République du Sénégal

MINISTERE DE L'AGRICULTURE

République Française

SECRETARIAT D'ETAT
A LA COOPERATION

CIRAD
Dist-Unité Bibliothèque
Baillarguet

DIRECTION DE L'ÉLEVAGE

PROJET DE DÉVELOPPEMENT DES ESPÈCES À CYCLE COURT

PRODEC
composante I
composante 5 c (ISRA)

Mission d'appui sur l'alimentation des volailles

Par

D. Bastianelli
H. Guerin

Rapport CIRAD-EMVT n° 98012

Mars 1998

CIRAD-EMVT
Département d'Élevage
et de Médecine vétérinaire
du CIRAD
Programme Productions Animales
Campus International de Baillarguet
BP 5035
34032 MONTPELLIER Cedex 1 - France

Tous droits de traduction, de reproduction par tous procédés,
de diffusion et de cession réservés pour tous pays

© CIRAD-EMVT 1998

AUTEURS :
Denis BASTIANELLI - CIRAD-EMVT
Hubert GUERIN - CIRAD-EMVT

ORGANISME AUTEUR :
CIRAD - EMVT

ACCÈS AU DOCUMENT :
- Mission de Coopération et d'Action Culturelle, Dakar
- Projet de Développement des Elevages à Cycle Court (PRODEC)
- Centre de documentation du CIRAD-EMVT
- Centre de documentation de l'ISRA

ACCÈS A LA RÉFÉRENCE DU DOCUMENT :
- libre

ETUDE FINANCÉE PAR :
Secrétariat d'Etat à la Coopération. Commande MCAC Sénégal n° 2212/97

AU PROFIT DE :
Projet de Développement des Espèces à Cycle Court (PRODEC)

TITRE : Mission d'Appui au PRODEC sur l'Alimentation des Volailles.
(Rapport EMVT n°98012).

TYPE D'APPROCHE : Mission d'Appui

DATE ET LIEU DE PUBLICATION : Mars 1998 - Montpellier

PAYS OU RÉGIONS CONCERNES : Sénégal

MOTS CLEFS : Sénégal, Volailles, Alimentation, Sous Produits, Composition Chimique, Tables d'Alimentation, Formulation

RÉSUMÉ :

Cette mission d'appui était axée sur la qualité des aliments destinés aux volailles. Ce point n'a pas pu être suffisamment développé par l'ISRA dans le cadre du projet PRODEC, qui a surtout constaté une forte variabilité des aliments commercialisés et des pratiques des éleveurs.
L'objectif de la mission était de contribuer à la réalisation d'un référentiel de base sur les matières premières utilisées par l'aviculture sénégalaise. En l'absence de données locales suffisamment nombreuses et fiables, la première table de composition proposée s'appuie principalement sur les données disponibles dans la littérature ou dans les bases de données du CIRAD-EMVT. Elle concerne une série de matières premières dont la liste a été établie lors la mission en collaboration avec l'ISRA et lors de visites de terrain.
En outre, des recommandations pour la maintenance et l'incrémentation des tables sont formulées. Ce service d'intérêt public dépend fortement de la restauration d'un service d'analyses fiable sur Dakar, nécessaire aux éleveurs comme aux fabricants d'aliment du bétail préalablement à toute velléité d'amélioration significative et durable de la production.

Sommaire du rapport

	Page
1. CONTEXTE et DEROULEMENT de la MISSION	**4**
2. BILAN des VISITES EFFECTUEES : ETAT des LIEUX et ATTENTES	**5**
2.1. Les industriels de l'alimentation animale	5
2.2. Les aviculteurs et groupements d'aviculteurs	5
3. ETABLISSEMENT d'un REFERENTIEL des MATIERES PREMIERES	**6**
3-1. Sources de données utilisées	7
3-2. Céréales et autres produits amylacés 3-2.1. Maïs 3-2.2. Sous produits du riz 3-2.3. Mil 3-2.4. Sorghos 3-2.5. Issues de blé 3-2.6. Graines de niébé 3-2.7. Manioc	8
3-3. Tourteaux et autres sources de protéines 3-3.1. Tourteau d'arachide 3-3.2. Tourteau de coton 3-3.3. Tourteau de palmiste 3-3.4. Tourteau de sésame 3-3.5. Tourteau de soja 3-3.6. Farine de poisson	12
3-4. Autres matières premières et additifs	15
3-5. Recommandations pour l'approfondissement de ce référentiel 3-5.1. Identification et nomenclature des matières premières 3-5.2. Amélioration du référentiel 3-5.3. Critères analytiques a prendre en compte *Matière sèche, Matière organique - cendres brutes, Azote et MAT, Acides aminés, Fibres, Polysaccharides non amylacés, Matières grasses, Minéraux majeurs : Ca et P, Energie métabolisable* 3-5.4. Evolution et maintenance du référentiel	15
4. PERSPECTIVES et CONCLUSIONS : comment répondre aux besoins de la filière avicole ?	**20**
4.1 Capacité nationale d'analyse des aliments du bétail	20
4.2. Autres besoins	21

Page

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES		**23**
ANNEXES		**24**
Annexe 1	Programme de la mission et personnes rencontrées	25
Annexe 2	Compte rendu de la journée du 10 janvier 1998	28
Annexe 3	Compte rendu de la journée du 14 janvier 1998	33
Annexe 4	Tables de composition et valeur alimentaire (base MS)	37
Annexe 5	Tables de composition et valeur alimentaire (base MB)	42
Annexe 6	Equations d'estimation de l'énergie métabolisable	47
Annexe 7	Profil en acides aminés des matières premières principales	49
Annexe 8	Recommandations pour les analyses complémentaires à effectuer	51
Annexe 9	Document AFZ / IO7 sur la nomenclature des matières premières	54
Annexe 10	Moyens d'analyse des laboratoires au Sénégal	56

1. CONTEXTE et DEROULEMENT de la MISSION

Dans le cadre du PRODEC, des recherches d'accompagnement concernant l'alimentation des volailles avaient été prévues dans la composante 1 (aviculture industrielle) et la composante 5c (alimentation). Une convention entre la DIREL et l'ISRA (septembre 1993) assignait au LNERV de Hann les missions suivantes:

◆ mener des essais alimentaires incluant aspects nutritionnels et économiques sur les petits ruminants et les volailles,
◆ mettre en place un laboratoire capable d'assurer en permanence un service fiable d'analyse des aliments du bétail,
◆ assurer selon la législation en vigueur un contrôle permanent de la qualité des aliments du bétail commercialisés,
◆ mettre au point un logiciel capable d'élaborer à moindre coût des formules alimentaires adaptées aux races locales.

Il a été demandé à la mission de contribuer, en collaboration avec le LNERV, à la mise en place d'un **référentiel technique sur les matières premières** disponibles au Sénégal et d'animer deux journées d'information :
◆ l'une axée sur la **qualité des aliments** du commerce et sur les **techniques d'alimentation**
◆ l'autre axée sur la **gestion technico-économique de la qualité des aliments** (matières premières, formulation, intérêt des analyses) destinée aux industriels de l'alimentation des volailles ainsi qu'aux techniciens et vétérinaires oeuvrant dans ce domaine.

Il a été convenu que la mission chercherait également à établir un diagnostic sur les conditions d'existence d'un service fiable d'analyse des aliments du bétail à Dakar.

Un référentiel complet des aliments disponibles correspond à une « **table d'alimentation** ». Un tel outil nécessite une quantité importante d'analyses chimiques et d'évaluations nutritionnelles. D'autre part, un référentiel doit, pour être fiable, être évolutif, c'est à dire être en permanence remis à jour pour tenir compte des nouvelles matières premières, des évolutions des variétés cultivées et des process industriels. Il ne saurait donc être question d'établir un référentiel *ex nihilo* en un temps aussi limité que celui d'une mission d'appui et sans moyens d'analyse. Par contre, il est possible et intéressant d'initier le processus de création d'une « table sénégalaise » par le rassemblement des informations les plus pertinentes possibles. Des recommandations pour faire évoluer cette table dans le sens d'une plus grande exhaustivité et fiabilité peuvent aussi être formulées.

C'est dans cette perspective qu'a été conduite la mission. Le programme de la mission est présenté en annexe 1 : les principaux acteurs de la filière ont été rencontrés, aux exceptions notables de la SONACOS et des Moulins SENTENAC qui n'ont pas accepté de nous recevoir. Les autres fabricants d'aliments et fournisseurs de matières premières industrielles (farines de poisson) ont été rencontrés.

Les journées d'information programmées ont rassemblé chacune une quarantaine de personnes, malgré des problèmes d'organisation témoignant des conflits existant entre les différents acteurs de la filière. Ces réunions ont été l'occasion de diffuser des résultats expérimentaux obtenus dans le cadre du PRODEC et de sensibiliser chacun des deux publics (éleveurs le 10/01; professionnels le 14/01) à des messages prioritaires sur la qualité des aliments. Ces réunions ont d'ailleurs donné lieu à des échanges intéressants et fructueux montrant l'engagement important d'une partie de la profession. Les compte rendus synthétiques de ces journées sont donnés en annexe 2 et 3.

Par ailleurs, les laboratoires dakarois pratiquant des analyses utiles à la caractérisation des aliments du bétail ont été visités et un recensement des dosages effectués par chacun d'eux a été effectué. Ceci dans le but de situer le laboratoire du LNERV/ISRA dans le contexte dakarois.

2. BILAN des VISITES EFFECTUEES : état des lieux et attentes

2.1. Les industriels de l'alimentation animale

Les industriels rencontrés se sont systématiquement plaints des difficultés d'approvisionnement en matières premières. Seule la société SODAVI, nouvellement installée et de taille modeste (production de 20t / semaine) ne semble pas souffrir de cette situation. Une question posée de façon récurrente est celle de l'équilibre entre les exportations et le marché sénégalais pour le tourteau d'arachide et la farine de poisson. La situation présente (janvier 1998), où l'approvisionnement en tourteau d'arachide est extrêmement difficile, leur semble aberrante. De même, les prix atteints par des matières premières quasiment indispensables en alimentation aviaire comme le maïs (actuellement 155 FCFA/ kg environ) pénalise fortement les fabricants n'ayant pas un volume de fabrication leur permettant d'importer directement au cours mondial ou d'avoir une gestion des stocks adaptée.

Les discussions portant sur la formulation des aliments ont montré que celle ci était relativement aléatoire : application de formules types probablement "théoriquement" équilibrées mais régulièrement affectées par des ruptures de stock ou des changements de qualité ou de caractéristiques de matières premières. Mise à part une seule société, dont la formulation est assurée par un partenaire européen, l'ensemble des industriels tend donc à fabriquer l'aliment sur la base de formules plus ou moins constantes, avec un certain nombres d'erreurs techniques et/ ou économiques.

Au fil des visites, on a noté :
◆ des formules trop rarement mises à jour pour être optimales sur le plan économique
◆ une tendance à vouloir faire des économies sur les intrants chers : CMV et acides aminés de synthèse, soit en sous-dosant ces derniers, soit en achetant des compléments de qualité non garantie (et généralement inférieure)
◆ des modifications de formules, peut être techniquement bonnes au départ, par des substitutions plus ou moins heureuses

tourteau d'arachide artisanal au lieu d'industriel
farine de poisson artisanale au lieu d'industrielle
mil ou sorgho au lieu du maïs
... et même huile de poisson à la place de l'huile d'arachide ...

Inutile de préciser l'importance des écarts de ces formules par rapports aux besoins des animaux.

Pourtant le souci de qualité de l'aliment fait partie du discours de la plupart de nos interlocuteurs, avec souvent une conscience assez précise des déterminants de cette qualité. Ce paradoxe apparent est lié à une forte tendance à privilégier des intrants moins chers, même si au fonds on sait qu'ils sont moins bons. Cette situation est bien entendu accentuée par des pénuries régulières en matières premières de base (maïs) ou essentielles pour la qualité (tourteaux et farines animales industrielles). Elle est aussi encouragée par l'absence de contrôle de la qualité des aliments commercialisés.

On retrouvera par ailleurs cette contradiction dans la politique d'achat des aviculteurs qui, souvent désorientés, tendent à privilégier un aliment moins cher au kilo. Le fait que les industriels ne pratiquent pas la formulation au moindre coût favorise cette situation, car ils n'ont pas la preuve directe que l'achat d'une MP de qualité inférieure peut s'avérer moins rentable pour l'éleveur, même si elle est proposée à un prix plus avantageux.

2.2. Les aviculteurs et groupements d'aviculteurs

La variabilité de la qualité des aliments du commerce est connue de tous : les aviculteurs, même s'ils n'assurent pas un suivi technico-économique précis de leur exploitation (ce qui est bien dommage ...), ont bien conscience des répercussions de la qualité de l'aliment sur les performances. A priori, ils auraient même tendance à mettre sur le compte d'une mauvaise qualité de l'aliment des performances

médiocres dues à d'autres facteurs : pratiques d'élevage non adaptées, problèmes sanitaires subcliniques, restriction alimentaire excessive des animaux, ...

Face à la disparité de qualité (non directement appréciable) et de prix (directement appréciable) des aliments proposés, les aviculteurs sont décontenancés. Malgré un discours théorique sur l'avantage d'un bon aliment, l'observation montre que, dans la pratique, l'aliment le moins cher est bien souvent préféré et, de plus, distribué en quantités trop limitées et/ou gaspillé.

Pourtant, le développement spectaculaire de SENTENAC, réputé pour produire un aliment bon mais plus cher, prouve que les mentalités sont en train de changer, au moins dans la frange la plus professionnelle des aviculteurs.

Une demande systématique des professionnels est la mise en place d'un contrôle de la qualité des aliments commercialisés, qui permettrait de comparer les prix et de faire jouer la concurrence d'une manière objective. Il est certain que cette demande est fondée : le marché de l'aliment serait fortement assaini et moralisé par un tel contrôle si celui ci était pratiqué de façon neutre, transparente et fiable. Mais cette demande montre bien que les aviculteurs se sentent en position de faiblesse face aux industriels : une solution autre que réglementaire pour surveiller la qualité de leur approvisionnement n'est jamais évoquée spontanément. Il serait pourtant possible à un groupement ou à l'interprofession de faire pratiquer des analyses pour mettre en concurrence les industriels et les forcer à jouer la carte de la qualité. Le coût des analyses serait largement compensé par les gains de qualité et probablement de prix des aliments. L'organisation collective semble problématique dans ce secteur ...

Une initiative intéressante dans ce sens a été rencontrée à Thiès : le GART (groupement des aviculteurs de la région de Thiès) est en fait une coopérative d'achat d'aliment et de poussins. Cette association avait un lien privilégié avec la société SETUNA, mais devant le refus de cette société de faire les efforts nécessaires à l'amélioration de la qualité de sa production, le GART s'est replié sur d'autres fournisseurs (SEDIMA et SENTENAC). Ceci montre bien qu'une société peut être fortement sanctionnée si les producteurs ont conscience d'un problème qualitatif et se rassemb!ent.

Le GART a également le projet de se lancer lui même dans la production d'aliment, pour réduire les coûts. Ce genre de réaction est généré par l'anarchie régnant sur le marché de l'aliment du bétail, et constitue probablement **un danger pour la filière**. En effet, les investissements collectifs dans une petite unité de fabrication risquent de mettre en péril la viabilité de ces exploitations si un problème technique (difficulté d'approvisionnement, production de mauvaise qualité), économique (faillite, vols, détournements de fonds) ou organisationnel (rupture de l'entente) survient. Beaucoup de risques pour un bénéfice sans doute faible, car la technicité de formulation et de fabrication, déjà peu présente chez les industriels, limitera sans doute la qualité de la production.

3. BASES d'un REFERENTIEL des MATIERES PREMIERES

Il était prévu dans le cadre de cette mission de contribuer à l'élaboration d'une matrice de formulation sur la base des acquis du PRODEC : logiciel PORFAL, base de données étrangères de départ, référentiel de matières premières récent correspondant aux spécificités nationales et régionales des productions agricoles, de l'industrie et de l'artisanat agro-alimentaire.

