PA-ABD-404

n° 15

La productivité des petits ruminants dans les stations de recherche de l'Institut des sciences agronomiques du Rwanda

Th. Murayi
A.R. Sayers
R T. Wilson

Avril 1987

Le présent ouvrage est un rapport conjoint de l'Institut des sciences agronomiques du Rwanda et du CIPEA

PUBLICATIONS DU CIPEA

Le Centre international pour l'élevage en Afrique (CIPEA) est un centre autonome de recherche et d'information à but non lucratif qui a pour mandat d'améliorer la production animale dans l'ensemble de l'Afrique au sud du Sahara. Les activités et les publications du Centre sont financées par le Groupe consultatif pour la recherche agricole internationale (GCRAI).

Les membres du Groupe consultatif qui participent au financement du CIPEA sont le Centre de recherches pour le développement international (CRDI), le Fonds international de développement agricole (FIDA), le Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD), la Banque mondiale et les Gouvernements de l'Australie, de la Belgique, du Canada, de la Chine, du Danemark, des Etats-Unis d'Amérique, de la Finlande, de la France, de l'Inde, de l'Irlande, de l'Italie, du Nigéria, de la Norvège, des Pays-Bas, de la République fédérale d'Allemagne, du Royaume-Uni, de la Suède et de la Suisse.

Les publications du CIPEA relèvent exclusivement de la responsabilité du Centre et des tiers susceptibles d'en être les co-auteurs. Jusqu'en 1982, les deux principales séries de publications scientifiques du Centre étaient les *Etudes de systèmes* et les *Monographies*. Celles-ci sont désormais remplacées par la série des *Rapports de recherche*.

PN-ABD-404
ISN 43013

La productivité des petits ruminants dans les stations de recherche de l'Institut des sciences agronomiques du Rwanda

Th. Murayi[1]
A.R. Sayers[2]
R.T. Wilson[3]

[1] Institut des sciences agronomiques du Rwanda,
B.P. 138, Butaré (Rwanda)
[2] Service informatique et [3] Groupe de recherche sur les petits ruminants et les camélidés, CIPEA,
B.P. 5689, Addis-Abeba (Ethiopie)

CIPEA
Rapport de recherche n° 15
Centre international pour l'élevage en Afrique
Avril 1987

ORIGINAL: FRANÇAIS

RESUME

Ce rapport présente les résultats des analyses effectuées sur des données recueillies entre 1972 et 1984 dans les stations de recherche de l'Institut des sciences agronomiques du Rwanda. Une première partie est consacrée aux divers aspects de la productivité des caprins et une seconde traite des performances des ovins. Les recommandations des auteurs sont présentées dans la dernière partie.

MOTS CLES

/Chèvre//mouton//croisement//reproduction//croissance//mortalité//productivité//conduite d'élevage/ /Rwanda/

ABSTRACT

In this report, the productivity of goats and sheep is discussed. The data for the analysis presented were collected between 1972 and 1984 on the research stations of the national Institut des sciences agronomiques in Rwanda. Recommendations based on the results of the studies are also given.

KEY WORDS

/Goats//sheep//crossbreeding//reproduction//growth//mortality//productivity//management//Rwanda/

Référence exacte: Murayi Th., Sayers A.R. et Wilson R.T. 1987. *La productivité des petits ruminants dans les stations de recherche de l'Institut des sciences agronomiques du Rwanda.* Rapport de recherche n° 15. CIPEA, Addis-Abeba (Ethiopie).

ISBN 92-9053-082-0

TABLE DES MATIERES

LISTE DES TABLEAUX v
LISTE DES FIGURES vii
SYNTHESE viii
ENGLISH SUMMARY ix
PREFACE x

1. GENERALITES 1
   L'Institut des sciences agronomiques du Rwanda 1
      La Station de Rubona 2
      Le Centre zootechnique de Songa 2
      La Station de Karama 2
      La Station de Rwerere 2
   Historique de la recherche sur les petits ruminants à l'ISAR 4
   Quelques caractéristiques des races ovines et caprines locales au Rwanda 4
      Le mouton local 4
      La chèvre locale 4
      Conduite des troupeaux 5
      Mode de gestion 5
      Alimentation 7
      Soins vétérinaires 7

2. PREPARATION ET ANALYSE DES DONNEES 8
      Méthode de collecte des données 8
      Préparation des données 8
      Analyses des données 8

3. PRODUCTIVITE DES CAPRINS 14
   Performances de reproduction 14
      Introduction 14
      Données relevées 14
      Analyses par la méthode des moindres carrés 14
   Croissance pondérale 20
      Station de Karama 20
      Station de Rwerere 24

Mortalité 30
Station de Karama 30
Station de Rwerere 32
Indices de productivité 34
Introduction 34
Les indices bruts 34
Analyses par la méthode des moindres carrés 36
4. PRODUCTIVITE DES OVINS 40
Performances de reproduction 40
Croissance pondérale 42
Mortalité 50
Indices de productivité 52
Introduction 52
Indices bruts 52
Analyses par la méthode des moindres carrés 52
5. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS 56
REFERENCES 57
ABREVIATIONS 57
ANNEXE A: NOTES TECHNIQUES DE L'ISAR RELATIVES AUX PETITS RUMINANTS 58

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Principales caractéristiques climatiques et physiques des stations zootechniques de l'ISAR 2

Tableau 2. Age (jours) au sevrage et à la castration des ovins et des caprins nés en station 7

Tableau 3. Analyse de variance de l'âge à la première mise bas des caprins (Karama) 15

Tableau 4. Moyennes estimées par la méthode des moindres carrés de l'âge (jours) des caprins à la première mise bas (Karama) 16

Tableau 5. Analyse de variance de l'intervalle entre mises bas et de la taille de la portée des caprins (Karama) 16

Tableau 6. Moyennes estimées par la méthode des moindres carrés de l'intervalle entre mises bas (jours) et de la taille de la portée des caprins (Karama) 17

Tableau 7. Analyse de variance de l'âge à la première mise bas des caprins (Rwerere) 18

Tableau 8. Moyennes estimées par la méthode des moindres carrés de l'âge (jours) des caprins à la première mise bas (Rwerere) 18

Tableau 9. Analyse de variance de l'intervalle entre mises bas et de la taille de la portée des caprins (Rwerere) 19

Tableau 10. Moyennes estimées par la méthode des moindres carrés de l'intervalle entre mises bas (jours) et de la taille de la portée des caprins (Rwerere) 19

Tableau 11. Analyse de variance des poids des caprins à quatre âges types, de la naissance à 90 jours (Karama) 21

Tableau 12. Moyennes estimées par la méthode des moindres carrés des poids (kg) des caprins, de la naissance à 90 jours (Karama) 23

Tableau 13. Analyse de variance des poids des caprins à sept âges types (Karama) 24

Tableau 14. Moyennes estimées par la méthode des moindres carrés des poids des caprins (kg), de 150 à 1095 jours (Karama) 25

Tableau 15. Equations de régression et corrélations pour les variations de poids des caprins (Karama, 1972–82) 26

Tableau 16. Corrélations phénotypiques entre les poids des caprins à huit âges types 26

Tableau 17. Poids moyens (kg) des chèvres de 3 à 8 ans (Karama) 27

Tablelau 18. Analyse de variance des poids des caprins à quatre âges types, de la naissance à 90 jours (Rwerere) 28

Tableau 19. Moyennes estimées par la méthode des moindres carrés des poids des caprins (kg) à la naissance et à trois âges types (Rwerere) 29

Tableau 20. Analyse de variance des poids des caprins à sept âges types, du sevrage à 3 ans (Rwerere) 30

Tableau 21. Moyennes estimées par la méthode des moindres carrés des poids des caprins (kg) à sept âges types compris entre 150 et 1095 jours (Rwerere) 31

Tableau 22. Analyse de variance de la mortalité caprine (Karama) 32

Tableau 23. Moyennes estimées par la méthode des moindres carrés de la mortalité caprine (Karama) 33

Tableau 24. Analyse de variance de la mortalité caprine (Rwerere) 34

Tableau 25. Moyennes estimées par la méthode des moindres carrés de la mortalité caprine (Rwerere) 35

Tableau 26. Analyse de variance des indices de productivité des chèvres (Karama) 36

Tableau 27. Moyennes estimées par la méthode des moindres carrés des indices de productivité des chèvres (Karama) 37

Tableau 28. Corrélations phénotypiques entre les indices de productivité des caprins et les principaux paramètres en jeu (Karama) 38

Tableau 29. Analyse de variance des indices de productivité des chèvres (Rwerere) 38
Tableau 30. Moyennes estimées par la méthode des moindres carrés des indices de productivité des chèvres (Rwerere) 39
Tableau 31. Analyse de variance de l'âge au premier agnelage (Rubona et Songa) 42
Tableau 32. Moyennes estimées par la méthode des moindres carrés de l'âge (jours) au premier agnelage (Rubona et Songa) 43
Tableau 33. Analyse de variance de l'intervalle entre agnelages et de la taille de la portée (Rubona et Songa) 43
Tableau 34. Moyennes estimées par la méthode des moindres carrés de l'intervalle entre agnelages (jours) et de la taille de la portée (Rubona et Songa) 44
Tableau 35. Analyse de variance des poids des ovins, de la naissance à 90 jours (Rubona et Songa) 45
Tableau 36. Moyennes estimées par la méthode des moindres carrés des poids des ovins (kg), de la naissance à 150 jours (Rubona et Songa) 46
Tableau 37. Analyse de variance des poids des ovins, du sevrage à 54 mois (Rubona et Songa) 47
Tableau 38. Moyennes estimées par la méthode des moindres carrés des poids des ovins, du sevrage à 54 mois (Rubona et Songa) 48
Tableau 39. Corrélations phénotypiques entre les poids des ovins à 10 âges types (Rubona et Songa) 49
Tableau 40. Répétabilité des poids des ovins à 10 âges types (Rubona et Songa) 49
Tableau 41. Analyse de variance du poids post-partum, du poids à 150 jours post-partum et de la variation du poids (pp – 150 j.pp) chez les ovins (Rubona et Songa) 51
Tableau 42. Moyennes estimées (kg) par la méthode des moindres carrés du poids post-partum, du poids à 150 jours post-partum, et de la variation du poids entre les deux chez les ovins (Rubona et Songa) 51
Tableau 43. Analyse de variance de la mortalité ovine à trois âges types (Rubona et Songa) 52
Tableau 44. Moyennes estimées par la méthode des moindres carrés de la mortalité ovine (Rubona et Songa) 53
Tableau 45. Analyse de variance des indices de productivité des ovins (Rubona et Songa) 54
Tableau 46. Moyennes estimées par la méthode des moindres carrés des indices de productivité des ovins (Rubona et Songa) 54
Tableau 47. Corrélations phénotypiques entre les indices de productivité des ovins et les principaux paramètres en jeu (Rubona et Songa) 55

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Situation du Rwanda en Afrique 1
Figure 2. Fluctuations annuelles des paramètres climatiques dans les stations de l'ISAR 3
Figure 3. Géniteur amélioré n° 991 (Songa) 5
Figure 4. Troupeau de brebis reproductrices au pâturage 5
Figure 5. Jeune bouc du type "petite chèvre de l'Afrique de l'Est" 5
Figure 6. Troupeau mixte caprin/ovin en élevage traditionnel 5
Figure 7. Schéma d'organisation générale des troupeaux de l'ISAR 6
Figure 8. Fiche des données de base de chaque animal 9
Figure 9. Fiche des poids de chaque animal 10
Figure 10. Fiche de la descendance d'une femelle 11
Figure 11. Répartition de la descendance des géniteurs ovins (Songa, 1975–83) 12
Figure 12. Répartition de toutes les naissances enregistrées dans les stations de l'ISAR 12
Figure 13. Répartition des âges à la première mise bas et des intervalles de naissance des caprins (Karama) 15
Figure 14. Fluctuations mensuelles du poids des chèvres (Karama) 20
Figure 15. Nuage de points et courbe de croissance pour un groupe de chèvres (Karama) 21
Figure 16. Croissance pondérale des caprins par race et par sexe (Karama) 26
Figure 17. Courbes de croissance des caprins élevés à Karama et à Rwerere, établies à partir de données brutes 27
Figure 18. Répartition des âges à la première mise bas et des intervalles de naissance chez les ovins 41
Figure 19. Répartition des naissances des ovins par rang de mise bas 42
Figure 20. Courbe de croissance des ovins dans les stations de l'ISAR 45

SYNTHESE

Les auteurs présentent une analyse de données recueillies sur une période de 12 ans dans quatre stations de recherche du Rwanda.

A Karama, dans la zone semi-aride de l'est du pays, des chèvres alpines et anglo-nubiennes ont eté croisées avec des chèvres locales du type petite chèvre de l'Afrique de l'Est. L'âge à la première mise bas est de 663 jours, l'intervalle entre deux mises bas dure 318 jours, et la portée moyenne est de 1,58 jeune. La croissance à 150 jours atteint 58,3, 69,8 et 62,5 g par jour respectivement pour les animaux locaux, les Anglo-nubiens x locaux et les Alpines x locaux. Le dimorphisme sexuel a un effet très marqué sur le poids chez les races croisées. Le taux d'avortement représente 1,28%, totalisant 20,4% avec la morti-natalité et la mortalité jusqu'au sevrage: ce sont les métis anglo-nubiens qui présentent la mortalité la plus élevée. Le poids des jeunes sevrés produits par femelle et par an atteint 15,9, 19,6 et 21,6 kg respectivement chez les trois races.

A Rwerere, dans les hauts plateaux du nord, la productivité des chèvres est inférieure à celle obtenue à Karama. Cette différence est attribuée essentiellement à un contrôle insuffisant de la conduite d'élevage dû à la distance importante entre la station et le siège de l'Institut. L'âge à la première mise bas est de 954 jours, l'intervalle de mise bas est de 419 jours et le nombre de jeunes par mise bas est de 1,47. La croissance à 150 jours pour l'ensemble des génotypes considérés est de 47,3 g/j. Le taux d'avortement est très élevé (20,6%) et la morti-natalité et la mortalité jusqu'au sevrage totalisent 26,3%. Le poids des jeunes sevrés produits par femelle et par an est de 7,9 kg.

Les données sur les ovins recueillies dans les stations de Songa et Rubona sont analysées ensemble, car les deux stations sont très proches l'une de l'autre et gérées de la même façon. Seule la race locale ovine à longue queue grasse a été étudiée. L'âge au premier agnelage est de 714 jours, l'intervalle entre deux mises bas est de 406 jours, et la portée compte 1,38 jeune. Le gain quotidien est de 80,3 g à 150 jours. Le taux d'avortement est de 2,9% et le taux de mortalité global à 150 jours est de 17,5%. Le poids des jeunes sevrés produits par femelle et par an est de 18,8 kg.

Chez les deux espèces, la productivité peut être améliorée par la sélection au sein des races locales, en réduisant l'âge à la première mise bas, en raccourcissant l'intervalle de parturition et en diminuant la mortalité des jeunes. La conduite d'élevage joue beaucoup sur la productivité, particulièrement dans le cas des métis exotiques. Un important travail d'encadrement et d'appui aux éleveurs doit donc être entrepris avant d'encourager l'utilisation de ces génotypes par les exploitants.

SUMMARY

Analyses of data collected over periods of upto 12 years on four Rwanda research stations are presented.

At Karama, in the semi-arid east of the country, Alpine and Anglo-Nubian goats were crossed with local goats of the Small East African type. Age at first kidding was 663 days, interval between births was 318 days and the number of young per birth was 1.58. Growth to 150 days of age was 58.3, 60.5 and 62.5 g/day respectively for local, Anglo-Nubian x local and Alpine x local kids. Sexual dimorphism in weight was very marked in the crossbreds. Abortions amounted to 1.28%, with stillbirths and deaths to weaning totalling 20.4%. The Anglo-Nubian crosses had the highest mortality rate. Weight of weaned young produced per female per year was 15.9, 19.6 and 21.6 kg for the three breeds respectively.

At Rwerere in the northern highlands goat productivity was inferior to that at Karama, due mainly to inadequate management control. Age at first kidding was 954 days, kidding interval was 419 days and the number of young per birth was 1.47. Growth to 150 days for all genotypes combined was 47.3 g/day. The abortion rate was very high (20.6 %) and stillbirths and deaths prior to weaning totalled 26.3%. Weight of weaned young produced per female per year was 7.9 kg.

Sheep data from the stations of Songa and Rubona were analysed together as the stations are close to each other and are under the same management. Only the indigenous African long-fat-tailed sheep was studied. Age at first lambing was 714 days and intervals between lambings were 406 days, with litter size of 1.38 lambs. Daily gain was 80.3 g to 150 days. Abortions totalled 2.9% and total death rate to 150 days was 17.5%. Weight of weaned young produced per female per year was 18.8 kg.

Productivity in both species could be improved by selection in the local breed, by reducing age at first parturition, by shortening parturition intervals and by lowering the early death rate. Management is an important factor in productivity, especially where exotic crossbreds are concerned, and attempts to introduce these genotypes to local farms should be accompanied by adequate extension advice.

PREFACE

Au Rwanda, alors que l'espace cultivable se raréfie avec l'essor démographique et la dispersion de l'habitat, on assiste à un très net accroissement du nombre des petits ruminants et à une diminution des effectifs bovins. Evaluée en 1970 à 186 000 ovins et 481 000 caprins (Minagri, 1972), la population des petits ruminants est estimée actuellement à 824 000 caprins et 278 000 ovins (Minagri, 1980), voire même 693 000 ovins et 2,2 millions de caprins d'après les récents résultats de la phase pilote du projet USAID "Enquêtes agricoles au Rwanda" (ISNAR, 1983). En ce qui concerne la réduction du cheptel bovin, on note que sur les 742 000 têtes recensées en 1972 (Minagri, 1972), il n'en restait plus que 63 000 en 1979 (Minagri, 1980). Cette double évolution du cheptel rwandais semble appelée à continuer.

La tendance au développement de l'élevage des petits ruminants, qui est à bien des égards très positive dans un système où l'accessibilité aux pâturages est limitée, a incité les pouvoirs publics à lui attacher une plus grande importance. Dès 1972, le programme de recherche sur les petits ruminants lancé en 1971 par l'ISAR (Institut des sciences agronomiques du Rwanda) a reçu un appui spécial du Ministère de l'agriculture et de l'élevage. Des troupeaux d'ovins et de caprins ont été suivis dans les stations de l'ISAR, et le présent rapport est consacré à une évaluation des résultats obtenus jusqu'en décembre 1984.

1. GENERALITES

L'INSTITUT DES SCIENCES AGRONOMIQUES DU RWANDA

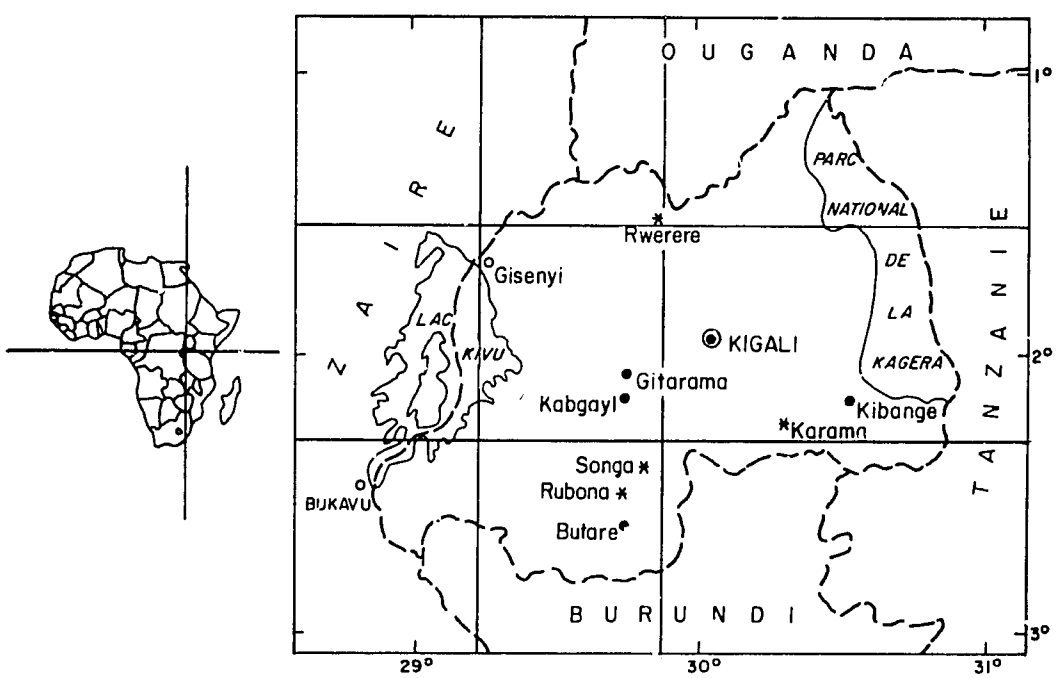
L'Institut des sciences agronomiques du Rwanda est un organisme pluridisciplinaire. Grâce à son réseau de stations de recherche réparties sur tout le pays, l'ISAR couvre des domaines aussi divers que:

- la sélection, l'introduction et l'adaptation de variétés vivrières (tubercules, céréales, légumineuses), de cultures de rente (essentiellement le café et le pyrèthre) et de plantes horticoles (fruits, légumes, fleurs);
- l'étude et la cartographie des sols;
- l'étude des systèmes de production et de leurs effets en milieu rural;
- la sélection génétique et l'amélioration des systèmes de production animale (bovins, ovins et caprins);
- la protection des plantes et la lutte contre les prédateurs;
- la sylviculture.

Quatre des sept stations de recherche que compte actuellement l'Institut s'intéressent à l'élevage: la station de Rubona, le Centre zootechnique de Songa, la station de Karama et la station de Rwerere. Leur emplacement est indiqué à la figure 1, et leurs caractéristiques et données climatiques sont résumées dans le tableau 1.

Comme le reste du pays, les quatre stations connaissent deux saisons des pluies (une longue en septembre-décembre et une courte en mars-

Figure 1. *Situation du Rwanda en Afrique.*



* Emplacement des 4 stations de l'ISAR au Rwanda.

Tableau 1. *Principales caractéristiques climatiques et physiques des stations zootechniques de l'ISNAR.*

Station	Latitude °	'S	Longitude °	'E	Altitude (m)	Pluviosité (ha)	Superficie (ha)	Effectifs Bovins	Ovins	Caprins
Rubona	02	29	29	46	1706	1200	600	350	200	–
Songa	02	24	29	47	1800	1100	775	900	520	–
Karama	02	17	30	16	1402	800	2900	900	–	520
Rwerere	01	32	29	53	2312	1166	80	10	–	150

mai) et deux saisons sèches (une petite en janvier-février et une grande en juin-août). Les graphiques de la figure 2 indiquent les fluctuations annuelles des précipitations (moyenne établie sur 8 ans), de la température et de l'humidité relative de l'air dans les quatre stations.

La station de Rubona

Située à 1706 m d'altitude sur le plateau central au sud du pays, la station de Rubona s'étend sur 600 ha et sert de siège administratif à l'ISAR. La pluviosité atteint 1200 mm par an en moyenne.

Des 600 ha que couvre la station, environ 400 sont réservés aux pâturages naturels. *Brachiaria platynota* prédomine sur les pâturages des sommets et versants de collines, avec des sols bien ou modérément conservés et une pente n'excédant pas 15%. Sur les terres moins fertiles, dont la pente est généralement comprise entre 15 et 45%, l'espèce dominante est *Eragrostis violacum*. Ne représentant guère plus de 25% de la superficie pâturable totale, ces pâturages sont menacés par l'envahissement des épineux (*Acacia* sp.) et des jeunes pousses d'acacias doivent être éliminées régulièrement.

Le Centre zootechnique de Songa

Le Centre zootechnique de Songa couvre une superficie de 775 ha constituée essentiellement de pâturages naturels et de quelques bas-fonds (20 ha environ) exploités en cultures fourragères. Situé à 1800 m d'altitude, le Centre jouit des mêmes conditions climatiques que Rubona, éloigné de 15 km. Les précipitations s'élèvent en moyenne à 1100 mm par an et la température journalière moyenne est de 20,5°C, avec des extrêmes de 25,5 et 14,50°C.

Sur les versants des collines, des sols granitiques modérément érodés par endroits sont recouverts d'une végétation graminéenne très dense à base de *Brachiaria platynota*, parsemée d'*Hyparrhenia filipendula* et de *Themeda triandra*.

Des colluvions humifères et des alluvions sableuses ou argileuses se sont accumulées dans les bas-fonds, présentant des conditions très favorables pour les cultures fourragères d'appoint. En période de soudure, lorsque les pâturages des collines sont complètement desséchés, ces bas-fonds moyennement ou mal drainés contiennent des réserves hydriques suffisantes pour une culture fourragère de saison sèche.

La station de Karama

La station de Karama (1400 m d'altitude) appartient à une zone climatique plus vaste, le *Bugesera*, région semi-aride située au sud-est du pays. D'une superficie de 2900 ha, la station compte un peu plus de 2000 ha de pâturages naturels à *Brachiaria* sp. parsemés par endroits de *Loudetia simplex* et de *Cymbopogon afronardus*. L'envahissement par les épineux est important (presque 80% par les acacias) et une variété de *Cymbopogon* non consommée par le bétail concurrence les graminées appétées.

A Karama, la pluviométrie est généralement plus faible que dans les autres stations, la moyenne annuelle se situant aux alentours de 800 mm.

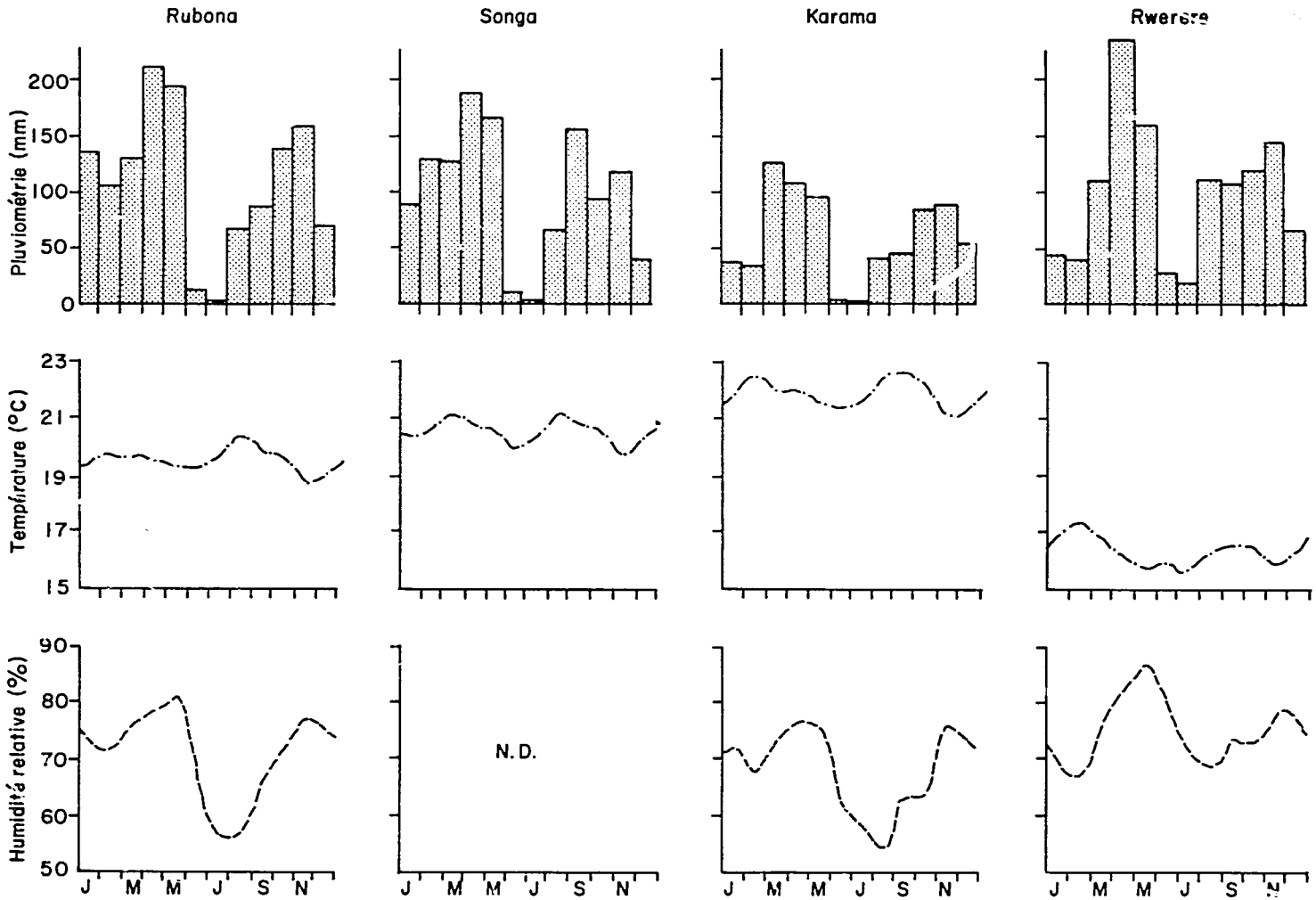
La station de Rwerere

La station de Rwerere, située au nord du pays, couvre une superficie de 80 ha. Elle peut être divisée en trois secteurs, dont l'un au sommet de la chaîne de montagnes à 2300 m d'altitude, et les deux autres au pied de collines en bordure d'un marais, à des altitudes de 2080 m et 2060 m. Seul le secteur situé sur la chaîne de montagnes est consacré à l'élevage.

