

Etude et amélioration génétique de la croissance des agneaux Djallonké Résultats obtenus au Centre de Recherches Zootechniques de Bouaké (Côte-d'Ivoire)

par J. P. POIVEY (1), E. LANDAIS (2) et Y. BERGER (3)

(1) INRA-SAGA, B.P. 12, 31320 Castanet-Tolosan. France.

(2) I.E.M.V.T., 10, rue Pierre-Curie, 94704 Maisons-Alfort, Cedex, France.

(3) Adresse actuelle : P.O. Box 58137 Nairobi, République du Kenya.

RÉSUMÉ

Les auteurs ont analysé les performances de croissance de 293 agneaux de race Djallonké, élevés sur la ferme du Centre de Recherches Zootechniques de Bouaké.

Ils étudient les effets des principaux facteurs de variation sur les variables caractéristiques de la croissance avant et après le sevrage.

Les paramètres génétiques relatifs aux caractères de croissance des agneaux sont estimés. Un index de sélection sur le critère du poids à 90 jours après le sevrage, fortement héritable ($h^2 = 0,46$), a permis d'opérer une sélection en combinant les informations individuelles et familiales.

Les auteurs discutent ensuite de la valeur de l'objectif de sélection proposé et envisagent l'élaboration d'un schéma d'amélioration génétique à l'échelon national.

INTRODUCTION

A la demande des autorités ivoiriennes, le Centre de Recherches Zootechniques de Bouaké (C.R.Z.) a lancé en 1975 un programme destiné à l'étude des voies d'amélioration de la production nationale de viande ovine.

Dans ce cadre, un troupeau de race locale Djallonké a été constitué, puis utilisé pour caractériser les performances moyennes de la race en milieu amélioré et étudier les réponses à différents niveaux d'intensification du mode de production. Les résultats obtenus (2) ont mis en évidence l'intérêt de cette race, qui est remarquablement adaptée à son milieu, et non sou-

mise à un anæstrus saisonnier. Les faibles performances de croissance réalisées par les agneaux s'avéraient néanmoins limitantes dans le cas des élevages intensifs et il était recommandé de mettre à l'étude un schéma de sélection en vue de l'amélioration génétique de la vitesse de croissance des agneaux.

Ce travail a été entrepris dès 1979, et les premiers résultats obtenus sur les agneaux nés en 1979 sont fournis ci-dessous, après une présentation succincte de l'analyse de la croissance qui a servi de base à l'établissement de l'index de sélection et des principaux résultats relatifs aux facteurs de variation influençant la croissance des agneaux Djallonké en milieu amélioré.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

1. CONDUITE DU TROUPEAU

245 brebis reproductrices ont été mises à la lutte en août 1978. Cet effectif était réparti en trois troupeaux d'importance comparable en vue de l'étude croisée de deux modes de conduite alimentaire et de deux rythmes de reproduction différents :

— les troupeaux 1-1 et 1-2 sont menés sur savane naturelle et complémentés suivant un mode discontinu. Le troupeau 2-2 est exclusivement entretenu sur plantes fourragères, sans complémentation. L'exploitation du pâturage (*Stylosanthes guyanensis*, *Brachiaria ruziziensis* et *Panicum maximum* var. C1) repose sur l'utilisation de filets électrifiés, déplacés tous les trois jours ;

— en ce qui concerne les rythmes de reproduction, le troupeau 1-1 est soumis au rythme maximal de deux agnelages par an, tandis que celui imposé aux troupeaux 1-2 et 2-2 est moins intensif : trois agnelages tous les deux ans, soit un agnelage tous les huit mois. La lutte a lieu au parc, par lots, sous le contrôle des bergers, qui enregistrent les saillies. Les lots de lutte sont constitués par tirage au sort au sein de chaque troupeau ; les béliers sont utilisés sur plusieurs lots lors des luttes successives. Deux béliers se succèdent dans chaque lot, au cours de la lutte, dont la durée est fixée à 45 jours.

Au total, douze béliers furent utilisés durant la période considérée, mais les effectifs trop faibles de leurs descendants nous ont conduits à éliminer les produits de trois d'entre eux des analyses présentées ci-dessous.

Chaque soir, les animaux sont rentrés au parc, où ils disposent d'abris et où ils reçoivent un complément minéral, distribué *ad libitum*.

Après la mise bas et jusqu'au sevrage, les agneaux restent dans le troupeau dont leur mère est issue, où ils reçoivent une complémentation unique, à base de farine basse de riz et de tourteau de coton, distribuée à volonté.

Le sevrage est pratiqué à l'âge de 90 jours (± 3 jours), les agneaux étant pesés le jour du sevrage. Ils sont alors répartis en lots, dans lesquels sont testés divers régimes alimentaires de croissance et d'engraissement. Sept régimes différents furent distribués aux agneaux nés en 1979 et analysés.

Le détail de la conduite du troupeau et les

résultats de l'essai alimentaire sont présentés et discutés par BERGER (1) dans un rapport séparé.

2. ENREGISTREMENT DES PERFORMANCES INDIVIDUELLES

Le suivi et l'enregistrement des performances reposent sur l'identification individuelle des animaux, dès la naissance.

Les informations sont reportées sur des fiches individuelles où figurent :

- le sexe,
- la date de naissance de l'animal,
- son ascendance paternelle et maternelle,
- le numéro d'agnelage de la mère,
- le mode de naissance de l'animal (simple ou double),
- le numéro du troupeau dont il est issu,
- la date du sevrage,
- le numéro du lot dans lequel il est placé après le sevrage,
- les résultats du testage sur les performances de croissance,
- la date de la vente, accompagnée du poids et du prix à la commercialisation.

Pour les animaux reproducteurs, l'ensemble des performances de reproduction et l'identité des descendants sont enregistrés.

Tous les animaux sont pesés tous les 30 jours, ainsi qu'à la naissance et au sevrage. Les résultats bruts des pesées sont consignés dans le fichier. Ils servent de base au calcul des poids à âges-types (30, 60, 90 jours puis 30, 60, 90 et 120 jours après le sevrage) et de l'âge auquel le poids de 20 kg est atteint.

L'analyse présentée ci-dessous intéresse 293 agneaux nés en 1979, de 9 pères différents.

3. TRAITEMENT DES DONNÉES ET ÉTABLISSEMENT DE L'INDEX DE SÉLECTION

L'objectif de l'analyse est double :

— D'une part, étudier l'influence sur la croissance des agneaux de chacun des facteurs de variation présentés ci-dessus et comparer entre eux les effets de chacune des modalités de ces facteurs ;

— D'autre part, corriger les données brutes pour tenir compte de ces effets afin de pouvoir estimer, puis comparer entre elles, les valeurs génétiques des produits, ceci reposant sur l'esti-

mation de paramètres génétiques de la population.

