

Sous le haut patronage du Ministère de l'Agriculture Tunisien

Office de l'Elevage et des Pâturages, Tunisie (O.E.P.)



Fédération Européenne de Zootechnie (F.E.Z.)



Centre International de Hautes Etudes Agronomiques Méditerranéennes
(C.I.H.E.A.M.)



Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (F.A.O.)

Comité International pour le Contrôle de la Productivité Laitière du Bétail
(C.I.C.P.L.B.)

L'objectif de ce Symposium est d'engager une réflexion approfondie sur un sujet très important eu égard à la place occupée par l'élevage bovin dans l'économie des pays sud-méditerranéens.

Comité d'organisation

Mr Mohamed Taïeb BELHADJ, Président

Mr Jan BOYAZOGLU, Secrétaire Général de la F.E.Z.

Mr Jean-Louis TISSERAND, Coordinateur

Mr Mongi BEN DHIA

Mr Abdessalem MAJDOUB

Mr M'Naouer DJEMALI

Mr Abdennour MADDAHI

Mr Ahmed BRAHMIA

Mr Mahjoub AROUS

Mr Abdelhak BEN YOUNES

Mr Mohamed BEN HAMOUDA

Mr Habib DRIRA

Mr Mahmoud TRIGUI

4 B

608-D/1990-001

Amélioration génétique des bovins sous climat sud-méditerranéen

Comptes rendus du symposium organisé par l'Office de l'Elevage et des Pâturages de Tunisie en collaboration de la Fédération Européenne de Zootechnie, l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture et le Comité International pour le Contrôle de la Productivité Laitière du Bétail, Tunis, 21-23 novembre 1989

Genetic improvement of cattle in southern Mediterranean climates
(EAAP Publication No 47)

Mohamed Taïeb Belhadj & Jean-Louis Tisserand (rédacteurs)



Pudoc Wageningen 1990

Isn 532595

BIBLIOTHEEK
LANDBOUWUNIVERSITEIT
WAGENINGEN

CIP-data Koninklijke Bibliotheek, Den Haag

ISBN 90-220-1010-4

NUGI 835

© Centre for Agricultural Publishing and Documentation, (Pudoc) Wageningen, Netherlands, 1990.

All rights reserved. Nothing from this publication may be reproduced, stored in a computerized system or published in any form or in any manner, including electronic, mechanical, reprographic or photographic, without prior written permission from the publisher, Pudoc, P.O. Box 4, 6700 AA Wageningen, Netherlands.

The individual contributions in this publication and any liabilities arising from them remain the responsibility of the authors.

Insofar as photocopies from this publication are permitted by the Copyright Act 1912, Article 16B and Royal Netherlands Decree of 20 June 1974 (Staatsblad 351) as amended in Royal Netherlands Decree of 23 August 1985 (Staatsblad 471) and by Copyright Act 1912, Article 17, the legally defined copyright fee for any copies should be transferred to the Stichting Reprerecht (P.O. Box 882, 1180 AW Amstelveen, Netherlands). For reproduction of parts of this publication in compilations such as anthologies or readers (Copyright Act 1912, Article 16), permission must be obtained from the publisher.

Printed in the Netherlands.

Sommaire

Avant propos	vii
Partie 1 Situation actuelle en matière d'amélioration dans les pays du Maghreb	1
1 Programme d'application des techniques de reproduction en élevage bovin en Tunisie. K. Hicheri	3
2 Problematique de l'amélioration génétique des bovins en Tunisie. Ahmed Brahmia & Mongi Ben Dhia	12
3 Mise au point sur les actions d'amélioration génétique des bovins en Algérie. A. Kadra	25
4 Programme d'amélioration génétique des bovins au Maroc. A. Bentouhami & M. Battar	31
5 Control of the recent situation of cattle hereditary improvement activities in Great Libyan Arab Jamahiriya. A.M. El Madawekh, M.U. Ben Jareed & B.H. Al-Aswad	43
6 Mise au point sur les actions d'amélioration génétique des bovins en Mauritanie. M. El Moctar & O. El Moustapha	52
7 Les populations bovines autochtones de la Méditerranée et leur mise en valeur: l'expérience de la Sardaigne. S. Casu, B. Bibe, J. Boyazoglu & G. Piccinelli	57
Partie 2 Relations génotype--milieu	71
8 Effet du milieu sur la production laitière bovine. J.L. Tisserand	73
9 Le milieu et l'expression du potentiel génétique des bovins à viande. A. Nardone & B. Ronchi	82
Partie 3 Méthodes et moyens d'amélioration génétique	95
10 Contrôle de performances et amélioration génétique en Tunisie. M. Djemali, P.J. Berger & M. Miladi	97
11 Genetic evaluation of dairy cattle. P.J. Berger	108
12 Genetic evaluation methods for dairy cattle. E.P. Cunningham	120
13 International comparison of genetic evaluation methods. Jan Philipsson	126

14	Artificial insemination, embryo transfer and genetic improvement. Robert L. Lang	140
	Partie 4 Schémas amélioration génétique et aspects économiques	145
15	Les schémas de sélection des bovins laitiers dans les conditions du milieu sud-méditerranéen. J. Bouglér	147
16	Schémas d'amélioration génétique des populations bovines locales dans le Maghreb. P. Auriol	156
17	Aspects économiques de l'amélioration génétique. J.M. Duplan	167
	Compte rendu des tables rondes	173
	Table ronde 1. Les races locales et leurs perspectives d'amélioration	175
	Table ronde 2. Races pures et perspectives de développement	177
	Synthèse générale et recommandations	180
	Communications libres	183
	Genetic improvement of dairy cattle in Libya. Abdel Moneïm M.I. Badi & Saad A. Zaied	185
	La transplantation embryonnaire chez les bovins en Tunisie. N. Slimane & F. Ouali	189
	Performance des bovins croisés en Tunisie. N. Atti & M. Ben Dhia	196

Avant propos

Le sujet est d'actualité car la production du lait constitue un problème prioritaire dans les pays du sud méditerranéen compte tenu de l'évolution de la demande. En effet, cette dernière augmente très rapidement en fonction de l'amélioration du niveau de vie des populations concernées et surtout de l'explosion démographique.

Les efforts importants consentis par les responsables de différents pays pour disposer d'animaux performants de souche européenne et nord-américaine grâce à des importations souvent coûteuses ne semblent pas toujours valorisés dans les meilleures conditions.

La dissémination et le faible niveau de production des souches locales ne permettent pas d'envisager, du moins à court terme, des possibilités d'amélioration.

Comment concilier l'exploitation des sujets exotiques à haut niveau de production et l'amélioration des souches locales susceptibles de valoriser les faibles ressources végétales locales tout en assurant un rôle social par le maintien des populations rurales?

Quelle doit être la part de la production locale, garante de l'indépendance nationale, et celle des importations de produits laitiers permettant de mettre à la disposition des populations des aliments à un prix raisonnable?

Autant de questions qui se posent avec de plus en plus d'acuité dans la région.

C'est pourquoi l'Office de l'Élevage et des Pâturages, en collaboration avec le Centre International des Hautes Etudes Agronomiques Méditerranéennes, la Fédération Européenne de Zootechnie, l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture, et le Comité International du Contrôle de la Productivité laitière du Bétail, a organisé du 21 au 23 novembre 1989 à Tunis/Tunisie sous le haut patronage de Monsieur le Ministre de l'Agriculture

Un symposium régional sur l'amélioration génétique des bovins sous climat sud-méditerranéen

ouverte par Monsieur le Ministre de l'Agriculture, cette manifestation a regroupé près de 400 participants autour de spécialistes nationaux et internationaux. Trois journées de débats très utiles ont permis aux participants de développer une réflexion approfondie sur la problématique posée par l'amélioration génétique sous conditions naturelles particulièrement difficiles.

Les conclusions de ces travaux ont été soulignées lors de la clôture du symposium sous la présidence de Monsieur le Président de l'Union Nationale des Agriculteurs. Le lecteur trouvera dans ce document, en plus des 17 communications, la synthèse des différentes table rondes organisées à l'occasion et les recommandations du symposium.

Que tous ceux qui ont participé directement ou indirectement par leurs écrits, conseils, soutien logistique, à l'organisation de ce symposium et à la publication de ce document, trouvent ici le témoignage de notre profonde sympathie.

Mohamed Taleb Belhadj & Jean-Louis Tisserand

Partie I

**Situation actuelle en matière d'amélioration génétique dans les
pays du Maghreb**

PROGRAMME D'APPLICATION DES TECHNIQUES DE REPRODUCTION EN ELEVAGE BOVIN EN TUNISIE.

K. Hicheri

Direction Générale de la Production Animale, Tunis, Tunisie.

Résumé

L'amélioration génétique du cheptel bovin tunisien et la maîtrise de la reproduction sont des facteurs de développement des productions animales.

L'insémination artificielle, avec 51 sous-centres régionaux et 116 inséminateurs touche actuellement toutes les zones d'élevage. Les principaux opérateurs en la matière sont la Direction Générale de la Production Animale, l'Office de l'Elevage et des Pâturages et l'Office des Terres Domaniales.

Un programme visant la prise en charge de cette activité par le secteur organisé est en cours et permettra d'accroître les réalisations et le taux de couverture du cheptel.

Les réalisations pour l'année 1988 sont de 71.400 inséminations premières et plus de 96 000 interventions. Le taux de couverture est de 51 % en races pures et de 9,6 % en races locales.

La maîtrise des cycles sexuels chez les bovins suite à la synchronisation des chaleurs permet surtout d'utiliser l'insémination artificielle à plus grande échelle.

En 1987, 14 500 femelles ont été synchronisées par l'utilisation d'implants sous cutanés synchronate B et de spirales vaginales PRID. 53,4 % des femelles sont pleines à l'œstrus induit et 61 %, à l'œstrus induit plus 3 mois.

L'insémination artificielle ne pouvant toucher toutes les zones, un programme de saillie-naturelle a été mis en place dans le but de mettre à la disposition des éleveurs, des géniteurs de races pures sélectionnés sur ascendance.

En 1988, 230 géniteurs ont été vendus ou prêtés par l'Office de l'Elevage et des Pâturages à des éleveurs et à divers organismes (ODESPANO, CFPA, lycées agricoles).

1 500 géniteurs placés par le projet, sont actuellement en service.

La technique de transfert embryonnaire a été récemment essayée en Tunisie à titre expérimental.

La faiblesse des résultats obtenus s'explique par la non maîtrise de la technique et par l'utilisation de femelles non sélectionnées. Le suivi de la reproduction s'adresse aux élevages laitiers organisés. Les exploitations touchées bénéficient de l'encadrement technique afin d'améliorer les paramètres de reproduction.

Le contrôle laitier officiel touche un effectif de 12 850 vaches. Le contrôle laitier du type B est introduit à titre d'essai.

Abstract

At present, all the areas of cattle production in Tunisia are reached by artificial insemination. Fifty one centres and 116 inseminations are operating nationally.

The main operators in terms of A.I. are the "Direction Générale de la Production Animale", the "Office de l'Elevage et des Pâturages" and the "Office des Terres Domaniales".

A plan, which would allow professional organisations to take over all activities of A.I., is being considered.

The 1988 achievements are : 71 400 first inseminations and more than 96 000 acts in total ; also 51 % and 9 % of pure-breed cows and local ones, respectively, were covered by A.I.

The control of cows reproductive cycles using heat synchronisation techniques facilitates, in particular, the use of A.I. at a wider scale. In 1987, 14 500 cows were synchronised using sub-cutaneous implants (Synchronate B) and intra-vaginal devices (PRID). The percent of cows detected pregnant was 53,4 % and 61 % at the first induced oestrus and the oestrus occurring 3 months later, respectively.

In remote areas, where A.I. is absent, farmers are provided with pure-breed bulls (chosen according to their pedigree) within a national programme to develop natural mating. In 1988, 230 bulls were distributed by the Office de l'Elevage et des Pâturages to farmers or to be used in mating centres. To this date, 1500 bulls, distributed by the project, are in service across the country.

The technique of embryo transfer has recently been carried out in Tunisia at an experimental level.

The poor results obtained could well be explained by the fact that the technique is not yet mastered and also the use of non-selected cows. Only large dairy units are assisted in the reproductive management of their herds in order to improve their performances.

The official milk recording counts 12 850 cows. The unofficial B type is being tested.

Introduction

.Le secteur de l'élevage constitue l'une des composantes fondamentales du complexe agro-alimentaire dans notre pays ; il est présent dans toutes les étapes reliant la production à la consommation (élevage, collecte, transformation, commercialisation).

.Les VIème et VIIème Plans de développement économique et social ont accordé une attention particulière au développement du secteur de l'élevage et plus particulièrement à l'élevage laitier afin d'améliorer la situation nutritionnelle de la population et réduire le volume des importations.

.Malgré les importations continues de bovins de race pure et de semence, malgré la vulgarisation intensive de l'insémination artificielle, les productions animales ne progressent pas selon le rythme imposé par la croissance démographique de la population tunisienne ainsi que par celui de la demande.

.Le secteur de l'élevage est en mesure de se développer beaucoup plus rapidement qu'il ne l'a fait ces dernières années ; un certain nombre de contraintes ont en effet entravé le développement de ce secteur, parmi lesquels il convient de mentionner :

- Le bas niveau de technicité des éleveurs qui continuent, pour la plupart, à pratiquer un élevage traditionnel extensif soumis aux aléas climatiques et à leurs incidences sur les ressources alimentaires du cheptel.

- Le faible niveau d'intégration de l'élevage dans l'agriculture
- Le morcellement de la propriété agricole et la dispersion des troupeaux

- La prédominance de races locales peu productives
- L'abattage incontrôlé de jeunes animaux aptes à la reproduction
- Des structures de commercialisation absentes ou mal adaptées
- Une politique des prix à la production peu encourageante.
- Une législation incomplète mal ou pas adaptée.

.Cette situation a provoqué, au niveau du Ministère de l'Agriculture, l'élaboration d'une politique générale de développement des productions animales et notamment des viandes et du lait, en conformité avec les objectifs du VIIème Plan, basée sur :

- Le développement des ressources alimentaires du cheptel
- L'accroissement des effectifs des bovins de race pure et l'amélioration des performances du cheptel bovin
- Une meilleure couverture sanitaire.
- Le développement de la collecte du lait

- La lutte contre l'abattage clandestin.
- Une politique des prix mieux adaptée.

.Dans le cadre de cette politique générale de l'élevage deux mesures sont prévues :

a L'accroissement des effectifs qui repose sur

- L'auto-accroissement du troupeau bovin de races pures ce qui permettra de dégager, à l'horizon 1991, 40.000 génisses supplémentaires.
- L'auto-accroissement du troupeau de races locales et croisées ce qui permettra de dégager, à l'horizon 1991, 25.000 génisses supplémentaires.
- L'importation, à l'horizon 1991, de 15 000 génisses pleines.

