

CN0100320
E200
FAL

1978 (16)

MF/FG
REPUBLIQUE DU SENEGAL
PRIMATURE

DELEGATION GENERALE
A LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

I.S.R.A. - C.N.D.A. - BAMBEY
DIVISION ECONOMIE RURALE,

EY
LE

COLLOQUE SUR L'AMELIORATION DES
SYSTEMES DE PRODUCTION AGRICOLE

20 FEVRIER - 1 MARS 1978

B A M A K O

LES METHODES D'ANALYSE MATHEMATIQUE DE SYSTEMES ET
LEUR APPLICATION AU NIVEAU DES EXPLOITATIONS TRADI-
TIONNELLES.

CAS DU "MODELE 4S"* SENEGAL

M. FALL

Centre National de Recherches Agronomiques
de BAMBEY

INSTITUT SENEGALAIS DE RECHERCHES AGRICOLES

(I. S. R. A.)

*Le modèle "4S" programme linéaire pour les exploitations
agricoles du Sine-Saloum-Sud au Sénégal.

J.F. Richard, M. Fall Septembre 1976
(I.N.R.A. - I.R.A.T. - I.S.R.A.)

Cette communication, loin de proposer une méthodologie passe-partout, tente simplement de donner une réponse à une question posée par les organisateurs du colloque : Les méthodes d'analyse mathématique de système, peuvent-elles s'appliquer également au niveau des exploitations traditionnelles ?

En effet, grâce à la connaissance très approfondie des structures réelles de production acquise dans les Unités Expérimentales du Sine-Saloum au Sénégal, il nous a été possible de construire un modèle de programmation linéaire en tenant compte de la plupart des contraintes observées dans le milieu concerné.

La mise au point de ce programme linéaire intitulé "4S" avait plusieurs objectifs :

• Elaborer un modèle spécifique aux conditions de la région du Sine-Saloum au Sénégal, laissant une part importante aux hasards climatiques.

• Déterminer un plan d'assolement assurant la marge la plus élevée et donc la meilleure combinaison dans l'utilisation de la main-d'oeuvre, du matériel et de la terre.

• Mesurer l'incidence de l'introduction de nouveaux facteurs de production ou de variations de prix sur le plan de l'assolement.

La finalité du modèle était en fait d'être utilisée à trois niveaux :

- Au niveau de l'exploitation : pour un conseil de gestion aux exploitants.

• Au niveau de l'opération de développement : de région considérée pour la détermination des conséquences au niveau de l'exploitation de l'application d'une politique agricole,

• Au niveau de la recherche agronomique : pour mieux définir les propositions techniques les plus susceptibles d'intéresser les exploitants du Sine-Saloum.

1/- ZONE D'APPLICATION DU MODELE

-2-

Les limites de zones d'application sont définies par des conditions climatiques, humaines et des aptitudes culturelles.

- Pluviométrie annuelle moyenne 800 mm
- Densité de population voisine de 50 habitants/km²
- Grandes possibilités de diversification des cultures (maïs, coton, tabac) en plus des cultures traditionnelles de la zone (arachide, sorgho, millet).

2/- SYSTEME AGRICOLE

Le système agricole est traditionnel ;

- La structure sociale de base est le carré, avec un chef de carré et les membres de sa famille.

- La terre est généralement divisée en 3 secteurs :

- champs de case : céréales en continu
- champs intermédiaire : alternance culture de rente-céréale.
- champs de brousse : jachère-arachide.

3/- L'ELEVAGE BOVIN

Il est actuellement conduit de façon extensive, sur les parcours naturels et les chaumes de céréales ;

Cette spéculation est assez importante (près d'1 tête par hectare cultivé) d'autant plus qu'elle est pourvoyeuse d'animaux de trait.

Une plus grande et meilleure utilisation des résidus de récolte est en mesure de rendre possibles des activités d'embouche pour lesquelles existent des débauches assez rémunératrices.

4/- COMMERCIALISATION ET PRIX DES PRODUITS

Seules les commercialisations de l'arachide et du coton sont assez correctement organisées. Les céréales n'ont, pour le moment, fait l'objet que de tentatives dispersées et mal organisées de commercialisation.

Cependant tous les produits agricoles sont théoriquement susceptibles d'être commercialisés (les prix sont fixés par l'état).

5/- METHODOLOGIE D'APPROCHE

La mise au point de modèles susceptibles de permettre une analyse aussi exacte que possible des mécanismes intimes de l'exploitation implique une connaissance très approfondie du milieu d'étude.

