Unité de Service Enseignement
et Formation en Elevage
Campus de Baillarguet
TA A-71 / B
34 398 MONTPELLIER Cedex 5

UNIVERSITÉ MONTPELLIER II

UFR Sciences
Place Eugène Bataillon
34 095 MONTPELLIER Cedex 5

MASTER 2EME ANNEE

BIOLOGIE GEOSCIENCES AGRORESSOURCES

ET ENVIRONNEMENT

SPECIALITE PRODUCTIONS ANIMALES EN REGIONS CHAUDES

RAPPORT DE STAGE

Mesure de la valeur nutritionnelle des produits de la canne à sucre chez le porc Créole : mélasse, jus et canne broyée (Guadeloupe)

Présenté par

Carole REGNIER

Réalisé sous la direction de : David RENAUDEAU

Organisme et pays : INRA Antilles-Guyane, Petit Bourg

Période du stage : Avril à Septembre 2007

Date de soutenance : 1er Octobre 2007

Année universitaire 2006-2007

Remerciements

Je remercie Mr Harry Harchimède, qui m'a accueilli au sein de l'unité de recherche zootechnique durant mon stage. Merci pour ses conseils avisés et sa gentillesse.

Un grand merci à mon maître de stage Mr David Renaudeau pour sa patience, sa générosité et sa confiance qu'il a su me donner durant ce stage.

Je remercie tout particulièrement toute l'équipe de l'UEPSA sans laquelle cette expérimentation n'aurait pu être possible. Merci pour leur gentillesse, leur aide et leur bonne humeur quotidienne.

Je n'oublie pas dans cette équipe toute ceux du laboratoire qui ont fait preuve de patience avec moi et mes échantillons !! Merci pour leur efficacité et leur rapidité.

Merci à tous les chercheurs, thésards, secrétaires qui ont partagé avec moi des conseils, un sourire entre deux couloirs ou deux portes de bureau et qui ont fait de ces moments de travail de bons souvenirs.

Merci à ma famille d'accueil qui a su recréer autour de moi une ambiance familiale. Merci pour leur soutien et leur gentillesse.

Une pensée émue à tous mes collègues stagiaires avec qui j'ai partagé que des bons moments sur les routes de Guadeloupe ou pendant les soirées. C'est avec eux que je repars la tête pleine de souvenirs et mon ordinateur rempli de photos.

Je remercie ma famille et mes amis proches en leur dédiant ce rapport, merci de leur soutien et de leur confiance qu'ils ont su m'apporter tout au long de ma vie.

Résumé

La valeur nutritionnelle des sous-produits de la canne (mélasse, jus de canne, et canne broyée) a été mesurée sur un total de 24 porcs Créoles (CR) mâles castrés répartis en deux répétitions de 12 porcs. A partir de 12 semaines d'âge, des blocs de 4 frères ou demi-frères ont été constitués. Les excréta ont été collectés sur 3 périodes successives de 8 jours. Chaque période expérimentale a été séparée de 10 jours qui constituent une période d'adaptation à la ration expérimentale. Au cours de la première période, les animaux ont reçu un régime témoin à base de concentré commercial (T), un mélange témoin et jus de canne (T+JC), un mélange témoin et mélasse (T+M) ou un mélange témoin et canne broyée (T+CB). Tous les animaux ont été nourris avec la même quantité d'aliment (35 g/jour/kg PV). Les produits de la canne ont été incorporés dans la ration à hauteur de 8 g/jour/kg PV pour le JC et la M et 13 g/jour/kg PV pour la CB. Au cours de la seconde période de mesure, les animaux ont reçu une ration (35 g/jour/kg PV) constituée de T et une quantité croissante de JC (0, 8, 16, et 24 g/jour/kg PV). Au cours de la dernière période, les porcs reçoivent une ration constituée de T et une quantité croissante de CB allouée (0, 13, 26, 39 g/jour/kg PV).

Les résultats de la première période permettent de comparer la digestibilité des différents sous produits de la canne à sucre. La digestibilité de l'azote est plus importante pour le JC et la CB que pour la M (respectivement 84,9 - 82,9 - 65,6%, $P < 0,05$). En revanche l'énergie est plus digestible pour la M que pour la CB (70,7 vs. 83,2 %). Pour le jus cette digestibilité de l'énergie est de 100 % et durant la période 2 elle n'est pas influencée par la quantité allouée. Cette forte digestibilité de l'énergie provient de la forte teneur en sucres (73,1 % de la matière sèche) du JC et de la forte digestibilité de ces sucres (99,1 %). Le taux d'extraction du sucre est de 66 % pour la CB. Ce taux diminue lorsque la quantité de canne allouée augmente. Les digestibilités de la CB sont plus faibles. Ces résultats s'expliquent en partie par la composition chimique de la canne et la teneur élevée en fibres, avec un taux de NDF égal à 40,3 % de la matière sèche. De plus la canne a une faible teneur en énergie digestive (12,4 MJ/kg MS) et métabolisable (11,9 MJ/kg MS). Cette étude apporte de nouveaux résultats sur la digestibilité de la canne à sucre et de ses sous produits.

Mots clefs : Porc, Créole, Canne à sucre, Mélasse, Jus de canne, Canne broyée, Valeur nutritionnelle, Guadeloupe.

Abstract

The nutritional values of sugar cane products (molasse, cane juice and stalk cane) were measured on 24 castrated male Creole pigs. At twelve weeks old, blocks of 4 brothers or step-brother were constituted. The excreta were collected on 3 successive periods of 8 days. Each experimental period was separated by 10 days, which constituted an adaptation period to the experimental ration. During the first period, each pig within a block received a commercial control diet (T), a mixed ration constituted of T and sugar cane juice (T+JC), a mixed ration constituted of T and molasses (T+M) or a mixed ration constituted of T and ground sugar cane (T+CB). All the animals were fed with the same amount of feed (35 g/j/kg BW). The sugar cane products were incorporated in the ration at a rate of 8 g/j/kg BW for the JC and the M, and at 13 g/j/kg BW for the CB dietary treatment. During the second period of measure, pigs were fed with a T diet (35 g/j/kg BW) or mixed diets with various levels of JC (0, 8, 16, 24 g/j/kg BW). During the last period of measurement, pigs were fed with a T diet or a mixed diets with various JC level of (0, 13, 26, 39 g/j/kg BW).

Nitrogen digestibility was higher in juice and ground sugar cane than in molasses (respectively, 84.9-82.9-65.6 %, $P < 0,05$). On the other hand the energy contained in M is more digestible than in CB (70.7 vs. 83.2 %). The present study JC's digestibility is 100 % and during the second period it is not influenced by the quantity allocated. This strong digestibility is due to JC high content of sugar (73.1 % of dry matter) and strong digestibility of this sugar (99.1 %). The extraction rate juice is 66 % for the CB, this rate reduces when the CB quantity allocated increases. CB's digestibility are slighter: this is due to the cane composition and the high presence of fibre, with a NDF rate that equals 40.3 % of dry matter. The cane has a slight digestibility energy content, 12.4 MJ/kg DM and metabolisable energy 11.9 MJ/kg MS. This study brings new results on sugar cane and its products' digestibility.

Key words: Pig, Creole, Sugar cane, Molasse, Cane juice, Cane stalk, Nutritional value, Guadeloupe

Sommaire

Remerciements 2
Résumé 3
Sommaire 5
Table des tableaux 6
Table des figures 7
Liste des abréviations 8
Introduction 9
I. Etude bibliographique 10
1. Le porc Créole 10
1.1. La place du porc Créole en Guadeloupe 10
1.2. Les caractéristiques du porc Créole 10
1.2.1. Performances de croissance 10
1.2.2. Qualité de la viande 11
1.2.3. Adaptation au climat tropical 11
1.2.4. Le choix d'un système d'élevage adapté au porc Créole 11
2. Utilisation de la canne à sucre pour l'alimentation du porc 12
2.1. Généralités 12
2.2. Utilisation du jus de canne 13
2.3. Utilisation de la mélasse 14
2.4. Utilisation de la canne broyée 15
II. Expérimentation 17
1. Matériel et méthodes 17
1.1. Animaux et dispositif expérimental 17
1.2. Rations et distributions 17
1.3. Mesures réalisées 20
1.4. Calculs et Analyses statistiques 21
2. Résultats 22
2.1. Effet de l'incorporation des co-produits de la canne sur les performances et la digestibilité (période 1). 22
2.2. Effet d'une alimentation au jus de canne sur les performances et la digestibilité (période 2). 23
2.3. Effet d'une alimentation à la canne broyée sur les performances et la digestibilité (période 3). 24
3. Discussion 26
Conclusion et perspectives 31
Bibliographie 33

Table des tableaux

Tableau 1 : Comparaison de croissance entre des régimes à base de céréales et de jus sur différentes études réalisées sur des porcs en croissance. 13
Tableau 2 : Résultat de croissance avec un mélange mélasse et bagasse à des taux d'incorporation croissant, (Le Dividich et al, 1974). 14
Tableau 3 : Influence du taux de mélasse dans la ration sur le rendement en carcasse et l'épaisseur de lard. 14
Tableau 4 : Relation entre le taux d'extraction et la quantité de canne à sucre distribuée, (Bravo et al, 1996). 15
Tableau 5: Effet de l'alimentation à base de canne à sucre sur la composition des c arcasses du porc Créole (moyennes ajustées), (Xandé X. et al, 2007). 16
Tableau 6 : Composition chimique des différentes rations. 17
Tableau 7 : Effet d'une incorporation de produits de la canne (mélasse, jus de canne, canne broyée) sur la consommation pendant les 8 jours de collecte (moyennes ajustées). 23
Tableau 8 : Effet d'une incorporation de produits de la canne (mélasse, jus de canne, canne broyée) sur la croissance et la digestibilité durant les 8 jours de collecte. 23
Tableau 9 : Effet d'une incorporation de jus de canne sur la consommation pendant les 8 jours de collecte (moyennes ajustées). 25
Tableau 10 : Effet d'une alimentation avec du Jus de canne sur la croissance et la digestibilité pendant les 8 jours de collecte (moyennes ajustées). 25
Tableau 11 : Effet d'une alimentation à la canne broyée sur la consommation pendant les 8 jours de collecte (moyennes ajustées). 27
Tableau 12 : Effet d'une alimentation avec de la canne broyée sur la croissance et la digestibilité pendant les 8 jours de collecte (moyennes ajustées). 27
Tableau 1 3 : Digestibilité moyenne des différents sous produits de la canne 28
Tableau 14 : Equation de prédiction de la digestibilité de l'énergie (dE) ou de l'azote (dN) en fonction de la composition chimique de l'aliment 30

Tables des figures

Figure 1 : Caractéristiques technico-économiques des systèmes d'élevage porcins de la Guadeloupe, (M.F.Zébus et al, 2005) 10
Figure 2 : Influence d'une alimentation au jus de canne sur le rendement carcasses, (Duc Ngoan, 1998) 13
Figure 3 : Effet du taux d'incorporation de la mélasse sur les performances de croissance des porcelets sevrés à 5 semaines (Le Dividich et Canope, données non publiées, 1974) 15
Figure 4 : Courbe de croissance chez les porcs nourris avec différente quantité et taille de canne à sucre, (Bravo et al, 1996) 16
Figure 5 : Photos du broyeur et du moulin utilisés durant l'expérimentation 18
Figure 6 : Relation entre le sucre alloué, la consommation en sucre et le taux d'extraction avec la quantité de canne broyée allouée en frais 32

Liste des abréviations

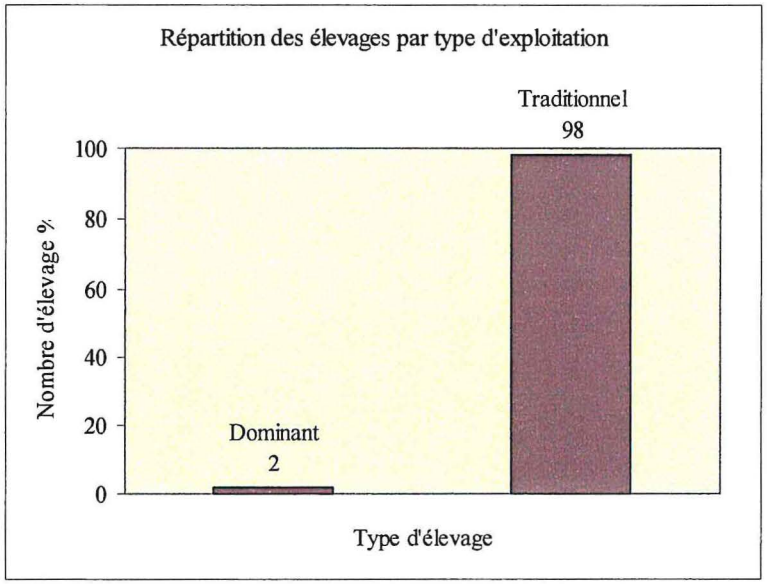
Amid	Amidon
CB	Canne broyée
Cr	Créole
E	Energie
EB	Energie brute
ED	Energie digestible
ELD	Epaisseur de lard
EM	Energie métabolisable
GMQ	Gain moyen quotidien
JC	Jus de canne
LIM	Lipide intra musculaire
LW	Large White
M	Mélasse
MAT	Matière azotée totale
MG	Matière grasse
MO	Matière organique
MS	Matière sèche
N	Azote
NDF	Teneur en fibre après un détergent neutre
PV	Poids vif
T	Régime témoin à base de concentré commercial

Mesures de la valeur nutritionnelle des produits de la canne à sucre chez le porc Créole : mélasse, jus et broyée

Introduction

La canne à sucre est une plante cultivée dans de nombreux pays du monde. Chaque année plus d'un milliard de tonnes de canne à sucre est produit. Les premier pays producteurs sont la Chine avec 485 854 million de tonnes produits, suivie de l'Amérique du Sud avec 347 649 million de tonnes et l'Amérique du Nord avec 166 281 million de tonnes. La Guadeloupe produit chaque année environ 600 000 tonnes de canne à sucre, principalement dédiée à l'industrie du rhum et du sucre. Les différents sous-produits de la canne comme la mélasse, le jus et la canne broyée ont un intérêt dans l'alimentation du bétail notamment dans ces pays tropicaux producteurs de canne. De plus la plupart de ces pays tropicaux sont en voie de développement avec souvent une forte pression démographique et il existe une concurrence importante pour les céréales entre les besoins humains et animaux. Ce problème amène les éleveurs à se tourner vers d'autres matières premières locales non conventionnelles, pour alimenter le bétail. L'Unité de Recherches Zootechniques du centre INRA Antilles-Guyane mène actuellement d'importantes études pour mieux définir la valeur nutritionnelle de la canne à sucre en vue d'une utilisation optimisée pour l'alimentation du bétail et plus particulièrement pour l'élevage porcin. Le porc Créole est la principale race locale Caribéenne avec une importance économique, sociale et culturelle non négligeable. Cette race est caractérisée par une bonne rusticité, une bonne qualité de sa viande mais par de faibles performances de croissance. Malheureusement, ce type génétique voit sa population diminuer depuis une trentaine d'années au profit des races dites exotiques importées d'Europe. La sauvegarde de cette race passe par le développement de systèmes d'élevage adaptés permettant de valoriser au mieux toutes les qualités du porc CR. Dans ces systèmes d'élevage, les porcs pourraient recevoir une alimentation à base de matières premières locales comme la canne à sucre.