Au sommet de cette chaîne, quelque 12 ha sont réservés aux pâturages naturels à base de Kikuyu grass (*Pennisetum clandestinum*) parsemés de quelques convolvulacées et d'autres adventices sans grand intérêt pour le bétail.

Des relevés effectués sur une période de 12 ans donnent une pluviométrie annuelle moyenne de 1166 mm en montagne et de 1096 mm aux abords du marais. En juin, juillet et août, la pluviométrie n'atteint pas 50 mm.

Figure 2. Fluctuations annuelles des paramètres climatiques dans les stations de l'ISAR.



La température annuelle moyenne (calculée à partir de la température journalière moyenne) est de 15,3°C sur les collines, avec un maximum annuel moyen de 19,9°C et un minimum annuel moyen de 10,8°C. Ces valeurs sont de 14,1°C, 21,8°C et 6,4°C respectivement au bord du marais.

HISTORIQUE DE LA RECHERCHE SUR LES PETITS RUMINANTS A L'ISAR

Dès les années 70, les statistiques officielles du Rwanda font état d'une explosion démographique et d'une régression des terres arables et des pâturages. Cette situation a provoqué un recul de l'élevage bovin et un regain d'intérêt pour le petit bétail.

La réaction des pouvoirs publics ne s'est pas fait attendre. En 1972, le Ministère de l'agriculture, de l'élevage et des forêts demande officiellement à l'ISAR de lancer un programme de recherche sur les petits ruminants. En effet, seuls les bovins avaient jusque là fait l'objet d'études sur la production animale.

Pour répondre aux besoins socio-culturels et économiques de l'éleveur rwandais, il importait d'accroître les rendements en lait, en viande et en fumier de la chèvre locale, tout en conservant son excellente adaptation au milieu. Des croisements avec des races exotiques laitières de plus grand format ont donc été entrepris, les principales races testées étant l'Alpine, l'Anglo-nubienne et la Saanen.

Le mouton local devait lui aussi faire l'objet d'un plan de croisement, pour améliorer notamment son format et sa conformation. Des difficultés d'acquisition du matériel exotique choisi – les moutons Dorper et Corriédale – ont cependant obligé l'ISAR à se limiter à la sélection du mouton local en race pure, sans pour cela renoncer à l'idée de croisements ultérieurs avec des races exotiques.

Les troupeaux de base constitués entre 1972 et août 1976 pour les ovins et en 1971, 1973 et 1977 pour les caprins comprenaient respectivement 8 béliers et 80 antenaises et 7 boucs et 85 chevrettes. Ces animaux avaient tous été achetés à des éleveurs ou sur les marchés proches des stations. A l'ouverture de la station de Rwerere, un certain nombre de chèvres furent amenées de Karama, et les autres achetées sur place. En décembre 1984, l'effectif total des ovins s'élevait à 722 têtes, et celui des caprins à 250 chèvres de races pures exotiques ou croisées à des degrés divers, réparties entre Karama (150) et Rwerere (100).

Les résultats de nombreux travaux effectués entre-temps par l'ISAR sur ces deux espèces ont été publiés dans les notes techniques, les comptes rendus et les rapports annuels de l'Institut. Une liste de ces documents est donnée en annexe.

QUELQUES CARACTERISTIQUES DES RACES OVINES ET CAPRINES LOCALES AU RWANDA

Au Rwanda, le mouton et la chèvre sont élevés essentiellement pour la viande. Les statistiques font état d'un nombre plus important de caprins, des tabous alimentaires ayant longtemps limité l'expansion de l'élevage ovin. Ces tabous tendent aujourd'hui à disparaître, et l'élevage du mouton prend une importance croissante.

Le mouton local

Le mouton rwandais est du type à longue queue grasse (East African long-fat-tailed; Mason, 1969 et Mason et Maule, 1960). La queue d'un animal bien nourri peut accumuler plusieurs kilos de graisse (5 kg et plus).

Le mouton local présente une grande variété de types mais ne constitue pas une race à proprement parler. Selon Leplae (1937), la couleur de sa robe varie du blanc au noir et même au brun, avec différentes combinaisons de ces trois couleurs. La majorité des animaux sont pie noir. Le poil peut être court ou long, raide ou frisé. Le mâle porte souvent une crinière le long du garrot et du fanon (figures 3 et 4).

Ses caractéristiques sont les suivantes:
- hauteur au garrot: 63 cm
- poids des mâles: 45 kg
- poids des femelles: 30 kg.

La chèvre locale

On rencontre différents sous-types caprins au Rwanda mais il n'existe pas de race typiquement rwandaise. La chèvre locale semble provenir du groupe des petites chèvres de l'Afrique de l'Est et de celui des chèvres guinéennes ou chèvres naines achondroplasiques (Devendra et Burns, 1983). En effet, si la majorité des animaux présentent les caractères du groupe des petites chèvres de l'Afrique de l'Est, l'aspect général des autres les apparente plutôt à la chèvre guinéenne. Le Rwanda étant situé en bordure des zones de la forêt tropicale et des savanes de l'Afrique de l'Est, la chèvre locale résulte vraisemblablement d'un croisement entre les groupes de caprins de ces deux zones écologiques, avec prédominance des caractéristiques du groupe des petites chèvres de l'Afrique de l'Est.

On rencontre quelques animaux à vocation laitière descendant d'animaux importés au Rwanda de la côte orientale de l'Afrique par des commerçants swahilis.

Figure 3. *Géniteur amélioré n° 991 (Songa).*

Figure 4. *Troupeau de brebis reproductrices au pâturage.*

En règle générale, la chèvre rwandaise est un animal de petit format au corps bien proportionné. Les femelles sont assez fines, les mâles plus trapus et ramassés. La couleur de la robe varie du noir au blanc pur, mais peut être bigarrée ou brune. Le poil est court et relativement fin. Les animaux des deux sexes sont cornus (figures 5 et 6).

Les caractéristiques de la chèvre locale sont les suivantes:

- hauteur au garrot: 62 cm
- poids des mâles: 35 kg
- poids des femelles: 30 kg
- production laitière: 34 kg de lait pour une lactation de 108 jours.

CONDUITE DES TROUPEAUX

Mode de conduite

La structure des effectifs est présentée à la figure 7. Un bélier ou un bouc est affecté à chaque troupeau de reproduction pendant un mois, normalement en juillet, et rejoint ensuite le groupe des géniteurs améliorés. On constitue ainsi des troupeaux de brebis ou de chèvres en gestation devenant 4 mois plus tard des troupeaux de femelles suitées. A l'approche de la mise bas, les brebis ou les chèvres sont rassemblées dans un enclos de la bergerie ou de la chèvrerie pour y recevoir les soins nécessaires. Après la parturition, brebis et chèvres rejoignent les troupeaux de mères suitées.

Les jeunes sont sevrés en principe à 4 mois, avec quelques exceptions. La castration doit avoir lieu au moins un mois avant le sevrage, certains mâles précoces cherchant à saillir leur mère dès l'âge de 4 mois. Les meilleurs mâles sont sélectionnés en fonction de leur croissance et de leur conformation et affectés au troupeau des reproducteurs (voir les données du tableau 2).

Après le sevrage, les antenaises et les chevrettes ainsi que les castrats sont regroupés dans un même troupeau. Tous les castrats sont destinés à la vente.

A l'âge de 16 ou 12 mois, les antenaises et les chevrettes ayant atteint 23 kg ou 16 kg rejoignent le troupeau de reproductrices. Celles qui n'ont pas atteint ces poids sont en principe réformées et vendues.

Une nouvelle sélection est faite à 18 mois dans le troupeau des jeunes reproducteurs. Les meilleurs mâles, sélectionnés selon des critères de conformation, de croissance et d'ascendance, passent dans le troupeau des géniteurs améliorés. Les animaux non sélectionnés sont cédés comme géniteurs afin d'améliorer la race hors de la station.

Figure 5. *Jeune bouc du type "petite chèvre de l'Afrique de l'Est".*

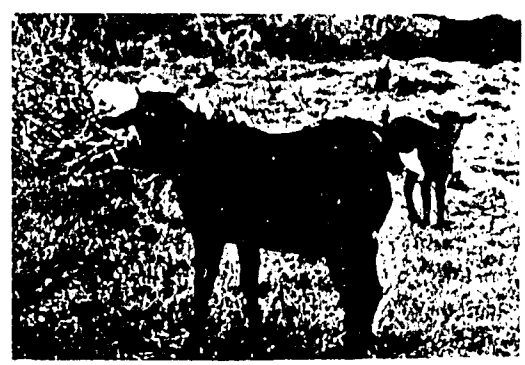


Figure 6. *Troupeau mixte caprin/ovin en élevage traditionnel.*

Figure 7. *Schéma d'organisation générale des troupeaux de l'ISAR.*

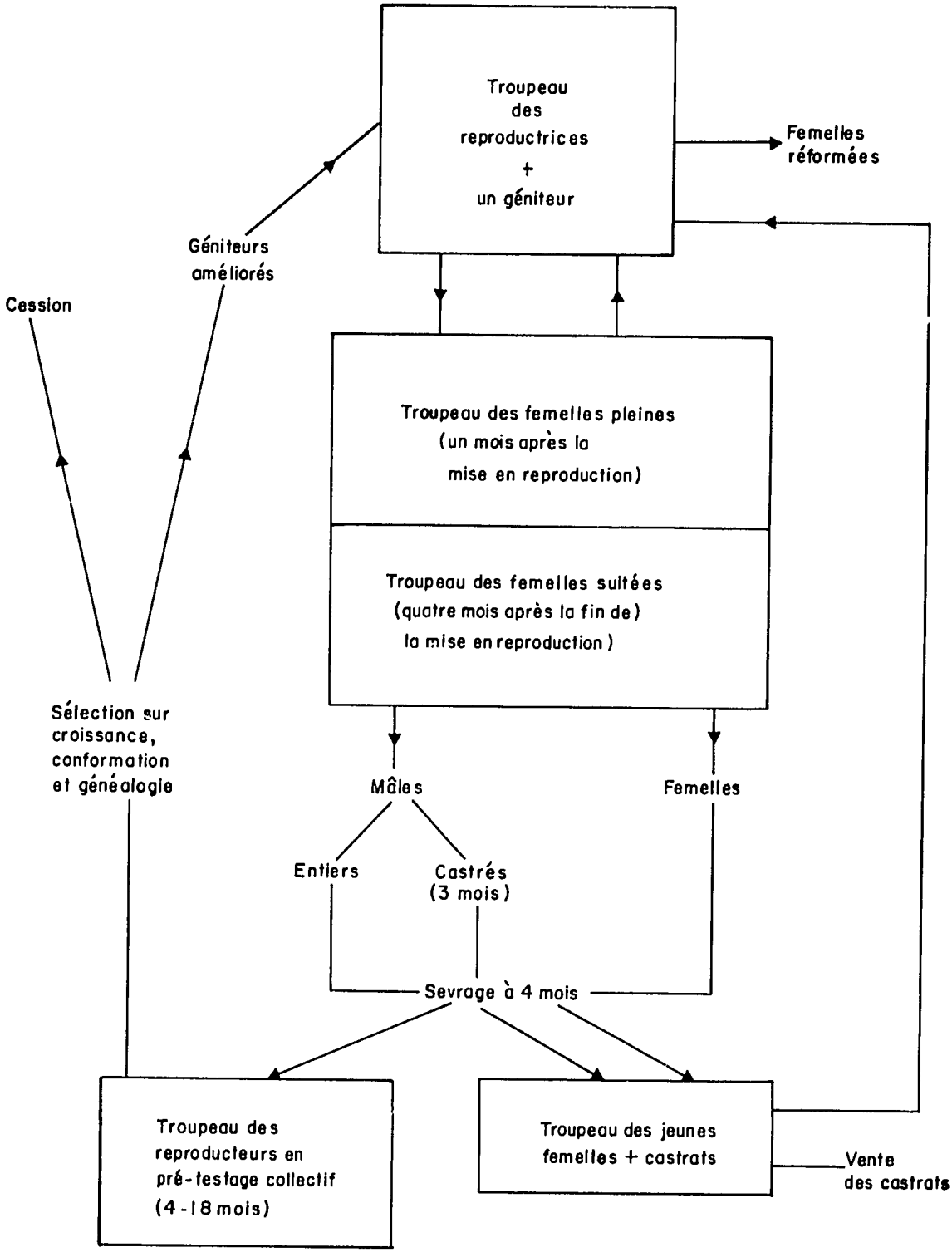


Tableau 2. *Age (jours) au sevrage et à la castration des ovins et des caprins nés en station.*

Espèce	Age au sevrage					Age à la castration				
	n	$\bar{x}$	±	s_m	Min. - max.	n	$\bar{x}$	±	s_m	Min. - max.
Ovins	1689	109,50		10,35	42 - 182	806	109,00		9,33	74 - 182
Caprins	1212	140,00		52,38	41 - 425	81	184,30		100,09	35 - 504

Alimentation

Les ovins et les caprins sont conduits au pâturage dans le journée et reçoivent tous les soirs à l'auge un supplément de fourrage *ad libitum* car la superficie des pâturages qui leur sont réservés est insuffisante. Une quantité limitée de concentrés est fournie aux brebis et chèvres en fin de gestation, aux mères suitées et aux jeunes sevrés.

Les concentrés sont distribués à raison de 100 g par jour aux femelles gestantes pendant les deux dernières semaines de gestation, 250 g aux femelles suitées pendant la première semaine de lactation, 200 g aux femelles suitées pendant les deuxième, troisième et quatrième semaines de lactation, et 200 g aux jeunes sevrés pendant 2 mois. Ce programme peut néanmoins être modifié en fonction des aliments disponibles.

Soins vétérinaires

Le programme vétérinaire consiste en quelques soins thérapeutiques, des vaccinations et des vermifugations systématiques contre les helminthes.

2. PREPARATION ET ANALYSE DES DONNEES

METHODE DE COLLECTE DES DONNEES

Des données climatologiques et des données sur la productivité animale sont collectées régulièrement. Un fichier est tenu à jour et des registres complètent les fiches individuelles. Les renseignements suivants sont notés systématiquement: numéro d'immatriculation de l'animal, date de naissance, poids à la naissance, couleur de la robe, numéros d'immatriculation du père et de la mère, ascendances paternelle et maternelle, résultats des pesées mensuelles, poids à différents âges types (sevrage, 6 mois, 1 an, etc.), dates des saillies, des avortements, des décès et des mises bas, ainsi que des données sur la supplémentation alimentaire, sur les maladies et leurs traitements, sur les vermifugations et les vaccinations. La fréquence de l'enregistrement dépend du type des données. Les poids sont par exemple enregistrés à chaque fin de mois, à la naissance, au sevrage et à la mise bas.

PREPARATION DES DONNEES

Des fiches individuelles sont établies à partir des données brutes pour chaque animal repris dans la banque de données. Au total, les analyses portent sur 2099 ovins et 1815 caprins.

Pour chaque animal, trois types de fiches sont constituées; elles contiennent des informations sur l'animal lui-même (espèce, station, numéro d'identité, ascendance, circonstances de l'entrée et de la sortie, dates de naissance, de sevrage, de castration et de sortie, race, type et rang de naissance sur toute la carrière reproductive de sa mère), sur son poids (à la naissance et à la fin de chaque mois de sa vie), et sur sa descendance. Les figures 8, 9 et 10 donnent un modèle de chacune de ces fiches.

Les fiches codées sont utilisées pour établir les paramètres concernant la reproduction (âge à la première mise bas, intervalles entre parturitions, taille de la portée), les poids à des âges et moments types de la vie (post-partum, naissance, sevrage, vente...), l'âge à la sortie et la cause de la sortie, etc.

Les performances de reproduction, la viabilité des jeunes, le poids de la portée à 150 jours et le poids post-partum des mères ont été combinés pour élaborer trois indices de productivité, calculés comme suit:

$$\text{Indice I (kg)} = \frac{\text{Poids total de la portée à 150 jours} \times 365}{\text{Intervalle de mise bas}}$$

$$\text{Indice II (g)} = \frac{\text{Indice I}}{\text{Poids post-partum de la mère}}$$

$$\text{Indice III (kg)} = \frac{\text{Indice I}}{\text{Poids métabolique de la mère (poids}^{0,73})}$$

Ces indices prennent en compte le poids de tous les produits d'une portée en vie à 150 jours. Les trois indices s'annulent en cas de mort d'un jeune né simple, ou de décès de tous les jeunes d'une portée multiple. Les indices nuls sont néanmoins utilisés pour calculer la moyenne et l'erreur standard de tous les indices pour chaque classe et sous-classe.

ANALYSES DES DONNEES

Tous les paramètres ont été analysés par la méthode des moindres carrés (Harvey, 1977) en utilisant des modèles fixes et mixtes. Certains paramètres ont été étudiés pour permettre leur analyse plus détaillée, d'autres ont été utilisés pour pouvoir éliminer les variations dont ils sont responsables, afin d'augmenter la précision des estimations d'autres paramètres. Des effectifs de sous-classes inégaux et non proportionnels ont donné un schéma expérimental factoriel non équilibré pour lequel il n'a pas été possible d'appliquer les techniques conventionnelles d'analyse de variance.

Figure 8. *Fiche des données de base de chaque animal.*

DONNEES DE BASE

Pays	Région	Système	Espèce/type	Matricule	Numéro d'identification de l'animal
09	01	4	2		918

1 12

Fiche no	Village	Ménage/ propriétaire	Groupe de gestion	Raison entrée	Race	Sexe	Couleur	Géniteur	Type naiss.	Rang naiss.	Date de naissance (J J M M A A)	Date du sevrage (J J M M A A)	Raison sortie	Date de la castration (J J M M A A)	Numéro d'identification de la mère
101			04	1		1		01	2	2	291278	950379			801

13 20 30 40 50 59

Date de sortie	Laisser en blanc	Numéro fiche suivante
		201

60 66 78 80

Figure 9. *Fiche des poids de chaque animal.*

Pays	Région	Système	Espèce/type	Matricule	Numéro d'identification de l'animal
0 9	0 1	4	2		1 9 1 8

1 12

DONNEES SUR LES POIDS

Fiche N°	Date (J J M M A A)	Poids kg	Date (J J M M A A)	Poids kg	Date (J J M M A A)	Poids kg	Date (J J M M A A)	Poids kg	Date (J J M M A A)	Poids kg	Date (J J M M A A)	Poids kg	Date (J J M M A A)	Poids kg	C	Fiche suivante N°
201	310179	0068	280279	0100	280979	0178	310779	0177	301179	0192	311279	0190			N	202
202	310180	0105	280180	0218	310380	0205	300480	0235	300580	0242	300680	0256			A	203
203	310780	0220	290880	0225	300980	0230	311030	0234	281180	0246	311280	0254			L	204
204	300181	0216	270181	0215	300481	0220	290581	0221	300681	0225	310781	0226			B	205
205	310881	0208	300981	0214	301081	0222	301181	0233	311281	0254	290182	0262				206
206	270228	0257	310382	0275	300482	0290	310582	0292	300682	0315	300782	0328			N	207
207	310882	0332	300982	0318	291082	0335	300182	0350	311282	0357	310183	0372			E	208
208	280283	0379	310883	0380	290483	0416	310583	0441	300683	0460	290783	0390				209
209	310883	0375	300983	0362	281083	0338	301183	0358	301283	0360	310184	0368			R	210
210	290284	0376	300384	0364	300484	0383	310584	0435	290684	0468	310784	0384			E	211
211	310884	0373													S	401
212															S	
213															I	
214															A	
215															L	

13 20 30 40 50 60 70 75 78 80

Figure 10. *Fiche de la descendance d'une femelle.*

DESCENDANCE

Pays	Région	Système	Espèce/type	Matricule	Numéro d'identification de l'animal
0,9	0,1	4	2		0,1,8

1 12

Fiche N°	Date de naissance (J J M M A A)	Diff. à la naiss.	Foetus (M F)	Morti-naissance (M F)	Numéro d'identité de la progéniture (Matricule)	Sexe	Numéro d'identité de la progéniture (Matricule)	Sexe	Numéro d'identité de la progéniture (Matricule)	Sexe	Numéro d'identité de la progéniture (Matricule)	Sexe	Rang de naiss.	BLANC	Fiche suivante N°
4,0,1	2,1,0,7,8,0				9,8,8	1							1		4,0,2
4,0,2	1,1,0,1,8,1				1,0,4,3	1							2		4,0,3
4,0,3	1,4,0,7,8,3				1,1,1,1	1	1,1,1,2	2					3		4,0,4
4,0,4	2,7,0,7,8,4				1,1,6,8	1	1,1,6,9	1					4		1,0,1
4,0,5															
4,0,6															
4,0,7															
4,0,8															
4,0,9															
4,1,0															

13 20 30 40 50 55 78 80

On ne possède aucune donnée sur les origines de la plupart des effectifs ovins et caprins de base. En outre, le mode d'utilisation et de rotation des géniteurs a rendu impossible la prise en compte de l'ascendance paternelle pour établir les effets génétiques qui en découlent. En ce qui concerne les ovins, seuls les effets génétiques paternels concernant les poids de 0 à 150 jours, la mortalité jusqu'au sevrage et la taille de la portée ont pu être établis. La figure 11 donne une idée des problèmes rencontrés dans l'établissement de l'héritabilité. Celle-ci a été déterminée pour les poids et la mortalité en choisissant au hasard un des produits de chaque mise bas. Chez les caprins, l'ascendance paternelle n'a pas été utilisée en raison du grand nombre des groupes génétiques étudiés.

La plupart des naissances étant regroupées à la fin de l'année civile (figure 12) en raison du système de reproduction utilisé, les analyses ont été effectuées en fonction des saisons plutôt que des mois. Les périodes suivantes ont été choisies: (i) janvier–mai, (ii) juin–septembre, (iii) octobre, (iv) novembre et (v) décembre pour les stations de Rubona et Songa, et (i) janvier–mai, (ii) juin–septembre, et (iii) octobre–décembre pour Karama et Rwerere.

Les modèles types (Harvey, 1977) utilisés dans ces analyses préliminaires font intervenir les effets aléatoires imputables aux mères (dans la station pour les ovins, et par race pour les caprins) et les effets fixes de la saison et de l'année de la naissance ou de la parturition, du rang de la naissance, du sexe et du type de naissance des jeunes. L'analyse des résultats présentés pour chaque caractère considéré fait ressortir les facteurs spécifiques inclus dans chaque modèle.

Le carré moyen résiduel a été utilisé pour représenter l'écart permettant de tester la signification de toutes les différences évaluées, sauf lorsqu'il s'agit de l'effet du facteur fixe principal, testé au moyen de chèvres ou de brebis classées par race ou par station. Les contrastes linéaires des moyennes ont été calculés par la méthode des moindres carrés pour déterminer la signification des différences inter-groupes chaque fois que

Figure 11. *Répartition de la descendance des géniteurs ovins (Songa, 1975–83).*

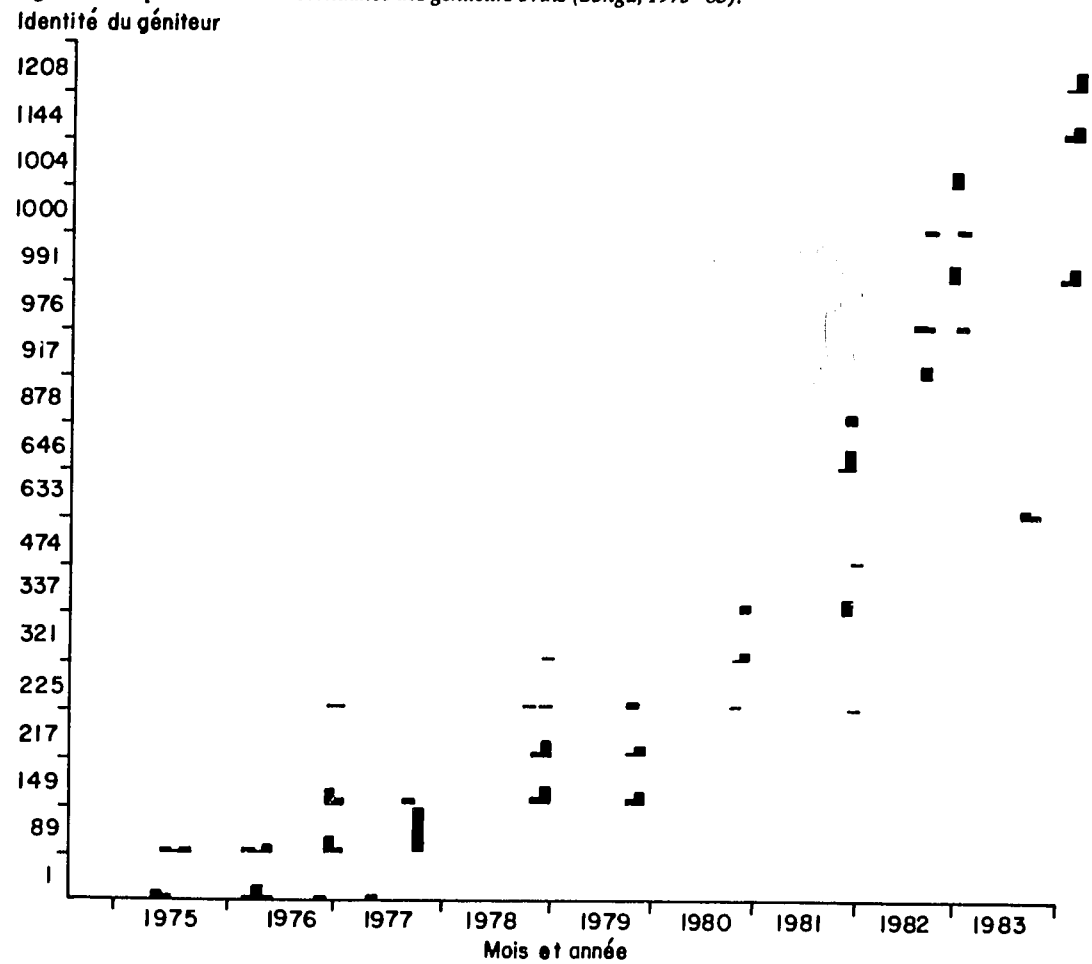
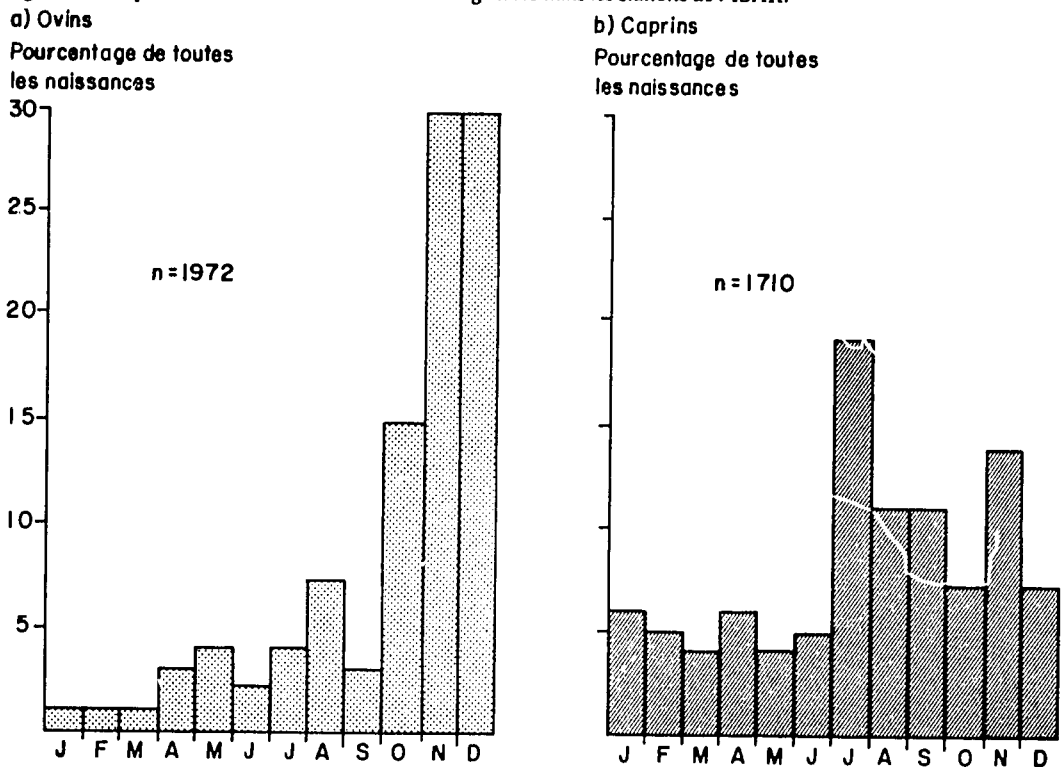


Figure 12. *Répartition de toutes les naissances enregistrées dans les stations de l'ISAR.*



l'analyse de variance a révélé une différence significative entre les groupes. Pour les paramètres aux différences inter-groupes significatives, le nombre de comparaisons entre moyennes effectuées par la méthode des moindres carrés dépasse le nombre des degrés de liberté. Les comparaisons ne sont donc pas toutes indépendantes, et le taux d'erreur relatif à l'ensemble des comparaisons risque de différer du taux indiqué par le niveau de probabilité. Bien que les tests de signification associés aux contrastes linéaires ne soient pas indépendants, ils peuvent malgré tout aider à déterminer le caractère aléatoire des valeurs observées. Les répétabilités ont été calculées en utilisant les composantes de variance inter- et intra-mères.

