Région Martinique

UNION EUROPÉENNE

FEOGA - DOCUP
Recherche Développement en Agriculture

APPUI AU DEVELOPPEMENT

DE LA FILIERE PORCINE MARTINIQUAISE

CONVENTION N° D/2001-021

- Etat des lieux des actions.
- Lancement de l'enquête sur la situation sanitaire des élevages.
- Appui à la maîtrise des impacts environnementaux.
- Propositions pour la suite de la convention.

Par - Vincent Porphyre - Jean-Luc Farinet - Hubert Guerin

20 avril - 3 mai 2003

Rapport N° 2003/16

CIRAD-EMVT
Département Elevage et Médecine
Vétérinaire du CIRAD
Campus International de Baillarguet
TA 30/B
34398 Montpellier Cedex 5

AUTEUR(S) : Vincent Porphyre - EMVT
Jean-Luc Farinet - CA
Hubert Guerin - EMVT

ORGANISME AUTEUR :
CIRAD-EMVT ; CIRAD-CA

ACCES AU DOCUMENT :
Service documentation du CIRAD
Service documentation du PRAM
Direction de l'Agriculture et de la Forêt
à Fort de France

ACCES A LA REFERENCE DU DOCUMENT :
Libre.

ETUDE FINANCEE PAR : FEOGA - DOCUP 2001-2003.

REFERENCE : Convention n° D/2001-021

AU PROFIT DE : Région Martinique.

TITRE : Appui au développement de la filière porcine martiniquaise.

TYPE D'APPROCHE : recherche d'accompagnement en appui au développement des filières.

DATE ET LIEU DE PUBLICATION : mai 2002, Montpellier (France).

PAYS OU REGIONS CONCERNES : Départements Français d'Amérique (DFA).

MOTS CLES : filière porcine, santé, effluents, conduite d'élevage alimentaire, organisation de producteurs, encadrement technique, suivi technico-économique, formation.

RESUME :
Le projet comprend initialement quatre volets :
1/ valorisation de la production locale :
a) L'opération "porc-banane" est close avec des résultats satisfaisants mais peu reproductibles dans le contexte.
b) la demande d'une race rustique de type créole n'est pas confirmée par les acteurs de la filière. L''opération est donc abandonnée.
2/ suivis technico-économiques des élevages : depuis l'origine du projet cette opération s'est heurtée au déficit d'encadrement des opérateurs ; depuis quelques mois la principale coopérative s'est dotée d'un technicien ; la situation est donc réévaluée notamment en matière de formation.
3/ diagnostic de la situation sanitaire : une enquête épidémiologique est mise en place de mai à août 2003, le protocole et les résultats attendus seront exposés.
4/ gestion des effluents : un premier diagnostic a été fait en 2000 ; les éleveurs sont soumis à la pression administrative et sociale pour améliorer la situation ; des propositions sont faites pour accompagner cette évolution.

SOMMAIRE

INTRODUCTION - Historique de la Convention 5

- ✓ Etat des lieux des réalisations.
- ✓ Objectifs de la mission.

I/ CONTEXTE INSTITUTIONNEL ET DE LA FILIERE 6

II/ LANCEMENT D'UNE ENQUETE SUR LA SITUATION SANITAIRE 8

II.1 Connaissances et questions initiales 8
II.1.1. dans la région Caraïbe 8
II.1.2. en Martinique 8

II.2 Pathologies prioritaires 9
II.2.1. Typologie des maladies par rapport aux systèmes d'élevage et aux types de risques 9
II.2.2. Les priorités économiques et sanitaires 11
II.2.3. La structure et la répartition géographique de la filière : base d'échantillonnage 12
II.2.4. Les ressources humaines disponibles et les laboratoires Partenaires 12
II.2.5. Protocole d'enquêtes 14
II.2.6. Résultats attendus 15

III/ EFFLUENTS D'ELEVAGE ET MAITRISE DES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX 16

III.1 Les risques et enjeux environnementaux à la Martinique 16

III.2 Les principes de gestion et traitement du lisier de porcs 17
III.2.1. Réglementation et principes d'action 17
III.2.2 Caractéristiques du lisier de porcs 19
III.2.3. Principes et procédés de traitement du lisier 20

III.3 Etat des lieux des diagnostics et expériences 22
III.3.1. Caractéristiques du lisier 22
III.3.2. Diagnostic environnemental 23
III.3.3 Epandage de lisier et fertilisation des cultures 24
III.3.4. Caractéristiques des traitements existants 25

III.4 Propositions pour un appui 26
III.4.1. Les actions entreprises par la DAF, la DSV et les organisations professionnelles 26
III.4.2. Conclusions et recommandations 27
III.4.2.1. Bâtiments et équipements 28
III.4.2.2. Surfaces et techniques d'épandage 28
III.4.2.3 Techniques de traitement de l'azote 28

IV/ AUTRES ACTIONS PREVUES A LA CONVENTION 29
Appui au suivi technico-économique des élevages : promotion d'un « porc pays » 29

IV.1. Appui au suivi technico-économique des élevages 29

IV.2. Promotion d'un « porc pays » 30
IV.2.1. Emploi de banane verte 30
IV.2.2. Diffusion de porcs créoles améliorés 31

CONCLUSION 32

ANNEXES *33*

I/ Calendrier de la mission et personnes rencontrées 34

II/ Documents de référence (liste jointe) 38

III/ Procédés de traitement du lisier validés 39

IV/ Eléments de base pour une chaudière biogaz alimentant des plaques chauffantes en maternité porcs 41

INTRODUCTION - Historique de la Convention

- ✓ Etat des lieux des réalisations.
- ✓ Objectifs de la mission.

La convention D/2001-021 s'inscrit dans la continuité de la convention R/99-63 qui comprenait déjà trois volets : contrôle des performances, protection de l'environnement, alimentation porcine[1].

La nouvelle convention signée le 31 décembre 2001 reprend les mêmes thèmes en les précisant et en les complétant des deux sujets suivants :

- Diagnostic de la situation sanitaire.
- Mise au point et diffusion d'un système de production d'un « porc pays ».

De janvier à juin 2002, les travaux ont été poursuivis : mise au point d'un digesteur, expérimentation technico-économique d'une ration mixte « aliment industriel - banane verte ». Les brochures destinées à l'encadrement ont été éditées sur ces deux sujets *(cf. Annexe 2).*

De juillet 2002 à avril 2003, la réalisation de travaux a dû être suspendue en raison d'une carence en personnel du fait du CIRAD.

La présente mission a pour objectifs :

- La relance des activités.
- L'actualisation des objectifs de la programmation en concertation avec les partenaires institutionnels et les acteurs de la filière.
- La mise en place de l'enquête sanitaire.
- Le complément du diagnostic sur la gestion des effluents et des propositions d'appui en la matière.
- La formulation d'une proposition pour la réalisation de la convention jusqu'à son terme.

[1] CIRAD-EMVT – 2001 – « Appui au développement de la filière porcine martiniquaise : bilan technique ». Convention R-99/63 (10 p.).

I/ CONTEXTE INSTITUTIONNEL ET DE LA FILIERE

Les grands traits de la filière porcine, les objectifs d'un programme sectoriel porcin à la Martinique sont exposés dans deux documents de référence produits par l'ITP en 1999[2], l'ODEADOM et la Chambre d'Agriculture en 2002[3].

C'est sur ces bases, en particulier, qu'ont été définis les objectifs de la convention de recherche-développement avec le CIRAD.

Le recensement agricole de 2000 inventorie 21 000 porcs dans l'île dont 3 100 truies. Alors que plusieurs milliers de martiniquais détiennent des porcs, le secteur formel ne réunit qu'une cinquantaine d'éleveurs, répartis dans deux groupements (respectivement 40 et 10 éleveurs). Ils réunissent 950 truies et assurent une production de viande fraîche de 1 000 T environ par an, soit 60 % de la viande fraîche du secteur formel vendue en Martinique. Le reste de la consommation formelle est couvert par des importations de viande congelée de l'ordre de 3 5000 T par an.

Ce secteur de production organisé ne représente que 25 à 35 % de la consommation d'aliment du bétail. Cela souligne, s'il était besoin, l'importance quantitative et la vitalité (achats d'intrants de qualité) du secteur non organisé.

Ceci est à prendre en grande considération dans les actions d'accompagnement de la filière (mise en œuvre, impact) en particulier en matière de santé et d'environnement.

Cette mission, comme l'essentiel des actions entreprises, s'est tournée en priorité vers le secteur organisé en gardant à l'esprit que l'enquête épidémiologique ne pourra pas négliger les petits détenteurs de porcs. Ils pourront être approchés à travers l'abattoir, les bouchers et des sondages en zone rurale *(cf. § II)*.

Les contacts institutionnels ont permis d'identifier les priorités d'intervention du point de vue des partenaires :

- ⇨ La DAF met principalement l'accent sur les questions d'environnement avec un calendrier ambitieux de diagnostic et de mise en œuvre des améliorations. Pour ce faire, elle a entrepris une action de sensibilisation et d'information des opérateurs à laquelle le CIRAD a participé et pourra apporter sa contribution *(cf. § III)*.

  La DAF est consciente que l'amélioration de la maîtrise des impacts environnementaux des élevages passe non seulement par des mesures réglementaires

[2] ITP 1999 – « La filière porcine en Martinique », par C. Dutertre et R. Kerisit (24 p. + annexes).
[3] ODEADOM 2000 – Chambre d'Agriculture de Martinique – « Agrément du programme sectoriel porcin à la Martinique 2000-2003-2006 » (56 p.).

mais aussi par une gestion raisonnée et efficace de la filière. Elle est attentive aux autres mesures d'accompagnement, mais elles sont déléguées, comme par exemple à travers cette convention.