La technique de modélisation utilisée comporte 5 phases principales :

MATRICE
SCHEMA GENERAL

Modèle "4S"

	Rotations	Cultures	Semis	Préparations	Entretiens	Récoltes	Ramassage de sous-produits	Battages	Transports	Rations	Présence de main d'œuvre	Présence de matériel (chaîne)	Achat de facteurs de production	Ventes de produits et autoconsom.	SECONDS MEMBRES	Signe
Terre cultivée (Ha)	+	-													0	"
Terre disponible (Ha)	+														5	W
Terre semée (Ha)		+	-												0	W
Terre préparée (Ha)		+	+	-											0	W
Terre entretenue (Ha)		+	+		+										0	W
Terre récoltée (Ha)		+	+			+									0	W
Autorisation de ramassage de sous-produits (Kg)		-					+								0	W
Récolte battue (Kg)		+					+	+							0	W
Charge transportée (Kg)		+					+		-						0	W
Stocks de produits (Kg)		-													0	W
Stocks de sous-produits (Kg)							-			+					0	W
Facteurs de production		+													0	W
Animaux alimentés (Unités)			+	+	+	+	+	+	+	-					0	W
Heures de main d'œuvre				+	+	+	+	+	+						0	W
Heures de chaîne de matériel				+	+	+	+	+	+						0	W
Maximum de présence M. φ.																W
Maximum de présence matériel																W
Autorisation de travail avec une chaîne de matériel				+	+	+	+	+	+						0	W
Présence de pluie		+														W
Heures bonnes pour semer			+													W
Fonction économique	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		W
																V
																V

5. 2. 2. SCHEMA GENERAL

Disponibilité
Disponibilité

Nb. P. A.

Nb. chaînes

0

0 ou ∞

Disponibilité

5-1 - Collecte d'informations à caractère :

. Agronomique (type de cultures, techniques culturales, temps de travaux, calendrier cultural...).

. Sociologique (structure sociale des exploitations, relations hommes-terre, mode d'exploitation).

. Economique (prix, crédits, moyens de production).

5-2 - Formulation d'hypothèses de travail

5-3 - Mise en forme des données

. Découpage de l'année en périodes d'activité agricole homogènes.

. Localisation des activités dans le calendrier en relation avec les disponibilités en main-d'oeuvre et en traction.

5-4 - Construction de la matrice

Consiste en l'élaboration de chaque sous-matrice de la matrice principale. (Nous n'entrerons pas dans les détails cf Modèle "4S").

5-5 - Traitement automatique et interprétation des résultats

Ici intervenant, la vérification de la cohérence du Modèle.

6/- PROBLEMES PARTICULIERS AU MODELE 4S

Ces problèmes sont essentiellement liés à la nature de l'étude : Modéliser un système quasi-insaisissable avec ses contraintes, et ses techniques présentant une multitude d'alternatives.

Le désir de créer un modèle hasard - décision, dans un contexte où la pluviométrie, le matériel et la main-d'oeuvre, sont des facteurs limitants à des échelons différents, a conduit les auteurs à élaborer un programme linéaire dont il est possible de manipuler par le second membre :

- La date d'arrivée de la 1ère pluie (précoce, moyenne ou tardive).

- La date d'arrivée de la 2ème pluie (rapprochée, moyenne ou éloignée de la première pluie).

- La durée possible des semis après la 1ère pluie (2ou3 jours)

- La durée possible des semis après la 2ème pluie (2ou3 jours).

. Les superficies cultivées correspondant aux niveaux des secteurs traditionnels [champs de case, champs intermédiaires et champs de brousse].

- L'autoconsommation
- Le nombre de personnes actives
- Les chaînes de matériel existant (cheval houe-Sine, Paire de boeufs-?riana et Paire de boeufs-Polyculteur).

Le programme a été écrit de façon à ce que la fonction objectif représente une marge nette.

La matrice comporte dans sa présente version :

.. 467 variables
. 329 contraintes
. 2968 coefficients techniques.

7/- RESULTATS

Le modèle permet de simuler de nombreuses situations si l'on fait varier les dimensions, le matériel et les caractéristiques probables des deux premières pluies de semis.

Beaucoup de combinaisons sont ainsi possibles; nous choisirons pour illustrer les résultats obtenus, une hypothèse particulière où l'embouche bovine est introduite dans le système d'exploitation.

