 7.53 (6.65-7.95) MJ/kg de MS chez la volaille et 9.04 MJ/kg de MS chez le porc.

Les informations disponibles (Source Ravindran, 1993) sur le profil en acides aminés (g / kg de protéine) des feuilles du manioc sont :

Arginine : 53 (40-57) ; Lysine : 59 (38-75) ; Méthionine : 17 (13-20) ; Cystéine : 12 (16-14) ; Acides aminés soufrés totaux : 29 (20-33) ; Tryptophane 20 ; Histidine : 23 (11-25) ; Isoleucine : 45 (39-50) ; Leucine : 82 (72-89) ; Phenylalanine : 54 (53-54) ; Thréonine : 44 (32-50) ; Valine : 53 (51-57).

2. La Patate douce

La culture de la patate est principalement valorisée pour la consommation humaine. Les tubercules non commercialisables représentent entre 10 et 20% de la production. La partie aérienne est peu valorisée alors qu'elle a une valeur nutritive lui permettant de participer à l'alimentation animale. La partie aérienne est hétérogène, composée de feuille (la fraction la plus riche) et de tige.

Les productions de biomasse sont très variables en fonction du cultivar et de l'itinéraire technique utilisée. La production de tubercule est de l'ordre de 22 tonnes de produits frais contenant 25% de matière sèche.

Afin d'augmenter la production de feuilles des stratégies de défoliation partielle avant la récolte ont été testées, mais les travaux sont rares. Les résultats dépendent du cultivar, de la densité de plantation, de la période de défoliation. Une défoliation partielle avant la récolte entraîne une baisse de 22% de la production de tubercules alors que la production totale de feuilles varie peu. Elle est en moyenne de 4 tonnes de matières sèche par ha (22 tonnes de matière fraîche) composée de 17% de matière azotée.

La composition chimique des feuilles et tubercules est indiquée dans les tableaux 22 et 23.

Tableau 22 : Composition chimique des feuilles et racines de patate douce

(Sources Gomez, 1992)

	Plante entière	Racine
Composition % matière sèche		
Matière sèche	16-18	29
Matière minérale	3	6
Matière organique	97	94
NDF	40	7
ADF	33	5
ADL	16	7
Matière azotée totale	18	5
Digestibilité (porc) %		
Digestibilité de la matière sèche		90-95
Digestibilité de la matière organique		92-96
Digestibilité (%) de la matière azotée	42	25-50

Tableau 23 : Profil en acides aminés (g / kg de protéine) des produits de la patate douce

(Source Gomez PL, 1992)

Matière Azotée Totale	Feuilles de patate	Tubercule
Lysine	62	42-72
Acide Aminés soufré totaux	28	28-39
Tryptophane		8-12
Isoleucine	49	42-110
Leucine	96	62-92
Phénylalanine	106	72-136
Thréonine	53	51-61
Valine	63	49-83

3. Les légumineuses herbacées

Ce sont des légumineuses pérennes. Elles peuvent être exploitées au moins pendant 2 ans voire 4 à 5 ans avec des fauches régulières. Suivant les espèces et les variétés, elles sont plus ou moins adaptées aux zones humides et aux zones sèches. Parmi celles-ci, les S*tylosanthes guyanensis* sont bien adaptées aux conditions des zones humides d'Amérique tropicale.

La plantation se fait par semis à raison 5 kg de graines par hectare. La période d'installation est de 4 à 5 mois ce qui est relativement long. Aussi, il est préférable de faire un semis en ligne pour éliminer les adventices (binage) pendant la durée d'installation.

Une fois installée, des fauches peuvent être réalisées toutes les 6-7 semaines pour une production de 2 à 3 tonnes de matière sèche par hectare par fauche. La production annuelle varie entre 12 et 20 tonnes

Comme tous les fourrages, la composition chimique et la valeur nutritive du stylosanthes varient avec l'âge (tableau 24).