Les effectifs bovins tunisiens passeraient ainsi en 1991 à 415.000 unités femelles dont 135 000 de races pures (contre 360 000 dont 87 500 de races pures en 1987).

b L'amélioration des performances qui repose principalement sur la poursuite, la consolidation et l'extension du programme d'amélioration génétique mis en oeuvre et qui est axé sur

- L'insémination artificielle.
- La maîtrise des cycles sexuels
- La saillie naturelle
- Le transfert d'embryons (à titre expérimental)
- Le suivi de la reproduction
- Le contrôle des performances.

Ces actions d'amélioration génétiques sont appelées à toucher en 1991 un cheptel de 260 000 bovins contre 135.000 en 1987 soit un accroissement de près de 100 % ; elles ont pour objectif d'améliorer le potentiel génétique des races pures et des races locales et croisées par

- L'utilisation en insémination artificielle de semence animale provenant de géniteurs testés
- La mise à la disposition des élevages non desservis par l'insémination artificielle de géniteurs choisis sur ascendance et issus des meilleurs élevages
- Le transfert d'embryon.

I L'INSEMINATION ARTIFICIELLE

La méthode de l'insémination artificielle des bovins démarré en Tunisie en 1964.

Le choix de l'insémination artificielle comme méthode de reproduction avait été motivé par le souci de procéder dans les meilleurs délais au croisement d'absorption du cheptel local jugé peu productif. L'absorption complète du troupeau bovin local par les races pures devrait se faire en une vingtaine d'année. Malheureusement les conditions d'application des mesures planifiées n'ont jamais été toutes réunies et les retards se sont accumulés.

Toutefois, l'expérience des années passées est là pour démontrer que l'insémination artificielle est la méthode la plus efficace pour améliorer le niveau génétique de la descendance par l'utilisation de semence provenant de géniteurs testés.

L'Office de l'Elevage avec 30 centres d'insémination dans le Nord du pays essentiellement et la Direction Générale de la Production Animale

avec 21 centres situés dans les régions moins accessibles, sont les principaux opérateurs.

L'Office des Terres Domaniales s'est, quant à lui, pris en charge et un programme de formation d'inséminateurs à l'usage des sociétés de mise en valeur et de production agricole a été organisé afin que ces grandes unités d'élevage deviennent autonomes en matière d'insémination artificielle.

En 1988, l'insémination artificielle a touché près de 71.400 vaches en inséminations premières et plus de 96.000 en inséminations totales. Le taux de couverture est de près de 51 % en race pure et de 9,6 % en races locales et croisées compte non tenu des inséminations pratiquées dans le cadre des campagnes de synchronisation des chaleurs.

Les prévisions de réalisation de l'année 1989 sont de 69.000 inséminations premières en race pure et 50.000 en races locales et croisées soit un taux de couverture de 63 % pour les premières et de plus de 18,5 % pour les secondes (VIIème Plan).

A l'horizon 1991, le VIIème Plan prévoit la réalisation de 85.000 inséminations premières en race pure (dont 37.000 dans le secteur privé et près de 48.000 dans le secteur organisé). Le taux de couverture en race pure se maintiendrait autour de 63 %.

En ce qui concerne les effectifs de vaches de races locales et croisées il est prévu 70 000 inséminations premières ce qui porterait le taux de couverture à 25 %.

Les semences utilisées en race pure proviennent de géniteurs testés de races Holstein Frison, Schwytz et Tarine. Ces semences sont importées et acquises sur appel d'offre international.

En races locales et croisées, la semence utilisée pour l'insémination est produite par le Centre d'Insémination Artificielle de Sidi Thabet à partir de taureaux de races pures sélectionnés sur ascendance. Un programme d'accouplement préférentiel est actuellement à l'étude en vue de permettre à ce centre d'abriter des géniteurs d'élite.

L'activité d'insémination artificielle est actuellement menée sur le terrain par 116 inséminateurs.

Cette activité gravite autour du Centre d'Insémination Artificielle de Sidi Thabet et de 51 sous-centres d'I.A. sans compter les exploitations du secteur organisé.

Pour atteindre les objectifs du VIIème Plan il est prévu :

- La prise en charge intégrale de l'I.A. par le secteur organisé dans les exploitations d'élevage qui en dépendent.

- La création de 34 nouveaux sous-centres.

Débarrassés du secteur organisé, l'O.E.P. et la D.G.P.A. pourraient mieux se consacrer aux petits et moyens éleveurs du secteur privé.

Pour la réalisation de cet objectif, 24 inséminateurs ont déjà été formés par la D.G.P.A. pour les besoins du secteur organisé et 12 autres pour le renforcement de l'équipe d'inséminateurs de la D.G.P.A. afin de

lui permettre de gérer les nouveaux sous-centres à créer.

Le Service de l'Insémination Artificielle est actuellement entièrement gratuit quelque soit le bénéficiaire, hormis le paiement de la semence importée qu'a commencé à pratiquer l'O.E.P. depuis 1987.

Cette gratuité et le caractère administratif de ce service ne sont pas faits pour améliorer le rendement ni valoriser au maximum les investissements consentis.

La Direction Générale de la Production Animale, en vue d'améliorer la qualité du service, le rendement des inséminateurs et la productivité de la méthode a mis à l'étude un projet de réorganisation de ce secteur dans le sens de la privatisation de cette activité. Cette réorganisation serait axée sur :

- La création d'un centre national de l'amélioration génétique à Sidi Thabet conformément aux recommandations des différents séminaires d'amélioration génétique.

- La privatisation progressive des sous-centres d'I.A. qui seraient cédés aux inséminateurs intéressés ou à d'autres catégories de techniciens (le code des investissements agricoles prévoit des avantages substantiels pour les jeunes promoteurs d'entreprises de service agricoles).

II LA MAITRISE DES CYCLES SEXUELS

L'expérience tunisienne en matière d'I.A. nous a permis de connaître les limites de la méthode ; ces limites ont noms : téléphones, routes, véhicules, détection des chaleurs.

Les réalisations en matière d'I.A. auraient été plus élevées si, à un moment ou à un autre, un de ces facteurs n'était pas défaillant.

Dans le but de

- Donner un coup de fouet à la vulgarisation de la méthode.
- Réduire les coûts d'Intervention
- Réaliser rapidement les objectifs d'absorption des races

locales

- Mieux rentabiliser les moyens humains et matériels disponibles,

La D.G.P.A. a mis en route depuis le début 1987 un programme de contrôle des cycles sexuels dans le but de synchroniser les chaleurs et d'effectuer des inséminations groupées au niveau des collectivités rurales.

La reproduction programmée appliquée à l'élevage bovin nous a en effet paru répondre à nos préoccupations et les réalisations sur le terrain ont confirmé les espoirs que nous avions mis dans cette méthode.

La reproduction programmée permet en effet d'induire à volonté et de synchroniser oestus et ovulation dans un troupeau ; ce groupage des chaleurs favorise l'utilisation systématique de l'insémination artificielle et cette rationalisation de la reproduction rend possible la programmation et la planification des vêlages.

Dans les conditions tunisiennes, la maîtrise des cycles sexuels ou reproduction programmée s'est avérée être un outil précieux dans la réalisation de nos objectifs d'amélioration génétique et d'amélioration de la productivité du troupeau ; cette méthode nécessite toutefois une bonne organisation basée sur la rationalisation du travail.

Dans la réalisation de son programme de synchronisation des chaleurs, la D.G.P.A. a utilisé deux méthodes basées sur le même principe et qui sont

- La méthode des spirales vaginales "PRID"
- La méthode des implants sous-cutanés "SYNCHROMATE B".

En 1987 le nombre de vaches touchées dans le cadre de ces campagnes a dépassé 14 500 ; les résultats obtenus au cours des campagnes de l'année 1987 sont les suivants :

- 8 437 femelles contrôlées.
- 4 508 femelles à l'oestrus induit soit 53,4 %.
- 5 143 femelles pleines à l'oestrus induit plus 3 mois soit 61 %.

En 1988, et suite à un retard de l'approvisionnement en implants, l'opération n'a touché que 5 800 femelles.

L'effet psychologique auprès des populations rurales a été considérable et laisse bien augurer du succès et de l'avenir de cette méthode.

Les prévisions de réalisation sont les suivantes :

Années	1989	1990	1991
Nombre de vaches	13 500	20 000	20 000

Le taux de couverture générale par l'I.A. y compris les I.A. pratiquées dans les campagnes de synchronisation des chaleurs a atteint en 1987 , 22,3 %.

III LA SAILLIE NATURELLE

Le programme d'I.A. a toujours été accompagné en Tunisie par un programme parallèle de vente de géniteurs mâles de races pures afin de compléter l'action d'amélioration génétique.

Les géniteurs mâles sont destinés à la monte dans les régions peu accessibles aux circuits de l'insémination artificielle.

Bien que lente et moins efficace sur le plan de la qualité génétique cette méthode est encore appréciée par les moyens éleveurs en particulier.

En 1988 l'O.E.P. a placé dans 16 gouvernorats : 230 géniteurs dont

- 145 de race Holstein Frisonne
- 83 de race brune des alpes
- 2 de race Tarine.

63 d'entre ces géniteurs ont été placés à titre de prêt dans les stations de monte de l'ODESYANO, les C.F.P.A. et les lycées agricoles.

L'ODESYANO (Office de Développement Sylvo-Pastoral du Nord-Ouest) a grandement contribué à l'amélioration génétique du cheptel bovin de la zone qu'il couvre grâce à un réseau dense de stations de saillies naturelles où sont placés 124 taureaux de Race Brune des Alpes et Tarine qui ont réalisé en 1988 près de 9 200 saillies.

Le programme "saillie naturelle" permet de toucher actuellement 40.000 vaches avec un effectif de 1 500 taureaux encore en activité.

Le taux de couverture assuré par cette méthode a été de 12 % en 1988.

Les prévisions de réalisation d'ici l'année 1991, dernière année du 7^{ème} Plan, sont détaillées dans le tableau ci-après :

Actions	1989	1990	1991
. Nombre de géniteurs à vendre	700	800	900
. Nombre de géniteurs en activité	1 936	2 280	2 624
. Nombre de Saillies en race pure	25 800	30 400	35 000
. Nombre de saillie en race locales croisées	51 600	61 000	70 000
Total des saillies	77 400	91 400	105 000

L'effectif total desservi par les deux méthodes I.A. (y compris la synchronisation des chaleurs) et saillie naturelle sera de 120 000 en race pure et 140 000 en races locales et croisées à l'horizon 1991.

IV LE TRANSFERT D'EMBRYONS

Récemment introduite dans notre pays, cette technique constitue, à non point douter, un moyen rapide d'amélioration génétique qui utilise les potentialités génétiques des mâles et des femelles, contrairement à ce qui se passe en insémination artificielle où seule la voie mâle est utilisée.

Cette technique contribue à la qualité et à la rapidité du progrès génétique en permettant de produire des veaux mâles futurs reproducteurs utilisables en insémination artificielle et en saillie naturelle et par la production de veaux femelles à haute valeur génétique pouvant enrichir notre troupeau national.

En 1987 à titre expérimental, 30 vaches superovulées ont produit 82 embryons transférables ; 74 receveuses ont été préparées. 6 seulement ont été déclarées gestantes au cours de l'année.

Ces faibles résultats s'expliquent par la nouveauté de la technique et le choix du matériel génétique imposé.

La D.G.P.A. poursuit son action dans ce domaine par la formation d'équipe de spécialistes notamment.

V LE SUIVI DE LA REPRODUCTION

Cette action menée par la D.G.P.A. depuis 1985, consiste au suivi de l'insémination artificielle et à la lutte contre l'infertilité. A partir de l'année 1989, elle est entrée dans le cadre d'un programme informatif de gestion technique de la reproduction.

Ce programme a pour objectif d'informer l'éleveur des événements qui vont survenir ainsi que des mesures qu'il doit prendre (tarissement, insémination ...) de permettre le tri des vaches nécessitant un traitement et de dresser une fois par an, un bilan de fertilité de manière à situer le troupeau par rapport aux normes.

Il est prévu de toucher les élevages laitiers organisés du secteur étatique ou privé qui disposent de l'enregistrement des événements de la reproduction. Les exploitations touchées bénéficieront de l'encadrement afin d'améliorer les paramètres de la reproduction qui ont un impact direct sur les productions.

VI LE CONTRÔLE DES PERFORMANCES

Le contrôle laitier beurrier officiel touche un effectif de 12 850 vaches. Cet effectif s'élèvera à 33 000 à l'horizon 1991. Le contrôle laitier non officiel entrepris par les éleveurs eux-mêmes est introduit à titre d'essai.

L'identification par tatouage des animaux inscrits au contrôle laitier a concerné 21 160 têtes en 1988 ; il est prévu de toucher 41 000 têtes en 1991. En parallèle à cette action entreprise par l'O.E.P., la D.G.P.A. procède à l'identification de tout le cheptel bovin à l'aide de boucles auriculaires métalliques portant outre le numéro de l'animal, le code de la région où il existe. Cette action a permis d'identifier 165 000 têtes depuis 1986.

Le contrôle des performances nous a permis de juger de l'impact des méthodes d'amélioration génétiques mises en place.

PROBLEMATIQUE DE L'AMELIORATION GENETIQUE DES BOVINS EN TUNISIE

Ahmed Brahmia et Mongi Ben Dhia

Office de l'Elevage et des Pâturages - Tunis - Tunisie.

Résumé

L'élevage bovin tunisien compte, en 1989, environ 347 000 unités femelles réparties comme suit :

- Type autochtone s'apparentant à la "Brune de l'Atlas"
- Type croisé, issu de différents croisements du type local avec des races exotiques (Frisonne - Brune des Alpes - Tarentaise)
- Races pures : la Frisonne, avec une nette tendance à la "Holsteinisation" et la Holstein en constituent plus de 95 % ; la Schwytz et surtout la Tarentaise perdent relativement de leur importance. Ces trois races comptent près de 92 000 unités femelles.

En plus de l'importation, trois actions essentielles sont menées pour l'amélioration génétique du cheptel : l'Insémination Artificielle couvrant, en 1988, 53 % des races pures et 11 % de la population autochtone et croisée, complétée par un programme de monte naturelle couvrant 17 % de la race pure et 9 % de la population autochtone et croisée ; quant au contrôle laitier, il porte sur 13 000 vaches.