Ce type d'information est en effet indispensable à la filière avicole. C'est un manque important aujourd'hui et son initiation est un des buts majeurs de la présente mission. Dans les pays occidentaux, une masse considérable d'analyses a été utilisée et continue d'alimenter les tables de composition publiques et privées. Il est hors de question de produire autant d'information dans les conditions sénégalaises (pour mémoire : plusieurs centaines de milliers d'analyses chimiques sont pratiquées chaque année en France, pour un chiffre d'affaires de milliards de FCFA !)

En fait, la démarche doit être initiée sur la base de données analytiques non validées et incomplètes de 150 échantillons (dont 97 pour le seul tourteau d'arachide industriel). De plus, ceux ci sont insuffisamment référencés (origine géographique, process technologiques) pour permettre une bonne catégorisation des produits.

Dès lors, nous avons entrepris :

1- D'aider à réaliser une compilation des données disponibles dans la littérature internationale, dans la base de données du CIRAD-EMVT, et dans les rapports disponibles à l'ISRA en vue de proposer une première matrice de formulation;
2- De commenter et hiérarchiser les efforts nécessaires à l'amélioration de cette matrice

Un premier référentiel a donc été constitué par compilation de données analytiques disponibles dans la bibliographie ou dans la base de données du CIRAD-EMVT. La table correspondante est donnée en annexe sous deux formes :

➪ **table de référence basée sur la matière sèche (annexe 4), et**
➪ **table de formulation basée sur la matière brute et arrondie (annexe 5).**

Le travail a consisté à ne retenir que l'information la plus pertinente dans le contexte sénégalais et à balayer le plus possible de sources d'informations pour que la compilation réalisée soit la plus solide possible. Les limites principales de ce travail sont liées à la difficulté d'obtenir l'information appropriée, notamment pour les raisons suivantes :

◆ L'existence, sous une même désignation (son de riz, tourteau d'arachide, ...) de **produits très différents**. Dans la plupart des cas, ces produits correspondent surtout à des différences de **process technologiques**, mais aussi possiblement de variétés, conditions de culture et conditionnement. Il a souvent été nécessaire de créer plusieurs catégories, mais **ce travail de nomenclature bien définie doit être poursuivi** à la lumière d'enquêtes et d'analyses complémentaires (exemple SYPRAM/ IO7 en annexe 9).

◆ Le manque de connaissance précise de la catégorie à laquelle appartiennent les produits éventuellement disponibles au Sénégal. Nous tenterons de bien définir pour chaque matière première la nature précise des échantillons auxquels on peut attribuer la valeur citée. **Si les échantillons sont de nature différente, il faut créer une autre catégorie.**

◆ Le manque de données disponibles pour certaines matières premières, ou pour certains paramètres (valeur énergétique notamment). On a choisi d'effectuer les calculs et extrapolations nécessaires, à l'aide des informations dont nous disposions, afin de ne pas présenter une table incomplète. Les hypothèses utilisées seront détaillées pour chaque matière première.

3-1. Sources de données utilisées

◆ Un nombre important de données analytiques sur des matières premières tropicales est disponible dans la base de données du laboratoire d'alimentation du CIRAD-EMVT. L'avantage de cette source d'information est que l'accès aux données individuelles (et non seulement aux moyennes comme dans des tables classiques) permet de sélectionner les échantillons les plus pertinents et d'établir des moyennes par sous catégories. Le référentiel proposé s'appuie donc largement sur cette base de données. Néanmoins, pour certaines matières premières le nombre trop restreint d'échantillons pour certains paramètres nous a conduit à compléter l'information par les tables dont nous disposons.

◆ Pour les teneurs en acides aminés, une compilation de nombreuses sources d'information nous a permis d'obtenir des profils standard pour les matières premières les plus courantes. Ces profils sont donnés en annexe 7. La multiplication de ces valeurs par la MAT donne une estimation de la teneur en

tous les acides aminés. Pour le référentiel, on a seulement retenu LYS, MET, MET+CYS, THR et TRY mais on peut aussi bien faire les calculs sur les autres AA.

◆ La table informatisée IO7, éditée par la banque de données pour l'alimentation animale de l'AFZ[1] a été largement utilisée. Cette table regroupe un nombre important de données provenant des industriels français de l'alimentation animale, des instituts de recherche, des instituts techniques et de la littérature internationale. Sur les matières premières communes, on peut avoir des milliers de données analytiques, ce qui permet d'obtenir une valeur moyenne fiable et une bonne idée de la variabilité. La nomenclature est généralement fiable et plus précise que dans les tables classiques. Certaines valeurs alimentaires sont également disponibles.

◆ Les tables de composition classiques ont été consultées pour comparer les informations, et compléter certains éléments. Ces tables sont :
Tables INRA (monogastriques 1984, volailles 1992) et ITP (1996)
Tables Hollandaises (CVB)
Tables de L'ITCF/Eurolysine
Tables Rhône Poulenc
Tables européennes (Janssen) 1988 qui présentent l'avantage de proposer des équations de prédiction de l'EM par catégorie de matière première.
Données de la FAO et de l'ICRISAT
Etc ...
Les coefficients de disponibilité du phosphore proviennent généralement des tables INRA. Ils sont appliqués aux teneurs moyennes des données EMVT ou IO7.

◆ Certaines données ont été trouvées dans des publications scientifiques ou des ouvrages divers sur l'alimentation des animaux en Afrique (guides d'aviculture, ...). Ces données sont généralement partielles et ne concernent que quelques échantillons, ce qui rend leur représentativité faible. Elle proviennent parfois des mêmes sources que précedemment (ex : INRA). On les a utilisées à titre de comparaison.

3-2. Céréales et autres produits amylacés

3-2.1. Maïs

Le maïs est la céréale la plus utilisée en aviculture au Sénégal comme dans la plus grande partie du monde. C'est donc la première source d'énergie des rations. Son taux d'incorporation dans les provendes peut monter jusqu'à 70% avec une bonne complémentation en protéines et notamment en LYS. Il est donc absolument essentiel de connaître sa valeur alimentaire **avec la plus grande précision possible**.

Le maïs utilisé par l'alimentation animale au Sénégal a plusieurs origines : production nationale, importations de la région (Mali), importations sur le marché mondial.

Pour le maïs importé (par exemple d'Amérique du Nord) ont été retenues pour cette table des valeurs moyennes (table IO7, sur plus de 10000 échantillons) dans lesquelles on peut avoir une bonne confiance. Mais il ne s'agit que d'une moyenne et la table IO7 montre que **la variabilité est importante**. Les lots importés concernant de grosses quantités (plusieurs milliers de tonnes) et étant utilisés sur de longues périodes (6 mois, 1 an), il est recommandable de pratiquer les analyses de base (MAT, CB, MM, MG, ...) pour s'assurer de la valeur réelle du lot concerné. La valeur énergétique peut être calculée à partir d'équations de prédiction ou mesurée directement. Les teneurs en acides aminés peuvent être déduites de la MAT. Un paramètre clé de la valeur du maïs importé est **sa conservation** puisqu'il est stocké pendant un temps très long après avoir déjà subi un stockage dans

[1] AFZ : Association Française de Zootechnie

son pays d'origine puis lors de son acheminement maritime. Il serait intéressant de vérifier l'état du produit au bout de 6 à 9 mois de stockage pour voir si sa valeur peut être considérée comme constante.

En contraste à l'énorme masse de données existant sur la composition du maïs « international », relativement peu de données fiables sont disponibles sur le maïs d'Afrique de l'Ouest. Nous avons rassemblé le maximum d'information et trouvé une composition relativement proche de celle du maïs standard, avec toutefois une tendance à des teneurs en MAT et EM un peu supérieures. Il y a beaucoup de variabilité et il serait intéressant de connaître plus précisément la composition (et la variabilité) du maïs utilisé, en provenance soit du Sénégal, soit du Mali. Une seule valeur est proposée ici comme « Maïs local », faute de données suffisantes pour séparer des catégories. Les données de l'AFZ (Banque de données pour l'alimentation animale) nous ont toutefois montré qu'il n'y avait pas de différence sensible entre les compositions des maïs blanc et jaune, à l'exception de la teneur en pigments (donc en pouvoir de coloration du jaune d'oeuf).

Le son de maïs a été étudié mais n'a pas été introduit dans cette table. En effet, **les valeurs rencontrées sont extrêmement variables** et n'autorisent pas à faire une moyenne. Selon les sources la MAT peut varier de 5 à 18%MS, la CB de 4 à 20%MS, les MG de 3 à 13%MS, etc... Cette variabilité extrême est confirmée sur des échantillons sénégalais par le travail de Le Grand (1989). Il est donc nécessaire au préalable de bien définir si un produit « son de maïs » est disponible (et en quelle quantité) et à quel process (industriel ou artisanal) il correspond. Ce n'est qu'alors qu'une valeur basée sur des tables d'abord et sur des analyses ensuite pourra être proposée.

3-2.2. Sous produits du riz

Les sous produits du riz sont disponibles à des prix relativement intéressants au Sénégal. Malheureusement **leur valeur alimentaire est très variable et souvent relativement mal connue**, le terme « son de riz » pouvant désigner un ensemble de produits de valeur très différente. En fait, le « son vrai » correspondant aux téguments du grain de riz a une bonne valeur alimentaire (richesse en MG, en MAT) qui peut être fortement abaissée par la présence d'une proportion plus ou moins grande de balles. Celles ci ont une valeur alimentaire nulle chez les volailles puisqu'elles contiennent essentiellement des parois végétales très lignifiées et des minéraux (forte teneur en silice).

Pour pouvoir donner une valeur plus fine que « son de riz », il faut donc établir des catégories. Celles ci peuvent difficilement être faites à partir des dénominations commerciales du produit, certains « sons fins » étant très riches en fibres alors que des « sons de décortiquerie » peuvent parfois être très valables. Nous avons donc cherché à établir une classification basée sur la composition chimique des échantillons de notre base de données, à l'image du travail de Widyobroto (1989). Cet exercice fait apparaître très nettement une répartition bimodale des échantillons dont une partie est riche en MAT et MG et plus faible en CB, tandis qu' une autre partie a les caractéristiques opposées. C'est sur cette classification que nous nous sommes basés pour définir **deux catégories extrêmes** : une catégorie « sons fins » qui comprend également des produits vendus sous la dénomination « farine basse artisanale », et une catégorie « sons forts » comportant une forte proportion de balles. Bien qu'on ait trouvé peu de produits intermédiaires, ceux ci ont une composition située entre les deux catégories mentionnées plus haut, en fonction de la proportion de balles qu'ils renferment. Une valeur pour ces « sons mélangés » a été donnée et on peut constater qu'elle correspond à peu près à une combinaison des catégories « son fin » et « son fort ». Connaissant des éléments de composition d'un son quelconque (par exemple CB et MG), on peut donc estimer sa valeur nutritive en combinant ces deux catégories dans une proportion qui fasse correspondre les critères analytiques connus.

La catégorie « farine basse » mentionnée ici ne correspond qu'à de **réelles farines basses d'origine industrielle** et qui sont le fruit du blanchiment du riz cargo. Les données proviennent de la table IO7 et d'extrapolations pertinentes basées sur les données EMVT pour les paramètres manquants ou suspects.

Le problème principal de l'emploi des sons fins et des farines basses est le rancissement des matières grasses, qui nécessite une utilisation rapide de ces produits ou l'emploi de substances antioxydantes convenablement mises en oeuvre. Sans ces précautions, la valeur alimentaire et l'appétence de ces issues sont largement diminuées.

La teneur en énergie métabolisable a été estimée d'après les équations proposées dans les tables européennes (Janssen, 1988) et le coefficient de disponibilité du phosphore a été fixé à 10% (INRA 1992).

Les issues de riz nécessitent donc un travail important sur la nomenclature, puisque les catégories commerciales ou usuelles déclarées par les pourvoyeurs d'échantillons et donc présentes dans notre base de données ne correspondent pas aux catégories qui peuvent être faites *a posteriori* en se basant sur la composition chimique. En ce qui concerne les issues d'origine industrielle, il est possible de standardiser les dénominations en travaillant avec le fabricant, pour avoir des produits bien définis et correspondant à des process à peu près constants. Pour les issues artisanales en revanche, il est important de bien caractériser les pratiques techniques qui aboutissent aux différentes catégories d'issues. L'énorme différence de valeur des sons montre bien **l'importance de savoir à quelle catégorie appartient l'issue utilisée dans une ration**. L'étude montrera peut être l'utilité de pousser plus loin le nombre de catégories, mais ceci n'est envisageable que si l'on peut différencier les produits à l'achat.

3-2.3. Mil

Les mils sont aussi une catégorie extrêmement mal définie **: le terme générique « mil » peut désigner plusieurs espèces** (*Pennisetum ssp*, *Panicum miliaceum*, et même *Eleusine ssp*, *Setaria italica*, ...) aux caractéristiques différentes : taille des graines et surtout composition chimique. De plus, les données disponibles ne comportent généralement pas de précision sur la nature réelle des échantillons : bien souvent les tables de valeur alimentaire donnent la composition d'un « mil » ou « millet » standard défini au mieux par son nom vernaculaire, sans préciser de quoi il s'agit réellement.

Nous avons donc créé deux catégories :

La première correspond aux données explicitement identifiées comme étant *Pennisetum glaucum* (synonyme de *P. typhoides* et *P. americanum*); les données viennent alors de la base IO7 principalement, confirmées par les compositions rapportées par la FAO (1995). La composition est proche de celle d'un sorgho, avec notamment une teneur en MAT assez élevée (11.6%MS). Par contre la composition en acides aminés est très sensiblement différente du sorgho, avec un équilibre nettement meilleur (ICRISAT cité par FAO 1995; IO7). Ce mil est souvent désigné sous les noms de « mil chandelle », ou « mil perlé » et qui est le plus largement cultivé en Afrique occidentale (FAO 1995 et Llorca 1995). Une des variétés de mil chandelle est le « souna » sénégalais.
Pour cette catégorie, l'EM de notre table a été estimée d'après les valeurs de la table IO7 et les prédictions des équations « millet », « maïs » et « sorgho » des tables européennes puisqu'aucune équation spécifique n'est disponible. Il est remarquable de noter que ces trois équations aboutissent à des estimations cohérentes.

Les données désignées par « millet » dans les tables françaises (INRA par exemple) sont probablement des *Panicum miliaceum*, et ont une teneur en CB de 9% ce qui est beaucoup plus élevé et conduit à une estimation inférieure de l'EM. Il faut noter que le terme « milo » utilisé dans la littérature américaine correspond à des Sorghos.

La seconde catégorie que nous avons rapportée correspond aux « mils » de la base de données EMVT et de certaines tables et qui correspondent à des « mil rouge », « mil blanc » ou indéterminés d'origine africaine mais sans indication de l'espèce botanique. Il est intéressant de constater que la composition, assez proche de la première catégorie dans son ensemble, diffère tout de même pour le contenu en MAT qui n'est dans ce groupe que de 9.6%MS en moyenne. L'EM a été estimée par les mêmes équations que pour le *Pennisetum glaucum* et donne une valeur un peu plus basse. Cette

catégorie correspond probablement à des sorghos répertoriés abusivement dans la catégorie des mils à cause de leur dénomination vernaculaire.

S'il s'avère que des quantités significatives de mil peuvent être disponibles pour l'alimentation aviaire, il conviendra donc de bien caractériser de quelle catégorie il s'agit et, éventuellement, de pratiquer des mesures (MAT et CB principalement) pour éclaircir les résultats confus de la littérature. Toutefois, les différences sont assez faibles pour qu'on puisse utiliser les valeurs proposées ici dans le cas de taux d'incorporation peu élevés (ex : 10% maximum). Au-delà, les imprécisions rendraient nécessaire une meilleure connaissance du produit réellement disponible pour en optimiser l'emploi (techniquement et économiquement).