Tableau 24 : Composition chimique du Stylosanthes

	Matière Sèche	Matière organique	Matière Azotées totales	Neutral detergent Fiber	Acid Detergent Fiber	Acid Detergent Lignin
Composition chimique (g/kg MS)						
4 semaines	270	900	170	467	418	100
8 semaines	270	888	130	539	463	105

Teneur en acides Aminés pour 100 g de proteines :

Arginine : 5.3 ; Cystéine : 1.2 ; Glycine : 4.5 ; Histidine : 1.6 ; Isoleucine : 3.8 ; Leucine : 6.1 ; Méthionine : 1.7 ; Phenylalanine : 4.1 ; Théonine : 4.1 ; Trytophane : 1.4 ; Tyrosine : 3.8 ; Valine : 5.2.

Le stylosanthes peut être utilisé comme supplément pour les ruminants et les porcs. Chez les porcs, seules les feuilles sont utilisées. Des porcs de 15 kg peuvent consommer 400 g de feuilles fraîches.

4. Les pois

De nombreux pois ont étés étudiés, certes de façon incomplète, en alimentation animale. Généralement, les pois-grains consommés à l'état brut par les animaux ne sont pas utilisés au mieux du fait de la présence de facteurs antinutritionnels. Pour améliorer leur utilisation, il faut les toaster (choc thermique). Cela constitue un investissement supplémentaire que l'on peut éviter en limitant le taux d'incorporation des pois dans la ration.

En plus des grains les feuillages peuvent être valorisés dans l'alimentation. Le tableau 25 donne la composition de 2 pois-grains utilisés en zone tropicale.

Vigna

Tableau 25 : Composition chimique des graines de Canavalia et de Vigna

	Graine de Canavalia	Craine de Vigna
Protéines (% MS)	27-35	25-30
Acides aminés (% MS)		
Arginine	1.56	1.52
Histamine	0.80	
Isoleucine	1.12	0.92
Leucine	2.00	1.78
Lysine	1.43	1.57
Méthionine + cysteine	0.50	0.62
Phenylalanine + tyrosine	2.42	1.19
Thréonine	1.09	0.88
Trytophane		0.34
Valine	1.26	1.09
Digestibilité pour le Porc		
Energie		74-80**
Azote		66-78**

** digestibilité plus élevée si cuit (80 versus 74 et 78 versus 66)

Le Vigna a un cycle court. La digestibilité du Vigna est améliorée quand il est bouilli pendant 40 minutes.

Le porc consommant de la farine de Vigna bouilli a des performances identiques à celles obtenues avec le soja.

Contrairement au Vigna, l'effet de la chaleur est moins efficace sur le Canavalia qui ne peut représenter plus de 5% de la ration du porc. Le canavalia toasté peut rentrer dans l'alimentation des ruminants.

5. Les arbres fourragers

La pratique de valorisation des arbres fourragers en alimentation animale est peu développée en Guadeloupe et Martinique. Quand les arbres fourragers (Gliricidia, Leucaena, Erythrina) sont présents sur l'exploitation agricole, ils sont implantés en bordure des parcelles de pâturage dont ils délimitent les surfaces. Secondairement ce sont des points d'ombre pour les animaux.

Il existe cependant dans la Caraïbe et en Amérique du Sud, des pratiques de banques de protéines permettant de produire entre 20 et 30 tonnes/ha d'aliments contenant entre 200 et 300 g de protéines par kilogramme de matière sèche. Ces productivités sont possibles avec des densités de plantation de 15 à 20 000 pieds par hectare. Les arbres fourragers ont une productivité supérieure aux légumineuses herbacées, ils sont moins sensibles aux pathogènes, ils résistent mieux à la sécheresse du fait de leur système racinaire profond. La figure 26 indique la composition chimique de la fraction comestible de 3 arbres fourragers.