- ⇨ La DSV traite conjointement le dossier environnemental, notamment par la définition et la mise en œuvre des dossiers d'agrément des élevages. La DSV participe aussi à la définition des objectifs de l'enquête sanitaire, accueille une partie des activités notamment au niveau de son laboratoire de diagnostic *(cf. § II)*. Le rôle du GDS dans la filière porcine reste à préciser.

- ⇨ La Chambre d'Agriculture intervient en appui aux éleveurs pour le montage des dossiers de subvention dans le cadre de la PAC. Elle est gênée dans cette mission par l'indisponibilité de son technicien porc et de ce fait par le déficit de suivi technico-économique des élevages amplifié par l'interruption de la maintenance du logiciel de suivi *(cf.§ IV)*. La Chambre d'Agriculture intervient également en conseil en bâtiment d'élevage et en gestion des exploitations familiales et dans des actions de sensibilisation/formation en santé animale *(cf. § II)*.

- ⇨ L'AMIV, dont les moyens sont assurés par des cotisations de la production et l'aide publique, a pour mission de faire la promotion des productions locales de viande et d'apporter un appui aux filières. Sa composante COGEPORC a pris notamment en charge le dossier environnemental et un programme d'action est planifié en 2003 *(cf. § III)*.

- ⇨ La COOPMAR, principale coopérative, s'est dotée d'un technicien au quatrième trimestre 2002. Elle met en place un système de suivi technico-économique avec l'appui de l'ITP.

- ⇨ La SOCOPORC n'a pas de technicien.

- ⇨ La PROMA, principale entreprise d'aliment du bétail, fait la promotion d'aliments spécialisés chez quelques éleveurs en mesure de valoriser des innovations techniques, par exemple rationnement biphasique quand la taille de l'élevage justifie l'investissement d'un deuxième silo. La PROMA introduit aussi de façon croissante des phytases dans les aliments pour réduire l'apport de phosphore minéral dans les aliments et donc les rejets dans les effluents.

II/ LANCEMENT D'UNE ENQUETE SUR LA SITUATION SANITAIRE

II.1 Connaissances et questions initiales

II.1.1. dans la région Caraïbe :

Dans la zone caraïbe, un réel besoin de surveillance sanitaire apparaît tant pour les démarches courantes que pour les procédures d'urgence; L'introduction de la fièvre porcine classique (une maladie de la liste A) dans la région, qui a été identifiée trop lentement pour limiter les dégâts, est un bon exemple de la nécessité de la mise en oeuvre de procédures communes de dépistage et d'urgence sanitaire. Le réseau CaribVet ou « Caribbean Network of Veterinary Diagnostic Laboratories and Epidemiology » tente de répondre à cette nécessité d'améliorer dans la zone caribéenne le contrôle des aspects sanitaires dans le domaine des productions animales. Cette action est non seulement destinée aux éleveurs afin de les aider à augmenter et/ou à contrôler leur production, mais a également pour but de maintenir la durabilité des activités agricoles, et d'améliorer les démarches de conformité par rapport aux réglementations sanitaires des marchés internationaux et intérieurs. Ces efforts pour identifier les maladies majeures et qualifier de manière longitudinale les différentes îles vis-à-vis des maladies animales sont en cours, et notamment sur certaines maladies porcines (peste porcine, maladie d'Aujeszky).

En Guadeloupe[4], des enquêtes sérologiques plus ponctuelles dans les élevages porcins du secteur formel (Axelle Scoizec, 2002 ; Brioudes, 2002) et les sondages sur les porcs-pays (D.Mavoungou, 2000) ont donné une première image de la situation sanitaire dans les populations porcines.

II.1.2. en Martinique :

En Martinique, selon le dernier recensement agricole en 2000, 20 621 porcins sont répartis sur 1978 exploitations. On distingue deux types d'élevages qui ont une importance égale en terme d'effectif.

---

[4] Brioudes, A. (2002). La leptospirose animale en Guadeloupe : enquêtes séro-épidémiologiques sur les principales espèces domestiques. CEAV PARC. 125p.
Scoizec, A. (2002). Etude épidémiologique des maladies des porcs en Guadeloupe. Thèse ENVN.
Mavoungou, 2000. Etude de la pathologie porcine en élevage traditionnel à la Guadeloupe (par une enquête séro-épidémiologique). Cirad-emvt, Montpellier, France, 60 p. + annexes. (Mémoire de stage, DESS Productions animales en régions chaudes. Cirad-emvt, année universitaire 1999-2000)

- Les petits élevages traditionnels et familiaux sont de petite taille, 2 à 3 truies, et destinés à l'autoconsommation et à une clientèle de proximité.
- Les grands élevages ou élevages semi-industriels ont plus de 10 truies, et sont adhérents aux coopératives : COOPMAR et SOCOPORC. Toutefois, cet élevage semi-industriel est peu ou mal organisé, sans suivi sanitaire et sans prophylaxie.

Des enquêtes réalisées à partir d'animaux prélevés en abattoir en 2001-2002 ont donné une première information sur l'absence de la maladie d'Aujeszky et de la peste porcine classique.

Le statut sanitaire des porcs de Martinique reste toutefois à préciser.

II.2 Pathologies prioritaires

II.2.1. Typologie des maladies par rapport aux systèmes d'élevage et aux types de risques :

a. *Populations d'étude :*

La population d'étude est composée des truies et des porcs âgés de plus de trois mois, des élevages adhérents aux coopératives porcines, COOPMAR et SOCOPORC.

De plus, une vingtaine de truies appartenant à des éleveurs indépendants ou des particuliers sera prélevé, à l'abattoir.

- Estimation de la taille de la population :
  Selon les données approximatives fournies par les techniciens des coopératives, on compte, en Martinique :

  - 41 élevages adhérents et possédant des animaux, répartis de la façon suivante :

Recensement	SOCOPORC	COOPMAR	TOTAL
Truies	209	954	1163
Porcs (>3 mois)	-	-	5300
Porcs (tous âges)	970	6945	7915

- Estimation de la taille moyenne des élevages :

moyenne	SOCOPORC	COOPMAR
Truies	26	43
Porcs (tous âges)	97	277

- Définition de 4 populations d'étude :

A partir de la population totale des porcs organisés, nous définissons 4 populations d'études différentes qui correspondront à des recherches sérologiques différentes.

- population d'étude 1 :
  les truies du secteur coopératif, 1163 animaux au total.

- population d'étude 2 :
  les porcs de plus de 3 mois du secteur coopératif, soit 5300 animaux (estimation obtenue en considérant qu'il y a un tiers des animaux en post-sevrage, donc de moins de 3 mois ; les porcelets non sevrés ne sont donc pas comptés.)

- population d'étude 3 :
  l'ensemble des truies et des porcs du secteur coopératif, 1163+5300 = 6463 animaux au total

- population d'étude 4 :
  les truies du secteur informel, n'appartenant pas aux coopératives, et réformées dans l'abattoir de la SEMAM.

Le secteur informel a été résolument négligé. Le but premier de l'étude est d'obtenir une première évaluation de la situation sanitaire dans les élevages qui affecte directement (mortalité) ou indirectement (baisse de performances, sécurité sanitaire) les résultats économiques des éleveurs du secteur formel. Un plan de sondage limité aborde la pathologie de la reproduction (parvovirose) chez les truies du secteur informel (population 4). Ces premières données pourront être complétées par la suite.

b. *Maladies visées par cette étude* :

Le choix des maladies à étudier se base sur un ensemble de préoccupation des professionnels et des autorités administratives du

département soit vis-à-vis des maladies dites d'élevage affectant fortement, lors qu'elles sont présentes, les résultats économiques de l'exploitation (Parvovirose, Syndrome Dysgénésique Respiratoire Porcin (SDRP), Broncho-pneumonie enzootique BPE), soit vis-à-vis des maladies à caractère zoonotique et hygiénique (Leptospirose, Salmonella sér Typhimurium).

L'accent sera mis sur la parvovirose, SDRP et la leptospirose.

La décision d'aborder la Broncho-pneumonie enzootique à Mycoplasmes et la Salmonellose à S.Typh., reste encore dépendante des aspects pratiques.

II.2.2. Les priorités économiques et sanitaires :

La situation sanitaire est jugée bonne par les différents acteurs de la filière (éleveurs, vétérinaires et techniciens). Cependant la carence d'études menées sur ce sujet ne permet pas de conclure ni d'avoir une attitude raisonnée par rapport à la situation sanitaire.

Pour exemple, on notera que plus de 40% de la totalité des saisies à l'abattoir sont motivés par des lésions de l'appareil respiratoire (pneumonie, broncho-pneumonie, abcès, adhérence, pleurésie, quelques péricardites). Par manque d'information, l'impact économique direct (saisie, mortalité) et surtout indirect (retard de croissance) de ces maladies respiratoires reste certainement sous-estimé.

Il s'avère donc être une nécessité pour les professionnels de connaître le statut sanitaire de la filière pour mieux communiquer avec les coopérateurs et établir un plan sanitaire d'élevage cohérent.

Les objectifs prioritaires de l'étude sont donc de :

- mieux caractériser les maladies d'importance économique et sanitaire pour les éleveurs de Martinique ;
- évaluer des risques d'introduction de nouvelles maladies dans ces élevages ;
- connaître le statut sanitaire des élevages organisés en terme de présence ou absence des maladies choisies pour l'étude pour mieux communiquer sur ces maladies ou protéger les élevages.

II.2.3. La structure et la répartition géographique de la filière : base d'échantillonnage :

- Plan de sondage global :
  - 100% des élevages du secteur coopératif
  - Dans chaque élevage : 20% des truies avec un minimum de 6 truies
  - A l'abattoir, pour chaque élevage : 20% des porcs de plus de (>) 3 mois, avec un minimum de 13 porcs

soit environ : 300 sérum de truies et 1300 sérum de porcs>3mois.