3. PRODUCTIVITE DES CAPRINS

PERFORMANCES DE REPRODUCTION

INTRODUCTION

Les performances de reproduction revêtent une importance primordiale pour les élevages dont le but principal à long terme est la production de viande. Plus le système est intensif, plus il est souhaitable d'obtenir des jeunes nombreux et de bon format par femelle reproductrice pour optimiser la production d'animaux de boucherie de qualité tout en assurant le remplacement des femelles. D'où l'intérêt potentiel de croisements entre les races autochtones et des races d'un gabarit supérieur.

Dans des conditions d'élevage aussi difficiles que celles de la région semi-aride du *Bugesera* au Rwanda, les races exotiques peuvent ne pas supporter une fréquence de reproduction élevée sans risque d'épuisement. Les analyses effectuées ici mettent donc en relief le facteur race et son influence sur les performances de reproduction (âge à la première mise bas, intervalle entre mises bas et taille de la portée), même si la politique de reproduction adoptée affecte également deux de ces paramètres (l'âge à la première mise bas et l'intervalle entre mises bas). Les données concernant un quatrième paramètre, la durée de la vie reproductive, sont moins complètes car l'étude n'a porté que sur dix ans.

Afin d'éviter l'effet du facteur "année", seules les données enregistrées entre le début des suivis et la fin de l'année 1982 ont été utilisées pour établir l'âge à la première mise bas et l'intervalle entre mises bas.

DONNEES ENREGISTREES

La figure 13 présente la répartition des âges à la première mise bas, confondus pour les deux stations de Karama et Rwerere, ainsi que la distribution des intervalles entre mises bas. A Karama, l'âge à la première mise bas est de 663 ± 214,2 jours (moyenne ± écart type) et l'intervalle entre naissances de 318 ± 128,1 jours. A Rwerere, les chiffres correspondants sont de 954 ± 311,0 jours et de 419 ± 220,8 jours.

La portée compte 1,58 ± 0,576 petit à Karama. Sur 1099 mises bas observées, 528 sont simples (48,0% des portées et 30,9% des jeunes), 531 gémellaires (48,3% des portées et 62,1% des jeunes) et 40 triples (3,6% des portées et 7,0% des jeunes). A Rwerere, la taille de la portée est de 1,47 ± 0,577 chevreau.

Le sex-ratio est de 845 femelles/844 mâles pour les deux stations confondues. Le sexe de 21 avortons n'a pas été déterminé.

Sur les 1650 petits nés dans les deux stations, on compte 16 jeunes (soit 0,94% du total) aux rangs de naissance 9 et plus, 20 au 8e rang (1,17%), 61 au 7e (3,57%), 110 au 6e (6,43%), 148 au 5e (8,65%), 223 au 4e (13,04%), 228 au 3e (16,84%), 355 au 2e (20,76%) et 477 nés de primipares (27,89%). Le rang de naissance n'est pas connu pour 12 chevreaux (0,70%) dont l'ascendance n'a pu être établie.

ANALYSES PAR LA METHODE DES MOINDRES CARRES

Station de Karama

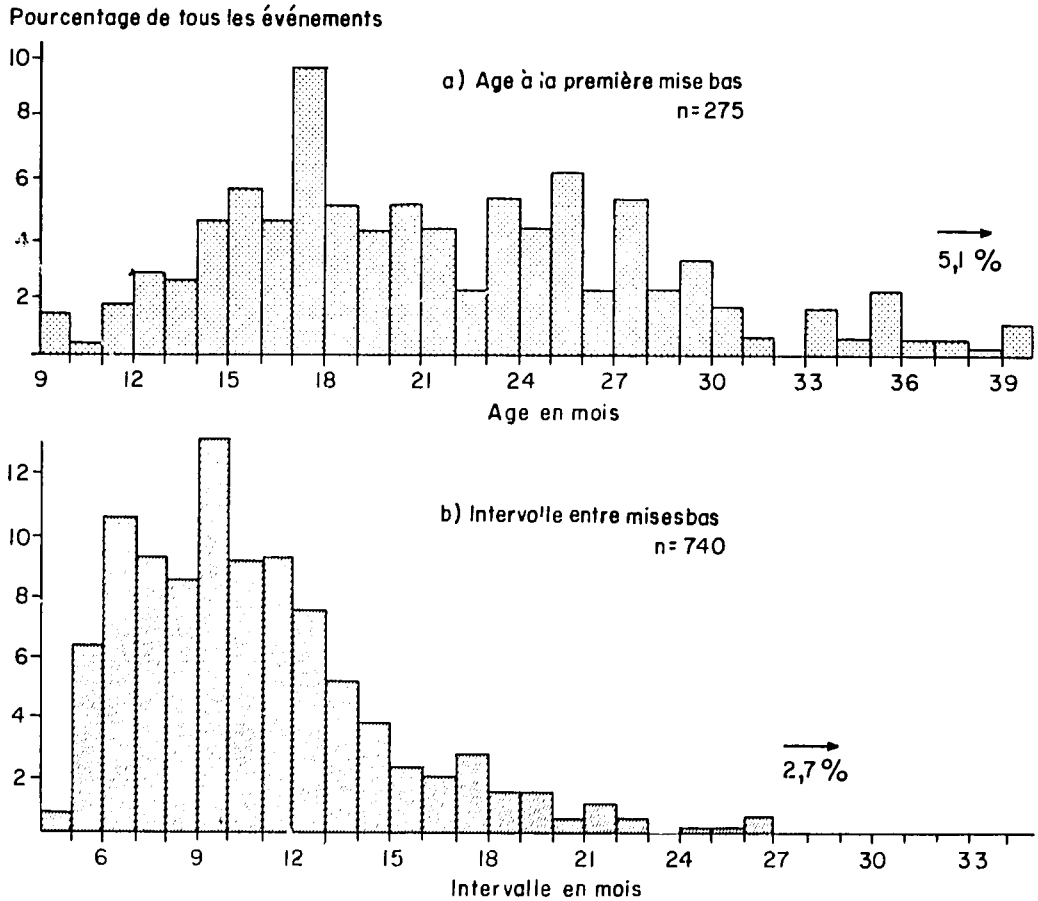
Age à la première mise bas

L'âge moyen à la première mise bas est de 640 ± 27,8 jours ou 21,0 ± 0,91 mois (moyenne ± erreur type).

L'analyse de variance présentée au tableau 3 montre que la race de la chèvre, l'année de sa naissance, son type et son rang de naissance ont influé sur l'âge à la première mise bas. Le coefficient de variation est de 25,4%, et 50,3% de la variance sont pris en compte.

Le tableau 4 donne les moyennes estimées pour l'âge à la première mise bas et les variables

Figure 13. *Répartition des âges à la première mise bas et des intervalles de naissance des caprins (Karama).*



considérées. L'interprétation des résultats doit tenir compte de la politique de mise au bouc. Les jeunes chevrettes ne sont saillies que lorsqu'elles atteignent un poids de 16 kg, à l'âge de 12 mois environ, le poids étant un critère plus important que l'âge.

Effet de la race. Il ressort du tableau 4 que les Anglo-nubiennes demi-sang sont plus âgées à la première conception que les deux autres génotypes. Ceci pourrait être dû à leur croissance plus lente au cours des premiers mois.

Effet de l'année de naissance. Les mises bas ont été tardives pour les chèvres nées en 1976, 1977 et 1979. Une infection de brucellose ayant sévi dans le troupeau pendant les deux premières années, les chèvres n'ont été mises au mâle qu'après élimination de tous les risques. Les résultats obtenus en 1979 sont probablement imputables au départ du responsable du programme des caprins, qui a affecté la gestion pendant plusieurs mois.

Effets du type et du rang de naissance. Le type et le rang de naissance ont eu l'effet attendu sur l'âge à la première mise bas, la croissance lente des chevrettes jumelles et de celles issues de mères jeunes entraînant une mise en lutte plus tardive.

Tableau 3. *Analyse de variance de l'âge à la première mise bas (caprins, Karama).*

Source de variation	d.d.l.	CM
Race	2	117272*
Année de naissance	8	96914**
Saison de naissance	2	10691
Type de naissance	1	186028*
Rang de naissance	5	66557*
Race x année	7	30910
Race x saison	4	12817
Race x type	2	67310
Race x rang	9	37911
Variation résiduelle	164	28378

** P<0,01 * P<0,05

Intervalle entre mises bas

L'analyse de variance pour les sources de variation affectant l'intervalle entre mises bas est

Tableau 4. *Moyennes estimées par la méthode des moindres carrés de l'âge (jours) des caprins à la première mise bas (Karama).*

Variable		n	$\bar{x}$	s_m
Moyenne générale		205	640	27,8
Race	Alpine x locale	45	557[a]	57,3
	Anglo-nubienne x locale	27	766[b]	60,4
	Locale	133	598[a]	30,1
Année de naissance	1972	26	553[a]	55,5
	1973	19	527[a]	60,0
	1974	22	585[a]	56,6
	1975	24	631[ac]	56,9
	1976	46	841[b]	43,9
	1977	6	736[ab]	95,7
	1978	14	547[ad]	89,9
	1979	28	747[bcd]	60,0
	1981	20	596[ad]	58,2
Saison de naissance	Janvier-mai	62	661	53,0
	Juin-septembre	97	616	38,0
	Octobre-décembre	46	644	60,3
Type de naissance	Simple	75	582[a]	42,0
	Multiple	130	699[b]	28,7
Rang de naissance	1	49	745[a]	38,4
	2	55	635[a]	41,0
	3	35	645[ab]	73,1
	4	19	692[ab]	57,7
	5	15	580[a]	80,6
	≥6	32	544[b]	59,6

Dans une même colonne, les moyennes affectées des mêmes lettres à l'intérieur d'un même groupe ne diffèrent pas significativement (P<0,05).

présentée au tableau 5. En raison du déséquilibre dans la répartition des chèvres par race et par période, cette analyse a été faite selon un modèle fixe. L'année et la saison sont celles de la mise bas, et le type et le rang de naissance sont ceux de la chèvre. Le tableau montre que seul l'effet de l'année est significatif.

Les moyennes estimées de l'intervalle entre mises bas se trouvent au tableau 6.

Effet de l'année de la mise bas. Les intervalles les plus courts s'observent durant les premières années du suivi. Les longs intervalles enregistrés en 1977 et 1980 sont dus aux mêmes facteurs que ceux qui affectent l'âge à la première parturition, c'est-à-dire la brucellose et l'absence du chef de programme.

Effets du rang et du type de naissance. L'âge de la mère (donc le rang de naissance) et le type de naissance ont eu les effets attendus, les mises bas multiples ayant une influence plus accusée sur la longueur de l'intervalle.

Taille de la portée

L'analyse de variance et les moyennes estimées de la taille de la portée sont données aux tableaux 5 et 6. Les effets dus à l'année et au rang

Tableau 5. *Analyse de variance de l'intervalle entre mises bas et de la taille de la portée des caprins (Karama).*

Source de variation	Intervalle entre mises bas		Taille de la portée	
	d.d.l.	CM	d.d.l.	CM
Race	2	21005	2	0,360
Mère	–	–	226	0,242
Année de mise bas	10	188048***	11	0,504*
Saison de mise bas	2	3818	2	0,077
Type de naissance	1	12078	–	–
Rang de naissance	5	10548	5	1,609***
Race x année	8	15551	10	1,706**
Race x saison	4	4605	4	0,068
Race x type	2	9703	–	–
Race x rang	9	7758	10	0,598*
Variation résiduelle	454	8746	455	0,274

*** P<0,001 ** P<0,01 * P<0,05

Tableau 6. *Moyennes estimées par la méthode des moindres carrés de l'intervalle entre mises bas (jours) et de la taille de la portée des caprins (Karama).*

Variable		Intervalle entre mises bas			Taille de la portée		
		n	$\bar{x}$	± s_m	n	$\bar{x}$	± s_m
Moyenne générale		498	343	13,8	726	1,75	0,049
Race	Alpine x locale	82	323	23,1	130	1,66	0,124
	Anglo-nubienne x locale	38	384	28,7	64	1,82	0,124
	Locale	378	323	6,0	532	1,78	0,027
Année de mise bas	1972	33	272[a]	22,9	34	1,91[ab]	0,373
	1973	39	267[a]	21,6	42	1,75[ab]	0,300
	1974	60	237[a]	19,4	71	1,67[a]	0,227
	1975	87	259[a]	18,4	97	1,60[a]	0,154
	1976	44	356[b]	21,1	95	1,67[a]	0,114
	1977	15	480[c]	28,7	35	1,81[a]	0,122
	1978	46	285[ad]	28,1	60	2,55[b]	0,304
	1979	53	335[bd]	25,1	64	1,92[a]	0,234
	1980	37	485[c]	22,8	55	1,59[a]	0,209
	1981	45	429[c]	20,5	59	1,68[a]	0,218
	1982	39	371[b]	21,2	60	1,51[a]	0,284
	1983	–	–	–	54	1,37[a]	0,363
Saison de mise bas	Janvier-mai	141	352	24,6	197	1,79	0,121
	Juin-septembre	210	347	17,7	292	1,78	0,084
	Octobre-décembre	147	331	16,7	237	1,69	0,091
Type de naissance	Simple	237	333	18,4	–	–	–
	Multiple	261	354	14,1	–	–	–
Rang de naissance	1	142	354	15,5	226	0,86[b]	0,301
	2	118	385	16,6	146	1,56[a]	0,208
	3	87	346	20,8	117	1,77[a]	0,098
	4	82	330	24,7	87	2,00[a]	0,138
	5	43	327	32,0	62	1;98[a]	0,223
	≥6	46	320	50,8	88	2,34[a]	0,327

Dans une même colonne, les moyennes affectées des mêmes lettres à l'intérieur d'un même groupe ne diffèrent pas significativement ($P<0,05$).

de naissance sont importants, de même que ceux dus à leurs interactions avec la race. L'influence dominante de l'année semble être liée au risque de brucellose, le plus grand nombre des naissances ayant eu lieu l'année qui a suivi la disparition de la maladie. Ce "repos" dans le rythme normal de reproduction aura peut-être permis aux chèvres de récupérer et de produire plus d'ovules.

L'effet du facteur rang est ici encore celui attendu; la taille de la portée augmente avec l'âge et la plupart des naissances triples sont le fait des chèvres les plus âgées.

Taux annuel de reproduction

La valeur moyenne de ce taux est calculée par la formule:

$$\frac{\text{Taille moyenne de la portée x 365}}{\text{Intervalle entre mises bas}}$$

A Karama, cette valeur est de 1,86 petit par chèvre et par an.

Station de Rwerere

Age à la première mise bas

Pour 37 femelles, l'âge moyen estimé par la méthode des moindres carrés est de 971 ±

94,4 jours ou 31,9 ± 3,24 mois (moyenne ± erreur type). La signification des influences du milieu sur ce paramètre est indiquée au tableau 7. Faute d'un volume suffisant de données, il n'a pas été possible de vérifier les effets des interactions. Aucun effet n'est significatif au seuil de 5%, probablement en raison du nombre limité d'observations. Le coefficient de variation est de 29,1%, et 49,1% de la variance sont pris en compte.

Tableau 7. *Analyse de variance de l'âge à la première mise bas des caprins (Rwerere).*

Source de variation	d.d.l.	CM
Race	1	80094
Année de naissance	5	189027+
Saison de naissance	2	42056
Type de naissance	1	107883
Rang de naissance	4	112750
Variation résiduelle	23	77064

+P<0,1

Le tableau 8 donne les moyennes estimées pour l'âge à la première mise bas en fonction des différentes variables étudiées. En dépit du nombre très limité d'observations, il ressort de ce tableau que les objectifs fixés dans les protocoles en ce qui concerne la première mise en lutte (p. 5 et p. 15) ont été moins bien respectés à Rwerere qu'à Karama.

Ici encore, les métisses alpines sont plus précoces que les animaux de race locale. Par contre, les primipares les plus âgées sont celles nées en 1980 et 1981, et les chèvres nées pendant les deux saisons sèches sont moins précoces que celles nées pendant les deux saisons pluvieuses. L'effet du type de naissance est classique mais l'effet du rang de naissance varie beaucoup, sans doute à cause du petit nombre des données analysées.

Intervalle entre mises bas

L'analyse de variance et les moyennes estimées pour ce paramètre sont présentées aux tableaux 9 et 10. Les mères avec plus d'un intervalle entre mises bas ne formant qu'un groupe très restreint par rapport à l'ensemble étudié, l'analyse de variance est faite selon un modèle fixe. Le génotype n'est pas pris en compte, la race alpine x locale n'ayant que six intervalles représentés.

Tableau 8. *Moyennes estimées par la méthode des moindres carrés de l'âge (jours) à la première mise bas des caprins (Rwerere).*

Variable		n	$\bar{x}$	s_m
Moyenne générale		37	970	98,4
Race	Alpine x locale	16	885	122,4
	Locale	21	1057	136,6
Année de naissance	1977	3	803[ab]	264,6
	1978	12	633[a]	162,6
	1979	10	973[b]	146,6
	1980	5	1281[b]	168,7
	1981	4	1210[ab]	193,8
	1982	3	924[ab]	228,1
Saison de naissance	Janvier-mai	14	907	156,4
	Juin-septembre	17	1054	103,4
	Octobre-décembre	6	951	154,3
Type de naissance	Simple	21	911	97,1
	Multiple	16	1031	123,1
Rang de naissance	1	17	1112	104,8
	2	9	785	111,7
	3	8	987	114,6
	4	2	1107	227,8
	5	1	864	367,1

Dans une même colonne, les moyennes affectées des mêmes lettres à l'intérieur d'un même groupe ne diffèrent pas significativement (P<0,05).

Tableau 9. *Analyse de variance de l'intervalle entre mises bas et de la taille de la portée des caprins (Rwerere).*

Source de variation	Intervalle entre mises bas		Taille de la portée	
	d.d.l.	CM	d.d.l.	CM
Mère	–	–	78	0,325
Année de mise bas	6	163039**	7	0,524*
Saison de mise bas	2	1982	2	0,030
Type de naissance	1	2493	–	–
Rang de naissance	5	16109	5	0,323
Variation résiduelle	167	43462	171	0,230

** P<0,01 * P<0,05

Seule l'année a un effet significatif sur l'intervalle entre mises bas. Les intervalles des années 1980 et 1981 ont été plus longs que les autres. L'intervalle moyen dure une centaine de jours de plus à Rwerere qu'à Karama.

Taille de la portée

L'analyse de variance est donnée au tableau 9, et les moyennes estimées au tableau 10. Il n'y a pas d'effet significatif dû aux mères, et seule l'année influence de façon significative le nombre de jeunes nés d'une même mise bas. Les premières mises bas tardives et les longs intervalles entre parturitions des années 1980 et 1981, qui restent inexpliqués, ont eu des répercussions négatives sur la taille de la portée un an plus tard. Celle-ci est en effet beaucoup plus réduite en 1981 et 1982 que pour toutes les autres années confondues.

Les mères d'âge moyen ont produit les plus grandes portées, et les mères jeunes et plus âgées des portées plus petites. La répétabilité de la taille de la portée, considérée comme une caractéristique des mères, a été de 0,11 avec une erreur type de 0,07.

La portée moyenne obtenue à Rwerere est inférieure de 0,3 chevreau à celle de Karama.

Taux annuel de reproduction

La valeur moyenne de ce taux annuel, calculé comme indiqué à la page 17, est de 1,23 petit par chèvre, soit 0,6 petit de plus par reproductrice et par an à Karama qu'à Rwerere.

Tableau 10. *Moyennes estimées par la méthode des moindres carrés de l'intervalle entre mises bas (jours) et de la taille de la portée des caprins (Rwerere).*

Variable		Intervalle entre mises bas				Taille de la portée			
		n	$\bar{x}$	±	s_m	n	$\bar{x}$	±	s_m
Moyenne générale		182	440		25,1	264	1,48		0,055
Année de mise bas	1977	9	368[a]		84,6	9	1,46[ab]		0,357
	1978	51	376[a]		46,6	56	1,49[ab]		0,212
	1979	42	370[a]		41,6	56	1,51[ab]		0,130
	1980	34	487[b]		43,0	51	1,53[a]		0,096
	1981	13	674[c]		63,8	27	1,14[b]		0,144
	1982	12	427[ab]		68,4	14	1,31[bc]		0,197
	1983	21	378[a]		52,1	24	1,79[a]		0,203
	1984	–	–		–	27	1,63[ac]		0,246
Saison de mise bas	Janvier-mai	45	443		41,4	63	1,52		0,094
	Juin-septembre	97	433		27,9	150	1,47		0,063
	Octobre-décembre	40	444		40,1	51	1,46		0,096
Type de naissance	Simple	103	444		30,0	–	–		–
	Multiple	79	436		30,7	–	–		–
Rang de naissance	1	63	433		39,2	79	1,29		0,232
	2	46	419		39,0	63	1,48		0,150
	3	34	461		40,1	46	1,64		0,099
	4	22	48[illegible]		48,8	36	1,53		0,108
	5	11	423		69,4	22	1,53		0,180
	≥6	6	415		91,8	18	1,42		0,245

Dans une même colonne, les moyennes affectées des mêmes lettres à l'intérieur d'un même groupe ne diffèrent pas significativement (P<0,05).

CROISSANCE PONDERALE

Station de Karama

DONNEES RELEVEES

Le poids moyen à la naissance – tous types de naissance, races, années, saisons, rangs de naissance et sexes confondus – est de 2,57 kg. Le poids atteint 2,87 kg à 10 jours, 3,90 kg à 30 jours, 8,58 kg à 90 jours et 11,81 kg à 150 jours. Il est de 14,2 kg à 8 mois (240 jours), puis passe à 20,27 kg à 1 an (365 jours) et à 27,2 kg à 18 mois (550 jours). A 2 ans, les chèvres pèsent déjà 29,5 kg; elles atteignent 32,0 kg à 30 mois et 31,1 kg à 3 ans.

Le poids moyen des chèvres à la première conception est de 24,0 kg, toutes races confondues. Il est de 19,7 kg pour la race locale, de 24,9 kg pour la métisse anglo-nubienne, et de 31,5 kg pour l'Alpine x locale. Le poids post-partum est de 36,9 kg, tous âges et races confondus, avec 33,4 kg pour la race locale, 49,5 kg pour la demi-sang anglo-nubienne, et 45,0 kg pour la demi-sang alpine.

Les femelles adultes de la race locale pèsent en moyenne 36,4 kg et les mâles 57,9 kg. Chez les métis anglo-nubiens, les femelles atteignent 49,5 kg et les mâles 71,6 kg. Les croisés alpins sont plus légers que les anglo-nubiens: les femelles pèsent 44,5 kg et les mâles 54,2 kg. Les variations mensuelles de ces poids sont indiquées pour chaque race à la figure 14.

Un schéma fait par ordinateur montre une courbe de croissance typique, calculée à partir du nuage des points pour des caprins sélectionnés selon des critères appropriés (figure 15).

Figure 14. *Fluctuations mensuelles du poids des chèvres (Karama).*

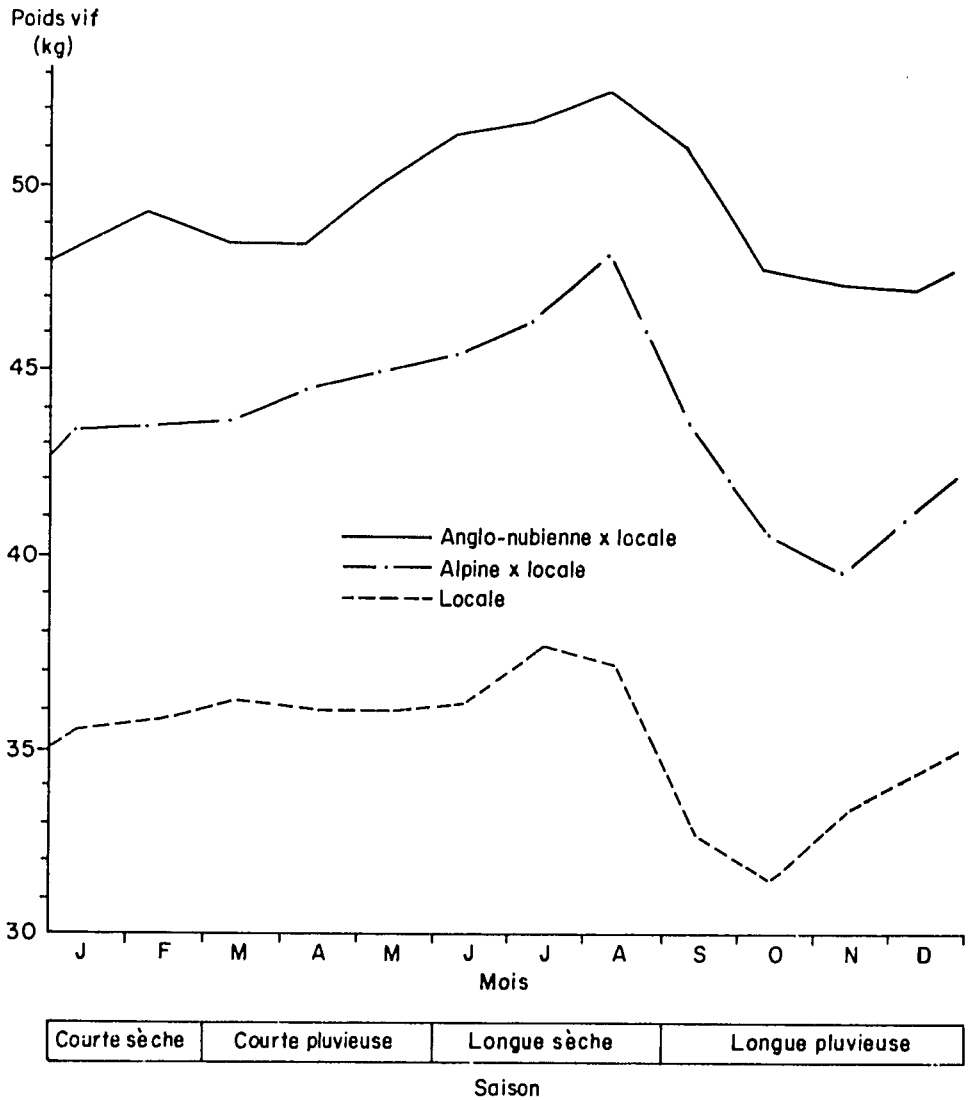
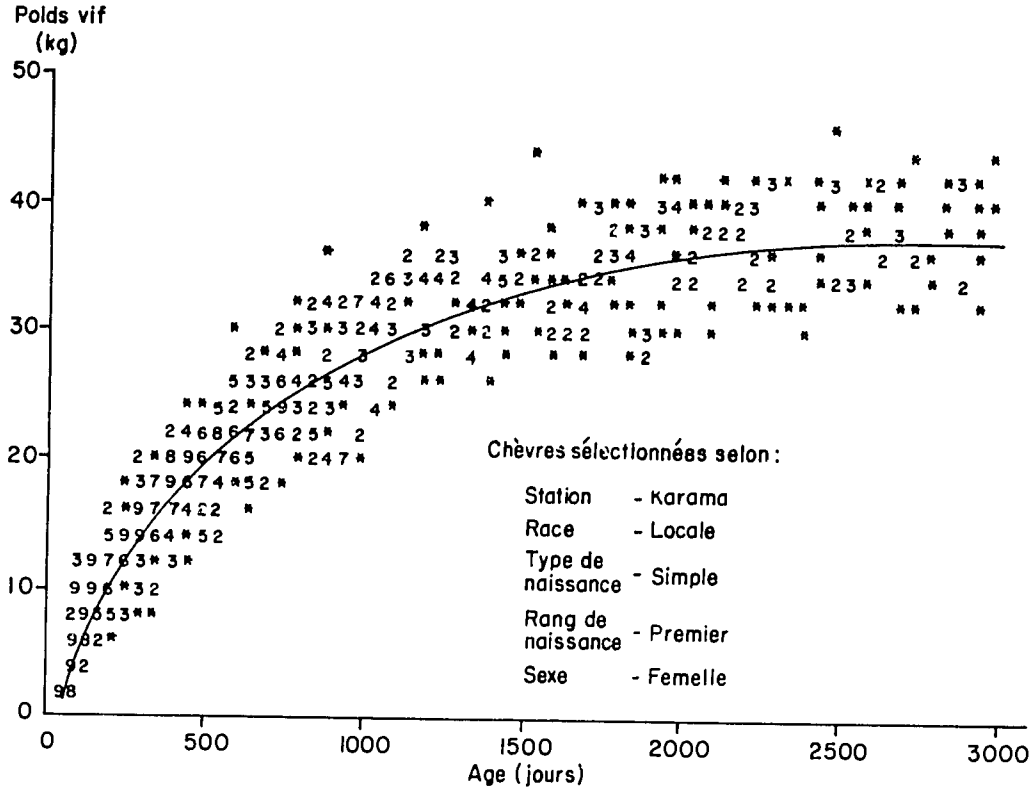


Figure 15. *Nuage de points et courbe de croissance pour un groupe de chèvres (Karama).*



ANALYSES PAR LA METHODE DES MOINDRES CARRES

Poids à la naissance et jusqu'à 3 mois

Les poids à la naissance et à trois âges types (10, 30 et 90 jours) sont analysés selon un modèle mixte. Les interactions susceptibles d'influer sur les différents poids sont prises en compte dans les analyses. Les données de l'année 1980 étant insuffisantes en raison de la vente de jeunes pendant l'absence du responsable du progamme, elles n'ont pas été prises en compte. Les sources de variation (année, saison, type et rang de naissance) se rapportent ici à l'animal et non à sa mère.