L'ensemble de ces opérations a été réalisé grâce à l'utilisation de la procédure générale d'analyse des moindres carrés pour données non orthogonales proposée par HARVEY (5). Quatre modèles d'analyse de variance ont été utilisés conjointement pour cette étude.

3.1. Croissance de la naissance au sevrage

Modèle A

$$Y_{ijklmno} = \mu + s_i + m_j + n_k + t_l + p_m + d_n + (s_i \times d_n) + Z_{ijklmno};$$

$Y_{ijklmno}$ = valeur de la variable étudiée pour le O^e individu.

μ = moyenne de cette variable au sens des moindres carrés ;

s_i = effet du sexe i ;

m_j = effet du mode de naissance j ;

t_l = effet du troupeau d'origine l ;

p_m = effet du père m ;

d_n = effet de la saison de naissance n ;

$(s_i \times d_n)$ = effet de l'interaction entre le sexe i et la saison de naissance n ;

$Z_{ijklmno}$ = effet résiduel aléatoire lié au O^e individu.

L'interaction ($s_i \times d_n$) a été introduite dans le modèle au vu de résultats antérieurs qui avaient mis en évidence l'effet significatif de ce facteur.

Modèle A'

Ce modèle dérive du précédent, dont il ne diffère que par l'adjonction au second membre d'un terme noté b ($PN_{ijklmno} - \overline{PN}$) qui correspond à la régression linéaire de la variable étudiée Y sur le poids à la naissance, préalablement centré. L'introduction de cette covariable permet de distinguer, dans l'étude de la croissance, la part de variation liée aux différences de poids à la naissance de celle imputable à l'effet propre des facteurs étudiés sur la croissance réalisée après la naissance.

Ces deux modèles ont été appliqués à l'étude des variables Y suivantes :

PN = poids à la naissance (modèle A seulement) ;

P30 = poids à 30 jours ;

P60 = poids à 60 jours ;

P90 = poids à 90 jours ;

G0.30 = gain moyen quotidien entre 0 et 30 jours ;

G30.60 = gain moyen quotidien entre 30 et 60 jours ;

G60.90 = gain moyen quotidien entre 60 et 90 jours.

3.2. Etude de la croissance après le sevrage

Modèle B

$$Y_{ijklmnop} = \mu + s_i + m_j + n_k + t_l + p_m + d_n + r_o + Z_{ijklmnop};$$

r_o = effet du régime o.

Modèle B'

Il dérive du modèle précédent par adjonction au second membre de l'équation B d'un terme noté b ($PS_{ijklmnop} - \overline{PS}$) correspondant à la régression de la variable étudiée Y sur la covariable « poids au sevrage » préalablement centrée. Ce modèle a été étudié essentiellement en vue de la comparaison des régimes alimentaires après le sevrage.

Ces deux modèles ont été utilisés pour l'étude des variables suivantes :

P30 s = poids 30 jours après le sevrage ;

P60 s = poids 60 jours après le sevrage ;

P90 s = poids 90 jours après le sevrage ;

P120 s = poids 120 jours après le sevrage ;

A20 kg = âge à 20 kg ;

Gs0.30 = gain moyen quotidien entre le sevrage et le 30^e jour qui suit ;

Gs30.60 = gain moyen quotidien entre le 30^e et le 60^e jour après le sevrage ;

Gs60.90 = gain moyen quotidien entre le 60^e et le 90^e jour après le sevrage ;

Gs90.120 = gain moyen quotidien entre le 90^e et le 120^e jour après le sevrage.

Outre les résultats de l'analyse des moindres carrés, le programme utilisé permet l'estimation des paramètres génétiques dans la population (héritabilités et corrélations génétiques, phénotypiques et environnementales entre les caractères), à partir de la décomposition classique de la variance en ses deux composantes inter et intra famille(s) de demi-frères de père.

Après le choix du critère de sélection, un programme annexe corrige les données pour tenir compte de l'effet de chacun des facteurs de variation étudiés (à l'exclusion de l'effet « Père ») sur le critère retenu, puis calcule la valeur de l'index pour chaque individu, classe ces index selon leur valeur, et édite la liste ordonnée des index, pour chaque sexe.

Compte tenu de la structure des données, il a été décidé de retenir la méthode de sélection combinée (individuelle et familiale), dont le détail sera exposé plus bas, de manière à rendre l'exposé aussi clair que possible.

RÉSULTATS

Les résultats des modèles A' et B' figurent respectivement aux tableaux II et III.

1. INFLUENCE DES FACTEURS DE VARIATION ÉTUDIÉS SUR LA CROISSANCE DES AGNEAUX

L'essentiel des résultats de l'analyse des moindres carrés, modèles A et B, est présenté dans les tableaux IA et IB (moyenne des moindres carrés, valeur du F et estimée des effets des diverses modalités de chaque facteur de variation).

1.1. Effet du sexe

Les performances de croissance des mâles sont toutes supérieures à celles des femelles. La différence est significative sur tous les poids à âge-type, ainsi que sur l'âge à 20 kg (modèles A et B). En ce qui concerne les GMQ, on constate que l'avantage lié au sexe mâle s'exprime essentiellement après le sevrage. En effet, les résultats comparés des modèles A et A'

TABLEAU N°I A - Résultats du modèle A-effets des facteurs de variation avant sevrage et signification à 95p.100 (F.,270)