Gliricidia

Tableau 26 : Composition chimique de la matière sèche des feuilles de Gliricidia Erythrina et Leucaena (% MS)

	Matière organique	Matière Azotées Totales	Neutral detergent Fiber	Acid Detergent Fiber	Acid Detergent Lignin
Gliricidia	89.5	26.4	52	33	14
Erythrina	90.5	28.6		31	
Leucaena	90.3	23.5		31	

Il n'y a pas de formule « passe partout » pour la gestion des arbres fourragers. Les résultats sont très variables en fonction de la localité. A cette dernière vient s'ajouter les pratiques de fumure et de taille. La production du fourrage et la persistance de la culture dépendent de la fréquence et de l'importance du prélèvement. Dans la logique de mise en place de banque de protéines, le principe de base est d'éviter la floraison de l'arbre fourrager car il y a une concurrence entre la production de fleurs (donc de fruits) et la production de feuilles. Lors de la mise en place de la parcelle d'arbres fourragers, il ne faut pas récolter pendant 12 mois. Ensuite il faut adopter un rythme de coupe permettant une repousse correcte des arbres (tous les 3 à 6 mois suivant l'espèce). La hauteur de récolte est variable (25 à 150 cm), elle dépendra en partie de la mécanisation ou non.

Erythrina

Dans la logique d'une banque de protéine, le Gliricidia doit être récolté tous les 3-4 mois pour maximiser la production de fourrage. Les production peuvent atteindre 15 à 20 tonnes de matière sèche comestible/ ha soit 60 tonnes de produit frais. La production de protéine est de 5 tonnes par hectare et par an. Une fraction importante de l'azote (30%) est très rapidement dégradable.

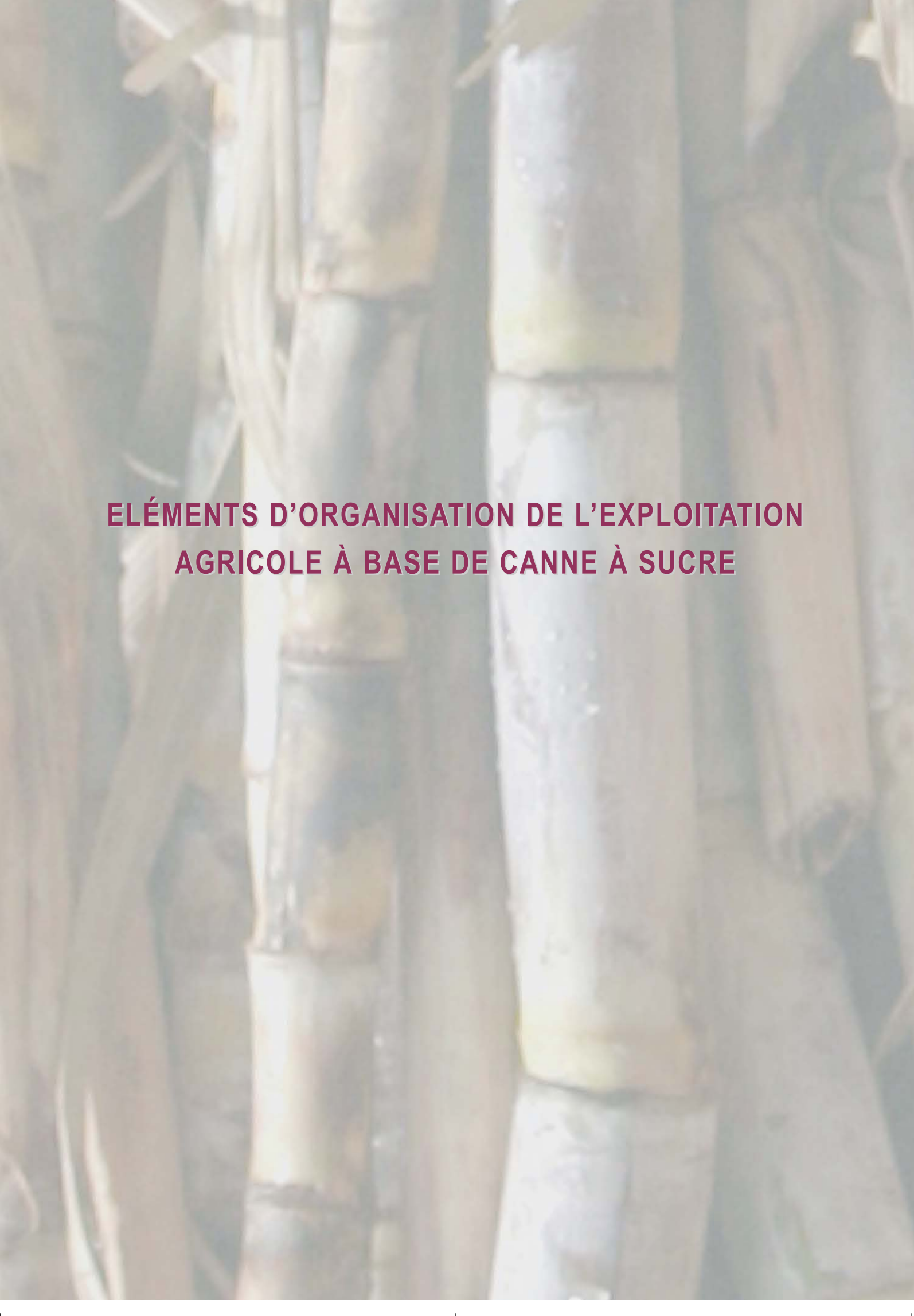
Des rythmes de fauche à peu près comparables peuvent être appliqués au Leucaena et à l'Erythrina.