Après avoir fait un rappel des données disponibles dans la bibliographie sur le porc Créole et l'utilisation des produits et sous-produits de la canne à sucre chez le porc, je vous présenterai le matériel et les méthodes utilisées dans cette expérience, les résultats et je terminerai par une discussion et une conclusion générale.



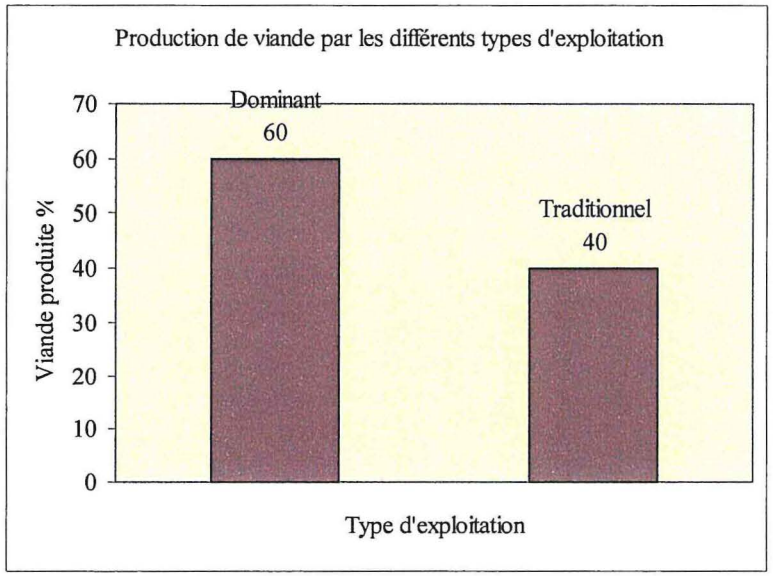


Figure 1 : Caractéristiques technico-économiques des systèmes d'élevage porcins de la Guadeloupe, (M.F.Zébus *et al,* 2005)

I. Etude bibliographique

1. Le porc Créole

1.1. La place du porc Créole en Guadeloupe

En Guadeloupe, les élevages de porc représentent près de 20 % des exploitations agricoles avec un cheptel d'environ 28 000 têtes. A partir de typologies réalisées par Zébus *et al.* (2005), il est possible de définir deux grands types d'élevage: un élevage dit « traditionnel » ou « familial » souvent informel et un élevage dit « contrôlé » ou « dominant » avec un niveau d'intensification élevé du type de ce que l'on peut retrouver en métropole (Figure 1). Ce système est caractérisé par l'utilisation d'animaux sélectionnés de race européenne et d'une alimentation exclusivement à base de céréales. Au contraire, le système d'élevage « traditionnel » regroupe une multitude de pratiques et est caractérisé par une utilisation du porc Créole comme race principale avec une alimentation à base de résidus de culture ou de déchets ménagers.

Entre ces deux grands modes d'élevage, un troisième type de structure que l'on peut qualifier d'intermédiaire se développe actuellement. Ces structures sont composées d'agriculteurs produisant de la banane, de la canne à sucre et/ou des produits maraîchers et ayant la volonté de se diversifier en intégrant dans leur exploitation un atelier d'élevage de porcs associé ou pas à d'autres espèces.

1.2. Les caractéristiques du porc Créole

1.2.1. Performances de croissance

Les performances du porc Créole ont été mesurées dans de nombreux travaux. Sa vitesse de croissance peut atteindre 700 à 750 g/jour dans des conditions d'élevage intensif (Renaudeau *et al.* 2005). En accord avec un travail récent réalisé à l'Unité de Recherches Zootechniques, les besoins nutritionnels pour la croissance sont plus faibles chez le CR par rapport au Large White (LW) (Renaudeau *et al.* 2007). Par conséquent, dans des conditions d'élevage intensif, l'alimentation du CR à base d'une ration formulée selon les besoins du porc LW conduit à un dépôt excessif de gras. D'après Deprès *et al.* (1992) ce dépôt de gras est plus précoce chez les CR que les LW, ce qui a conduit à préconiser un poids optimal d'abattage de 65 kg pour les porcs CR (Canope et Raynaud, 1992). En effet, à partir de 50 jours d'âge les porcs CR ont

une croissance inférieure et une épaisseur de lard (ELD) supérieure à celle des LW (respectivement -263 g/jour et + 5 mm) (Renaudeau *et al.* 2003). Par ailleurs, la teneur en muscle de la carcasse est plus faible chez les porcs CR comparativement aux LW abattus au même âge (44,7 vs. 55,9 % pour les LW à 150 jours). La forte adiposité CR a des conséquences négatives sur la valorisation économique de la carcasse.

1.2.2. Qualité de la viande

A l'image des autres races locales, le porc CR se distingue par la bonne qualité de sa viande ce qui explique la forte demande locale pour ce type de produit. Le porc CR est surtout connu pour sa faible croissance musculaire et sa tendance à déposer du gras. La quantité de lipides intra musculaires (LIM) dans le muscle long dorsal est nettement supérieure chez les CR par rapport aux LW (3,7 vs. 2,4 %; Renaudeau et Mourot, 2006). Lebret *et al.* (1999) ont démontré l'existence d'un lien direct entre une teneur élevée en LIM et certains paramètres de la qualité organoleptique de la viande tels que la jutosité, la tendreté et la flaveur.
La teneur en LIM n'est pas le seul indicateur de la qualité de la viande. En effet, les pertes en eau pendant le ressuyage et la cuisson sont des indicateurs de la qualité technologique de la viande. Ces pertes sont inférieures chez le CR par rapport au LW. Ces résultats laissent envisager des possibilités de transformation de la viande, tel que des jambons cuits ou secs, qui permettraient de développer une filière viande CR à forte valeur ajoutée.

1.2.3. Adaptation au climat tropical

Le porc Créole a été réintroduit dans l'élevage expérimental de l'INRA en Guadeloupe pour servir de modèle biologique pour étudier les mécanismes de la thermorégulation. Les premiers travaux (Renaudeau, 2005) montrent que les porcs CR comparativement aux LW sont moins touchés par une hausse de température et une augmentation de l'humidité. La température critique supérieure (température à laquelle augmente la température interne) est plus faible chez les LW par rapport aux CR (Renaudeau, 2005 ; Delanoy, 2007). En d'autres termes, les porcs LW sont plus sensibles à la chaleur mais les mécanismes impliqués ne sont pas encore totalement connus.

1.2.4. Le choix d'un système d'élevage adapté au porc Créole

Compte tenu des caractéristiques du porc CR, il s'avère nécessaire de trouver des systèmes d'élevage adaptés au porc CR afin de mieux valoriser les potentialités de cette race locale. Actuellement, le porc CR est le plus souvent élevé dans un système informel de manière

traditionnelle appelée localement « sous le manguier ». Même si la viande produite est très recherchée, les conditions d'élevage et d'abattage dans ce système peuvent engendrer des risques sanitaires importants aux consommateurs. Il est donc nécessaire de trouver d'autres systèmes d'élevage plus formels afin de pouvoir développer cette filière. Tout d'abord, le porc CR peut être élevé dans un système semi intensif en utilisant un aliment spécifiquement formulé selon ses besoins nutritionnels afin d'éviter des carcasses grasses. La viabilité d'un tel système est conditionnée par la reconnaissance économique de la qualité supérieure de sa viande. Les travaux conduits actuellement à l'Unité de Recherches Zootechniques vont dans ce sens. Par ailleurs, le porc CR pourrait être utilisé dans un système polyculture élevage où l'atelier d'élevage est intégré dans une exploitation produisant déjà de la canne, de la banane ou des produits du maraîchage. Ce type d'élevage n'est pas orienté vers la satisfaction du besoin maximal du porc mais est davantage tourné vers l'intégration optimale de celui-ci dans l'exploitation avec ses contraintes et ses avantages. Par exemple, les faibles performances des animaux sont compensées par un recours limité aux intrants (aliment industriel, produits vétérinaires...) et par une bonne valorisation des produits de l'exploitation (viande de bonne qualité, fumure...). En l'occurrence, les inconvénients du porc CR dans un système intensif peuvent devenir des atouts dans le système polyculture élevage. En effet, le porc CR est rustique car il s'adapte à son milieu et est capable de supporter des variations de la qualité et/ou de la quantité d'aliment.

2. Utilisation de la canne à sucre pour l'alimentation du porc

2.1. Généralités

La canne à sucre (*Saccharum officinarum*), est une plante vivace appartenant à la famille des *Poacéa* (anciennement *graminacées*). Originaire de Nouvelle Guinée, la canne est cultivée aujourd'hui dans la plupart des pays tropicaux et subtropicaux pour ses tiges qui contiennent du jus sucré d'où est extrait le saccharose ou le sucre cristallisable. Elle est aussi utilisée comme canne en bouche ou comme canne fourragère (Mena A. *et al*, 1981). En Guadeloupe, 80 % de la canne est utilisée pour la fabrication du sucre cristallisable et 20 % pour la fabrication du rhum agricole. La part destinée à l'alimentation animale reste marginale et ne peut être véritablement mesurée. La culture de la canne s'effectue en trois temps: la plantation, la récolte et l'entretien (désherbage et amendement des parcelles). La plantation se fait par bouturage au début de la saison des pluies. La période de maturation varie selon les climats et les régions. Aujourd'hui 80 % des exploitations ont recours à la coupe mécanisée, et seulement 20 % sont encore en coupe manuelle.

Tableau 1 : Comparaison de croissance entre des régimes à base de céréales et de jus sur différentes études réalisées sur des porcs en croissance.

	Thi Mui N., *et al.*, (1996).		Huy Nhu Phue B., (1993).		Seedy A.W. *et al.*, (1991).	
Ration	Riz	JC	Brisure de riz	JC	Maïs	JC
Quantité (kg/j)	1,25	6,52	1,57	9,83	1,74	7,12
Quantité (g/kg PV/j)	26	146	26	155	35,5	132,5
Matière sèche ingérée (kg/j)	1,5	1,7	1,9	1,9	2,5	2,5
GMQ (g/j)	530	454	497	527	697	674
IC (kg/kg gain de poids)	3,4	3,2	3,7	3,7	-	-

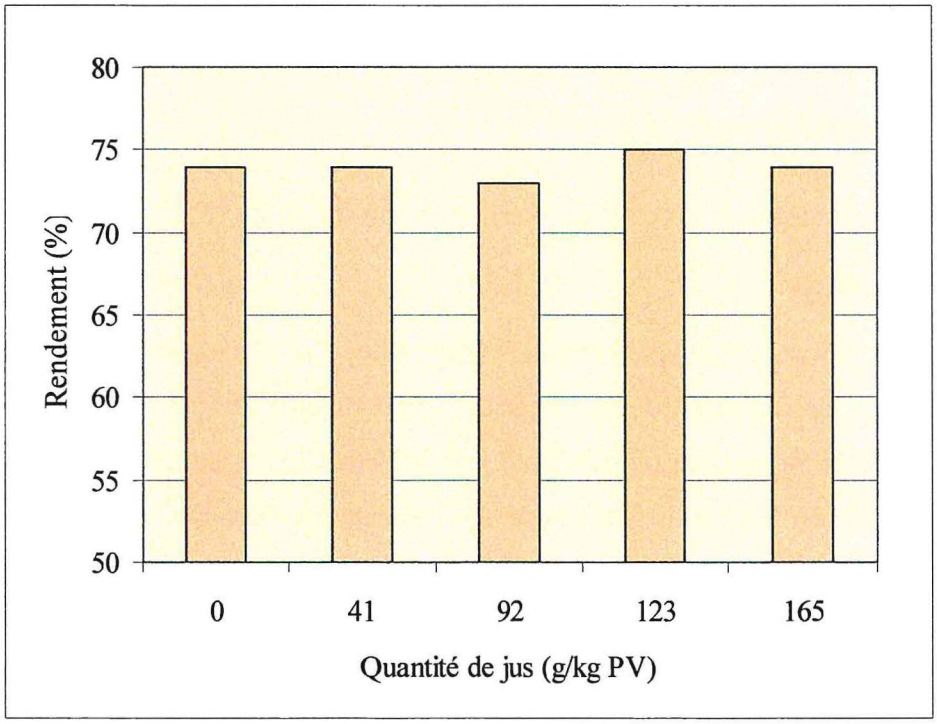


Figure 2 : Influence d'une alimentation au jus de canne sur le rendement carcasses, (Duc Ngoan *et al*, 1998)

A partir de la canne à sucre, différents sous produits peuvent être obtenus. L'extraction du jus de canne à sucre (vesou) se fait par broyage dans une série de moulins successifs. Un résidu fibreux appelé bagasse est récupèré après extraction du jus. A partir d'une tonne de canne, il est possible de recueillir environ de 700 à 800 kg de jus. Le procédé d'extraction du sucre consiste à extraire du jus de canne les sucres cristallisables. L'ensemble des sucres non cristallisables est retrouvé dans un produit appelé mélasse. Les compositions chimiques moyennes de la canne entière, du jus, de la mélasse et de la bagasse sont rapportées dans le Tableau 6. L'utilisation de la canne à sucre en remplacement des céréales dans l'alimentation du bétail s'est développée à partir des années 70-80 pour les pays tropicaux. Aujourd'hui, il est possible d'utiliser la canne broyée, le jus, la mélasse ou la bagasse pour l'alimentation des monogastriques.