Les analyses de variance présentées au tableau 11 montrent que la race a un effet haute-

Tableau 11. *Analyse de variance des poids des caprins à quatre âges différents, de la naissance à 90 jours (Karama).*

Source de variation	Naissance		d.d.l.	Carrés moyens à âge type		
	d.d.l.	CM		10 j.	30 j.	90 j.
Race	2	4,28**	2	8,40***	11,40***	27,1**
Mère	206	0,37***	216	0,42***	0,98*	3,9*
Année de naissance	6	0,26	10	1,33***	10,57***	28,1***
Saison de naissance	2	0,07	2	0,14	1,00	0,0
Type de naissance	1	3,00***	1	6,90***	32,26***	324,0***
Rang de naissance	5	0,17	5	0,42	0,66	6,6
Sexe	1	2,20**	1	1,19*	0,23	47,8***
Race x année	10	0,35*	–	–	–	–
Race x saison	4	0,21	4	0,25	0,89	2,3
Race x type	2	0,06	10	0,33	1,38	4,6
Race x rang	10	0,26*	10	0,32	0,62	5,2*
Race x sexe	2	0,00	2	0,13	0,84	3,8
Variation résiduelle	258	0,16	255	0,20	0,72	2,6

*** P<0,001 ** P<0,01 * P<0,05

ment significatif sur le poids dès la naissance. L'effet aléatoire de la mère a également une influence, de même que le sexe (sauf à 30 jours, pour des raisons inconnues) et le type de naissance. L'effet de l'année de naissance sur le poids n'est pas significatif à la naissance, mais le devient rapidement par la suite. L'effet de la saison n'est pas significatif.

Les moyennes estimées par la méthode des moindres carrés pour les quatre âges types sont données au tableau 12.

Effet de la race. Les métis alpins sont les plus lourds à la naissance. A 30 jours, les croisés anglo-nubiens rattrapent leur retard, avec les mêmes poids à 30 et à 90 jours que les métis alpins. Le poids de la chèvre locale est toujours inférieur à celui des demi-sang.

Effet de l'année de naissance. L'effet de l'année de naissance est assez variable. Le poids à la naissance augmente en moyenne de 260 g chaque année, mais cet accroissement n'est pas significatif ($P > 0,05$); il est probablement dû à la sélection et à l'augmentation du nombre des métis au fil des années.

Les poids à 10, 30 et 90 jours augmentent de 92, 137 et 371 g entre 1972 et 1983, et cette augmentation est significative ($P < 0,05$) à 10 et à 90 jours.

Effets du type et du rang de naissance. L'effet du type de naissance est classique. Bien que l'effet du rang des jeunes dans la vie reproductive de leur mère ne soit pas significatif, les petits nés de mères plus âgées pèsent généralement plus que ceux des mères plus jeunes.

Effet du sexe. Les mâles sont significativement plus lourds que les femelles à tous les âges, sauf à 30 jours.

Effet de l'interaction race x rang de naissance. La signification de cette interaction semble due au poids plus faible des jeunes anglo-nubiens nés de mères plus âgées. Les raisons de ce phénomène demeurent inconnues.

Répétabilité des poids. Calculée pour 510 jeunes et 208 mères, la répétabilité du poids des chevrettes à la naissance est de 0,38, avec une erreur type de 0,05. Ce résultat fait ressortir les possibilités de sélection sur le poids à partir des performances à la première mise bas.

Calculée pour 511 jeunes et 218 mères, la répétabilité du poids à 150 jours (soit à l'époque du sevrage) est de 0,24 avec une erreur type de 0,06. Ce résultat indique que ce caractère pourrait être assez rapidement amélioré en basant la sélection sur les performances des jeunes mères.

Poids du sevrage jusqu'à 3 ans

Ces poids ont été analysés selon un modèle fixe en raison de nombreux déséquilibres dans la répartition des données par sexe et par période. Il n'a pas été possible d'inclure une analyse par sexe après l'âge de 18 mois, la plupart des mâles étant alors réformés et vendus.

Les analyses de variance présentées au tableau 13 montrent que la race a toujours un effet significatif sur le poids; l'absence d'effet significatif de ce facteur à 18 mois (550 jours) et à 30 mois (910 jours) est due à l'interaction race x sexe expliquée plus loin. L'effet de l'année de naissance sur le poids est ici encore significatif, mais pas celui de la saison de naissance. Le type et le rang de naissance ainsi que le sexe de l'animal ont un effet significatif, au moins jusqu'à l'âge de 18 mois.

Les moyennes estimées des poids à sept âges types sont indiquées au tableau 14.

Effet de la race. Les métis alpins et anglo-nubiens sont toujours plus lourds que les animaux de race locale. Aucune différence significative n'apparaît entre ces deux races demi-sang, sauf à 150 jours où le croisé anglo-nubien pèse moins que l'alpin.

La différence entre les demi-sang exotiques et la race locale est due essentiellement au dimorphisme sexuel beaucoup plus marqué chez les races étrangères (poids des femelles à 150 jours = 72% du poids mâle chez les Alpines, 71% chez les Anglo-nubiennes, et 80% chez la race locale). Cette observation explique l'interaction race x sexe indiquée à la figure 16. Les chèvres locales ont une courbe de croissance similaire à celle des métisses jusqu'à 30 mois, mais elles atteignent leur poids maximum à 3 ans tandis que les autres continuent leur croissance au-delà de cet âge.

Effet de l'année de naissance. Le poids moyen des chèvres, toutes races confondues, augmente nettement et significativement d'une année à l'autre à chaque âge type entre 150 et 1095 jours (tableau 15). Cet accroissement démontre les effets bénéfiques du croisement des Alpines et Anglo-nubiennes avec la race locale. Des poids faibles à 150 et 240 jours sont relevés en 1982, sans que la raison en soit claire.

Effets du type et du rang de naissance. Le type de naissance a un effet significatif sur le poids, les naissances simples donnant des animaux plus lourds que les naissances multiples, au moins jusqu'à 550 jours. Au delà de cet âge, les jumeaux et les triplés semblent pouvoir rattraper la différence. L'effet du rang de naissance sur le poids cesse également d'être significatif au-delà de 18 mois.

Effet du sexe. Les mâles pèsent plus lourd que les femelles. La différence atteint 10 kg à 18 mois, mais cet écart est surtout dû au dimor-

Tableau 12. *Moyennes estimées par la méthode des moindres carrés des poids (kg) des caprins, de la naissance à 90 jours (Karama).*

Variable		Naissance				n[1]	10 j.			30 j.			90 j.		
		n	$\bar{x}$	±	s_m		$\bar{x}$	±	s_m	$\bar{x}$	±	s_m	$\bar{x}$	±	s_m
Moyenne générale		510	2,64		0,06	511	3,02		0,07	4,29		0,10	9,42		0,30
Race	Alpine x locale	223	2,89[a]		0,10	196	3,34[a]		0,08	4,55[a]		0,14	9,79[a]		0,29
	Anglo-nubienne x locale	131	2,68[b]		0,13	106	3,05[b]		0,13	4,48[a]		0,19	9,74[a]		0,38
	Locale	756	2,35[b]		0,09	209	2,68[c]		0,10	3,85[b]		0,11	8,72[b]		0,22
Année de naissance	1972	–	–		–	8	2,66[ab]		0,69	4,33[ab]		1,29	6,97[ab]		2,44
	1973	–	–		–	7	2,86[ab]		0,57	4,23[ab]		1,06	9,76[ab]		2,01
	1974	–	–		–	30	2,84[ab]		0,38	3,81[ab]		0,71	8,09[ab]		1,36
	1975	–	–		–	23	2,48[a]		0,27	3,39[a]		0,50	8,64[ab]		0,95
	1976	105	1,44		0,65	90	2,68[a]		0,19	3,78[a]		0,39	7,99[a]		0,65
	1977	24	1,91		0,48	20	3,17[ab]		0,23	4,19[a]		0,43	11,01[bc]		0,82
	1978	53	3,25		0,29	40	3,49[b]		0,28	4,32[a]		0,53	8,98[ac]		1,00
	1979	94	2,64		0,19	84	2,93[a]		0,26	4,08[a]		0,47	10,13[ac]		0,90
	1981	93	2,92		0,26	85	2,99[ab]		0,41	4,14[a]		0,76	10,93[ac]		1,44
	1982	73	3,16		0,44	64	3,12[ab]		0,50	3,94[a]		0,94	8,29[ac]		1,78
	1983	68	3,15		0,49	40	4,04[ab]		0,58	6,99[b]		1,08	13,41[b]		2,05
Saison de naissance	Janvier-mai	66	2,67		0,18	80	3,10		0,18	4,42		0,33	9,35		0,62
	Juin-septembre	190	2,71		0,12	205	3,10		0,11	4,44		0,19	9,41		0,37
	Octobre-décembre	254	2,54		0,15	226	2,91		0,13	4,01		0,24	9,49		0,46
Type de naissance	Simple	110	2,84[a]		0,82	131	3,30[a]		0,09	4,89[a]		0,14	11,30[a]		0,27
	Multiple	400	2,44[b]		0,72	380	2,75[b]		0,08	3,69[b]		0,12	7,54[b]		0,24
Rang de naissance	1	103	2,71		0,36	100	2,53		0,29	3,30		0,54	8,12		1,02
	2	121	2,79		0,21	123	2,85		0,18	3,92		0,33	9,27		0,63
	3	60	2,79		0,14	69	3,16		0,12	4,29		0,21	9,80		0,39
	4	73	2,68		0,14	74	3,08		0,12	4,42		0,21	9,79		0,41
	5	72	2,50		0,21	65	3,27		0,18	4,78		0,37	10,21		0,64
	≥6	81	2,40		0,35	80	3,24		0,29	5,04		0,53	9,34		1,01
Sexe	Femelle	237	2,54[a]		0,07	247	2,95[a]		0,07	4,26		0,11	8,96[a]		0,22
	Mâle	273	2,74[b]		0,07	64	3,10[b]		0,07	4,32		0,11	9,87[b]		0,22

Dans une même colonne, les moyennes affectées des mêmes lettres à l'intérieur d'un même groupe ne diffèrent pas significativement ($P<0,05$).

[1] Le nombre d'observations est le même à 10, 30 et 90 jours.

Tableau 13. *Analyse de variance des poids des caprins à sept âges différents (Karama).*

Source de variation	d.d.l.	Carrés moyens à âge type				d.d.l.	Carrés moyens à âge type[1]			
		150 j.	240 j.	365 j.	550 j.		550 j.	730 j.	910 j.	1095 j.
Race	2	21*	101***	348***	765***	2	22	32	49	244***
Année de naissance	9	126***	140***	158***	227***	8	92***	134***	181***	175***
Saison de naissance	2	2	19	18	1	2	4	20	57	23
Type de naissance	1	468***	345***	377***	228***	1	47	13	54	158**
Rang de naissance	5	38***	53***	55***	55***	5	17	10	13	56*
Sexe	1	135***	311***	1462***	3696***	–	–	–	–	–
Race x saison	4	4	22*	8	2	4	20	16	17	25
Race x type	2	11	13	23	20	2	25	7	26	47
Race x rang	8	12*	7	5	18	7	9	12	11	17
Race x sexe	2	8	14	106	256	–	–	–	–	–
Variation résiduelle	312	5	9	9	16	93	12	15	32	21

*** P<0,001 ** P<0,01 * P<0,05

[1] Mâles non inclus dans l'analyse à partir de 550 jours.

phisme sexuel des demi-sang mentionné plus haut.

Corrélations phénotypiques entre les poids à huit âges différents. La possibilité de prédire les poids adultes à partir des poids en bas âge revêt une importance capitale pour la sélection. On a donc calculé la corrélation entre les poids à huit âges types, du sevrage à 3 ans. Les valeurs des coefficients de corrélation sont présentées au tableau 16.

Les poids aux huit âges types sont tous positivement corrélés entre eux, les poids en bas âge déterminant les poids aux âges plus avancés. De la naissance à 150 jours, les poids sont relativement prévisibles les uns en fonction des autres. La prévision du poids à 150 jours à partir du poids à la naissance n'est toutefois valable qu'à 28% et cette extrapolation devient aléatoire au delà de cet âge.

La relation positive entre les poids se confirme à mesure que les animaux vieillissent. Elle est faible avant 90 jours et ne prend de l'importance qu'au-delà de 240 jours, tant entre les poids avant sevrage qu'entre les poids après sevrage. La présélection individuelle des mâles à 90 jours (à la castration) devrait donc donner de bien meilleurs résultats qu'une sélection plus précoce.

La liaison entre les poids augmente nettement après le sevrage (150 jours), les coefficients de corrélation entre les poids post-sevrage atteignant presque le double des valeurs pré-sevrage. Pour optimiser la qualité des effectifs de la station, il s'avère donc indispensable de procéder à la sélection des meilleures reproductrices à 16 mois, et à la sélection définitive des mâles à 18 mois.

Poids des femelles à l'âge adulte

Le tableau 17 donne le poids des femelles à l'âge adulte, de 3 à 8 ans. Le poids des métisses anglo-nubiennes est toujours supérieur à celui des autres.

Bien que ces poids n'aient pas fait l'objet d'analyses détaillées, il semble que seule l'année de naissance joue sur le poids adulte et ce, uniquement pour la race locale. A chaque âge, le poids des animaux nés au début de l'étude est inférieur à celui des animaux nés plus tard. Il est donc probable que la politique de sélection ait également une influence positive sur le poids des femelles adultes.

Station de Rwerere

DONNEES RELEVEES

Sur 68 naissances, le poids moyen à la naissance est de 2,16 kg, tous types de naissance, races, années, saisons, rangs de naissance et sexes confondus. Les poids sont de 2,83 kg à 10 jours, de 4,33 kg à 30 jours et de 7,23 kg à 90 jours. Le poids atteint 9,25 kg au sevrage (150 j), 12,1 kg à 8 mois, 15,2 kg à 1 an, 19,5 kg à 18 mois, 22,9 kg à 2 ans, 26,9 kg à 30 mois, et 29,3 kg à 3 ans. Ces poids sont tous très inférieurs à ceux enregistrés à Karama (voir figure 17).

Le poids des femelles à la première conception est de 24,5 kg, et le poids post-partum de 28,7 kg, tous rangs de naissance confondus.

Tableau 14. *Moyennes estimées par la méthode des moindres carrés du poids (kg) des caprins de 150 à 1095 jours (Karama).*

Variable		n	150 j.		240 j.		365 j.		550 j.		n	550 j.[1]		730 j.		910 j.		1095 j.	
			$\bar{x}$	± s_m	$\bar{x}$	± s_m	$\bar{x}$	± s_m	$\bar{x}$	± s_m		$\bar{x}$	± s_m	$\bar{x}$	± s_m	$\bar{x}$	± s_m	$\bar{x}$	± s_m
Moyenne générale		349	11,7	0,26	16,3	0,33	23,7	0,34	32,9	0,45	125	26,4	1,00	30,4	1,12	33,4	1,63	38,5	1,33
Race	Alpine x locale	81	12,6^{a}	0,50	17,4^{a}	0,60	26,0^{a}	0,62	35,4^{a}	0,81	27	27,9	2,07	31,8	2,32	36,0	3,37	43,3^{a}	2,75
	Anglo-nubienne x locale	48	11,4^{b}	0,47	16,6^{a}	0,63	25,1^{a}	0,66	36,0^{a}	0,86	21	27,0	1,80	31,6	1,99	34,0	2,90	40,9^{a}	2,36
	Locale	220	11,1^{b}	0,30	14,4^{b}	0,38	19,9^{b}	0,39	27,2^{b}	0,51	77	24,2	0,80	27,7	0,90	30,2	1,30	31,2^{b}	1,06
Année de naissance	1972	33	11,1^{a}	0,59	15,6^{ab}	0,74	22,3^{ab}	0,77	29,1^{a}	1,01	19	22,6^{a}	1,61	24,8^{ac}	1,80	29,2^{ab}	2,62	34,7^{ac}	2,13
	1973	40	10,0^{ab}	0,55	14,3^{ab}	0,70	21,0^{bc}	0,73	29,2^{a}	0,94	15	22,5^{a}	1,62	26,5^{a}	1,82	30,1^{ab}	2,64	33,4^{c}	2,16
	1974	53	10,1^{ab}	0,48	14,4^{ab}	0,61	20,5^{b}	0,64	28,7^{a}	0,83	9	19,8^{ad}	1,81	25,7^{a}	2,03	26,0^{b}	2,94	31,7^{c}	2,40
	1975	41	10,8^{a}	0,50	14,3^{b}	0,64	21,0^{b}	0,67	29,0^{a}	0,86	9	25,5^{c}	1,80	28,8^{bcd}	2,02	31,8^{ac}	2,93	40,0^{be}	2,39
	1976	72	9,6^{b}	0,33	14,5^{b}	0,42	23,0^{ad}	0,44	33,5^{bd}	0,57	38	28,2^{bc}	1,08	33,3^{be}	1,21	35,6^{cd}	1,75	37,9^{ab}	1,43
	1977	14	11,3^{a}	0,73	16,5^{a}	0,92	23,2^{acd}	0,96	32,3^{b}	1,24	2	25,2^{cd}	4,01	29,8^{ade}	4,49	24,8^{ade}	6,53	32,3^{abce}	5,32
	1978	9	10,9^{ab}	0,98	16,2^{a}	1,24	22,4^{bd}	1,29	33,0^{bc}	1,68	4	33,0^{bc}	3,71	33,3^{be}	4,16	41,9^{acf}	6,04	42,9^{abcde}	4,92
	1979	28	15,7^{c}	0,60	20,1^{c}	0,76	26,9^{e}	0,79	35,7^{cd}	1,03	22	28,7^{bc}	1,56	32,7^{be}	1,75	36,3^{ce}	2,54	44,6^{d}	2,07
	1981	35	16,1^{c}	0,52	21,2^{c}	0,66	29,5^{f}	0,69	39,9^{e}	0,89	7	31,8^{b}	2,03	38,4^{e}	2,28	45,0^{f}	3,31	48,9^{d}	2,70
	1982	24	11,6^{a}	0,78	16,8^{ab}	0,99	26,9^{e}	1,03	38,2^{de}	1,34	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Saison de naissance	Janvier–mai	91	11,5	0,52	15,4	0,65	23,4	0,68	33,0	0,89	41	26,8	1,43	32,1	1,60	36,8	2,32	40,6	1,89
	Juin–septembre	164	11,6	0,34	16,7	0,42	24,4	0,44	32,9	0,58	63	27,2	1,05	31,5	1,17	33,6	1,70	39,0	1,39
	Octobre–décembre	94	12,0	0,40	16,8	0,51	23,3	0,53	32,6	0,69	21	25,1	2,31	27,5	2,59	29,8	3,76	35,9	3,07
Type de naissance	Simple	126	13,6^{a}	0,37	17,9^{a}	0,47	25,3^{a}	0,49	34,1^{a}	0,64	38	28,0	1,59	31,2	1,78	35,1	2,58	41,5^{a}	2,10
	Multiple	223	9,9^{b}	0,27	14,7^{b}	0,35	22,0^{b}	0,37	31,1^{b}	0,71	87	24,7	0,92	29,5	1,03	31,7	1,50	35,5^{b}	1,22
Rang de naissance	1	72	9,5^{a}	0,41	13,8^{c}	0,52	21,2^{c}	0,54	30,8^{a}	0,66	31	23,6	1,37	29,3	1,53	30,9	2,23	32,1	1,82
	2	83	11,4^{b}	0,39	15,7^{a}	0,49	22,9^{a}	0,51	31,9^{a}	0,66	33	26,8	1,49	31,9	1,67	35,2	2,43	39,1	1,98
	3	67	12,3^{b}	0,47	17,0^{ab}	0,60	24,8^{b}	0,62	34,2^{b}	0,81	19	26,0	1,46	29,2	1,64	38,2	2,38	38,1	1,94
	4	53	12,2^{b}	0,44	17,0^{ab}	0,56	24,4^{b}	0,58	34,1^{b}	0,76	14	28,6	1,66	30,9	1,86	33,1	2,71	41,3	2,21
	5	33	12,5^{b}	0,51	17,5^{b}	0,65	24,5^{b}	0,67	33,9^{b}	0,88	9	26,9	1,96	30,6	2,20	33,7	3,19	40,5	2,60
	≥6	41	12,2^{b}	0,56	16,6^{ab}	0,71	24,1^{ab}	0,74	32,2^{ab}	0,96	19	26,4	1,69	30,2	1,90	34,4	2,75	39,8	2,75
Sexe	Femelle	232	10,8^{a}	0,27	14,9^{a}	0,35	20,5^{a}	0,36	27,9^{a}	0,47	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	Mâle	117	12,7^{b}	0,36	17,7^{b}	0,46	26,8^{b}	0,48	37,8^{b}	0,63	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Dans une même colonne, les moyennes affectées des mêmes lettres à l'intérieur d'un même groupe ne diffèrent pas significativement ($P<0,05$).

[1] Mâles non inclus dans l'analyse à partir de 550 jours.

Figure 16. *Croissance pondérale des caprins par race et par sexe (Karama).*

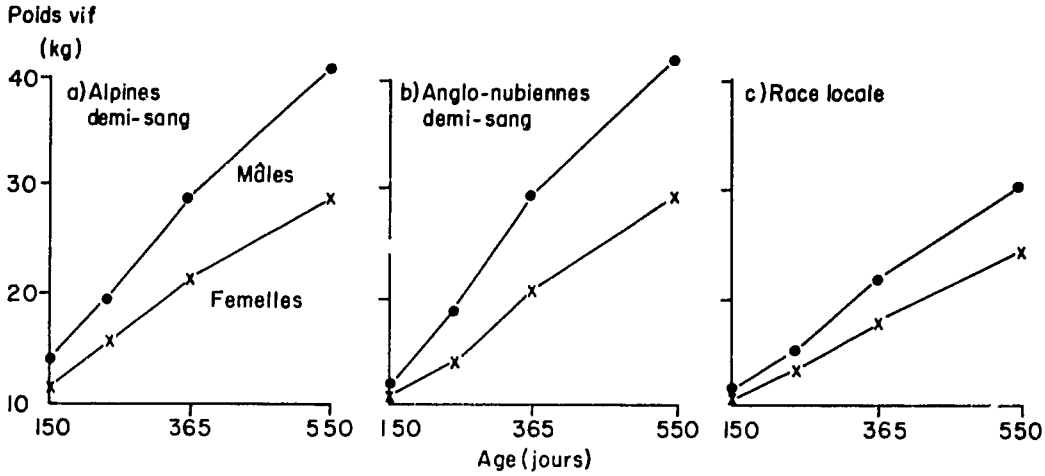


Tableau 15. Equations de régression et corrélations pour les variations de poids des caprins (Karama, 1972–82).

Age (jours)	Equations[1] a	Equations[1] b	Coefficient de corrélation r	Signification P
150	468	7,15	0,62	<0,10
240	534	13,37	0,66	<0,05
365	832	19,09	0,83	<0,01
550	1228	26,11	0,92	<0,001
550[2]	1358	19,58	0,84	<0,01
730	1487	22,93	0,92	<0,001
910	1777	24,53	0,71	<0,05
1095	1752	29,73	0,79	< 0,05

[1] y = ax + b où y = poids pour l'année x (1972 = 1),
a = variation du poids (g) par rapport à l'année précédente, et
b = intersection à la base en kg.

[2] Mâles non inclus dans l'analyse à partir de 550 jours.

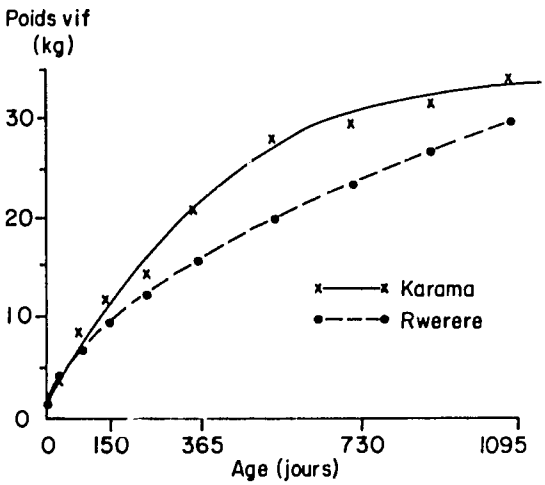
Tableau 16. *Corrélations phénotypiques entre les poids des caprins à huit âges types.*

Paramètres	Poids à âge type 10 j.	30 j.	90 j.	150 j.	240 j.	365 j.	550 j.
Poids à la naissance	0,79	0,43	0,35	0,28	0,16	0,26	0,20
Poids à 10 j.		0,82	0,47	0,35	0,26	0,31	0,23
Poids à 30 j.			0,49	0,36	0,28	0,34	0,25
Poids à 90 j.				0,78	0,53	0,51	0,41
Poids à 150 j.					0,66	0,63	0,53
Poids à 240 j.						0,67	0,61
Poids à 365 j.							0,81

Tableau 17. *Poids moyens (kg) des chèvres de 3 à 8 ans (Karama).*

Age (années)	Race		
	Alpine x locale	Anglo-nubienne x locale	Locale
3	39,8	46,6	30,3
3,5	39,9	44,5	31,4
4	44,5	48,8	33,5
4,5	44,5	48,6	34,7
5	46,5	52,7	36,4
6	43,4	48,0	38,6
7	46,2	55,4	38,1
8	46,4	53,1	40,1

Figure 17. *Courbes de croissance comparées des caprins élevés à Karama et à Rwerere, établies à partir de données brutes.*



ANALYSES PAR LA METHODE DES MOINDRES CARRES

Poids à la naissance et jusqu'à 3 mois

En raison du peu de données disponibles dans cette station, on a préféré analyser les poids à la naissance et à trois âges types (10, 30 et 90 jours) selon un modèle fixe. Les interactions susceptibles d'influer sur les différents poids ont été prises en compte dans les analyses.

Les analyses de variance consignées au tableau 18 montrent qu'à la naissance, seul le rang de naissance de l'animal a un effet significatif sur le poids. Aux autres âges types, l'année et le type de naissance prennent vite beaucoup d'importance alors que les autres variables fixes n'ont généralement pas d'effet significatif.

Les moyennes estimées par la méthode des moindres carrés pour le poids à ces quatre âges types sont données au tableau 19.

Effet de la race. A Rwerere, au contraire de Karama, ce sont les métis anglo-nubiens qui sont les plus lourds à la naissance. Les courbes de la croissance entre 10 et 90 jours des deux races métisses ne concordent pas. Le poids des animaux des deux races croisées est néanmoins toujours supérieur à celui des caprins de race locale pure, même si cette différence n'est pas significative.

Effets de l'année et de la saison de naissance. Ni l'année ni la saison n'exercent d'effet significatif sur le poids à la naissance. L'année joue sur le poids à partir de 10 jours. Ces effets s'avèrent très variables d'une année à l'autre. On note un accroissement du poids vif de 64 g par chèvre et par an entre 1977 et 1983, mais il n'est pas significatif ($P > 0,05$). La progression du poids à 30 et 90 jours est plus nette. De 104 g par chèvre et par an pour le premier ($P > 0,05$), elle passe à 447 g par chèvre et par an pour le second ($P > 0,01$). Cette progression est probablement attribuable à l'augmentation graduelle du nombre des métis. Toutefois, la variabilité observée s'explique difficilement; elle a peut-être pour cause des changements de gestion et des difficultés d'approvisionnement en effectifs de remplacement.

Effets du type et du rang de naissance. Sauf à la naissance, l'effet d'une mise bas simple, gémellaire ou triple est classique, les animaux issus de naissances simples pesant beaucoup plus que ceux issus de portées multiples.