En race pure, le programme d'amélioration génétique repose essentiellement sur l'importation de cheptel performant et sur l'importation de semence animale issue de taureaux testés à l'Etranger, en attendant la mise en oeuvre d'un modèle d'évaluation génétique dont une ébauche est proposée dans le présent document.

L'amélioration de la population locale par croisement s'est traduite par une amélioration des performances. Les résultats des travaux de recherche permettent de retenir le croisement Frison à adopter dans les zones relativement favorables et dotées d'infrastructure de collecte, le croisement Schwitz moins performant en lait et plus performant en viande, serait à conduire dans les zones moyennes ; quant au croisement Tarentais, aussi performant que le Frison en matière de viande mais moins laitier, pourrait convenir aux zones marginales. Certaines zones doivent être épargnées de tout type de croisement pour sauvegarder un "pool" génétique du type local.

Abstract

In 1988, the number of cows in Tunisia was around 347 000 units distributed as follows :

- The local type which is closely related to the "Brune de l'Atlas".
- The cross-bred type descending from a mating between the local type and animals of exotic breeds (Friesian, Brown Swiss and Tarentaise).
- The pure breeds, mainly represented (more than 95 %) by the Holstein and the Friesian with a neat tendency towards the Holstein. In terms of numbers, the Brown Swiss and the Tarentaise are losing importance.

In total, there are about 92 000 cows of exotic origin.

Apart from importing animals, three main actions are carried out to genetically improve the existing livestock. These actions are

- Artificial insemination which, in 1988, covered 53 % of pure-bred animals and 11 % of the animals of the local and cross-bred types
- Natural mating which covers 17 % of pure bred animals and 9 % of the local and cross-bred types
- A milk recording programme which includes 13 000 cows.

For pure breeds, the programme of genetic improvement is mainly based upon importing both highly performing animals and semen of tested bulls. In the mean time, a model for the genetic assessment is being developed, an outline of which is exposed in this document.

The improvement of the local population by cross-breeding with exotic breeds has led to improved performances. The results of the research do suggest that for milk production and in the fertile areas well equipped for milk production and processing, the improvement of the local population should be carried out by up-grading it with the Friesian. In less fertile areas, the breed to be used for up-grading the local cow is the Brown Swiss which is less performing than the Friesian in terms of milk production but possesses an interesting potential for meat production. In the remote areas, difficult to reach and where forage production is not sufficient, the up-grading of the local cow with the Tarentaise is suitable. It is, however, important to keep some areas free from the introduction of exotic breeds ; such areas are very useful in order to safely protect a genetic pool of the local type.

Introduction

L'élevage joue un rôle important en Tunisie, tant sur le plan économique que social.

En effet, il contribue pour 30 à 35 % dans la valeur de la Production Agricole ; l'élevage bovin participe pour environ 35 % de la valeur de la Production de l'Elevage.

Outre son importance économique, l'élevage constitue un secteur vital pour le pays et joue un rôle social de premier ordre dans la fixation des exploitants, l'emploi et la production de fumier, élément indispensable à l'intensification des productions végétales.

I. Caractéristique du cheptel bovin national

1.1. Les races

Le cheptel bovin national est constitué de

- La population bovine autochtone ou locale
- La population bovine croisée créée dans le cadre du programme de croisement d'absorption.
- Les races pures.

1.2 Caractéristiques des races

1.2.1 La population bovine locale ou "race locale"

La population bovine autochtone plus connue sous l'appellation : "Brune de l'Atlas " ou "Blonde du Cap Bon " n'existe pratiquement plus en tant que race pure. En effet, au cours de la période du protectorat et plus particulièrement après l'indépendance, de nombreux croisements avec d'autres races (Zébu, Mont Béliarde, Tarentaise, Schwytz, Pie-noire, Holstein) ont été pratiqués donnant lieu à un " amalgame génétique" où l'on ne retrouve plus les caractéristiques de la race locale initiale.

Ce qu'on appelle actuellement race locale est un ensemble d'animaux de formats très différents, de robes très différentes et, généralement de faible production laitière. Néanmoins, elle peut s'apparenter à une ou plusieurs races ou populations améliorées de par sa conformation, sa couleur et son allure.

Malgré tous ses défauts, elle représente plus de 50% des effectifs bovins existant dans le pays. Sa rusticité en a fait la race utilisatrice des zones marginales où elle rentre en concurrence avec les ovins et les caprins, mais elle continue à jouer, par le biais de l'auto-consommation, un rôle important au niveau de l'approvisionnement en lait des zones rurales.

Pour Jacques Hardouin et à partir d'observations faites en Tunisie, la vache locale assure une production laitière de 350 à 450 kg de lait de la première à la sixième mise-bas.

Les résultats obtenus ultérieurement dans des conditions relativement favorables, à la traite manuelle dans les stations d'El Afareg (INRAT) et à la traite mécanique à Fretissa et Sejnane (OEP) confirment encore ces faibles productions laitières à la première lactation (Tableau 1).

Le passage à l'allaitement en deuxième lactation confirme encore la limitation du potentiel laitier de ces animaux ; cette limitation serait donc d'ordre génétique ; cette conclusion est à l'origine du renforcement du programme de croisement d'absorption des bovins de la "race" locale en Tunisie.

1.2.2 La population bovine croisée

Dans le but d'améliorer les performances du cheptel local, il a été envisagé de mettre en place un important programme de croisement d'absorption à partir des années 1969 - 1970 par le biais de l'Insémination Artificielle puis, vers les années 1974-1975, en créant le projet Saillie Naturelle.

En réalité, le croisement d'absorption a démarré en Tunisie depuis les années 1963-1964 et ce dans le cadre de certaines Unités Coopératives de Production de la région de Béja avec les races Schwytz et Tarentaise ; le croisement avec la race Pie-noire a débuté à Fretissa à titre expérimental puis, à partir de l'année 1976, il a été étendu aux élevages privés.

Les résultats obtenus sont intéressants puisque la production laitière se trouve déjà doublée ou même triplée dès la F1 ou première génération (Tableau 2).

Mais cette amélioration, quoique intéressante, a été jugée insuffisante dans le secteur organisé qui a démarré un programme de substitution systématique de la race locale ou croisée par la race Pie-noire d'abord et Holstein ensuite.

1.2.3 Les races pures

Trois races pures, d'importance relative très inégale, coexistent en Tunisie : la Pie-noire avec une tendance actuelle nette vers la "Holsteinisation", la Schwytz et la Tarentaise dont l'effectif est de moins en moins important. Cette coexistence est le résultat d'une option prise au début des années "soixante" qui destinait la Pie-noire aux périmètres irrigués, la Schwytz aux zones de culture en sec du Nord de la Tunisie et, enfin, la Tarentaise aux zones marginales du Nord ou à celles correspondant à la limite climatique de l'aire géographique des bovins.

Actuellement c'est la race Pie-noire qui, avec la Holstein, constitue la majorité du cheptel de race pure ; en effet, la Tarentaise a été très peu encouragée ces dernières années et a tellement régressé qu'elle est menacée d'extinction.

La race Schwytz, quoiqu'elle soit utilisée en croisement d'absorption, essaye de se maintenir à l'état pur grâce surtout aux projets de coopération bilatérale Tuniso-Autrichienne dans le cadre de certaines fermes pilotes ou encore dans le cadre du projet intégré d'Elevage Tuniso-Autrichien (PIETA).

On assiste de plus en plus, ces dernières années, à une demande de plus en plus pressante en Holstein et, souvent, pour des zones où ni le potentiel de l'exploitation ni le niveau de technicité ne permettent une bonne valorisation de ce potentiel génétique.

II. Programme en cours

En matière d'amélioration génétique, le programme actuel repose, en plus des importations du cheptel de race pure et de la semence issue de géniteurs testés à l'Etranger, essentiellement sur les interventions suivantes :

- Insémination Artificielle
- Saillie Naturelle
- Contrôle des Performances

Le tableau 5 en Annexe résume les réalisations de l'année 1988 et la couverture du cheptel par les actions d'amélioration génétique.

III Problématique de l'Amélioration Génétique

L'élevage bovin est de plus en plus sollicité pour répondre à des besoins sans cesse croissants en produits de première nécessité ; par conséquent la mobilisation de tous les moyens appropriés d'amélioration des performances s'impose.

Parallèlement à l'amélioration des conditions de conduite, les choix en matière d'amélioration génétique doivent être arrêtés aussi bien pour les races pures que pour la population locale et croisée. A cet égard, nombreuses questions méritent une réflexion approfondie susceptible de dégager des orientations.

3.1 Races Pures

3.1.1 Choix des races et vocations régionales

Le cheptel de races pures est estimé en 1986 à 80 000 unités femelles réparties comme suit¹ :

- 95 % environ de race Pie-noire plus ou moins croisée Holstein et Holstein Pure, avec une nette tendance à la Holsteinisation.

- 4 % de race Schwytz ou Brune des Alpes

- 1 % de race Tarentaise.

Les questions suivantes méritent d'être posées quant au choix des races en rapport avec les vocations régionales :

- Quelle orientation donner au cheptel national de race pure ? la tendance actuelle à la spécialisation laitière est-elle un choix adéquat ? quelle serait la place des races mixtes ?

- L'introduction d'autres races présente-t-elle un intérêt particulier ?

Par ailleurs, compte tenu des conditions climatiques, de l'infrastructure existante et même des traditions d'élevage, ces races pourraient-elles s'adapter à toutes les régions de la Tunisie ?

3.1.2 Importation de cheptel, de la semence animale et évaluation génétique des animaux

L'amélioration génétique du cheptel bovin de race pure est basée actuellement en Tunisie essentiellement sur l'importation du cheptel de race pure et l'importation de semence animale.

Ces choix sont dictés par la nécessité de couvrir un déficit en lait sans cesse croissant, l'insuffisance de l'offre en cheptel laitier performant sur le marché local ainsi que l'absence d'un programme national de testage.

Pour ce dernier aspect, bien que les travaux entrepris par l'Office de l'Elevage et des Pâturages et l'Institut National Agronomique de Tunisie (Département des Sciences Animales) aient abouti à l'évaluation des coefficients de correction pour les facteurs de milieu et l'estimation des paramètres génétiques (héritabilité et répétabilité), on peut se demander si le testage des géniteurs est concevable eu égard aux effectifs encore limités de vaches inscrites au contrôle laitier.

3.2 Population bovine locale et croisée

Le cheptel autochtone doit son importance aux caractéristiques suivantes :

- Importance de ses effectifs

- Adaptation aux conditions souvent difficiles de milieu

- Aptitudes appréciables à l'amélioration par croisement.

Compte tenu de ces caractéristiques, ce cheptel joue un rôle socio-économique indéniable et peuple des zones souvent marginales. Par ailleurs, eu égard à la fois aux faibles performances laitières et au degré de technicité des éleveurs qui détiennent cette population ainsi qu'aux conditions difficiles de milieu, cette population se prête mal à l'élevage intensif.

Le programme d'amélioration de cette population doit donc tenir compte de toutes ces considérations. Dans ce cadre, deux questions essentielles méritent d'être soulevées :

- Quel type de coisement adopter et dans quelle zone ?
- A quel degré d'absorption faut-il s'arrêter et comment y parvenir ?

IV Quelques orientations

L'amélioration des conditions de milieu et de conduite du cheptel s'impose dans tout programme d'amélioration des performances. L'effet de cette amélioration est souvent rapide et perceptible ; néanmoins, l'amélioration génétique constitue une composante essentielle permettant à la fois la création du gain génétique et l'orientation des productions animales vers les objectifs visés.

La définition de ces objectifs est souvent difficile et il faut l'aborder avec clarté car il s'agit d'identifier à long terme les besoins des consommateurs aussi bien sur le plan quantitatif que sur le plan qualitatif.

La définition des objectifs permettra l'élaboration de méthodes d'amélioration génétique appropriées tenant mieux compte des potentialités et des caractéristiques zootechniques du cheptel.

4.1 Fixation des objectifs

En Tunisie, les objectifs à fixer pour l'amélioration génétique du cheptel bovin peuvent être définis comme suit :

- Races pures : l'objectif prioritaire est la production laitière
- Population locale et croisée : l'objectif prioritaire étant la production de viande pour la locale et une production mixte pour les croisées.

Partant de ces considérations, les orientations à proposer peuvent être définies comme suit .

4.2 Races pures

4.2.1 Choix des races et vocations régionales

Considérant la composition actuelle du cheptel national de races pures et ses caractéristiques zootechniques, les deux races principales actuellement élevées en Tunisie à savoir la Frisonne plus au moins croisée Holstein ou Holstein pure et la Brune des Alpes correspondent à l'objectif principal déjà fixé pour les races pures, surtout qu'elles ont l'avantage d'être bien connues de nos éleveurs et ont fait leur preuve dans les conditions favorables.

Toutefois, l'implantation de ces races doit être nécessairement liée aux possibilités d'intensification, à l'existence d'une infrastructure de collecte, d'écoulement et de transformation du lait ainsi qu'à la mise en oeuvre d'une action efficace d'Insémination Artificielle.

L'introduction de nouvelles races entraînera l'apparition de petites populations dont l'amélioration imposera nécessairement l'importation de semences.

Par conséquent, se limiter à ces deux races peut sembler un choix justifié.

4.2.2 Elevage des jeunes, importation de semence et évaluation génétique des reproducteurs

Dans le souci de "recycler" le gain génétique et de réduire l'importation du cheptel, l'élevage des jeunes doit connaître un nouvel élan ; cette action mérite l'attention de la profession, plus particulièrement pour combler un vide qui risque de limiter sensiblement l'autoaccroissement voire le renouvellement de notre cheptel.

Les nombreuses grandes unités d'élevage qui ont importé un cheptel performant et qui utilisent actuellement, en insémination artificielle, une semence d'un bon niveau génétique, peuvent constituer, dans une première phase, une "pépinière" de cheptel performant, d'autant plus que ces structures sont dotées de moyens humains et matériels permettant de réussir l'élevage des jeunes.

Les initiatives à prendre dans ce cadre doivent être encouragées vu leur impact sur la réduction des importations qui ne seront envisagées que pour subvenir à une demande que le marché local ne peut couvrir.

Quant à la semence animale utilisée sur les races pures, en l'absence d'un programme national de testage, le recours à l'importation demeure encore la solution la plus sûre pour éviter une régression du niveau génétique.

Concernant l'évaluation génétique des reproducteurs, elle démarrera tout d'abord avec les vaches inscrites au contrôle laitier, ce qui nous permettra un choix plus judicieux des mères à taureaux, des génisses d'élevage et des taureaux utilisées en Saillie Naturelle ainsi qu'une utilisation plus rationnelle de la semence importée.