Le Gliricidia et le Leucaena sont principalement destinés aux ruminants. L'Erythrina est bien consommé par le porc.

Les feuilles des différentes ressources présentées précédemment peuvent être consommées sous forme de farine, après séchage. La composition chimique figure au tableau 27.

Tableau 27 : Composition chimique des farines de feuille de Gliricidia , Leucaena et manioc.

	Foin d'herbe de Guinée	Farine de feuilles de manioc	Farine de feuilles de Leucaena	Farine de feuilles de Gliricidia
Matière sèche	92.4	87.	84.6	81.2
Protéine brute	7.63	26.81	30.2	28.4
NDF	68.1	26.1	30.2	34.4
ADF	47.2	13.4	17.3	16.4
Calcium	0.38	1.74	2.09	1.93
Phosphore	0.17	0.36	0.18	0.22



ELÉMENTS D'ORGANISATION DE L'EXPLOITATION AGRICOLE À BASE DE CANNE À SUCRE

1. Considérations générales

La canne à sucre, base de l'alimentation des animaux, est une option permettant le développement d'une agriculture durable et productive.

La canne à sucre est choisie parce que c'est l'une des plantes les plus productives dont peuvent disposer les agriculteurs en zone tropicale.

La forte productivité de la canne est compatible avec le maintien de la fertilité du sol quand la culture est bien conduite et quand il y a recyclage de la matière organique.

Quelque soit la fraction de la canne considérée, c'est avant tout un aliment énergétique. L'éleveur doit rechercher le complément protéique dans d'autres aliments provenant souvent de l'agro-industrie. L'agriculteur peut cependant accroître son autonomie s'il accepte de repenser le choix des cultures sur son exploitation et la gestion de ses rotations.

2. Assolement, rotation et choix des cultures

La canne la plus productive n'est pas forcément la meilleure en termes d'alimentation ou d'économie. Le choix d'une variété de canne est un compromis entre la quantité de biomasse produite, la résistance aux maladies, la facilité de récolte et de séparation des différentes fractions utilisable par les différentes espèces animales.

Il faut installer des légumineuses sur l'exploitation agricole. L'association de plantes à cycle court et long est aussi un bon compromis.

Ainsi, les légumineuses (pois, arachide…) à cycle court (moins de 4 mois) peuvent être plantées dans les inter-rangs de la canne. Cela permet de valoriser un espace supplémentaire et de lutter contre les mauvaises herbes. La légumineuse contribuera à l'enrichissement du sol en azote. Les feuilles et les graines des légumineuses pourront être utilisées dans l'alimentation des animaux.