Un certain nombre de données (plus de 30) disponibles sur la composition du « son de mil » d'Afrique de l'Ouest nous ont conduit à proposer une valeur pour cette matière première. Ce produit est considéré comme quantitativement important par Llorca (1995). Il serait bien entendu nécessaire d'affiner la connaissance de ce produit si son utilisation était effectivement significative. En effet, on peut s'étonner de la faible teneur en CB rapportée dans les données, qui conduit à une estimation assez optimiste pour l'EM. Les valeurs en MAT et MG sont tout à fait intéressantes. Les valeurs rapportées par Llorca (1995) sont à peu près équivalentes à celles données ici. En revanche, les valeurs d'EM obtenues par Le Grand (1989) sont sensiblement plus faibles malgré une composition chimique relativement comparable. On peut toutefois s'interroger sur la représentativité des échantillons analysés dans cette étude, qui correspondait à la mise au point d'une technologie d'usinage. Une grande différence est faite par cet auteur entre les sons artisanal et industriel.

3-2.4. Sorghos

Les bases de données consultées donnent des valeurs de composition chimique comparables pour les différentes variétés de sorgho (sorgho blanc, rouge, mélangé...) à l'exception bien sûr de la teneur en tanins. Ces derniers influent sur la digestibilité des sorghos chez les monogastriques, et notamment sur la digestibilité des protéines. Nous n'avons donc qu'une valeur de composition chimique, mais nous avons utilisé les deux équations de Janssen (sorghos riches / pauvres en tanins) pour le calcul de la valeur énergétique, ce qui donne des valeurs différentes (3254 kcal/kgMS vs 3629 kcal/kgMS).

Aucune information chiffrée ne nous a permis de différencier davantage différentes catégories de sorgho. Il conviendra de voir, si cette matière première est effectivement disponible pour l'aviculture, quelles variétés sont produites et de vérifier la pertinence des résultats de la base proposée.

3-2.5. Issues de blé

Malgré la difficulté d'accès à cette matière première, il se peut que des issues de blé soient disponibles à des prix attractifs pour l'alimentation aviaire. Ces issues provenant des industries de meunerie, nous avons noté les valeurs classiques répertoriées pour ces produits (son et remoulage). Les valeurs proviennent de la table IO7, avec des calculs et extrapolations pour les données manquantes. Les valeurs énergétiques sont calculées d'après les équations de Janssen mais correspondent bien aux valeurs expérimentales citées dans la littérature et les tables.

Ces valeurs moyennes concernent les issues de blé les plus communes. On pourra adapter les catégories aux issues réellement produites si on dispose d'informations précise sur les process industriels utilisés et le mode de préparation des issues (séparation de différents sons, productions de remoulages blancs et de remoulages bis, etc ...).

3-2.6. Graines de niébé

Des valeurs de compositions des graines de niébé (*Vigna unguiculata*) existent dans la base de donnée EMVT et les tables (IO7 en particulier). La moyenne de ces observations a été rapportée. Les

données concernant l'aminogramme proviennent d'un petit nombre d'échantillons et doivent être considérées comme indicatives. Toutefois, une comparaison avec la teneur en AA du pois protéagineux cultivé en Europe montre que les profils sont comparables. Les AA pour lesquels l'information était jugée peu fiable ont donc été estimés d'après les teneurs correspondantes du pois protéagineux. La valeur énergétique a également été estimée d'après les équations prévues pour le pois, et cette estimation correspond aux quelques valeurs expérimentales trouvées sur le niébé. La principale limite d'utilisation de ce protéagineux semble être sa teneur en facteurs antitrypsiques (8-12 UTI/mg) qui est largement inférieure à celle du soja crû (>50 UTI/mg) mais supérieure aux pois protéagineux cultivés en Europe ou au soja traité (2-4 UTI/mg MS). Cette valeur intermédiaire explique que les performances chez la volailles soient améliorées par un traitement thermique (e.g. autoclavage; source : IO7). Toutefois le niébé semble pouvoir être utilisé crû s'il est employé à des taux d'incorporation peu élevés (< 10% par exemple).

3-2.7. Manioc

La valeur rapportée pour le manioc correspond à des racines coupées et séchées. Les données proviennent de la base EMVT, de la table IO7 et ont été complétées et vérifiées à l'aide des autres tables. La composition de ce produit est relativement proche de celle des maniocs granulés souvent échangés au niveau international. Ces derniers ont toutefois une teneur en cendres généralement plus réduite, parfois moins de fibres et une EM un peu plus élevée (effet de la composition et de la granulation). Il suffira de vérifier que le produit standard décrit ici correspond bien aux réalités de terrain. En particulier le mode de séchage et la pratique de l'épluchage peuvent modifier les teneurs en cendres et en fibres et donc faire varier l'énergie métabolisable. La teneur en MAT est très faible et le profil standard en AA suffit largement à l'estimation des teneurs en AA qui restent très limitées.

3-3. Tourteaux et autres sources de protéines

3-3.1. Tourteau d'arachide

Il est bien entendu indispensable de différencier les tourteaux artisanaux et industriels, qui diffèrent largement par leur composition chimique et leur valeur nutritionnelle. Nous n'aborderons pas ici les problèmes sanitaires liés à la conservation des produits, notamment à la présence éventuelle d'aflatoxines. **Le risque est très important dans le cas du tourteau artisanal mal conservé**, et moindre dans le cas du tourteau industriel, notamment en ce qui concerne le tourteau « détoxifié » par l'application de NH_3 sous pression (tourteau « PROFOR » de la SONACOS).

Le tourteau d'arachide industriel produit par la SONACOS est un produit *a priori* bien standardisé et correspondant aux normes internationales de **tourteau délipidé**. On a considéré qu'il correspondait à un tourteau « semi-décortiqué ». Cette hypothèse est celle faite par Llorca (1995). La composition et la valeur nutritionnelle d'un tel produit peuvent être évalués d'après les tables classiques et les données EMVT. La valeur énergétique relativement faible de ce produit s'explique par le décorticage incomplet qui laisse une proportion non négligeable de fibres (14.2%MS en moyenne). Les valeurs de taux de fibres de notre base de données varient toutefois considérablement (ET=2, variation de 10 à 20% MS) ce qui a **une répercussion directe et importante sur la valeur énergétique** (en gros -60 kcal/kgEMA par point de CB supplémentaire). Une connaissance plus précise des teneurs en fibres des tourteaux de la SONACOS mis sur le marché sénégalais permettrait d'obtenir une prédiction plus fiable pour l'EM. Il est également essentiel de connaître la variabilité réelle de la production, et de chercher à la réduire soit en sélectionnant les lots achetés, soit en travaillant sur ce point en partenariat avec la SONACOS.

Le tourteau d'arachide artisanal a une valeur énergétique nettement supérieure, liée à un décorticage complet (manuel) et à une teneur résiduelle en lipides largement supérieure (en moyenne 17% MS). Ces valeurs moyennes cachent une assez forte hétérogénéité liée aux matériels employés et aux

pratiques artisanales. Il faudrait pour aller plus loin dans la connaissance de cette matière première recenser les pratiques employées au Sénégal et voir à quelle qualité de produit elles aboutissent. Toutefois, le déterminant majeur de la qualité de ce produit est sans doute sa conservation (liée principalement aux teneurs en eau et huile résiduelles) et il faut sans doute commencer par faire porter les efforts sur ces paramètres.

La composition en acides aminés a été estimée d'après le profil standard de l'arachide, et la teneur en phosphore disponible a été calculée à partir du coefficient de disponibilité proposé par l'INRA (12%).

On a cité pour mémoire la valeur de l'huile d'arachide, qui peut parfois être utilisée en alimentation animale pour relever la teneur en énergie de l'aliment. Son emploi est toutefois à déconseiller dans le cas où l'on incorpore déjà de fortes proportions de tourteau artisanal ou autres matières premières riches en matières grasses, afin de ne pas aboutir à un aliment trop gras.

Les valeurs correspondant au « son d'arachide » n'ont pas été retenues dans cette table car cette matière première est mal définie dans les données accessibles et très variable (en matières grasses, protéines, fibres). Si ce produit est effectivement disponible, il faudrait analyser des échantillons sénégalais représentatifs pour donner une valeur pertinente. En attendant, l'emploi de cette matière première n'est pas recommandé en aviculture rationnelle. Ses teneurs en fibres et en tannins la destinent probablement davantage aux ruminants.

3-3.2. Tourteau de coton

En l'absence d'informations précises sur la nature des tourteaux disponibles au Sénégal, on a rapporté ici une valeur moyenne valable pour des tourteaux relativement bien décortiqués et délipidés. Cette hypothèse peut être vérifiée par enquête sur la nature du process employé par les fabricants, et par quelques analyses d'échantillons représentatifs.

Le profil en acides aminés, qui figure dans le tableau récapitulatif, a été élaboré à partir d'un nombre très important de données et il est donc relativement fiable. On voit que la protéine de coton est assez **bien équilibrée en acides aminés** bien que moins riche en lysine que celle du soja. Par contre, **sa digestibilité est relativement médiocre**: digestibilité réelle de 73% et 60% pour les protéines et la LYS respectivement, à comparer avec les valeurs correspondantes données pour le tourteau d'arachide : 89% et 77% (Rhône Poulenc, 1993).

La valeur énergétique du tourteau de coton est relativement basse, et son emploi est fortement lié à sa teneur en gossypol : il est déconseillé de dépasser une incorporation de 10% de la ration dans le cas de variétés contenant du gossypol, même en présence de sels de fer. Par contre, ce taux d'incorporation peut être dépassé dans le cas de tourteaux provenant de variétés « glandless » à faible teneur en gossypol. Malheureusement ce n'est pas ce type de variétés dont on dispose au Sénégal.

3-3.3. Tourteau de palmiste

La faible teneur de ce tourteau en MAT, et sa forte teneur en fibres (donc faible valeur énergétique) ne le rendent pas approprié à l'alimentation des volailles. Il est en outre relativement peu disponible au Sénégal. Il peut toutefois être incorporé occasionnellement dans des régimes pour pondeuses peu concentrés en énergie. Il faut noter que les protéines, peu abondantes, sont de surcroît peu digestibles, ce qui rend très faible la contribution potentielle du tourteau de palmiste à la couverture des besoins en acides aminés. Les valeurs rapportées correspondent à un tourteau « expeller » (obtenu par pression) sans délipidation. Si l'emploi du tourteau de palmiste s'avère intéressant au point de vue économique (quantités disponibles à bas prix), il faudra vérifier que c'est bien de ce type précis de tourteau dont on dispose.

3-3.4. Tourteau de sésame

Ce tourteau, peu commun, a une teneur assez élevée en MAT. Ses acides aminés sont très digestibles, mais leur profil est assez déséquilibré (faiblesse en LYS). Il peut constituer une matière première intéressante si elle est disponible en quantités significatives. Les valeurs rapportées dans la table concernent un tourteau expeller. La teneur en MG et donc en EM d'un tourteau délipidé serait inférieure. En revanche, si une pratique d'extraction artisanale est observée, la teneur en lipides résiduels des tourteaux obtenus sera beaucoup plus forte, conduisant à une valeur énergétique supérieure.

3-3.5. Tourteau de soja

Le tourteau de soja est actuellement la principale source de protéines utilisée en alimentation animale au niveau mondial. Bien qu'il ne soit pas produit au Sénégal, ce tourteau peut être occasionnellement acheté sur le marché international. De teneur élevée en MAT (bien pourvue en LYS mais déficiente en acides aminés soufrés), il constitue une référence par rapport à laquelle on compare souvent les autres matières riches en protéines. Les valeurs rapportées ici sont des valeurs moyennes issues principalement de la table IO7 et concernent un produit standard. De nombreuses autres catégories de tourteau de soja sont basées sur l'origine géographique (USA, Brésil, ...) et son titre (MAT + MG).

3-3.6. Farine de poisson

La qualité de la farine de poisson est **très variable**. Cette variabilité est due aux poissons utilisés (entiers ou déchets, ...) et aux traitements technologiques subis : délipidation ou non, température et conditions de séchage, etc ... Une différence importante doit être faite entre la fabrication industrielle qui produit une matière première plus stable, et la fabrication artisanale pour laquelle une variabilité extrêmement importante peut être rencontrée.

Les deux industriels produisant de la farine de poisson sur Dakar garantissent une qualité minimale (MAT = 58%), et les quelques analyses disponibles montrent que la valeur moyenne serait même un peu supérieure à ce minimum. Les industriels ne fournissent pas de valeur pour les MG, seulement garanties inférieures à 8%. Toutefois, on sait qu'ils pratiquent une extraction d'huile, et quelques analyses sont disponibles. La teneur en huile varie probablement en fonction des saisons, l'approvisionnement en poissons n'étant pas constant au cours de l'année. La valeur proposée tient compte des informations disponibles, complétées par des calculs basés sur les valeurs des tables. Sur ces bases, on estime que ce produit est de bonne qualité et que sa valeur énergétique est également bonne. Il faudrait confirmer ces données par des mesures faites sur des produits commercialisés sur le marché intérieur sénégalais.

La variabilité rencontrée chez les fabricants artisanaux doit rendre prudent sur les valeurs obtenues : le mode de séchage et l'éventuelle extraction d'huile sont des facteurs de variation très importants. Des poissons séchés au sol pourront avoir des teneurs en matières minérales très élevées. Nous proposons une valeur moyenne, qui devra être affinée en fonction de résultats analytiques. Toutefois, les faibles taux d'incorporation de farine de poisson que l'on conseille d'utiliser en alimentation avicole (5-8%) relativisent l'importance de la variabilité du produit. Les efforts devraient probablement davantage porter sur les risques sanitaires liés à l'emploi de produits mal préparés ou mal stockés (salmonelloses, ...)

3-4. Autres matières premières et additifs

Des valeurs pour les principales sources de minéraux et les acides aminés de synthèse ont été données pour compléter la table. Ces valeurs sont celles que l'on peut trouver dans la littérature. Le seul cas appelant un commentaire particulier est celui de la valeur à attribuer aux phosphates naturels. Cette valeur est très variable sur les plans quantitatif et qualitatif. Si on peut donner une teneur moyenne en P total (ici 150 g/kgMS), la disponibilité peut varier dans de grandes proportions : de 15% à 50% environ. Nous avons indiqué cette fourchette dans la table de référence (sur MS) et choisi volontairement une valeur assez élevée (40%) dans la table de formulation, car considérer une valeur trop faible pourrait conduire à une incorporation forte de phosphate de roche et donc à une teneur très forte en fluor dans la ration. On conseille donc d'une part de bien connaître la matière première employée (et si possible d'utiliser un phosphate défluoré), et d'autre part d'essayer de diversifier les sources de phosphore (utilisation de farine d'os calciné par exemple).

3-5. Recommandations pour l'approfondissement de ce référentiel

On a vu que le référentiel proposé est basé exclusivement sur des données déjà existantes. Celles-ci ont l'avantage d'être immédiatement disponibles et d'être basées sur la moyenne de nombreux échantillons, mais peuvent ne pas correspondre aux produits précisément disponibles au Sénégal. Pour constituer une table améliorée et plus adaptée aux spécificités sénégalaises, un certain nombre d'efforts doivent être envisagés. Les quelques recommandations qui suivent ont pour but de lister ces actions et donner des éléments pour en hiérarchiser l'importance.

3-5.1. Identification et nomenclature des matières premières

Le premier travail à faire dans ce domaine est d'établir une liste précise des matières premières réellement disponibles pour l'alimentation avicole. Une première liste a été rapidement établie avec l'ISRA et le PRODEC lors de la mission et a abouti au référentiel proposé ici. Mais il faut affiner les informations sur les ressources alimentaires, en particulier par :

◆ Une définition plus précise des matières premières disponibles : quels sont les process industriels ou artisanaux précisément employés ? Correspondent-ils exactement aux hypothèses faites ci dessus ou faut il adapter la table ? Y a-t-il plusieurs process pour un même produit ?