L'effet du rang de naissance ne correspond pas aux normes relevées pour ce paramètre.

Effet du sexe. L'effet du facteur sexe ne devient apparent qu'au delà de 90 jours; les mâles pèsent alors plus que les femelles, mais à ce stade l'effet n'est pas encore significatif.

Poids du sevrage jusqu'à 3 ans

Les analyses de variance pour les poids du sevrage (150 jours) à 3 ans (1095 jours) sont présentées au tableau 20. La première analyse (du se-

Tableau 18. *Analyse de variance des poids des caprins à quaire âges types, de la naissance à 90 jours (Rwerere).*

Source de variation	Naissance		d.d.l	Carrés moyens à âge type		
	d.d.l.	CM		10 j.	30 j.	90 j.
Race	2	0,24	2	0,18	0,94	1,05
Année de naissance	4	0,13	4	1,46***	3,75***	3,29
Saison de naissance	2	0,01	2	0,46	1,02	0,05
Type de naissance	1	0,00	1	4,73	23,61***	80,06***
Rang de naissance	5	0,51*	5	0,46	0,24	5,19*
Sexe	1	0,12	1	1,07*	0,77	0,16
Race x saison	2	0,36	3	1,09	0,77	0,48
Race x type	2	0,50	2	0,94*	1,38*	1,10
Race x sexe	2	0,06	2	2,38***	1,59*	2,55
Variation résiduelle	46	0,19	56	0,25	0,37	2,18

*** P<0,001 * P<0,05.

vrage à 18 mois ou 550 jours) inclut les castrats, mais la seconde (après 18 mois) est limitée aux femelles et aux mâles entiers, la plupart des mâles castrés étant déjà vendus.

La race a un effet significatif à tous les âges du sevrage à 18 mois, sauf à 8 mois (240 jours). Cet effet est indépendant de la saison. L'effet de l'année est également significatif jusqu'à 18 mois. Pour la première fois dans les analyses, il s'agit ici de la répercussion de la croissance pondérale. La saison exerce aussi une influence significative sur les poids du sevrage à 18 mois.

Le type de naissance influe de manière significative sur le poids jusqu'à 1 an; à partir de cet âge, l'effet du rang de naissance est significatif et le demeure jusqu'à 18 mois. Le sexe a un effet hautement significatif sur le poids à tous les âges, et c'est le seul facteur ayant un effet significatif sur les poids après 18 mois. Comme à Karama, l'interaction race x sexe est significative.

Les moyennes estimées par la méthode des moindres carrés des poids aux sept âges types considérés sont indiquées au tableau 21.

Effet de la race. La race croisée alpine paraît mieux s'adapter aux conditions de Rwerere que l'Anglo-nubienne et la chèvre locale. Les caprins anglo-nubiens sont systématiquement plus lourds que ceux de race locale, mais cette différence demeure faible et n'est significative à aucun âge.

Ici encore, la différence entre les races métisses et la race locale est pour une bonne part due au dimorphisme sexuel très accentué. L'interaction race x sexe est ainsi significative jusqu'à l'âge de 550 jours (tableau 20). Il est très probable que cette différence persiste au delà de 550 jours, mais cette hypothèse n'a pu être testée faute d'un volume suffisant de données.

Effets de l'année et de la saison de naissance. Pour la plupart des âges pris en considération, le poids augmente d'une année à l'autre. Ces augmentations ne sont toutefois significatives qu'à l'âge de 550 jours, et à certaines périodes la croissance pondérale est même en régression. Cette variabilité importante s'explique difficilement, sinon par les facteurs déjà évoqués concernant la gestion et les difficultés d'approvisionnement.

Pour la première fois, la saison de naissance prend de l'importance dans la détermination du poids. Les animaux nés entre janvier et mai, sevrés pendant la grande saison sèche, souffrent d'un retard de croissance entre le sevrage et 18 mois mais parviennent à rattraper cette différence au delà de 18 mois.

Effets du type et du rang de naissance. Le type de naissance exerce les effets classiques sur le poids jusqu'à l'âge d'un an. Les jeunes nés de portées multiples rattrapent leur retard à partir de 18 mois.

Les effets du rang ne sont pas ceux attendus, même là où des différences significatives sont relevées.

Effet du sexe. Les mâles entiers sont toujours plus lourds que les femelles. Sauf au sevrage, le poids des castrats demeure par contre comparable à celui des femelles juqu'à 18 mois, soit jusqu'au moment de la vente. Les avantages liés au sexe semblent disparaître avec une castration précoce, si bien que pour bénéficier de la croissance plus rapide des mâles entiers il serait souhaitable de séparer mâles et femelles et de ne castrer les mâles qu'après 12 mois.

Poids des femelles adultes

Le poids des femelles adultes (de 3 à 6 ans)

Tableau 19. *Moyennes estimées par la méthode des moindres carrés des poids (kg) des caprins à la naissance et à trois âges types (Rwerere).*

Variable		Naissance				n[1]	10 j.			30 j.			90 j.		
		n	$\bar{x}$	±	s_m		$\bar{x}$	±	s_m	$\bar{x}$	±	s_m	$\bar{x}$	±	s_m
Moyenne générale		68	2,03		0,21	79	2,76		0,15	4,09		0,19	7,28		0,45
Race	Alpine x locale	45	2,20		0,30	30	2,90		0,22	4,04		0,27	7,60		0,65
	Anglo-nubienne x locale	15	2,44		0,25	17	2,84		0,27	4,57		0,33	7,54		0,79
	Locale	8	1,44		0,53	32	2,54		0,22	3,57		0,27	6,70		0,66
Année de naissance	1977	–	–		–	4	2,35[a]		0,40	2,95[a]		0,49	5,58[a]		1,20
	1978	–	–		–	18	2,91[ab]		0,25	4,94[b]		0,30	7,24[ab]		0,74
	1979	9	1,62		0,23	13	2,33[a]		0,25	3,75[ac]		0,31	6,99[ab]		0,74
	1980	7	2,26		0,32	25	3,45[b]		0,22	4,53[b]		0,26	7,97[ab]		0,64
	1981	2	2,37		0,57	–	–		–	–		–	–		–
	1983	19	1,94		0,30	19	2,76[a]		0,23	4,16[bc]		0,29	8,62[b]		0,69
	1984	31	1,92		0,31	–	–		–	–		–	–		–
Saison de naissance	Janvier-mai	5	2,13		0,38	18	3,14		0,32	4,47		0,39	7,13		0,95
	Juin-septembre	59	1,95		0,22	48	2,76		014	4,21		0,17	7,31		0,41
	Octobre-décembre	4	2,00		0,46	13	2,37		0,25	3,51		0,31	7,38		0,75
Type de naissance	Simple	15	2,02		0,26	33	3,08[a]		0,18	4,78[a]		0,22	8,61[a]		0,52
	Multiple	53	2,04		0,21	46	2,43[b]		0,16	3,34[b]		0,20	5,95[b]		0,48
Rang de naissance	1	12	1,75[a]		0,25	27	2,65		0,15	4,06		0,19	8,17[a]		0,48
	2	8	2,21[bc]		0,32	18	2,80		0,19	3,85		0,23	6,68[bc]		0,56
	3	10	2,18[abc]		0,27	14	2,49		0,25	3,92		0,31	6,48[b]		0,76
	4	14	1,76[ab]		0,24	10	2,59		0,24	3,82		0,29	6,09[bd]		0,70
	5	11	1,98[abc]		0,26	4	2,65		0,35	4,33		0,33	8,38[ac]		1,05
	≥6	13	2,28[c]		0,26	6	3,37		0,29	4,40		0,36	7,86[acd]		0,86
Sexe	Femelle	40	1,95		0,21	48	2,91[a]		0,16	4,20		0,19	7,22		0,47
	Mâle	28	2,11		0,25	31	2,60[b]		0,18	3,93		0,22	7,34		0,58

Dans une même colonne, les moyennes affectées des mêmes lettres à l'intérieur d'un même groupe ne diffèrent pas significativement (P<0,05).

[1] Le nombre d'observations est le même à 10, 30 et 90 jours.

Tableau 20. *Analyse de variance des poids des caprins à sept ages types, du sevrage à 3 ans (Rwerere).*

Source de variation	d.d.l.	Carrés moyens à âge type				d.d.l	Carrés moyens à âge type[1]			
		150 j.	240 j.	365 j.	550 j.		550 j.	730 j.	910 j.	1095 j.
Race	2	16,9*	13,8+	63,7***	42,7*	2	15	25	46	26
Année de naissance	5	9,2*	27,7***	22,4**	59,8***	4	32*	20	10	15
Saison de naissance	2	9,4+	21,7*	41,3**	71,4**	2	4	10	9	8
Type de naissance	1	57,8***	61,5***	84,3***	13,2	1	1	0	16	20
Rang de naissance	5	3,5	7,5	16,2*	24,4*	4	11	17	23	20
Sexe	2	15,8*	17,0*	66,9***	77,0***	1	136**	128**	202**	246**
Race x saison	4	16,7**	19,8**	25,6***	37,9**	–	–	–	–	–
Race x type	2	2,4	5,4	20,5*	12,7	–	–	–	–	–
Race x sexe	4	17,6**	21,1**	27,1**	29,9*	–	–	–	–	–
Variation résiduelle	72	3,6	4,8	6,3	9,4	34	11	12	22	22

*** P<0,001 ** P<0,01 * P<0,05 + P<0,1

[1] Femelles et mâles entiers seulement.

n'a pas été soumis à une analyse détaillée, le nombre des sujets étant insuffisant.

Le poids est de 29,3 kg à 3 ans, de 31,1 kg à 42 mois, de 32,4 kg à 4 ans et de 33,1 kg à 5 ans. A 6 ans, le poids est encore de 33,1 kg. Le nombre des données utilisées pour ces calculs a diminué avec l'âge des animaux.

MORTALITE

Station de Karama

DONNEES RELEVEES

Les données sur la mortalité concernent 1328 animaux nés au cours des suivis effectués à Karama. Toutefois, après élimination des types génétiques inconnus ou insuffisamment représentés, seules 813 des données se rapportant aux naissances ont pu être utilisées, sauf en ce qui concerne les avortements.

17 avortements ont été enregistrés sur les 1328 naissances de l'effectif suivi, soit un taux de 1,28%. Sur les 813 animaux utilisés pour les analyses de mortalité, 116 animaux sont morts avant 150 jours, soit un taux de mortalité de 20,4%. Le taux de mortalité globale jusqu'à l'âge de 1 an (avortements non compris) atteint 23,8%.

Le taux de mortalité des adultes (âgés de 1 an et plus) atteint 4,67% pour les femelles et 4,96% pour les mâles entre 1972 et 1983.

ANALYSES PAR LA METHODE DES MOINDRES CARRES

Mortalité de la naissance à 730 jours

L'analyse de variance pour les facteurs affectant la mortalité est indiquée au tableau 22. En raison de la vente précoce des mâles, le facteur sexe n'est pas inclus dans l'analyse de la mortalité au delà de 150 jours.

Jusqu'à 150 jours, la race a un effet significatif sur la mortalité. L'effet de l'année, du type de naissance et du rang de naissance est significatif à tous les âges. Les interactions entre la race et la saison, le type de naissance et le sexe n'ont pas d'effet significatif.

Le tableau 23 présente les moyennes estimées par la méthode des moindres carrés pour les différentes variables étudiées. Les chevreaux sont plus vulnérables avant le sevrage qu'après. La mortalité reste néanmoins assez élevée jusqu'à l'âge de 2 ans.

Effet de la race. La mortalité est très variable d'une race à l'autre. Pour tous les âges jusqu'à 2 ans, le taux de mortalité est plus élevé chez les métis anglo-nubiens que chez les animaux des deux autres races, même si la différence n'est plus significative après le sevrage (à 5 mois).

Effet de l'année de naissance. L'effet de l'année est très variable, comme pour les paramètres de reproduction et de croissance. Les taux de mortalité les plus élevés sont enregistrés en 1974 et 1975. La mortalité baisse par la suite, exception faite de l'année 1978.

Effet de la saison de naissance. La saison n'a pas d'effet significatif sur le taux de mortalité, mais les chevreaux nés pendant la saison sèche (de juin à septembre) ont un taux de survie plus élevé que ceux nés pendant les pluies.

Effets du type et du rang de naissance. Les effets de ces deux variables sont généralement prévisibles. Les jeunes né simples ont de meil-

Tableau 21. *Moyennes estimées par la méthode des moindres carrés des poids (kg) des caprins à sept âges types compris entre 150 et 1095 jours (Rwerere).*

Variable		n	150 j. $\bar{x}$	± s_m	240 j. $\bar{x}$	± s_m	365 j. $\bar{x}$	± s_m	550 j. $\bar{x}$	± s_m	n	550 j.[1] $\bar{x}$	± s_m	730 j. $\bar{x}$	± s_m	910 j. $\bar{x}$	± s_m	1095 j. $\bar{x}$	± s_m
Moyenne générale		100	9,4	0,60	13,4	0,69	16,4	0,79	20,1	0,96	49	23,9	1,40	26,5	1,42	31,0	1,94	33,3	2,22
Race	Alpine x locale	35	10,9^{a}	0,58	14,7^{a}	0,66	19,7^{a}	0,76	22,8^{a}	0,93	15	24,8	1,62	27,9	1,65	33,2	2,25	34,8	2,56
	Anglo-nubienne x locale	17	9,6^{ab}	1,07	13,9^{ab}	1,23	15,1^{b}	1,41	18,8^{b}	1,73	10	24,6	1,97	26,9	2,00	30,7	2,73	32,9	3,11
	Locale	48	7,6^{b}	1,00	11,7^{b}	1,15	14,4^{b}	1,32	18,7^{b}	1,62	24	22,3	1,56	24,7	1,59	29,0	2,17	32,1	2,48
Année de naissance	1977	5	7,8^{abd}	1,39	9,9^{a}	1,60	14,3^{ab}	1,83	13,9^{a}	2,24	3	22,4^{b}	3,14	25,3	3,19	27,9	4,36	32,3	4,97
	1978	22	9,5^{bd}	1,11	14,8^{bc}	1,27	16,8^{bc}	1,46	19,4^{b}	1,78	10	26,9^{a}	2,08	29,3	2,12	32,3	2,89	31,6	3,30
	1979	21	7,7^{ac}	0,98	12,2^{a}	1,13	15,0^{bd}	1,29	18,7^{b}	1,58	14	25,9^{a}	1,64	27,0	1,66	31,9	2,27	31,8	2,59
	1980	33	8,6^{abd}	0,78	12,6^{ab}	0,90	13,9^{ad}	1,03	16,0^{a}	1,26	16	22,1^{b}	1,53	24,9	1,56	30,9	2,13	33,8	2,43
	1981	11	10,1^{bc}	1,27	13,7^{ab}	1,46	17,0^{bd}	1,68	23,1^{b}	2,05	6	22,3^{ab}	1,90	26,0	1,94	31,8	2,64	37,0	3,01
	1982	8	12,5^{d}	1,60	17,5^{c}	1,84	21,6^{c}	2,11	29,5^{c}	2,58	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Saison de naissance	Janvier–mai	34	7,1^{a}	1,07	10,3^{a}	1,24	11,9^{a}	1,42	14,0^{a}	1,73	12	23,0	2,07	25,9	2,10	29,8	2,87	33,0	3,27
	Juin–septembre	39	10,4^{b}	0,79	15,2^{b}	0,90	18,7^{b}	1,04	23,0^{b}	1,27	22	24,4	1,37	27,6	1,39	31,9	1,90	33,8	2,17
	Octobre–décembre	27	10,6^{b}	0,93	14,9^{b}	1,07	17,7^{b}	1,23	23,2^{b}	1,51	15	24,2	1,58	26,0	1,61	31,2	2,20	34,1	2,51
Type de naissance	Simple	46	10,4^{a}	0,62	14,5^{a}	0,72	17,7^{a}	0,82	20,6	1,00	29	23,8	1,42	26,6	1,45	30,3	1,98	32,5	2,26
	Multiple	54	8,3^{b}	0,68	12,4^{b}	0,79	15,1^{b}	0,90	19,6	1,10	20	24,0	1,58	26,4	1,61	31,6	2,19	34,0	2,50
Rang de naissance	1	29	9,8	0,64	12,4	0,73	16,2^{a}	0,84	21,0^{ab}	1,03	15	21,7	1,51	24,8	1,53	29,3	2,09	32,3	2,38
	2	23	9,8	0,71	12,4	0,82	16,9^{a}	0,97	21,0^{ab}	1,15	14	23,1	1,43	25,9	1,45	29,4	1,98	33,5	2,26
	3	29	9,6	0,69	13,0	0,79	18,1^{ab}	0,91	20,8^{a}	1,11	12	22,5	1,64	24,4	1,67	28,9	2,27	32,5	2,59
	4	14	10,8	0,85	14,6	0,98	19,7^{b}	1,12	24,1^{b}	1,37	7	25,5	1,84	28,6	1,88	34,1	2,56	37,2	2,92
	5	4	7,8	1,25	11,3	1,44	14,3^{a}	1,65	16,4^{c}	2,02	1	26,8	4,33	23,9	4,40	33,2	6,00	30,8	6,85
	≥6	1	8,4	2,54	16,9	2,92	13,4^{a}	3,35	17,2^{abc}	4,10	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Sexe	Femelle	70	8,0^{a}	0,60	12,0^{a}	0,69	13,7^{a}	0,79	17,4^{a}	0,96	45	20,6^{a}	1,15	23,4^{a}	1,17	27,0^{a}	1,59	28,9^{a}	1,82
	Mâle	5	11,7^{b}	1,25	16,1^{b}	1,44	21,9^{b}	1,65	26,2^{b}	2,02	4	27,2^{b}	2,09	29,7^{b}	2,13	34,9^{b}	2,91	37,7^{b}	2,31
	Castrat	25	9,1^{ab}	0,80	12,2^{a}	1,21	13,6^{a}	1,06	165,8^{a}	1,29	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Dans une même colonne, les moyennes affectées des mêmes lettres à l'intérieur d'un même groupe ne diffèrent pas significativement ($P<0,05$).

[1]Mâles castrés non inclus dans l'analyse à partir de 550 jours.

leures chances de survie que les jumeaux et les triplés. Les chevreaux nés de mères jeunes ont dans l'ensemble un taux de mortalité significativement plus élevé que les chevreaux nés de mères âgées.

Effet du sexe. Le taux de mortalité est légèrement plus élevé chez les mâles que chez les femelles, mais cette différence n'est pas significative.

Station de Rwerere

DONNEES RELEVEES

Les données sur la mortalité portent sur un effectif de 422 caprins nés à Rwerere. Après élimination des types génétiques inconnus ou peu représentés, il n'a toutefois été possible d'utiliser que 213 données se rapportant aux naissances, sauf en ce qui concerne les avortements.

Le taux d'avortement est très élevé: 87 avortons sur 422 naissances, soit un total de 20,6%. On note une nette tendance à la baisse depuis 1981. Parmi les animaux utilisés dans les analyses de mortalité, 56 sont morts avant 150 jours, ce qui donne un taux de 26,3%. 32% des animaux sont morts avant un an, avortements non compris.

A l'âge adulte (> 1 an) et pour les années 1978–1983, le taux de mortalité des femelles est de 2,10%. Celui des mâles est de 8,43%, la mortalité ayant été très élevée au cours des deux premières années.

ANALYSES PAR LA METHODE DES MOINDRES CARRES

Mortalité de la naissance à 730 jours

Les analyses de variance pour les sources de variation influant sur la mortalité sont présentées au tableau 24. Les mâles et les castrats ayant été vendus à un âge plus avancé qu'à Karama, il a été possible de procéder à une analyse comprenant les deux sexes jusqu'à l'âge de 1 an. Pour la mortalité globale de la naissance à 2 ans, seules les données sur les femelles ont été utilisées.

Seuls les effets de l'année et du type de naissance ont joué de façon significative sur la mortalité, et ceci à tous les âges.

Les moyennes estimées par la méthode des moindres carrés pour les différents facteurs susceptibles d'influer sur la mortalité sont présentées au tableau 25. La mortalité touche en premier lieu les animaux non sevrés, mais elle demeure très élevée jusqu'à 730 jours. Le tableau montre clairement que les effets des variables sur la mortalité sont généralement peu constants, et quelquefois très difficiles à expliquer.

Effet de la race. La race locale s'est avérée plus vulnérable aux conditions de Rwerere. Le taux de mortalité paraît plus élevé chez les animaux indigènes et pourrait indiquer que les métis se sont mieux adaptés au climat et à la conduite de l'élevage.

Effet de l'année de naissance. L'influence de l'année sur le taux de mortalité est très variable. Le taux négatif des premières années indique qu'un effort particulier a peut-être été fait à l'ouverture de la station pour minimiser les pertes. Les taux de mortalité plus élevés de 1981 et 1982 coïncident avec les mises bas très espacées et irrégulières des années 1980 et 1981, et avec la croissance pondérale lente des années 1981 et 1982.

Effet de la saison de naissance. La saison n'a pas d'effet significatif sur le taux de mortalité,

Tableau 22. *Analyse de variance de la mortalité caprine (Karama).*

Source de variation	Les deux sexes compris		Femelles seulement			
	0–150 j.		d.d.l.	0–150 j.	0–365 j.	0–730 j.
	d.d.l.	CM		CM	CM	CM
Race	2	0,46*	2	0,45*	0,27	0,03
Année de naissance	9	0,57***	9[1]	0,35***	0,56***	0,56**
Saison de naissance	2	0,16	2	0,04	0,14	0,10
Type de naissance	1	1,37**	1	0,56***	2,82***	1,47***
Rang de naissance	5	0,58**	5	0,58**	0,96***	0,80
Sexe	1	0,07	–	–	–	–
Race x saison	4	0,07	–	–	–	–
Race x type	2	0,04	–	–	–	–
Race x sexe	2	0,14	–	–	–	
Variation résiduelle	784	0,15	365[2]	0,14	0,16	0,19

*** P<0,001 ** P<0,01 * P<0,05

[1] d.d.l. pour l'année de la naissance à 730 j. = 8

[2] d.d.l. pour la variation résiduelle à 365 j. = 342 et à 730 j. = 274

Tableau 23. *Moyennes estimées par la méthode des moindres carrés de la mortalité caprine (Karama).*

Variable		Les deux sexes compris				Femelles seulement											
		0–150 j.				0–150 j.				0–365 j.				0–730 j			
		n	$\bar{x}$	±	s_m	n	$\bar{x}$	±	s_m	n	$\bar{x}$	±	s_m	n	$\bar{x}$	±	s_m
Moyenne générale		813	17,8		2,55	385	13,8		3,16	362	14,7		3,48	294	21,4		5,11
Race	Alpine x locale	217	11,2[a]		4,51	102	8,9[a]		5,09	91	10,0		5,67	60	18,3		10,17
	Anglo-nubienne x locale	128	26,3[b]		5,20	63	23,7[b]		6,04	59	22,4		6,62	45	25,0		11,40
	Locale	468	16,0[ab]		2,85	220	8,7[a]		3,70	212	11,5		4,11	189	20,7		11,28
Année de naissance	1972	50	25,1[ab]		6,88	31	11,4[a]		8,79	31	8,5[a]		9,48	31	8,3[a]		11,40
	1973	55	15,0[ac]		6,58	28	16,3[ac]		8,81	28	15,9[a]		9,44	26	25,4[ab]		11,28
	1974	92	24,3[ad]		5,31	46	30,0[bc]		7,32	42	40,0[b]		8,08	40	41,8[b]		9,95
	1975	129	34,0[bd]		4,80	54	35,7[b]		6,62	53	40,2[b]		7,17	43	44,4[b]		9,40
	1976	117	13,3[ac]		3,82	59	13,5[ac]		5,12	59	15,7[a]		5,47	57	15,7[a]		6,78
	1977	24	15,4[ac]		8,50	10	0,3[a]		12,49	9	3,5[a]		14,10	9	4,8[a]		16,38
	1978	74	24,6[ad]		6,33	39	15,2[ac]		7,68	37	14,4[a]		8,38	26	29,2[ab]		13,89
	1979	102	13,5[ac]		4,77	46	9,2[a]		6,78	41	10,7[a]		7,62	34	14,3[a]		10,11
	1981	92	3,1[c]		4,97	40	6,3[a]		6,54	37	3,7[a]		7.23	28	8,3[a]		9,81
	1982	78	10,0[a]		6.58	32	0,1[a]		8,23	25	0,0[a]		9,60	–	–		–
Saison de naissance	Janvier-mai	196	19,4		5,13	99	13,7		5,00	96	13,6		5,47	89	22,3		9,79
	Juin-septembre	345	14,0		3,36	163	11,7		4,15	154	11,0		4,52	137	16,1		5,92
	Octobre-décembre	272	20,0		3,62	123	16,0		4,88	112	19,4		5,37	68	25,7		9,16
Type de naissance	Simple	244	11,9[a]		3,82	122	5,9[a]		4,69	116	3,7[a]		5,17	95	10,3[a]		7,73
	Multiple	569	23,8[b]		2,48	263	21,7[b]		3,05	246	26,6[b]		3,32	199	32,4[b]		4,92
Rang de naissance	1	209	30,0[ab]		3,36	108	31,8[a]		4,12	104	39,7[a]		4,51	90	46,6[a]		6,17
	2	195	13,3[b]		3,61	96	12,4[b]		4,51	90	14,6[b]		4,92	70	23,1[b]		6,86
	3	117	14,6[b]		4,39	52	2,6[b]		6,14	50	3,8[b]		6,73	42	8,6[b]		8,48
	4	113	15,6[b]		4,44	44	13,5[b]		6,59	40	11,5[b]		7,21	31	21,4[b]		9,36
	5	88	20,0[b]		4,97	38	14,8[b]		6,92	33	12,8[b]		7,80	21	17,1[b]		11,08
	≥6	91	13,6[b]		5,21	107	7,7[b]		7,05	45	5,6[b]		7,66	40	11,3[b]		9,44
Sexe	Femelle	385	16,8		3,03	–	–		–	–	–		–	–	–		–
	Mâle	428	18,9		2,98	–	–		–	–	–		–	–	–		–

Dans une même colonne, les moyennes affectées des mêmes lettres à l'intérieur d'un même groupe ne diffèrent pas significativement (P<0,05).

Tableau 24. *Analyse de variance de la mortalité caprine (Rwerere).*

Source de variation	Les deux sexes compris				Femelles seulement	
	0–150 j.		0–365 j.		0–730 j.	
	d.d.l.	CM	d.d.l.	CM	d.d.l.	CM
Race	2	0,08	2	0,13	2	0,11
Année de naissance	4	0,86**	4	0,86**	3	0,73*
Saison de naissance	2	0,50	2	0,54	2	0,07
Type de naissance	1	1,00*	1	1,09*	1	2,70***
Rang de naissance	5	0,13	4	0,29	4	0,25
Sexe	1	0,08	1	0,20	–	–
Variation résiduelle	197	0,18	191	0,20	76	0,21

*** P<0,001 ** P<0,01 * P<0,05

mais à Rwerere, le taux de survie le plus élevé s'observe chez les animaux nés entre janvier et mai, alors qu'à Karama, ce sont les jeunes nés en saison sèche (juin-septembre) qui ont les meilleures chances de survie. Il est probable que le stress de la période de soudure soit moindre à Rwerere qu'à Karama.

Effet du type de naissance. L'effet du type de naissance est classique, la mortalité étant beaucoup plus élevée dans les portées multiples que dans les portées simples.

Effet du sexe. Le taux de survie des mâles est légèrement inférieur à celui des femelles, ce qui peut être considéré comme normal.

Effet du poids à la naissance sur la mortalité. L'effet du poids des jeunes à la naissance sur le taux de mortalité est hautement significatif ($P < 0,001$). L'équation

$$y = 17,38 - 10,8(x - 2,51),$$

où: y est le taux de mortalité,
x, le poids à la naissance et
2,51 le poids moyen en kilo de toutes les naissances

montre que plus le poids à la naissance est faible, plus le taux de mortalité est élevé.

INDICES DE PRODUCTIVITE

INTRODUCTION

Les performances de reproduction, la viabilité des jeunes jusqu'à 150 jours, le poids des jeunes à 150 jours et le poids post-partum des chèvres ont été combinés en trois indices de productivité (p. 8).

Le poids (à la naissance, au sevrage ou aux autres âges) est très souvent considéré comme étant la seule ou la principale mesure de la productivité d'une femelle reproductrice et des progrès réalisés par l'amélioration génétique. On aboutit cependant à des conclusions beaucoup plus précises sur les progrès réellement accomplis en tenant compte de tous les facteurs qui jouent sur la productivité globale. Les indices de productivité permettent en outre de décider de la meilleure politique de gestion (le choix, par exemple, de la meilleure période pour la lutte), et les corrélations entre ces indices et leurs composantes donnent une idée beaucoup plus claire des paramètres qui influent le plus sur la productivité. En modifiant ces composantes, par la gestion ou l'amélioration génétique, on peut mettre au point un programme de conduite de l'élevage apte à accroître rapidement le rendements.