Les légumineuses à cycle long peuvent être introduites sous forme d'allées d'arbres tous les 20 - 30 mètres entre les parcelles de canne. Ces arbres ont plusieurs fonctions. Ils contribuent à la gestion de la fertilité du sol en tant que légumineuses et parce qu'ils vont puiser dans les couches profondes du sol des éléments fertilisants qu'ils ramènent en surface. Les feuillages prélevés lors d'élagages adaptés aux espèces végétales sont des compléments protéiques alors que la fraction ligneuse peut être utilisée comme combustible. Les arbres fourragers peuvent aussi être valorisés comme banque de protéines.

3. Fractionner la canne afin de valoriser au mieux les différentes composantes

Le fractionnement de la canne (Figure 9) permet l'utilisation de chaque fraction pour l'usage le mieux indiqué (aliment, fertilisant, litière, énergie).

Ainsi, les têtes de canne (amarres) associée à la partie immature des tiges doivent être valorisée par les ruminants. Le jus de canne est bien valorisé par les porcs et secondairement certaines volailles (canard). L'utilisation la plus indiquée pour la bagasse est la production de litière ou d'énergie. Secondairement la bagasse peut être utilisée pour l'alimentation des ruminants, en cas de pénurie (sécheresse exceptionnelle, par ex.). Il faut limiter le prélèvement de paille au champ, et recycler au maximum les fumiers issus de l'élevage afin de maintenir la fertilité du sol.

4. Valoriser les races locales

Les races locales sont les plus adaptées pour valoriser les ressources produites sur l'exploitation agricole.

Bovins Créoles

Comparativement aux races exotiques, elles n'ont pas été sélectionnées sur des performances de production (viande, lait…) au détriment de l'adaptation au milieu. Cela les rend plus autonomes sur les exploitations agricoles (résistance aux pathologies, valorisation des ressources disponibles…) d'où une diminution des coûts de production. Leur plus faible potentiel de production les rend plus apte à valoriser des rations moins riches en terme de densité nutritionnelle. Le besoin d'apport d'aliments complémentaires est plus faible.

Porcs Créoles

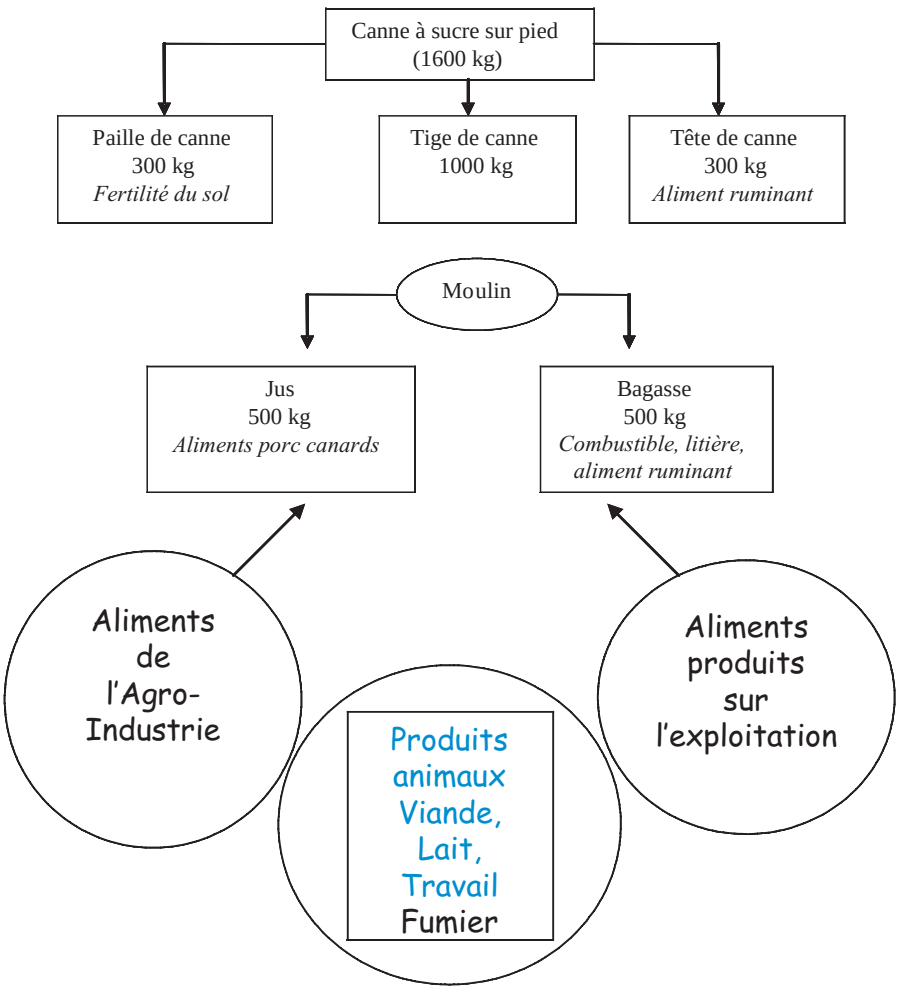
5. Accroître l'autonomie énergétique de l'exploitation