◆ L'intégration de cette information dans une nomenclature précise des matières premières concernées : Il faut trouver un compromis entre deux écueils :

- trop peu de catégories : il y a alors une trop grande variabilité au sein de la catégorie et on cerne donc mal la qualité de la matière première
- trop de catégories : dans ce cas il est difficile de déterminer dans quelle catégorie classer un lot donné. D'autre part, la valeur moyenne pour chaque catégorie est obtenue avec un nombre trop faible de données et n'est donc pas forcément fiable.

Il faut donc que la nomenclature définie se base sur une catégorisation adaptée. C'est un travail tout à fait essentiel à la création d'une bonne table d'alimentation. Les catégories faites *a priori* dans notre première proposition (2 types de maïs, de farine de poisson, de tourteau d'arachides, etc) doivent être éventuellement reconsidérées.

◆ l'estimation des quantités de chaque matière première potentiellement disponibles pour l'alimentation animale : les efforts analytiques devront bien entendu préférentiellement porter sur des matières premières quantitativement importantes (ou a fort potentiel de développement).

3-5.2. Amélioration du référentiel

Parallèlement aux efforts de nomenclature des matières premières disponibles, on peut affiner la valeur proposée pour chaque classe de produits par une recherche bibliographique plus poussée, et surtout la réalisation d'analyses clef qui permettent de mieux situer et évaluer les produits. On a déjà évoqué ces aspects dans la description des matières premières, et quelques suggestions sont faites en annexe 8. Certaines remarques générales peuvent cependant préciser les recommandations à ce sujet :

◆ Certaines mesures ne sont pas prioritaires :

- celles dont la précision importe peu, par exemple les minéraux sur les céréales : le calcium est peu abondant et l'introduction de calcium minéral est peu onéreuse; le phosphore est peu disponible et donc sa teneur totale a peu de sens.
- celles qui n'interviennent pas directement en formulation : par exemple les vitamines, pour lesquelles le raisonnement est généralement d'apporter la quantité suffisante par le CMV et de supposer que les vitamines contenues dans les matières premières constituent la marge de sécurité.
- les acides aminés : leur mesure est très onéreuse, et le coefficient de variation de cette mesure varie entre 5 et 10% dans le meilleur des cas, selon l'AA considéré. Or les profils standards des principales matières premières permettent pratiquement d'atteindre cette précision. Dès lors, pour un même investissement, il est bien plus rentable de faire 20 mesures d'azote total qu'un aminogramme (les prix étant globalement dans cette proportion).

◆ Les analyses complémentaires doivent être envisagées en priorité pour :

- Les matières premières principales utilisées à de forts taux d'incorporation : il s'agit de vérifier que la table est bien « calée » par rapport aux matières premières réellement disponibles. Les analyses apporteront également une information sur leur variabilité et pourront éventuellement aider à définir de nouvelles catégories.
- Les matières premières peu employées en alimentation animale et dont la composition est mal connue mais dont on suspecte un fort développement potentiel : mil ? tourteau de sésame ? etc ...
- Les matières premières très variables : une meilleure connaissance de la variabilité peut permettre de donner des recommandations aux producteurs pour améliorer leur produit ou aux fabricants d'aliments pour guider leurs achats.

Il faut ensuite, matière première par matière première, déterminer les paramètres les plus importants pour faire les mesures appropriées et se concentrer sur les éléments les plus incertains. Par exemple, pour la farine de poisson, il s'agira de la mesure des protéines et de la matière grasse (ces données permettant d'estimer la valeur énergétique). Quelques recommandations sont données en annexe 8 à titre indicatif. A noter que la teneur en eau des matières premières est souvent le premier facteur de variation de la composition : pour une même composition en MS, un maïs aura une teneur en énergie de 3150 kcal/kg s'il contient 85% de MS et 3400 kcal/kg s'il en contient 92%. Dans une formule pour poulet de chair, les prix d'intérêt correspondants sont de 142FCFA et 160 FCFA ... Il est donc primordial d'avoir à la base une bonne idée de la teneur en humidité des matières premières utilisées. Cette mesure étant simple et peu onéreuse, elle peut être faite sur un nombre très important d'échantillons.

Les résultats analytiques obtenus doivent ensuite être traités statistiquement et comparés aux données présentes ailleurs (tables, littérature, ...) : quelques analyses ne font pas une table mais aident à l'améliorer.

3-5.3. Critères analytiques a prendre en compte

Toutes les matières premières disponibles présentent une **variabilité**, parfois forte, de composition. De plus, les mesures analytiques pouvant être pratiquées sont, comme toute mesure, accompagnées d'une certaine incertitude, avec un coefficient de variation pouvant aller de 1% (par exemple sur l'azote dans le meilleur des cas) à parfois 15 ou 20%. Une mesure isolée, fût elle réalisée dans les meilleures conditions possibles dans un laboratoire très performant, ne sera jamais représentative de sa catégorie. Il faut, dans la mesure du possible, s'attacher à collecter et synthétiser un maximum d'informations pour prétendre approcher une valeur moyenne réellement représentative. C'est pourquoi il est souvent préférable de compiler un nombre important de documents et de ne choisir que quelques analyses-clé à pratiquer, que de se lancer trop rapidement dans des mesures en grande quantité, qui n'apporteront pas forcément l'information escomptée.

Matière sèche

Cette mesure très simple (déterminée par un simple séchage à l'étuve à 103°C) est pour certaines matières premières un facteur de variation important des teneurs en nutriments utiles, forcément plus concentrés dans un produit plus sec. La MS conditionne de plus la conservation des matières premières et mérite à ce titre d'être surveillée. Certaines données sont connues au plan international (standards) mais ne correspondent pas forcément aux produits locaux : quelle est la teneur moyenne en MS du maïs malien ? Quelle est sa variabilité ? Il est dans ce cas probablement utile de faire des mesures, simples et peu onéreuses, sur un certain nombre de matières premières à différentes périodes de l'année. Ce paramètre peut également être directement mesuré par le fabricant d'aliment pour ajuster la valeur d'un lot dans sa matrice de formulation.
A noter que la comparaison entre différentes sources d'information sur la composition des matières premières (cf les présentes tables) gagne souvent à être effectuée sur une base MS pour s'affranchir de ce premier facteur de variation. Il suffit ensuite d'effectuer le calcul inverse sur la base d'une MS standard pour éditer les matrices de formulation.

Matière organique - cendres brutes

La teneur en cendres d'un végétal est généralement assez constante. Par contre, celle de certains sous produits végétaux ou animaux peut varier considérablement. Le problème rencontré à ce niveau est que le process industriel appliqué a une grande influence, mais surtout que des contaminations involontaires ou frauduleuses peuvent modifier totalement la quantité et la nature des minéraux présents dans la matière première. S'il est possible de compiler des sources d'information pour aboutir à une valeur moyenne « normale » dans des tables de composition, il est par contre totalement impossible de donner une idée du degré de pureté de chaque lot autrement que par la mesure directe des cendres (incinération à haute température) ou par la fidélité à un producteur fournissant une qualité relativement constante. Si ce n'est pas le cas, les minéraux, de la même manière que l'eau, viendront diluer les éléments nutritifs utiles et l'énergie de la ration ou auront même une action antinutitionnelle (effet abrasif de la silice) et il est donc nécessaire de corriger les valeurs standard par cette dilution. Ceci est d'autant plus important que, dans un certain nombre de cas, l'énergie métabolisable (EM) est estimée par une équation de prédiction prenant en compte le taux de cendres. Un biais dans la valeur de celui ci peut faire sortir l'équation de ses limites de validité et donc rendre les estimations de l'EM suspectes.

Azote et MAT

Les protéines (MAT= matières azotées totales) sont généralement estimées par la teneur en azote, multipliée par un coefficient de proportionnalité standard de 6,25. La teneur en protéines est affectée par la variété cultivée et les conditions de cultures (cas des végétaux), par les matières premières de départ (farines animales) et par les traitements industriels subis (tourteaux, farines animales, sous produits de meunerie, ...).
Un premier travail consiste donc à bien identifier si la matière première disponible est de même nature que celle décrite dans les tables internationales. Dans ce cas, les valeurs moyennes de ces tables

peuvent être utilisées. Par contre dans le cas de produits locaux dont les variétés, conditions de culture, process industriels diffèrent des standards occidentaux, il importe de procéder à un ajustement, à l'aide d'analyses disponibles localement, ou en pratiquant quelques contrôles sur les matières premières principales. La teneur en MAT est d'autant plus importante qu'elle sert bien souvent de donnée de base pour l'estimation des concentrations en acides aminés indispensables, et pour celle de la teneur en énergie métabolisable. De plus, la teneur en protéines est souvent une des contraintes utilisée en formulation, avec un coût de contrainte variant de 20 à 50% du coût de la formule (selon le rapport entre les prix des sources protéiques et énergétiques), ce qui montre bien l'importance de sa connaissance la plus précise possible pour parvenir à une optimisation cohérente.

Acides aminés

La connaissance de la teneur en acides aminés est indispensable à la formulation de régimes en aviculture, notamment dans le contexte sénégalais où le nombre de sources de protéines est limité et ne permet de réaliser l'équilibre des régimes que par l'ajout d'acides aminés de synthèse. Le coût important de ces derniers rend indispensable une estimation aussi précise que possible de la teneur en AA des matières premières disponibles.
Malheureusement, trois problèmes majeurs se posent : d'une part le coût de ces analyses est prohibitif (plus de 100000 FCFA / analyse), d'autre part elles ne peuvent actuellement pas être pratiquées au Sénégal, et enfin leur répétabilité n'est pas parfaite (CV= 5 à 10% dans un bon laboratoire). Or peu de dosages d'AA ont été réalisés sur des échantillons sénégalais, ce qui interdit l'utilisation de ces chiffres qui ne sauraient être considérés comme représentatifs.
La solution proposée est d'estimer la teneur en ces acides aminés d'après la teneur en MAT. En effet, si la teneur en MAT peut varier de façon importante, il n'en est généralement pas de même pour la nature des protéines de la matière première, et donc pour son profil en AA. Les avantages de cette technique sont un coût quasiment nul, la possibilité d'exploiter des sources importantes d'information internationale, et une meilleure représentativité : au lieu d'une valeur unique dont on ne connaît pas l'origine, l'estimation provient d'une compilation importante de données et elle est modulée par le taux de MAT ce qui n'est généralement pas le cas dans une table « figée ». En outre, les équations de prédiction peuvent être basées sur les différentes tables disponibles, et enrichies ultérieurement de nouvelles données locales ou internationales.

Des mesures d'AA peuvent néanmoins devoir être réalisées, sur de nouvelles matières premières peu connues, comme le tourteau de sésame par exemple ou encore sur des céréales dites « secondaires » comme certaines variétés de mils et sorghos. Dans ce cas, on peut conseiller de pratiquer ces analyses sur un échantillon constitué par un nombre important d'échantillons élémentaires : cet échantillon « moyen » a davantage de chances d'être représentatif de la matière première considérée.

Fibres, Polysaccharides non amylacés

Les fibres sont importantes dans l'alimentation des volailles car, n'étant pas (ou très peu) digérées, elles sont un facteur de dilution de l'énergie des régimes. L'idéal est, dans ces conditions, de prendre en compte l'ensemble des fibres, par la mesure du NDF (Neutral Detergent Fibre) ou, encore mieux, celle des parois insolubles (PAR, Carré et al.,1989). Mais ces dernières mesures sont rarement disponibles, et la répétabilité de leur détermination est souvent moindre que celle de la cellulose brute (CB). De plus, la relativement faible reproductibilité dès que les conditions de laboratoires ne sont pas idéales rend très difficile la comparaison inter-laboratoire pour ces mesures. Elles peuvent cependant être utiles au niveau de la recherche pour affiner l'évaluation de la valeur énergétique de certaines matières premières ou aliments.
Dans la majorité des cas, on se cantonnera donc à la prise en compte de CB, avec toutes les imperfections que l'on connaît mais qui présente l'avantage d'une utilisation universelle et ancienne. Pour le rassemblement d'information, les mêmes problèmes d'origine des matières premières que pour les MAT doivent être pris en compte : les nombreuses données internationales doivent être adaptées à la lumière des quelques informations disponibles sur place ou dans des conditions comparables. Souvent, quelques mesures suffisent à positionner la matière première dans une catégorie adaptée des tables internationales.

Il est parfois intéressant d'avoir une estimation du NDF ou de PAR. Si l'on a pas les moyens de faire assez de mesures pour obtenir un résultat fiable, une possibilité est de calculer **pour une matière première donnée** le rapport NDF/CB ou PAR/CB des tables classiques et d'estimer NDF et PAR dans les matières premières locales à partir de la seule connaissance de CB.

Matières grasses

Les matières grasses sont une source importante d'énergie, ce qui doit être considéré dans un contexte où le coût de la contrainte énergétique représente 50 à 70% du coût de l'aliment. Or les matières premières locales sont souvent plus riches en MG que celles des tables internationales, car les variétés à faible rendement (céréales notamment) ont souvent des teneurs en lipides supérieures. D'autre part, les process semi-industriels pour la fabrication d'huile ou de farines animales aboutissent souvent à des taux d'extraction inférieurs aux standards. Il faut donc trouver des estimations les plus fiables possibles de la teneur en MG, par la connaissance des process employés et par quelques analyses bien ciblées.

Minéraux majeurs : Ca et P

Les teneurs en Ca et P peuvent généralement être estimées d'après les tables internationales. L'ajout de calcaire ou de phosphates n'est pas très onéreux, et la précision de ces valeurs revêt donc une importance moindre que pour les autres éléments.
Le phosphore total étant une mauvaise approximation de la quantité réellement utilisée par l'animal, on raisonne souvent en phosphore « disponible ». Les mesures de disponibilité réelle du phosphore sont compliquées et peu précises : il est donc illusoire d'imaginer faire suffisamment de mesures sur les matières premières locales pour alimenter des tables fiables.
On sera donc amené à prendre les valeurs disponibles dans les tables internationales.
Pour affiner cette estimation, il est possible de calculer le rapport (Pdispo)/(Ptotal) des tables et appliquer ce coefficient à des mesures de Ptotal, réalisables au Sénégal.
En l'absence de ces informations, on peut retenir une disponibilité du phosphore :
- de 10 à 60% pour les végétaux, avec une moyenne de 30%
- de 60 à 90% pour les produits d'origine animale, avec une moyenne de 80%
- de 85 à 100% pour les phosphates de synthèse, avec une moyenne de 90-95%
- une teneur très variable pour les phosphates naturels, pour lesquels davantage d'information est nécessaire. En l'absence de cette information, on pourra retenir une valeur de 30% à 40%.

Energie métabolisable

La mesure directe de l'EM est lourde, et nécessite un grand nombre d'analyses très précises sur les matières premières et les fientes des animaux. Il n'est pas possible de pratiquer cette analyse à grande échelle sans des moyens très importants, même si on peut envisager de tester quelques matières premières pour des vérifications.
Pour la plupart des matières premières, des valeurs existent dans les tables internationales, mais concernent bien évidemment des matières premières sensiblement différentes de celles qui sont disponibles localement. Il est donc la plupart du temps indispensable d'utiliser des équations de prédiction qui tiennent compte des différences de composition chimique. Certaines précautions doivent absolument être prises. On peut faire les remarques suivantes :

◆ Un certain nombre d'équations ont été établies pour des matières premières ou familles de matières premières (ex : Janssen 1988). Sous réserve de vérifier que leur domaine d'application s'étend à la matière première que l'on souhaite évaluer, ces équations sont très précieuses. Il faut bien évidemment être très vigilant sur l'emploi des unités: expression en Kcal ou KJ, sur matière brute ou sèche, avec des paramètres en p.100 ou en g/kg. Ces « détails » peuvent avoir des répercussions dramatiques sur les résultats s'ils ne sont pas attentivement vérifiés !