Cette phase permettra également d'amorcer l'opération de testage des géniteurs sur descendance. La démarche à entreprendre est schématisée sur le schéma en annexe.

4.3. Population bovine locale et croisée

La population bovine autochtone présente des aptitudes appréciables d'amélioration par croisement avec les races pures aussi bien pour la production laitière que pour la production de viande ; toutefois, le choix du type de croisement ainsi que le degré d'absorption doivent tenir compte des potentialités de la région.

4. 3. 1 Performances des divers types de croisement

Les croisements jusqu'ici pratiqués sont effectués avec les trois races qui constituent le cheptel national de race pure à savoir la Frisonne, la Brune des Alpes et la Tarentaise.

Les travaux de recherche entrepris par l'I.N.R.A.T. et les résultats des croisements pratiqués à la ferme Fretissa (O.E.P.) permettent de tirer les conclusions suivantes .

-Amélioration apportée par les divers croisements sur le plan production viande

Les résultats des croisements entrepris à la ferme Fretissa ont montré que, par rapport au type local, l'amélioration en matière de G.M.Q. de poids à 12 mois et d'indice de consommation est appréciable à partir de la première génération (Tableau 3). Bien que les différences entre les divers types de croisement ne soient pas importantes, le croisement Schwytz semble donner les meilleurs résultats alors que les différences entre le croisement Pie-noire et Tarentais demeurent faibles à l'avantage du premier.

Cette même tendance est confirmée par les travaux de recherche entrepris par l'I.N.R.A.T. qui montrent qu'en première génération de croisement les métis Schwytz se classent au premier rang pour le poids à 180 j, 270 j et 365 j ; cependant, les écarts demeurent faibles par rapport aux autres types de croisement (Tableau 4).

Ces mêmes travaux montrent que le passage à la deuxième et à la troisième génération de croisement se traduit par une nette diminution des poids cités ci-haut pour les trois types de croisements, alors que les résultats de Frétissa montrent une amélioration des performances jusqu'en deuxième génération des divers croisements.

-Amélioration apportée par des divers types de croisement en matière de production laitière

Sur le plan des performances laitières la population bovine du type local est connue par ses faibles performances ; le facteur limitant semble d'ordre génétique ; en effet, dans des conditions où l'amélioration n'est pas un facteur limitant et où les techniques d'élevage sont relativement maîtrisées, la production laitière de cette population demeure faible (Bel Hadj. 1972 - Atti et Ben Dhia. 1987).

Toutefois, les croisements avec les races laitières engendrent une amélioration sensible des performances.

D'après les travaux entrepris à Frétissa, le croisement avec la race Pie-noire est de loin le plus laitier par rapport aux croisements avec la race Schwytz et la race Tarentaise ; il engendre une amélioration sensible de la production laitière jusqu'à la troisième génération de croisement, alors que pour les croisements avec la Schwytz et la Tarentaise, une chute de performances est enregistrée au delà de la deuxième génération.

4 .3 .2 Choix du type de croisement et du degré d'absorption

Les différents travaux ont montré qu'une amélioration sensible des performances laitières et carnées de la vache locale est obtenue par croisement.

Sur le plan production de viande, le croisement Schwytz semble donner le meilleur résultat surtout sur le plan croissance et indice de consommation, suivi par le croisement du type Frison ou Tarentais.

Sur le plan production laitière, le croisement du type Frison engendre les meilleures performances.

Compte tenu de ces résultats, les trois types de croisement pourraient être retenus. Les potentialités alimentaires des régions et l'infrastructure existante seront déterminantes pour le choix du croisement à adopter. Le croisement du type Frison, le plus laitier, pourrait être adopté dans les zones relativement favorables et dotées d'infrastructure de collecte de lait; le croisement Schwytz, moins performant en matière de lait et plus performant en matière de viande serait à conduire dans les zones moyennes sur le plan disponibilité alimentaire. Quant au croisement Tarentais, aussi performant que le croisement Frison en matière de viande, mais nettement moins performant en lait, pourrait convenir aux zones marginales sur le plan disponibilité fourragère et aux zones où la collecte et la vente de lait est difficile.

Il est souhaitable que certaines de ces zones soient épargnées de tout type de croisement; en effet dans les zones difficiles, l'intérêt des croisements reste très limité.

Concernant le degré d'absorption, les différents travaux précités concordent quant à l'amélioration enregistrée en production de viande en première génération, alors qu'en deuxième génération il semble qu'en système intensif des améliorations peuvent encore être obtenues contrairement au système extensif où des chutes de performances ont été enregistrées. Ce qui nous amène à conclure qu'en matière de production de viande, la deuxième génération de croisement ne doit pas être dépassée, alors que pour le croisement du type laitier (Frison) la troisième génération pourrait être envisagée.

La difficulté majeure réside dans la mise en oeuvre d'un système qui permet la maîtrise du degré d'absorption.

A cet égard, le recours aux taureaux de deuxième génération, soit en insémination artificielle soit en monte naturelle, devient nécessaire pour maintenir le degré d'absorption dans les proportions souhaitées. Ceci impose la mise en oeuvre d'un contrôle des performances simplifié pour permettre le choix des reproducteurs.

Tableau 1 . Production laitière de la vache locale en première lactation
(Bel Hadj 1972)

Classe de Production	Centre El Afareg		Ferme Sedjenane		Frétissa	
	nombre	pourcent	nombre	pourcent	nombre	pourcent
P.L 500 kg	40	67,6	20	51,2	159	93,1
500--1000	6	10,6	4	10,2	6	3,3
1000--1500	5	8,8	13	33,2	3	1,6
1500--2000	4	7	1	2,5	1	0,5
P.L 2000	3	5,3	1	2,5	2	1,1
Total	58	100	39	100	171	100

Tableau 2 . Production laitière moyenne à 305 jours en kg
(Frétissa : rapport final)

Type de croisement	Première génération		Deuxième génération		Troisième génération	
	nombre	quantité	nombre	quantité	nombre	quantité
Pie-noire	163	2 114	148	3 778	36	4 203
Schwytz	305	1 610	181	1 610	69	1 532
Tarentais	187	1 000	116	1 423	32	1 012

Tableau 3.1. Performances de production de viande des divers types de croisement (Frétissa : rapport final)

Type génétique	Degré de croisement								
	Race Pure			Génération 1			Génération 2		
	GMQ g/jour	Poids à 12mois(kg)	I.C UF/kg	GMQ g/j	Poids à 12mois(kg)	I.C UF/Kg	GMQ g/j	Poids à 12mois(kg)	I.C UF/kg
Schwytz	1036	373	6,31	952	337	7,42	1022	363	6,87
Pie-Noire	1014	368	7,03	915	330	7,88	983	358	7,27
Tarentaise	1016	364	6,68	916	325	8,05	970	351	7,25
Holstein	1043	382	6,41	872	327	-	-	-	-
Locale	753	271	9,37	-	-	-	-	-	-

GMQ = Gain moyen quotidien ; I.C=Indice de consommation ;
UF = Unité Fourragère.

Tableau 3.2. Performances de production de viande des divers types de croisement (Frétissa : rapport final)

Type génétique	Degré de croisement					
	Génération 3			Génération 4		
	GMQ g/jour	Poids à 12mois(kg)	I.C UF/kg	GMQ g/jour	Poids à 12mois(kg)	I.C UF/kg
Schwytz	957	350	6,67	970	363	6,64
Pie-Noire	972	361	6,62	1019	372	6,76
Tarentaise	990	356	6,94	967	343	6,89
Holstein	-	-	-	-	-	-
Locale	-	-	-	-	-	-

GMQ = gain moyen quotidien; I.C = indice de consommation;
UF = unité fourragère.

Tableau 4 . Production de viande des taurillons métis
(Atti et Ben Dhia - 1978)

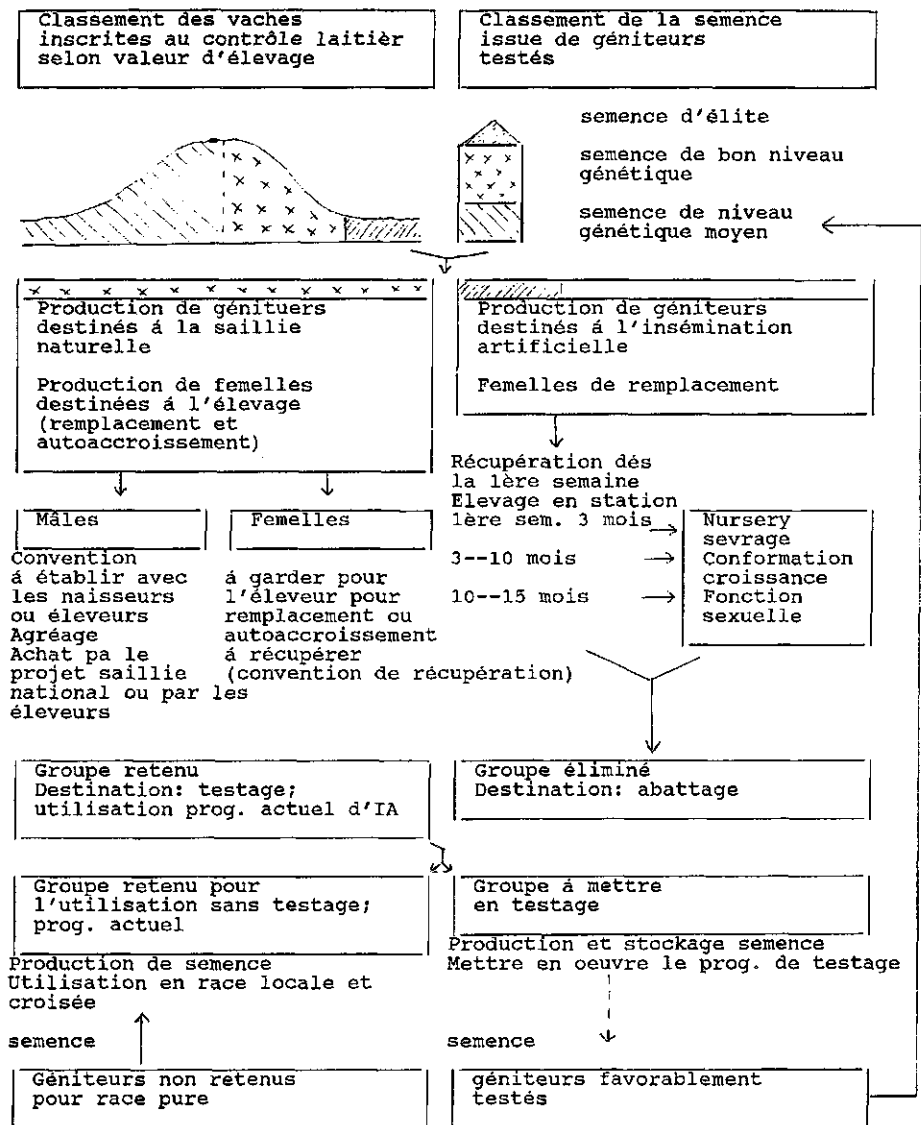
Type génétique	Effectif	Poids à âges types en kg						P.V.	Age Vente en jours
		P.N	P.S	P.180 j.	P.270j.	P.365j.			
F ₁ S	32	33	98	138	198	273	447	578(+19)	
B ₁ S	66	34,5	82	108,5	161	223,5	444	645(-21,5)	
B ₂ S	36	34	78	106	150	215	438	664(22)	
F ₁ T	48	31,5	92	130,5	188	260	432	586(19,5)	
B ₁ T	71	34	84	120,5	164,5	234	448,5	619(20,5)	
B ₂ T	45	33	82	111	162	235	437	637(+21)	
F ₁ P.N.	18	29	91	137	195	271	447,5	591(-20)	
B ₁ P.N.	11	30	68,5	93	164	226	446	617(+20)	

PN Poids à la naissance ; PS Poids au servage à 90 jours ; PV Poids à la Vente.

Tableau 5 . Actions d'amélioration génétique - Réalisations de
l'année 1988 et taux de Couverture

	Races pures	Races locales	Total
Effectif national	92 000	255 000	347 000
A. Insémination Artificielle			
-Nombre d'Insémination Artificielle Première	48 700	28 300	77 000
-Taux de couverture par I.A en %	53	11	22
B. Saillie Naturelle			
-Nombre de géniteurs en service	1 000		
-Nombre de vaches saillies	16 000	24 000	40 000
-Taux de couverture par saillie naturelle	17	9	11
Total I A et Saillie Naturelle	64 700	52 300	117 000
Taux de couverture I A et Saillie Naturelle	70	20	33
C. Contrôle des Performances			
-Nombre de vaches inscrites au contrôle laitier	13 000	-	13 000
-% de vaches	14	-	-

Figure 1. Schema général d'amélioration des races pures.



MISE AU POINT SUR LES ACTIONS D'AMELIORATION GENETIQUE DES BOVINS EN ALGERIE

A.Kadra

Directeur Général du Centre National de l'Insémination Artificielle et de l'Amélioration Génétique. BP 10 Birtouta - W. Blida - Algérie

Résumé

Les actions d'amélioration génétique engagées jusqu'ici en Algérie ont concerné des effectifs bovins limités, revêtant plutôt un caractère expérimental de croisement de la race locale avec des races pures introduites (Holstein, Tarentais, Pie-rouge etc...).

Ce n'est qu'à partir de 1988, avec la création du Centre National d'Insémination Artificielle et d'Amélioration Génétique, du Réseau National d'insémination Artificielle et de la station de contrôle des performances individuelles qu'un Plan National d'Amélioration Génétique a commencé à être exécuté. Parallèlement, des laboratoires de transfert d'embryon et de contrôle des reproducteurs sont en cours de création. Quant aux services des livres généalogiques ils ont été confiés à l'ITEBO.

Dans l'avenir, l'Amélioration Génétique en Algérie est appelée à contribuer davantage à l'augmentation de la productivité du cheptel en vue de répondre à une demande sans cesse croissante en viande mais surtout en lait.

Plusieurs actions sont préconisées à cet effet dont notamment un accroissement des effectifs, la maîtrise de la reproduction et l'utilisation de semences animales de haute qualité.

En outre, un schéma d'amélioration des races pures sera mis en place, en parallèle à un programme de croisement améliorateur de la race locale; le degré de ce croisement sera déterminé en fonction des différents types de milieu.

Abstract

The different actions of genetic improvement so far carried out in Algeria covered a limited number of cows and were mainly dealing with the cross-breeding of the local breed with newly introduced exotic breeds (Holstein, Tarentaise, Pie-rouge...).

A national programme for cattle genetic improvement has recently started in 1988 following the establishment of the National Centre for Artificial Insemination and Genetic Improvement, a National Network for Artificial Insemination and a centre for the control of individual performances. Simultaneously, laboratories for embryo transfer and bulls control are being set up.