2.2. Utilisation du jus de canne

L'utilisation du jus de canne dans l'alimentation du porc a fait l'objet de nombreux travaux principalement dans différents pays d'Asie ou d'Amérique latine. En moyenne, les quantités distribuées quotidiennement à des porcs en croissance variaient de 150 à 200 g/kg de poids vif. D'après les résultats de la bibliographie, une alimentation à base de jus permet d'obtenir un bon niveau de croissance équivalent à celui mesuré pour des rations où l'énergie n'est apportée que par des céréales (Tableau 1). Il est intéressant de noter que les rations à base de jus de canne ont été testées principalement sur des génotypes importés élevés dans des conditions semi-intensives. A notre connaissance, la valeur nutritionnelle précise du jus de canne (digestibilité des nutriments, valeurs énergétiques) n'est pas décrite pour le porc dans la bibliographie. En ce qui concerne la qualité de la carcasse, une alimentation à base de jus permet d'améliorer le rendement carcasse (Figure 2) en relation avec une modification de la structure du tube digestif. En effet, une étude récente publiée par Xandé *et al.* (2007) montre que la distribution de jus entraîne une diminution du poids relatif du tractus gastro-intestinal. Dans cette dernière étude, la distribution de jus augmente l'adiposité de la carcasse comparativement à une ration témoin. Peu d'études sont disponibles sur l'effet d'une alimentation à base de jus sur la qualité de la viande. Xandé *et al.* (2007) rapportent une augmentation du pH ultime (24h post mortem) et de la perte d'eau du long dorsal (muscle de la noix de côtelette) chez les animaux alimentés avec du jus. Cette détérioration de la qualité technologique de la viande est vraisemblablement liée à une modification du métabolisme glucidique musculaire. Compte tenu de sa très faible teneur en protéines, le jus nécessite d'être complémenté pour pouvoir être utilisé dans l'alimentation des animaux. Dans la

Tableau 2: Résultat de croissance avec un mélange mélasse et bagasse à des taux d'incorporation croissant, (Le Dividich *et al*, 1975).

	Bagasse (% de MS)		
	0	6	12
Composition des rations (% de MS)			
Mélasse + sucre	64	58	52
Protéine	36	36	36
GMQ (g/j)	565	533	516
Consommation d'aliment (MS kg/j)	2,32	2,38	2,36
IC (kg MS/ kg gain de poids)	4,11	4,47	4,57

Tableau 3 : Influence du taux de mélasse dans la ration sur le rendement en carcasse et l'épaisseur de lard (Christon R et Le Dividich J. 1978)

		Auteurs			
Paramètres	Taux de mélasse (%)	Brooks (1972)	Baustard (1973)	Le Dividich *et al*, (1974)	Babatunde *et al*, (1975)
		80[1]	100[1]	95[1]	65[1]
Rendement (%)	0	75,0	75,6	71,8	73,9
	10	-	-	-	73,1
	20	-	73,9	-	72,2
	30	72,5	-	73,4	72,5
	40	71,3	72,0	73,7	71,8
	50	68,8	-	-	-
Epaisseur du lard dorsal (mm)	0	37,0	26,3	30,1	29,0
	10	-	-	-	28,4
	20	-	28,2	-	26,4
	30	34,0	-	31,9	24,7
	40	29,0	24,2	30,9	24,6
	50	30,0	-	-	-

[1] Poids à l'abattage (kg)

bibliographie, le complément protéique le plus souvent utilisé est composé de tourteau de soja et/ou de farine de poisson. Ce complément est distribué en fonction du potentiel de croissance des races utilisées, cela peut aller de 350 à 650 g/jour ou 6 à 12 g/kg PV/jour. L'utilisation du tourteau de soja présente l'avantage d'être parfaitement équilibré du point de vue des besoins en acides aminés du porc mais possède l'inconvénient d'être très coûteux. Des travaux ont porté sur l'utilisation d'autres matières premières riches en protéines (azolla, pois, feuillages, etc.) pouvant être produites dans les régions tropicales.

Par ailleurs, le jus de canne présente l'inconvénient de n'être pas stable lors de sa conservation. Selon la qualité de la canne et du moyen de stockage, la conservation du jus va de 2 à 4 jours en chambre froide à 4°C. Néanmoins, il existe certains conservateurs qui permettent de stabiliser le jus plusieurs jours, comme l'ammoniaque (soit 230 g NH3/l de jus) qui permet de conserver le jus jusqu'à 6 jours (Duarte *et al*,1981) ou le benzoate de sodium (soit 0,5 à 10 g/l de jus) qui permet de conserver le jus pendant 3 à 4 jours.

2.3. Utilisation de la mélasse

Chez les monogastriques, l'utilisation de la mélasse dans les régimes alimentaires a fait l'objet de nombreuses études. La mélasse est utilisée comme source d'énergie principale dans la ration du porc jusqu'à 30 – 40 % dans les régions tropicales, ou comme facteur d'appétence à un taux d'incorporation de 2 à 5 % dans certaines rations complètes utilisés dans les élevages industriels (Le Dividich *et al*,1975). La mélasse est un produit ayant une bonne digestibilité (en moyenne 85 % pour la matière sèche) et une teneur en énergie plus faible que les céréales en raison de sa forte teneur en matières minérales (environ 15 %).

L'utilisation de la mélasse par les porcs varie selon le stade physiologique. De façon générale, le porcelet tolère peu des teneurs élevées de mélasse, à cause des troubles gastriques entraînés par l'ingestion de mélasse à haute dose. En effet, la mélasse est connue pour provoquer des diarrhées pour un taux d'incorporation supérieur à 40 %. Cet effet laxatif est attribué au taux élevé de minéraux présents dans la mélasse ainsi qu'à une concentration élevée de potassium (Velasquez *et al,* 1969). Pour y remédier, une période d'adaptation est préférable avant toute incorporation définitive de ce produit dans la ration. C'est la raison pour laquelle, la mélasse est le plus souvent utilisée chez les porcelets ou les porcs en post-sevrage comme un facteur d'appétence plutôt qu'un aliment de base. De plus, la conservation de la mélasse ne pose aucun problème particulier. En revanche, sa consistance visqueuse pose des problèmes lors de la distribution de la ration surtout à des quantités importantes. Se pose alors le choix des autres constituants composant la ration pour avoir un aliment final homogène et facile à

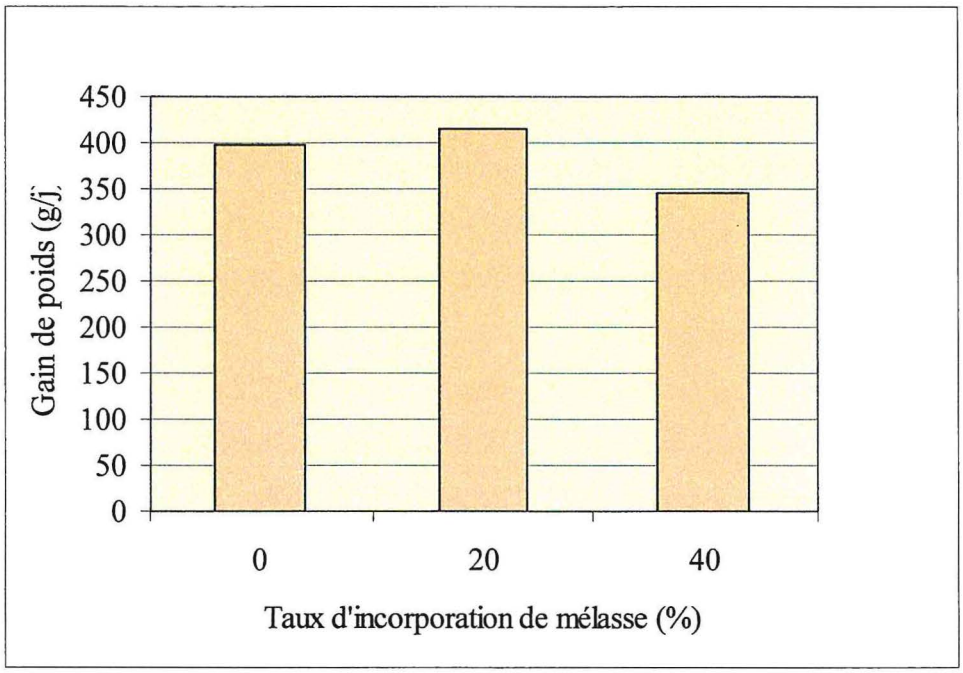


Figure 3 : Effet du taux d'incorporation de la mélasse sur les performances de croissance des porcelets sevrés à 5 semaines (Le Dividich et Canope, données non publiées, 1974)

Tableau 4 : Relation entre le taux d'extraction et la quantité de canne à sucre distribuée, (Bravo et al, 1996).

Paramètres	Canne coupée			
Alloué (kg/j)	10,1	7,4	5,3	2,5
Refusé (kg/j)	6,56	4,54	2,76	0,76
GMQ (g/j)	441	371	358	237
Sucre ingéré (kg/j)	1,22	0,91	0,70	0,37
Taux d'extraction (%)	68,8	70,5	75,0	85,4
Matière sèche ingérée (kg/j)	1,71	1,40	1,19	0,82
IC (kg/kg gain de poids)	3,87	3,77	3,31	3,46

distribuer. La bagasse a été étudiée comme l'un de ces constituants possibles (Tableau 2). Dans ce travail, le mélange bagasse/mélasse (90/10) a entraîné une baisse de la croissance et une augmentation de l'indice de consommation.

Enfin, compte tenu de sa très faible teneur en protéines (4 %), les performances de croissance et d'efficacité alimentaire sont généralement moins importantes quand la mélasse est utilisée comme source d'énergie en remplacement des céréales. Une amélioration des performances chez le porc en croissance finition entre 20 à 100 kg, peut être néanmoins obtenue avec une augmentation du taux de protéines dans la ration mélassée (< 30 % d'incorporation) et permet d'obtenir ainsi des performances comparables à des régimes à base de céréales. Néanmoins de nombreuses études montrent que même avec un taux croissant de protéines, les performances de croissance plafonnent à 40 % d'incorporation de la mélasse dans la ration (Figure 3) (Brooks, 1967 ; Le Dividich *et al,* 1974 ; Le Dividich et Canope, 1975).

Les effets de la mélasse sur la qualité de la carcasse et de la viande sont peu décrits dans la bibliographie (Tableau 3). D'après Xandé *et al.* (non publié 2007), une incorporation de 13 % de mélasse n'a pas d'effet sur le rendement carcasse et peu d'effet sur les autres indicateurs de qualité.

2.4. Utilisation de la canne broyée

Ce mode de distribution ne nécessite aucune installation spécifique, la canne est simplement coupée, broyée et donnée aux porcs. Généralement, le porc mâche les morceaux de canne pour en extraire le jus et recrache le résidu fibreux. L'efficacité d'extraction du jus est en moyenne de 70 % pour le porc contre 50 % pour un moulin mécanique (1er pressage). Contrairement au jus, le nombre d'études ayant porté sur l'utilisation de la canne broyée est réduit, car compte-tenu de la très forte teneur en cellulose de cette dernière, il est a priori difficile d'envisager son utilisation chez les monogastriques.

L'étude de Bravo *et al*, (1996) montre un lien entre la quantité de canne distribuée et le taux d'extraction de sucre chez le porc. En effet, ce taux d'extraction augmente lorsque la quantité distribuée diminue (Tableau 4). De plus, selon Mederos *et al* (2004), la taille des morceaux de canne a aussi un effet sur la manière dont les animaux valorise la canne à sucre: plus la taille des morceaux de canne allouée est grande, plus le porc à des difficultés à les mastiquer, il se fatigue plus vite et l'ingestion de la ration diminue (Figure 4).

Compte tenu des différences des taux d'extraction du sucre en fonction de la quantité et de la taille de canne broyée (CB) distribuée, il est probable que la digestibilité de la MS et des autres constituants de la ration varie en fonction de la quantité et la qualité de la canne

Tableau 5: Effet de l'alimentation à base de canne à sucre sur la composition des carcasses du porc Créole (moyennes ajustées), (Xandé X. *et al*, 2007).