◆ Certaines équations de prédiction concernent les aliments manufacturés et non les matières premières. Elles peuvent être très utiles dans le cadre d'un contrôle de qualité d'une provenderie, mais **ne doivent absolument pas être utilisées pour des matières premières individuelles**, sous peine de prédictions fantaisistes. Même dans le cas d'aliments composés, ces équations doivent être

considérées avec circonspection lorsque l'aliment sort des standards sur lesquels elles ont été établies. C'est le cas avec des aliments composés renfermant des matières premières atypiques dans les pays occidentaux (tourteaux tropicaux secondaires, ...).

◆ Enfin on peut utiliser une prédiction par des équations basées sur la teneur en nutriments digestibles (MAT, MG, ENA ou amidon, éventuellement fibres) si ces données sont disponibles (ex : CVB, 1991).

3-5.4. Evolution et maintenance du référentiel

Une table des matières premières doit être une base à partir de laquelle on crée une matrice de formulation. Celle ci est obtenue :

◆ En rapportant les données à la matière brute (sur la base de laquelle la formulation est réalisée). On note encore une fois l'importance de la bonne connaissance de la teneur en MS des produits utilisés.

◆ En référençant de nouvelles matières premières ou catégories. Si un nouveau stock de maïs est disponible tous les 6 mois, il est intéressant de connaître sa valeur de façon précise et donc de procéder à son arrivée à une analyse de contrôle.

◆ En introduisant les prix des matières premières. Ces prix variant en fonction de l'offre et de la saison, ils doivent être actualisés régulièrement pour permettre une optimisation économique. Ceci est du ressort de chaque fabricant, d'un observatoire lié à une structure interprofessionnelle (fabricants, producteurs, ...) ou d'une structure pratiquant la formulation en prestation de service.

De plus le référentiel de base doit être régulièrement actualisé, au fur et à mesure de la disponibilité de nouvelles matières premières ou de nouvelles données analytiques : cette maintenance est indispensable à la pérennité de la base de données. Cette mise à jour est onéreuse si un grand nombre d'analyses doit être pratiqué spécifiquement dans ce but, mais elle est plus facile si le laboratoire a une activité de prestation de service qui lui procure des résultats « gratuits », ou s'il anime un réseau de comparaison de laboratoires dans lequel il fait passer des matières premières et aliments qu'il choisit.

4. PERSPECTIVES et CONCLUSIONS : comment répondre aux besoins de la filière avicole ?

4.1 Capacité nationale d'analyse des aliments du bétail

Le besoin analytique est évident. Il était donc prévu dans le cadre de cette mission d'évaluer la capacité d'analyse du laboratoire du LNERV/ISRA pour répondre aux besoins de la filière avicole (caractérisation des matières premières, contrôle de la qualité des aliments).

Il a été fait état d'un premier diagnostic portant sur 10 aliments mis sur le marché. Ce diagnostic a été réalisé partiellement au LNERV/ISRA en 1995 et 1996 et partiellement sur la base d'analyses effectuées à l'UFAC (acides aminés) en France. Il a fait ressortir la forte hétérogénéité des aliments commercialisés et une déficience chronique, mais d'ampleur variable, en lysine.

La poursuite et le développement de ce type d'activité nécessite une activité analytique continue, fiable, animée par des objectifs techniques constamment actualisés avec les opérateurs de la filière.
Elle exige aussi une garantie sur l'obtention rapide (quelques jours, voire quelques heures dans certains cas) de résultats nécessaires à la prise de décision (achats, formulation).

Malheureusement force est de constater que la poursuite des activités du laboratoire du LNERV/ISRA relève des "acrobaties volontaristes" de son personnel par ailleurs suffisamment doté en moyens humains (deux chercheurs, un responsable de laboratoire, un agent de maîtrise, plusieurs techniciens).

En effet, nous avons dû constater au cours de la mission :

◆ que des locaux réhabilités existent mais ne sont pas réceptionnés,

◆ que les équipements de base pour les analyses élémentaires sont anciens (pour certains antérieurs à 1980) et souvent d'une grande vétusté, y compris pour les matériels les plus élémentaires (étuve, four, ...). Une liste indicative est donnée en annexe 10.

◆ que ces équipements sont placés dans des locaux de fortune

◆ que certaines analyses sont effectuées dans des conditions ne correspondant pas aux exigences minimales de protection des personnes et peu favorables à la précision des résultats (ce point n'a pas été étudié)

Le paradoxe est que ce laboratoire a reçu par ailleurs une dotation importante d'équipements mais pour des analyses ne correspondant pas aux besoins les plus immédiats de la caractérisation des aliments. Les renouvellements indispensables étaient pourtant prévus, mais ils ont été sacrifiés lors d'une réduction de l'enveloppe budgétaire octroyée.

L'évolution souhaitable de cette situation de blocage comprend :

◆ la réintégration des laboratoires,

◆ un inventaire détaillé des équipements existants avec une appréciation précise de leur vétusté et de leur possible réhabilitation

◆ un inventaire des équipements neufs nécessitant des accessoires, ou des accessoires présents sans le corps principal (VAPODEST pour l'azote, par exemple) ou un minimum de formation (calorimétrie)

◆ au vu de ce qui précède une évaluation des besoins de renouvellement minima pour reprendre une activité continue et sécurisée.

Par ailleurs, compte tenu de l'état actuel de la demande analytique (qui sera stimulée par la professionnalisation de la filière) et de l'existence de 8 à 10 laboratoires à Dakar (voir annexe 10) et d'autres dans les régions il est recommandé d'avoir une approche globale au niveau du pays des besoins d'équipement les plus coûteux (oligo-éléments, acides aminés, éventuellement spectrométrie dans le proche infrarouge).

Enfin, il est recommandé, dès lors que les laboratoires auront un fonctionnement normal, d'organiser une chaîne de contrôle d'analyse pour la garantie des résultats d'autant plus que dans certains cas ils pourront avoir des incidences commerciales voire pénales. L'organisation de cette chaîne de contrôle par l'ISRA présenterait plusieurs avantages :

◆ Contact technique permanent avec les autres laboratoires
◆ Rôle d'animation technique et scientifique stimulant pour l'ISRA
◆ Obtention de données fiables sur les échantillons analysés dans le cadre de cette chaîne permettant d'alimenter une base de données à moindre coût.

4.2. Autres besoins

L'approche technico-économique de l'alimentation des volailles conduit inéluctablement à s'interroger sur l'environnement global de la composante principale du prix de revient des produits avicoles, l'aliment. Les quelques réflexions-questions ci-dessous ne prétendent pas proposer des solutions aux problèmes qui sont discutés par ailleurs. Elles ont pour seul objectif de montrer le lien fort qu'il y a entre l'organisation de services d'appui efficaces et la gestion des contraintes techniques et économiques à la production.

◆ besoin en information de base : tables de composition des aliments, besoins des animaux, surveillance de l'évolution de ces caractéristiques

◆ besoin de diffusion / information / vulgarisation en direction de l'ensemble des opérateurs de la filière

◆ cadre législatif de maîtrise de la qualité

◆ sécurisation de l'approvisionnement (régulation du marché intérieur) en matières premières de qualité pour l'alimentation animale

Les besoins concernent prioritairement les acteurs suivants :

◆ approvisionnements, cadre réglementaire : pouvoirs publics. Cependant des organisations professionnelles peuvent assumer une bonne partie de ce rôle si elles sont bien organisées en groupe de pression et de négociation

◆ service public de création et maintenance de la connaissance scientifique et de référentiels technico-économiques (tables, méthodes d'optimisation de la formulation et de suivi technico-économique des élevages) : établissements de recherche et d'enseignement dans le cadre d'objectifs contractualisés. Encore une fois, si la mission du service public doit être définie par l'Etat, une partie de ses actions peut être basée sur des contrats avec des opérateurs professionnels ou interprofessionnels.

◆ laboratoires de service et de contrôle : public et/ou privé dans le cadre d'une contractualisation avec l'état (contrôle) et avec les organisations professionnelles (conseil) ?

◆ vulgarisation, etc : encouragement du service public à la profession par la mise à disposition de celle-ci de l'information et de la compétence d'un encadrement scientifique et technique adapté (plus, pour l'instant, que par le financement d'une « interprofession » dont le malaise prolongé freine gravement la mise en place d'un réel service) ?

Il apparaît prioritaire de définir les contours des missions d'un service public, en lui assurant :

◆ une continuité d'action par une lettre de mission en matière de recherche appliquée, de service et de formation

◆ des moyens (laboratoires, ressources humaines ...) en adéquation avec le contenu précis de la lettre de mission

◆ un mandat d'animation national des structures de recherche, de développement et de formation susceptibles de contribuer à la réalisation des objectifs définis pour la filière avicole.

◆ la définition précise et concertée des charges incombant à l'Etat et celles relevant de la filière. Il semble que la définition et la mise en place d'un contrôle répressif de protection des opérateurs et utilisateurs sera facilitée par une organisation efficace du conseil technique à tous les échelons de la filière.

Références bibliographiques

AFZ, 1997. IO7, table informatisée de la composition chimique et de la valeur alimentaire des matières premières utilisées en alimentation animale. AFZ- La banque de données de l'alimentation animale, Paris.

Carré, B. et Brillouet, J.M., 1989. Determination of water-insoluble cell walls in feeds : interlaboratory study. J. Assoc. Off. Anal. Chem, 72: 463-467.

CVB, 1991. Veevoedertabel. Centraal veevoederbureau, Lelystad, NL,

FAO, 1995. Le sorgho et les mils dans la nutrition humaine. Collection Alimentation et nutrition, FAO, Rome, n°27.198pp.

Grillet, C., 1992. Les tourteaux de coprah et de palmiste : composition, valeur alimentaire, dégradabilité. Mémoire de mastère « Sciences et Techniques des Productions Animales », ENSAM, Rennes, 126 pp.

INRA, 1984. L'alimentation des animaux monogastriques : porc, lapin, volailles. INRA éditions, Paris, 282pp.

ITCF, Eurolysine, 1995. Ileal digestibility of amino acids in feedstuffs, ITCF, Paris, 52pp.

ITP, 1996. Tables d'alimentation pour les porcs, ITP, Paris, 30pp.

Janssen, W.M.M.A., 1988. European table of energy values for poultry feestuffs. 101pp.

Larbier, M. et Leclerc, B., 1992. Nutrition et alimentation des volailles. INRA éditions, Paris, 355pp.

Le Grand, D. 1989. Les sous produits des céréales : composition chimique et valeur énergétique des sons de maïs, mil, sorgho. Mémoire de DESS « Productions Animales en Régions Chaudes », IEMVT, Maison Alfort, 82 pp.

Llorca, A. 1995. Les issues de riz, les sons de mil et de maïs, les tourteaux d'arachides et les farines de poissons du Sénégal. Mémoire de DESS. CIRAD-EMVT, Montpellier, 57pp + annexes.

Rhône Poulenc Animan Nutrition, 1993. « Rhodimet » nutrition guide : Formulation des aliments en acides aminés digestibles. Rhône Poulenc, Antony (France), 55pp.

Widyobroto, B.P., 1989. Valeur alimentaire des issues de riz distribuées aux animaux domestiques. Mémoire de DEA, ENSA Rennes, 118pp.

Zouré, G.M.H., 1991. Les tourteaux de coton : composition, valeur alimentaire, dégradabilité des matières azotées. Mémoire de DAA « Sciences et Techniques de Productions Animales » ENSA Rennes, 203 pp.

ANNEXES

Annexe 1

Programme de la mission et personnes rencontrées

Mission d'appui au PRODEC

6 - 15 janvier 1998

Programme de la Mission et personnes rencontrées

La mission a été organisée par Mr JF Dayon (PRODEC) et Mme M. Cissé (ISRA), qui ont en outre assisté à la plupart des rendez vous et visites. Mr E. Cardinale (CIRAD) a également activement participé à la mission.

Mardi 6 janvier

- *matin*

* Entretien avec Mr A. Gueye, directeur des productions animales à l'ISRA
* Réunion avec Mr JF Dayon (PRODEC), Mme M. Cissé (ISRA), Mr E. Cardinale (CIRAD), Mr A. Ickowicz (CIRAD) : précision des termes de références et du déroulement prévisionnel de la mission.
* Visite du laboratoire d'alimentation de l'ISRA/LNERV à Hann

- *après midi*

* DIREL-PRODEC : entretien avec Mr JP Pradère, Mr S. Diouf, Mme Bousso
* MCAC : entretien avec P. Chartier

Mercredi 7 janvier

* Visite MDA : Mr L. Faye / CNA : Mr M. Mbaguidi
* Visite Complexe avicole de M'Bao : Mr Cama
* Visite SENDIS : Mr A. Diop
* Visite SODAVI : Mr Y. Mondou
* Visite SEDIMA : Mr Sall, Mr B. Doyen

Départ de HG pour Saint Louis

Jeudi 8 janvier

* Visite Afric Azote : M. D. Pizzano
* Visite Mme Bakhazi, éleveur pondeuse / fabricante à Sébikotane
* Visite GART Thiès : Mr Y. Cissé (président) et l'équipe dirigeante
* Visite ENSA Thiès : Mr A. Dieng
* Visite GRDT Thiès : Mr H. Gueye, Mr M. Faye

Vendredi 9 janvier

* Visite ESP : visite du laboratoire
* Visite EISMV
  laboratoire d'alimentation : Mr Missohou
  DAF : Mr JP Laporte
* Préparation de la réunion du samedi 10

Samedi 10 janvier

* Réunion d'information sur la qualité des aliments pour les éleveurs à la MDA
* Visite des installations avicoles de la ferme de l'ISRA à Sangalcam

Dimanche 11 janvier

* Etude de la documentation mise à disposition par l'ISRA
* Rédaction du CR de la réunion du 10 janvier

Lundi 12 janvier

* Visite Sénégal Protéines : Mr M. Nguer
* Préparation de la réunion du Mercredi 14
* Entretien avec Mr I. Ly, technicien au laboratoire
* Entretien avec Mme S. Fall, responsable du laboratoire

Mardi 13 janvier

* Exploitation des données ISRA-PRODEC en vue de la préparation de la réunion du 14/01 et pour la constitution du référentiel MP
* Retour HG de Saint Louis
* Entretien DS ISRA : Mr JP Ndiaye, avec Mr A.Gueye

Mercredi 14 janvier

* Réunion d'information sur la gestion de la qualité de la production d'aliments
* Entretien au laboratoire avec Mme S. Fall et Mme N.S. Ndieye

Jeudi 15 janvier

* Réunion de restitution de la mission, DIREL/PRODEC
* Entretien avec Mr. A. Gueye
* Entretien avec Mr Messager (CIRAD)
* Départ D. Bastianelli et H. Guerin

Annexe 2

Compte rendu de la journée du 10 janvier 1998

PRODEC - CNA

Réunion avec les aviculteurs de la région de Dakar et Thiès

Qualité des aliments : analyse et enjeux

10 janvier 1998

COMPTE RENDU

Cette réunion a eu lieu le samedi 10 janvier, de 10h à 14h, dans les locaux de la MDA à M'Bao. Environ 40 personnes étaient présentes malgré des difficultés d'organisations de la réunion et de l'information sur sa tenue. En particulier étaient présents
Dr. DIOUF (PRODEC)
Dr BOUSSO (PRODEC)
Mr M BAGUIDI (CNA)
Dr TRAORE, ex directeur de la MDA
Ainsi que les intervenants
Dr M. CISSE (ISRA)
Dr JF DAYON (PRODEC)
Dr D. BASTIANELLI (CIRAD-EMVT)

INTRODUCTION (JF DAYON)

Après avoir resitué les différentes actions menées par le PRODEC sur l'alimentation et la pathologie aviaire, JF Dayon a mis l'accent sur l'importance de la maîtrise de la qualité de l'aliment, et sur ces répercussions sur la rentabilité des élevages. Les actions de recherches liées à ce thème ont été confiées au LNERV de L'ISRA et mises en oeuvre par le Dr Cissé. Le PRODEC n'étant pas une structure pérenne (fin en 1998), il est apparu important de faire un point complet de la situation actuelle et de pouvoir proposer un cadre de base pour une gestion minimale de la qualité des aliments. C'est l'objet de la mission d'appui actuelle du CIRAD- EMVT, menée par D. Bastianelli et H. Guerin.