- Ventilation :
  - Pour la population d'étude 1, 300 sérums de truies, sérologie leptospirose.
  - Pour la population d'étude 2, 6 porcs>3 mois (recommandations AFSSA) / élevages, sérologie salmonellose.
  - Pour la population d'étude 3, 1300 porcs charcutiers + 300truies, sérologie SDRP, sérologie ou immunofluorescence pour la broncho-pneumonie enzootique (cela reste à préciser en terme de faisabilité et de coût pour cette infection).
  - Pour la population d'étude 4, 20 sérums de truies issues d'élevages non adhérents à une coopérative, sérologie parvovirose.

ECHANTILLONS	ORIGINE DES PRELEVEMENTS	NOMBRE DE PRELEVEMENTS	SEROLOGIE
population d'étude 1	élevage	300	Leptospire
population d'étude 2	élevage	250	Salmonelle
population d'étude 3	élevage + abattoir	1600	SDRP, BPE
population d'étude 4	abattoir	20	Parvovirus

II.2.4. Les ressources humaines disponibles et les laboratoires partenaires :

- Ressources humaines :

La réalisation pratique de cette étude sur la santé animale porcine martiniquaise, est confiée à une étudiante vétérinaire, Anne-Flore Mougenot, dans le cadre du CEAV Pathologies Animales en Région Tropicale (ENVT/CIRAD) et de sa thèse de doctorat vétérinaire.

Elle recevra l'aide des différents intervenants de la filière et notamment les équipes techniques des coopératives porcines et DSV

982. Un appui méthodologique et logistique depuis le CIRAD Guadeloupe est prévu.

- Laboratoires partenaires pour la mise en œuvre des analyses :

a. *Sérologie leptospirose* : effectuée par le laboratoire de bactériologie médicale et moléculaire des leptospires de l'école vétérinaire de Nantes.
La technique d'analyse est le test de référence : test de microagglutination (MAT) qui consiste à tester l'agglutination de souches de leptospires représentatives de différents sérogroupes.

b. *Sérologie salmonellose* : effectuée au laboratoire départemental vétérinaire de la Martinique.
La technique d'analyse serait un Elisa sous forme de kit commercial dont le choix reste à préciser.

c. *Sérologie SDRP* : effectuée au laboratoire départemental vétérinaire de la Martinique.
Le kit Elisa retenu est le kit IDEXX Herdchek PRRS 2XR permettant la détection simultanée de l'exposition des sujets aux souches virales identifiées en Europe et aux USA.

d. *Sérologie parvovirose* : effectuée au LDA22 de Ploufragan.
La technique utilisée est la technique de l'hémagglutination lente. Elle permet de différencier les anticorps vaccinaux et les anticorps dus à l'infection naturelle.

e. *Pour la broncho-pneumonie enzootique* : La sérologie n'apparaissant pas fiable pour déterminer une prévalence, la technique de choix est l'immunofluorescence sur coupe de poumon à pneumonie catarrhale. Cette analyse est réalisable au LDA22 de Ploufragan.
L'immunofluorescence est intéressante pour poser un diagnostic individuel, ce qui ne correspond pas à nos objectifs de l'étude présente.
Nous utiliserons la sérologie mycoplasme qui permet de déterminer des cinétiques d'anticorps en élevage ou poser un diagnostic de troupeau (kit commercial : SERELISA M.HYOP.Ab Mono Blocking chez Synbiotics Corporation). La décision quant à l'étude des cette infection reste cependant à venir.

II.2.5. Protocole d'enquêtes :

a. *Prélèvements sanguins :*

Les truies sont prélevées en élevage, au hasard et compte tenu de la faisabilité des prises de sang.

Contention : par un lasso passé autour de la mâchoire supérieure, en traction, truie debout, cou étiré.

Matériel : aiguilles à prélèvement simple Venoject 18Gx 1/2, 1.2x40mm, tubes Venoject Terrumo secs de 10 mL, Vacutainer 10 Ml

Méthode : prise de sang à la veine jugulaire après avoir palper la gouttière jugulaire, aiguille perpendiculaire à la peau et recherche de la veine. Une aiguille jetable par truie est utilisée.

Identification : par le numéro d'élevage et le rang de prise de sang.

Les porcs sont prélevés à l'abattoir après la saignée en récoltant le sang au niveau de la plaie de saignée dans un tube sec de 10 mL. Quelques rares porcs peuvent être prélevés en élevage pour compléter le plan de sondage. Les tubes sont identifiés par le numéro d'élevage ou le numéro de tuerie.

Tous les prélèvements sont transportés dans une glacière jusqu'à la chambre froide du laboratoire départemental d'analyses vétérinaire.

b. *Traitement des prélèvements sanguins :*

Centrifugation : 5 min à 4000 tours/min

Aliquotage : Le sérum est versé dans 2 tubes à hémolyse de 5 mL.

Identification : Chaque aliquote est identifié par : PCM + n° d'élevage (COOPMAR)/E ou T/rang de prise de sang
Ou pour la SOCOPORC : PCM + nom de l'éleveur / E ou T/ rang de prise de sang; où E : engraissement et T : truie.

Classement : Les aliquotes sont classées par élevage dans des sacs de congélation AlfapacND. On compte 2 sacs par élevage puisque l'on a 2 aliquotes par tube : le sac 1/2 et le sac 2/2.

c. *Collecte des données en élevage* :

Avant de réaliser les prises de sang avec l'éleveur, un relevé d'information auprès de l'éleveur et dans l'élevage est effectué afin de définir la conduite d'élevage, les bâtiments, les affections présentes et quelques données sanitaires, leur niveau d'information. Différentes mesures sont effectuées au cours des visites : états de propreté des truies, lésions présentes, par exemple.

d. *Gestion et traitement des données* :

Cet ensemble de données sera enregistré dans une base de données Access afin de faciliter la saisie, la gestion et l'exploitation des observations.

L'analyse des données obtenues lors des enquêtes et les résultats sérologiques qualifiant les élevages sera fait en collaboration avec Samir Messad, statisticien au CIRAD-emvt à Montpellier. Les modalités de traitement des données restent encore à définir précisément mais elles se baseront sur le travail effectué par Axelle Scoizec, dans un étude similaire (Epidémiologie des maladies du porc en Guadeloupe, thèse vétérinaire 2002.

II.2.6. Résultats attendus :

A/ Résultats spécifiques par maladies

Les résultats attendus sont :

- déterminer une prévalence de la leptospirose dans les élevages organisés sur la population 1.
- déterminer le niveau de contamination des élevages en Salmonelles sur la population 2.
- déterminer la présence ou l'absence du SDRP, de la broncho-pneumonie enzootique sur la population 3.
- justifier ou non, au travers de la pré-enquête sur la population 4, l'utilité de la vaccination contre la parvovirose auprès des professionnels. Si on trouve des traces sérologiques, on justifiera la continuation de la vaccination. Si on ne trouve pas de traces sérologiques, il faudra envisager la mise en place d'une enquête plus rigoureuse sur la parvovirose.

B/ Résultats généraux

- Recommandations pour la mise en place de suivi sanitaire et des plans sanitaires d'élevage.
- Identification d'autres pathologies et principaux syndromes liées aux pratiques d'élevage. Elles pourront faire l'objet d'enquêtes de type écopathologiques afin de dégager les principaux facteurs de risque dans les élevages martiniquais.
- Base de connaissance sur la pathologie porcine sur laquelle basée des efforts d'épidémiosurveillance en élevage, en complément des informations collectées prochainement à l'équarrissage par la DSV 982.

III/ EFFLUENTS D'ELEVAGE ET MAITRISE DES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX

III.1 Les risques et enjeux environnementaux à la Martinique

Bien que le secteur formel ou organisé ne représente que 25 à 35 % de la production porcine, la concentration des animaux en des mêmes lieux souvent fragiles (topographie, cours d'eau, urbanisation, etc...) provoque l'essentiel des nuisances et risques de pollution par le lisier en Martinique. Le cheptel du secteur informel est très éclaté sur l'ensemble du territoire avec des pratiques souvent extensives qui minorent les risques de pollution. Dans un souci d'équité et si l'on tient à conserver une production professionnelle, il faudra cependant dans l'avenir introduire quelques règles pour le secteur informel, ne serait ce qu'en matière de ratio maximum animaux/surface dédiée.

L'industrie des aliments du bétail a permis l'expansion de l'élevage dit "hors-sol" : un élevage qui achète ses aliments n'exige pas d'autre surface que le sol où sont implantés les bâtiments d'élevage. Or, le devenir le plus rationnel des effluents d'élevage est leur utilisation en épandage sur les sols cultivés qui doit permettre le recyclage des éléments fertilisants qu'ils contiennent.

Le lisier est concentré en un seul lieu dans les élevages professionnels et seule une bonne gestion de son devenir peut permettre de limiter les impacts sur l'environnement. Si les cultures susceptibles de recevoir l'épandage de lisier (surfaces en propre + droits d'épandage hors exploitation) sont insuffisantes pour recycler la totalité du lisier, l'exploitation est alors en situation d'excédent. Lorsque c'est toute une région qui développe l'élevage hors-sol, comme c'est le cas en Bretagne, une somme d'excédents individuels crée un excédent structurel régional qui sera nettement plus difficile à résorber.

Bien que des études précises n'aient pas été faites, on peut penser que la Martinique dans son ensemble ne soit pas une zone d'excédent structurel. En effet, si l'on rapporte l'ensemble du cheptel de la filière animale (bovins, porcs, volailles) à la surface cultivée en canne, banane, ananas et fourrages, le taux de charge est loin de traduire un éventuel excédent. Cependant, toutes les parcelles cultivées ne sont pas accessibles au lisier pour différentes raisons : proximité d'habitations ou de points d'eau, inaccessibilité, pente trop importante pour un épandage liquide.