INDICES BRUTS

La valeur de l'indice I est de 17,25 kg par chèvre par an à Karama (pour 492 cas) et de 7,91 kg seulement par chèvre et par an à Rwerere (pour 159 cas). L'indice est plus élevé chez les demi-sang que chez la race locale.

A Karama, l'indice I pour la race locale est passé de 12,20 kg en 1972 à 22,47 kg en 1981. On note en 1982 une légère diminution dont les causes demeurent inconnues, mais il s'agit peut-être de fluctuations interannuelles normales. Les indices sont très faibles en 1977 et 1980, probablement en raison des mêmes facteurs qui affectent la reproduction et la croissance. Malgré ces deux mauvaises années, la progression de l'indice est de l'ordre de 630 g par an.

A Karama, l'indice I a diminué de 760 g par an entre 1978 et 1982 pour la race anglo-nubienne métissée et augmenté de 1360 g par an pour l'Alpine.

A Rwerere, l'indice I a augmenté de 443 g par chèvre et par an entre 1977 et 1982, ce qui semble dû en partie à une bonne acclimatation des métis à l'altitude ainsi qu'à la réforme des mauvaises mères.

Tableau 25. *Moyennes estimées par la méthode des moindres carrés de la mortalité caprine (Rwerere).*

Variable		Les deux sexes compris								Femelles seulement			
		0–150 j.				0–365 j.				0–730 j.			
		n	$\bar{x}$	±	s_m	n	$\bar{x}$	±	s_m	n	$\bar{x}$	±	s_m
Moyenne générale		213	20,4		6,30	206	27,7		4,53	89	30,8		10,46
Race	Alpine x locale	77	19,7		7,15	73	25,9		6,20	29	27,2		10,46
	Anglo-nubienne x locale	36	14,8		10,06	35	21,4		9,15	16	24,1		14,22
	Locale	100	26,7		8,93	98	35.9		8,19	44	41,1		10,40
Année de naissance	1978	49	$-8,9^{a}$		12,05	48	$-3,3^{a}$		11,55	16	$-3,9^{a}$		17,84
	1979	56	$32,9^{bc}$		9,91	55	$35,5^{b}$		9,01	31	$42,7^{bc}$		12,46
	1980	6	$14,2^{ab}$		8,52	60	$18,2^{ab}$		7,44	28	$19,9^{ab}$		11,32
	1981	27	$40,0^{c}$		10,56	25	$53,4^{b}$		10,47	14	$64,6^{c}$		15,10
	1982	21	$23,9^{abc}$		12,83	18	$35,0^{ab}$		13,60	–	–		–
Saison de naissance	Janvier-mai	73	7,4		7,89	69	13,8		7,00	23	23,1		12,85
	Juin-septembre	84	23,7		7,58	81	32,8		6,29	40	33,4		8,42
	Octobre-décembre	56	30,1		8,82	56	36,6		7,89	26	35,9		10,86
Type de naissance	Simple	81	$12,7^{a}$		7,01	76	$19,6^{a}$		6,06	39	$11,1^{a}$		8,76
	Multiple	132	$28,1^{b}$		7,18	130	$35,9^{b}$		5,39	50	$50,5^{b}$		9,10
Rang de naissance	1	53	34,1		8,06	56	38,5		8,58	21	41,2		12,92
	2	64	26,7		6,42	62	38,0		6,97	27	33,9		10,52
	3	55	19,5		6,69	55	22,5		7,10	25	15,7		11,33
	4	30	26,5		8,50	29	35,1		9,16	12	47,1		15,70
	5	9	7,8		15,22	8	4,5		17,04	4	16,1		26,53
	≥6	2	7,9		31,26	–	–		–	–	–		–
Sexe	Femelle	105	18,4		7,18	105	24,5		5,41	–	–		–
	Mâle	108	22,4		6,81	101	31		5,75	–	–		–

Dans une même colonne, les moyennes affectées des mêmes lettres à l'intérieur d'un même groupe ne diffèrent pas significativement ($P<0,05$).

ANALYSES PAR LA METHODE DES MOINDRES CARRES

Station de Karama

L'analyse de variance pour les trois indices figure au tableau 26. L'effet de l'année est ici encore le plus important. Le type de mise bas a également un effet significatif sur tous les indices. L'effet du rang (c'est-à-dire l'âge de la mère) est peu significatif pour l'indice I et pas du tout pour les indices II et III. La saison n'a pas non plus d'effet sur les indices.

Les moyennes estimées concernant les indices se trouvent au tableau 27.

Effet de la race. On relève une différence entre la métisse alpine et la race locale, mais elle n'est significative pour aucun des indices. La métisse anglo-nubienne est la moins productive des trois; la différence avec la race locale est faible pour l'indice I mais plus importante pour les indices II et III, qui tiennent compte du poids de la mère. Cette faible productivité de l'Anglo-nubienne est due à l'âge plus tardif à la première mise bas, à un intervalle entre mises bas très long (tableau 6, p. 17), au poids à 150 jours plus faible que celui de la race locale (tableau 10, p. 19) et au taux de mortalité nettement plus élevé que celui des deux autres races (tableau 14, p.25). La productivité totale de cette race métissée n'est donc pas très satisfaisante. Malgré sa bonne conformation, elle semble exiger une conduite beaucoup plus rigoureuse que les deux autres races.

Effets de l'année et de la saison de naissance. L'effet de l'année est très variable, mais les problèmes dus à la brucellose et au départ du responsable ont encore joué. On observe une hausse de productivité de l'ordre de 180 g par chèvre et par an pour l'indice I, et une stagnation des indices II et III. En éliminant les deux "mauvaises" périodes, on obtient une augmentation nette des trois indices, en dépit d'une baisse en 1982 probablement due à une fluctuation interannuelle normale.

La saison de mise bas n'ayant pas d'effet significatif sur les indices de productivité, il serait utile de lancer des essais sur une partie des effectifs, en faisant mettre bas les chèvres tous les huit mois pour comparer leurs performances avec celles des chèvres qui ne mettent bas que tous les douze mois.

Corrélations. Les corrélations entre les indices (tableau 28) et les facteurs qui les influencent sont hautement significatives pour le poids total de la portée à 150 jours et l'intervalle de naissance. Des essais visant à augmenter le poids de la portée à 150 jours et à réduire l'intervalle entre parturitions (une mise bas tous les huit mois) devraient être effectués pour tenter d'améliorer les performances.

Station de Rwerere

Le tableau 29 donne l'analyse de variance pour les trois indices de productivité à Rwerere. Même dans ce milieu de haute altitude, l'année est le principal facteur responsable des variations relevées. L'effet du type de naissance sur les indices est moins significatif qu'à Karama, et celui du rang de naissance n'est significatif que sur l'indice I. Comme à Karama, la saison n'a pas d'effet significatif sur les indices.

Les moyennes estimées, présentées au tableau 30, montrent que les valeurs des indices sont beaucoup moins bonnes qu'à Karama. Avec

Tableau 26. *Analyse de variance des indices de productivité des chèvres (Karama).*

Source de variation	d.d.l.	Carrés moyens		
		Indice I	Indice II	Indice III
Race	2	123,2	0,10	0,62
Année de mise bas	10	158,5*	0,19**	1,03*
Saison de mise bas	2	179,5	0,14	0,94
Type de mise bas	1	740,6**	0,33*	2,64*
Rang de mise bas	5	163,2+	0,03	0,26
Race x année	9	67,4	0,03	0,27
Race x saison	4	101,2	0,06	0,45
Race x type	2	7,5	0,01	0,03
Rang x rang	9	44,9	0,04	0,25
Variation résiduelle	406	76,5	0,07	0,47

** P<0,01 * P<0,05 +P<0,1

Tableau 27. *Moyennes estimées par la méthode des moindres carrés des indices de productivité des chèvres (Karama).*

Variable		n	Indice I (kg)			Indice II (g)			Indice III (kg)		
			$\bar{x}$	±	s_m	$\bar{x}$	±	s_m	$\bar{x}$	±	s_m
Moyenne générale		451	18,4		1,52	442		47	1,20		0,119
Race	Alpine x locale	75	21,5		2,62	516		82	1,40		0,205
	Anglo-nubienne x locale	35	16,8		2,97	352		93	0,99		0,233
	Locale	341	17,0		0,61	458		19	1,21		0,048
Année de mise bas	1972	32	$18,2^{ab}$		2,33	492^{ab}		73	$1,29^{ab}$		0,182
	1973	38	$18,5^{ab}$		2,22	512^{ab}		69	$1,33^{ab}$		0,173
	1974	54	$20,6^{a}$		2,04	601^{b}		64	$1,54^{b}$		0,159
	1975	80	$16,0^{b}$		1,94	443^{acd}		61	$1,14^{ac}$		0,152
	1976	39	$15,3^{b}$		2,19	381^{acd}		69	$1,03^{ac}$		0,172
	1977	15	$16,6^{b}$		4,93	377^{ab}		154	$1,04^{abc}$		0,386
	1978	41	$18,6^{bc}$		2,89	410^{acd}		90	$1,15^{ac}$		0,226
	1979	49	$22,4^{acd}$		2,59	510^{bc}		81	$1,42^{ab}$		0,203
	1980	22	$14,8^{bd}$		2,84	261^{bd}		89	$0,78^{cd}$		0,223
	1981	43	$22,9^{acd}$		2,01	475^{bce}		63	$1,35^{ab}$		0,158
	1982	38	$18,9^{ab}$		2,00	404^{ace}		62	$1,14^{ad}$		0,156
Saison de mise bas	Janvier-mai	125	18,4		2,78	483		87	1,28		0,147
	Juin-septembre	189	20,6		1,88	476		59	1,31		0,139
	Octobre-décembre	137	16,2		1,77	368		56	1,02		0,182
Type de mise bas	Simple	220	$15,6^{a}$		1,97	383^{a}		62	$1,03^{a}$		0,154
	Multiple	231	$21,3^{b}$		1,54	502^{b}		48	$1,37^{b}$		0,120
Rang de mise bas	1	131	$13,3^{a}$		1,60	386		50	1,00		0,125
	2	110	$15,7^{a}$		1,88	425		59	1,12		0,147
	3	72	$18,0^{a}$		2,14	450		67	1,21		0,167
	4	58	$17,5^{a}$		2,48	410		78	1,12		0,194
	5	37	$23,5^{b}$		3,19	507		100	1,42		0,250
	≥6	43	$22,6^{ab}$		4,83	475		151	1,34		0,378

Dans une même colonne, les moyennes affectées des mêmes lettres à l'intérieur d'un même groupe ne diffèrent pas significativement ($P<0,05$).

Tableau 28. *Corrélations phénotypiques entre les indices de productivité des caprins et les principaux paramètres en jeu (Karama).*

Indice ou paramètre	Indice II	Indice III	Indice ou paramètre: Intervalle de mise bas	Poids pp	Poids 150 j. pp	Variation poids	Poids naissance	Poids portée 150 j.
Indice I	0,90	0,94	[illegible],38	0,15	0,15	-0,04	0,25	0,80
Indice II		0,99	-0,37	-0,22	-0,08	0,18	0,18	0,67
Indice III			-0,38	-0,13	-0,02	0,13	0,20	0,72
Intervalle de mise bas				-0,02	-0,04	-0,01	0,07	0,10
Poids post-partum de la chèvre					0,59	-0,62	0,16	0,21
Poids 150 jours post-partum						0,26	0,20	0,15
Variation de poids (pp - 150 j.)							-0,01	-0,11
Poids de la portée à la naissance								0,30

Tableau 29. *Analyse de variance des indices de productivité des chèvres (Rwerere).*

Source de variation	d.d.l.	Carrés moyens: Indice I	Indice II	Indice III
Année de mise bas	6	276,9***	0,22***	1,53***
Saison de mise bas	2	57,5	0,55	0,33
Type de mise bas	1	142,9*	0,12+	0,82+
Rang de mise bas	5	86,1*	0,06	0,46
Variation résiduelle	144	35,2	0,04	0,25

*** P<0,001 *P<0,05 +P<0,1

seulement six intervalles entre mises bas pour les métisses, regroupés en 1982, il n'a pas été possible de prendre en compte le facteur race.

Effets de l'année et de la saison de naissance. L'effet significatif de l'année est dû aux valeurs très supérieures des indices en 1983, mais les effets cumulatifs de la reproduction, du poids et de la mortalité s'observent déjà en 1981 et en 1982. En 1982, les indices II et III sont moins bons que l'indice I par rapport aux autres années. Ceci est probablement dû aux poids plus élevés des demi-sang entrés en production à cette époque. Les indices sont meilleurs pour les mères de portées multiples, et l'indice I obtenu pour les primipares est moins bon que celui des mères plus âgées. Toutefois, le poids des jeunes mères étant plus faible que celui des chèvres plus âgées, leurs valeurs d'indices II et III ne sont pas inférieures.

Il n'y a pas d'effet significatif de la saison, et les recommandations faites au sujet de l'intervalle de mise bas pour améliorer les performances à Karama sont également valables pour Rwerere, où l'intervalle compte 100 jours de plus.

Il est possible que l'altitude ait un effet défavorable sur les chèvres à Rwerere, ce qui expliquerait en partie les faibles valeurs des indices. Les longs intervalles de naissance, la croissance plus lente et le taux d'avortement très élevé contribuent à la réduction de la productivité des chèvres. Ces performances médiocres sont peut-être aussi imputables à un contrôle moins rigoureux par les responsables du programme des caprins, en raison de la distance qui sépare Rwerere des deux autres centres, Rubona et Karama.

Tableau 30. *Moyennes estimées par la méthode des moindres carrés des indices de productivité des chèvres (Rwerere).*

Variable		n	Indice I (kg)			Indice II (g)			Indice III (kg)		
			$\bar{x}$	±	s_m	$\bar{x}$	±	s_m	$\bar{x}$	±	s_m
Moyenne générale		159	9,4		0,75	301		25	0,76		0,064
Année de mise bas	1977	6	$9,7^{ab}$		2,80	326^{a}		96	$0,81^{a}$		0,237
	1978	49	$9,4^{a}$		1,33	291^{a}		46	$0,74^{a}$		0,112
	1979	23	$5,7^{bc}$		1,46	180^{a}		50	$0,46^{a}$		0,124
	1980	34	$7,8^{ac}$		1,25	261^{a}		43	$0,65^{a}$		0,106
	1981	12	$6,0^{ac}$		1,89	194^{a}		65	$0,49^{a}$		0,160
	1982	13	$8,6^{ac}$		1,92	200^{a}		66	$0,75^{a}$		0,163
	1983	22	$18,7^{d}$		1,51	556^{b}		52	$1,44^{b}$		0,128
Saison de mise bas	Janvier–mai	41	10,9		1,27	338		44	0,86		0,108
	Juin–septembre	78	8,2		0,92	262		32	0,67		0,079
	Octobre–décembre	40	9,2		1,16	304		40	0,76		0,098
Type de mise bas	Simple	92	$8,4^{a}$		0,91	270^{a}		31	$0,68^{a}$		0,077
	Multiple	67	$10,5^{b}$		0,92	332^{b}		32	$0,85^{b}$		0,078
Rang de mise bas	1	57	$6,2^{a}$		1,12	231		95	0,56		0,095
	2	37	$7,4^{a}$		1,14	252		96	0,63		0,096
	3	30	$9,2^{a}$		1,21	294		103	0,75		0,103
	4	19	$13,0^{b}$		1,51	414		128	1,06		0,128
	5	10	$10,5^{ab}$		2,05	309		174	0,80		0,174
	≥6	6	$10,3^{ab}$		2,61	307		221	0,79		0,221

Dans une même colonne, les moyennes affectées des mêmes lettres à l'intérieur d'un même groupe ne diffèrent pas significativement ($P<0,05$).

4. PRODUCTIVITE DES OVINS*

PERFORMANCES DE REPRODUCTION

DONNEES RELEVEES

La figure 18 montre la répartition de l'âge au premier agnelage et des intervalles entre mises bas dans les stations de Rubona et Songa. Les distributions très fortement groupées autour de la moyenne reflètent les objectifs techniques fixés par les services de l'ISAR:

- Une seule période annuelle de lutte de un mois.
- Mise en lutte des antenaises à 16 mois, ou lorsqu'elles ont atteint 23 kg.

L'âge moyen à la première mise bas est de 713,7 ± 18,4 jours, ce qui correspond à une première saillie fécondante à environ 570 jours (19 mois), et l'intervalle entre deux agnelages est de 406 ± 14,7 jours.

En matière de reproduction, la conduite du troupeau ovin semble être plus stricte que celle des caprins. Les intervalles entre deux agnelages montrent qu'environ 10% seulement des reproductrices ne sont pas gravides. Ce résultat est remarquable puisque la période de lutte est très courte (4 semaines) et que la majorité des reproductrices ne présentent qu'une seule ovulation durant cette période.

Ces performances pourraient être améliorées en rallongeant la période de lutte d'une semaine (pour augmenter le nombre des brebis ayant deux oestrus) et en utilisant "l'effet mâle" comme inducteur d'oestrus (introduction d'un mâle vasectomisé 4 à 5 semaines avant la lutte).

La taille de la portée est de 1,38 ± 0,11 agneau; sur 1351 mises bas observées, 746 sont simples, 589 doubles et 16 triples. Le taux moyen de prolificité est de 142,5%.

Le sex-ratio est de 0,52 (1003 mâles/922 femelles). 47 avortons non comptabilisés portent le taux d'avortement à 2,9%.

La figure 19 donne la répartition des jeunes par rang de mise bas.

ANALYSES PAR LA METHODE DES MOINDRES CARRES

Age au premier agnelage

L'âge moyen au premier agnelage est de 713,7 ± 18,4 jours.

L'analyse de variance (tableau 31) et les moyennes estimées (tableau 32) montrent qu'il n'y a pas d'effet "station" sur ce paramètre, ce qui laisse supposer que les deux stations ont pratiqué une gestion très comparable.

Effet de l'année. L'année de naissance a un effet hautement significatif sur l'âge au premier agnelage. Les brebis nées en 1979 ont mis bas plus tardivement que celles nées les autres années.

Effet de la saison. La saison a un effet hautement significatif sur le paramètre considéré; les femelles nées en janvier–mai, juin–septembre et novembre sont plus précoces que celles nées les autres mois. Compte tenu de la politique de mise au bélier de brebis pesant au moins 23 kg, celles ayant bénéficié de la meilleure pâture après leur naissance ont un meilleur croît et sont donc susceptibles d'être accouplées plus jeunes.

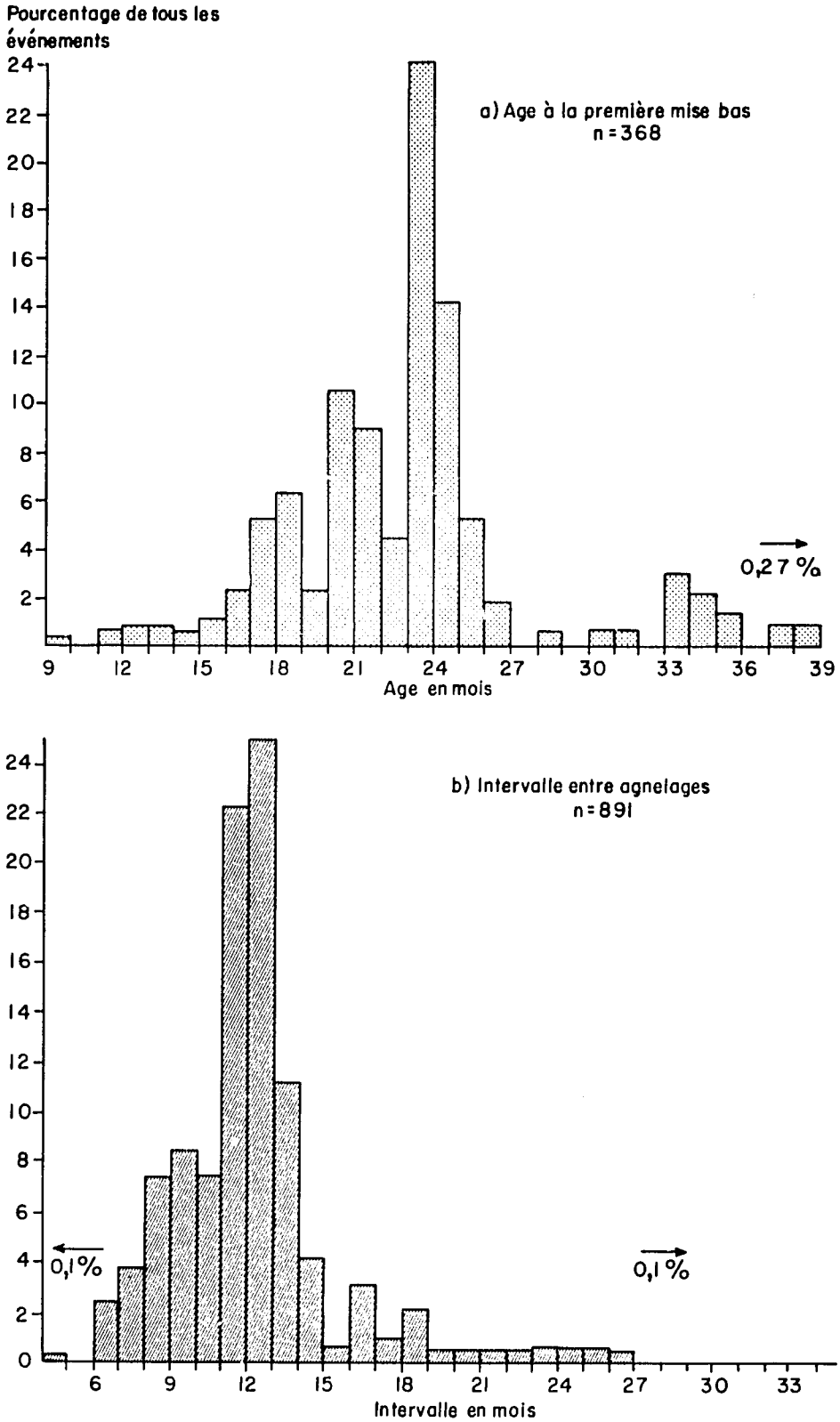
Effets du type et du rang de naissance. Le rang de naissance n'a pas d'effet sur l'âge au premier agnelage; les jumelles sont par contre significativement moins précoces que les brebis nées simples.

Intervalle de mise bas

L'analyse de variance (tableau 33) et les moyennes estimées (tableau 34) montrent une influence hautement significative de la station sur l'intervalle entre deux mises bas successives. Les meilleurs résultats obtenus à Songa s'expliquent sans doute par une meilleure alimentation des ovins (pâturages et complémentation).

* Pour l'interprétation des résultats et la rédaction de cette partie, les auteurs ont bénéficié de l'aide de Daniel Bourzat.

Figure 18. *Répartition des âges à la première mise bas et des intervalles de naissance chez les ovins.*



Effet de l'année. L'effet "année" est significatif, les années 1975, 1976, 1978, 1979, 1981 et 1982 donnant des valeurs moyennes inférieures à 410 jours, alors qu'en 1977 et 1980 l'intervalle entre mises bas dépasse 460 jours.

Effet de la saison. La saison d'agnelage a également un effet hautement significatif sur l'intervalle entre mises bas. Les brebis qui mettent bas pendant la saison des pluies (octobre, novembre, décembre) ont un intervalle entre agnelages significativement plus court que celles mettant bas pendant la saison sèche. Cette différence est peut-être imputable aux conditions climatiques, mais la conduite du troupeau peut également jouer un rôle.

Effets du rang et du type de mise bas. Le rang de mise bas intervient de façon significative, sans que l'on ne puisse dégager de relation simple. Le mode de naissance n'a par contre aucune influence sur l'intervalle entre parturitions.

Répétabilité de l'intervalle entre mises bas. La répétabilité du paramètre considéré a été évaluée à 0,18 ± 0,039.

Taille de la portée

Aucun des facteurs étudiés n'a d'effet significatif sur la taille de la portée (tableaux 33 et 34).

La répétabilité de ce paramètre, considéré comme étant une caractéristique de la mère, est de 0,19 ± 0,035, et l'héritabilité, considérée comme due au père (collatéraux, demi-frères et demi-soeurs), est de 0,18 ± 0,086.

Tableau 31. *Analyse de variance de l'âge au premier agnelage (Rubona et Songa).*

Source de variation	d.d.l.	CM
Station	1	14360
Année de naissance	6	121031***
Saison de naissance	4	193685***
Type de naissance	1	198157***
Rang de naissance	6	17071
Variation résiduelle	324	13641

*** P<0,001

Taux annuel de reproduction

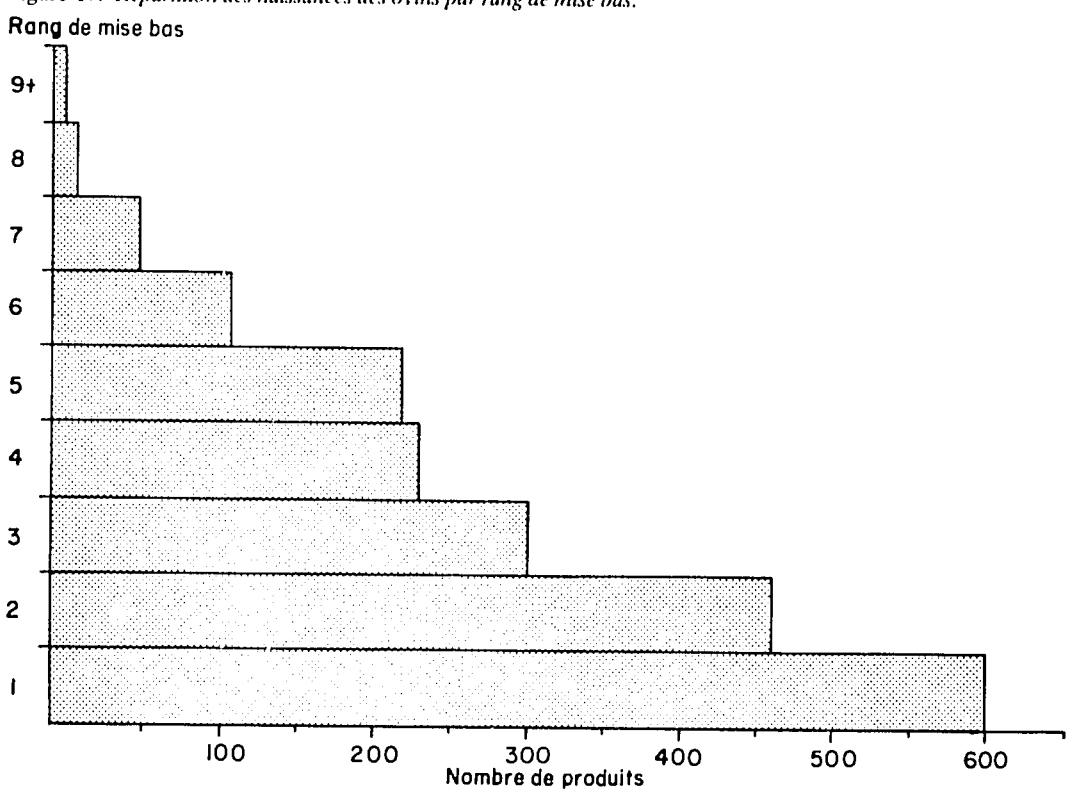
La valeur moyenne est de 1,24 agneau né par brebis et par an.

CROISSANCE PONDERALE

DONNEES RELEVEES

L'effet de certaines variables sur le poids à différents âges a été analysé au moyen d'un modèle mixte, en utilisant 1093 données pour le poids à la naissance, 998 données pour les poids à 10, 30, 90 et 150 jours, 318 données pour les poids à 150, 240 et 365 jours, 236 données pour le poids à 1280 jours et 150 données pour le poids à 1640 jours.

Figure 19. *Répartition des naissances des ovins par rang de mise bas.*



Tous types de naissance, stations, années, saisons, et rangs de naissance confondus, le poids moyen atteint 2,59 kg à la naissance, 3,83 kg à 10 jours, 6,09 kg à 30 jours, 11,59 kg à 90 jours, 16,46 kg à 150 jours, 22,4 kg à 8 mois, 28 kg à 1 an, 29,3 kg à 18 mois, 30,3 kg à 2 ans, 31,9 kg à 30 mois, 33,3 kg à 3 ans, 33,5 kg à 42 mois, 35,4 kg à 4 ans, 34,4 kg à 54 mois et 35,4 kg à 5 ans. La courbe de ces poids est présentée à la figure 20.