Lot	Témoin	Jus de canne	Canne broyée
Poids vif, kg			
initial	30,8	29,3	26,2
final	64,8	64,7	64,1
GMQ, g/j	657	543	199
Consommation d'aliment			
g MS/j	1879	2119	1162
g MS/j/kg PV	359	175	170
IC, kg/kg	2,9	4,1	5,9

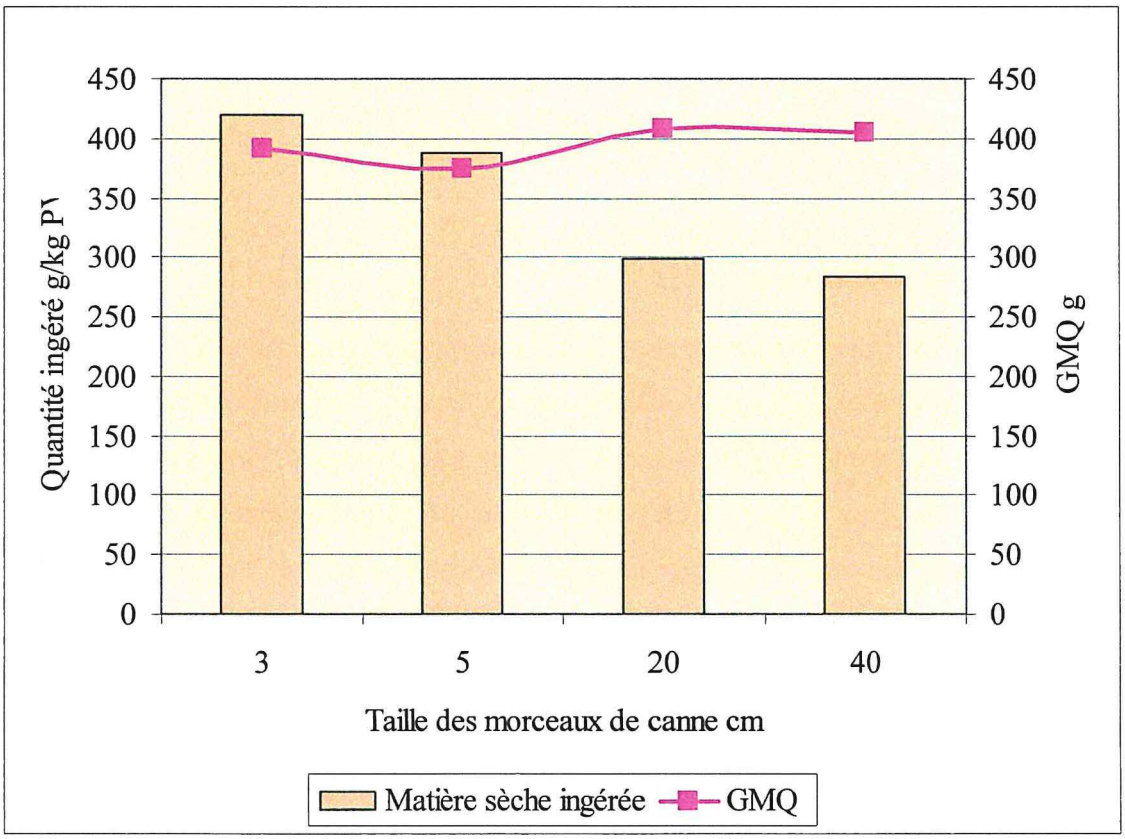


Figure 4. Courbe de croissance chez les porcs nourris avec différente quantité et taille de canne à sucre, (Bravo *et al*, 1996)

distribuée. Il est donc important de trouver la quantité et la taille optimales des morceaux de canne offerts pour permettre au porc de valoriser au mieux une ration à base de CB. Pour cela, la connaissance des valeurs nutritionnelles de la CB est donc très importante. Cette hypothèse demande à être testée. D'après Xandé *et al*, (2007), une alimentation à base de CB entraîne une réduction des performances de croissance chez le porc CR (200 contre 650 g/jour pour le régime témoin). Cette faible vitesse de croissance est expliquée par la faible quantité de matière sèche ingérée et par la faible valeur nutritionnelle de la CB. Dans cette même étude, ces auteurs montrent un effet positif de la canne broyée sur la qualité de la carcasse avec une diminution de l'épaisseur de lard dorsal et du poids des morceaux gras, et une augmentation du pourcentage de viande maigre (Tableau 5). En revanche, la CB diminue le rendement carcasse: ceci s'explique par une augmentation du tube digestif. En fait, le tube digestif s'adapte à la ration proposée, avec une augmentation du poids et de la taille de l'estomac et de la partie terminale du gros intestin, lieu de la digestion de la majorité des fibres alimentaires.

En conclusion de cette partie bibliographique, il apparaît que la canne à sucre est une matière première utilisable dans l'alimentation des porcs avec une complémentation protéique adéquate. En revanche, il existe très peu de données sur la valeur nutritionnelle des sous-produits de la canne (jus de canne, mélasse, canne broyée) ce qui ne permet pas une utilisation optimale de ces sous-produits. Le premier objectif de ce travail est de mesurer la valeur nutritionnelle et énergétique de produits de la canne chez le porc. Le second objectif est de voir dans quelle mesure la valeur nutritionnelle de ces sous-produits varie en fonction de la quantité distribuée à l'animal. Au travers notre étude nous tenterons de répondre à ces interrogations pour compléter et enrichir les bases de données actuelles sur ces matières premières non conventionnelles.

Tableau 6: Composition chimique des différents aliments.

Composition chimique % MS	Aliment			
	Témoin	Mélasse	Jus de canne	Canne broyée
Nombre de dosage	18	6	24	24
MS	88,3	86,6	19,3	25,8
MM	5,9	15,1	1,6	1,5
MAT	19,7	4,7	1,4	1,1
NDF	11,2	0,0	0,0	40,3
ADF	3,6	0,0	0,0	26,6
ADL	0,0	0,0	0,0	4,4
MG	4,0	0,0	0,0	0,0
Amidon	51,8	1,5	0,0	0,0
Sucres libres	8,4	73,8	73,1	42,7
EB MJ/kg MS	18,5	15,1	17,5	18,0

II. Expérimentation

1. Matériel et méthodes

1.1. Animaux et dispositif expérimental

L'expérience a été conduite entre mai et septembre 2007 sur un total de 24 porcs CR mâles castrés issus du troupeau de l'Unité Expérimentale en Production et Santé Animale (UEPSA) du centre INRA Antilles Guyane. Cette expérience a été réalisée en deux répétitions de 12 animaux ayant un poids vif (PV) initial compris entre 30 et 35 kg. A la mise en lot, des blocs de 4 frères ou demi-frères ont été constitués.

A 12 semaines d'âge, les animaux ont été mutés dans une salle expérimentale contenant 12 loges individuelles sur caillebotis fil permettant la collecte des excrétas. Les loges sont équipées de sucettes permettant l'accès libre à l'eau et d'auges adaptées à la ration à distribuer. La valeur nutritionnelle de la canne (canne broyée, jus de canne et mélasse) a été étudiée pendant trois périodes expérimentales consécutives. La première période a permis d'étudier les effets de l'incorporation des co-produits de la canne (mélasse, jus de canne et canne broyée) sur les performances et la digestibilité des porcs CR. La deuxième et troisième période ont été utilisées pour étudier les effets d'une augmentation de la quantité de jus (période 2) et de canne broyée (période 3) sur les performances et l'utilisation digestive de l'aliment. La composition chimique moyenne des aliments utilisés au cours de cette expérimentation est rapportée dans le Tableau 6.

Pour chaque période, les animaux ont été en adaptation pendant environ 10 jours puis en collecte pendant les 8 jours qui ont suivi la période d'adaptation. Pendant la période d'adaptation, les animaux ont été nourris avec la ration expérimentale. Quel que soit le lot, la ration distribuée ne variaient pas (35 g MS/jour/kg PV). En début de période d'adaptation, les 4 animaux de chaque bloc ont été affectés de manière aléatoire à l'un des 4 régimes alimentaires à tester. D'une période à l'autre les porcs ont été réaffectés à des lots différents pour tenir compte d'éventuels effets de rémanence. Cette réaffectation s'est faite en fonction de la ration distribuée précédemment à l'animal et de son poids dans un souci d'avoir des blocs les plus homogènes possibles.

1.2. Rations et distributions

La canne utilisée pour la confection des rations expérimentales était livrée 2 fois par semaine par un agriculteur. Une fois livrée la canne était nettoyée pour en retirer les amarres (tête), les feuilles et les racines. Elle était ensuite conditionnée et conservée en chambre froide de 4°C.

Le jus a été extrait grâce à un moulin à canne et stocké à 4°C pour éviter tout problème de fermentation. Le pH du jus pressé était mesuré avant chaque prélèvement pour s'assurer de sa fraîcheur. Si le pH dépassait 4,5 un conservateur (le malate) était ajouté au jus afin d'abaisser le pH et de stopper ainsi la fermentation. La canne a été broyée en morceaux d'environ 2 cm de longueur en moyenne, les gros morceaux n'ont pas été distribués.

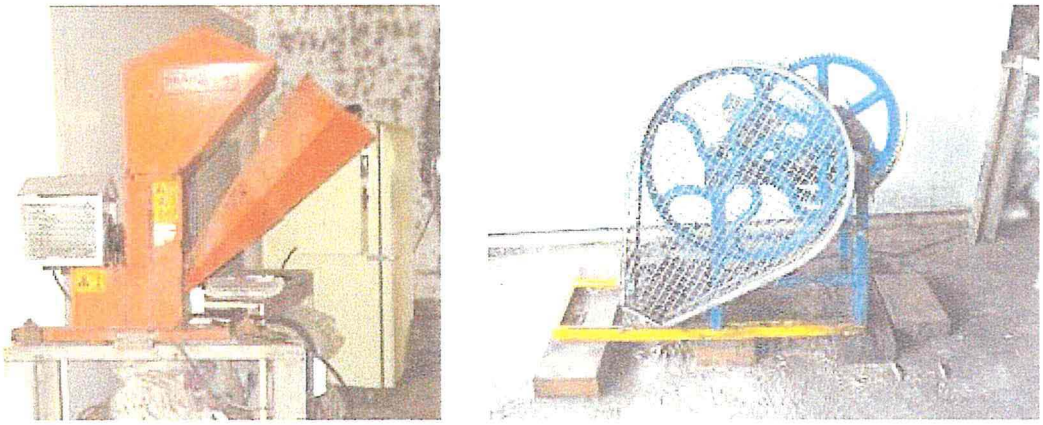


Figure 5 : Photos du broyeur (à gauche) et du moulin (à droite) utilisés durant l'expérimentation.

Période 1 :

Un animal par bloc a reçu une des 4 rations expérimentales composées pour que la quantité distribuée ne diffère pas entre les lots (35 g MS/jour/kg PV):

- lot 1 Témoin (T) : 35 g MS/jour/kg PV d'aliment « croissance » commercial.
- lot 2 Témoin + Mélasse (T+M): 27 g MS/jour/kg PV de T + 8 g MS/jour/kg de PV de mélasse.
- lot 3 Témoin + Jus de Canne (T+JC): 27 g MS/jour/kg PV de T + 8 g MS/jour/kg de PV de jus de canne.
- lot 4 Témoin + Canne Broyée (T+CB): 27 g MS/jour/kg PV de T + 13 g MS/jour/kg de PV de canne broyée).

Pour ce dernier lot, on a considéré un taux d'extraction moyen de la MS (MS ingérée/MS allouée) de 62 % (Xandé *et al*, non publié) pour atteindre les 8 g/jour/kg de PV de canne broyée réellement ingérée. Avant le début de la période de mesure, les teneurs en MS du témoin, de la mélasse, de la canne broyée et du jus ont été déterminées afin de réaliser les calculs de rationnement. Les poids moyens au cours de la période de mesure ont été estimés à partir de la vitesse de croissance au cours de la période d'adaptation et du poids vif au début de la période de mesure. De l'eau était ajoutée au lot 2 pour faciliter la distribution de la ration

à base de mélasse. Les différents composants de la ration ont été mélangés avant la distribution pour les lots 2 et 3. Pour le lot 4, l'aliment T a été distribué dans un premier temps; une fois l'auge vide la canne broyée était distribuée.

Période 2 :

Un animal par bloc a reçu une des 4 rations expérimentales composées pour que la quantité distribuée ne diffère pas entre les lots (35 g MS/jour/kg PV). Dans les lots 2 à 3, la quantité de jus incorporée dans la ration augmente au détriment de l'aliment concentré. Les rations ont été constituées de la manière suivante:

- lot 1 Témoin (T) : 35 g MS/jour/kg PV d'aliment « croissance » commercial.
- lot 2 Témoin + Jus de canne (T+JC8): 27 g MS/jour/kg PV de T + 8 g MS/jour/kg de PV de jus de canne.
- lot 3 Témoin + Jus de Canne (T+JC16): 19 g MS/jour/kg PV de T + 16g MS/jour/kg de PV de jus de canne.
- lot 4 Témoin + Jus de canne (T+JC24): 11 g MS/jour/kg PV de T + 24 g MS/jour/kg de PV de jus de canne.

Avant le début de la période de mesure, les MS du témoin et du jus ont été déterminées afin de réaliser les calculs de rationnement. Le pH du jus était mesuré avant la constitution des rations pour s'assurer de la fraîcheur du jus. Les poids moyens au cours de la période de mesure ont été estimés à partir de la vitesse de croissance au cours de la période d'adaptation et du poids vif au début de la période de mesure. De l'eau était ajoutée au lot 1 pour homogénéiser la forme de distribution des rations. Les différents composants de la ration ont été mélangés avant la distribution pour chacun des lots.

Période 3 :

Un animal par bloc a reçu une des 4 rations expérimentales composées pour que la quantité distribuée ne diffère pas entre les lots (35 g MS/jour/kg PV). Dans les lots 2 à 3, la quantité de canne broyée incorporée dans la ration augmente au détriment de l'aliment concentré. Les rations ont été constituées de la manière suivante :

- lot 1 Témoin (T): 35 g MS/jour/kg PV d'aliment concentré commercial.
- lot 2 Témoin + Canne Broyée (T+CB8): 27 g MS/jour/kg PV de T + 13g MS/jour/kg de PV de canne broyée.