Variables		Poids				Gains de poids		
		P _{NAISS.}	P ₃₀	P ₆₀	P ₉₀	G ₀₋₃₀	G ₃₀₋₆₀	G ₆₀₋₉₀
Facteurs								
Moyenne		1,67	4,43	6,60	8,56	92,13	72,13	65,42
SEXE	M	0,07	0,18	0,25	0,34	-3,66	2,31	2,89
	F	-0,07	-0,18	-0,25	-0,34	-3,66	-2,31	-2,89
	F _{1..}	11,09***	8,57***	7,69***	7,61***	4,98*	2,12NS	2,56NS
MODE NAISS.	S	0,20	0,66	1,15	1,45	15,19	16,36	10,19
	D	-0,20	-0,66	-1,15	-1,45	-15,19	-16,36	-10,19
	F _{1..}	32,03***	42,24***	60,82***	53,44***	32,70***	40,39***	12,12***
N° AGNELAGE	1	-0,27	-0,33	-0,42	-0,48	-2,10	-3,13	-1,76
	2	-0,04	-0,04	-0,05	-0,01	-0,17	-0,15	1,33
	3	0,04	0,07	0,12	0,16	1,05	1,49	1,34
	4	0,04	0,13	0,29	0,32	3,13	5,36	0,90
	5	0,09	0,09	0,02	-0,12	-0,17	-2,33	-4,71
	6	0,05	0,10	0,08	0,28	1,55	-0,47	6,50
	7	0,08	-0,01	-0,04	-0,15	-3,29	-0,77	-3,60
	F _{6..}	4,99***	1,08NS	1,07NS	0,88NS	0,25NS	0,66NS	0,66NS
SAISON NAISS.	1	-0,02	0,37	0,56	1,42	13,18	6,36	28,45
	4	0,04	-0,19	-0,26	-0,40	-7,75	-2,16	-4,52
	5	-0,01	-0,18	-0,30	-1,02	-5,43	-4,20	-23,93
	F _{2..}	0,26NS	6,54***	7,18***	26,55***	11,70***	3,12*	51,98***
TROUPEAU	F1	0,06	0,39	0,56	0,80	11,18	5,41	8,32
	12	0,05	0,05	0,19	0,35	0,11	4,47	5,34
	22	-0,11	-0,44	-0,74	-1,15	-11,29	-9,88	-13,66
	F _{2..}	2,38NS	6,04***	7,20***	9,25***	6,06***	3,81*	5,75***
REGIME	F _{6..}	-	-	-	-	-	-	-
I (sxs)	F _{2..}	0,67NS	1,37NS	1,90NS	3,21*	3,04*	1,25NS	3,27*
PERE	F _{8..}	0,61NS	0,48NS	1,50NS	1,65NS	0,81NS	2,56***	1,33NS

TABLEAU N°1 B - Résultats du modèle B-effets des facteurs de variation après sevrage et signification à 95p.100 (F.,266)

Variables		Poids				Age	Gains de poids			
		P _{30s}	P _{60s}	P _{90s}	P _{120s}		A 20 kg	G ₀₋₃₀	G ₃₀₋₆₀	G ₆₀₋₉₀
Facteurs										
Moyenne		10,62	12,96	15,59	17,45	261,0	64,97	77,93	87,59	62,14
SEXE	M	0,59	1,08	1,37	1,72	-29,4	6,51	16,51	9,58	11,80
	F	-0,59	-1,08	-1,37	-1,72	29,4	-6,51	-16,51	-9,58	-11,80
	F _{1,.}	17,23***	42,69***	56,05***	88,60***	82,35***	8,06***	86,35***	19,40***	31,88***
MODE NAISS.	S	1,43	1,50	1,65	1,70	-23,2	4,55	2,43	5,03	1,59
	D	-1,43	-1,50	-1,65	-1,70	23,2	-4,55	-2,43	-5,03	-1,59
	F _{1,.}	34,63***	27,82***	27,60***	29,15***	17,26***	1,33NS	0,64NS	1,81NS	0,20NS
N° AGNEAGE	1	-0,67	-0,67	-0,89	-0,83	12,4	-7,44	-0,63	-6,90	1,92
	2	0,08	0,09	0,02	0,08	8,0	3,09	0,15	-2,24	1,99
	3	0,10	0,03	0	0,09	3,2	-0,08	-2,22	-1,03	2,96
	4	0,13	0,17	0,04	0,15	0,7	-5,17	1,30	-4,19	3,55
	5	0,13	0,27	0,17	0,34	-5,1	3,86	4,47	-3,30	5,78
	6	0,11	0,16	0,50	0,16	-12,9	0,94	1,76	11,35	-11,24
	7	0,12	-0,02	0,17	0,02	-6,4	4,80	-4,83	6,32	-4,96
	F _{6,.}	0,61NS	0,54NS	0,71NS	0,64NS	0,89NS	0,56NS	0,35NS	0,95NS	0,98NS
SAISON NAISS.	1	1,53	0,98	-0,43	-1,54	27,5	7,60	-18,54	-46,87	-37,01
	4	-0,54	0,29	1,27	1,21	-23,9	-4,40	27,52	32,78	-1,94
	5	-1,00	-1,27	-0,84	0,33	-3,6	-3,20	-8,98	14,08	38,95
	F _{2,.}	14,63***	5,60***	2,22NS	8,68***	8,94***	1,32NS	17,51***	56,28***	44,38***
TROUPEAU	11	0,05	-0,18	-0,14	0,01	-1,4	-8,11	-7,66	1,61	4,77
	12	0,97	1,27	1,51	1,07	-12,1	12,54	9,92	7,96	-14,53
	22	-1,02	-1,09	-1,37	-1,08	13,5	-4,43	-2,26	-9,57	9,76
	F _{2,.}	5,00***	4,84***	5,98***	3,42**	1,61NS	1,82NS	2,01NS	1,73NS	3,27**
REGIME	F _{6,.}	0,89NS	1,08NS	1,94NS	3,04***	2,48**	1,88NS	2,25**	5,18***	4,51***
	F _{2,.}	-	-	-	-	-	-	-	-	-
I (sxs)	F _{2,.}	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	F _{8,.}	2,69***	2,93***	3,71***	2,82***	1,93**	1,08NS	1,58NS	2,38**	3,02***

montrent que, durant l'allaitement, les GMQ des agneaux des deux sexes ne diffèrent significativement qu'au premier mois, et que cette différence est explicable par celle qui est relevée au niveau des poids à la naissance (modèle A').

Ceci explique que les différences observées entre sexes pour les variables P30, P60 et P90 disparaissent après correction pour le poids à la naissance (modèle A'). De même, une partie des différences observées sur les GMQ après

sevrage est en réalité liée aux différences de poids au sevrage (modèles B et B').