Herd book keeping is being looked after by ITEBO.

In the future, cattle genetic improvement in Algeria should contribute to improving herd performances in order to meet the consumer-increasing demand on meat especially milk. For this, several actions are put forward which include the increase in the number of animals, the control of reproduction and the use of high-quality semen. Also a scheme for the genetic

improvement of pure breeds will be mounted as well as a programme for the up-grading of the local population. The level of up-grading will differ in relation to the environmental conditions.

Introduction

Nous nous proposons de présenter à ce Symposium, une analyse de la situation actuelle de l'Amélioration Génétique dans notre pays à travers les actions jusqu'ici engagées. Dans une deuxième partie seront exposées les perspectives de développement des élevages bovins, à l'appui de l'Amélioration Génétique et de ses outils techniques.

Des travaux d'Amélioration Génétique, des essais de croisements surtout, avaient été entrepris, mais sur des effectifs très restreints. Nous citerons à titre d'exemple les travaux réalisés à Fetzara (Wilaya de Annaba) par l'IDEB dans les années 1980 et qui portèrent essentiellement sur les croisements suivants :

- Holstein X race locale et les productions F1 en 1ère, 2ème et 3ème lactation
- Tarentaise X race locale
- Hereford X race locale
- Angus X race locale
- Pie rouge X race locale
- Charolais X race locale
- Race locale.

Les résultats obtenus n'étaient pas significatifs, les écarts types enregistrés étaient trop importants, du fait du petit nombre d'échantillons par type de croisement.

Il est évident que, pour plus de fiabilité, ces expériences devront porter sur de grands effectifs, ce qui nécessite une organisation territoriale d'assez grande envergure et l'appui de structures spécialisées, inexistantes à l'époque, telles :

- Le Centre d'Insémination Artificielle
- La station de Contrôle des Performances Individuelles
- Le Réseau de Contrôle Laitier
- Les Services des Livres Généalogique : (Filiation Contrôle des Performances Zootechniques Identification du Cheptel qui est la base de tout travail d'amélioration)
- Un Centre d'Information Zootechnique (CIZ) : Recueil des données zootechniques, calcul des Index de valeur génétique et publication...

Mise en place des structures spécialisées d'appoint.

Les pouvoirs publics prirent, à cet effet, les mesures d'ordre organisationnel et financier nécessaires accordant la priorité à l'Insémination Artificielle, outil technique le plus puissant de l'Amélioration Génétique.

A. Insémination Artificielle

Le 05 Janvier 1988 fut créé le centre National de l'Insémination Artificielle et de l'Amélioration Génétique (CNIAAG) qui a pour missions :

1-En matière d'Insémination Artificielle

-La production, le conditionnement, le contrôle sanitaire et hygiénique, le stockage et la distribution des semences bovines, ovines, caprines, équine, camélines et celles des animaux des petits élevages

-La constitution d'une Banque Nationale des Semences Animales

-Le contrôle sanitaire des géniteurs, le diagnostic et traitement des troubles de reproduction des animaux mâles et femelles concernés par l'Insémination Artificielle

-Le suivi et le contrôle des activités d'Insémination Artificielle sur le territoire national

-L'établissement d'un recensement des effectifs des différentes espèces animales concernées par l'Insémination Artificielle

-La réalisation des programmes d'approvisionnement en semences et matériel d'Insémination Artificielle, arrêtés en concertation avec les insémination et organismes concernés

-L'élaboration des programmes d'Insémination Artificielle et leur mise en œuvre.

2-En matière d'Amélioration Génétique

Le CNIAAG a pour missions

-L'organisation, le suivi et contrôle des performances génétiques et le choix des géniteurs.

-L'élaboration et la tenue des livres généalogiques, à son initiative ou en participation avec les organismes spécialisés concernés (IDEB)

-L'utilisation de la semence conformément à un programme génétique dûment établi et l'évaluation des résultats.

Pour la réalisation de ses missions, le Centre National de l'Insémination Artificielle et de l'Amélioration Génétique qui a hérité de la station expérimentale de l'IDEB de Baba-Ali (Blida) s'est doté de

-Une taurellerie d'une capacité de 20 géniteurs (taureaux testés)

-Un laboratoire de production des semences congelées en paillettes fines de 0,25 ml

-Un laboratoire de contrôle microbiologique de la semence

-Une Banque de stockage des semences bovines.

Cette première réalisation a permis au C.N.I.A.A.G, huit mois après sa création, d'entrer en production et d'atteindre ainsi son objectif essentiel qui consiste en la production et le stockage de la semence conformément au programme national d'Insémination Artificielle.

B Mise en place du réseau national de l'Insémination Artificielle bovine

Un réseau national de l'insémination artificielle a été mis en place. Il consiste en l'ouverture progressive d'Antennes d'insémination artificielle à travers le territoire national, sa structure centrale de gestion est le C.N.I.A.A.G.

C La station de Contrôle des Performances Individuelles

Elle est implantée également à Baba-Ali à proximité du CNIAAG. Cette station aura au départ pour mission d'accueillir chaque année les jeunes veaux mâles (futurs taureaux d'Insémination Artificielle) de deux races (Pie Rouge et Pie Noire, élevés séparément) issus des accouplements entre les meilleurs reproducteurs. Ces jeunes animaux subiront, dès l'âge de 30 jours, divers contrôles individuels sur leurs performances zootechniques (conduite du sevrage, contrôle de la croissance, contrôle de la fonction sexuelle et contrôle sanitaire) avant de subir l'épreuve de la descendance (Progeny-Test) dès leur sortie de la station, à l'âge de 15 mois.

Pour réaliser ce travail, la station sera dotée d'un laboratoire de contrôle de la spermatogénèse (dilution, conditionnement et congélation de la semence).

D Transplantation Embryonnaire

Le laboratoire de transfert d'embryon est en voie d'aménagement au niveau du CNIAAG, ceci à titre transitoire et dans l'attente de la construction d'une station type de transplantation embryonnaire.

Ce laboratoire abritera

- * Une salle de contrôle et mise en paillettes des embryons
- * Une salle de congélation des embryons
- * Une salle de microchirurgie embryonnaire (bissection embryonnaire).

E Laboratoire Central de Contrôle des Reproducteurs

Il est également prévu dans le cadre du plan quinquennal, la création d'un laboratoire central de contrôle des reproducteurs. Ce laboratoire dont l'importance n'est pas à démontrer aura notamment à contrôler :

- * L'origine des veaux (contrôle de la parenté grâce aux groupages sanguins)
- * Détection de toute aberration chromosomique éventuelle par le cariotype
- * Contrôle sanitaire des géniteurs et des semences.

F L'Organisation des Services des Livres Généalogiques par race et du C.I.Z est confiée à l'I.T.E.B.O.

PERSPECTIVE

L'élargissement constant de la demande intérieure en lait et viande résultant du croît démographique et de l'élévation des niveaux de vie, contraint notre pays à importer une forte proportion de ses besoins en lait (et viande) ; l'effet combiné des limitations de production au niveau des grands exportateurs et du raffermissement des cours mondiaux (triplement des prix en 2ans) fragilise notre sécurité alimentaire.

L'élaboration d'un programme à long terme de développement s'impose. En matière d'Amélioration Génétique, ce programme se propose de généraliser l'insémination à l'ensemble du troupeau bovin national.

A l'horizon 2010, un effectif de l'ordre 912 000 têtes devrait être pris en charge par l'Insémination Artificielle et ce :

1-En améliorant le système traditionnel de conduite de la reproduction (non utilisation de la monte naturelle) l'Insémination Artificielle influera positivement sur le faible taux actuel de fécondité, diminuera les cas de stérilité d'origine infectieuse et pourvoira, par là-même, à l'accroissement des productions de lait et viande , ce qui se concrétisera sur terrain par

-Une maîtrise de la reproduction conformément à l'objectif :

"Une vache - 12 mois - un veau"

-Un accroissement des effectifs femelles dans les élevages et des effectifs mâles à l'engraissement.

Cette action d'Amélioration de la conduite d'élevage évitera au pays un manque à gagner en veaux et velles évalué à 1.375 000 têtes.

Ceci permettra

-D'accroître les effectifs bovins de plus de 461 700 femelles qui viendront progressivement rajeunir le cheptel national tout en contribuant, par leur production, à la satisfaction des besoins en lait et en viande

-De réduire les importations de génisses générant une économie de l'ordre de plusieurs milliards de Dinars (Devises)

-D'accroître la production de viande rouge de 351 534 tonnes.

2 En utilisant des semences de taureaux indexés positivement, nous obtiendrons des produits améliorés (ce qui est prévu dans le cadre de l'exécution du Programme National d'Amélioration Génétique).

L'énorme apport de l'Insémination Artificielle à la santé animale n'a pas été estimé ici (produits vétérinaires, vaccins, prestations...).

G Les actions d'Amélioration Génétique :

Elles portent

- 1 Sur la Race Améliorée
- 2 Sur la Race Locale.

1 Amélioration de la Race "dite Améliorée"

Il s'agit d'un cheptel importé au cours des deux dernières décennies et qui constitue un matériel génétique performant. Cet effectif a été estimé à 158 675 têtes (1988).

L'on s'est fixé comme objectif d'Améliorer ses potentialités, par la mise en place d'un schéma de sélection classique et connu et dont nous rappelons les différentes étapes :

a Détermination des objectifs et hiérarchisation par ordre de priorité

b Contrôle des performances (caractères à sélectionner) et interprétation

des résultats. Elimination des facteurs systématiques des variations.
Calcul de l'Index de valeur génétique

c-Choix des reproducteurs d'après leur indexation

d-Utilisation des reproducteurs sélectionnés en Insémination Artificielle en vue d'assurer la diffusion du progrès génétique.

2 Amélioration de la Race Locale

La race locale, dont la presque totalité est détenue par le secteur privé qui en tire un revenu complémentaire, est présente par foyer ou berceau, sur pratiquement l'ensemble du territoire national. Cet effectif est estimé à 737.770 têtes en 1988.

Ce cheptel est caractérisé par ses faibles performances et tire son alimentation des pâturages ; il ne bénéficie pas encore de ration de soutien pendant les périodes critiques (gestion, lactation, croissance du jeune...).

Orientation de la race

En zone de montagne : la production de viande est recherchée, les rendements en lait restant modestes, en moyenne 400 kg en 1990.

* En zone de piémont : Par intégration du cheptel aux zones de cultures, les rendements laitiers attendus seront de 500 à 1000 kg.

Les actions d'Amélioration Génétique envisagées dès 1990, (avec appui de l'Insémination Artificielle) se résument comme suit :

-L'Amélioration sera arrêtée à la génération F1 dans les zones difficiles où l'affouragement et l'habitat sont précaires (50 % de sang de race locale)

-Elle sera poursuivie jusqu'à la F2 dans les zones céréalières (avec 25 % de sang de race locale)

-La vache de race locale implantée dans les zones de plaines et les périmètres irrigués sera quasiment absorbée (12,5 % de race locale - F3 et plus).

Dans les zones difficilement accessibles, le recours aux taureaux améliorateurs sera nécessaire.

CONCLUSION

La réalisation de ces programmes permettra le relèvement sensible des niveaux de production et d'acheminement vers l'autosatisfaction en matière de protéines d'origine animale.

PROGRAMME D'AMELIORATION GENETIQUE DES BOVINS AU MAROC.

A. BENTOUHAMI ET M. BATTAR

DIVISION DE PRODUCTION ANIMALE, DIRECTION DE L'ELEVAGE, MARA.
RABAT.MAROC

RESUME

Les programmes d'amélioration génétique des bovins au Maroc sont définis dans le cadre du plan laitier national élaboré en 1975 et le plan des viandes rouges (1978). Ces programmes concernent le troupeau laitier de races pures (Pie noire Frisonne, Holstein, Pie rouge et Tarentaise) provenant notamment de l'importation, et le troupeau de race locale. Ils reposent sur les axes suivants :

- 1 Importation des reproducteurs améliorés
- 2 Contrôle des performances, sélection et inscription des bovins aux L.G.S.
- 3 Diffusion du progrès génétique par le biais de l'IA et la monte naturelle
- 4 Création d'unités pépinières bovines spécialisées dans la production de reproducteurs notamment laitiers sous les conditions d'élevage du pays pour subvenir aux besoins des éleveurs et réduire par conséquent les importations
- 5 Création de la race à viande Santa-Gertudis marocaine par croisement d'absorption
- 6 Sélection de la race locale Oulmes Zaer.

Globalement, la politique poursuivie peut être schématisée comme suit :

- dans les zones irriguées du bœuf favorable (plus de 350 mm de pluie), on développe les races pures laitières et le croisement de ces races avec la race locale, notamment par l'IA

- dans les zones du bœuf défavorable et de montagne c'est les races mixtes (tarentaise) et les races à viande qui sont encouragées.

Les résultats obtenus peuvent être ainsi résumés :

- amélioration du niveau génétique de notre cheptel, qui était en 1975 à 90% de race locale. En 1988, la structure est comme suit pour un effectif total de 32 millions de têtes : 8% de race pure, 12% d'animaux croisés et 80% de race locale.

- Dans le domaine des bovins à viande, le Maroc grâce au programme d'absorption de la race locale par la Santa-Gertudis, dispose actuellement d'un troupeau Santa ne et élève au Maroc adapté à nos conditions climatiques qui nous permettra d'améliorer le niveau génétique de nos races locales dans les zones du bœuf favorable.

(Key words : Amélioration génétique bovin Maroc).

SUMMARY

The moroccan breeding programs are defined in the national milk plan (1975) and the red meat plan (1978). These programs deal essentially with the imported pure breed herds (Frisian, Holstein, Pie rouge and Tarentaise) and the local herd. They focus on

1. importation of improved male.
2. performances control, selection and registration in the standard genetic book.
3. diffusion of genetic progress by artificial insemination and natural mate.
4. creation of cattle breeding units specialized in the production of pure milk male under moroccan condition in order to reduce the importation programs.
5. cration of moroccan red meat breed bycross-breeding santa-gertridus and local breed.
6. selection of Oulmes-Zaer local breed.

Generallv, the policy applied differs according to the farming system.

- in the irrigated land and favorable rainfed zones (sup 350 mm) the milk pure breed and the Cross-breeding of this breed and the local one are developped by artificial insemination.

- in the low ranifed and mountainous zones, the mixed breed (Tarentaise) and the meat breed are developped.

The recorded results can be summarized as follow :

- improvement of the genetic level of the national herd. In fact in 1975 the herd was composed essentially of local breed (90%), however, in 1988 the 3,2 million of cattle is composed of 8% of pure breed, 12% of crossed-breed and 80% of local breed.