- lot 3 Témoin + Canne Broyée (T+CB16): 19 g MS/jour/kg PV de T + 26 g MS/jour/kg de PV de canne broyée.
- lot 4 Témoin + Canne Broyée (T+CB24) : 11 g MS/jour/kg PV de T + 39 g MS/jour/kg de PV de canne broyée).

Pour les lots 2, 3 et 4, on a considéré un taux d'extraction moyen de la MS de 62 % (Xandé *et al*, non publié) pour atteindre respectivement les 8, 16 et 24 g/jour/kg de PV de canne broyée théoriquement ingérés. Avant le début de la période de mesure, les MS du témoin et de la canne broyée ont été déterminées afin de réaliser les calculs de rationnement. Les poids moyens au cours de la période de mesure ont été estimés à partir de la vitesse de croissance au cours de la période d'adaptation et du poids vif au début de la période de mesure. Pour le lot 2, 3 et 4, l'aliment T a été distribué dans un premier temps. Trois heures après la distribution du repas, les éventuels refus d'aliment T ont été retirés de l'auge et la canne broyée a été ensuite distribuée en plusieurs fois pour éviter les problèmes de gaspillage.

1.3. Mesures réalisées

Après les 10 jours d'adaptation à la ration expérimentale, les fèces et les urines ont été collectées pendant une période 8 jours. Les fèces ont été cumulées dans des seaux de 15 l à 3°C pendant toute la durée de la collecte. A l'issue de la période de collecte, les fèces ont été mélangées mécaniquement au « Stephan » et deux échantillons étaient constitués. Le premier a servi à la mesure de la MS (2 barquettes) pendant 48 heures à 103°C, le second (une barquette) était conservé à -20°C, lyophilisé, broyé sur une grille de 0,75 mm et apporté au laboratoire d'analyses pour la détermination de sa composition chimique. Tous les matins, 100 ml de HCl ont été placés dans le sceau de collecte d'urine pour éviter la volatilisation et les pertes d'azote (N). Quotidiennement, les urines ont été pesées, et un aliquote était conservé à 4°C. Le taux de prélèvement pour l'aliquote variaient d'un animal à l'autre en fonction de la quantité d'urine produite (2 à 10 % selon la quantité d'urine récupérée lors des deux derniers jours de la période d'adaptation) mais devaient rester constant pour un même animal pendant toute la durée de la collecte. A la fin de la période de collecte la teneur en N et le pH des urines ont été mesurés.

La quantité d'aliment allouée et refusée a été mesurée quotidiennement. Un échantillon d'aliment T distribué est prélevé quotidiennement et poolé en fin de période de collecte (= repas fictif). Deux échantillons sont alors constitués: un pour la mesure de la MS à 103°C pendant 24 heures (2 barquettes) et un autre pour les analyses chimiques au laboratoire. Tous les jours, des échantillons de mélasse, jus de canne, canne broyée et des refus éventuels de

chaque lot ont été prélevés, stockés à -20°C, et poolés en fin de période de collecte (=alloué et refusé fictifs). Pour l'alloué, le pool a été réalisé par lot (soit 3 échantillons par période de collecte) alors que pour le refusé, le pool a été réalisé pour chaque animal (soit 8 échantillons par période de collecte). Ces échantillons ont été séchés pendant 48h à 65°C et ensuite broyée à 0,75 mm pour les analyses. Pour la mélasse et le jus (alloué et refus), la MS, les matières minérales (MM) et les sucres ont été mesurés sur le produit sec. Pour la canne broyée (allouée et refus), un broyage sur une grille de 2 mm puis 0,75 mm du produit sec était nécessaire avant les analyses de la MS, MM, N, des matières grasses (MG), sucres, des parois végétales (NDF, ADF, ADL) et de l'amidon. Les animaux ont été pesés au début et à la fin de la période d'adaptation et en fin de période de collecte.

1.4. Calculs et Analyses statistiques

Les digestibilités de la matière sèche (MS), matière organique (MO), des matières grasses (MG) et de l'azote (N) ont été calculées à partir des dosages chimiques de l'aliment et des fèces. Les teneurs en énergie brute (EB) de l'aliment témoin et du produit de la canne (mélasse, jus ou canne broyée) ont été estimées à partir de la composition chimique en utilisant l'équation de Noblet *et al.* (2003)[1]. La teneur en énergie digestible (ED) a été calculée par la différence entre l'EB de l'aliment et l'EB des fèces estimée par l'équation de Noblet *et al.* (Communication personnelle)[2]. La teneur en énergie métabolisable a été calculée comme la différence entre la teneur l'EB et l'énergie perdue dans les urines (Le Goff et Noblet, 2001)[3]

Pour chaque période, les résultats ont été traités par analyse de variance à l'aide de la procédure GLM de SAS. Le modèle prenait en compte l'effet du lot, de la répétition, du bloc

---

[1] EB (MJ/kg MS)=0,227*MAT + 0,388*MG + 0,190*NDF + 0,174*Amid + 0,177*résidus avec résidus = (MO – MAT – MG – NDF - Amid). La composition chimique de l'aliment est exprimée en g/100g de MS. MS, MAT, MG, NDF et Amid pour respectivement la matière sèche, la matière azotée totale, la matière grasse, NDF teneur en fibre après un détergent neutre et l'amidon.

[2] EB fèces (MJ/kg MS) = 18,73- 0,192*MM + 0,223*MG + 0,407*(MAT/6.25) avec la composition chimique exprimée en g/100 g de MS.

[3] Energie perdue dans les urines (MJ/jour) = 345 + 31.1*N urine, avec N urine en g/jour.

[4] CUD (cœfficient unité digestible) d'un sous produit de la canne (%)= (CUD mesurée – CUD témoin*taux d'incorporation du témoin) / taux d'incorporation de la canne.

et de l'interaction entre les facteurs répétition et lot. Pour l'analyse des résultats obtenus dans les périodes 2 et 3, l'affectation au lot expérimental de chaque porc pendant la période précédente a été prise en compte pour tester l'existence d'éventuels effets de rémanence.
La digestibilité des sous produits de la canne a été calculée par différence entre la digestibilité mesurée et la digestibilité du témoin rapportée au taux d'incorporation du produit canne dans la ration[4]. Pour les périodes 2 et 3, l'effet de la quantité de jus ou de canne broyée sur les valeurs de digestibilité a été testé à l'aide d'un modèle prenant en compte l'effet du lot, de la répétition, du bloc et de l'interaction entre les facteurs. Des régressions entre la composition chimique de l'aliment consommé et la digestibilité de l'énergie ou de l'azote ont été calculées à l'aide de la procédure REG de SAS (option Stepwise).

2. Résultats

Un animal du lot 4 durant la période 1 de la 1ère répétition a été éliminé au bout de 5 jours de collecte à la suite d'une blessure à la patte arrière l'empêchant de se lever pour se nourrir. Les périodes 3 des deux expérimentations ont été interrompue au bout de 7 jours de collecte pour des raisons pratiques (jour férié) et météorologiques (passage d'un cyclone). Les résultats sont présentés séparément pour chaque période expérimentale.

2.1. Effet de l'incorporation des co-produits de la canne sur les performances et la digestibilité (période 1).

Le tableau 7 présente la consommation des différents sous produits de canne et des différents nutriments pendant la première période de mesure. Exprimée en g MS/jour, la quantité d'aliment consommée est similaire ($P > 0.05$) pour les lots témoins (T), T + M (mélasse) et T + JC (jus de canne) (1179 g MS/jour en moyenne) mais inférieure pour le lot T + CB (canne broyée) (1025 g MS/jour ; $P < 0.01$). La quantité de protéines consommées par jour est similaire pour les lots T+M, T+JC et T+CB (180 g/jour en moyenne) et supérieure pour le lot T (T : 242 g/jour). La quantité d'amidon ingérée est significativement plus importante pour le lot T comparativement aux lots intégrant un des produits de la canne (639 vs. 467 g/jour en moyenne). A l'inverse, l'ingestion de sucres est plus importante pour les lots T+M, T+JC et T+CB (255 vs. 103 g/jour pour le lot T). Les consommations d'EB, ED et EM ne sont pas significativement influencées par le lot (18,7 MJ/jour en moyenne).
La vitesse de croissance tend significativement ($P < 0,05$) à être inférieure lorsque le lot T+CB est comparé au lot T (355 g/jour vs. 529 g/jour ; Tableau 8). L'indice de consommation est similaire pour les lots T, T+M, et T+JC (2,4 kg/kg en moyenne) et augmente

Tableau 7: Effet d'une incorporation de produits de la canne (mélasse, jus de canne, canne broyée) sur la consommation pendant les 8 jours de collecte (moyennes ajustées).

Période 1	Ration [1]				ETR	Statistiques [2]			
	T	T + M	T + JC	T + CB		Lot	Rep.	Bloc	Rep. × Lot
Nombre de porcs	6	6	6	6					
Durée, j	8	8	8	7,6	0,4	NS	NS	NS	NS
Poids moyen, kg	35,4	33,6	34,6	33,0	4,5	NS	NS	**	NS
Aliment alloué, g MS/j									
Témoin	1217^{a}	876^{b}	919^{b}	875^{b}	129	**	NS	**	NS
Produits canne [3]	0^{a}	304^{b}	269^{c}	359^{d}	48	***	*	t	NS
Total	1217^{a}	1180^{a}	1188^{a}	1234^{a}	167	NS	NS	**	NS
Aliment alloué, g MS/j/kg Poids Vif									
Témoin	34,3^{a}	26,0^{b}	26,5^{b}	26,5^{b}	0,4	***	NS	NS	
Produits canne	0,0^{a}	9,0^{b}	7,7^{c}	10,8^{d}	0,2	***	***	NS	***
Total	34,3^{a}	35,0^{a}	34,2^{a}	37,3^{b}	0,6	***	**	NS	**
Consommation g/j [4]									
MS	1217^{a}	1169^{a}	1151^{a}	1025^{a}	157	NS	NS	**	NS
MAT	242^{a}	187^{b}	180^{b}	172^{b}	28	**	NS	**	NS
NDF	136^{a}	96^{b}	99^{b}	130^{a}	18	**	t	*	NS
MG	35^{a}	33^{a}	26^{b}	25^{b}	4	**	NS	**	NS
Amidon	639^{a}	460^{b}	482^{b}	459^{b}	68	**	NS	**	NS
Sucres	103^{a}	298^{b}	270^{b}	197^{c}	32	***	NS	**	NS
Consommation MJ/j									
Energie brute	22,2^{a}	20,6^{ab}	20,8^{ab}	18,6^{b}	2,8	NS	NS	**	NS
Energie digestible	19,6^{a}	17,9^{ab}	19,0^{a}	15,7^{b}	2,5	t	NS	**	NS
Energie métabolisable	18,8^{a}	17,3^{ab}	18,3^{a}	15,1^{b}	2,5	NS	NS	**	NS

[1] T=35 g MS/kg de PV de témoin, T + M=27 g MS/kg de PV de témoin + 8 g MS/kg de PV de mélasse, T + JC=27 g MS/kg de PV de témoin + 8 g MS/kg de PV de jus de canne, T + CB=27 g MS/kg de PV de témoin + 16 g MS/kg de PV de canne broyée.

*[2] Analyse de variance incluant les effets du lot, de la répétition, du bloc et de l'interaction entre les facteurs répétions et lots. Niveau de signification : *** P < 0,001 ; ** P < 0,01 ; * P < 0,05 ; t P< 0,1. ETR : Ecart Type Résiduel du modèle.*

[3] Mélasse, Jus de canne ou Canne broyée, [4] MS=matière sèche, MAT=matières azotées totales, MG=matières grasses, MO=matière organique, N=azote.

a, b, c, d, pour chaque ligne une lettre différentes signifie que les moyennes sont significativement différentes à P < 0,05.

Tableau 8: Effet d'une incorporation de produits de la canne (mélasse, jus de canne, canne broyée) sur la croissance et la digestibilité durant les 8 jours de collecte.

	Ration [1]				ETR	Statistiques [2]			
	T	T + M	T + JC	T + CB		Lot	Rep.	Bloc	Rep. × Lot
Poids vif, kg									
Initial	33,3	31,6	32,7	31,6	4,3	NS	NS	**	NS
Final	37,6	35,7	36,5	34,4	4,7	NS	NS	**	NS
GMQ, g/j	529 [a]	511 [a]	465 [b]	355 [c]	105	t	NS	*	NS
Indice de consommation									
kg/kg	2,3 [a]	2,3 [a]	2,5 [a]	5,3 [a]	3,3	NS	NS	NS	NS
MJ EM/kg	35,9 [a]	51,6 [a]	58,2 [a]	114,9 [a]	0,0	NS	NS	NS	NS
Digestibilité (%) [3]									
Matière sèche	87,5 [a]	86,8 [a]	90,6 [b]	83,6 [c]	1,6	***	*	NS	NS
Matière organique	89,6 [a]	88,3 [a]	92,2 [b]	85,3 [c]	1,6	***	*	NS	NS
Azote	86,4 [a]	81,1 [b]	86,1 [a]	84,1 [ab]	2,9	*	*	NS	NS
Matière grasse	82,1 [a]	88,0 [b]	83,8 [a c]	84,7 [c]	1,8	**	***	t	***
Energie	88,4 [a]	87,1 [a]	91,1 [b]	84,3 [c]	1,8	***	*	NS	NS
EM/ED	95,8 [a]	96,1 [ab]	96,5 [b]	95,9 [a]	0,0	**	NS	**	NS

[1][2] [3] *voir tableau 8*

numériquement pour le lot T+CB (5,3 kg/kg). Un résultat semblable est obtenu lorsque l'indice de consommation est exprimé en MJ/kg de gain. La digestibilité de la MS, MO et de l'énergie est supérieure pour le lot T+JC par rapport aux lots T ou T+M (MS: 90,6 % pour le lot T+JC vs. 87,2 % en moyenne, MO: 92,2 vs. 88,9 % en moyenne et E: 91,1 vs. 87,7 % en moyenne). En revanche, l'incorporation de CB dans la ration induit une diminution de la digestibilité de la MS, MO et de l'énergie (respectivement 83,6 - 85,3 - 84,3 %). La digestibilité de l'azote est inférieure pour le lot T + M par rapport aux autres lots (81,1 vs. 85,6 % en moyenne).