1.2. Effet du mode de naissance

Les agneaux nés simples sont significativement plus lourds que les doublons à tous les âges considérés, et ils atteignent plus précocement le poids de 20 kg. Néanmoins, les différences de GMQ ne sont significatives que durant l'allaitement (modèle A). L'examen des résultats du modèle A' confirme l'existence

TABLEAU II
Résultats du Modèle A'

Variables		P ₃₀ (kg)	P ₆₀ (kg)	P ₉₀ (kg)	G ₀₋₃₀ (g/j)	G ₃₀₋₆₀ (g/j)	G ₆₀₋₉₀ (g/j)
Facteurs							
Moyenne		4,76	7,04	9,15	97,75	75,91	70,37
SEXE	Mâles	0,03	0,05	0,07	1,16	0,63	0,69
	Femelles	-0,03	-0,05	-0,07	-1,16	-0,63	-0,69
	F 1,269	0,603NS	0,59NS	0,61NS	0,603NS	0,17NS	0,16NS
MODE DE NAISSANCE	Simple	0,25	0,60	0,72	8,30	11,73	4,13
	Double	-0,25	-0,60	-0,72	-8,30	-11,73	-4,13
	F 1,269	11,02***	26,11***	20,40***	11,02***	20,57***	2,05NS
N° AGNELAGE	F 6,269	0,918NS	1,25NS	1,90NS	0,918NS	0,77NS	1,45NS
SAISON DE NAISSANCE	1	0,42	0,63	1,50	14,01	6,92	29,18
	4	-0,27	-0,36	-0,53	-9,02	-3,02	-5,63
	5	-0,15	-0,27	-0,97	-4,99	-3,90	-23,54
	F 2,269	16,48***	15,17***	49,77***	16,48***	3,95**	61,84***
TROUPEAU	11	0,27	0,39	0,59	9,12	4,03	6,50
	12	-0,05	0,06	0,17	-1,52	3,38	3,91
	22	-0,23	-0,45	-0,76	-7,60	-7,40	-10,42
	F 2,269	4,11**	4,94***	7,11***	4,11**	2,33NS	3,80**
INTERACTION SEXE x SAISON	1-1	0,18	0,29	0,48	5,96	3,74	6,33
	1-4	-0,12	-0,18	-0,26	-3,96	-2,15	-2,47
	1-5	-0,06	-0,11	-0,22	-2,00	-1,59	-3,86
	2-1	-0,18	-0,29	-0,48	-5,96	-3,74	-6,33
	2-4	0,12	0,18	0,26	3,96	2,15	2,47
	2-5	0,06	0,11	0,22	2,00	1,59	3,86
	F 2,269	5,29***	5,74***	8,68***	5,29***	1,99NS	5,00**
PERE	F 8,269	1,39NS	2,76***	2,75***	1,39NS	2,79***	1,37NS
REGRESSION P. NAISS. LIN.	b	2,036	2,733	3,644	34,548	23,220	30,372
	F (1,269)	275,77***	202,22***	193,15***	71,44***	30,20***	41,49***

d'une différence à ce niveau (différence aisément explicable par la concurrence alimentaire entre les jumeaux), mais montre cependant qu'une partie de la différence est liée à l'important écart de poids à la naissance.

Après le sevrage, aucune différence n'est relevée entre les GMQ des agneaux nés simples ou doubles, ce qui montre que, malgré l'équivalence des potentiels génétiques des animaux, il n'y a pas de rattrapage (et donc pas de croissance compensatrice systématique) ; le handicap des doublons est définitif dans le système d'élevage considéré.

1.3. Effet du numéro d'agnelage de la mère

Le numéro d'agnelage de la mère n'exerce un effet significatif que sur le poids à la naissance des agneaux, les produits du premier et, dans une moindre mesure, du second agnelage étant plus légers à la naissance que ceux des agnelages suivants.

L'effet utérin ne s'accompagne donc ici d'aucun effet sensible sur la lactation des brebis, ce qui peut être considéré comme satisfaisant pour les primipares, dont les performances sont néanmoins plus faibles que celles des brebis adultes.

1.4. Effet du troupeau d'origine

Le poids à la naissance est indépendant du troupeau d'origine, en revanche les GMQ avant sevrage et les poids à âge-type sont significativement influencés par ce facteur (modèle A). D'une façon générale, les agneaux réalisent une meilleure croissance dans les troupeaux 1-1 et 1-2, menés sur savane.

Après le sevrage et l'allotement des agneaux, on ne constate plus de différence entre les GMQ selon le troupeau d'origine, mais l'écart constaté au sevrage n'est pas compensé (modèle B).

L'expérimentation relative aux rythmes de

TABLEAU N°III - Résultats du modèle B'

Variables		P _{30s} (kg)	P _{60s} (kg)	P _{90s} (kg)	P _{120s} (kg)	A 20 kg (j)	G _s ₀₋₃₀ (g/j)	G _s ₃₀₋₆₀ (g/j)	G _s ₆₀₋₉₀ (g/j)	G _s ₉₀₋₁₂₀ (g/j)
Moyenne		12,20	14,69	17,37	19,18	233,3	68,41	83,12	89,43	60,28
SEXE	Mâles	0,17	0,62	0,90	1,26	-22,08	5,60	15,14	9,09	12,29
	Femelles	-0,17	-0,62	-0,90	-1,26	22,08	-5,60	-15,14	-9,09	-12,29
	F 1,265	5,77**	41,10***	55,24***	100,85***	80,22***	5,77**	73,15***	16,76***	33,21***
MODE DE NAISSANCE	Simple	0,05	-0,02	0,09	0,18	1,12	1,54	-2,11	3,42	3,22
	Double	-0,05	0,02	-0,09	-0,18	-1,12	-1,54	2,11	-3,42	-3,22
	F 1,265	0,13NS	0,01NS	0,16NS	0,64NS	0,06NS	0,13NS	0,43NS	0,72NS	0,69NS
N° AGNELAGE	F 6,265	0,55NS	0,44NS	0,69NS	0,45NS	1,20NS	0,55NS	0,35NS	0,93NS	0,98NS
SAISON DE NAISSANCE	1	0,14	-0,56	-2,01	-3,07	52,03	4,55	-23,13	-48,50	-35,37
	4	-0,10	0,76	1,76	1,69	-31,50	-3,45	28,94	33,29	-2,45
	5	-0,03	-0,21	0,25	1,38	-20,53	-1,10	-5,81	15,21	37,82
	F 2,265	0,44NS	4,85***	32,93***	67,25***	50,28***	0,44NS	23,51***	54,14***	36,70***
TROUPEAU	11	-0,26	-0,52	-0,49	-0,33	4,08	-8,79	-8,68	1,25	5,13
	12	0,33	0,57	0,79	0,37	-0,91	11,14	7,82	7,21	-13,78
	22	-0,07	-0,05	-0,30	-0,04	-3,18	-2,36	0,86	-8,46	8,65
	F 2,265	1,55NS	2,63NS	2,66NS	0,65NS	0,25NS	1,55NS	1,87NS	1,32NS	2,78NS
REGIME**	1	0,34a	0,66a	1,12a	1,12a	-24,00a	11,40a	10,54a	15,53a	-0,21bc
	2	-0,41b	-0,55bc	-0,21b	0,33b	-2,95b	-13,77b	-4,51bc	11,42a	17,92ab
	3	-0,22b	-0,27ab	-0,88bc	-0,05b	6,69b	-7,38b	-1,67ab	-20,38c	27,88a
	4	-0,69b	-1,52c	-1,96c	-2,41c	43,50c	-22,99b	-27,79c	-14,52bc	-15,09c
	6	-0,29b	-0,23ab	0 b	0,28b	15,27bc	-9,61b	1,87ab	7,70a	9,32b
	7	0,62a	1,09a	1,18a	0,58ab	-25,81a	20,80a	15,42a	3,02b	-20,06c
	8	0,65a	0,83a	0,75ab	0,15b	-12,70ab	21,55a	6,14a	-2,78b	-19,75c
	F 6,285	2,21**	3,43***	5,07***	4,06***	3,98***	2,21**	2,67**	5,21***	4,73***
	PERE	F 8,265	1,06NS	1,22NS	2,52***	2,13**	1,20NS	1,06NS	1,12NS	2,23**
REGRESSION P. SEVR. LIN.	b F 1,265	1,070 861,18***	1,175 540,39***	1,213 373,80***	1,175 321,27***	-18,821 214,75***	2,330 3,68**	3,519 14,57***	1,250 1,17NS	-1,260 1,29NS