- for the cattle breed, Morocco has an important Santa Gertrudis herd born and raised in the moroccan condition, which can allow the improvement of the genetic level of the local breed.

INTRODUCTION

Le Maroc s'étend sur une superficie de 710 850 km² et renferme une population de 25 millions d'habitants dont 57% sont des ruraux. Les terrains agricoles s'étalent sur une superficie de 69 millions d'ha dont 11.2% de SAU, 34.1% de parcours naturels, 7.4% de forêts et terrains arboricoles et 37.3% de terrains non agricoles.

Sur les 7 millions de SAU, 1 million d'ha environ sont actuellement irrigués dont la plus grande partie par les grands barrages.

Avec ces ressources, le secteur agricole reste l'une des principales branches de l'économie du pays. Il participe avec 19% dans le Produit National Brut et offre des emplois à 40% de la population active.

La politique de developpement du secteur agricole vise a terme 4 objectifs principaux :

- Autosuffisance en produits alimentaires de base
- Amelioration du niveau de vie du monde rural
- Accroissement des exploitations des produits agricoles
- Valorisation des produits agricoles par l'agro-industrie.

Le secteur de l'elevage, de part son role important dans le monde agricole (30% environ de la valeur ajoutee agricole) occupe une place importante dans la politique nationale de developpement du secteur agricole.

Ainsi, differents plans de developpement des productions animales ont ete elabores (plan laitier 1975, plan viande et politique moutonnaire 1978), precisant les objectifs de production et les moyens et mesures a entreprendre pour les atteindre.

Tous ces plans ont preconise l'amelioration genetique du betail comme l'un des axes principaux de l'intensification de la production animale.

Nous allons passer en revue dans ce document, les programmes d'amelioration genetique des bovins au Maroc et les difficultes rencontrees dans leur execution.

1 PRESENTATION DE L'ELEVAGE BOVIN

a' Effectifs

L'evolution des effectifs des bovins au Maroc durant les 15 dernieres annees est donnee par le tableau 1 en annexe; Trois periodes ont marque cette evolution :

- . de 1975 a 1980 stagnation des effectifs aux alentours de 3,4 millions de tetes
- . de 1980 a 1984 : reduction importante de 30 % des effectifs causee par la secheresse connue par le pays durant cette periode. Le nombre de bovins a baisse de 3 a 2,36 millions de tetes
- . de 1984 a 1987 reconstitution progressive du cheptel bovins suite a l'amelioration des conditions climatiques.

Actuellement, nous comptons plus de 3,2 millions de bovins.

Cette evolution met en evidence une relation etroite entre l'elevage bovin et les conditions climatiques du pays .

Il est a noter que le cheptel bovin en plus des 800 millions de litres de lait qu'il fournit , est la premiere source de viande au Maroc avec une production de 120 000 tonnes soit 50% de la production totale en 1988.

b. Races bovines et structure du cheptel

Les types genetiques eleves au Maroc sont de 3 categories:

+ Les races pures principalement laitieres d'origine importees Piennoire Frisone, Holstein, Pie Rouge Fleckvieh, Montbéliard et Tarentaise. Elles representent 8% de l'effectif total soit 250 000 têtes.

+ Les races locales caracterisees par une grande rusticite et adaptation aux conditions d'elevage du pays, mais a faible productivite et representent 80% de l'effectif total soit 2.560 000 têtes

+ Les animaux croises resultant du brassage entre ces races representant 12% de l'effectif total soit 390 000 têtes.

La structure du troupeau bovin a connu une evolution importante depuis 1975 suite aux interventions du Ministere de l'Agriculture et de la Reforme Agraire (MARA) et aux efforts d'amelioration genetique entrepris par les eleveurs.

En effet, la part des animaux ameliores (race pure et animaux croises) est passee de 10% en 1975 a 20% en 1987 comme le montre le tableau 1 en annexe.

c. REPARTITION GEOGRAPHIQUE

La repartition geographique de l'elevage bovin est determinee principalement par les conditions climatiques et les potentialites de production fourrageres de chaque zone. Ainsi dans les grands perimetres irrigues (au nombre de 9), les zones de P.M.H (petite et moyenne hydrauliques) et les zones du

" bour favorable"(1) , a grandes potentialites de production fourrageres et a acces faciles, les races pures d'origine importees et les animaux croises sont majoritaires. Les bovins de race locale se repartissent dans les zones montagneuses et les zones du "bour defavorable" (2).

2. Plan de developpement de l'Elevage

Le Ministere de l'Agriculture et de la Reforme Agraire a mis au point deux plans de developpement et d'intensification des productions animales :

2-1 Le plan laitier National

Lance en 1975, le plan laitier National a trace la politique de developpement du secteur laitier a moyen et long terme (horizon 2000). Il a definit les objectifs de production et les moyens et mesures necessaires pour les atteindre. Ces objectifs ont ete arretes en ayant comme buts :

- l'autosuffisance en produits laitiers
- augmentation de la consommation du lait pour atteindre 92 litres/habitant/an en l'an 2000 au lieu de 43 litres/habitant/an en 1975.

(1) "bour favorable" : plaines a plus de 350 mm de pluie/an

(2) "bour defavorable : zones recevant entre 200 et 350 mm de pluie/an

Les axes principaux de developpement de la production laitiere preconises par le plan laitier reposent sur

- * L'augmentation de la productivite du cheptel par
 - l'amelioration du niveau genetique des animaux
 - l'amelioration des techniques de l'elevage
- . encadrement sanitaire, hygiene et conduite des troupeaux.
- . amelioration des conditions d'alimentation du cheptel.
- * L'implantation a la charge de l'Etat d'un vaste reseau de centre de collecte de lait.
- * Le developpement de l'industrie de transformation du lait
- * Des mesures de soutien a la production et la garantie d'un prix remunerateur aux elveurs.

L'amelioration genetique a ete prioritaire dans les interventions des pouvoirs publics aussi bien du point de vue programmation dans le temps que moyens financiers mis en oeuvre.

2-2 Le Plan de viandes rouges

Elabore en 1978, le plan viande a pour objectifs le developpement et l'intensification de la production des viandes rouges en vue de maintenir dans un premier temps l'equilibre entre l'offre et la demande et d'ameliorer par la suite la production et la consommation en ces produits.

Ce plan qui a concerne aussi bien les ovins que les bovins a lui aussi donne une place de choix a l'amelioration genetique de ces especes animales.

3 Programme d'amelioration genetique des bovins laitiers.

Les programmes d'amelioration genetique des bovins entrepris par le Ministere de l'Agriculture et de la Reforme Agraire dans le cadre du Plan Laitier National depuis 1975 portent sur :

- * l'introduction de genisses de races pures hautement performantes
- * le controle des performances laitieres.
- * la selection et l'inscription des bovins aux Livres Genealogiques Standards (L.G.S).
- * la diffusion du progres genetique par le developpement de l'insemination artificielle et la monte naturelle
- * la creation d'unites pepinieres bovines chez les eleveurs privs specialises dans la production de reproducteurs ameliorees de races pures

- * l'encouragement des éleveurs à adhérer aux programmes d'amélioration génétique dans le cadre du code des investissements agricoles.

3-1 Introduction des génisses de races pures

L'importation de génisses de races pures performantes a constitué l'une des principales actions du plan laitier national. Un programme portant sur une moyenne de 5 000 génisses/an a été retenu depuis 1975 en vue d'améliorer la productivité du troupeau local et de constituer un troupeau de races pures performantes. Le tableau 2 en annexe donne l'évolution de ces importations. On constate que l'importation a pris de l'ampleur (plus de 12 000 par an) à partir de 1983 et ce dans le cadre des programmes de reconstitution du cheptel dument éprouvé par la sécheresse de 1980 à 1983 qui a frappé le pays.

En ce qui concerne le type de bétail importé celui-ci se compose de plus 85% de la race frisonne pie noire holsteinisée en provenance d'Europe. La race Holstein en provenance du Canada a été importée au Maroc en 1978 au profit de la société COMAGRI (600 têtes) puis en 1982 (600 têtes). En 1987-88, un programme d'importation de la race Holstein portant sur un effectif de 4000 têtes en provenance des USA a été réalisé au profit des éleveurs.

Il est à noter que jusqu'à fin 1987, l'acquisition des génisses reproductrices était subventionnée par l'Etat.

Après 1987, les importations de bétail ont baissé : 3900 en 1988 et 500 en 1989. Cette baisse des importations est causée par deux raisons principales :

- La volonté des pouvoirs publics d'encourager la production locale des génisses adaptées aux conditions climatiques et d'élevage du pays. Pour se faire un programme de création d'unités pépinières bovines a été mis en place à partir de 1985; ce programme sera détaillé plus loin.

- La situation difficile que traverse l'élevage depuis 1987 caractérisée par une baisse des cours de bétail, notamment les bovins à viande, et une augmentation des prix de revient du lait et de la viande.

3-2 Contrôle des performances laitières

Le contrôle laitier des bovins a été lancé au Maroc depuis 1968 dans les étables des sociétés étatiques puis il a été renforcé et étendu aux étables des éleveurs privés dans le cadre du Plan Laitier National (1975).

Il est pratiqué selon la méthode A 30 définie par le C.I.C.P.L.B. (comité international du contrôle de la productivité laitière du bétail) : Contrôle une fois par mois sur toutes les traites pendant une période de 24 heures.

Les critères contrôlés sont : la qualité du lait, le taux butyreux et la qualité de matières grasses

Actuellement 12.000 vaches (de race pie noire frisonne, Holstein, pie rouge et tarentaise) reparties dans 370 etables sont suivies par le controle laitier.

c Selection et inscription des bovins aux L.G.S

Les programmes d'importation de betail et de controle des performances laitieres ont aboutit en 1973 a l'ouverture au Ministere de l'Agriculture et de la Reforme Agraire de quatre livres genealogiques standards pour les races Holstein, Pie Noire, Frisonne, Pie Rouge et Tarentaise.

A present, le nombre d'animaux inscrits aux LGS est le suivant

L.G.S	fenelles	males	total
Pie Noir frisonne	7750	1552	9302
Holstein	2488	1079	3567
Pie Rouge	390	130	520
Tarentaise	244	730	974
T O T A L	10 872	3491	14 363

3-3 DIFFUSION DU PROGRES GENETIQUE

La diffusion du progres genetique est assuree par deux methodes complementaires : l'IA et la monte naturelle.

3-3-1 INSEMINATION ARTIFICIELLE

Dans ce domaine, une importante infrastructure a ete mise en place notamment la creation de deux Centres Regionaux d'Insemination Artificielle (CRIA) d'une capacite de production de 400 000 doses par an :

- Le premier en 1968 situe pres de Casablanca et dessert la region du sud
- Le deuxieme en 1973 situe pres de Kenitra et dessert le nord et l'est du pays.

Ces deux centres sont appuyes par 25 sous centres regionaux ou interviennent environ 150 agents inseminateurs.

Le tableau 3 en annexe donne l'evolution du nombre d'IA realisees de 1973 a 1988. On constate que le pic des realisations a ete atteint en 1976 (43 750 IA) puis une regression continue du nombre d'IA pour chuter a 25 600 IA en 1985.

A partir de 1986 le nombre d'IA a marque un redressement pour atteindre 37 614 IA en 1988.

Ces resultats sont juges tres insuffisants et restent loin d'atteindre les objectifs du Plan Laitier National qui a projete pour 1988 plus de 120 000 IA. Cette situation est due a plusieurs contraintes dont les principales sont

- La reticence des eleveurs notamment les plus petits a accepter la technique, beaucoup d'entre eux preferent le taureau meme si sa valeur genetique est faible.

- le manque de moyens materiels mis a la disposition de l'operation par l'Etat, et son incompatibilite avec les horaires administratifs des agents inseminateurs. Il est a preciser a cet effet que l'IA est realisee par les agents inseminateurs relevant des services regionaux d'elevage, ceux-ci ne peuvent assurer la presence et la mobilisation qu'exige l'IA.

Pour remedier a cette situation il a ete decide de confier a partir de 1988, la prise en charge des frais de l'IA aux cooperatives et associations d'eleveurs. L'Etat dans une premiere etape continuera a fournir gratuitement la semence, une partie du materiel; et les eleveurs prennent en charge les frais de transport et les indemnites du personnel. Les inseminateurs sont mis a leur disposition par l'Etat.

Niveau genetique de semences utilisees

Les semences utilisees jusqu'en 1987 proviennent des taureaux non testes sur descendance, mais selectionnes simplement sur leurs ascendances. Ceci a decourage certains eleveurs, surtout ceux ayant constitue un troupeau de haute valeur genetique par le biais de l'importation, a utiliser ces semences sur leurs troupeaux.

A partir de 1988, le Ministere de l'Agriculture et de la Reforme Agraire a ouvert l'importation de semences congelees au profit des eleveurs et a procede a l'importation des semences au profit des unites pepinieres bovines agreees (15 000 doses)

Par ailleurs, un programme de testage de taureaux sur descendance est lance depuis 1988 au niveau du CRIA Fouarat portant sur un effectif de 30 taurillons de race Holstein par an issus de peres importes et meres a meilleur index laitiers au niveau national. L'objectif de ce programme est l'obtention a partir de 1992 de 5 taureaux prouves et testes sur leur descendance en vue de les utiliser en IA.

Ce programme de testage de geniteurs sur leurs descendance est realise en collaboration avec un centre d'IA Francais. Un echange de semences de testage sera effectue pour assurer une grande fiabilite des resultats.

3-3-2 Monte naturelle

Dans les regions d'elevage bovin a acces difficile non touchees par l'IA, un reseau de stations de monte naturelle est mis en place par l'Etat. En 1988, ce reseau comprend 160 stations peuplees par 230 taureaux realisant 20 300 saillies (tableau 4). Il en ressort que le nombre de saillies realisees par taureau reste tres faible, et ce en raison :

- de la dispersion des elevages
- des problemes de gestion de ces stations et de conduite technique

Pour remédier à cette situation et au même titre que l'IA, la gestion de ces stations a été confiée progressivement aux coopératives et groupements d'éleveurs bénéficiaires. À partir de 1988, l'État n'assure que le peuplement de ces stations.

3-4 Programme de création d'unités pépinières

Les programmes d'importation de bétail et de sélection des bovins, ont permis la constitution d'un troupeau important de races pures d'origine importées qui a atteint actuellement plus de 230 000 têtes. Le renouvellement et l'augmentation des effectifs de ce troupeau ont été assurés jusqu'en 1987, principalement par le biais des importations de génisses pleines et par la production de génisses des unités spécialisées gérées par les sociétés étatiques (COMAGRI, SODEA et SOGETA) qui mettent sur le marché entre 2500 et 3 000 génisses/an.