ANALYSE PAR LA METHODE DES MOINDRES CARRES

Poids de la naissance à 3 mois

Les analyses de variance sont présentées au tableau 35. De la naissance à 3 mois, tous les facteurs considérés exercent une influence significative sur le poids des agneaux. L'interaction entre la mère et la station est significative, les condi-

Tableau 32. *Moyennes estimées par la méthode des moindres carrés de l'âge (jours) au premier agnelage (Rubona et Songa).*

Variable		n	$\bar{x}$	±	s_m
Moyenne générale		343	713		9,4
Station	Rubona	86	723		15,4
	Songa	257	704		10,1
Année de naissance	1975	27	671[ac]		28,2
	1976	38	658[a]		25,6
	1977	43	641[a]		25,2
	1978	39	707[ac]		24,8
	1979	58	859[b]		18,1
	1980	70	753[c]		17,9
	1981	68	726[c]		18,8
Saison de naissance	Janvier–mai	43	683[a]		23,0
	Juin-septembre	28	694[ac]		24,9
	Octobre	62	804[b]		22,2
	Novembre	146	641[a]		18,2
	Décembre	64	747[bc]		19,3
Type de naissance	Simple	167	680[a]		11,5
	Multiple	176	741[b]		12,0
Rang de naissance	1	99	739		13,2
	2	74	705		14,5
	3	45	687		18,8
	4	46	713		18,6
	5	84	708		21,0
	6	29	708		22,9
	≥7	16	736		31,0

Dans une même colonne, les moyennes affectées des mêmes lettres à l'intérieur d'un même groupe ne diffèrent pas significativement (P <0,05).

Tableau 33. *Analyse de variance de l'intervalle entre agnelages et de la taille de la portée (Rubona et Songa).*

Source de variation	Intervalle entre agnelages		Taille de la portée	
	d.d.l.	CM	d.d.l.	CM
Station	1	62807**	1	0,088
Mère	303	8604***	380	0,325***
Année de naissance	7	115616***	7	0,224
Saison de naissance	4	49195***	4	0,443
Type de naissance	1	96	–	–
Rang de naissance	5	107035***	5	0,294
Variation résiduelle	541	5388	686	0,195

*** P<0,001 ** P<0,01

tions de croissance des jeunes jusqu'à 3 mois étant différentes à Songa.

Les moyennes des poids vifs estimées par la méthode des moindres carrés se trouvent au tableau 36.

Effet de la station. La station exerce une influence significative ($P < 0,01$) sur le poids de l'agneau à la naissance et à 3 mois. Les agneaux sont plus lourds à Songa qu'à Rubona, en raison d'une meilleure supplémentation fourragère.

Effet de l'année de naissance. L'année de naissance a un effet significatif sur le poids de l'agneau entre la naissance et l'âge de 3 mois. On observe une régression, les meilleurs poids ayant été obtenus les premières années de la sélection, notamment en 1975 et 1976, et les poids les plus faibles en 1981 et 1982. Des fluctuations annuelles normales y sont certes pour quelque chose, mais il se peut aussi que l'amélioration génétique, qui portait sur plusieurs caractères à la fois, ait exercé un effet dépressif sur le poids en raison d'une corrélation négative entre l'un ou l'autre de ces caractères. Un manque de rigueur dans la gestion des troupeaux pourrait également avoir joué un rôle.

Effet de la saison de naissance. La saison de naissance des agneaux influe significativement sur leurs poids entre la naissance et 3 mois. Les agneaux nés en novembre et en décembre pèsent un peu plus que ceux nés en janvier–mai et juin–septembre et beaucoup plus que ceux nés en octobre, car les mères en gestation depuis juin ont à peine eu le temps de se remettre du stress de la saison sèche.

Effet du type de naissance. Le type de naissance des agneaux exerce une influence très marquée sur leurs poids pré-sevrage. Jusqu'à 3 mois, les agneaux des portées simples pèsent significativement plus que ceux nés des portées doubles.

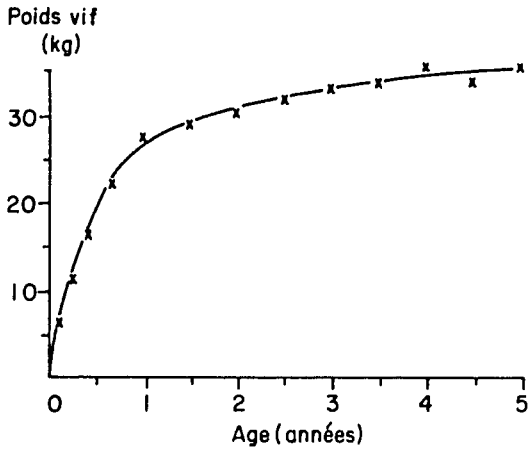
Effet du rang de naissance. Le rang de la naissance des agneaux influence significativement leur poids vif, de la naissance à 3 mois. Les agneaux nés de mères plus âgées sont significativement plus lourds que ceux des primipares.

Tableau 34. *Moyennes estimées par la méthode des moindres carrés de l'intervalle entre agnelages (jours) et de la taille de la portée (Rubona et Songa).*

Variable		Intervalle entre agnelages			Taille de la portée		
		n	$\bar{x}$ ±	s_m	n	$\bar{x}$ ±	s_m
Moyenne générale		863	406	7,5	1084	1,43	0,036
Station	Rubona	86	423[a]	11,1	123	1,41	0,058
	Songa	777	389[b]	6,3	961	1,44	0,058
Année de naissance	1975	60	345[a]	28,1	68	1,36	0,208
	1976	107	338[a]	17,4	110	1,30	0,129
	1977	107	461[b]	16,8	135	1,44	0,091
	1978	87	408[c]	13,8	126	1,33	0,062
	1979	116	385[ac]	12,4	129	1,43	0,064
	1980	114	475[b]	11,6	148	1,33	0,093
	1981	112	412[c]	12,8	160	1,53	0,125
	1982	160	416[c]	12,9	208	1,56	0,168
Saison de naissance	Janvier–mai	101	446[a]	15,6	119	1,31	0,064
	Juin–septembre	140	426[a]	12,4	179	1,38	0,062
	Octobre	167	390[b]	12,8	216	1,44	0,060
	Novembre	284	383[b]	11,2	347	1,49	0,056
	Décembre	171	386[b]	11,8	223	1,52	0,055
Type de naissance	Simple	491	406	8,3	–	–	–
	Multiple	372	406	9,0	–	–	–
Rang de naissance	1	294	347[a]	9,7	368	1,27	0,121
	2	192	401[bc]	9,4	234	1,40	0,083
	3	148	381[ab]	10,0	165	1,40	0,055
	4	111	403[bc]	11,4	123	1,43	0,056
	5	69	418[cd]	15,6	93	1,51	0,086
	≥6	49	459[d]	26,7	101	1,50	0,140

Dans une même colonne, les moyennes affectées des mêmes lettres à l'intérieur d'un même groupe ne diffèrent pas significativement ($P<0,05$).

Figure 20. *Courbe de croissance des ovins dans les stations de l'ISAR.*



Effet du sexe. Le dimorphisme sexuel du mouton local, déjà manifeste à la naissance, persiste jusqu'à l'âge de 3 mois, les mâles étant plus lourds que les femelles.

Poids du sevrage jusqu'à 4,5 ans

L'analyse de variance présentée au tableau 37 montre que les mêmes facteurs restent significatifs après le sevrage jusqu'à 550 jours, sauf le rang de naissance, qui ne l'est déjà plus à 150 jours. Au delà de 550 jours, seuls le type de naissance et le sexe influent significativement sur le poids. A 54 mois, aucun effet n'est significatif sauf celui du sexe. Le dimorphisme sexuel constitue ainsi la seule source de variation entre les poids vifs des animaux adultes.

Les moyennes des poids vifs estimées par la méthode des moindres carrés sont données au tableau 38.

Effet de la station. La station exerce une influence significative sur le poids jusqu'à 550 jours, les animaux étant plus lourds à Songa qu'à Rubona. Au delà de 550 jours, les animaux de Rubona rattrapent leur retard, et la différence entre les stations disparaît.

Effet de l'année de naissance. L'année de naissance a une influence significative sur le poids des animaux du sevrage à 550 jours. Les poids les plus faibles sont ceux des animaux nés au cours des deux premières années des essais de sélection (1975 et 1976), en raison peut-être d'une maîtrise encore insuffisante des techniques de gestion. Ces poids s'améliorent nettement de 1977 à 1982, avec un seul léger fléchissement en 1979.

Effet de la saison de naissance. L'effet de la saison de naissance sur le poids vif des animaux âgés de 150 à 550 jours est significatif. Comme dans le cas de la période pré-sevrage, ce sont les animaux nés en novembre et décembre qui ont les meilleurs poids, mais l'écart avec ceux nés en juin–septembre et janvier–mai est très faible. Les naissances d'octobre donnent cette fois-ci encore les poids les plus faibles dans cette tranche d'âge. L'effet de la saison de naissance cesse d'être significatif au delà de 550 jours.

Effet du type de naissance. L'effet du type de naissance sur le poids post-sevrage des animaux persiste plus longtemps que celui des autres facteurs analysés. Jusqu'à 2 ans, les animaux nés simples sont significativement plus lourds que les jumeaux. Ces derniers ne rattrapent leur retard qu'après 3 ans, et la différence cesse alors d'être significative.

Effet du rang de naissance. Le rang de naissance n'exerce plus d'effet significatif sur le poids des animaux après 90 jours. Les petits des primipares rattrapent ceux des mères plus âgées.

Corrélations phénotypiques entre les poids à 10 âges différents. La corrélation entre les poids aux différents âges choisis a été calculée pour étudier la possibilité de prédire le poids adulte à partir des poids en bas âge. Les valeurs des coefficients de corrélation sont présentées au tableau 39.

Tous ces coefficients ont une valeur positive. Des corrélations existent entre tous les poids, les plus faibles étant celles entre le poids à 10 jours et les autres. Le poids à 90 jours est fortement cor-

Tableau 35. *Analyse de variance des poids des ovins de la naissance à 90 jours (Rubona et Songa).*

Source de variation	Naissance		d.d.l	Carrés moyen à âge type		
	d.d.l.	CM		10j.	30j.	90j.
Station	1	2,37**	1	1,01	0,37	125,11***
Mère/Station	402	0,29**	384	0,80***	1,65***	5,60***
Année de naissance	7	1,57***	7	1,61**	2,83*	59,28***
Saison de naissance	4	1,91*	4	7,11***	18,16***	60,41***
Type de naissance	1	22,71***	1	85,84***	274,07***	944,89***
Rang de naissance	5	1,09*	5	3,21***	4,84***	20,59***
Sexe	1	5,78**	1	6,06***	22,13***	115,20***
Variation résiduelle	671	0,21	594	0,47	1,13	3,74

*** P<0,001 ** P<0,01 * P<0,05

Tableau 36. *Moyennes estimées par la méthode des moindres carrés des poids (kg) des ovins, de la naissance à 150 jours (Rubona et Songa).*

Variable		Naissance				n[1]	10 j.			30 j.			90 j.			150 j.		
		n	$\bar{x}$	±	s_m		$\bar{x}$	±	s_m	$\bar{x}$	±	s_m	$\bar{x}$	±	s_m	$\bar{x}$	±	s_m
Moyenne générale		1093	2,63		0,02	998	4,1		0,04	6,3		0,06	11,9		0,11	14,8		0,13
Station	Rubona	401	2,57[a]		0,04	344	4,1		0,06	6,4		0,09	11,4[a]		0,16	13,9[a]		0,20
	Songa	692	2,70[b]		0,03	654	4,1		0,05	6,3		0,07	12,4[b]		0,14	15,6[b]		0,18
Année de naissance	1975	75	3,14[ab]		0,23	62	4,9[a]		0,37	6,6[abd]		0,57	12,7[abd]		1,03	14,4[bc]		1,26
	1976	126	2,87[c]		0,14	122	4,9[a]		0,23	7,1[a]		0,35	13,4[a]		0,63	15,2[abc]		0,78
	1977	181	3,16[a]		0,09	174	4,6[a]		0,15	6,6[bcd]		0,24	13,6[a]		0,43	16,2[a]		0,53
	1978	122	2,50[ade]		0,06	117	4,1[b]		0,10	6,7[d]		0,16	12,3[b]		0,29	16,2[a]		0,36
	1979	117	2,56[bcd]		0,07	100	3,9[bc]		0,11	6,2[be]		0.17	12,4[ab]		0,31	14,8[ab]		0,38
	1980	78	2,59[bcd]		0,11	71	3,6[c]		0,18	5,7[be]		0,27	9,8[c]		0,50	14,0[b]		0,61
	1981	195	2,24[e]		0,14	182	3,6[c]		0,22	6,1[acde]		0,34	11,7[ab]		0,62	14,9[ab]		0,76
	1982	199	2,02[f]		0,19	170	3,2[d]		0,30	5,8[acde]		0,47	9,2[cd]		0,85	12,4[c]		1,04
Saison de naissance	Janvier–mai	108	2,64[ab]		0,07	104	4,4[ad]		0,11	6,7[ac]		0,16	11,5[a]		0,29	14,6[ab]		0,36
	Juin–Septembre	155	2,48[bc]		0,07	127	3.4[b]		0,12	5,2[b]		0,19	10,9[a]		0,34	15,3[ac]		0,41
	Octobre	257	2,38[c]		0,06	229	4,0[c]		0,10	6,4[ad]		0,15	10,8[a]		0,28	13,6[b]		0,34
	Novembre	299	2,87[d]		0,06	287	4,5[a]		0,09	7,0[c]		0,14	13,7[b]		0,26	15,9[c]		0,32
	Decembre	274	2,80[ad]		0,05	251	4,2[d]		0,09	6,3[d]		0,13	12,5[c]		0,24	14,6[a]		0,30
Type de naissance	Simple	460	2,89[a]		0,03	433	4,6[a]		0,06	7,3[a]		0,09	13,7[a]		0,16	16,6[a]		0,19
	Multiple	633	2,38[b]		0,03	565	3,6[b]		0,06	5,4[b]		0,08	10,1[b]		0,15	12,9[b]		0,19
Rang de naissance	1	336	2,18[a]		0,13	306	3,4[a]		0,22	5,5[a]		0,34	10,2[a]		0,61	13,5[a]		0,75
	2	238	2,49[b]		0,09	216	3,9[b]		0,14	6,1[b]		0,21	11,1[b]		0,39	14,2[ab]		0,48
	3	174	2,59[b]		0,05	158	4,1[b]		0,08	6,4[bc]		0,13	11,9[c]		0,23	14,9[bc]		0,29
	4	127	2,80[cd]		0,05	121	4,4[c]		0,08	6,7[c]		0,13	12,7[d]		0,24	15,6[c]		0,29
	5	100	2,76[bc]		0,09	96	4,3[bc]		0,14	6,6[bc]		0,22	12,6[cd]		0,40	15,3[ac]		0,49
	≥6	118	2,99[d]		0,15	101	4,6[bc]		0,24	6,8[abc]		0,37	12,8[bcd]		0,68	15,1[a]		0,83

Tableau 37. *Analyse de variance des poids des ovins du sevrage à 54 mois (Rubona et Songa).*

Variable	d.d.l.	Carrés moyens			d.d.l.	Carrés moyens				1280 j.		1640 j.	
		150 j.	240 j.	365 j.		550 j.	730 j.	910 j.	1095 j.	d.d.l.	CM	d.d.l.	CM
Station	1	128,19***	121,79***	209,59***	1	24,82*	14,61	2,52	9,88	1	4,45	1	20,09
Mère/station	203	8,47***	10,34***	13,75***	142	12,39***	13,82	9,92	10,80	135	13,43	96	9,79
Année de naissance	6	20,18***	25,79***	66,72***	5	28,05**	8,93	4,47	6,02	5	10,01	4	10,84
Saison de naissance	4	18,44**	45,23***	47,41***	4	22,67**	21,20	21,70*	19,70	4	18,86	4	6,35
Type de naissance	1	192,79***	230,09***	155,79***	1	46,59**	74,24*	37,87*	29,90	1	87,84**	5	4,14
Rang de naissance	5	1,85	2,90	5,62	5	9,50	16,66	9,46	18,25	5	13,23	1	5,90
Sexe	2	27,17**	111,44***	312,59***	2	157,61***	143,17***	339,90***	329,48***	1	862,31***	1	567,72***
Variation résiduelle	158	4,39	5,58	6,55	8	6,38	13,00	8,56	10,20	83	11,43	37	8,79

*** P<0,001 ** P<0,01 *P<0,05.

rélé au poids à 150 jours, lui-même hautement corrélé aux poids jusqu'à 1 an. Ce constat est d'un grand intérêt pour la sélection des mâles, effectuée pour la première fois à la castration (3 mois). La corrélation entre le poids à 550 jours (18 mois) et les poids suivants est par contre plus faible. La sélection des femelles reproductrices à 16 mois et des géniteurs à 18 mois est donc possible, mais moins efficace que celle des mâles à 3 mois.

Répétabilité des poids vifs à 10 âges différents. Le tableau 40, qui présente les répétabilités calculées pour les poids aux différents âges, renseigne sur les possibilités de sélection à partir des poids vifs. La répétabilité est une caractéristique des mères. Elle donne une idée des chances qu'a une valeur phénotypique donnée de se reproduire d'une mise bas à l'autre. Elle est plus élevée dans la tranche d'âge 150–550 jours que dans celle de 10–150 jours, mais elle est très faible au delà de 550 jours. Les chances de sélectionner les meilleurs individus entre 90 et 150 jours à partir des caractéristiques de leurs mères sont donc bonnes et justifient une sélection des mâles à cet âge. La sélection des jeunes femelles reproductrices à 16 mois et des géniteurs à 18 mois est également possible, puisque la répétabilité est encore bonne à cet âge. Calculée uniquement pour le poids à la naissance (0,286, avec une erreur type de 0,122), l'héritabilité indique qu'il existe des possibilités d'amélioration génétique des poids vifs par sélection dans le troupeau ovin de l'ISAR.

Effet de la lactation et de l'élevage des jeunes sur le poids des brebis. Des données sur 560 mises bas ont permis d'examiner les effets sur le poids des brebis en lactation à partir de l'évolution pondérale au cours des 150 jours suivant la parturition.

Les analyses de variance pour ces trois paramètres sont données au tableau 41. Elles montrent que les caractéristiques individuelles des mères déterminent leur poids et leur évolution pondérale. Ni la station, ni le type de mise bas n'ont d'effet sur aucun des paramètres. La saison a un effet significatif sur le poids post-partum et sur la perte de poids, mais seulement au seuil de 5%; l'année et le rang de mise bas ont généralement des effets hautement significatifs.

Les moyennes estimées pour ces paramètres sont données au tableau 42.

Effet de l'année de la mise bas. Le poids post-partum est plus élevé au cours des premières années de l'étude, mais les pertes pondérales jusqu'à 150 jours post-partum sont également plus importantes. Il est possible qu'on ait acheté au départ trop de brebis âgées, qui sont plus lourdes que les primipares à la parturition mais perdent beaucoup plus de poids pendant les 150 jours

Tableau 38. *Moyennes estimées par la méthode des moindres carrés des poids des ovins, du sevrage à 54 mois (Rubona et Songa).*

Variable		n	150 jours		240 jours		365 jours		550 jours		n	550 jours		730 jours		910 jours		1095 jours		n	1280 jours		n	1640 jours	
			$\bar{x}$	± s_m	$\bar{x}$	± s_m	$\bar{x}$	± s_m	$\bar{x}$	± s_m		$\bar{x}$	± s_m	$\bar{x}$	± s_m	$\bar{x}$	± s_m	$\bar{x}$	± s_m		$\bar{x}$	± s_m		$\bar{x}$	± s_m
Moyenne générale		381	19,24	0,46	24,71	0,51	31,03	0,60	33,56	0,51	249	32,37	0,82	35,13	0,79	38,06	0,68	39,69	0,69	236	38,55	0,61	150	40,37	0,67
Station	Rubona	96	18,40^{a}	0,51	23,89^{a}	0,56	29,96^{a}	0,65	32,18^{a}	0,63	53	31,33^{a}	0,86	34,75	0,95	38,22	0,80	40,00	0,84	51	38,54	0,80	27	40,19	0,97
	Songa	285	20,00^{b}	0,48	25,53^{b}	0,53	32,11^{b}	0,62	34,95^{b}	0,51	196	32,37^{b}	0,82	35,51	0,76	37,90	0,66	39,38	0,67	185	38,77	0,59	123	40,55	0,50
Année de naissance	1975	27	17,24^{abc}	1,67	23,51^{abd}	1,88	28,00^{ac}	2,05	30,65	2,81	27	30,52^{ab}	2,09	34,23	2,84	36,68	2,32	40,30	2,52	26	38,66	2,64	22	41,78	2,76
	1976	67	18,88^{a}	1,05	23,93^{ad}	1,18	28,70^{a}	1,30	30,54	1,71	37	31,78^{ab}	1,46	35,15	1,89	36,02	1,55	39,13	1,67	30	28,16	1,73	29	41,83	1,67
	1977	48	20,35^{a}	0,94	26,88^{bd}	1,06	33,02^{bd}	1,17	34,69	1,50	39	34,35^{ab}	1,52	37,02	1,98	39,16	1,63	39,08	1,76	37	38,05	1,85	26	40,32	1,97
	1978	44	20,09^{a}	0,73	24,59^{bcd}	0,81	31,20^{cd}	0,91	34,25	1,09	36	32,96^{ab}	1,22	36,35	1,51	37,62	1,25	39,83	1,33	36	38,16	1,39	30	38,27	1,65
	1979	59	18,00^{bc}	0,79	24,01^{ac}	0,88	30,28^{ac}	0,98	34,40	1,21	52	30,59	1,47	34,00	1,91	39,08	1,57	39,20	1,69	51	38,02	1,76	43	39,38	2,60
	1980	68	20,47^{a}	1,05	26,25^{d}	1,18	34,78^{b}	1,29	35,39	1,70	58	34,01^{b}	1,84	34,06	2,48	39,82	2,02	40,63	2,20	56	40,26	2,32	–	–	–
	1981	68	19,81^{ac}	1,39	23,76^{ab}	1,56	31,24^{d}	1,71	35,02	2,31	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	1982	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Saison de naissance	Janv.-mai	48	20,00^{a}	0,69	25,42^{a}	0,76	31,94^{ac}	0,86	32,72	1,01	39	33,19^{ac}	1,13	34,91	1,35	38,71	1,12	38,80	1,19	32	38,47	1,22	28	38,17	1,32
	Juin-sept.	28	21,51^{b}	0,93	26,69^{a}	1,04	30,66^{abc}	1,15	36,21	1,47	25	32,57^{abc}	1,43	38,44	1,85	37,55	1,52	39,33	1,64	24	39,28	1,71	18	41,47	1,92
	Oct.	70	17,82^{a}	0,82	21,52^{b}	1,92	27,85^{b}	1,02	30,67	1,27	54	29,30^{bd}	1,53	31,44	1,99	33,97	1,63	36,61	1,77	51	34,48	1,85	34	39,42	2,00
	Nov.	141	19,76^{b}	0,67	26,10^{a}	0,75	33,20^{a}	0,84	32,74	0,98	86	35,05^{a}	1,34	35,61	1,70	40,12	1,40	42,25	1,51	85	40,51	1,55	31	42,17	1,96
	Déc.	94	18,14^{a}	0,67	23,80^{c}	0,75	31,50^{c}	0,84	34,48	0,98	45	31,55^{cd}	1,24	35,26	1,54	39,97	1,27	41,46	1,36	44	40,02	1,45	39	40,63	1,62
Type de naissance	Simple	190	20,88^{a}	0,52	26,50^{a}	0,57	32,51^{a}	1,66	35,12^{a}	0,64	136	33,47^{a}	0,90	36,52^{a}	0,94	39,05^{a}	0,80	40,57	0,83	130	40,09^{a}	0,79	87	40,82	0,93
	Multiple	191	17,60^{b}	0,54	22,91^{b}	0,59	29,55^{b}	0,68	32,00^{b}	0,69	133	31,21^{b}	0,93	33,75^{b}	1,01	37,08^{b}	0,85	38,81	0,89	106	37,01^{b}	0,86	63	39,92	1,01
Sexe	Femelle	351	18,15^{a}	0,49	21,79^{a}	0,54	26,14^{a}	0,62	29,31^{a}	0,57	235	27,55^{a}	0,83	30,78^{a}	0,79	30,96^{a}	0,68	32,69^{a}	0,70	222	32,60^{a}	0,64	141	35,45^{a}	0,87
	Mâle	19	20,61^{b}	0,77	25,28^{b}	0,86	32,81^{b}	0,96	33,48^{b}	1,17	9	34,28^{b}	1,34	33,64^{a}	0,70	38,87^{b}	1,40	42,01^{b}	1,51	14	44,51^{b}	1,13	9	45,21^{b}	1,37
	Castrat	11	18,96^{ab}	0,89	26,44^{b}	0,99	34,15^{b}	1,10	37,90^{c}	1,40	5	40,98^{b}	2,07	44,36^{b}	1,69	44,36^{c}	1,69	44,38^{b}	1,83	–	–	–	–	–	–
Rang de naissance	1	105	18,12	1,17	23,81	1,31	31,22	1,45	32,21	1,92	65	31,81	1,71	31,48	2,28	37,23	1,86	39,03	2,02	60	37,84	2,10	38	37,78	2,51
	2	84	18,89	0,89	24,70	0,91	31,89	1,01	33,24	1,25	50	32,65	1,26	33,56	1,58	38,17	1,30	39,06	1,39	48	37,27	1,48	37	37,74	1,88
	3	55	19,16	0,63	24,53	0,70	30,66	0,79	33,70	0,88	38	31,29	1,06	35,12	1,23	38,78	1,02	39,77	1,08	37	38,78	1,09	26	40,52	1,37
	4	52	19,52	0,60	24,95	0,66	31,26	0,75	34,31	0,82	40	32,26	0,67	35,35	1,08	37,86	1,91	39,00	0,96	38	38,04	0,93	23	39,72	1,16
	5	40	19,86	0,83	25,33	0,93	31,02	1,03	33,84	1,29	23	33,93	1,34	38,05	1,70	39,21	1,40	42,19	1,50	21	41,15	1,58	13	43,51	2,14
	≥6	45	19,90	1,30	24,91	1,46	30,14	1,60	34,09	2,15	33	32,28	1,89	37,24	2,55	37,11	2,08	39,11	2,26	32	39,23	2,40	18	42,96	2,91

Dans une même colonne, les moyennes affectées des mêmes lettres à l'intérieur d'un même groupe ne diffèrent pas significativement ($P<0,05$).

Tableau 39. *Corrélations phénotypiques entre les poids des ovins à 10 âges types (Rubona et Songa).*

Paramètre	Poids à âge type				Paramètre	Poids à âge type				Paramètre	Poids à âge type			
	10 j.	30 j.	90 j.	150 j.		150 j.	240 j.	365 j.	550 j.		550 j.	730 j.	910 j.	1095 j.
Poids à 10 j.	1,00	0,80	0,46	0,36	Poids à 150 j.	1,00	0,77	0,66	0,50	Poids à 550 j.	1,00	0,57	0,62	0,52
Poids à 30 j.		1,00	0,65	0,53	Poids à 240 j.		1,00	0,73	0,57	Poids à 730 j.		1,00	0,67	0,56
Poids à 90 j.			1,00	0,73	Poids à 365 j.			1,00	0,64	Poids à 910 j.			1,00	0,68
Poids à 150 j.				1,00	Poids à 550 j.				1,00	Poids à 1095 j.				1,00

Tableau 40. *Répétabilité des poids des ovins à 10 âges types (Rubona et Songa).*

Poids à âge type				Poids à âge type						
10 j.	30 j.	90 j.	150 j.	150 j.	240 j.	365 j.	550 j.	730 j.	910 j.	1095 j.
$\bar{x} \pm s_m$	$\bar{x} \pm s_m$	$\bar{x} \pm s_m$	$\bar{x} \pm s_m$	$\bar{x} \pm s_m$	$\bar{x} \pm s_m$	$\bar{x} \pm s_m$	$\bar{x} \pm s_m$	$\bar{x} \pm s_m$	$\bar{x} \pm s_m$	$\bar{x} \pm s_m$
0,22 0,04	0,15 0,04	0,16 0,04	0,19 0,04	0,35 0,07	0,33 0,07	0,38 0,07	0,37 0,09	0,04 0,12	0,09 0,11	0,04 0,12

suivants. L'augmentation du poids pendant la période de lactation en 1981 et 1982 est peut-être due à une supplémentation excessive.

Effet de la saison de la mise bas. Les brebis ayant mis bas pendant la saison sèche et au début des longues pluies sont celles qui pèsent le moins après la mise bas. Toutefois, ces brebis et celles qui ont mis bas au cours de la longue saison pluvieuse (et qui ont donc élevé leurs petits pendant les pluies) ont perdu moins de poids que celles qui ont mis bas pendant les petites pluies. Une brebis mettant bas pendant la petite saison sèche doit élever sa progéniture pendant la période de soudure, et subit une perte de poids très importante. Globalement, les interactions entre la saison de mise bas et les pertes pondérales ne produisent pas de fluctuation saisonnière du poids en fin de lactation.