En fait, il semble nécessaire d'étudier au cas par cas chaque élevage du secteur formel pour déterminer sa situation par rapport à un éventuel excédent. C'est ce qui a été proposé par la DAF et nous préciserons dans la suite les éléments de base nécessaires à une telle étude.

III.2 Les principes de gestion et traitement du lisier de porcs

III.2.1. Réglementation et principes d'action

La mise en application de la directive 91/676/CEE du Conseil des communautés européennes du 12 décembre 1991 (dite « directive nitrates ») et la mise en œuvre du programme de maîtrise des pollutions d'origine agricole dans les élevages français (PMPOA) à partir de 1994 constituent l'ossature de la réglementation actuellement appliquée. Les principes d'actions des pouvoirs publics consistent à appliquer au secteur de l'élevage la combinaison de l'outil réglementaire (législation des installations classées) et de l'outil économique de l'Agence de l'Eau (redevance et aides). A ce sujet, on notera que si l'outil réglementaire est appliqué en Martinique, l'outil économique ne relève pas de l'Agence de l'Eau mais de procédures spécifiques aux DOM (DOCUP).

La législation des installations classées se traduit essentiellement pour les élevages par la procédure de mise aux normes des bâtiments et par la nécessité de mettre en œuvre des pratiques de gestion des déjections qui garantissent l'absence d'impacts sur l'environnement. Le diagnostic des exploitations d'élevage (Dexel) a été établi dans cet objectif ; il s'agit d'un modèle d'évaluation de la production de lisier, de son stockage et de son épandage sur les cultures. En l'absence de données analytiques sur le lisier produit, les références CORPEN sont utilisées pour définir les flux d'éléments fertilisants (principalement N et P). Le bilan type CORPEN permet ensuite de comparer ces flux aux exportations des cultures de l'exploitation sur la base d'un assolement annuel type.

Pour l'azote qui est le seul élément dont l'apport est effectivement réglementé, l'excédent est prononcé dès lors que le flux d'azote d'origine animal dépasse 170 Kg/ha. Pour le phosphore, le code des bonnes pratiques de fertilisation préconise de ne pas dépasser les besoins des cultures qui se situent pour la plupart en deçà de 80 kg P_2O_5/ha. En tout état de cause, l'apport de phosphate ne doit jamais dépasser 250 Kg/ha. En métropole, l'Agence de l'eau fait du respect de ces seuils une des conditions d'éligibilité aux aides pour la construction d'unités de traitement du lisier.

En France, deux choix ont été faits pour définir les zones en excédent structurel:

- l'excédent structurel est apprécié au niveau de chaque canton qui est classé comme tel par un arrêté préfectoral qui défini en outre les modalités de résorption de l'excédent,

- le canton est considéré en excédent structurel dès lors que la quantité moyenne annuelle d'azote produite par l'ensemble du cheptel du canton toutes espèces confondues et ramenée à la surface agricole utile épandable du canton est supérieure au seuil prévu pour les effluents d'élevage au titre de la directive 91/676/CEE, soit 170 Kg/ha.

A priori, la Martinique n'a pas fait l'objet d'un tel arrêté de même qu'elle n'a pas été classée en zone vulnérable.

La prise en compte du seuil de 170 Kg N/ha a trop souvent été interprétée comme la définition de l'excédent structurel d'exploitation, sans prendre en compte les quantités d'azote pouvant effectivement être recyclées par les cultures qui peuvent parfois être inférieures. Dans le cas de la Martinique et plus généralement des DOM, les cultures et les rythmes d'assolement sont très différents de ceux de la métropole ou de l'Europe continentale. Leurs capacités d'exportation font l'objet d'une étude spécifique menée par une équipe d'experts dont les conclusions sont attendues en 2004.

Le gel de toute extension de cheptel est le préalable indispensable à tout programme de résorption visant à réduire la quantité d'azote épandue par hectare. Les mesures de résorption sont ensuite hiérarchisées avec d'abord les mesures les moins coûteuses et les plus fiables :

- réduction à la source par l'alimentation voire la réduction de cheptel,
- exportation des déjections brutes à l'état solide (déjections avicoles notamment),
- traitement des lisiers de porcs.

Le traitement du lisier est ainsi la technique de résorption utilisée quand les autres se révèlent insuffisantes car elle est la plus coûteuse tant en investissement qu'en fonctionnement.

Dans le cas particulier de l'île de la Martinique, le traitement du lisier peut aussi se justifier pour des raisons particulières :

- les "mornes" sur lesquels se sont développés de petits élevages et qui constituent de véritables mini-zones d'excédents structurels par manque de surface d'épandage,
- la bonne gestion des lisiers de porcs peut nécessiter un transport et il est alors préférable de concentrer la matière organique et minérale dans des co-produits de qualité (compost) à destination par exemple des cultures maraîchères ou florales,
- l'activité touristique, essentielle pour l'économie de l'île, nécessite une maîtrise des nuisances olfactives générées par les élevages ; un traitement avant stockage et/ou épandage peut se révéler nécessaire dans certaine zones.

III.2.2 Caractéristiques du lisier de porc

Le lisier désigne l'ensemble des rejets animaux (fèces et urines) qui sont plus ou moins dilués par les eaux de pluie, de lavage et d'abreuvement et dans lesquels on retrouve également les soies des porcs ainsi que les refus d'alimentation. Le volume et la composition du lisier varient selon le régime alimentaire, la présentation des aliments et dans une moindre mesure le stade physiologique des animaux[5]. En matière d'épandage et de traitement, les principaux éléments caractéristiques du lisier pris en compte sont :

- la teneur en matière sèche totale (MST),
- l'azote (N), le phosphore (P), le potassium (K),
- le cuivre (Cu) et le zinc (Zn).

L'azote se présente sous 2 formes essentielles dans le lisier : une forme minérale dissoute pratiquement exclusivement ammoniacale (N-NH4+) et une forme organique (Norg), présente sous formes dissoute et particulaire, qui regroupe nombre de constituants (urée, protéines, acides aminés, etc...). Dans un lisier dit moyen, la concentration en azote total varie entre 3 et 5 kg N/m^3 et la proportion entre les formes minérale et organique est fonction de l'état de fraîcheur. Lors du stockage, la minéralisation biologique d'une partie de l'azote organique se produit naturellement et le rapport N-NH4+/Nt passe de 50% à l'origine, à 75% au bout de quelques jours de stockage.

---

[5] Gestion, transport et traitement des effluents par Lasbleiz M. et Martin G., 1987, document ENSC Rennes, France.

Le phosphore est majoritairement présent sous forme minérale particulaire (> 80%). L'alimentation multi-phase et/ou l'utilisation de phytases permettent une réduction de sa concentration dans les lisiers, qui passe de l'ordre de 1,5 à 1 kg P/m^3, soit jusqu'à 50 % de réduction, pour un lisier de porc de type naisseur - engraisseur.

Le potassium est presque exclusivement contenu dans les urines et il est entièrement sous forme de sels minéraux solubles à plus de 80%. Sa concentration est de l'ordre de 2.5 kg K/m3 pour un lisier de porc de type naisseur - engraisseur.

Le cuivre et le zinc proviennent des apports alimentaires en oligo-éléments, qui sont généralement très supérieurs aux besoins des animaux. Ces éléments se retrouvent donc en proportions importantes dans le lisier mais le coût élevé de leur analyse fait qu'ils n'apparaissent pas encore dans la réglementation. Les concentrations dans le lisier porcin sont de l'ordre de 30 g /m3 pour le cuivre et 60 g /m^3 pour le zinc.

III.2.3 Principes et procédés de traitement du lisier

Le traitement du lisier comprend toutes les actions techniques visant à transformer sa composition pour respecter les objectifs de résorption des excédents. A cette fin, différents effets sur les constituants du lisier soumis à la réglementation seront recherchés : il peut s'agir de leur destruction par une voie acceptable en matière de protection de l'environnement, ou de leur séparation et concentration dans différentes phases distinctes appelées co-produits. Dans tous les cas, le traitement du lisier brut donne naissance à un ou plusieurs co-produits de consistance liquide ou solide. En général, suivant le schéma de la figure 1, on retrouvera :

- une phase liquide dite "lisier traité" (LT), issue du lisier brut initial (LB) et qui aura été déchargée partiellement ou totalement des constituants visés par le traitement,
- un ou plusieurs co-produits (CPn) de consistance liquides (boue, concentrat, solution chimique,...) ou solide (refus, fumier, compost, précipité minéral,...) qui renfermeront tout ou partie des constituants déchargés du lisier initial.

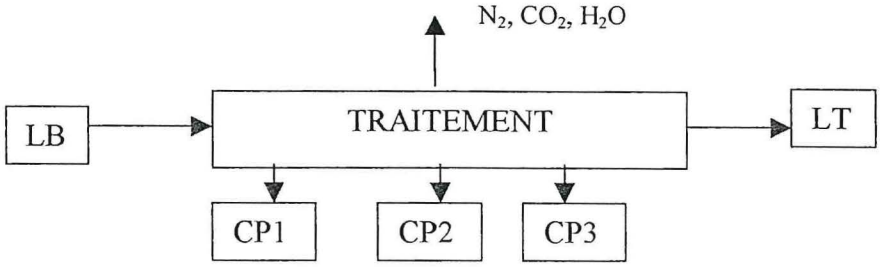

Figure 1. Schéma général de traitement du lisier

Actuellement, seul l'azote fait l'objet d'un traitement dit destructif pour l'éliminer par voie biologique ou physico-chimique. Le traitement du phosphore, du potassium et des métaux se limite à leur concentration dans un ou plusieurs co-produits qui, selon les cas, auront vocation a être gérés sur place ou exportés de la zone d'excédent. En sus du traitement des constituants réglementés, certaines techniques permettent la désodorisation, la stabilisation, la déshydratation et/ou l'hygiénisation des co-produits, ce qui améliore les conditions de leur gestion ultérieure.