(**) Les régimes ont été également comparés deux à deux par le test "t".

reproduction n'en étant qu'à ses débuts, aucune conclusion ne peut être tirée à ce sujet en ce qui concerne les performances de croissance des agneaux.

1.5. Effet de la saison de naissance

La saison de naissance exerce un effet significatif sur la plupart des variables étudiées à l'exception du poids à la naissance, dans tous les modèles d'analyse. Ces effets sont difficiles à préciser car ils traduisent, en réalité, des effets saisonniers cycliques, auxquels tous les agneaux ne sont pas soumis au même âge. L'examen des GMQ moyens montre donc logiquement que ces effets s'annulent ou s'inversent en cours d'année. Les naissances des

agneaux de notre échantillon sont trop inégalement réparties dans l'année pour permettre une analyse détaillée des variations des performances de croissance selon les saisons.

On constate, globalement, que les agneaux nés en juillet-août atteignent plus précocement le poids de 20 kg que ceux nés en septembre-octobre, qui sont eux-mêmes plus précoces que les agneaux nés en janvier-février, alors que ces derniers sont les plus lourds au sevrage.

1.6. Interaction (sexe × saison)

L'interaction (sexe × saison de naissance) est particulièrement intéressante à étudier, car elle est un excellent exemple d'interaction génotype × milieu.

Elle a été introduite dans les modèles A et A' sur la base de résultats antérieurs (non publiés). L'analyse détaillée des résultats du modèle A' montre que l'effet de cette interaction est lié aux effets saisonniers ; le facteur « sexe » potentialise les variations saisonnières, l'avantage génétique des mâles étant accru durant les saisons favorables, tandis qu'à l'inverse les performances des agneaux femelles, plus modestes, sont moins affectées que celles des mâles en saison difficile (fig. 1 ; à noter que les effets de l'interaction étant centrés par construction, ils sont égaux en valeur absolue pour les deux sexes, et de signe opposé).

1.7. Effet des régimes alimentaires après le sevrage

L'effet des régimes alimentaires auxquels sont soumis les agneaux sevrés est significatif sur tous les GMQ après le sevrage (à l'exception du GMQ s 0.30, dans le modèle B). Ces effets sont renforcés par la correction effectuée pour le poids au sevrage (modèle B').

Il faut noter que l'interprétation des résultats est compliquée par l'hétérogénéité de la répartition des agneaux des deux sexes dans les différents lots.

Rappelons que le détail des résultats de l'essai alimentaire est discuté par BERGER (1).

A l'issue de cette phase de croissance-engraissement, des différences significatives sont enregistrées entre lots au niveau du poids à 120 jours après le sevrage et de l'âge à 20 kg (modèle B).

1.8. Régression sur le poids à la naissance (Modèle A')

L'effet de la covariable « poids à la naissance » introduite dans le modèle d'analyse A' est hautement significatif à la fois sur les PAT et sur les GMQ. La corrélation observée, toujours positive, indique que les agneaux les plus lourds à la naissance conservent jusqu'au sevrage un net avantage au niveau de la vitesse de croissance. L'explication la plus plausible de ce phénomène réside dans l'importance de l'effet sexe et de l'effet mode de naissance, qui s'expriment successivement sur la croissance *in utero* puis après la naissance (on notera cependant que l'influence du sexe n'est plus significative dans le modèle A').

On peut, en outre, supposer l'existence d'une corrélation positive entre les effets maternels *in utero* et les effets maternels recréés durant la phase d'allaitement, ces derniers étant essentiellement liés aux qualités laitières des brebis. En particulier, ceci est évidemment le cas pour les doublons, qui se trouvent constamment en

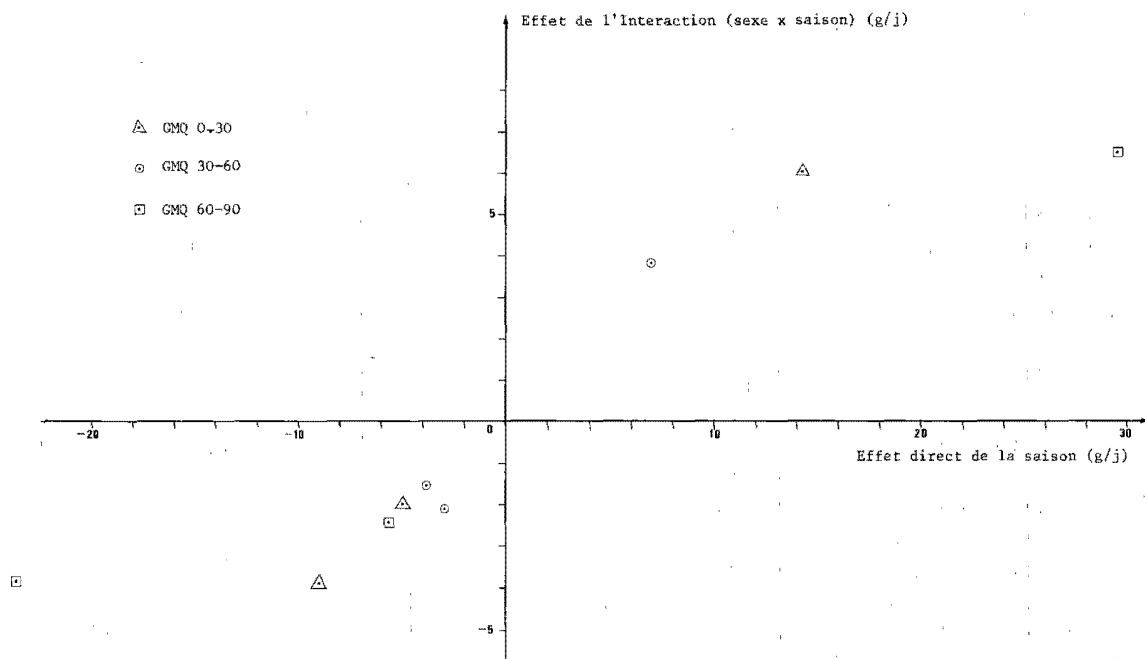


Fig. 1 - Effets de l'interaction (sexe mâle x saison de naissance) sur les GMQ avant sevrage des agneaux en fonction des effets directs de la saison de naissance.

position de concurrence alimentaire, tant au niveau de la nutrition embryonnaire qu'à celui de l'alimentation lactée. Le fait que le facteur mode de naissance conserve un effet significatif dans le modèle A' laisse penser que cette concurrence est surtout sévère après la naissance.