Avec la mécanisation, l'énergie est devenu un important poste de dépense sur l'exploitation agricole. La logique de développement a favorisé le fuel ou l'électricité industrielle. L'exploitation agricole a cependant la possibilité d'accroître son autonomie, voire de produire de l'électricité.

La bagasse produite sur l'exploitation ainsi que les fractions ligneuses des arbres fourragers sont potentiellement des combustibles permettant de produire de l'électricité par différentes technologies dont les gazéificateurs.

Le développement de petits méthaniseurs sur l'exploitation agricole à partir d'effluents d'élevage permettrait aussi la production de méthane utile pour le séchage de certains aliments, ainsi que pour les autres besoins domestiques.

Figure 9 : Schéma de fractionnement de la canne



6. Stocker les ressources disponibles de façon saisonnière

6.1. Considérations générales

Il y a plusieurs techniques pour stocker les ressources végétales disponibles en abondance mais de façon saisonnière. Les deux techniques les plus utilisées sont le séchage et l'ensilage. Le séchage ne permet une conservation sur une longue durée (plusieurs mois) que si le taux d'humidité final du produit séché est inférieur à 5-10%. C'est approximativement l'humidité que l'on retrouve dans les graines de céréales commercialisées. Il faut par ailleurs éviter les reprises d'humidité en stockant les aliments dans des lieux ou des récipients protégeant de la forte humidité ambiante.

Le séchage est toujours une technique onéreuse à moins de faire appel à l'énergie naturelle (soleil) ou à une source d'énergie renouvelable.

La technique d'ensilage est décrite dans les paragraphes suivants.

6.2. L'ensilage

6.2.1. Principe général

C'est un mode de conservation des aliments par voie humide. Le principe de base consiste à mettre les aliments dans un environnement (absence d'oxygène, milieu acide) qui ne permet pas le développement des « microbes » à l'origine de la dégradation des aliments.

Pratiquement l'aliment (canne, herbe, banane, fruit à pain…) est haché, puis introduit et tassé dans un silo rendu hermétique avec un film plastique. L'objectif est de faire partir le maximum d'air donc d'oxygène. Dans les premières heures les poches d'air résiduelles sont consommées par l'activité de la population microbienne présente dans le silo. De plus, cette population amorce un début de dégradation des aliments provoquant l'acidification du milieu. L'absence d'oxygène et l'acidité grandissante entraînent un ralentissement puis un arrêt de l'activité des microbes. L'ensilage est alors stabilisé et peut être conservé en l'état plusieurs mois.