I- VARIABILITE DES ALIMENTS DU COMMERCE

I.1. Description de cette variabilité (M. CISSE)

La qualité de l'aliment utilisé a des répercussions importantes sur les résultats en élevage, puisque l'alimentation représente environ 70% des coûts de production en aviculture. Malheureusement, il n'est généralement pas possible a priori de connaître cette qualité lors de l'achat de l'aliment, mais seulement après l'avoir distribué et observé les performances. Ceci est dû à une absence totale de contrôle officiel des aliments, qui était initialement prévu mais n'a pas été mis en oeuvre.
Dans ce contexte, des expériences ont été conduites par l'ISRA pour caractériser la variabilité des aliments mis sur le marché de DAKAR. Des précautions ont été prises pour que l'échantillonnage soit représentatif, et que la confidentialité de l'origine des échantillons soit maintenue, puisque l'ISRA a un rôle de structure neutre, et ne pourrait procéder à des analyses nominatives que si elle était mandatée par l'extérieur (structure officielle ou professionnelle).

Une première expérience a consisté à faire un échantillonnage des aliments provenant des différents fabricants et à analyser simplement leur composition chimique. La comparaison des résultats obtenus aux normes d'alimentation prouve que bien souvent des carences sont présentes. Les carences les plus préoccupantes concernent les acides aminés les plus limitants (LYS et MET), ainsi que le calcium

chez la pondeuse. Il est remarquable de noter que la variabilité des aliments analysés est extrêmement importante, et qu'il existe sur la place de Dakar des aliments corrects à côté d'aliments mal formulés.

I-2. Causes de cette variabilité (D. BASTIANELLI)

Pour comprendre l'origine de ces variations, il est intéressant de comprendre comment fonctionne un fabricant d'aliment. Si la technologie employée pour la fabrication d'une farine (broyage + mélange) est assez simple, le point clé de la fabrication d'un bon aliment est sans aucun doute la formulation de cet aliment.
La formulation correspond à une optimisation technique et économique du mélange des matières premières. L'optimisation technique nécessite la connaissance précise des besoins des animaux (et éventuellement la variation de ces besoins au cours de l'année), et des éléments apportés par chacune des matières premières. Or il est remarquable de noter que la valeur alimentaire des matières premières peut varier considérablement selon l'origine du lot, la variété utilisée, les traitements technologiques subis, la conservation, etc... Il est donc dangereux de considérer une valeur unique pour chaque matière première, sans tenir compte de son origine. Par exemple, une formule tout à fait correcte lorsqu'elle est réalisée avec de bonnes matières premières peut s'avérer largement carencée si le même mélange est pratiqué avec des matières premières de moindre qualité.
L'optimisation économique doit permettre de trouver le mélange qui satisfasse les animaux au meilleur prix. Il est toutefois essentiel que les besoins soient respectés, notamment en évitant d'utiliser des intrants moins chers mais de moins bonne qualité (en particulier le CMV), ou en sous dosant les acides aminés de synthèse qui sont chers mais sont la clé de la qualité de l'aliment.

I-3. Discussion sur les points précédents

La discussion a notamment porté sur les points suivants
- Adaptation de l'aliment aux périodes chaudes
- Techniques d'élevage : importance du matériel utilisé, de la fourniture adaptée d'une eau de boisson saine, des choix possibles en matière de programmes lumineux pour favoriser une consommation nocturne de l'aliment.

II- CONSEQUENCES SUR LES RESULTATS TECHNIQUES ET ECONOMIQUES

II-1. Effets des différences de composition de l'aliment sur les performances (M. CISSE)

L'ISRA a approfondi ses expériences sur la qualité des aliments du commerce en pratiquant des tests de croissance des animaux en station expérimentale avec des aliments provenant de différents fabricants, et achetés chez des revendeurs pour assurer que l'expérience ne soit pas biaisée.

Il n'est pas surprenant de constater que les différences de compositions constatées précédemment aboutissent à des performances très variables : pour ne citer qu'un chiffre les poids vifs à 42 jours s'échelonnent de 639g à 1672g. Ces différences considérables aboutissent bien entendu à des rentabilités variables pour l'éleveur. Ainsi une simulation économique de la marge sur le coût alimentaire a été réalisée. Le bénéfice final, tenant compte des autres charges, sera négatif avec certains aliments.

Pour aller plus loin dans ces expériences, l'ISRA a testé l'influence de la supplémentation en LYS, MET et/ou Huile sur les performances de croissance et les marges sur coût alimentaire. Les effets de la supplémentation en LYS de synthèse sont spectaculaires tant au plan technique qu'économique, ce qui prouve que l'aliment vendu était initialement largement carencé en cet élément. Par contre, malgré des performances légèrement meilleures, la supplémentation en MET ou en huile n'apporte pas de réel bénéfice économique.

D'autres expériences réalisées par l'ISRA dans le cadre du PRODEC ont été réalisées et sont en cours de traitement.

II-2. Evaluation technico-économique d'un aliment (D. BASTIANELLI)

Les expériences scientifiques effectuées par l'ISRA montrent l'ampleur des variations de performances avec des aliments de qualité différentes. Il est donc essentiel de considérer le rapport qualité/prix d'un aliment et non pas son prix seul : des simulations simples montrent bien qu'un aliment légèrement plus cher peut être beaucoup plus rentable s'il aboutit à des performances meilleures. Un exemple concernant le niveau de lysine dans un aliment de ponte est analysé : un écart de 2 g/kg de lysine dans l'aliment peut faire passer les performances de 85% de ponte à environ 30% de ponte. Pourtant l'écart de prix entre ces deux aliment n'est que de quelques francs CFA par kg.

Au niveau de l'aviculteur, l'estimation de ce rapport qualité/prix ne peut être effectué que par une comparaison entre les performances obtenues et le bénéfice dégagé. Il est donc tout à fait essentiel qu'un enregistrement très rigoureux des performances de l'élevage (taux de ponte, croissance des animaux, mortalité) soit effectué.

De la part d'un fabricant d'aliment, pour garantir de la bonne qualité à ses clients, il faut :
- Savoir bien s'approvisionner : acheter de bonnes matières premières
- Bien formuler l'aliment : adapter ses formules aux besoins des animaux et aux caractéristiques des matières premières utilisées
- Vérifier sa production
    par des essais (dans sa propre ferme ou chez des éleveurs)
    par des analyses dans des laboratoires
- Utiliser un bon CMV, même s'il est un peu plus cher, et ne pas réduire les quantités de LYS et MET ajoutées.

II-3. Discussion sur les points précédents

La discussion a notamment porté sur la qualité des aliments proposés. Il a bien été précisé que nous ne recommandons absolument pas l'ajout de LYS par l'éleveur, mais que ces expériences avaient pour but de prouver scientifiquement les carences dans cet élément. Il faut au contraire obliger le fabricant à travailler le mieux possible.

III- STRATEGIES DES PRODUCTEURS

III-1. Exploration des stratégies possibles (D. BASTIANELLI)

La grande majorité des fabricants souhaite une législation coercitive sur la qualité des aliments commercialisés, avec un contrôle officiel régulier. Des projets de ce type ont vu le jour mais ne paraissent pas devoir aboutir à cour terme. D'autre part, il faut bien préciser que ce n'est pas le rôle de l'ISRA, structure neutre, de prendre l'initiative de tels contrôles. L'ISRA ne peut agir que sous le mandat d'une structure officielle ou professionnelle. Dans ces conditions, les moyens d'action des aviculteurs sont principalement les suivants :

Fabrication d'aliments
La tentation est parfois grande de fabriquer son propre aliment, individuellement ou en se regroupant. Si les résultats obtenus peuvent être temporairement satisfaisants, plusieurs difficultés peuvent poser de grands problèmes : d'abord la nécessité d'un apport important en investissement et stock; ensuite la régularité de l'approvisionnement en intrants. De plus, une petite structure risque d'être fragile dans le cas de vols, problèmes financiers, problèmes techniques, ... Vu le niveau fort du prix actuel des

matières premières, cette solution est probablement très risquée à mettre en oeuvre, et ne doit être envisagée qu'après des études techniques et économiques très sérieuses.

Analyse des provendes du commerce
L'aviculteur a aujourd'hui le choix entre différents fabricants, qui proposent des aliments de qualité variable à des prix variables. On a vu que l'aliment le moins cher n'est pas forcément le plus avantageux. Puisque les pouvoirs publics ne contrôlent pas la qualité des provendes, ceci peut être pris en charge par les aviculteurs eux même. Le prix d'une analyse (env. 25000 FCFA pour les données de base, 40000 FCFA pour la LYS) est très cher pour un aviculteur individuel. Par contre, pour un groupement qui utilise 50 tonnes/ mois, cela peut faire un coût de 2 FCFA par kilo ... c'est bien peu cher pour garantir la qualité de l'aliment ! C'est encore moins cher si le regroupement est plus important, car on obtient de meilleurs prix (réduction de 3% sur l'aliment).

Contractualisation
Dans le cadre d'un regroupement d'aviculteurs, on peut aussi discuter avec le fabricant avec une position beaucoup plus forte : on peut par exemple lui acheter son aliment seulement s'il garantit (factures à l'appui) qu'il utilise un bon CMV et qu'il fait pratiquer des analyses régulièrement. S'il manque à son devoir, on peut toujours aller voir un autre fabricant puisqu'on a la chance d'en avoir plusieurs sur Dakar.

III-2. Fonction des différents intervenants de la filière (JF DAYON)

Ce thème du regroupement a été repris et précisé par JF Dayon qui a bien mis en évidence l'intérêt de la concertation la plus large possible dans la filière, pour le bénéfice de tous. Malgré absence d'un contrôle officiel effectif sur aliment et les poussins commercialisés au Sénégal, une structure interprofessionnelle motivée peut bénéficier à l'ensemble de la profession par :
- de l'information technique sur l'élevage
- des sessions de formation en pathologie, alimentation, économie, ...
- un appui aussi bien auprès des aviculteurs et des groupements que des industriels pour les engager sur une voie de professionnalisme accru

Ces objectifs ont été ceux du PRODEC, et certains ont pu être atteints avec efficacité. Il reste beaucoup de choses à faire, et notamment dans la diffusion des résultats et de l'information. Le relais du PRODEC doit être efficacement pris par une interprofession motivée par la réussite de la filière dans son ensemble

III-3. Discussion générale

La discussion a notamment porté sur les matières premières utilisées et les alternatives possibles. Le Dr M. Cissé a précisé que des essais avaient montré que le remplacement total du maïs par du mil et du sorgho était possible avec une formulation adaptée.
D'autre part des économies de tourteau d'arachide ou de maïs peuvent être faites en remplaçant en permanence une partie de ces produits par une petite quantité de tourteau de coton ou de sorgho respectivement. Là encore, il est essentiel de recalculer les formules pour bien répondre aux besoins des animaux.

CONCLUSION (JF DAYON)

Le Dr Dayon a dressé un rapide bilan des conclusions et remercié les participants au nom des organisateurs de cette réunion.

Annexe 3

Compte rendu de la journée du 14 janvier 1998

PRODEC

Journée d'information pour les professionnels des industries avicoles

Gestion de la qualité des aliments pour volailles

14 janvier 1998

COMPTE RENDU

Cette réunion a eu lieu le mercredi 14 janvier 1998, en présence des principaux intervenants des filières de l'alimentation avicole : fabricants d'aliments, fournisseurs de matières premières, chercheurs. En tout plus d'une trentaine de personnes qui ont activement pris part aux discussions après des exposés réalisés par M. Cissé et D. Bastianelli.

INTRODUCTION (JF Dayon, PRODEC)

La qualité des aliments est un point qui préoccupe beaucoup les aviculteurs, et qui conditionne largement la réussite de la filière de production sénégalaise. A ce titre le PRODEC a lancé un certain nombre d'initiatives dont la présente réunion constitue une restitution : demande à l'ISRA de créer un référentiel, et de faire un certain nombre d'enquêtes et d'expérimentations, et appui récent (mission Bastianelli / Guerin) du CIRAD-EMVT pour finaliser le référentiel.

I- QUALITE DES ALIMENTS DU COMMERCE (M. Cissé, ISRA)

I.1. Description de la variabilité de composition des aliments

Caractérisation de la variabilité de la composition proximale des aliments du commerce : résultats expérimentaux. L'importance de la qualité des aliments commercialisés a conduit l'ISRA à évaluer la qualité des aliments mis sur le commerce. Cette qualité est très variable, et peut expliquer en grande partie la disparité des résultats techniques obtenus.

I-2. Effets des différences de composition de l'aliment sur les performances

De la même façon, des aliments du commerce ont été testés sur poulet de chair pour bien mettre en évidence la relation qualité / performances. Sans surprise, les aliments déficients en éléments nutritifs majeurs ont donné des résultats médiocres. Les acides aminés ont paru particulièrement limitants. Des simulations économiques montrent bien que le coût légèrement plus haut d'un aliment convenablement complémenté est compensé par les performances obtenues. Des questions subsistent encore sur le mode de calcul de l'énergie métabolisable des aliments (choix et application des équations de prédictions), et sur l'estimation des besoins des animaux.

I-3. Discussion sur les points précédents

La discussion a porté sur les relations avec les fabricants d'aliment : la confidentialité avait été garantie pour des raisons évidentes (l'ISRA n'a pas une mission de censure mais de description de l'existant), mais certains industriels auraient souhaité obtenir leurs propres résultats pour se situer. Ils sont demandeurs de contrôle et de conseils pour la formulation.
Les modalités expérimentales ont été également abordées : absence de sexage des animaux, effet du climat, apport de vitamines, ...

II- ELABORATION DE LA QUALITE DES ALIMENTS (D. Bastianelli, CIRAD)

II-1. Variabilité des matières premières employées

Les matières premières disponibles au Sénégal pour l'alimentation des animaux sont en nombre limité. L'effort pour produire un aliment de qualité passe donc par une bonne connaissance de ces matières premières, de leur composition et des causes de sa variabilité. Un même mélange de MP a une valeur différente selon la qualité des MP employées : la connaissance de la composition moyenne des MP disponibles et de sa variabilité est primordiale.

II-2. Facteurs de variation des besoins des animaux

Les animaux n'ont pas des besoins constants : ils dépendent des souches (généralement connues), mais aussi du stade de production et des conditions climatiques. Il est donc essentiel de pouvoir proposer des formules adaptées à la réalité du terrain. D'autre part, un animal peut être satisfait avec des régimes de densité énergétique différente, si les autres nutriments sont concentrés / dilués en proportion. Il faut donc chercher quel régime correspond à la « calorie moins chère » non en g / kg mais en g / jour. C'est particulièrement vrai pour les poules pondeuses qui peuvent se satisfaire de régimes relativement dilués en énergie, si on en distribue une quantité suffisante.

II-3. La formulation : une méthode de travail, des outils variés

La formulation rationnelle des aliments permet de produire un aliment de qualité, et en même temps de réaliser des économies substantielles. L'ensemble des acteurs de la filière gagne largement à la diffusion de son emploi. Les principes de la formulation et les outils informatiques ont été présentés. A un principe mathématique (la programmation linéaire) peuvent correspondre plusieurs outils (tableurs, logiciels spécialisés, ...) qui apporteront la même information si on les utilise correctement. Davantage que d'un outil spécifique, la formulation est une affaire d'opérateur qualifié.