1.9. Régression sur le poids au sevrage (Modèle B')

La régression linéaire sur le poids au sevrage est hautement significative sur les poids à âge-type et sur l'âge à 20 kg, et le signe de la pente de la droite de régression montre que les avantages acquis au sevrage sont conservés.

On constate, en revanche, que la liaison entre les GMQ et le poids au sevrage perd sa signification deux mois après le sevrage, et même que la pente de la droite de régression tend à devenir négative dans la dernière période étudiée (de 90 à 120 jours après le sevrage).

L'étude détaillée des effets de chaque facteur sur le GMQ s 90-120 montre, d'une façon générale, que les hiérarchies entre les diverses modalités de certains facteurs sont bousculées durant cette période, principalement caractérisée par un net fléchissement des performances de croissance.

Il est probable que ces observations témoignent du fait qu'en fin de croissance, les agneaux les plus lourds voient leurs performances diminuer plus rapidement que celles des agneaux ayant réalisé auparavant des croissances plus modestes, sans que cette tendance suffise à faire disparaître les différences établies.

1.10. Effet père

Les effets « père » analysés ci-dessous sont, comme les autres effets étudiés dans ces modèles, des effets fixes (dans la seconde partie de l'analyse, l'effet « père » est en revanche considéré comme aléatoire, et sert de base à l'estimation des paramètres génétiques de la population).

L'effet « père » n'est pas significatif sur les poids jusqu'au sevrage (modèle A), mais il le devient à partir du 30^e jour après le sevrage (modèle B).

Après correction pour le poids à la naissance, qui est largement sous la dépendance des effets utérins, l'effet du père devient sensible sur les variables P60 et P90 (modèle A').

L'effet direct lié au père paraît donc complètement masqué durant les premiers stades de la

croissance de l'agneau, mais il se révèle peu à peu pour devenir significatif vers la période du sevrage. Ceci souligne l'importance, décisive durant la période d'allaitement, des effets maternels.

La correction pour le poids au sevrage (modèle B') qui fait disparaître les différences imputables aux effets directs déjà manifestés au sevrage, réduit l'importance des effets « père ».

2. ETABLISSEMENT DE L'INDEX DE SÉLECTION

2.1. Choix de l'objectif et d'un critère de sélection

Le choix raisonné d'objectifs de sélection adaptés aux modes d'élevage locaux soulève de difficiles problèmes.

La démarche orthodoxe consisterait, à partir de l'analyse détaillée des systèmes de production, à établir une fonction économique intégrant les variables zootechniques mesurables, puis à en déduire les poids économiques respectifs des caractères intéressés. La connaissance des héritabilités et des relations génétiques existant entre ces caractères dans la population constituant la base de sélection permettrait alors d'établir un index de sélection et de choisir les caractères à retenir comme critères de sélection.

Cette démarche reste largement hors de portée dans le cas qui nous occupe. En effet, la vocation du troupeau de sélection constitué au C.R.Z. est, d'une part, de fournir des béliers améliorateurs aux divers centres pratiquant l'élevage intensif du mouton, d'autre part, aux élevages traditionnels encadrés par la Société pour le Développement des Productions Animales (SODEPRA). Malheureusement, ces centres sont en voie de constitution, et il est encore trop tôt pour pouvoir analyser sérieusement leurs systèmes de production. En ce qui concerne les élevages villageois, trop peu de données sont disponibles pour que l'on puisse définir leurs besoins. En outre, les relations entre ces deux niveaux d'élevage, et en particulier la circulation des gènes entre eux, sont encore mal établies.

Au surplus, la prise en compte dans un index de sélection des caractères commandant la productivité numérique des troupeaux est actuellement impossible, faute de données suffisantes.

Au demeurant, la définition de critères individuels mesurables et répétables en matière de carrière des femelles reste à discuter.

En ce qui concerne les paramètres génétiques de la population, nous présentons ici les premiers résultats relatifs à la population ovine de Côte-d'Ivoire... encore ne concernent-ils que les caractères de croissance des agneaux.

A court terme, seule est donc envisageable l'amélioration génétique des performances de croissance, objectif relativement vague, qui répond au souci, couramment exprimé par les responsables du développement, d'améliorer la productivité en viande des races locales, dont les performances répondent insuffisamment à l'intensification (2).

Le choix précis d'un objectif de sélection s'est appuyé sur des études préliminaires (1) qui avaient montré que la commercialisation des agneaux de boucherie au poids de 20 kg présentait divers avantages pour la gestion du troupeau, d'une part, sur le plan des prix, d'autre part. Il a donc été décidé d'essayer de réduire par la sélection l'âge moyen auquel ce poids est atteint, ce qui correspond à un objectif économique concret, dans la mesure où il est possible de montrer que la marge annuelle sur coûts variables procurée par brebis mise à la lutte

peut se mettre sous la forme simplifiée suivante :

$$M = C - bA$$

expression dans laquelle C est une constante (tous les caractères intervenant dans le calcul de C étant considérés comme constants), A représente l'âge (en jours) auquel est atteint le poids de 20 kg, et b est un coefficient représentant le coût moyen du séjour quotidien des agneaux dans l'élevage.