EXEMPLE :

Solution avec embouche bovine et comme hypothèses :

- Une pluviométrie moyenne

- . date d'arrivée de la 1ère pluie, moyenne
- . 2ème pluie moyennement rapprochée
- . volume de la 1ère pluie autorisant le semis durant 2 jours.
- . volume de la 2ème pluie autorisant le semis durant 3 jours.

- Un modèle de production moyen

- . 10 personnes dans l'exploitation
- . 5 personnes actives
- . une chaîne de traction bovine avec polyculteur complet.

- Une superficie variable comportant :

- . 1,5 ha de champs de case
- . des superficies croissantes de champs intermédiaires
.. (5,5 ; 7 ; 8,5 ; 10 ; 11,5 ; 13)
- . pas de champ de brousse.

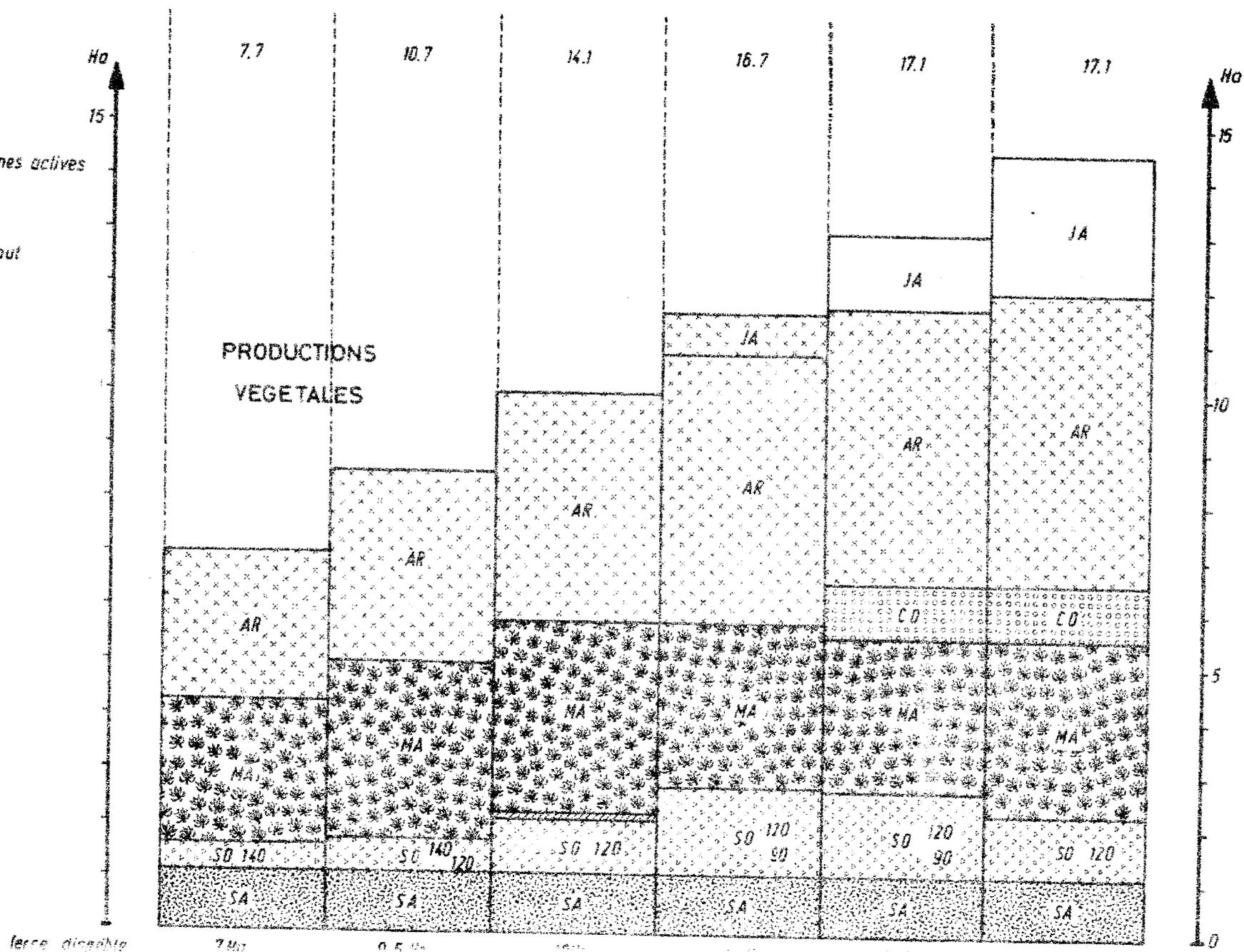
. Le diagramme qui suit fournit les assolements optimaux pour chaque hypothèse de superficie considérée.