Les techniques de traitement de l'azote et des autres constituants du lisier sont nombreuses et en constante évolution. Certaines sont dites "génériques" car basées sur un principe connu de longue date et utilisable par tous. D'autres, plus spécifiques, sont directement liées à un procédé de traitement commercial. Ces procédés de traitement commerciaux combinent souvent plusieurs techniques entre elles.

En 1996, l'Agence de l'eau Loire-Bretagne assistée d'un comité d'experts, a extrait des techniques de traitement existantes une liste de celles pouvant bénéficier de subventions dans le cadre des programmes de résorption des excédents. Les critères de sélection ont été les suivants :

- la technique a atteint un stade de développement synonyme d'une exploitation en conditions réelles sur un site d'élevage de taille suffisante. Dans le cas particulier d'une unité mobile, celle-ci est en fonctionnement sur au moins un site d'élevage et traite les excédents correspondants,

- la gestion des différents co-produits issus du traitement est maîtrisée soit par épandage local soit par exportation. Les outils correspondants font partie intégrante de l'évaluation de la technique de traitement qui doit donc être menée sur une longue période (plusieurs mois voire une campagne culturale) pour étudier tous les aspects agronomiques liés au traitement,

- un suivi scientifique est réalisé par un organisme indépendant et reconnu pour ses compétences dans le domaine,

- la technique utilisée n'occasionne aucun transfert de pollution notable, soit par une mauvaise gestion des co-produits, soit par émission de polluants dans l'atmosphère (NH3, NOx, etc...).

Depuis 1997, toute nouvelle technique est susceptible de compléter cette liste grâce à une évaluation scientifique intégralement prise en charge par l'Agence de l'eau et menée suivant les critères ci-dessus. Cette validation vise une technique « générique » et non un procédé ou un constructeur identifié, sauf en présence d'un brevet protégeant l'innovation en question. Toute modification de technique ou procédé donne lieu si nécessaire à une évaluation complémentaire par l'Agence de l'eau.

En mai 2003, 12 procédés de traitement du lisier de porcs ont été validés par l'Agence de l'eau Loire-Bretagne. Ces procédés sont décrits sommairement en annexe 3.

III.3 Etat des lieux des diagnostics et expériences

III.3.1. Caractéristiques du lisier

Les études menées par le CIRAD depuis 1999 sur la qualité du lisier produit par les élevages porcins de Martinique ont montré qu'il est possible d'utiliser les références CORPEN pour déterminer les rejets azotés et phosphorés par animal. On notera que l'utilisation de phytases est maintenant quasi systématique dans le secteur organisé.

La quantité de déjections produite par animal et par jour est assez constante et égale à 5% du poids vif des animaux. La quantité d'eau de dilution dépend du type de bâtiment et du mode d'élevage ; elle est très variable et difficile à estimer. Les mesures faites par le CIRAD en 1999/2000 ont montré que la quantité finale de lisier produite par équivalent-animal[6] (EA) variait entre 2 et 75 litres/jour dans les élevages du secteur organisé.

[6] un équivalent-animal = 1 porc charcutier = 0,33 truie ou verrat = 5 porcelets

On rappellera que pour un élevage naisseur-engraisseur métropolitain sous alimentation standard avec phytases, la production de lisier se situe à 19 m^3/TNE[7].an, soit 2,1 litres/EA.jour. La composition type d'un tel lisier est la suivante pour les éléments majeurs (en g/kg) :

o Matière sèche totale (MST) :	40-60
o Azote total (N)	4,4
o Phosphore (P)	0,9
o Potassium (K)	2,5

III.3.2. Diagnostic environnemental

Un premier diagnostic environnemental a été effectué début 2001 par le CIRAD, la DSV et la COOPMAR pour ce qui concernait 28 élevages de la filière organisée[8]. Sur la base des résultats d'enquête et de leur classification, la situation à cette époque, en regard de la mise aux normes, peut être résumée suivant la figure 2.

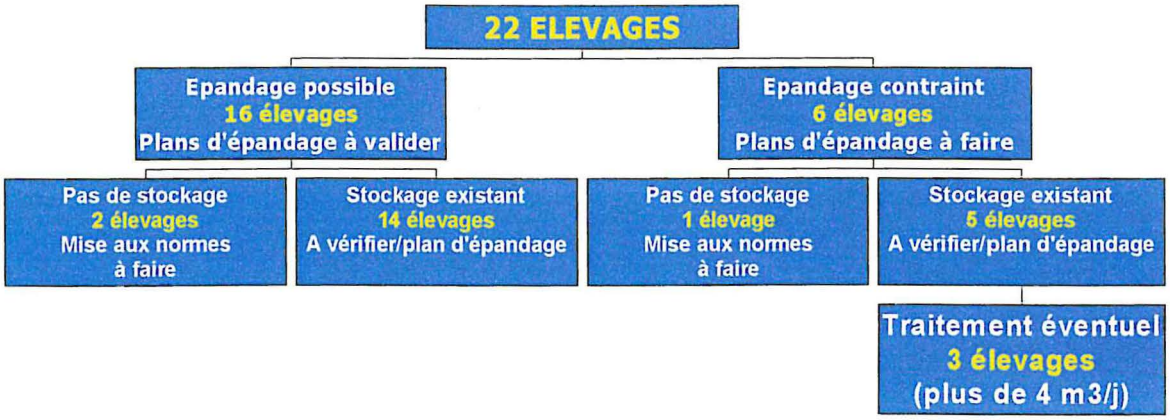

Figure 2. Situation pour les élevages du secteurs organisé en 2001

On observe d'abord que 3 élevages ne disposaient pas d'ouvrage de stockage, ce qui est totalement incompatible avec une gestion du lisier en accord avec les préceptes de protection de l'environnement.

---

[7] TNE : Truie Naisseur Engraisseur

[8] Résultats de l'enquête « Caractérisation de la production de lisier de porc en Martinique » par Gau et al, rapport DSV/CIRAD/COOPMAR , juillet 2001.

Sur 22 élevages, seuls 6 nécessitaient une réflexion plus approfondie en matière d'épandage du lisier sur les sols cultivés, avec éventuellement 3 élevages qui pouvaient être concernés par un traitement du lisier. Pour tous les autres, on relevait peu de contraintes, même s'il s'avérait nécessaire de valider les plans d'épandage.

Nos visites sur le terrain au cours de la mission ont confirmé ce diagnostic. Le questionnaire ayant servi à ces enquêtes a été transmis à la SOCOPORC afin d'être renseigné pour ses adhérents. Au niveau de la COOPMAR, il conviendrait de mettre à jour les données et de renseigner le questionnaire pour les nouveaux adhérents.

III.3.3. Epandage de lisier et fertilisation des cultures

Bien que des épandages de lisier soient réalisés dans la plupart des exploitations, on ne dispose pas de références pour les cultures types de la Martinique, à savoir : canne à sucre, bananes et ananas, tubercules, maraîchage et prairies. Il s'agit là d'une lacune importante, d'autant que certaines de ces cultures impliquent des modes d'apport particuliers inconnus en métropole et qui mériteraient des recherches approfondies.

Dans l'attente des conclusions de l'expertise en cours, nous rappellerons simplement quelques principes de base issus d'expériences diverses du CIRAD en Guadeloupe et à la Réunion :

⇨ Canne à sucre :
- un seul apport possible après récolte sur repousse ou à la plantation, donc une fenêtre d'épandage possible de janvier à juin,
- dose d'apport basée sur l'azote, 120 à 150 kg N/ha, complément en potasse nécessaire,
- mode d'apport possible par tonne à lisier tractée ou canon d'aspersion basse pression.

⇨ Banane :
- apport possible toute l'année sur les jachères entretenues mais la surface est réduite (1/8 de la bananeraie),
- apports en plantation échelonnés toutes les 3 semaines, dose basée sur l'azote, à préciser de 250 à 400 kg N/ha, complément en potasse nécessaire,
- mode d'apport possible par tonne à lisier adaptée dans le grand rang ou par bassins (flat beds) alimentés gravitairement dans le petit rang.

⇨ Ananas :
- a priori pas d'apport de matière organique sur ananas, à préciser.

⇨ Maraîchage et tubercules :
- pas d'apport de lisier non traité sur ce type de culture (risques sanitaires) mais par contre possibilité d'apports importants de compost.

⇨ Prairies (graminées) :
- apport possible toute l'année sur prairie récoltée en foin ; éviter les apports dans le mois précédant l'entrée des animaux pour les prairies pâturées,
- dose d'apport basée sur l'azote, jusqu'à 400 kg N/ha pour 4-5 coupes à l'année,
- mode d'apport possible par tonne à lisier tractée ou canon d'aspersion basse pression.

III.3.4. Caractéristiques des traitements existants

A ce jour, la seule technique de traitement du lisier qui ait été testée en Martinique est la méthanisation. On observera que cette technique ne résout en rien les problèmes liés aux excédents d'azote, de phosphore et de métaux lourds visés par la réglementation. Par contre, elle permet une stabilisation (minéralisation) et une désodorisation du lisier avant épandage, ce qui facilite sa valorisation agricole.

La technique de méthanisation choisie est basée sur celle développée à grande échelle en Chine et qui a été transférée à Cuba dans les années 80. Il s'agit d'un digesto-gazomètre entièrement maçonné avec des techniques d'étanchéification précises. pour le dôme supérieur. La construction du premier digesteur début 2001 a été réalisée avec l'appui de 2 spécialistes cubains en collaboration avec des artisans martiniquais. Un guide de construction de ce type de digesteur a été édité et diffusé par le CIRAD.