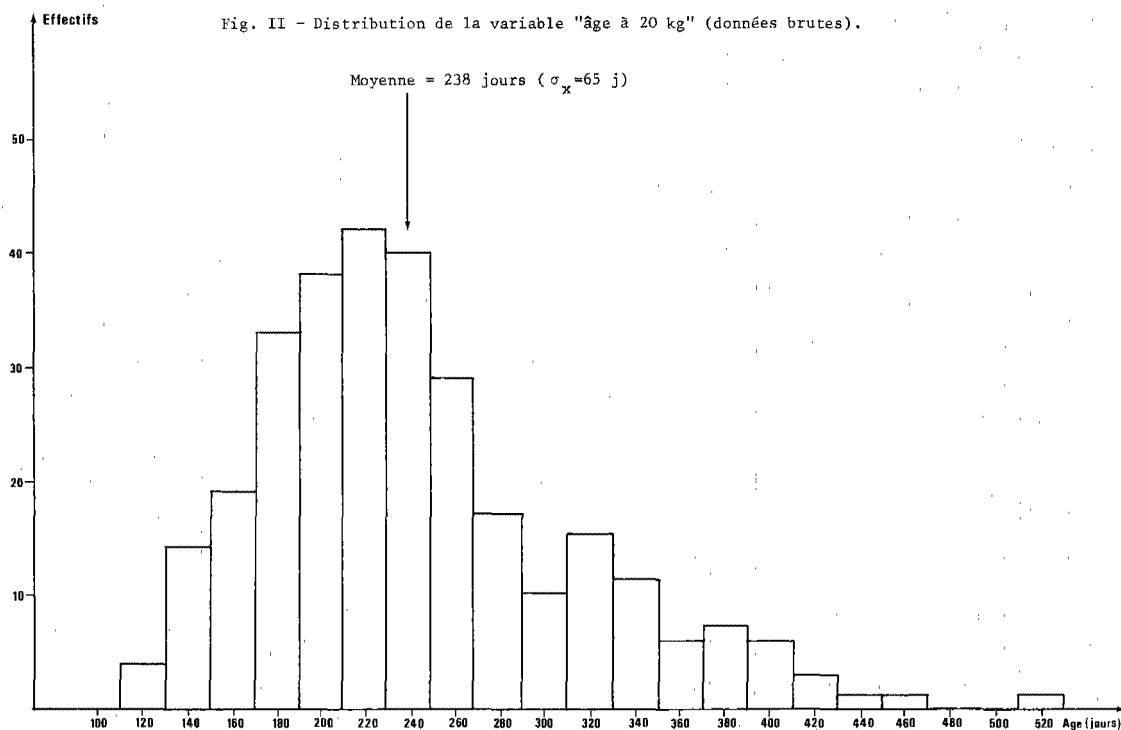
Le caractère « âge à 20 kg » ne constitue pas en lui-même un critère de sélection adéquat pour diverses raisons :

— Il n'est connu que tardivement dans la vie des agneaux, et son utilisation directe conduirait à retarder les opérations de sélection, donc à alourdir les charges de l'exploitation.

— Ce caractère, par nature, se prête mal à l'analyse ; en effet, alors que la distribution des poids à âges-types est normale, celle de l'âge à 20 kg est nettement dissymétrique (fig. 2), certains animaux n'atteignant ce poids qu'à des âges supérieurs à 400 jours, voire jamais !

— Enfin, l'héritabilité de ce caractère est relativement faible.

Il est donc apparu préférable de retenir un autre critère mieux distribué et plus précocement mesurable, et de pratiquer une sélection



TABL. N°IV-Croissance après le sevrage.
Héritabilités et corrélations génétiques entre caractères.
Estimées moyennes et (écarts types)

Variables	P _{30s}	P _{60s}	P _{90s}	P _{120s}	A 20 kg
P _{30s}	0,303 (0,186)				
P _{60s}	1,006 (0,012)	0,343 (0,198)			
P _{90s}	0,958 (0,058)	0,994 (0,021)	0,465 (0,234)		
P _{120s}	0,882 (0,128)	0,924 (0,082)	0,966 (0,041)	0,324 (0,192)	
A 20 kg	-0,876 (0,776)	-0,883 (0,757)	-0,857 (0,681)	-0,890 (0,779)	0,172 (0,142)

indirecte pour atteindre 20 kg à un âge plus précoce.

Du fait des effets maternels déjà signalés, qui se surajoutent aux effets directs et perturbent leur expression jusqu'au sevrage, les paramètres génétiques (héritabilités et corrélations génétiques) relatifs aux variables PN, P30, P60 et P90 sont fort mal estimés, ou ne pouvaient l'être.

Le choix se limitait donc aux variables suivantes :

$$P_{30s}, P_{60s}, P_{90s} \text{ et } P_{120s} .$$

Les paramètres correspondants, tirés du modèle B, figurent au tableau IV. Le tableau V fournit, à titre de comparaison, les héritabilités des poids à âges-types de la naissance au sevrage, tirés du modèle A.

TABL. N°V-Héritabilités des caractères de croissance avant le sevrage

P _{NAISS.}	-0,072 (0,049)
P ₃₀	-0,097 (0,039)
P ₆₀	0,088 (0,111)
P ₉₀	0,114 (0,121)

Les corrélations génétiques entre poids à âges-types sont toutes positives, élevées et relativement bien estimées. Les héritabilités, moins précisément connues, croissent jusqu'à P_{90s}. Les estimées des corrélations génétiques entre poids à âges-types et âge à 20 kg sont toutes négatives et élevées, mais leur écart-type est grand, ce qui est à rattacher en partie à la distribution asymétrique de l'âge à 20 kg qui se

prête mal au mode de correction des données adopté.

Après considération de ces résultats, il a été décidé de retenir comme critère de sélection la variable P_{90s}, c'est-à-dire le poids au 90^e jour après le sevrage (les agneaux sont alors âgés de six mois en moyenne).

2.2. Etablissement de l'index

Soit P_{ij} la performance corrigée du j^{ème} produit né du i^{ème} bélier. Sous l'hypothèse de non-apparementement des mères, l'index de sélection combinée s'écrit :

$$I = \beta_1(P_{ij} - P_i) + \beta_2(P_i - P_{..})$$

$$P_i = \frac{\sum_j P_{ij}}{n_i} = \text{moyenne familiale}$$

$$P_{..} = \frac{\sum_{ij} P_{ij}}{\sum_i n_i} = \text{moyenne générale}$$

$$\beta_1, \beta_2 = \text{coefficients de pondération .}$$

Les coefficients β_1 et β_2 sont exprimés en fonction de r (coefficient de corrélation entre les valeurs génétiques additives des apparentés), de t (corrélations phénotypiques intra-famille) et de n_i (nombre de descendants du père i) et de h² (héritabilité du caractère P_{90s}) :

$$\beta_1 = h^2 \left(\frac{1-r}{1-t} \right) \quad \beta_2 = h^2 \left(\frac{1+(n_i-1)r}{1+(n_i-1)t} \right)$$

Dans le cas qui nous occupe (familles de demi-frères), les valeurs prises par les différents paramètres sont les suivantes :

$$r = \frac{1}{4} \quad t = \frac{h^2}{4} \quad (h^2 = 0,46)$$

La précision de la sélection, exprimée par le

coefficient de détermination de l'index, s'écrit (LUSH, 1947) :

$$R^2 = h^2 \left[1 + \frac{(n_i - 1)(r - t)^2}{(1 - t)(1 + (n_i - 1)t)} \right]$$

Elle varie avec les nombre des descendants de chaque père, et prend la valeur moyenne suivante, compte tenu du déséquilibre du dispositif :

$$R^2 = h^2 \left[1 + \frac{(k - 1)(r - t)^2}{(1 - t)(1 + (k - 1)t)} \right] = 0,53$$

(R = 0,73)

(avec k, effectif efficace = 20,6).