6.2.2. Réalisation du chantier

Le silo est réalisé soit :

- en creusant une simple tranchée dans un morne ; les parois de terre ne doivent pas avoir d'aspérités importantes (pierres, racines,…) pouvant déchirer le film plastique.
- en construisant le silo en bois ou en béton à la surface du sol. La construction doit être robuste compte tenu des pressions qui s'exercent sur les parois.

Quelle que soit la solution retenue, la base du silo doit comporter une pente d'environ 5 p. 100 pour assurer un drainage correct.

Les dimensions du silo sont fonction des besoins et sont déterminées par l'éleveur. Il est préférable que le silo soit long et le moins large possible. Cela permet de limiter les pertes à l'ouverture du silo. Après ouverture du silo, il faut consommer au moins 20 cm d'ensilage par jour, pour éviter une reprise des fermentations indésirables.

Les équipements de base à part le silo sont : une bâche plastique spéciale « ensilage » adaptée aux dimensions du silo, un appareil pour le broyage de l'aliment. La bâche est disposée à l'intérieur de la tranchée. Les bords doivent déborder largement.

L'aliment est haché ou broyé en fonction du mode de distribution. La masse broyée est étalée et tassée fréquemment avec les pieds dans le cas de petits silos.

Une fois le silo rempli, la bâche plastique est rabattue sur l'ensilage en assurant une bonne étanchéité.

Après fermeture, des charges sont déposées sur le silo afin d'assurer un bon tassement (l'utilisation de planches, de palettes, etc., permet une meilleure réparation de la charge). La bâche est percée au point le plus bas du silo afin d'assurer l'évacuation des jus d'écoulement.

6.2.3. Utilisation de l'ensilage

L'ensilage est utilisable pour l'alimentation animale un mois après sa réalisation, mais il peut être conservé sans problème plusieurs mois si cela est nécessaire.
Le désilage se fait par attaque frontale. L'ensilage est prélevé par tranches successives (comme une tranche de gâteau) à l'aide par exemple d'une pelle-bêche à bords tranchants afin d'avoir une section toujours nette pour diminuer les pertes. Après chaque prélèvement la bâche plastique est rabattue soigneusement sur le front d'attaque.

Bibliographie consultée ou citée

Aumont G., Salas M., 1996. Effect of stage of maturity, cultivar and nitrate fertilisation and soil type on mineral content of sugar cane. J.Agric. Univ. P.R 80(1-2) : 37-46.

Bien-Aimé A., François R., 1990. La canne hachée comme source principale d'énergie pour la croissance des porcs. 1. Comparaison avec le maïs et le jus de canne. Taller de trabajo sobre la utilizacion de la caña de azucar y sus subproductos en la alimentacion de los animales. Gosier, Guadeloupe

Bravo M., Lasso M., Esnaola M. A., and T. R. Preston., 1996. Preliminary studies on the use of chopped sugar cane stalks as the basal diet for fattenings pigs. Livestock Research for Rural Development .8.

Bui Xuan Men., Vuong Van Su., 1992. Sugar cane in diet of ducks. Livestock Research for Rural Development, 4(3) : 10-14.

Christon R., Le Dividich J., 1977. Effect of feeding cane molasses on nitrogen digestibility and retention in the rat. Nutr. Rep. Inter. 16 : 549-555.

Christon R., Le Dividich J., 1978. Utilisation de la mélasse de canne à sucre dans l'alimentation du porc: essai d'interprétation des acquisitions récentes. Ann. Zootech. 27 : 267-288

Garcia G.W., Neckles F.A. and Lallo C.H.O., 1990. Sugar cane Forage based diets for beef production. Cuban Journal of Agricultural Science. 1990. 24 : 15.

Geoffroy F., 1980. Valeur alimentaire et utilisation de la banane par les ruminants en milieu tropical. Thèse de docteur Ingénieur de l'Institut National des Sciences Appliquées de l'Université Claude Bernard Lyon I.