Compte tenu des risques sismiques dans la zone (micro-séisme), il n'est pas évident que cette technique soit la plus adaptée : la moindre fissure dans le dôme supérieur occasionne des fuites de gaz difficiles à détecter et à résorber. On notera que pour du lisier, on aurait pu utiliser un digesteur dont le corps principal est composé par une bâche plastique tubulaire raccordée à deux tuyaux d'amenée et de sortie du lisier. Cette bâche joue le double rôle de zone de méthanisation (2/3 de la hauteur) et de stockage du biogaz (1/3 supérieur).

A priori, ce type de biodigesteur en alimentation continue n'est pas adapté aux élevages qui pratiquent des lâchers périodiques de grandes quantités de lisier (caillebotis avec préfosse). Le débit ponctuel important provoque le lessivage du digesteur avec par suite des difficultés de redémarrage de la digestion anaérobie avec des risques d'acidification.

Nous avons constaté qu'aucune valorisation du biogaz n'est prévue sur l'installation existante et sur celle en construction. Dans ces conditions, le biogaz est évacué à l'atmosphère ce qui annihile totalement les efforts en matière de désodorisation et provoque en plus des émissions de gaz à effet de serre. Il est absolument indispensable de remédier à ce problème et le principe d'une chaudière pour l'alimentation de points chauds en maternité a été proposé à la COOPMAR (cf. annexe 4). Ce type d'installation est simple (chaudière gaz domestique) et directement valorisée par l'éleveur.

III.4 Propositions pour un appui

III.4.1. Les actions entreprises par la DAF, la DSV et les organisations professionnelles

Lors d'une réunion qui s'est déroulée à la DAF le 29 avril 2001 en présence des représentants des Autorités (DAF, DSV) et de la profession (Chambre d'Agriculture, AMIV, COOPMAR, SOCOPORC, PROMA), il a été précisé l'urgence pour les élevages de se conformer à la législation des installations classées et à la mise aux normes compte tenu des arrêtés de mise en demeure faits par la DSV.

En conséquence, la DAF a soumis aux participants les bases techniques de référence pour cette mise aux normes (cf. compte rendu de la réunion fait par la DAF). Ces bases techniques appellent les remarques suivantes :

- ⇨ en matière de réduction en amont des rejets d'azote, on notera que certains gros élevages pourraient être intéressés par un passage au bi-phase sous réserve d'une aide à l'investissement,

- ⇨ la capacité de stockage minimum fixée à 4 mois ne se justifie pas par le cycle des cultures susceptibles de recevoir l'épandage, mais par la période cyclonique,

- ⇨ dans les plans d'épandage, la limitation des apports d'azote d'origine animale à 170 Kg N/ha (conformément à la Directive nitrates) est trop restrictive sur bananeraie et prairie et risque de bloquer pas mal d'élevages,

- ⇨ le recours unique à des procédés de traitement validés par l'Agence de l'eau Loire Bretagne élimine la méthanisation qui ne permet pas de traiter l'azote et le phosphore ; compte tenu de son utilité avant épandage en Martinique (désodorisation et stabilisation du lisier), il conviendrait toutefois de répertorier cette technique et de la comptabiliser dans la capacité de stockage,

- ⇨ pour une cinquantaine d'élevages à étudier, le calendrier d'intervention prévu semble très optimiste.

Une expertise de chacun des élevages concernés est prévue sur la base d'une intervention conjointe d'un spécialiste de la mise aux normes (Dexel), d'un technicien de la Chambre d'agriculture et du CIRAD. Outre les éléments techniques, l'expertise comportera une partie économique afin de déposer les demandes d'aide au DOCUP pour la prise en charge des investissements. L'accusé de réception de la demande permettra de débuter les travaux.

III.4.2. Conclusions et recommandations :

Pour la cinquantaine d'élevages porcins du secteur organisé en Martinique, l'épandage raisonné du lisier sur les surfaces cultivées peut permettre de résoudre la plupart des problèmes d'environnement, moyennant une réelle prise en compte de la spécificité des cultures locales et de leurs besoins en fertilisants.

Le traitement du lisier (azote et phosphore) ne s'avèrera nécessaire que dans quelques cas particuliers et il conviendra de bien choisir les techniques adaptées parmi celles validées par l'Agence de l'eau Loire-bretagne. La méthanisation du lisier, bien que non validée car n'apportant rien sur le plan minéral, peut permettre de faciliter la gestion du lisier sur certains élevages confrontés à des problèmes de voisinage. Il conviendrait toutefois de prévoir une utilisation de la production de biogaz et d'éviter son rejet à l'atmosphère.

Dans le cadre de l'expertise des élevages prévue par la DAF sur la période juin-septembre 2003, nous émettrons les recommandations qui suivent à l'usage des intervenants. Dans un premier temps, il serait très utile que les fiches d'enquête utilisées lors du premier diagnostic CIRAD/DSV/COOPMAR soient renseignées et mises à jour par les 2 coopératives ; ce serait une base de départ appréciable pour l'expertise avant d'entamer les études plus précises qui nécessiteront la visite de chaque élevage.

III.4.2.1. Bâtiments et équipements

En matière de bâtiments et équipements d'élevage, nos recommandations seraient les suivantes :

- favoriser le passage à l'alimentation bi-phase dans les élevages les plus importants,
- contrôler systématiquement la séparation des eaux pluviales et les fuites d'eau dans les élevages,
- utilisation systématique d'un nettoyeur à haute pression pour diminuer les volumes de lisier dans les élevages sur dalle bétonnée,
- favoriser les fosses de stockage du lisier couvertes et contrôler les possibilités d'accès aux fosses pour les équipements d'épandage,
- en cas de problème de voisinage, préconiser un digesteur qui pourra se substituer pour partie à la capacité de stockage du lisier ; le biogaz produit peut avantageusement être utilisé pour l'alimentation de points chauds dans les maternités.

III.4.2.2. Surfaces et techniques d'épandage

En matière de dose d'épandage sur les cultures, il conviendrait d'abord pour chaque élevage de mobiliser le maximum de surface épandable pour satisfaire à la réglementation. On étudiera ensuite plus précisément les cas limites en gardant en mémoire le fait qu'une technique de traitement du lisier ne doit être préconisée qu'en dernier recours étant donné ses coûts élevés d'investissement et surtout de fonctionnement ; ces derniers resteront à la charge de l'éleveur.

Des travaux de recherche en matière de techniques d'épandage du lisier sur le parcellaire martiniquais seraient nécessaires afin d'aménager la limite de pente à 7% préconisée dans les normes. En effet, des techniques d'apport localisé du lisier sont envisageables en bananeraie et il serait dommage de se priver d'un tel débouché pour les matières fertilisantes du lisier.

III.4.2.3. Techniques de traitement de l'azote

Dans les cas où le recours à une technique de traitement s'avèrera nécessaire, il faut noter que la seule technique de séparation de phases liquide-solide (tamisage, filtration, centrifugation) appliquée à un lisier frais peut permettre de réduire la teneur en azote du lisier de 15 à 35%.

Les équipements à mettre en œuvre sont certes coûteux mais leur fonctionnement de type mécanique est maîtrisable par un éleveur. Ce n'est pas toujours le cas des techniques chimiques et biologiques qui nécessitent un minimum de connaissances et de technicité.

Le compostage est une technique de traitement intéressante car elle permet une véritable valorisation du lisier du porc dans la mesure où un marché existe pour ce coproduit. Le grand avantage du compost serait de pouvoir étendre les surfaces d'épandage aux cultures maraîchères et vivrières.

Le compostage du lisier n'est possible qu'en employant un matériau absorbant et structurant. Si la bagasse de canne à sucre est peu disponible sur l'île, car utilisée en chaudière dans les sucreries et distilleries, la paille de canne (feuilles) peut jouer ce rôle. Il en est de même des écarts de triage et des hampes issus des hangars de préparation des bananes, ainsi que des déchets verts collectés par les collectivités.

IV/ AUTRES ACTIONS PREVUES A LA CONVENTION

Appui au suivi technico-économique des élevages : promotion d'un « porc pays ».

IV.1. Appui au suivi technico-économique des élevages

La mise en place d'un système Gestion Technico Economique (GTE) est la base indispensable à l'évaluation, pour leur maîtrise, des coûts de production par le diagnostic des paramètres clefs de l'élevage et leur correction le cas échéant.

La Gestion Technique du Troupeau de Truies (GTTT) est l'outil qui permet de rationaliser la conduite de la reproduction. Elle facilité notamment la conduite « en bandes » qui permet de mieux maîtriser les risques sanitaires, l'usage des bâtiments, et le rationnement.

L'objectif de diffusion de ces méthodes remonte à plusieurs années. Jusqu'en 2002, les résultats n'ont pas été atteints car au delà de suivis pilotes assurés conjointement avec le CIRAD, la Chambre d'Agriculture n'a pas été en mesure d'assurer l'encadrement correspondant au niveau des éleveurs.

De plus, le fournisseur du logiciel ACTUS a déposé son bilan et n'assure plus sa maintenance.

Devant cette carence, la COOPMAR a recruté un technicien qui met en œuvre le programme de travail fixé initialement à l'échelle de la coopérative.

La question est donc posée :

✓ Soit de la généralisation de GTE et GTTT à l'ensemble des éleveurs du secteur organisé avec un encadrement logé à la Chambre d'Agriculture en s'appuyant sur la dynamique en cours à COOPMAR ?
✓ Soit d'un complément de traitement d'information et d'encadrement basé sur les données du suivi GTE/GTTT ?

Dans les deux cas, le CIRAD est disponible pour organiser les compléments de formations et stages ciblés dans des structures apparentées à la filière martiniquaise au plan des contextes et des échelles *(cf. Annexe III)*.

IV.2. Promotion d'un « porc pays »

L'idée initiale était de mettre au point un système de production basé sur une alimentation mixte intégrant des écarts de triage de bananes et sur un matériel génétique rustique de type créole aux caractères phénotypiques et organoleptiques spécifiques.