Il est possible de calculer *a priori* la réponse attendue à la sélection, si l'on connaît l'intensité *i* de cette sélection.

Dans le cas du troupeau du C.R.Z., neuf béliers ont été retenus, sur un total de 152 agneaux mâles testés, soit un taux de sélection de 0,06, qui correspond à une intensité *i* = 1,984. Aucune sélection n'a été pratiquée sur les agnelles.

Dans ces conditions, l'espérance de la réponse directe à la sélection, RD, peut être calculée ainsi :

$$E(RD) = \frac{1}{2} i R \sigma_G = \frac{1}{2} \cdot 1,98 \cdot 0,73 \cdot 2,09 = 1,51 \text{ kg}$$

(σ_G^2 = variance génétique du caractère dans la population).

L'espérance du progrès génétique attendu à la génération suivante sur le poids à 90 jours après le sevrage est donc de 1,51 kg (soit un gain de 9,7 p. 100).

La réponse corrélative attendue sur l'âge à 20 kg peut également être calculée de la manière suivante :

$$E(RC) = RD \cdot r_G \cdot \frac{\sigma'_G}{\sigma_G}$$

expression dans laquelle r_G représente la corrélation génétique entre les deux caractères intéressés et σ'_G la variance génétique du caractère « âge à 20 kg », estimée directement par le modèle ($\sigma'_G = 470,44$)

$$E(RC) = 1,51 \cdot (-0,857) \cdot \frac{21,69}{2,09} = -13,4 \text{ jours.}$$

L'espérance du progrès génétique annuel RC_a prend la valeur suivante :

$$E(RC_a) = \frac{E(RC)}{I}$$

I étant l'âge moyen des reproducteurs à la naissance de leurs descendants directs (intervalle entre générations) :

$$\bar{I} = \frac{L_m + L_f}{2}$$

Dans le troupeau considéré, ces paramètres prennent les valeurs suivantes :

L mâles = 1,3 années L femelles = 3,8 années, d'où $\bar{I} = 2,55$ années

$$E(RC_a) = \frac{13,42}{2,55} = 5,3 \text{ jours.}$$

Sur le plan économique, nous avons calculé que ce gain équivaut à environ 180 F CFA, soit approximativement à 3 p. 100 du revenu net procuré par femelle et par an, ce gain correspondant uniquement à l'opération de sélection menée en 1979 et étant, en principe, définitivement acquis.

SUMMARY

Analysis and genetic improvement of the growth of Djallonke lambs. Records from the Bouaké Livestock Research Center, Ivory Coast

The authors analyzed the growth performance of 293 lambs of the Djallonke breed, raised on the farm of the Bouake Livestock Research Center.

They study the influence of the major variation factors on the growth variables before and after weaning.

The genetical parameters of growth characteristics of the lambs are estimated. A selection index based on the liveweight 90 days after weaning, with a high heritability ($h^2 = 0.46$) allowed for a selection procedure combining individual and family informations.

The authors discuss the value of the selection target which is suggested and consider developing a national scale genetic improvement scheme.

RESUMEN

**Estudio y mejoría genética del crecimiento de los corderos Djallonke.
Resultados obtenidos en el Centro
de Investigaciones zootécnicas de Buake (Costa de Marfil)**

Los autores analizaron los resultados de crecimiento de 293 corderos de raza Djallonke, criados en la Granja del Centro de Investigaciones zootécnicas de Buake.

Estudian los efectos de los principales factores de variación sobre las variables características del crecimiento antes y después del destete.

Se valoran los parámetros genéticos relativos a las características de crecimiento de los corderos. Un índice de selección sobre el criterio del peso 90 días después del destete, muy hereditario ($h^2 = 0.46$) permitió hacer una selección al compaginar las informaciones individuales y familiares.

Los autores discuten de la valoración del objetivo de selección propuesto y consideran la elaboración de un esquema de mejoría genética al nivel nacional.

BIBLIOGRAPHIE

1. BERGER (Y.). Sélection et amélioration des ovins et caprins. Rapport annuel d'activités, 1979, Opération 05-01/CRZ Bouaké, C.R.Z., mars 1980 (n° 02 Zoot).
2. BERGER (Y.) et GINISTY (L.). Bilan de quatre années d'étude de la race ovine Djallonké en Côte-d'Ivoire. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1980, 3 (1) : 71-78.
3. DETTMERS (A.), IGOCHE (C. A.), KIKELOMO AKINKUELIE. The West African Dwarf sheep. I. Reproduction performance and growth. *Nigerian J. anim. Prod.*, 3 (1) : 139-147.
4. GODDARD (M. E.), BEILHARZ (R. G.). Natural selection and animal breeding. Proc. Zootech. Congr. Soc. Adv. Breed. Res. Asia Oceania (S.A.B.R.A.), Canberra, Febr. 1977, 4 : 19-20.
5. HARVEY (W. R.). Least squares analysis of data with unequal subclass numbers. Washington, U.S. Department of Agriculture, 1960, (ARS. 20-8).
6. LUSH (J. L.). Family merit and individual merit as bases for selection Pt I, Pt II. *Am. Nat.*, 1947, 81 : 241-261 et 362-379.
7. MAZZICHI (V.). Variabilité génétique de la croissance d'agneaux de race Lacaune élevés en allaitement artificiel. Mémoire de fin d'études I.N.A. Paris-Grignon, 1979, 35 p.
8. ROMBAUT (D.) et VAN VLAENDEREN (G.). Le mouton Djallonké de Côte-d'Ivoire en milieu villageois. Comportement et alimentation. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1976, 29 (2) : 157-172.
9. VALLERAND (F.). Réflexions sur l'utilisation des races locales en élevage africain. Exemple du mouton Djallonké dans les conditions physiques et sociologiques du Cameroun. Thèse de Docteur-Ingénieur, Institut National Polytechnique de Toulouse, 1979, 242 p.