Gomez P.L., 1992. Feeding of sweet potatoes to monogastrics. FAO. Animal Production and Health paper. 95 : 227-233.

Hassoun P., Geoffroy F., Saminadin G. and Calif B., 1987. Etude de 4 paramètres agissant sur l'efficacité du traitement de de la bagasse à l'urée. *In Pâturage et alimentation des ruminants en zone tropicale humide*. Page 457-473.

Naidoo G., Delaitre C. and Preston T.R., 1977. Effect of maize and fish meal supplements on the performance of steers fed steam cooked bagasse and urea. Tropical Animal Production 2: 117.

Nyereles L., Preston T.R.,1992. Chicken litter for cattle feeding. The effects of different supplements. Tropical Animal Production 7 : 61-65.

Mederos C.M., Figueroa V., Garcia A., Aleman E., Martinez R.M., and J. Ly., 2004. Growth performance of pigs fed hand-chopped sugar cane stalks. Livestock Research for Rural Development. 16.

Pate F.M., 1981. Fresh chopped sugar cane in growing steer diets. Journal Animal Science 53 : 881.

Perez R, 1997. Feeding pigs in the tropics. FAO Animal Production and Health Paper. 132

Preston. T. R., 1977. Nutritive value of sugar cane for ruminants. Tropical Animal Production 2 : 125-142.

Preston T. R. and E. Murgueitio, 1992. Strategy for sustainable livestock production in the tropics. CONDRIT Ltda: Cali. pp 89.

Preston T.R., 1995. Feed resource for non-ruminant. FAO Animal Production and Health Paper. 126 : :51-81.

Preston T. R., 2001. Potential of cassava in integrated farming systems. International Workshop on Current Research and Development on Use of Cassava as Animal Feed. Thailand. http://www.mekarn.org/prockk/pres.htm.

Ravindran V., 1993. Cassava leaves as animal fed : Potential and limitations. J Sci Food Agric 61 : 141-150

Salas M., Aumont G., Biesy G. and Magnie E., 1992. Effect of variety, stage of maturity and nitrate fertilisation on nutritive values of sugar cane. Animal Feed Science and Technology, 39 : 265-277.

Xande X., 2008 . Valorisation d'aliments non conventionnels par les races locales dans un contexte de système d'élevage alternatif de type polyculture-elevage. Exemple de la canne à sucre valorisée par le porc créole de Guadeloupe. PhD Thesis, Universté Antilles Guyane.

Xande X., Gourdine J.L., Coppry O., Reneaudeau D., Garcia G., Fleury J., Archimede H., 2008. Experiences with sugar cane as animal feed in Guadeloupe : from the Feed to the Farming System. Cuban Journal of Agricultural Science (Sous presse)

Youssef F. G., 1987. The utilisation of whole sugar cane by beef cattle and sheep. World Review Animal Production. Vol XXIII, n°1 : 33-36.

Contacts

INRA, Unité de Recherches Zootechniques
Domaine de Duclos
Prise d'Eau
97170 Petit Bourg Guadeloupe
Tel : 0590 95 59 41 (33)

INRA, Plateforme Tropicale d'Expérimentation sur l'Animal
Site de Duclos
Prise d'Eau
97170 Petit Bourg Guadeloupe
Tel : 0590 95 59 73

INRA, Plateforme Tropicale d'Expérimentation sur l'Animal
Site de Gardel
Gardel
97111 Moule, Guadeloupe
Tel : 0590 23 85 85

Conception/Infographie : Gladys SAMSON ● Impression : PRIM SAS - 0590 41 91 40

© INRA Antilles-Guyane - Septembre 2008

Document co-financé par les fonds européens (FEDER et FEOGA),
le fond de coopération régional de la préfecture de la Guadeloupe,
les régions Guadeloupe, Martinique et Guyane

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE
Centre Antilles-Guyane
Domaine Duclos - Prise d'eau • 97170 Petit-Bourg
Tél : 0590 25 59 00 • Fax : 0590 25 54 45
www.antilles.inra.fr