IV.2.1. Emploi de banane verte :

L'emploi de banane verte a été testé en comparaison d'une alimentation conventionnelle de type industriel.

Les résultats ont été satisfaisants en terme de performances techniques et économiques et un itinéraire technique a été proposé *(cf. références des documents produits en Annexe 2)*.

Cependant, les avantages comparatifs de ce système ne sont pas significatifs, tant au plan du bilan économique et de la charge de travail que des différences organoleptiques.

De plus, la faisabilité de ce système de production repose sur la proximité des élevages par rapport aux écarts de banane disponibles. En conséquence, en l'état des points de vue recueillis, ce système n'est pas reproductible chez les éleveurs de porcs du secteur organisé (la cinquantaine d'adhérents des coopératives) qui n'ont d'ailleurs pas poursuivi l'expérience.

Néanmoins, les références techniques et économiques sont disponibles et leur diffusion pourra être élargie. Elles peuvent intéresser des petits éleveurs/planteurs qui souhaitent limiter leur consommation d'aliments et les grandes exploitations bananières qui voudraient introduire un élevage porcin dans leur système d'exploitation. Les coopératives bananières n'ont pas été approchées mais l'information technique leur est accessible.

La mission considère donc avec les partenaires rencontrés que ce sujet d'investigation peut être clôturé à ce stade de la demande de la filière.

IV.2.2. Diffusion de porcs créoles améliorés :

Le deuxième volet de cette opération comprenait la multiplication de porcs créoles améliorés et leur diffusion.

A en croire les responsables de la filière, la demande en porcelets tant des éleveurs organisés que des petits producteurs se tourne prioritairement vers des types génétiques du secteur moderne valorisant le plus efficacement des aliments.

L'avantage comparatif à la consommation du porc local » repose avant tout sur le lieu de production, donc la « provenance géographique », pas sur le type génétique.

En conséquence, en l'état actuel des points de vue recueillis, il n'apparaît pas justifié de maintenir l'objectif d'introduction ou de réintroduction organisée de porc créole. Cette action est donc abandonnée.

CONCLUSION

Par rapport aux objectifs fixés dans le plan sectoriel porcin et repris dans la convention FEOGA-DOCUP de recherche développement en appui à la filière porcine, les priorités suivantes ressortent clairement des points de vue exprimés par les opérateurs et l'administration :

- ⇨ Maîtrise des impacts environnementaux dans des conditions adaptées au contexte de l'île et à la dynamique d'investissement et de rationalisation de la filière.
- ⇨ Régularisation et compétitivité de la production par rapport au marché d'importation en s'appuyant sur un abaissement des coûts de production et une plus grande planification de la production.
- ⇨ Connaissance de la situation épidémiologique et de ses impacts sur l'efficacité technique et économique des élevages ainsi que sur la santé publique.

La mise en œuvre de ces trois domaines d'amélioration repose avant tout sur un conseil aux éleveurs, coordonné entre les différents acteurs et responsables de la filière ou de son environnement : administration en charge de la réglementation, du contrôle de son application et de la gestion des aides, chambre d'agriculture et coopératives en charge de l'appui direct aux éleveurs. La concertation entre ces différents intervenants existe, mais il s'avère que certains éléments de l'encadrement en contact direct avec les éleveurs font défaut. C'est probablement à ce niveau que l'investissement principal doit être fait.

Le CIRAD est prêt à y contribuer par l'organisation de stages, de formations, de visites et d'échanges à l'extérieur de la Martinique dès lors que les personnes ressources auront été identifiées.

En terme de références techniques, la mission n'a pas identifié de besoins spécifiques qui justifient à ce jour de nouvelles expériences zootechniques, l'essentiel étant d'interpréter des données de suivi d'élevages actuellement non disponibles.

L'information manque cependant en matière de :

- ⇨ Santé animale et risques zoonotiques associés. C'est l'objet du travail entrepris par le CIRAD-EMVT (A.F. Mougenot) en liaison avec la DSV de Martinique et d'autres laboratoires de métropoles.
- ⇨ Références tropicalisées sur les normes d'épandages des lisiers. Il est proposé de s'appuyer sur les normes agronomiques de cultures de la banane et de la canne à sucre en Martinique pour adapter les normes européennes et celles d'autres DOM au contexte local.

Il est proposé également de contribuer au cahier des charges de l'étude sur la définition des normes d'agrément des élevages existants et en création future.

ANNEXES

ANNEXE 1

CALENDRIER DE LA MISSION ET PERSONNES RENCONTREES

MISSION CIRAD EN MARTINIQUE-AVRIL 2003

CONTACTS ET PROGRAMME EN MARTINIQUE ET GUADELOUPE

- ⇨ Anne Flore Mougenot - ENV Toulouse -CIRAD-EMVT -enquête épidémiologique 2 avril - 15 août
- ⇨ Jean Luc FARINET - CIRAD-CA - Gestion déchets agriculture -Effluents d'Elevage - 21 avril - 30 avril 2003
- ⇨ Vincent PORPHYRE - CIRAD-EMVT - Vétérinaire Zootechnicien / Porc - 22 avril - 3mai
- ⇨ Hubert GUERIN - CIRAD-EMVT - Agronome Zootechnicien- Dir. Adj. EMVT - 21 avril - 26 avril 2003

1/ DAF (0596 71 20 40)

- Mr CORNIERE - Directeur
- Mme Lydia VAUTIER - Chef de service Economie -Agricole (direct : 05 96 71 20 99 ; portable : 06 17 97 80 72)
  - ➲ MARDI 22 - 11heures : prise de contact
  - ➲ Jeudi 24 - 8 heures : rencontre membres mission
- Mme Caroline CALVEZ MAIS - Chef de Service Eau

2/ DSV (0596 64 89 64)

- Benoît BOURBON - Directeur
- Loic GOUYET - Chef de Service Santé Animale (05 96 64 89 64 / 68 - 06 96 39 83 99)
  - ➲ Mardi 22 - 12 heures : prise de contact
  - ➲ Mercredi 23 ou jeudi 24 - à préciser : rencontre membres mission

3/ GDS

- Mr Jean Michel MAC (0596 64 24 90/06 96 25 90 66)
  A CONTACTER.

4/ Chambre d'agriculture (05 96 51 75 75 ou ? 75 55)

- Directeur Mr Nicaise MONTROSE
- Mme Hélène Marie NELLY - Service Production Animale / Contrôle de performances (06 96 40 32 82 - marie-nelly.helene@wanadoo.fr)

➲ MERCREDI 23 - 8 HEURES : PRISE DE CONTACT - AUTRE RV A PRECISER

5/ Association Martiniquaise Interprofessionnelle des Viandes (AMIV)

[0596 51 00 22 (tel) - 0596 51 06 63 (fax)]

- Président Mr MUMERIC, Directeur Mr DESGRAS, Comité Filière Porc : Mr VELAYOUDON

➲ MERCREDI 23 - 10 HEURES

6/ Coopératives porcines

6.1/ COOPMAR

- Pt : Mme LAMARTINIERE ; Directeur : Mr LIMERI (0596 51 72 62 - 0596 42 34 84) ; Technicien : Mr Arnaud YERRO [(06 96 28 03 48) (0596 57 05 25 - fax)]

➲ JEUDI 24 - 10H30

6.2/ SOCOPORC

- Président : Mr MALIDOR - (0596 53 80 18/06 96 25 20 09 tel - 0596 57 05 25 fax

7/ Provenderie : PROMA - 05 96 51 07 38 (tel) - 05 96 51 68 37 (fax)

- Mme Marie Line ELIAZORD et Mr Terriat - Kervella

➲ MERCREDI 23 AVRIL - 11H30

***INRA** : Mr LEIMBACHER - 05 96 42 30 00*
***CEMAGREF** : Mr SAUDUBRAY - 05 96 42 30 00*

8/ Abattoir Départemental - 0596 51 14 33

- Mr ULLENDAM - Directeur - 0596 51 14 33 - (portable : 06 96 45 52 32)

9/ ADEME (Agence Environnement Maîtrise Energie)

44 rue Garnier Pagès - 97200 Fort de France (05 96 63 51 42)

10/ ACTUS

2, rue des Arpents - immeuble Vecteur - BP 319 OSNY
95526 Cergy Pontoise Cergy Pontoise Cedex

- Norbert GAUDIN - Jean Marc GOUT
  (tél : 01 30 75 88 00)

11/ PRAM et CIRAD - Martinique

- Mr Jean Jacques BARAER - Directeur (0596 42 30 00)
- Mme Jacqueline REMINY assistante (0596 42 30 44)
- Mme Jacqueline LEGENDRY gestionnaire (0596 42 30 00)

12/ INRA - Unité Recherche Zootechnique - CRAAG - Duclos

- Mr Harry Archimède - Directeur URZ
- Mr David RENAUDEAU - Chercheur Elevage Porcin / génétique
- Mr Michel Naves - Généticien

12/ CIRAD-EMVT Guadeloupe (0590 25 54 44)

- Dr Dominique MARTINEZ - Responsable (0590 25 59 95)
- Dr René QUIRIN- Epidémiologiste (0590 25 54 44 / 59 47)
- Mme Yolaine VINCENT - assistante gestionnaire

13/ CIRAD-EMVT Montpellier (04 67 61 58 00)