Les productions physiques vendues ainsi que les résultats économiques; sont consignés dans les tableaux 1 et 2.

PRODUCTIONS ANIMALES (bovins à l'embouche)

Exploitation avec 5 personnes actives
 (4 permanents)
 (1 temporaire)
 et 10 personnes en tout

- LEGENDE**
- AR = Arachide
 - MA = Maïs
 - SD = Sorgho
 - SA = Sana
 - JA = Jachère
 - CO = Coton



terce dicembre

TABLEAU 1 : PRODUCTIONS PHYSIQUES VENDUES

Solutions Produits	7 ha	8,5 ha	10 ha	11,5 ha	13 ha	14,5 ha
Arachide (kg)	4.700	6.050	7.400	8.750	8.924	9.017
Coton graine (kg)	-	-	-	-	1.813	1.903
Maïs (kg)	9.281	11.606	11.406	9.773	9.439	9.684
Sorgho (kg)	-	-	627	1.785	1.721	1.035
Bovins embouches (têtes)	7	10	14	16	17	17

TABLEAU 2 : RESULTATS ECONOMIQUES

Solutions Produits	7 ha	8,5 ha	10 ha	11,5 ha	13 ha	14,5 ha
Produits d'exploitation.	1.120.000	1.487.000	1.813.000	2.044.000	2.117.000	2.150.000
Charges variables	73.000	84.000	98.000	108.000	109.000	118.000
Amortissements	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000
Main-d'oeuvre	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000
Animaux achetés (embouche)	305.000	430.000	566.000	670.000	685.000	606.000
Revenus	632.000	863.000	1.039.000	1.156.000	1.213.000	1.236.000

Quelques remarques sur cette solution

- On note un nombre croissant de boeufs embouchés quand la superficie cultivée augmente.

- L'intérêt des cultures fourragères est quasi-inexistant ; cela pour des contraintes de main-d'oeuvre et de surface disponible ; elles sont plutôt remplacées par des jachères pour les grandes exploitations.

- On constate pour une hypothèse moyenne proche des conditions réelles (11,5 ha) :

- un travail manuel par actif de l'ordre de 1500 heures et pour la chaîne de traction de l'ordre de 730 heures.

- un travail à l'hectare de l'ordre de 70 heures de traction bovine et de 700 heures de main-d'oeuvre.

- Une rémunération moyenne de l'heure de travail (hors auto-consommation) de l'ordre de 150 Frs CFA.

Il est certain que ces chiffres sont des plafonds qui ne sont pratiquement jamais atteints.

Les résultats doivent donc être interprétés avec précaution, l'optimum étant toujours un cible difficilement accessible en milieu traditionnel.

8/- DIFFICULTES ET LIMITES DE LA METHODE

Les deux difficultés principales sont ; le recueil de l'ensemble des données nécessaires et la construction de la matrice.

Les données

Il est très difficile dans un milieu traditionnel de recueillir des données précises et exhaustives.

Le fait de représenter dans le modèle l'ensemble des alternatives susceptibles d'être pratiquées en remplacement de l'optimum technique, implique que pour chaque série de techniques appliquées à une culture, puisse être connu, le rendement correspondant.

L'idéal pour la modélisation, serait donc de disposer d'un grand nombre de données de rendement de référence correspondant à chaque technique possible ; mais on peut très vite dépasser une centaine de combinaisons possibles.

Aussi/^{nous}avons dû simplifier dans le Modèle4S pour réduire quelque peu les alternatives possibles.

Matrice

Vu le contexte, qui n'est pas toujours rationnel, l'écriture de la matrice devient très vite compliquée, certaines contraintes s'avèrent non linéaires et de transcription difficile. On a ainsi souvent recours à des "astuces" d'écriture pour contourner ces difficultés.

Nous avons choisi pour la mise au point du programme un certain nombre d'hypothèses nécessairement discutables dans la mesure où elle représentent pour la plupart des mesures ou des estimations moyennes.

On peut cependant admettre que l'ensemble est cohérent dans la mesure où les solutions obtenues avec des hypothèses concrètes sont très plausibles et s'apparentent aux réalités.

Nous avons brièvement relaté en introduction les possibilités d'utilisation d'un tel programme pour l'agriculture.

Ces possibilités semblent extrêmement attrayantes bien que relativement coûteuses ; il faut compter environ 150 FF (en 1977) par solution isolée, pour le seul temps d'ordinateur.