2.2. Effet d'une alimentation au jus de canne sur les performances et la digestibilité (période 2).

Les résultats des performances de la deuxième période de mesure sont présentés dans les tableaux 9 et 10. Contrairement aux objectifs du protocole, la consommation de MS exprimée en g/jour ou en g/jour/kg de PV est significativement affectée par le lot avec une consommation plus élevée pour le lot T et plus faible pour le lot T+JC24 (tableau 9). La consommation en MAT diminue linéairement avec l'augmentation du taux d'incorporation du jus de canne (328, 247, 164, et 96 g/jour pour respectivement le lot T, T+JC8, T+JC16 et T+JC24). La même observation peut être faite pour la MG, le NDF et l'amidon (tableau 9). Au contraire, le taux de sucres augmente linéairement avec l'incorporation de jus dans la ration (+140, 342, 498 et 642 g/jour pour respectivement le lot T, T+JC8, T+JC16 et T+JC24). La consommation d'EM tend à diminuer avec l'augmentation du taux de jus dans la ration (tableau 9).

La vitesse de croissance tend à diminuer entre les lots T et T+JC-24 (625 vs. 409 g/jour, $P < 0,05$). L'indice de consommation n'est pas affecté par le lot (2,9 kg/kg et 46,9 MJ/kg en moyenne). La digestibilité des nutriments est significativement influencée par le lot (tableau 10). Comparativement au lot T, la digestibilité de l'azote est inférieure pour le lot T+JC24 (85,5 vs. 88,1 %). La digestibilité de la MS, MO, du NDF et de l'énergie augmente linéairement avec l'incorporation de jus entre le lot T et T+JC16 et reste constante entre le lot T+JC16 et T+JC24 (tableau 10). La digestibilité de la MG est significativement plus faible pour le lot T+JC24 par rapport aux autres lots (80,5 vs. 88,9 %).

Tableau 9 : Effet d'une incorporation de jus de canne sur la consommation pendant les 8 jours de collecte (moyennes ajustées).

	Ration [1]				ETR	Statistiques [2]			
	T	T + JC8	T + JC16	T + JC24		Lot	Rep.	Bloc	Rep.× Lot
Nombre de porcs	6	6	6	6					
Durée, j	8	8	8	8					
Poids moyen, kg	47,7	45,7	41,7	39,1	6,1	NS	NS	**	NS
Aliment alloué, g MS/j									
Témoin	1675^{a}	1233^{b}	786^{c}	425^{d}	168	***	NS	*	NS
Produits canne	0^{a}	331^{b}	603^{c}	844^{d}	100	***	*	NS	NS
Total	1675^{a}	1564^{ac}	1389^{c}	1269^{b}	214	*	*	*	NS
Aliment alloué, g MS/j/kg Poids Vif									
Témoin	35,0^{a}	26,9^{b}	18,8^{c}	10,8^{d}	0,2	***	***	NS	NS
Produits canne [3]	0,0^{a}	7,2^{b}	14,4^{c}	21,5^{d}	0,1	***	***	NS	***
Total	35,0^{a}	34,1^{b}	33,2^{c}	32,3^{d}	0,3	***	***	NS	***
Consommation g/j [4]									
MS	1668^{a}	1564^{ab}	1390^{bc}	1269^{c}	215	*	*	*	NS
MAT	328^{a}	247^{b}	164^{c}	96^{d}	33	***	NS	*	NS
NDF	179^{a}	132^{b}	84^{c}	46^{d}	18	***	NS	*	NS
MG	77^{a}	57^{b}	36^{c}	20^{d}	8	***	***	**	**
Amidon	853^{a}	630^{b}	402^{c}	217^{d}	85	***	NS	*	NS
Sucres	140^{a}	342^{b}	498^{c}	642^{d}	77	***	NS	t	NS
Consommation MJ/j									
Energie brute	31,0^{a}	28,7^{ab}	25,1^{bc}	22,7^{c}	3,9	*	t	*	NS
Energie digestible	27,5^{a}	26,2^{a}	23,8^{ab}	21,6^{b}	3,5	t	NS	*	NS
Energie métabolisable	26,4^{a}	25,4^{ab}	23,1^{ab}	21,1^{b}	3,5	t	NS	*	NS

[1] T=35 g MS/kg de PV de témoin, T + JC-8=27 g MS/kg de PV de témoin + 8 g MS/kg de PV de jus de canne, T + JC-16=19g MS/kg de PV de témoin + 16 g MS/kg de PV de jus de canne, T + JC-24=11 g MS/kg de PV de témoin + 24 g MS/kg de PV de jus de canne.

*[2] Analyse de variance incluant les effets du lot, de la répétition, du bloc et de l'interaction entre les facteurs répétions et lots. Niveau de signification : *** P<0,001 ; ** P<0,01 ; * P<0,05 ; t P<0,1. ETR : Ecart Type Résiduel du modèle.*

[3] Jus de canne.

[4] MS=matière sèche, MAT=matières azotées totales, MG=matières grasses, MO=matière organique, N=azote.

Tableau 10: Effet d'une alimentation avec du Jus de canne sur la croissance et la digestibilité pendant les 8 jours de collecte (moyennes ajustées).

	Ration [1]				ETR	Statistiques [2]			
	T	T + JC8	T + JC16	T + JC24		Lot	Rep.	Bloc	Rep. × Lot
Poids vif, kg									
Initial	45,2	43,4	39,7	37,5	5,7	NS	NS	**	NS
Final	50,2	48,1	43,6	40,7	6,5	NS	NS	*	NS
GMQ, g/j	625 [a]	599 [a]	496[ab]	409[b]	123	*	NS	NS	NS
Indice de consommation									
kg/kg	2,7[a]	2,6[a]	2,8[a]	3,2[a]	0,6	NS	*	NS	NS
MJ EM/kg	43,5[a]	42,6[a]	47,4[a]	54,1[a]	0,1	NS	*	NS	NS
Digestibilité (%) [3]									
Matière sèche	87,4[a]	90,6[b]	93,1[c]	95,4[c]	0,8	***	NS	NS	NS
Matière organique	89,5[a]	92,3[b]	94,4[c]	96,1[c]	0,7	***	NS	NS	NS
Azote	88,1[ab]	87,8[ab]	88,1[b]	85,5[a]	1,9	NS	NS	NS	NS
MG	88,9[a]	88,5[a]	85,9[a]	80,5[b]	2,9	**	***	NS	NS
Energie	88,8[a]	91,5[b]	93,7[c]	95,2[c]	0,8	***	NS	NS	NS
EM/ED	95,9[a]	96,8[b]	97,3[c]	97,5[c]	0,1	***	*	*	NS

[(1)(2)(3)] *voir tableau 10.*

2.3. Effet d'une alimentation à la canne broyée sur les performances et la digestibilité (période 3).

Tout comme la deuxième période, la consommation de MS exprimée en g/jour ou en g/jour/kg de PV diffère des valeurs attendues par le protocole (Tableau 11): elle est significativement affectée par le lot avec une consommation plus faible pour le lot T et plus élevée pour les lot T+CB8, T+CB16 et T+CB24 (tableau 11). La consommation de MAT diminue linéairement avec l'augmentation du taux d'incorporation de la canne broyée (384, 256, 184, 108 g/jour respectivement pour le lot T, T+CB8, T+CB16 et T+CB24), il en est de même pour la consommation de MG ou d'amidon (tableau 11). En revanche la quantité ingérée de sucres augmente avec le taux d'incorporation de la canne (CB8 : 227 g/jour, CB16 : 266 g/jour et CB24 : 296 g/jour).La consommation de NDF est similaire entre chaque lot à $P < 0,05$ (197 g/jour en moyenne). La consommation d'énergie métabolisable diminue significativement entre le lot T, T+CB8, T+CB16 et T+CB24 (respectivement 32,0, 23,5 19,8 et 14,7 MJ/jour).

La vitesse de croissance n'est pas significativement affectée pour les lots T, T+CB8 et T+CB16 (631 g/jour en moyenne) (Tableau 12) mais elle est significativement plus faible pour le lot T+CB24 (284 g/jour). L'indice de consommation est similaire entre le lot T et le lot T+CB16 (2,6 kg/kg et 41,6 MJ EM/kg de gain de poids en moyenne) et diminue significativement pour le lot CB24 (6,1 kg/kg et 101,7 ME EM/kg; $P < 0,05$). Pour les différents nutriments MS, MO, MAT, MG, amidon et l'énergie, le taux d'incorporation de la canne broyée à hauteur de 24 g MS/kg de PV diminue significativement leur digestibilité (respectivement 83,1- 84,5- 82,4-81,8-83,6 %) par rapport aux lots T, T+CB8 et T+CB16 (87,3 - 89,0 - 88,7 - 90,5 - 88,5 % en moyenne). En revanche pour le rapport EM/ED la digestibilité est similaire (respectivement 96,2 % en moyenne à $P < 0,05$).

Tableau 11 : Effet d'une alimentation à la canne broyée sur la consommation pendant les 8 jours de collecte (moyennes ajustées).

	Ration [1]				ETR	Statistiques [2]			
	T	T + CB8	T + CB16	T + CB24		Lot	Rep.	Bloc	Rep. × Lot
Nombre de porcs	6	6	6	6					
Durée, j	7	7	7	7	0,0	NS	***	NS	NS
Poids moyen, kg	58,9	49,7	49,2	50,8	7,5	NS	NS	*	NS
Aliment alloué, g MS/j									
Témoin	2188[a]	1367[b]	941[c]	543[d]	184	***	NS	*	NS
Produits canne [3]	0[a]	532[b]	1039[c]	1556[d]	180	***	NS	t	NS
Total	2188[a]	1899[a]	1941[a]	2099[a]	298				
Aliment alloué, g MS/j/kg Poids Vif									
Témoin	37,1[a]	27,4[b]	19,1[c]	10,7[d]	1,3	***	**	NS	NS
Produits canne	0,0[a]	10,7[b]	21,2[c]	30,5[d]	1,3	***	***	NS	*
Total	37,1[a]	38,1[ab]	40,3[bc]	41,2[c]	2,3	*	***	NS	NS
Consommation g/j [4]									
MS	1948[a]	1493[b]	1288[bc]	1097[c]	218	***	NS	NS	NS
MAT	384[a]	256[b]	184[c]	108[d]	41	***	NS	NS	NS
NDF	226[a]	193[a]	189[a]	181[a]	41,9	NS	t	NS	NS
MG	85[a]	59[b]	41[c]	25[d]	7	***	***	**	**
Amidon	1013[a]	681[b]	484[c]	282[d]	110	***	NS	NS	NS
Sucres	163[a]	227[b]	266[bc]	296[c]	57	**	***	NS	**
Consommation MJ/j									
Energie brute	36,1[a]	27,6[b]	23,6[bc]	19,9[c]	4,0	***	NS	NS	NS
Energie digestible	33,1[a]	24,4[b]	20,3[b]	14,4[c]	4,1	***	NS	NS	NS
Energie métabolisable	32,0[a]	23,5[b]	19,8[bc]	14,7[c]	4,3	***	NS	NS	NS

[1] T=35 g MS/kg de poids vif de témoin, T + CB8=27 g MS/kg de PV de témoin + 16 g MS/kg de PV de canne broyée, T + CB16=19 g MS/kg de PV de témoin + 24 g MS/kg de PV de canne broyée, T + CB24= 11 g MS/kg de PV de témoin + 48 g MS/kg de PV de canne broyée.

*[2] Analyse de variance incluant les effets du lot, de la répétition, du bloc et de l'interaction entre les facteurs répétions et lots. Niveau de signification : *** P<0,001 ; ** P<0,01 ; * P<0,05 ; t P<0,1. ETR : Ecart Type Résiduel du modèle.*

[3] Canne broyée.

[4] MS=matière sèche, MAT=matières azotées totales, MG=matières grasses, MO=matière organique, N=azote.

Tableau 12: Effet d'une alimentation avec de la canne broyée sur la croissance et la digestibilité pendant les 8 jours de collecte (moyennes ajustées).