Effet du rang de mise bas. Le rang de mise bas correspond à l'âge de la mère. Le poids post-partum évolue linéairement de la première à la dernière parturition. Les jeunes mères suitées parviennent à prendre du poids pendant la période de lactation; ce n'est qu'après leur troisième mise bas que les femelles commencent à maigrir pendant cette période. Les jeunes mères mobilisent donc moins leurs propres réserves pour élever leurs petits que les femelles plus âgées. Ceci se traduit par une augmentation de la mortalité et un ralentissement de la croissance pour les rangs de mise bas plus avancés. Comme la perte de poids devient plus importante à mesure que la brebis avance en âge, les vieilles brebis ne pèsent guère plus que les jeunes à la fin de la lactation.

MORTALITE

DONNEES RELEVEES

Les données brutes sur la mortalité proviennent des 1972 ovins nés au cours des expériences menées à Rubona et à Songa. Toutefois, après élimination des cas douteux ou non pertinents tels que les naissances survenues hors de la période choisie pour les analyses, seuls 1440 sujets ont été retenus.

On a relevé 39 avortements sur les 1972 naissances, soit un taux de 2%. Sur les 1440 agneaux utilisés pour l'analyse de la mortalité, 196 animaux sont morts avant l'âge de 150 jours, ce qui donne un taux de mortalité de 13,6% à 5 mois. A 1 an, ce taux est exactement le double: 27,3%. La mortalité demeure donc élevée même après le sevrage. Elle atteint 37,9% à 2 ans, ce qui équivaut à environ 10% pendant la deuxième année.

Les taux de mortalité des femelles adultes ont été de 3,42% à Rubona et de 1,5% à Songa entre 1974 et 1983. Ces taux sont de 6,50% à Rubona et de 6,24% à Songa pour les mâles.

ANALYSES PAR LA METHODE DES MOINDRES CARRES

Mortalité, de la naissance à 730 jours

Les analyses de variance pour les sources de variation déterminant la mortalité sont consignées au tableau 43. On a procédé tout d'abord à des analyses incluant les deux sexes. L'effet de la station est significatif à trois âges types (150, 365 et 730 jours), mais au seuil de 5% seulement à 150 jours. Les deux variables climatiques (année et saison) ont elles aussi des effets significatifs. Le type de naissance exerce un effet significatif à tous les âges, mais le rang de naissance n'a aucun effet. L'effet du sexe est significatif à 1 an et à 2 ans, mais pas à 150 jours.

Les moyennes estimées par la méthode des moindres carrés pour la mortalité et les différentes variables sont indiquées au tableau 44.

Effet de la station. A chaque âge type jusqu'à 2 ans, la mortalité est beaucoup plus élevée à Rubona qu'à Songa. On sait qu'à Rubona l'élevage bovin prime sur celui des ovins, et ceci influe d'une façon très nette sur le taux de mortalité.

Effet de l'année de naissance. Chez les ovins comme chez les caprins, l'effet de l'année est très significatif. La grande variabilité interannuelle demeure inexpliquée, mais il est probable que la gestion et les disponibilités fourragères constituent les facteurs les plus importants.

Effet de la saison de naissance. La saison de naissance a un effet significatif sur le taux de mortalité. Les agneaux nés au cours de la grande saison sèche et en octobre sont généralement plus vulnérables que les autres. Les naissances de novembre–décembre sont plus favorables à la survie des jeunes.

Effet du type de naissance. La mortalité des jumeaux est significativement plus élevée que celle des agneaux nés simples. On compte trois mortalités d'agneaux simples pour cinq de jumeaux.

Effet du rang de naissance. L'effet du rang de naissance sur le taux de mortalité jusqu'à 150 jours n'est pas celui attendu, la mortalité des petits de mères jeunes étant plus faible que celle des autres. La mortalité à 356 et à 730 jours est en revanche conforme aux normes reconnues pour ce paramètre et cet effet.

Effet du sexe. Le taux de mortalité est toujours plus élevé chez les mâles que chez les femelles.

Répétabilité. Les effets aléatoires de la mère sont significatifs jusqu'à l'âge de 1 an. Les répéta-

Tableau 41. *Analyse de variance du poids post-partum, du poids à 150 jours post-partum et de la variation du poids (pp – 150 j. pp) chez les ovins (Rubona et Songa).*

Source de variation	d.d.l.	Carrés moyens		
		Poids post-partum	Poids 150 j. post-partum	Variation
Station	1	19,4	3,3	6,2
Mère	247	17,6***	13,9***	9,5***
Année de mise bas	7	19,0**	12,8***	27,1**
Saison de mise bas	4	13,7*	5,7	21,1*
Type de mise bas	1	1,9	2,5	9,0
Rang de mise bas	5	60,2***	21,7***	23,4***
Variation résiduelle	294	5,5	3,4	7,9

*** P<0,001 ** P<0,01 * P<0,05

Tableau 42. *Moyennes estimées (kg) par la méthode des moindres carrés du poids post-partum, du poids à 150 jours post-partum, et de la variation du poids entre les deux chez les ovins (Rubona et Songa).*

Variable		n	Poids post-partum		Poids 150 jours post-partum		Variation du poids	
			$\bar{x}$ ±	s_m	$\bar{x}$ ±	s_m	$\bar{x}$ ±	s_m
Moyenne générale		560	32,8	0,42	30,6	0,37	−2,2	0,28
Station	Rubona	58	32,4	0,63	30,4	0,56	−2,0	0,47
	Songa	502	33,1	0,29	30,7	0,27	−2,4	0,19
Année de mise bas	1975	52	$35,0^{ac}$	1,76	$28,5^{ad}$	1,39	$-6,5^{a}$	2,07
	1976	93	$34,5^{ac}$	1,12	$29,5^{ad}$	0,90	$-5,1^{a}$	1,28
	1977	99	$31,9^{bc}$	0,81	$29,6^{ad}$	0,66	$-2,2^{bc}$	0,87
	1978	64	$33,5^{ac}$	0,59	$31,1^{bce}$	0,49	$-2,4^{c}$	0,57
	1979	61	$32,2^{abc}$	0,64	$30,0^{ac}$	0,53	$-2,2^{ac}$	0,64
	1980	34	$32,5^{c}$	0,94	$30,7^{ac}$	0,76	$-1,8^{ac}$	1,04
	1981	76	$32,2^{c}$	1,17	$32,9^{b}$	0,93	$0,8^{b}$	1,33
	1982	81	$30,4^{ab}$	1,49	$32,4^{bd}$	1,18	$2,0^{b}$	1,74
Saison de mise bas	Janvier-mai	83	$33,7^{a}$	0,59	30,0	0,49	$-3,6^{a}$	0,57
	Juin-septembre	90	$32,4^{bc}$	0,56	30,2	0,47	$-2,2^{b}$	0,53
	Octobre	126	$31,8^{b}$	0,59	30,6	0,50	$-1,2^{b}$	0,57
	Novembre	129	$33,1^{ac}$	0,54	31,2	0,46	$-1,9^{b}$	0,50
	Décembre	132	$32,9^{ab}$	0,53	30,9	0,45	$-2,0^{b}$	0,48
Type de mise bas	Simple	367	32,7	0,44	30,7	0,39	−2,0	0,33
	Multiple	193	32,9	0,46	30,5	0,40	−2,4	0,35
Rang de mise bas	1	195	$27,5^{a}$	1,07	$29,4^{a}$	0,86	$1,9^{a}$	1,22
	2	131	$29,7^{b}$	0,74	$30,3^{b}$	0,61	$0,6^{b}$	0,78
	3	101	$32,7^{c}$	0,52	$31,2^{c}$	0,45	$-1,5^{c}$	0,47
	4	70	$34,5^{d}$	0,53	$31,4^{bc}$	0,45	$-3,1^{d}$	0,48
	5	33	$34,9^{d}$	0,81	$30,4^{bc}$	0,66	$-4,4^{d}$	0,88
	≥6	30	$37,4^{e}$	1,23	$30,8^{abc}$	0,98	$-6,5^{e}$	1,41

Dans une même colonne, les moyennes affectées des mêmes lettres à l'intérieur d'un même groupe ne diffèrent pas significativement (P<0,05).

Tableau 43. *Analyse de variance de la mortalité ovine à trois âges types (Rubona et Songa).*

Source de variation	0–150 j.		0–365 j.		0–730 j.	
	d.d.l.	CM	d.d.l.	CM	d.d.l.	CM
Station	1	0,62*	1	3,33***	1	1,07**
Mère	462	0,14***	410	0,17**	357	0,16
Année de naissance	7	0,31**	7	0,99***	7	0,45**
Saison de naissance	4	0,58***	4	0,60**	4	0,64**
Type de naissance	1	1,00**	1	1,12**	1	2,53***
Rang de naissance	5	0,14	5	0,19	5	0,11
Sexe	1	0,13	1	6,09***	1	15,21***
Variation résiduelle	958	0,09	636	0,14	432	0,15

*** P<0,001 ** P<0,01 * P<0,05

bilités de ces effets sont de 0,13 ± 0,029 à 150 jours, de 0,09 ± 0,036 à 365 jours et de 0,04 ± 0,046 à 730 jours. Ces pourcentages faibles à très faibles laissent peu d'espoir de diminuer le taux de mortalité par une sélection des meilleures mères pour ce caractère.

Effet du poids à la naissance sur la mortalité. L'équation (voir p. 34) qui permet de calculer l'effet du poids à la naissance sur le taux de mortalité est la suivante:

$$y = 7,44 - 1,58(x - 2,46)$$

mais l'effet n'est pas significatif ($P > 0,05$). Il ressort de ce calcul que le taux de mortalité augmente avec un poids à la naissance inférieur à la moyenne, mais en réalité l'effet est probablement beaucoup plus important que l'équation ne l'indique. Le poids n'a pas été enregistré dans le cas d'un certain nombre de mortalités en bas âge; ces animaux étaient probablement les plus légers à la naissance.

INDICES DE PRODUCTIVITE

INTRODUCTION

L'intérêt de l'utilisation des indices de productivité comme mesures de performance est expliqué à la page 34, et les méthodes de calcul à la page 8.

Rappelons ici la définition de ces indices:

Indice I: poids total d'agneau vivant à 150 jours exprimé en kilogrammes produits par brebis et par an.

Indice II: poids par kilogramme de poids vif d'une femelle reproductrice.

Indice III: rapport au kilogramme de poids métabolique de la mère.

INDICES BRUTS

Les valeurs moyennes calculées pour 560 cas provenant des deux stations sont de 18,83 kg par brebis et par an pour l'indice I, de 607 g pour l'indice II et de 1,54 kg pour l'indice III.

ANALYSES PAR LA METHODE DES MOINDRES CARRES

Le tableau 45 montre les analyses de variance pour les trois indices. La station d'élevage a un effet significatif au seuil de 5% sur les indices. L'effet de la saison de mise bas est significatif sur tous les indices. L'effet de l'année de mise bas n'est significatif qu'au seuil de 10% pour les trois indices. Les effets aléatoires de la mère sont significatifs au seuil de 5%.

Les moyennes estimées pour les trois indices sont données au tableau 46.

Effet de la station. L'effet "station" ressort clairement. On obtient pour les trois indices une valeur plus élevée à Songa qu'à Rubona, ce qui reflète peut-être la plus grande importance accordée aux bovins dans cette station.

Effet de l'année de mise bas. Bien que l'effet de l'année de mise bas ne soit guère significatif, les indices montrent une progression dans le temps. Malgré une année légèrement moins bonne en 1982 qu'en 1981 (due peut-être à une fluctuation interannuelle normale), on observe entre 1975 et 1982 une augmentation de productivité de 1,72 kg, 93 g et 0,57 kg par brebis et par an pour chaque indice. La progression apparaît beaucoup plus nettement lorsqu'on exclut la première année (1975) des calculs, ce qui s'explique sans doute par l'élimination des mauvaises mères, une meilleure gestion, et l'amélioration génétique.

Effet de la saison de mise bas. La saison de mise bas a un effet significatif: les valeurs les plus faibles correspondent aux agnelages de la longue saison sèche et du début des grandes pluies. Les performances des brebis donnant naissance pen-

Tableau 44. *Moyennes estimées par la méthode des moindres carrés de la mortalité ovine (Rubona et Songa).*

Variable		0–150 j.				0–365 j.				0–730 j.			
		n	$\bar{x}$	±	s_m	n	$\bar{x}$	±	s_m	n	$\bar{x}$	±	s_m
Moyenne générale		1440	17,5		1,43	1066	24,4		1,86	809	36,9		2,03
Station	Rubona	487	20,2[a]		2,14	354	31,9[a]		2,84	300	41,7[a]		3,03
	Songa	953	14,7[b]		1,79	712	16,8[b]		2,20	509	32,1[b]		2,46
Année de naissance	1975	79	26,9[a]		13,27	53	3,0[abd]		21,13	47	12,4[ab]		25,05
	1976	134	23,2[a]		8,10	116	1,9[a]		11,94	70	11,4[bc]		14,60
	1977	180	0,7[b]		5,52	156	−17,9[b]		8,09	62	2,7[b]		10,61
	1978	145	20,3[a]		3,86	111	30,5[cd]		5,74	78	47,4[a]		7,19
	1979	167	13,7[ab]		3,73	119	34,1[cd]		5,65	110	42,0[ac]		6,54
	1980	197	16,5[ab]		5,66	147	35,1[ac]		8,81	118	52,5[ac]		10,38
	1981	231	17,9[ab]		7,81	142	53,5[d]		12,13	126	64,0[ac]		14,29
	1982	307	20,6[ab]		10,62	222	55,0[d]		16,48	198	63,1[ac]		19,61
Saison de naissance	Janvier-mai	125	20,2[a]		3,96	100	20,8[ac]		5,74	64	39,7[ab]		7,35
	Juin-septembre	224	26,4[a]		4,14	172	36,0[ab]		6,05	157	45,3[b]		6,91
	Octobre	279	26,0[a]		3,45	242	38,4[b]		4,75	143	54,2[b]		5,96
	Novembre	502	9,3[b]		3,31	323	14,1[c]		4,96	277	22,6[a]		5,90
	Décembre	310	5,5[b]		3,10	229	12,7[c]		4,56	168	22,9[a]		5,47
Type de naissance	Simple	558	13,0[a]		2,05	415	18,6[a]		2,87	328	26,4[a]		3,36
	Multiple	882	22,0[b]		1,91	651	30,1[b]		2,59	481	47,4[b]		3,10
Rang de naissance	1	451	13,0		7,64	351	39,6		11,71	264	53,1		14,15
2	2	302	16,5		4,97	222	32,2		7,59	166	43,8		9,14
	3	217	12,0		3,01	147	25,9		4,40	113	37,9		5,31
	4	172	15,9		3,05	129	15,9		4,47	98	29,0		5,29
	5	139	20,7		5,03	99	16,3		7,59	71	30,9		9,44
	≥6	159	26,8		9,59	118	16,4		12,96	97	26,9		15,45
Sexe	Femelle	688	16,3		1,78	675	13,8[a]		2,29	577	15,2[a]		2,5
	Mâle	752	18,7		1,72	391	35,0[b]		2,58	232	58,7[b]		3,25

Dans une même colonne, les moyennes affectées des mêmes lettres à l'intérieur d'un même groupe ne diffèrent pas significativement ($P<0,05$).

Tableau 45. *Analyse de variance des indices de productivité des ovins (Rubona et Songa).*

Source de variation	d.d.l.	Carrés moyens		
		Indice I	Indice II	Indice III
Station	1	413*	0,34*	2,33*
Mère	247	64,4*	0,07*	0,43*
Année de mise bas	7	98,6+	0,11+	0,66+
Saison de mise bas	4	166,6*	0,16*	1,03*
Type de mise bas	1	5332,7***	5,05***	33,42***
Rang de mise bas	5	61,5	0,13*	0,68+
Variation résiduelle	294	55,6	0,06	0,36

*** P<0,001 * P<0,05 + P<0,1

Tableau 46. *Moyennes estimées par la méthode des moindres carrés des indices de productivité des ovins (Rubona et Songa).*

Variable		n	Indice I (kg)			Indice II (g)			Indice III (kg)		
			$\bar{x}$	±	s_m	$\bar{x}$	±	s_m	$\bar{x}$	±	s_m
Moyenne générale		560	16,9		0,72	499		24	1,29		0,059
Station	Rubona	58	15,3[a]		1,22	454[a]		41	1,18[a]		0,100
	Songa	502	18,4[b]		0,49	544[b]		17	1,42[b]		0,041
Année de mise bas	1975	52	7,8[a]		5,48	150[a]		176	0,47[a]		0,441
	1976	93	14,6[b]		3,38	377[bc]		109	1,03[b]		0,272
	1977	99	15,6[ab]		2,30	487[bc]		74	1,25[b]		0,186
	1978	64	15,5[ab]		1,49	433[abc]		49	1,15[ab]		0,121
	1979	61	19,0[ab]		1,69	580[bd]		55	1,49[b]		0,137
	1980	34	19,2[ab]		2,76	586[acd]		89	1,50[ab]		0,222
	1981	76	22,6[ab]		3,52	699[abd]		113	1,78[ab]		0,284
	1982	81	20,7[ab]		4,60	684[acd]		148	1,71[ab]		0,371
Saison de mise bas	Janvier-mai	83	17,9[ad]		1,49	507[ab]		48	1,33[ab]		0,121
	Juin-septembre	90	13,9[b]		1,40	413[a]		46	1,07[a]		0,114
	Octobre	126	14,6[abc]		1,51	439[ac]		49	1,14[ac]		0,122
	Novembre	129	18,3[cd]		1,32	534[bc]		43	1,39[bc]		0,107
	Décembre	132	19,7[d]		1,26	604[b]		41	1,55[b]		0,102
Type de mise bas	Simple	367	11,7[a]		0,85	341[a]		28	0,89[a]		0,070
	Multiple	193	22,1[b]		0,93	658[b]		31	1,71[b]		0,076
Rang de mise bas	1	195	22,6		3,22	796[a]		104	1,96[a]		0,260
	2	131	18,8		2,06	634[bc]		66	1,58[b]		0,166
	3	101	17,9		1,24	533[cd]		40	1,38[bc]		0,101
	4	70	15,7		1,27	424[de]		41	1,14[c]		0,103
	5	33	14,3		2,32	316[de]		75	0,99[bc]		0,187
	≥6	30	12,0		3,74	249[e]		120	0,74[bc]		0,301

Dans une même colonne, les moyennes affectées des mêmes lettres à l'intérieur d'un même groupe ne diffèrent pas significativement (P<0,05).

dant la courte saison sèche et pendant les petites pluies ne sont pas significativement inférieures à celles des brebis mettant bas en novembre et décembre. Il serait souhaitable de tester sur une partie du troupeau un rythme de reproduction plus rapide.

Effet du type de mise bas. L'effet du type de naissance est celui attendu, les mères de jumeaux ayant un avantage très net sur celles qui n'ont produit qu'un seul agneau. Il importe donc de poursuivre la sélection des mères pour ce caractère.

Corrélations. Les corrélations entre les indices et les principaux facteurs en jeu se trouvent au tableau 47. Il est clair que le poids de la portée à 150 jours constitue le plus important facteur déterminant. Tout doit donc être mis en oeuvre pour maximiser le poids de la portée à 150 jours. L'intervalle entre les mises bas est également très important et des mesures visant à réduire sa durée devraient être recherchées. Une augmentation du poids de la portée à la naissance permettrait également d'améliorer très nettement les performances.

Tableau 47. *Corrélations phénotypiques entre les indices de productivité des ovins et les principaux paramètres en jeu (Rubona et Songa).*

Indice ou paramètre	Indice II	Indice III	Intervalle de mise bas	Poids pp	Poids 150 j. pp	Variation poids	Poids naissance	Poids portée 150 j.
			Indice ou paramètre					
Indice I	0,96	0,98	-0,32	0,23	0,04	-0,17	0,24	0,88
Indice II		0,99	-0,30	0,03	0,03	-0,01	0,22	0,87
Indice III			-0,31	0,09	0,03	-0,05	0,22	0,88
Intervalle de mise bas				-0,16	-0,12	-0,05	-0,12	0,03
Poids post-partum de la brebis					0,10	-0,76	0,09	0,19
Poids 150 jours post-partum						0,56	0,08	0,01
Variation du poids (pp - 150 j.)							-0,02	-0,16
Poids de la portée à la naissance								-0,17

5. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Les travaux sur les petits ruminants effectués dans les stations de l'ISAR montrent que les actions à mettre en oeuvre pour augmenter la production de viande caprine et ovine doivent être axées sur deux améliorations: le raccourcissement de l'intervalle entre mises bas et l'augmentation du poids de la portée à 150 jours.

Les indices de productivité des caprins n'étant pas affectés par la saison de naissance, et les performances des brebis mettant bas entre janvier et mai n'étant pas significativement inférieures à celles des brebis ayant mis bas en novembre et décembre, l'ISAR devrait pouvoir obtenir trois mises bas tous les deux ans en modifiant sa politique de reproduction et en mettant les animaux au mâle tous les 8 mois plutôt que tous les 12 mois.

Les corrélations entre les indices de productivité et les facteurs qui les affectent révèlent que le poids à 150 jours est le plus important des facteurs déterminants. Les mesures les plus aptes à engendrer une progression des performances sont donc celles qui visent à accroître le poids de la portée à 150 jours: l'augmentation du nombre de naissances multiples, le contrôle de la mortalité et l'amélioration de l'alimentation.

Il est également possible d'accroître la productivité des animaux en jouant sur l'époque de la sélection des mâles. Les résultats des analyses effectuées montrent que le poids des caprins à 90 jours est hautement corrélé à leur poids à 150 jours, âge de la castration. En ce qui concerne les ovins, la relation entre leurs poids est faible en bas âge mais augmente à mesure que les animaux vieillissent. En ayant soin d'attendre que les mâles aient atteint 90 jours pour entreprendre leur sélection, on augmente substantiellement les chances de repérer les animaux les plus performants. Dans le cas des caprins métis au dimorphisme sexuel très marqué jusqu'à la castration, il est recommandé de ne châtrer les mâles qu'à l'âge de 12 mois pour obtenir un croît maximal.

REFERENCES

Devendra C. et Burns M. 1983. *Goat production in the tropics.* Commonwealth Agricultural Bureaux, Slough.

Harvey W.R. 1977. *User's guide for least-squares and maximum likelihood computer program.* Ohio State University, Columbus.

ISNAR (Service international de la recherche agricole). 1983. The national agricultural research of Rwanda. Report to the government of the republic of Rwanda. La Haye.

Leplae E. 1937. Elevage de chèvres laitières au Congo. *Bull. agric. Congo Bel.* XXVIII-2. p. 195 à 231.

Mason I.L. 1969. *A world dictionary of livestock breeds, types and varieties.* Technical communication No. 8. Commonwealth Agricultural Bureaux, Bucks.

Mason I.L. et Maule J.P. 1960. *The indigenous livestock of Eastern and Southern Africa.* Technical Communication No. 14. Commonwealth Agricultural Bureaux, Bucks.

Minagri (Ministère de l'agriculture et de l'élevage). 1972. Rapport annuel 1972. Rwanda.

Minagri. 1980. Rapport annuel 1979. Rwanda.

LISTE DES ABREVIATIONS

CM	carrés moyens
d.d.l.	degré de liberté
ISAR	Institut des sciences agronomiques du Rwanda
j.	jours
n	nombre d'observations
pp	post-partum
s_m	erreur type
USAID	Agency for International Development des Etats-Unis
$\bar{x}$	moyennes estimées

ANNEXE A: NOTES TECHNIQUES DE L'ISAR RELATIVES AUX PETITS RUMINANTS

Deschuytener G. 1972. Intensification pastorale et fourragère au Rwanda. Note technique n° 22.

Deschuytener G. 1972. Intensification des productions animales au Rwanda. Note technique n° 23.

Deschuytener G. et Camerman A. 1972. L'intensification des petites exploitations rurales pour l'association agriculture-élevage. Note technique n° 21.

Gabriel E. 1972. Les routes d'exportation du bétail rwandais. Note technique n° 9.

Hanon H. 1973. Production du fumier de ferme. Note technique n° 18.

Hanon H. 1973. Etude de différentes solutions destinées à assurer l'abreuvement du bétail en zones semi-arides. Note technique n° 20.

Hanon H. 1976. La chèvre commune rwandaise. Note technique n° 2.

Furnemant A. 1974. Comment marier l'agriculture et l'élevage. Note technique n° 15.

Furnemant A. 1975. Des fermettes expérimentales de l'ISAR-RUBONA: leur potentiel et leur limite 1970 à 1975. Note technique n° 14.

Furnemant A. 1977. Guide pratique pour l'élevage du mouton. Note technique n° 4.

Legat M. 1978. Essais orientatifs de métissage de la race caprine rwandaise. Note technique n° 3.

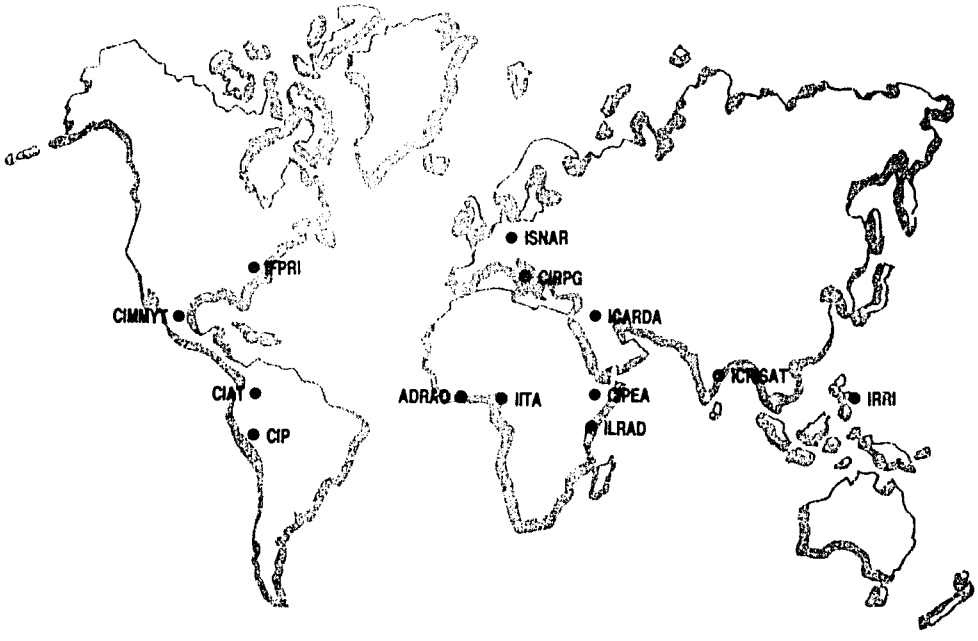
Ngendahayo M. 1980. Le mouton local. I.: Quelques caractéristiques zootechniques. Note technique n° 6.

Ngendahayo M. 1981. *Setaria splendida* Stapf. dans l'alimentation du mouton local en croissance: possibilités et limites. Note technique n° 7.

Ngendahayo M. 1982. Le mouton local. II.: Estimation de la production laitière et évolution de la quantité d'aliment ingérée pendant la phase d'allaitement. Note technique n° 2.

LE GROUPE CONSULTATIF POUR LA RECHERCHE AGRICOLE INTERNATIONALE

Le Centre international pour l'élevage en Afrique (CIPEA) est l'un des 13 centres internationaux de recherche agricole financés par le Groupe consultatif pour la recherche agricole internationale (GCRAI). Presque tous localisés dans la zone intertropicale, ces treize centres créés au cours de la dernière décennie ont reçu pour mandat d'appuyer les programmes de développement agricole à long terme des pays du tiers monde. On trouvera ci-dessous, le nom, l'emplacement et le domaine d'activités de chacune de ces institutions:



Centre international d'agriculture tropicale (CIAT), Colombie: Manioc, haricot de plein champ, riz et pâturages tropicaux.

Centre international d'amélioration du maïs et du blé (CIMMYT), Mexico: Maïs et blé.

Centre international de la pomme de terre (CIP), Pérou: Pomme de terre.

Centre international de recherche agricole dans les zones arides (ICARDA), Syrie: Systèmes agricoles, céréales, légumineuses vivrières (fèves, lentilles et pois chiches) et cultures fourragères.

Conseil international des ressources phytogénétiques (CIRPG), Italie.

Institut international de recherches sur les cultures des régions tropicales semi-arides (ICRISAT), Inde: Pois chiches, cajan, millet à chandelle, sorgho, arachide et systèmes agricoles.

Centre international pour l'élevage en Afrique (CIPEA), Ethiopie: Production animale en Afrique.

Institut international de recherche sur le riz (IRRI), Philippines: Riz.

Institut international d'agriculture tropicale (IITA), Nigéria: Systèmes agricoles, maïs, riz, racines et tubercules (patates, manioc et igname), légumineuses vivrières (niébé, haricot de Lima).

Laboratoire international de recherche vétérinaire (ILRAD), Kenya: Trypanosomiase et theilériose chez les bovins.

Association pour le développement de la riziculture en Afrique de l'Ouest (ADRAO), Libéria: Riz.

Service international de la recherche agricole nationale (ISNAR), Pays-Bas.

Institut international de recherches sur les politiques alimentaires (IFPRI), Etats-Unis: Problèmes alimentaires dans le monde.