L'importation de génisses s'est avérée une opération coûteuse et pas très économique. Pour cela le Ministère de l'Agriculture et de la Réforme Agraire a lancé dès 1987 un programme de création d'unités pépinières bovines chez les éleveurs privés spécialisés dans la production des reproducteurs sélectionnés de races pures. L'objectif visé par ce programme est la production des reproducteurs notamment les génisses dans les conditions climatiques et d'élevage du pays en vue de faire face à la demande locale et de réduire progressivement les importations des génisses. Il est projeté d'atteindre l'autosuffisance en génisses de remplacement en 1992.

Le Ministère de l'Agriculture et de la Réforme Agraire accorde la priorité à ces éleveurs dans l'encadrement technique, les aides octroyées par l'État, et donne une subvention à la production de reproducteurs sélectionnés. Celle-ci étant de 1500 DH pour les génisses et 1200 DH pour les géniteurs mâles retenus par la commission de sélection de ces animaux désignée à cet effet.

Il est à noter à ce sujet que la subvention qui était accordée à l'acquisition de génisses a été supprimée à compter du 1^{er} janvier 1988, et remplacée par la subvention à l'éleveur producteur, c'est à dire aux U.P.

À ce jour, le nombre d'unités pépinières agréées est de 278 pour un effectif de 10 000 vaches reproductrices de races pures. À ces unités s'ajoute une quarantaine d'élevages appartenant aux sociétés d'État (COMAGRI 17, SODEA 23 et SOGETA 08) avec un effectif de 3000 vaches.

L'ensemble de ces unités ont permis en 1988 d'offrir au marché national 7000 génisses de races pures environ ; ce qui a permis de réduire les importations des génisses comme on vient de le constater dans le tableau 2 précédent.

3 Programme d'amélioration génétique des bovins à viande

Il est à souligner que les actions entreprises dans ce cadre sont de moindre importance en comparaison avec celles réalisées pour le développement des bovins laitiers, du fait que ce dernier programme a eu en effet des repercussions sur l'amélioration de la production de viandes à travers les croisements entre les races laitières (principalement la Frisonne Pie Noire) et les

racas locales. Ceci etant precise, nous presentons dans ce qui suit deux operations importantes d'amelioration genetique des bovins a viande qui ont donne des resultats prometteurs.

3-1 Programme de croisement d'absorption de la race locale par la santa Gertrudis

Depuis une quinzaine d'annees, le Ministere de l'Agriculture et de la Reforme Agraire a entrepris des essais d'injection de genes de races boucheres dans le troupeau local au niveau des zones non touchees par le plan laitier. Apres plusieurs essais de races en station, la race Santa Gertudis d'origine americaine a ete jugee la plus adaptee aux conditions climatiques et au mode de conduite des elevages de race locale du pays.

A partir de 1978, un programme de croisement d'absorption de la race locale par la race santa Gertudis a ete lance dans deux societes etatiques : la Societe Nationale de Developpement de l'Elevage (SNDE) avec trois unites et la societe Ranch Adarouch avec une unite.

PROVINCE	SOCIETE	UNITE	SUPERFICIE (ha)	EFFECTIF
KHEMISSSET	SNDE	TIZITINE	2000	1500
BENSLIMANE	SNDE	BENSLIMANE	2500	1000
LARACHE	SNDE	ZOUADA	2500	1000
IFRANE	RANCH ADAROUCH	-	10 000	5000

L'objectif de ce programme est la production par croisement d'absorption d'une race Santa-Gertrudis performante et adaptee aux conditions d'elevage marocaines.

Il est a noter que ce programme de selection est soutenu financièrement par le Ministere de l'Agriculture et de la Reforme Agraire puisqu'une subvention de 1000 DH/ tete est accordee aux animaux de la deuxieme generation et plus.

A partir de 1987, et apres avoir domine les techniques d'elevage de cette race, le Ministere de l'Agriculture et de la Reforme Agraire a mis en place un programme de diffusion et de vulgarisation de la santa dans les zones du bour favorable avoisinant les unites des societes d'Etat sus-citees. Ce programme est confie a la SNDE dans le cadre d'une convention qui la lie avec le Ministere de l'Agriculture et de la Reforme Agraire.

Les interventions qui se font en collaboration avec des services regionaux d'elevage consistent principalement en

- la mise a la disposition des eleveurs de geniteurs pour la saison de reproduction
- suivi et encadrement technique des eleveurs dans les domaines de l'alimentation, de la sante, etc.
- organisation de concours entre les eleveurs pour les inciter a ameliorer la qualite de leurs animaux
- organisation des eleveurs en groupements et cooperatives.

3-2 PROGRAMME DE SELECTION DES RACES LOCALES

Le cheptel bovin local est composé en grande majorité de deux types d'animaux : la brune de l'Atlas et la blonde de Oulmes-Zaer. Cette dernière dont le berceau se trouve dans la région de Oulmes province de Khemisset dispose d'après les premières informations recueillies auprès des agriculteurs de potentialités importantes. C'est pour mieux connaître et développer les potentialités de cet animal qu'un programme de sélection a été mis en place en 1988 en collaboration avec le PNUD. Ainsi, une unité pépinière de sélection et de multiplication des reproducteurs de cette race a été créée au niveau de l'unité gérée par la Société Nationale de Développement de l'Élevage dans la région d'Oulmes, berceau de la race. Cette unité pépinière comprend 200 bovins de race Oulmes-Zaer et a pour objectif la mise au point d'un schéma de sélection de cette race et la diffusion du progrès génétique auprès des éleveurs.

Par ailleurs, un programme intéressant l'encadrement des éleveurs de cette race est mené en parallèle en vue de les encourager à améliorer la conduite de leurs élevages, pratiquer la sélection de leurs animaux, et les préparer pour qu'ils puissent prendre la relève de l'État en poursuivant le schéma de sélection qui sera mis au point.

Tableau 1. Evolution des effectifs de bovins selon la race au niveau national: valeurs absolues (en mille têtes) et fraction en nombre du total (en pourcent).

Année	Type génétique								Total
	locale		améliorée		pure		croisée		
	(1000)	(%)	(1000)	(%)	(1000)	(%)	(1000)	(%)	
1975	3263	90,1	357	9,9					3620
1980	3038	90,0	337	10,0					3376
1983	2145	88,2	286	11,8					2431
1984	2035	86,1	328	13,9					2363
1985	2135	85,4	366	14,6	146	6,0	220	8,6	2501
1986	2418	84,8	444	15,2	173	6,0	261	9,2	2851
1987	2618	82,4	559	17,6	235	7,4	324	10,2	3177
1988	2553	81,4	584	18,6	244	7,6	340	10,8	3137

Tableau 2. Evolution des importations des génisses pleines.

Année	Nombre effectif (en tête)
1974	2 000
1980	6 975
1981	400
1982	1 900
1983	14 490
1984	12 471
1985	5 052
1986	21 463
1987	13 421
1988	3 899

Tableau 3. Evolution des réalisations de l'insemination artificielle: nombre (N) et fraction en nombre du total (%).

Année	Centre d'insemination artificielle				Total		Taux d'évolution
	Ain Jemaa		Fouarat				(% par an)
	N/1	(%)	N/1	(%)	N		
1973	11 810	72,6	4 460	27,4	16 270		
1976	25 464	58,6	17 986	41,4	43 450		2,67
1980	21 219	65,1	11 386	34,9	32 605		0,75
1982	18 855	55,8	14 880	44,1	33 735		1,03
1983	19 151	60,4	12 538	39,6	31 689		0,94
1984	15 282	55,2	12 408	44,8	27 690		0,87
1985	13 832	54,0	11 777	46,0	25 608		0,92
1986	14 035	48,9	14 644	51,1	28 679		1,12
1987	18 278	50,8	17 688	49,2	35 966		1,25
1988	19 261	51,2	18 353	48,8	37 614		1,05

Tableau 4. Evolution de l'activité des stations de monte bovines.

Année	Nombre de stations fonctionnelles	Nombre total de taureaux	Nombre total de saillies
1977	217	427	32 446
1980	173	293	20 870
1981			26 000
1983	215	347	26 670
1984	264	386	39 358
1985	252	332	29 360
1986	238	309	27 834
1987	119	210	18 583
1988	160	233	20 311

CONTROL OF THE RECENT SITUATION OF CATTLE HEREDITARY IMPROVEMENT ACTIVITIES IN GREAT LIBYAN ARAB JAMAHIRIYA

A.M. EL Madawekh¹ , M.U. Ben Jareed² and B.H. Al-Aswad²

1. Regional Agricultural Research Centre, Tripoli
2. Cattle Development Project, Tripoli.

Summary

In Great Libyan Jamahiriya, attention to the animal resources and its development comes in the frame work of the general strategie for developing the agricultural sector.

In the field of cattle breeding and dairy production, tens of the productive stations were established and thousands of the lactiferous Friesian cows were distributed among the farmers in order to obtain Self-Sufficiency in milk.

For long years ago, sheeps, goats and camels were considered as the most significant kinds of animals reared in Jamahiriya. There are also some domestic cattles which its origin goes back to ancient historical reigns and the Libyan cows are, to far extent, similar to those of Arab Maghrib and, to some extent, to the Egyptian ones.

The Atlas Libyan cows are majorly spreading along the Coastal Plain, mountains, low montaneous regions and the southern Oasises. These cows are small in size, weak in structure, obedient and easy to pasture ; so, it is used in the purpose of farming such as plowing and lifting water. They are mainly bred for the production of milk and meat, where the seasonal production reaches to 1250 kg and the average of fat 4 %.

Foreign cows races were imported in order to achieve self sufficiency in milk and meat ; so, 32000 heifers have been imported during the period 1976 - 1981 and 11 500 from 1982 to 1989.

In order to preserve a pure highly productive race, the locally born calves are selected and classified to be fertilized with high quality imported semen.

So 70 000 doses of semen have been imported during the period 1979-1989 from 57 Friesian stallions, from 8 developed countries.

A complete centre for artificial fertilizing by collecting, preparing and distributing the spermatic fluids will be established in Libya . At the start, excellent stallions will be imported and local stallions will be selected in that centre which is expected to produce round 600 thousands of semens of the preselected stallions.

Résumé

En Lybie , une attention particulière a été accordée au développement des ressources animales et ce dans le cadre de la Stratégie de développement du secteur agricole.

Dans le domaine de l'élevage bovin et la production laitière, des dizaines de stations de production ont été créées et des milliers de femelles laitières frisonnes ont été distribuées aux éleveurs en vue d'atteindre l'auto-suffisance en lait.

Dans le passé, les ovins, les caprins et les camélidés étaient considérés comme les espèces dominantes élevées en Lybie. Il y avait aussi des bovins locaux dont l'origine remonte très loin ; les vaches Lybiennes sont assez comparables à celles des autres pays du Maghreb et, jusqu'à une certaine mesure, à celles d'Egypte.

Les vaches de l'Atlas Lybien sont réparties essentiellement le long de la plaine Côtière, dans les zones montagneuses et semi-montagneuses ainsi que dans les Oasis du Sud. Ce sont des vaches de petite taille, de constitution faible, adaptées et peu exigeantes ; elles sont élevées dans le but de travailler le sol, de puiser l'eau et produire du lait et de la viande puisque leur production laitière, quoique saisonnière, peut atteindre 1250 kg de lait à 4 % de matière grasse.

Les races pures ont été importées dans le but de réaliser l'auto-suffisance en lait et en viande. Ainsi, 32 000 génisses pleines ont été introduites durant la période 1971-1981 et 11 500 entre 1982 et 1989.

Afin de préserver le niveau génétique des races pures hautement productives, les vaches nées localement sont sélectionnées et classifiées en vue de leur insémination avec de la semence importée de bonne qualité ; ainsi, 70 000 doses de semences ont été importées entre 1979 et 1989, à partir de 57 taureaux et de 8 pays développés.

Un centre d'Insémination Artificielle sera créé en Lybie ; il aura pour rôle la collecte, la préparation et la distribution des semences animales. Au départ, des taureaux de grande valeur génétique seront importés en attendant que des taureaux nés localement soient sélectionnés dans ce Centre qui est appelé à produire environ 600.000 doses de semences animales.

Forward

Since the uprise of Great Al-Fateh Revolution, the march of revolutionary Libya has been persistently striding towards a comprehensive transformation to the economic entity involving all the foundations of its structure partially and totally. An accessive consideration has been given for the development of the agricultural sector as a basic support to the country's economic entity and a main source of feeding and dressing.

Accordingly, attention to the animal resources and its development comes in the frame work of the general strategy for developing the agricultural reclamation sector and lands restoration in Great Jamahiriya as a basic element of the national economy along with its role in providing the complete nutrition as a vital result for the increase of the national income, the rise of the living standards and the development of the nutritional and hygiene consciousness.

So the revolution symbolized in the Secretariat of the People's Public committee of the Agricultural Reclamation and Land Restoration has been working for setting up programmes and integrative plans for developing

Table 1 . Animal Production During 1970-1987 (By Thousands Tons)

Production	1970	1987	Increase
Meat	42.3	130	87.7
Milk	52.4	200	147.6
Eggs (Millions)	45.5	607.5	562

the animal resources through establishing the various specialized projects such as poultry, cattles, sheeps and camels.

In the field of cattle breeding and dairy production, tens of the productive stations were established and thousands of the lactiferous cows of the highly lucrative - Frizian - were distributed among the farmers in order to obtain self-sufficiency in milk.

Also many clinics, veterinal units and centres of milk collection were established to provide services, vaccination and essential medical treatment. Many technical cadres were qualified for the administration of these projects and to provide guidance to farmers. Also, vast areas of lands were invested for providing fodders necessary for animals.

The data of animal production indicates that the meat production shifted from 42 000 tons in 1970 to 130 000 tons in 1987 by an average production 21 kg per capita in 1970 and 32 kg per capita in 1987.

During that same period the milk production shifted from 52 400 tons in 1970 to 200 000 tons in 1987 and the average per capita shifted from 26kg to 49 kg.

Eggs production shifted from 45.5 millions to 607 millions with an average per capita of 23 eggs in 1970 and 147 in 1987.

Great Socialist People's Libyan Arab Jamahiriya

Site

Great Jamahiriya is located in the north of the African continent along a coastal strip of 2000 KM. in the southern Mediterranean. It is bordered by Egypt and Sudan in the East, Tunis and Algeria in the West and Chad and Niger in the South.

Area and Population

The area of Jamahiriya is about 1 777 500 Square KM. with a population exceeding 4.5 millions.