	Ration [1]				ETR	Statistiques [2]			
	T	T + CB8	T + CB16	T + CB24		Lot	Rep.	Bloc	Rep. × Lot
Poids vif, kg									
Initial	56,6	47,1	47,4	49,9	7,5	NS	NS	*	NS
Final	61,2	52,2	51,0	51,8	7,5	NS	NS	*	NS
GMQ, g/j	659[a]	719[a]	515[a]	284[b]	163	**	**	NS	NS
Indice de consommation									
kg/kg	3,1[a]	2,2[a]	2,6[a]	6,0[b]	1,9	t	**	NS	*
MJ EM/ kg	50,1[ab]	35,0[a]	39,8[a]	101,7[b]	0,0	*	**	NS	NS
Digestibilité (%) [3]									
Matière sèche	88,2[a]	87,0[a]	86,7[a]	83,1[b]	2,4	**	NS	NS	NS
Matière organique	90,5[a]	88,6[a]	88,0[a]	84,5[b]	2,3	**	NS	NS	NS
Azote	89,9[a]	88,4[a]	87,8[a]	82,4[b]	2,6	***	NS	NS	NS
MG	92,9[a]	89,8[a]	88,8[a]	81,8[b]	2,5	***	***	NS	*
Energie	90,1[a]	88,1[a]	87,4[a]	83,6[b]	2,4	**	NS	NS	NS
EM/ED	96,4[a]	96,3[a]	96,4[a]	96,9[a]	0,0	NS	NS	NS	NS

[1][2][3] voir tableau 12

	Mélasse		Jus de canne				Canne broyée			
Période	1		1		2		1		2	
	Moy.	ET	Moy.	ET	Moy.	ET	Moy.	ET	Moy.	ET
Nb. porcs	6	-	6	-	18	-	6	-	18	-
Digestibilité, %										
MS	84,6	5,0	100,0	3,7	100,0	2,6	69,1	14,9	72,0	15,3
MO	84,5	5,4	100,0	3,4	100,0	2,2	68,6	16,5	72,8	14,4
MAT	65,6	14,7	84,9	6,7	85,8	4,9	82,9	36,7	71,7	15,6
Energie	83,2	6,7	100,0	3,8	99,6	2,5	70,7	23,7	71,0	14,8
ED, MJ/kg MS	13,1	1,2	17,6	0,7	17,5	0,5	12,3	3,8	12,6	2,7
EM, MJ/kg MS	12,7	1,0	17,4	0,6	17,3	0,7	11,9	3,3	11,9	2,9

Tableau 1 3: Digestibilité moyenne des différents sous produits de la canne.

Pour la mélasse, la digestibilité apparente moyenne de l'énergie et de l'azote mesurée au cours de la période 1 est respectivement de 83,2 et 65,8 %. Exprimées par kg de MS, les teneurs en ED et EM sont égales à 13,1 et 12,7 MJ. Les valeurs de digestibilité mesurées pour le jus de canne au cours de la période 1 et 2 sont très proches avec une valeur moyenne de 99,8 % pour l'énergie et de 85,4 % pour l'azote. Les teneurs en ED et EM sont également semblables pour les deux périodes (respectivement, 17,6 et 17,4 MJ/kg MS). L'estimation des valeurs de digestibilité pour le CB fait apparaître des résultats très variables d'un bloc à l'autre et entre les périodes 1 et 3. En moyenne, la digestibilité de l'énergie est de 77,3 % et celle de l'azote est de 70,7 %. Les valeurs moyennes d'ED et EM sont respectivement de 12,5 et 11,9 MJ/kg MS.

3. Discussion

D'après nos analyses effectuées dans le cadre de notre expérimentation, la teneur en MS de l'aliment est très variable selon le sous-produit de la canne considéré avec une faible MS pour le jus et la canne broyée et une MS plus élevée pour la mélasse. Comparativement à un aliment concentré conventionnel où la principale source d'énergie est l'amidon, les sucres solubles sont la principale source d'énergie de la mélasse, du jus ou de la canne broyée. Selon la bibliographie, la nature des sucres diffère notamment entre le jus de canne (saccharose) et la mélasse (saccharose + sucres non cristallisables) (Meade G.P et Chen J. 1977). La MAT est pratiquement inexistante pour la canne broyée et le jus (1,25 % en moyenne), elle est légèrement supérieure pour la mélasse 4,7 % mais reste bien en dessous de la teneur en MAT du régime témoin (19,7 %). Ce résultat explique la nécessité de complémenter des régimes à base de mélasse, de jus ou de canne broyée avec un apport en protéines. La canne broyée est caractérisée par une teneur forte en parois végétales (NDF et ADF) par rapport aux autres produits de la canne. Ceci a des conséquences non négligeables sur son utilisation pour alimenter les animaux (voir plus bas).

Déroulement du protocole et performance de croissance

Conformément à ce qui était prévu dans le protocole, la quantité de MS ingérée rapportée au poids vif devait être la même quelque soit le lot. Or, les niveaux de consommation mesurés sont souvent légèrement inférieurs par rapport aux prévisions en particulier pour les rations intégrant du jus ou de la canne broyée. Cet effet peut s'expliquer par la difficulté d'estimer avec précision la croissance des porcs pendant la période de mesure pour le calcul du poids moyen. De plus, pour les rations intégrant de la canne broyée, les refus réalisés par les animaux ont été variables d'un porc à un autre et se sont avérés plus importants que prévu ce qui a aboutit à une prévision surestimée de la consommation réelle. Dans une première analyse statistique des valeurs de digestibilité, la consommation de MS a été utilisée comme co-variable sans jamais être significative sur tous les critères analysés.

Dans notre étude, les performances de croissance obtenues selon la ration proposée aux animaux sont difficilement interprétables compte-tenu du faible nombre d'animaux utilisés et de la courte durée de la période de mesure (8 jours). Par ailleurs, pour les périodes 2 et 3, l'incorporation croissante de produit de la canne (jus ou canne broyée) a eu comme conséquence de réduire celle de l'aliment témoin et la quantité de protéines consommée par les animaux. Par conséquent, la réduction des performances de croissance mesurée entre le lot

T et T+JC24 et entre le lot T et CB24 est directement expliquée par le fait que la ration était limitante en protéines. En revanche au cours de la période 1, malgré une consommation égale de MAT, les performances des porcs alimentés avec des rations intégrant du jus de canne, de la mélasse ou de la canne broyée sont différentes. Notre étude montre que les performances de croissance ne sont pas affectées quand une partie du concentré (23 %) est remplacé par de la mélasse. Ces résultats sont en accord avec les résultats de la bibliographie pour une incorporation de 20 % de mélasse dans la ration de porc en croissance (Le Dividich et Canope 1975). Il faut noter que les performances similaires entre le lot T et le lot T+M sont obtenues alors que la consommation de MAT est réduite de 328 à 247 g/jour. Ce résultat suggère que 250 g de MAT sont suffisants pour satisfaire les besoins protéiques chez un porc CR de 40 kg. Comparativement à la mélasse, la vitesse de croissance des porcs alimentés avec du jus ou de la canne broyée diminue (respectivement -55 et -165 g/jour). Cependant, le GMQ mesuré pour le jus et la canne broyée sont proches de ceux rapportés par Xandé *et al.* (2007; respectivement 543 g/jour et 199 g/jour).

Bien que la teneur en EM soit supérieure pour le jus par rapport à la mélasse, une diminution de la croissance est observée. Cette différence de GMQ est exclusivement due à la baisse de consommation en matière sèche pour le lot T+JC par rapport au lot T+M.

Tableau 14: Equation de prédiction de la digestibilité de l'énergie (dE) ou de l'azote (dN) en fonction de la composition chimique de l'aliment.

	Equation	R^2
1	dE = 96,8 - 0,730×NDF	0,60
2	dE = 99,9 - 63,3×MM - 0,727×NDF	0,65
3	dE = 99,4 - 3,16×NDF + 3,52×ADF + 0,81×MAT + 1,21×MG - 1,46×MM	0,82
4	dN = 85,59 – 2,87×NDF + 3,96×ADF + 2,20×MAT + 1,63×MG – 240,9×MM – 0,29×Amidon	0,62

La valeur nutritionnelle de la mélasse.

La valeur nutritionnelle de la mélasse est bien décrite dans la bibliographie. La digestibilité de l'énergie est en moyenne de 83,2 % dans notre étude ce qui est proche de la valeur de 85,0 % rapportée dans les tables INRA sur 1287 échantillons (Sauvant *et al*, 2002) ou de la valeur de 84,3 % rapportée dans les tables Brésiliennes (Rostagno *et al,* 2005). En revanche, notre valeur est plus élevée que celle mesurée à Cuba par Ly and Castro (1984, 76,5 %). Cette différence peut être attribuée à une différence dans la méthode industrielle utilisée pour

obtenir la mélasse. Comparativement à l'aliment témoin, la digestibilité de l'énergie pour la mélasse est sensiblement inférieure (83,2 vs. 88,0 %). Selon l'équation N°3 du tableau 14, la teneur en MM de l'aliment consommée influence négativement la digestibilité de l'énergie. Par conséquent, la faible digestibilité de l'énergie pour la mélasse peut être liée à sa teneur importante en MM. Par ailleurs, la digestibilité de l'énergie est très nettement inférieure pour la mélasse par rapport au jus de canne. La digestibilité des sucres est significativement plus faible pour la mélasse par rapport au jus (97,8 vs. 99,1 % $P < 0,01$, résultats non présentés). Ce résultat est à mettre en relation avec la nature différente des sucres présents dans ces deux matières et pourrait expliquer la plus faible digestibilité de l'énergie pour la mélasse par rapport au jus. Les teneurs en ED et EM de la mélasse (13,1 et 12,7 MJ/kg MS) sont comprises entre valeurs décrites dans les tables INRA (12,7 et 12,4 MJ/kg MS) et Brésiliennes (13,4 et 13,6 MJ/kg MS). La digestibilité de l'azote est faible (65,6 %) par rapport à une matière première conventionnelle mais supérieure à la valeur décrite dans les tables INRA (40 %). Selon l'équation N°4 du Tableau 14, obtenue à partir de l'ensemble des données de notre expérience, la teneur en MM de l'aliment ingéré a un effet négatif important sur la digestibilité des protéines. Par conséquent, comme pour l'énergie, la faible digestibilité des protéines mesurée pour la mélasse est liée à sa teneur importante en MM.

La valeur nutritionnelle du jus de canne.

Bien qu'il existe de nombreux travaux sur l'utilisation du jus de canne pour l'alimentation des porcs, peu de données sont disponibles sur sa valeur nutritionnelle. En ce qui concerne la digestibilité du jus, selon Rodriguez L. *et al.* (1997), la digestibilité moyenne de la MS serait comprise entre 92,5 à 93,8 %. Dans notre travail, nous montrons que la digestibilité de l'énergie du JC ne varie pas en fonction de la quantité offerte et elle est en moyenne de 99,8 %. D'après Noblet *et al.* (2003), la digestibilité des sucres peut être considérée égale à 100 %. Dans notre étude, la digestibilité des sucres libres est de 99,1 %. En conséquence, la très forte digestibilité de l'énergie du jus de canne est directement liée à sa forte teneur en sucre et au fait que ces sucres soient presque totalement digestibles.

Les teneurs en ED et EM pour le jus de canne (respectivement 17,6 et 17,4 MJ/kg MS) et le rapport EM sur ED sont également plus élevés que pour une matière première traditionnelle (environ 0,96). Ce résultat traduit une diminution des pertes d'énergie dans les urines sans doute en relation avec la faible teneur en protéine du jus de canne. Comparativement à

l'énergie, la digestibilité de l'azote est plus faible (85,4 %) en accord avec les résultats de la bibliographie (entre 67,4 à 87,8 % selon Rodriguez et *al,* 1997).

La valeur nutritionnelle de la canne broyée.

En accord avec Bravo *et al.* (1996), le taux d'extraction du sucre diminue quand la quantité de canne broyée offerte augmente (Figure 5). Ce résultat peut être interprété comme une adaptation de l'animal visant à compenser la diminution de la canne allouée. En moyenne, le taux d'extraction du sucre de la canne est de 66 % contre 85 % dans l'étude de Bravo *et al.* (1996). Selon Mederos *et al.* (2004), l'extraction de jus par un porc nourri avec de la canne à sucre augmente avec la taille des particules de canne broyée. Dans notre expérimentation, la taille de ces particules de canne à sucre était plus petite que celles de l'étude de Mederos. A partir de ces observations nous pouvons donc supposer que nos faibles valeurs d'extraction de sucre sont dues à cette différence de taille des copeaux alloués. Dans notre travail, la diminution du taux d'extraction du sucre associée à l'augmentation de la quantité de canne distribuée ne se traduit pas par une diminution de la quantité de sucre consommée quotidiennement. Au contraire, cette quantité augmente de 142 à 251 g/jour quand la quantité de CB allouée passe de 1980 à 6200 g MS/jour (voir la Figure 5). Ce résultat s'explique par un accroissement de la quantité de sucre allouée de 214 à 620 g/jour avec l'augmentation de la canne broyée distribuée (entre CB8 et CB24).

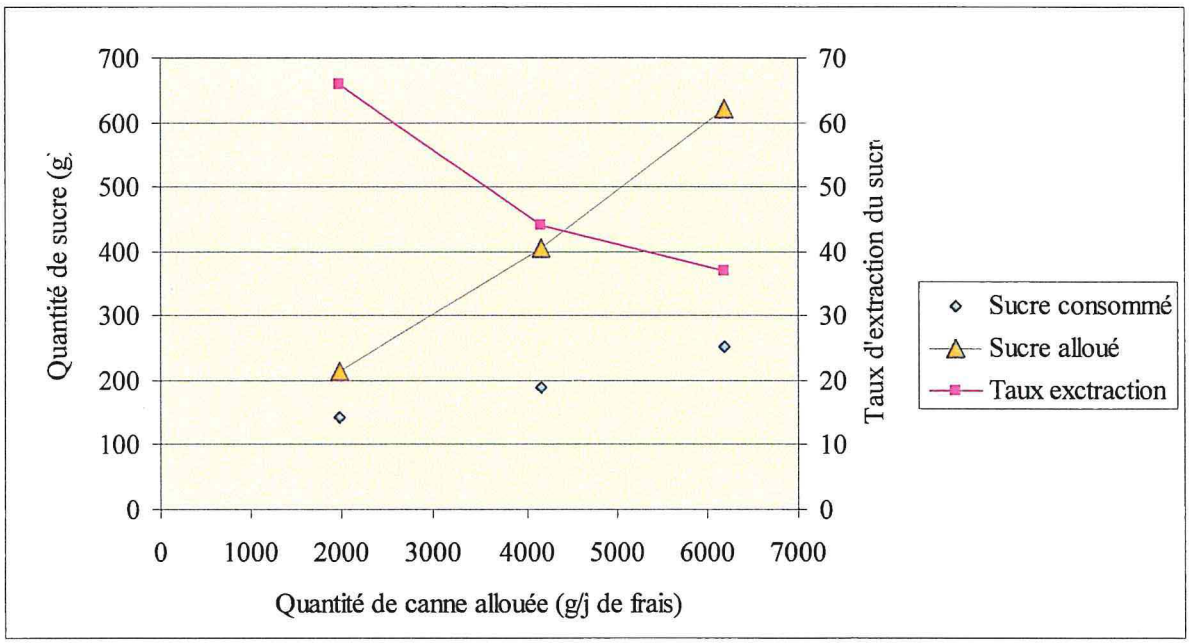


Figure 5: Relation entre le sucre alloué, la consommation en sucre et le taux d'extraction avec la quantité de canne broyée allouée en frais.