II-4. Rôle du laboratoire d'analyses

L'analyse des MP et des aliments permet de piloter de façon plus fine la production. Elle permet au fabricant de garantir la qualité de son produit ... ou au client de la surveiller. Cette surveillance peut être officielle ou, à défaut, interprofessionnelle : un fabricant qui sait que son produit est contrôlé tendra à améliorer sa fabrication sans d'autre méthode répressive que la peur de perdre ses clients. Le laboratoire d'analyse a donc un rôle clé à jouer; il faut pour cela qu'il soit neutre et fiable.

II-5. Discussion sur les points précédents

CONCLUSION (JF Dayon, PRODEC)

La conclusion de cette journée a notamment porté sur l'importance de l'implication des fabricants dans le fonctionnement de la filière avicole.

Exemple de recommandation pour la poule en ponte

en fonction de la température ambiante

		APPORTS par jour		APPORTS 20°C			APPORTS 30°C		
besoin EM			Kcal/j	320	320	320	280	280	280
EM			Kcal/kg	2500	2700	2900	2500	2700	2900
consommation			g/j	128	119	110	112	104	97
Protéines	g/j	17.8	%	13.91	15.02	16.13	15.89	17.16	18.44
LYS	g/j	0.84	%	0.66	0.71	0.76	0.75	0.81	0.87
MET	g/j	0.38	%	0.30	0.32	0.34	0.34	0.37	0.39
TRP	g/j	0.18	%	0.14	0.15	0.16	0.16	0.17	0.19
MG			%						
Ca	g/j	4.3	%	3.36	3.63	3.90	3.84	4.15	4.45
P	g/j	0.7	%	0.55	0.59	0.63	0.63	0.68	0.73
CB	minimum		%	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00

NB: le besoin énergétique diminue de 3 à 4 °C par degré supplémentaire

Annexe 4

Tables de composition et valeur alimentaire
sur la base de la matière sèche

Données exprimées sur matière sèche

		Riz farine basse industrielle	**Riz** son fin et f. basse	**Riz** son mélangé	**Riz** son fort	**Maïs** standard	**Maïs** local	**Sorgho** africain pauvre T	**Sorgho** africain riche T
Sources principales		IO7 calculs	EMVT calculs	EMVT calculs	EMVT calculs	IO7 calculs	EMVT, IO7 Tables calculs	EMVT ICRISAT IO7, divers	EMVT ICRISAT IO7, divers
MS	**g/kg brut**	894.2	899	900	917.1	865	902	907	907
CB	**g/kg MS**	83.2	93.2	177	314.1	24.5	24.6	25.4	25.4
ADF	**g/kg MS**	96.1	107.7	195	357.7	30.4	30.5	42.6	42.6
NDF	**g/kg MS**	202.8	227.2	350	494.3	121.1	121.6	104	104
MAT	**g/kg MS**	157.3	139.2	112	64.5	100.2	107.6	112.4	112.4
LYS	**g/kg MS**	7.4	6.6	5.3	3	2.92	3.13	2.65	2.65
MET	**g/kg MS**	3.6	3.1	2.5	1.5	2.1	2.26	1.91	1.91
AAS	**g/kg MS**	6.8	6	4.8	2.8	4.5	4.83	4.05	4.05
THR	**g/kg MS**	6	5.3	4.3	2.4	3.54	3.8	3.85	3.85
TRY	**g/kg MS**	1.8	1.6	1.3	0.7	0.74	0.8	1.16	1.16
MG	**g/kg MS**	169.1	133.6	97	49.2	44.4	51.7	33.3	33.3
ENA	**g/kg MS**	510.7	530.3	474	377.2	816.2	800.1	803.2	803.2
MM	**g/kg MS**	79.7	103.7	140	195	14.7	16	25.7	25.7
Ca	**g/kg MS**	1	1.1	0.8	1.1	0.45	0.3	0.3	0.3
P Total	**g/kg MS**	18.8	15.5	9.7	5.1	2.6	3.6	3.2	3.2
P Dispo	**g/kg MS**	1.88	1.55	0.97	0.51	0.48	0.66	0.55	0.55
EMA	**kcal/kg MS**	3252.5	3026.3	2202	947.5	3782	3811	3629	3254
estimée d'après :		Janssen	Janssen	Janssen	Janssen	Janssen	Janssen	Janssen	Janssen

Préparé par Denis Bastianelli 11/03/1998

Données exprimées sur matière sèche

		Manioc racine sèche	**Mil** Pennisetum glaucum	**Mil** "mil blanc" "mil rouge"	**Mil** Son	**Niébé**	**Blé** Son	**Blé** Rémoulage
Sources principales		EMVT IO7, divers	IO7 ICRISAT Tables	EMVT Tables	EMVT Tables IO7	EMVT calculs	IO7	IO7
MS	**g/kg brut**	874	896	914	923.1	930	869	878.7
CB	**g/kg MS**	34.5	15	41	49.9	55	102.1	72.3
ADF	**g/kg MS**	53	25	68	83.2	85	124	105.1
NDF	**g/kg MS**	82	61.4	168	320	153	419.1	356.3
MAT	**g/kg MS**	29	114	96	134.5	237	173.1	172.3
LYS	**g/kg MS**	1.3	4.01	2.27	4.73	16.83	7.19	7.16
MET	**g/kg MS**	0.5	3	1.63	3.54	3.8	2.69	2.67
AAS	**g/kg MS**	1	6.68	3.46	7.88	6.67	6.38	6.35
THR	**g/kg MS**	0.9	4.55	3.29	5.37	8.72	5.81	5.78
TRY	**g/kg MS**	0.35	2.08	0.99	2.45	0.47	2.45	2.47
MG	**g/kg MS**	11	54	46	80.2	21.9	40.7	42.1
ENA	**g/kg MS**	869.5	795	786	677.2	641.8	626.8	667.6
MM	**g/kg MS**	56	22	31	58.2	44.3	57.3	45.7
Ca	**g/kg MS**	2.3	0.36	1.5	1	1.8	1.9	2.2
P Total	**g/kg MS**	1.7	3.4	2.8	5.6	3.8	11.4	7.5
P Dispo	**g/kg MS**	0.6	0.58	0.48	0.96	1.17	5.27	3.45
EMA	**kcal/kg MS**	3450	3804	3646	3490	3050	2090	2630
estimée d'après :		Janssen et INRA	(moyenne des valeurs mil / sorgho / maïs)	Janssen		Janssen (d'après pois)	Janssen	Janssen

Préparé par Denis Bastianelli 11/03/1998

Données exprimées sur matière sèche

		Arachide tourteau industriel	**Arachide** tourteau artisannal	**Arachide** huile	**Coton** Tourteau	**Poisson** farine industrielle	**Poisson** farine artisanale	**Palmiste** tourteau expeller	**Sésame** tourteau expeller	**Soja** tourteau 48 standard
Sources principales		EMVT Calculs	EMVT Calculs	Tables	EMVT IO7 Tables	EMVT Tables	EMVT Tables	IO7	IO7	IO7
MS	**g/kg brut**	923.7	928.4	990	925.6	912.8	900	905.6	933	880
CB	**g/kg MS**	142.3	50.8	0	135.1	0	0	180	68.6	69.6
ADF	**g/kg MS**	164.8	86	0	183.2	0	0	390	116.9	84.2
NDF	**g/kg MS**	281.6	126.5	0	284.3	0	0	707	289.2	143.8
MAT	**g/kg MS**	507.6	463.7	0	453	670	540	164	455	517.5
LYS	**g/kg MS**	17.33	15.83	0	18.16	50.49	40.69	5.1	12.1	32.07
MET	**g/kg MS**	5.08	4.64	0	6.6	18.85	15.19	3.2	12.6	7.32
AAS	**g/kg MS**	11.5	10.51	0	14.64	24.66	19.87	5	19.9	15.14
THR	**g/kg MS**	13.43	12.27	0	14.77	28.33	22.83	5.2	15.7	20.12
TRY	**g/kg MS**	4.9	4.48	0	5.63	6.84	5.51	1.1	6.3	6.78
MG	**g/kg MS**	11.4	169.2	1000	27.3	72.3	90	95.4	119.3	21.5
ENA	**g/kg MS**	275.4	261.9	0	308.4	12.7	45	514.1	247.1	318.9
MM	**g/kg MS**	63.3	54.4	0	76.2	245	325	46.5	110	72.5
Ca	**g/kg MS**	1.1	1.2	0	2.4	90	55	3.1	17.4	4
P Total	**g/kg MS**	5.8	6.5	0	13.6	46	20	6.1	12.8	7
P Dispo	**g/kg MS**	0.6	0.62	0	1.36	39.8	17	0.61	1.28	0.98
EMA	**kcal/kg MS**	2211	3604	9250	1850	3085	2780	2025	2670	2570
estimée d'après :		Janssen (équations EMA et Digestibilités)	Janssen	INRA	Janssen (équation)	Janssen et INRA	Janssen et INRA	INRA T. délipidé + huile	Janssen (équation)	Janssen (équation)

Préparé par Denis Bastianelli 11/03/1998

Données exprimées sur matière sèche

		Méthionine	Lysine	Sel de mer	Coquillages	Os Calciné	Calcaire naturel	Phosphate bicalcique dihydraté	Phosphate tricalcique	Phosphate de roche naturel
Sources principales		Tables	Tables	Tables	Tables	Tables EMVT	Tables	Tables	Tables	Tables
MS	**g/kg brut**	990	990	950	970	990	990	990	990	990
CB	**g/kg MS**	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ADF	**g/kg MS**	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NDF	**g/kg MS**	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MAT	**g/kg MS**	587	956	0	0	0	0	0	0	0
LYS	**g/kg MS**	0	790	0	0	0	0	0	0	0
MET	**g/kg MS**	990	0	0	0	0	0	0	0	0
AAS	**g/kg MS**	990	0	0	0	0	0	0	0	0
THR	**g/kg MS**	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TRY	**g/kg MS**	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MG	**g/kg MS**	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ENA	**g/kg MS**	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MM	**g/kg MS**	10	0	1000	1000	950	1000	1000	1000	1000
Ca	**g/kg MS**	2	0	8	367	337	380	247	374	330
P Total	**g/kg MS**	0	0	0	0.5	164	0.2	188	197	150
P Dispo	**g/kg MS**	0	0	0	0.5	131	0.2	169	158	25 à 75
EMA	**kcal/kg MS**	5800	5020	0	0	0	0	0	0	0

Préparé par Denis Bastianelli 11/03/1998

Annexe 5

Tables de composition et valeur alimentaire
sur la base de la matière brute

Données exprimées sur matière brute

		Riz farine basse industrielle	**Riz** son fin et F. basse	**Riz** son mélangé	**Riz** son fort	**Maïs** standard	**Maïs** local	**Sorgho** africain pauvre T	**Sorgho** africain riche T
sources principales		IO7 calculs	EMVT calculs	EMVT calculs	EMVT calculs	IO7 calculs	EMVT, IO7 Tables calculs	EMVT ICRISAT IO7, divers	EMVT ICRISAT IO7, divers
MS	**g/kg MB**	894	899	900	917	865	902	907	907
CB	**g/kg MB**	75	84	160	288	21	22	23	23
ADF	**g/kg MB**	86	97	175	328	26	28	39	39
NDF	**g/kg MB**	181	204	315	453	105	110	94	94
MAT	**g/kg MB**	141	125	101	59	87	97	102	102
LYS	**g/kg MB**	6.6	5.9	4.8	2.8	2.5	2.8	2.4	2.4
MET	**g/kg MB**	3.2	2.8	2.2	1.4	1.8	2.0	1.7	1.7
AAS	**g/kg MB**	6.1	5.4	4.3	2.6	3.9	4.4	3.7	3.7
THR	**g/kg MB**	5.4	4.8	3.9	2.2	3.1	3.4	3.5	3.5
TRY	**g/kg MB**	1.6	1.4	1.2	0.6	0.6	0.7	1.1	1.1
MG	**g/kg MB**	151	120	87	45	38	47	30	30
ENA	**g/kg MB**	456	477	426	346	706	722	729	729
MM	**g/kg MB**	71	93	126	179	13	14	23	23
Ca	**g/kg MB**	0.9	1.0	0.7	1.0	0.4	0.3	0.3	0.3
P Total	**g/kg MB**	16.8	13.9	8.7	4.7	2.2	3.2	2.9	2.9
P Dispo	**g/kg MB**	1.7	1.4	0.9	0.5	0.4	0.6	0.5	0.5
EMA	**kcal/kg MB**	2910	2720	1980	870	3270	3440	3290	2950
estimée d'après :		Janssen	Janssen	Janssen	Janssen	Janssen	Janssen	Janssen	Janssen

Préparé par Denis Bastianelli 13/03/1998

Données exprimées sur matière brute

		Manioc racine sèche	**Mil** Pennisetum typhoides	**Mil** "mil blanc" "mil rouge"	**Mil** Son	**Niébé**	**Blé** Son	**Blé** Rémoulage
sources principales		EMVT IO7, divers	IO7 ICRISAT Tables	EMVT Tables	EMVT Tables IO7	EMVT calculs	IO7	IO7
MS	**g/kg MB**	874	896	914	923	930	869	879
CB	**g/kg MB**	30	13	37	46	51	89	64
ADF	**g/kg MB**	46	22	62	77	79	108	92
NDF	**g/kg MB**	72	55	154	295	142	364	313
MAT	**g/kg MB**	25	102	88	124	220	150	151
LYS	**g/kg MB**	1.1	3.6	2.1	4.4	15.7	6.2	6.3
MET	**g/kg MB**	0.4	2.7	1.5	3.3	3.5	2.3	2.3
AAS	**g/kg MB**	0.9	6.0	3.2	7.3	6.2	5.5	5.6
THR	**g/kg MB**	0.8	4.1	3.0	5.0	8.1	5.0	5.1
TRY	**g/kg MB**	0.3	1.9	0.9	2.3	0.4	2.1	2.2
MG	**g/kg MB**	10	48	42	74	20	35	37
ENA	**g/kg MB**	760	712	718	625	597	545	587
MM	**g/kg MB**	49	20	28	54	41	50	40
Ca	**g/kg MB**	2.0	0.3	1.4	0.9	1.7	1.7	1.9
P Total	**g/kg MB**	1.5	3.0	2.6	5.2	3.5	9.9	6.6
P Dispo	**g/kg MB**	0.5	0.5	0.4	0.9	1.1	4.6	3.0
EMA	**kcal/kg MB**	3020	3410	3330	3220	2840	1820	2310
estimée d'après :		Janssen et INRA	(moyenne des valeurs mil / sorgho / maïs)	Janssen		Janssen (d'après pois)	Janssen	Janssen

Préparé par Denis Bastianelli 13/03/1998

Données exprimées sur matière brute

		Arachide tourteau industriel	Arachide tourteau artisannal	Arachide huile	Coton Tourteau	Poisson farine industrielle	Poisson farine artisanale	Palmiste tourteau expeller	Sésame tourteau expeller	Soja tourteau 48 standard
Sources principales		EMVT Calculs	EMVT Calculs	Tables	EMVT IO7 Tables	EMVT Tables	EMVT Tables	IO7	IO7	IO7
MS	**g/kg MB**	924	929	990	926	913	900	906	933	880
CB	**g/kg MB**	131	47	0	125	0	0	163	64	61
ADF	**g/kg MB**	152	80	0	170	0	0	353	109	74
NDF	**g/kg MB**	260	117	0	263	0	0	640	270	127
MAT	**g/kg MB**	469	430	0	419	612	486	149	425	455
LYS	**g/kg MB**	16.0	14.7	0.0	16.8	46.1	36.6	4.6	11.3	28.2
MET	**g/kg MB**	4.7	4.3	0.0	6.1	17.2	13.7	2.9	11.8	6.4
AAS	**g/kg MB**	10.6	9.8	0.0	13.6	22.5	17.9	4.5	18.6	13.3
THR	**g/kg MB**	12.4	11.4	0.0	13.7	25.9	20.5	4.7	14.6	17.7
TRY	**g/kg MB**	4.5	4.2	0.0	5.2	6.2	5.0	1.0	5.9	6.0
MG	**g/kg MB**	11	157	990	25	66	81	86	111	19
ENA	**g/kg MB**	255	244	0	286	12	41	466	231	281
MM	**g/kg MB**	58	51	0	71	224	293	42	103	64
Ca	**g/kg MB**	1.0	1.1	0.0	2.2	82.2	49.5	2.8	16.2	3.5
P Total	**g/kg MB**	5.4	6.0	0.0	12.6	42.0	18.0	5.5	11.9	6.2
P Dispo	**g/kg MB**	0.6	0.6	0.0	1.3	36.3	15.3	0.6	1.2	0.9
EMA	**kcal/kg MB**	2040	3350	9250	1710	2820	2500	1830	2490	2260
estimée d'après :		Janssen (équations EMA et Digestibilités)	Janssen	INRA	Janssen (équation)	Janssen et INRA	Janssen et INRA	INRA T. délipidé + huile	Janssen (équation)	Janssen (équation)