- Mme Fatima LEYZAT - gestionnaire

RECAPITULATIF DES RENDEZ-VOUS

Mardi 22 avril	9 heures	CIRAD - Mr BARAER
	11 heures	DAF - Mme VAUTIER
	12 heures	DSV - Dr GOUYET
	14 h 30	PRAM - Mme LEGENDRY
Mercredi 23 avril	8 heures	CA- Mme NELLY
	10 heures	AMIV- Mr DESGRAS
	11h30	PROMA - Mr KERVELLA - Mme ELIAZORD - Mr TERRIAT
	14 heures	COOPMAR - Mr Arnaud YERRO Mr Josselin PIRETTE (éleveur) Mr Charles CARIUS (éleveur)
	17 heures	SOCOPORC - Mr Mme MALIDOR
Jeudi 24 avril	8 heures	DAF - Mme VAUTIER, Mme F. CHENEL, Mr ROUET
	10h30	COOPMAR - Mr LIMERI
	13heures	DSV - Dr BOURBON Dr GOUYET
	15 heures	PRAM - Mme LEGENDRY
	18 heures	CIRAD - Mr BARAER Départ H. GUERIN
Vendredi 25 avril Guadeloupe H. Guerin - V. Porphyre	8h30 18h	CIRAD-EMVT Guadeloupe - Dr Dominique MARTINEZ
	9h00 à 18H	INRA-URZ CRAAG Duclos - Mr Harry ARCHIMEDE - Mr David RENAUDEAU Mr Jean Michel NAVES
Vendredi 25 avril Martinique JL Farinet - AF Mougenot		Equipe CIRAD Banane au PRAM
Samedi 26 avril	8h à	CIRAD-EMVT Guadeloupe - Dr René QUIRIN
Dimanche 27 avril		
Lundi 28 avril	9 Heures	Chambre D'Agriculture - Mme NELLY Conseillers Développement local
Mardi 29 avril	10 heures	DAF - Réunion sur la mise aux normes des élevages de porcs Elevage Mr MALIDOR à Morne rouge Elevage Mr MALDEBAULT à Sainte Marie
Mercredi 30 avril		Elevage Mr LABATHE au François (digesteur) Départ JL FARINET
Vendredi 2 mai		Finalisation protocole enquête épidémiologique
Samedi 3 mai		Départ V. PORPHYRE

ANNEXE 2

DOCUMENTS DE REFERENCE

- *KLOTZ S., GAU D., Avril 2002 - « L'engraissement du porc charcutier à base de banane verte"* - Livret technique, CIRAD-EMVT, Martinique, France, 33 p.

- GAU D., KLOTZ S., avec la collaboration de D. BASTIANELLI, Avril 2002, *« Recherches en vue de la détermination du poids vif optimal pour l'introduction de la banane verte dans l'alimentation du porc charcutier-Résultats techniques et économiques »*, Région Martinique, FEOGA, CIRAD-EMVT 96 p.

- GAU D., KLOTZ S., LIMERY A., PALIN C., VERGERON MP., Juillet 2001 - *« Résultats de l'enquête « Caractérisation de la production de lisier de porc en Martinique »*, Projet de recherche appliquée en production porcine, Région Martinique, Feoga, Cirad-Emvt, Coopmar, DSV Martinique, 35 p.

- CIRAD-EMVT *2001 « Appui au développement de la filière porcine martiniquaise - Convention n° R 99 - 63 - Bilan technique »*, Juillet 2001 - Région Martinique, FEOGA-DOCUP,.10 p.

- Manuel technique digesteur, CIRAD-EMVT - FEOGA-DOCUR.

- DUTERTRE C, KERISIT R., Juillet 1999 - *« La filière porcine en Martinique »*, Institut Technique du Porc, France, 49 p.

ANNEXE 3

PROCEDES DE TRAITEMENT DU LISIER VALIDES

DÉSIGNATION DES PROCÉDÉS	DESCRIPTION TECHNIQUE	CONDITIONS PARTICULIÈRES D'ÉLIGIBILITÉ ET COMMENTAIRES	EXEMPLES DE CONSTRUCTEURS
NITRIFICATION DÉNITRIFICATION SANS SÉPARATION DE PHASE	- traitement biologique simplifié	- l'épandage des co-produits (et autres déjections) ne peut entraîner des apports annuels de phosphore > 250 kg P_2O_5/ha - stockage obligatoire en ouvrages en béton en cas de gestion d'un seul coproduit en aval du traitement	VAL'EPURE TECHNOLYSE PORFILYSE
NITRIFICATION/ DÉNITRIFICATION AVEC SÉPARATION DE PHASE	- séparation de phase mécanique en tête. - ouvrage de décantation aval conduisant à une gestion différenciée des co-produits.	- l'épandage des co-produits (et autres déjections) ne peut entraîner des apports annuels de phosphore > 250 kg P_2O_5/ha → effluent épuré : épandage en période de déficit hydrique → refus et boues : épandage (type I)	BIO-ARMOR DENITRAL
NITRIFICATION/ DÉNITRIFICATION AVEC SÉPARATION DE PHASE POUSSÉE	-séparation de phase en tête : centrifugation +floculant - réacteur biologique : temps de séjour = 20- 30 jours puissance installée = 1.5 kW/m^3 de lisier à traiter	- identification de la filière d'exportation hors ZES du refus organique.	TERNOIS EPURATION
SEPARATION DE PHASE POUSSEE	- séparation de phase en tête par addition de coagulant, de floculant et de sciure.	- identification de la filière d'exportation hors ZES du refus organique - gestion du lisier traité par épandage (type II) ou traitement complémentaire	ECOLIZ Brevets INPI n°94 03814, 96 13029 et 98 08915
TRAITEMENT PHYSICO-CHIMIQUE DE L'AZOTE ET DU PHOSPHORE	- 1ère étape : séparation de phase par addition d'un coagulant - 2ème étape : précipitation par addition d'acide phosphorique et de magnésie	- identification des filières d'exportation hors ZES du refus organique S1 et du solide minéral S2 - gestion de l'effluent épuré par épandage (type II)	AVDA
CONCENTRATION DE L'AZOTE DANS UNE SOLUTION DE SULFATE D'AMMONIUM	- rendement élimination N_t égal à 85 % - désodorisation et hygiénisation du lisier traîté	- stockage séparé des lisiers brut et traité - identification de la filière d'exportation de refus solide hors ZES - apport moyen annuel par les co-produits après traitement ≤ 400 kg CaO/ha épandable. - substitution sulfate d'ammonium/azote minéral justifiée par plan de fumure prévisionnel y compris chez les tiers.	BALTHAZARD et COTTE Brevet INPI n° 97-11478
COMPOSTAGE DE LISIERS DE PORCS SUR PAILLE	- 0.9 m² de plateforme non couverte/m³ lisier/an - 0.5 m² de plateforme couverte/m³ lisier/an. - maîtrise des jus issus de l'aire de compostage	- Identification de la filière d'exportation du compost hors ZES - fosse de récupération des lixiviats obligatoire	ISATER

LITIERE BIOMAITRISEE	- tout support carboné	total N < 15 000 kg N/an	
PRE-TRAITEMENT PAR FILTRATION SUR PAILLE EN AMONT TRAITEMENT BIOLOGIQUE	- module Agrifiltre en tête - traitement biologique - temps de séjour = 21 j - puissance aération 1 kW/m³ lisier brut	- identification de la filière d'exportation du compost maturé	AGRIFILTRE Brevets n°EP A 0 241 357 et n°01 00386
COMBUSTION CATALYTIQUE DE L'AMMONIAC	- prétraitement par centrifugation obligatoire	- identification de la filière d'exportation du refus de centrifugeuse	SMELOX
NITRIFICATION DÉNITRIFICATION PAR PERCOLATION SUR BIOFILTRES	- environ 45 m³ de biofiltre répartis en 3 étages/m³ lisier à traiter/jour - la composition de l'effluent épuré est similaire à celle d'un effluent issu d'un traitement biologique par boues activées	→ refus de tamis : épandage (type I) ou exportation avec identification de la filière → décantât : épandage (type II) → effluent : épandage sur des terres agricoles (type II) en période de déficit hydrique	EUROBIOSOR
SECHAGE DU LISIER SUR DISQUES RACLES	- chauffage et traitement à la chaux - concentration avec recompression mécanique de vapeur	- fiabilité perfectible - coût d'investissement et de fonctionnement importants - rejet direct au milieu de l'effluent possible - identification de la filière de gestion des 2 co-produits	MEUNIER APPLICATION ENVIRONNEMENT

ANNEXE 4

ELEMENTS DE BASE POUR UNE CHAUDIERE BIOGAZ ALIMENTANT DES PLAQUES CHAUFFANTES EN MATERNITE PORCS

➢ HYPOTHESES

Maternité 20 places donc 20 plaques chauffantes 1,2 x 0,6 m en 2 circuits de 10 plaques.
En sus, préparation d'eau chaude sanitaire capacité 150 l. pour élevage et/ou habitation.

➢ DIMENSIONNEMENT

- **Plaques chauffantes maternité**

Puissance : 110 W/plaque soit 2,2 kW total
Température : 40-50°C maxi
Vitesse de l'eau en circulation : 2,5 à 3 m/s (tuyauteries diam. 15/21)
Pression : 2 bars
Préparation eau chaude sanitaire
Puissance : 23 kW pour débit continu 2500 l/h à 45°C
Puissance totale maximum : 25,5 kW

- **Caractéristiques des équipements de production d'eau chaude**

Chaudière corps fonte type WTU 2012, brûleur inox biogaz WG1N/1-F
Préparateur eau chaude sanitaire WAU 150
Régulation de température analogique WRA pour 1 circuit chauffage et une préparation eau chaude sanitaire
Accessoires de raccordement WAG 1, 2 et 5
Cheminée double pot inox pour hauteur 5 m

- **Besoins en biogaz**

Puissance maxi ponctuelle : 25,5 kW
Puissance de base maternité et entretien eau chaude sanitaire : 1,4 kW
Rendement chaudière biogaz : 82%
Pouvoir calorifique du biogaz (60% CH4) : 5100 kcal/m3
Puissance instantanée à fournir : 31,1 kW soit 5,3 m3 biogaz/h, 1 heure par jour
Puissance de base à fournir : 1,7 kW soit 0,3 m3 biogaz/h, 23 h par jour
Besoins biogaz totaux : 12-13 m3/jour