En moyenne, la digestibilité de l'énergie de la canne broyée est faible (77,3 %). Une valeur plus faible (62,0 %) est calculée en utilisant les équations de Le Goff et Noblet (2001) de prédiction de la digestibilité de l'énergie en fonction de la teneur en NDF. Cette différence est expliquée par le fait que le produit réellement consommé par le porc a une composition très différente de la composition initiale de la canne broyée. En effet d'après le Tableau 15, la teneur en sucre augmente et la teneur en NDF diminue dans l'aliment réellement consommé par le porc comparativement à la canne broyée. Il est intéressant de noter que la composition du produit consommé par l'animal ne varie pas avec la quantité de CB offerte.

Tableau 15 : Composition moyenne de la canne à sucre allouée et ingéré.

Composition moyenne en % de MS	Canne allouée	Canne ingérée
MAT	1,1	0,2
NDF	40,3	20,7
ADF	26,6	13,5
Sucre	42,7	49,2

Comparativement à l'aliment témoin, la plus faible digestibilité de l'énergie pour la canne broyée est en grande partie liée à la forte teneur en NDF du produit consommé par le porc (Le Goff et Noblet, 2001). Selon l'équation N°1du Tableau 14, une augmentation de 1 % de la teneur en NDF de l'aliment ingéré se traduit par une réduction de 0,7 % de la digestibilité de l'énergie. Cette faible digestibilité de l'énergie explique la faible teneur en ED et en EM de cet aliment (respectivement 12,45 et 11,9 MJ/kg MS).

Contrairement à notre hypothèse de travail, l'augmentation de la quantité de canne broyée distribuée ne se traduit pas par une modification de la digestibilité des nutriments. Ce résultat est à mettre en relation avec le fait que la composition du produit réellement consommé par le porc reste relativement constante en fonction de l'apport de canne.

Enfin, il faut noter qu'il existe une forte variabilité dans l'estimation des valeurs de digestibilité pour la canne broyée. Cette forte variabilité est directement liée à la quantité de canne refusée par l'animal. En moyenne, les refus mesurés pour les porcs alimentés avec de la canne broyée représentent 63 % de la quantité de MS distribuée et ne varient pas selon la quantité de canne allouée. Pour une même quantité de canne alloué, les refus peuvent être différent d'un porc à l'autre (cœfficient de variation de 20 %). Ces observations suggèrent que

contrairement aux aliments « conventionnels » où les compositions de l'alloué et du refus sont similaires, la digestibilité des nutriments de la canne broyée est expliquée par sa composition chimique (forte teneur en NDF) mais également par des différences inter-individuelles de comportement des animaux. Il serait d'ailleurs intéressant d'intégrer dans une prochaine étude une mesure du comportement alimentaire des animaux pour mieux comprendre l'origine de ces refus. En d'autres termes pour une même quantité de canne broyée et de même composition, nous aurons des refus différents entre un porc de type « gaspilleurs » comparativement à un animal ayant un comportement « normal ».

Conclusion et perspectives

Les objectifs de notre étude étaient d'approfondir les connaissances actuelles sur la valeur nutritionnelle des sous produits de la canne. Nos résultats constituent des données originales notamment pour les valeurs de digestibilité et de teneurs en énergie du jus et de la canne broyée. En fait selon la forme de la distribution, la valeur nutritionnelle de la canne varie de manière très importante mais requiert toujours une complémentation protéique pour que la ration soit équilibrée.

La mélasse a pour principaux avantages d'être facile à conserver et d'avoir une teneur en énergie importante. Les performances de croissance obtenues avec la mélasse sont relativement proches de celles obtenues avec un aliment concentré. En revanche, la mélasse présente les inconvénients d'être une matière première difficile à manipuler et de provoquer des diarrhées lorsque les taux d'incorporations dans la ration sont trop importants. Par ailleurs, sa forte teneur en matières minérales entraîne une diminution de la digestibilité de l'énergie et de l'azote.

Contrairement à la mélasse, l'énergie brute de l'aliment est totalement digestible pour le jus de canne. Du fait de sa forte teneur en sucres, le jus de canne est donc une source d'énergie très intéressante. D'après nos données, 4,5 l de jus apportent la même quantité d'énergie métabolisable que 1 kg d'aliment concentré. Par ailleurs, le jus de canne est très appétent chez le porc. La connaissance de sa teneur en énergie métabolisable nous permet de doser la quantité de jus dans la ration pour éviter d'avoir des carcasses grasses. Le principal inconvénient réside dans le fait que l'extraction du jus demande du temps, un équipement adapté et que sa conservation peut être difficile.

Enfin, la canne broyée est facilement obtenue par broyage de la canne entière. D'un point de vue nutritionnel, la digestibilité de l'énergie est relativement bonne, bien qu'inférieure à celle du jus et de la mélasse. Cependant l'encombrement du tube digestif par les fibres présentes dans cette matière (NDF: 40,3 %) limite la capacité d'ingestion de cette matière première. L'amélioration de la valorisation de la canne broyée par le porc passe donc par une augmentation de la consommation de cet aliment. Une variation de la taille des particules de canne broyée pourrait induire une amélioration de l'ingestion et de la digestibilité de la canne broyée. Cette hypothèse mériterait d'être testée dans des expérimentations futures.

En conclusion, ces matières premières présentent donc certains avantages et certains inconvénients, l'approfondissement de ces recherches en comparant des rations mélangeant les sous-produits de la canne entre eux ou avec d'autres produits permettrait d'envisager de formuler une ration qui répondrait aux attentes d'un point de vue nutritionnel pour le porc et d'un point de vue économique pour les éleveurs.

Bibliographie

Becerra M., Murgueitio E., Reyes G. and Preston T.R. 1990. Azolla filiculoides as partial replacement for traditional protein supplement in diets for growing-fattening pigs based on sugar cane juice. Livestock Research for Rural Developement, Volume 2, Number 2.

Bravo M., Lasso M., Esnaola M.A., and Preston T.R. 1996. Preliminary studies on the use of chopped sugar cane stalk as the basal diet for fattening pigs. Livestock Research for Rural Developement, Volume 8, Number 3.

Brooks C.C. 1967. Effect of sex, fat, fiber, molasses and tyroprotein on digestibility of nutriments and performance of growing swine. Journal Animal Sciences, 26, 495-499.

Canope I. et Raynaud Y. 1982. Relation entre le poids d'abattage et les caractéristiques de croissance et de carcasses chez le porc Créole. Journée. Recherche. Porcine Fr. 14:37-44.

Christon R. et Le Dividich J. 1978. Utilisation de la mélasse de canne à sucre dans l'alimentation du porc : essai d'interprétation des acquisitions récentes. Revue Animale Zootechnie, 27 (2), 267-288.

Delanoy S. 2007. Influence des variations climatiques et du type génétique sur les réponses physiologiques des truies élevées en conditions tropicales humides. Rapport de stage, CIRAD EMVT de Baillarguet.

Deprès E., Tamisier F., Naves M. and Rinaldo D. 1992. Comparaison de porcs Créole et Large White pour les performances de croissance et la qualité de la viande en fonction de l'âge de l'abattage. Journée. Recherche. Porcine Fr. 24:17-24.

Duc Ngoan L., Ogle R.B., Sarria P. and Preston T.R. 1998. Effect of remplacing sugar cane juice with African palm oil (*Elaeis guineensis*) on performance and carcass characteristics of pigs. Livestock Research for Rural Developement, Volume 10, Number 1.

Ferreiro H.M., Preston T.R., and Sutherland T.M. 1997. Digestibility of stalks and tops of mature and immature sugar cane. Tropical animal Production 2:1.Page 100 à 104.

Huy Nhu Phuc B. 1993. The use of sugar cane juice and molasses in the diet of growing pigs. Livestock Research for Rural Developement, Volume 5, Number 2.

Hong Van B. and Thi Men L. 1992. Feeding of sugar cane juice and "A" molasses to fattening pigs. Livestock Research for Rural Developpement, Volume 4, Number 3.

Lebret B., Lefaucheur L. et Mourot J. 1999. La qualité de la viande de porcs. Influence des facteurs d'élevage non génétique sur les caractéristiques des tissus musculaires. INRA Production Animales, 12, 11-28

Le Dividich J., Canope I., Hedreville F., et Despois E. 1975. Utilisation de la mélasse finale, sous produit de la canne à sucre, dans l'alimentation des porcelets sevrés à 5 semaines. Revue Nouvel Agronome, Antilles-Guyane, 1, 4, 272-283.

Le Dividich J. et Canope I. 1975. Utilisation de la mélasse finale de canne à sucre dans l'alimentation du porc : influence de la teneur en énergie des régimes sur les performances du porcelet ; utilisation métabolique de l'azote chez le porc de 35kg. Journée de la Recherche Porcine.145-150.

Le Goff G. et Noblet J. 2001. Effect of diatary fibre on the energy value of feeds for pigs. Animal feed sciences and technology, Volume 90, issue 1-2 p. 35-52.

Ly J. 1990. The physiological and biochemical basis for feeding pigs and poultry in the tropics (part 2). Livestock Research for Rural Developement, Volume 2, Number 2.

Meade G.P. and Chen J.C.P. 1977. Cane Sugar Handbook : a manual for cane sugar manufacturers and their chemists. Edition, John Wiley and Sons 10th. New York.

Mederos C.M., Figueroa V., Garcia A., Aleman E., Martinez R.M. and Ly J. 2004. Growth performance of pigs fed hand-chopped sugar cane stalks. Livestock Research for Rural Developement, Volume 16, Number 3.

Mena A., Elliott R.. and Preston T.R. 1981. Sugar cane juice as en energysource for fattening pigs. Revue Tropical Animal Production 6:4.

Noblet J., Bontems V. et Tran G. 2003. Estimation de la valeur énergétique des aliments pour le porcs. INRA Production Animale, 16 (3), 197-210.

Renaudeau D., Noblet J., Quiniou N. et Dubois S. 2001. Influence de l'exposition au chaud et de la réduction du taux de protéines dans l'aliment sur les performances des truies multipares en lactation. Journée de la Recherche Porcine, 33, 181-187.

Renaudeau D., Hilaire M., Weisbecker J.L. et Mourot J. 2003. Comparaison des performances de croissance, de carcasse et de qualité de la viande du porc Créole et Large White. Journée de la Recherche Porcine, 35, 243-250.

Renaudeau D. et Mourot J. 2004. Comparaison des qualités de carcasse et de viande du porc Large White et Créole. 10ème Journée des sciences au muscle et technologie des viandes (Renne), p. 79-80.

Renaudeau D. 2005. Effects of short-term exposure to high ambient temperature and relative humidity on thermoregulatory responses of European (Large White) and Caribbean (Créole) restrictively fed growing pigs. Animale Research, vol. 54, p. 81-93.

Renaudeau D., Hilaire M. et Mourot J. 2005. A comparaison of carcass and meat quality characteristics of Creole and Large White pigs slaughtered at 150 days of age. Animal Research vol. 54, p.43-54.

Renaudeau D., Mourot J., Xandé X., Despois E. et Gourdine J.L. 2007. Qualité de la carcasse et de la viande chez le porc Créole et le Large White. 8ème journée technique de l'AMADEPA.

Rodriguez L., Preston T.R., Ly J. and Van Lai N. 1997. Parameters of digestion and N metabolism in Mong Cai piglets having free access to sugar cane juice and soya bean meal. Livestock Research for Rural Developement, Volume 5, Number 5.

Rodriguez L. and Preston T.R. 1996. Comparative parameters of digestion and N metabolisme in Mong Cai*Large White cross piglets having free access to sugar cane juice and duck weed. Livestock Research for Rural Developement, Volume 8, Number 1.

Rostagno H.S. 2005. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa. 186p.

Sauvant D., Perez J.M. et Tran G. 2002. Tables de composition et de la valeur nutritive des matières premières destinées aux animaux d'élevage. Editions INRA.

Speedy A.W., Seward L., Langton N., Du Plessis and Dlamini B. 1991. A comparaison of sugar cane juice and maize as energy sources in diets for growing pigs with equal supply of essential amino acids. Livestock Research for Rural Developement, Volume 3, Number 1.

Thi Mui N., Preston T.R, Van Binh D., Viet Ly L. and Tien Dung N. 1996. Effect of season of planting (and harvesting) of sugar cane on the nutritive value of the juice for fattening pigs. Livestock Research for Rural Developement, Volume 8, Number 4.

Velasquez M., Ly J., Preston T.R. 1969. Digestible and metabolizable energy values for pigs of diets based on hight-test molasses or final molasses and sugar. Journal Animal Sciences, 29, 578-580.

Xandé X., Despois E., Renaudeau D., Gourdine J.L. et Archimède H. 2007. Evaluation des effets d'une alimentation a base de canne à sucre sur les performances et la qualité de la carcasse des porcs Créoles. Journée de la Recherche Porcine, 39, 231-238.

Zébus M.F., Alexandre G., Diman J.L., Paul J.L., Despois E., et Phaëton E. 2005. Diversité des élevages porcins en Guadeloupe. Première évaluation technico-économique. Journée de la Recherche Porcine, 37, 407-412.