Préparé par Denis Bastianelli 13/03/1998

Données exprimées sur matière brute

		Méthionine	Lysine	Sel de mer	Coquillages	Os Calciné	Calcaire naturel	Phosphate bicalcique dihydraté	Phosphate tricalcique	Phosphate de roche naturel
Sources principales		Tables	Tables	Tables	Tables	Tables EMVT	Tables	Tables	Tables	Tables
MS	**g/kg MB**	990	990	950	970	990	990	990	990	990
CB	**g/kg MB**	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ADF	**g/kg MB**	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NDF	**g/kg MB**	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MAT	**g/kg MB**	587	956	0	0	0	0	0	0	0
LYS	**g/kg MB**	0	790	0	0	0	0	0	0	0
MET	**g/kg MB**	990	0	0	0	0	0	0	0	0
AAS	**g/kg MB**	990	0	0	0	0	0	0	0	0
THR	**g/kg MB**	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TRY	**g/kg MB**	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MG	**g/kg MB**	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ENA	**g/kg MB**	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MM	**g/kg MB**	10	0	950	970	950	1000	1000	1000	1000
Ca	**g/kg MB**	2	0	8	360	335	380	245	370	330
P Total	**g/kg MB**	0	0	0	0.5	160	0.2	185	195	150
P Dispo	**g/kg MB**	0	0	0	0.5	130	0.2	170	155	60
EMA	**kcal/kg MB**	5800	5020	0	0	0	0	0	0	0

Préparé par Denis Bastianelli 11/03/1998

Annexe 6

Equations d'estimation de l'énergie métabolisable
(d'après Janssen, 1988)

Estimation de l'énergie Métabolisable (EM) d'après la composition chimique

Coefficients à appliquer aux teneurs en constituants exprimés en p.cent de la matière sèche ou brute

résultats exprimés : en kcal / kg MS si la composition est exprimée sur MS (prendre alors MS = 100)
en kcal / kg brut si la composition est exprimée sur matière brute

	MS	MM	MAT	MG	CB	ENA
Maïs			36.19	85.40		37.24
Millet			36.19	69.57		38.08
Sorgho OT			31.01	76.99		37.65
Sorgho T			21.97	54.73		35.16
Manioc racine	39.13	-39.13			-82.75	
Pois			37.05	74.20		31.87
S/p maïs	42.33	-42.33	-23.72	28.02	-165.65	
S/p riz	46.68	-46.68	-69.52	42.93	-81.92	
S/p blé	40.09	-40.09			-165.31	
Arachide et s/p	29.67			60.92	-60.85	
Coton et s/p	21.26			47.11	-30.84	
T. Sésame expeller			37.91	64.93		6.21
T sésame solvant						
S/p soja			37.48	70.50		14.90
Farine poisson	35.86	-34.07		42.07		
Poudre lait			40.92	77.93		19.03

D'après Janssen 1988 : European Table of Energy values for Poultry Feedstuffs

Annexe 7

Profil en acides aminés des matières premières principales
(d'après une compilation des principales sources de données)

Profils en Acides Aminés de certaines matières premières

(sources : tables INRA, ITCF, Rhône Poulenc, IO7, EMVT)

	Maïs	Sorgho	Mil	Issues Riz	Issues Blé	Niébé	Soja	Arachide	Coton	F viande	F sang	F poisson
	% MAT	% MAT	% MAT	% MAT	% MAT	% MAT	% MAT	% MAT	% MAT	% MAT	% MAT	% MAT
ALA	7.81	9.78	7.69	6.61	4.68	4.20	4.40	4.07	4.34	7.37	8.05	6.42
ARG	4.51	3.86	5.01	8.25	6.75	6.15	7.51	11.42	10.60	6.84	4.31	5.86
ASP	7.05	7.68	7.43	9.53	7.20	11.56	11.38	11.53	9.21	7.08	10.80	9.35
CYS	2.39	1.90	3.22	2.05	2.13	1.21	1.51	1.27	1.78	1.06	0.96	0.87
GLU	18.76	22.39	17.79	14.16	20.08	17.32	17.50	19.62	18.87	11.69	9.56	12.88
GLY	3.83	3.37	3.54	5.73	5.17	3.81	4.16	5.58	4.06	12.78	4.41	6.47
HIS	2.87	2.34	2.68	2.83	2.66	2.94	2.59	2.32	2.74	1.90	6.19	2.42
ILE	3.65	4.18	4.77	3.84	3.28	3.46	4.81	3.44	3.29	2.85	1.09	4.42
LEU	12.34	13.57	9.80	7.32	6.12	7.15	7.48	6.18	5.77	5.86	13.05	7.27
LYS	2.91	2.36	3.52	4.71	4.15	7.10	6.20	3.41	4.01	5.10	9.17	7.54
MET	2.10	1.70	2.63	2.26	1.55	1.60	1.41	1.00	1.46	1.29	1.11	2.81
PHE	4.95	5.24	4.99	4.80	3.90	5.41	5.01	4.81	4.99	3.38	6.93	3.85
PRO	9.43	9.41	6.48	4.72	6.80	5.89	4.88	3.47	3.72	8.25	4.29	3.54
SER	4.72	4.93	4.49	4.70	4.18	5.41	5.05	4.61	4.17	4.21	4.98	3.99
THR	3.53	3.42	4.00	3.79	3.36	3.68	3.89	2.65	3.26	3.25	4.60	4.23
TRP	0.74	1.03	1.82	1.14	1.41	0.83	1.31	0.97	1.24	0.60	1.25	1.02
TYR	3.42	3.80	3.22	3.57	2.43	2.98	3.41	3.46	2.77	2.21	2.99	3.08
VAL	4.95	5.15	5.43	5.96	4.77	4.20	4.86	4.15	4.65	4.24	8.69	5.12

Annexe 8

Recommandations pour les analyses complémentaires à effectuer

Recommandations pour les analyses à faire pratiquer

GENERALITES :

◆ Il faut au minimum 10 analyses par produit important si l'échantillonnage est bon - davantage s'il n'y a pas de possibilité de réaliser un bon échantillonnage - et 5 analyses par produit mineur pour seulement créer la référence. Si le nombre d'analyses total est trop important par rapport aux possibilités du laboratoire ou du budget, mieux vaut faire moins d'analyses complètes et faire plus d'analyses basales (selon les produits MS seule ou MS+MM ou MS+ CB) en conservant une attention particulière à l'échantillonnage.

◆ Il faut souligner l'importance extrême de l'échantillonnage : neutre (comme client ou par surprise), et couvrant les origines quantitativement importantes de ce produit. Sans ces précautions, il est inutile de faire des analyses.

◆ De même il est essentiel de disposer d'un BON COMMEMORATIF SUR LE FOURNISSEUR, LE PRODUIT et les conditions du prélèvement. Sinon, la représentativité des analyses réalisées ne pourra pas être évaluée, et il est donc plus judicieux de se contenter des tables dont c'est précisément le défaut majeur !

Par catégorie de matières premières, voici les recommandations d'actions que l'on peut émettre :

RIZ

son fin **son fort** **farine basse**	➪ Production industrielle / artisanale : enquêtes pratiques / quantités ➪ Mesures de MAT, CB, MG, MM sur les produis identifiés (soit par ex. 10 mesures sur 2 à 4 produits)

MAÏS

international	➪ Analyses à faire à chaque bateau. Ce n'est pas forcément le rôle du service public. Sinon conserver valeurs moyennes.
local	➪ Faire des analyses sur diverses origines : Diverses régions du Sénégal, Mali, autres ?. Plusieurs échantillons variés à chaque fois
son	➪ Enquête sur disponibilité effective puis éventuellement analyses (5 à 10 selon l'importance quantitative du produit et la variabilité des process)

MIL

souna/ sanios	➪ Enquêtes sur mil disponible (souna / sanios). Quelques analyses notamment si ce produit est considéré comme une céréale de substitution au maïs. Dans ce cas, on pourrait même envisager quelques analyses d'AA car le profil semble différer fortement de celui du « millet » classiquement utilisé.
son	➪ Disponibilité et caractérisation. Enquête sur les petites industries et caractérisation des équipements. Quelques analyses

SORGHO

local tanins
local sans tanins

➪ Enquête sur les disponibilités et les origines effectives
➪ Puis pratiquer analyses de produits représentatifs du disponible pour les situer par rapport à la littérature

MANIOC

racine sèche

➪ Caractérisation des process employés pour la préparation et le séchage Quelques analyses pour situer le produit (notamment MS, MM, CB). Existence d'autres process ?

NIEBE

➪ Disponibilité ? Si oui quelques analyses de calage

BLE

son

➪ Caractérisation la plus précise possible du produit effectivement disponible

T. ARACHIDE

artisanal

➪ Caractérisation des process, variabilité des teneurs en MS, MG, MM sur une dizaine d'échantillons au moins

industriel

➪ Tourteaux commercialisés au Sénégal : titre moyen et variation

T. COTON

➪ Caractériasation des process employés pour une utilisation optimale des nombreuses données disponibles dans la littérature, vérification de la composition par quelques analyses

T. PALMISTE

➪ Origine et process industriel utilisé

T. SESAME

➪ Origine et process industriel (artisanal, industriel ?). Analyses de MS, MAT, MG , sur un nombre d'échantillons dépendant de l'importance de ce produit

POISSON

farine artisanale

➪ Process employés et variabilité des teneurs en MS, MM, MAT, MG sur un nombre suffisant d'échantillons

farine industrielle

➪ FP commercialisées : valeur moyenne et variation pour MS, MM, MAT, MG : les deux fournisseurs présentent ils des résultats objectivement comparables ou doit on considérer deux produits en formulation comme le suggèrent les utilisateurs ? Quelle est la variabilité ?

Annexe 9

Document AFZ / IO7 sur la nomenclature des matières premières

Les types d'information nécessaires à une bonne désignation des matières premières

D'après IO7 - La banque de données pour l'alimentation animale.
(AFZ/SYPRAM, 1993)

type d'information	conditions d'utilisation de chaque type d'information
espèce	toujours
type variétal	lorsqu'il est un facteur déterminant de la qualité et que plusieurs types variétaux sont disponibles
partie traitée	toujours
traitement(s) technologique(s)	bannir le vocabulaire trop générique
origine géographique	lorsque les espèces, les variétés et/ou les process varient selon les zones de production
origine industrielle (1)	lorsque les process mis en oeuvre varient fortement selon le fabricant
garanties commerciales, noms de marque	
valeurs seuils	lorsque la matière première présente une teneur très variable pour une ou plusieurs caractéristiques
période de récolte ou de fabrication	variations saisonnières de la qualité, conservation délicate
caractéristiques physiques	si elles sont correlées à la composition chimique, influencent l'usinabilité ou l'appétence

type d'information	exemples
espèce	blé,luzerne, porc (suif)
type variétal	colza "00"
partie traitée	graine, germe, partie aérienne
traitement(s) technolgique(s)	extrusion sèche plutôt que traitement thermique
origine géographique	farine de poisson, Chili
origine industrielle	farines animales (nom de l'usine)
garanties commerciales, noms de marque	Luzerne 17/250
valeurs seuils	pois lisses à +/- 22% de MAT (tables du CVB, 1991)
période de récolte ou de fabrication	luzerne déshydratée, produits riches en matières grasses
caractéristiques physiques	présentation, poids spécifique, granulométrie...

[1] En régions tropicales, les process industriels employés étant particulièrement variables, le référencement des agro-industries productrices de sous-produits doit être l'objet d'une attention particulière.

Annexe 10

Moyens d'analyse des laboratoires au Sénégal

Liste indicative du matériel analytique disponible à l'ISRA/LNERV

(janvier 1998)

◆ BROYAGE	Fonctionnel
◆ BALANCES	1 balance analytique (portée 400g à 0.1g) 1 balance de précision (portée 120g à 0.1mg)
◆ MATIERE SECHE	1 étuve fonctionnelle mais de faible capacité, antérieure à 1980
◆ CENDRES	1 four de faible capacité, avec des problèmes électriques, antérieur à 1980
◆ AZOTE	1 digesteur 20 postes (10 échantillons) de 1992 mais très mal installé 1 Kjeltec de 1992 mais surexploité et mal entretenu, en mauvais état titration à la burette
◆ MATIERES GRASSES	1 Soxtherm de 6 postes acquis en 1995, fonctionnel
◆ FIBRES	Fibertec non fonctionnel (problème d'étanchéité et de résistances) Méthode manuelle (rampe 6 postes)
◆ AMIDON	Manuel (extraction alcoolique et dosage colorimétrique des sucres)
◆ MINERAUX	Ca et P en méthode manuelle en l'absence de Spectromètre AA (hors service : problème de lampes)
◆ DIVERS	1 centrifugeuse opérationnelle (Jouan)

◆ Manque chronique de petit matériel (capsules, béchers, erlens, ballons, etc...) et de chauffe ballons, dessiccateurs, problèmes de hottes, etc ... La disponibilité et l'état de ces éléments conditionnent pourtant la possibilité de faire des analyses dans de bonnes conditions.

REMARQUES :

- Les locaux utilisés sont vétustes, trop étroits et ne correspondent ni aux normes de sécurité ni à des conditions de travail compatibles avec des résultats optimaux. Le véritable laboratoire, rénové grâce à une dotation de la Banque Mondiale, est pourtant inoccupé car il n'est pas réceptionné.

- Matériel provenant d'une dotation de la Banque Mondiale, non réceptionné incomplet et non installé : bombe calorimétrique IKA, Distillateur d'azote Vapodest, CPG Unicam, Analyseur Alcyon (paramètres biologiques)

- Certaines analyses peuvent donc être effectuées, mais il n'y a pas de données disponibles sur la fiabilité et la répétabilité obtenues. Cette information est pourtant essentielle à l'évaluation du fonctionnement et du potentiel du laboratoire.

Moyens d'analyse des laboratoires au Sénégal :
Laboratoires autres que celui de L'ISRA / LNERV

(Document provisoire à compléter)

	ENSA Thies	ITA	ESP	EISMV	Sentenac	SONACOS	Sedima
MS	F	F	F	F	F	F	@
MO	F	F	F	F	F	F	@
Azote	U	F	F	F	?	F	@
AA			P	P	@		@
CB	U	HS	M?	M	@	?	@
van Soest	U			M	@	?	@
MG	U	HS ?	U	M	@	F	@
EB					@		
Ca	U	U	F	HS	@		@
P	U		F	U	@		@
autres minx	U		F	P	@		@
NIR	belgique		P/HS		@		
CPG			F	HS			
HPLC		F	F	HS		HS?	
autres	peps/case gas test in sacco dig volaille	amidon aflatoxines	pesticides histamine aflatoxines		@		

F	fonctionnel
U	utilisable, état moyen
M	méthode manuelle pouvant être appliquée
P, P*	appareil en projet (p) ou non installé (p*)
HS	Hors service
@	Analyses en France

Autres laboratoires domaines différents : LEPI (halieutique), SANAS (Nut humaine, résidus), BRGM (minéraux), DPV (résidus pesticides)