Climate

Jamahiriya climate is a mixture between the Mediterranean and the desert climate. Descending towards the South the effect of the Mediterranean climate decreases and consequently increases the effect of the desert climate. This difference is imaged in the difference of temperature degrees. So the climate is moderate at the coast and hot in the majority

of other areas. Humidity increases in summer and the beginning of autumn according to evaporation and winds. The minimum degrees of temperature are recorded in January with the maximum in July and August. These climate differences are reflected in the sorts of vegetation cover, distribution of plants and animals and the soil formation.

Rains

The coastal strip area is considered as the most rainy area in Jamahiriya (150-550) mm annually and some times it ranges to 600mm in Al Jabal Al Akhdar Coastal area.

Cattles Hereditary Improvement Programme in Jamahiriya

Sheeps, goats and camels are considered as the most significant kinds of animals reared in Jamahiriya for long years ago. There are some domestic cattles which its origin goes back to ancient historical reigns and the Libya cows are to far extent similar to those of Arab Maghrib and to some extent to the Egyptian ones (Dimiati and Baladi).

The Atlas Libyan cows are majorly spreading along the coastal Plain, mountains, low mountaneous regions and the southern oasises. These cows are small in size, weak in structure, obedient and easy to pasture. So, it is used in the purposes of farming such as ploughing and lifting water. They are mainly bred for the production of milk and meat where the seasonal production reaches to 1250 kg. and the average ratio of fats 4%.

The domestic cows have acclimated and become through natural Selection able to resist drought, lack of grass lands, diseases and other environmental conditions.

Pentlaraia cows wich descended from a Mediterranean island bearing that name took to a far extent like the domestic cows Atlas and basically differ in size and productivity. The Italians reintroduced them in Libya after cross-fertilization with domestic cows. Very few cows of this sort are bred in the western coastal region and sometimes it is difficult to distinguish them from the local cows.

Due to the rise in living standards in Jamahiriya and the oil discoveries the country directed to adopt transformation plans in all the fields and gave consideration to agriculture and agricultural projects were established in different parts of the country.

The field of animal production started its role, particularly foreign cows races were imported in order to achieve self-sufficiency in milk and meat. In the import of these races certain minute specifications subject to conditions approved by the concerned administrations were considered, such as :

General conditions

- Kind : Freizian or Holstein-Freizian registered and related.
- Colour : Black and white
- Age : 20-24 months
- Pregnancy : 4-7 months and pregnancy should be confirmed by a veterinarian.
- Weight : 400 kg as minimum.

Body Formation

- According to the phenotype of the excellent milk cows
- With a feminine features head proportional with the size and body
- Legs should be strong and straight
- Back should be straight with deep wide chest (barrel shape)
- Hair should be short, soft and shining with a convenient length of tail.
- Teats from spongy tissues with projectile milky veins with only four nipples with a soft touch and a convenient size and length. A few cows with excessive nipples may be accepted provided that the nipples should not exceed two lean nipples at a distance from the original nipples and in a way do not hinder the mechanical milking operation.

Veterinary Conditions

The heifer should be associated with an official certificate clarifying the following :

- That the heifers are in a good healthy condition, free of infectious diseases, dermatosis and any traces of the apparent or potential teats inflammation

- The source of heifers should be flocks bred in areas completely free of infectious diseases, specially, tuberculosis - trichomonas,- infectious abortion - cattle plague - fibrosis- leptospirosis -pulmonary crystal inflammation - John's disease vaginal inflammation . And that should be confirmed by a veterinary certificate from the country of origin

- The heifers should be vaccinated against foot-and-mouth disease in a period not less than two weeks and not more than three months before loading. Animals from countries officially confirmed free of that disease, will be exempted provided that an official health certificate is presented

- That the records were examined and found negative against tuberculosis, infectious abortion, leukosis, trichomonas and fasciola hepatica in a period not less than one month before loading date

- Heifers should be vaccinated against coal fever three days before loading date and against travelling fever immediately before loading.

Productivity

Computed on the basis of 305 days.

Mother

Grade: Good as minimum. Its productivity should minimally coincide with one of the following seasons :

- First milking season - 4500 kg of milk - 170 kg fat
- Second milking season- 5000 kg of milk - 185 kg fat
- Third milking season - 5500 kg of milk - 200 kg fat

Mother's Mother

Grade: Good as minimum. Its productivity should minimally coincide with any of the following seasons :

- First milking season - 4300 kg of milk - 165 kg fat
- Second milking season- 4800 kg of milk - 175 kg fat
- Third milking season - 5300 kg of milk - 190 kg fat

Father : Heifers Fertilizing Stallion

The tested - stallion should be from grade (A+) or a stallion related to three generations of mothers with a minimum grade of good.

Father's mother should be : The mother of stallion used in impregnation and fertilization of the heifer should have actualized in 305 days. Productivity coincides with one of the following seasons :

- First milking season - 6000 kg of milk - 235 kg of fat
- Second milking season - 7000 kg of milk - 265 kg of fat
- Third milking season - 7500 kg of milk - 275 kg of fat

Concerning the field of cattle breeding, the total number estimated according to the ownerships of the public sector and individuals is 156 thousands, distributed as follows :

First : Public Sector Stations

The number of stations affiliate to the public sector are 43 stations distributed in the different parts of Jamahiriya and the number of cattle reaches to 36285 heads of Ferizian race.

Table 2 . Number of animals and poultry in Jamahiriya During the year 1971 - 1983.

(N° in thousands)

Year	Sheep	Goats	Cattle	Camels	Poultry
1971	2284	1141	101	120	1573
1972	2274	1109	106	122	2415
1973	3100	1000	121	120	5050
1974	3500	1147	150	64	3886
1975	4183	1897	189	71	5688
1976	4434	1857	195	75	6213
1977	3826	1514	179	69	6775
1978	3982	1617	183	71	5991
1979	5445	1463	181	134	7099
1980	5500	1500	180	136	7600
1981	4982	1678	143	98	8823
1982	5129	1675	136	103	9500
1983	5280	1672	137	109	10900

Table 3 . Number of animals in Public Sector Stations.

Number of Stations	Number of animals			Total
	Cattle	Grown	Suckling	
43	17934	13806	4545	36285

Secondly : Farmers sector

Total number of cattle owned by farmers is estimated as 90.06 thousands in 1984 and it increased and reached 120 thousands in November 1989.

The majority of cattle indicated in tables 3 and 4 is from the face of Ferizian and Holstine cattles imported from the countries of origin and then have reproduced locally in both sectors and in an endeavour for accomplishing self-satisfaction in milk and meat. The main reasons lurking beyond the import of this race was to resurrect a local Lybian Ferizian through selection, reproduction and fixation of the good productive and reproductive features along with the resistance of diseases, acclimation with the quality of food and local environmental conditions.

Beside the numbers indicated in Table 5 about 8000 cattle were imported during the period 82-89 for the People's Sector and 3500 were supplied for farmers who purchased it by loans granted by the Agricultural Bank a matter made the number of cattle imported during 1971-1989 reaches 43 500.

In order to preserve a pure highly productive race the locally born calves are selected and classified according to minute scientific specifications so as to be fertilized with the spermatoc fluid imported from sources of confidence and according to the studies of the data and hereditary features of each stallion.

As an example for that the below table shows the number of imported semens and sort and number of stallions and the exporting country for the

Table 4 . Number of Farmers Domestic and imported Cattle

Year	Number
1984	90.06
1988	110
1989	120

Table 5 . Number of imported animals during 1971 - 1981.

Year	Number of Cattle
1971	1105
1972	2487
1973	4841
1974	6956
1975	9054
1976	2544
1977	497
1978	1000
1980	500
1981	3949
Total	31933

account of the cattle breeding project in Tripoli.

Table 6 . Number of the imported semens and kind and number of stallions and the country of origin during the period 1979-1989.

Year	Number of Semens	Number of Stallions (Frizian)	Exporting country
1979	3500	6	Holland
1980	5900	6	Germany
1981	5100	5	New Zealand
1982	6000	5	Germany
1983	5000	5	Denmark
1984	14000	8	Germany
1987	15000	7	Canada
1989	15000	14	Germany
Total	69 500	57	

Despite the import of that semens of the spermatic fluid, but still there are some public stations using the liquid spermatic fluid and sometimes the stallions play major role in natural fertilization in cases of the deficiency of the imported frozen spermatic liquid.

Now work is going on in establishing a complete centre for artificial fertilization by collecting, preparing and distributing the spermatic fluid among farmers and projects.

At the start of operation of those centres consideration will be given to the necessity of importing excellent stallions or selecting local stallions of good hereditary qualities and free of sexual diseases. This centre is expected to produce round 600 thousands of semens of the preselected stallions.

It is known also that there is a tight linkage between the cattle productive efficiency and the providance of the good coarse fodder particularly the green one and also the ready fodders which have a good effect on production rates. The problem of producing dry and green fodders lurks mainly in the lack of areas allotted for agriculture particularly in the areas where cattles exist and that is referred to the persistent decrease in the levels of irrigation water and consequently the decrease of hectare productivity. In this field the state established many Feed-mixing plants and adopted an ambitious plan for exploiting the waters of the Great Man-made river in developing the sources of coarse and green fodders where it is expected to accomplish the following production from the different Great man-made river project units.

A. Plant production

It is expected to produce 142 thousand tons of wheat annually and 82 thousand tons of dura to be used in the industry of concentrated fodders and the production of about 324 thousand tons of the dry fodders annually.

B. Animal production

According to the expected quantities of fodders, it is expected to breed 1350 heads of dairy cattle and 255 thousand heads of sheeps. 14 thousand tons of meat are expected to be produced annually plus 78 million litres of milk from the productive units of the Great man-made river project.

MISE AU POINT SUR LES ACTIONS D'AMELIORATION GENETIQUE DES BOVINS EN MAURITANIE

M. el Moctar & O. el Moustapha

Centre National d'élevage et de recherches vétérinaires. Nouakchat.
Mauritanie

RESUME

La Mauritanie est un grand pays d'élevage, basé sur une civilisation de pasteurs transhumants, exploitant des ruminants.

Les bovins y sont dominants, essentiellement des zébus, avec des grands troupeaux transhumants ayant tendance à se sédentariser par suite de la sécheresse. Ils produisent lait et viande, le lait étant dominant. La sélection reste traditionnelle avec échange des meilleurs géniteurs entre troupeau. Seuls quelques essais sont réalisés avec importation d'animaux exotiques zébu du Pakistan et quelques Frisonnes françaises.

Les possibilités offertes par la vallée du fleuve Sénégal devraient permettre de développer un élevage bovin performant.

SUMMARY

Mauritania is an important country for cattle breeding which is there based on a civilization of transhumant shepherds rearing ruminants.

Cattle predominate, mainly zebu in large transhumant herds which have a tendency to settle because of drought. They produce meat and milk, milk predominating. Selection remains natural with the exchange of the best soies between herds. Only a few experiments are made based on the import of exotic animals zebu from Pakistan and a few French Frisian cows.

The possibilities offered by the valley of the Senegal river should enable the development of an interesting type of cattle breeding.

1. INTRODUCTION :

A l'instar des autres pays sahéliens, la Mauritanie est réputée comme étant un grand pays d'élevage.

En effet, l'activité d'élevage représente pour les populations plus qu'une activité économique, mais un mode de vie et une civilisation de pasteurs transhumants et nomades. Cet élevage concerne essentiellement les ruminants : bovins, ovins, caprins, camélins.

Parmi ces espèces, les bovins occupent une place prépondérante. Ainsi devrait-on rappeler les caractéristiques de l'élevage bovin en Mauritanie, ses productions, avant de faire le point des actions menées tant par l'éleveur que le technicien pour apporter des améliorations génétiques chez le bovidé selon les objectifs fixés.

I L'ELEVAGE BOVIN EN MAURITANIE

I.1 Les races bovines élevées en Mauritanie

Deux races bovines appartenant au zébu se partagent l'effectif du

cheptel bovin de la Mauritanie, estimé aujourd'hui à 1 200 000 têtes.

I.1.1. Le zébu Maure

C'est un animal de grande taille, lingiligne. Il a de courtes cornes, une tête forte, un fanon réduit. Il pèse 250 - 350 kg. Sa robe varie généralement du rouge au fauve. De caractère calme et docile, il présente aussi beaucoup d'avantages liés à sa rusticité.

I.1.2 Le zébu Peulh ou zébu Gobra

C'est aussi un animal de grande taille, longiligne, hypermétrique les cornes sont généralement courtes chez le mâle entier, longues et souvent en lyre chez la femelle, le mâle castré. La tête très forte, un fanon bien développé. Sa robe est généralement blanche ou blanc bringé de noir. Son poids moyen varie entre 250 et 350 kg. Méchant et grand marcheur, il est adapté aux longs déplacements.

I.2 Les systèmes et modes d'élevage en Mauritanie

Il s'agit d'un élevage de grands troupeaux, basé sur la transhumance (mouvements cycliques, programmables), le nomadisme (déplacements imprévisibles) et le sédentarisme. L'importance du nomadisme augmente avec les années de sécheresse. Cette dernière qui persiste depuis les années 1970, a conduit à la sédentarisation progressive des populations avec comme conséquences l'accroissement des troupeaux villageois et l'avènement des élevages urbains.

I.3 L'alimentation et l'abreuvement

La zone de répartition des bovins en Mauritanie se situe au Sud de l'isohyète 150 mm. La saison pluvieuse de juillet à septembre représente la période d'abondance alimentaire : eaux de surface (mares) et pâturages verts (herbacés : graminées et légumineuses, ligneux).

Pendant la saison sèche qui dure 9-10 mois, les troupeaux sont contraints de transhumer à la recherche de meilleurs pâturages et de points d'eau (puits).

L'essor des aménagements hydro-agricoles dans la vallée du fleuve Sénégal offre une grande chance à notre élevage avec les importantes quantités de produits et sous-produits agricoles, agro-industriels qui ont commencé à se dégager.

II LES PRODUCTIONS BOVINES EN MAURITANIE

Les spéculations sur les productions bovines sont essentiellement :

II.1 Le lait

Il est fondamental pour l'éleveur et représente la première spéculation : le lait fait vivre l'éleveur. La production laitière varie en moyenne de 1-1,5 l par animal pendant la saison sèche, 1,5-3 l par animal pendant l'hivernage. Ce potentiel très faible nécessite d'être amélioré. Pendant l'hivernage, l'importance du nombre de vaches laitières crée une surproduction de lait dans les campagnes. Faute d'alternatives de commercialisation, ces laits sont perdus. Alors que durant la saison sèche, le lait manque partout.

II.2 La viande

Avec un taux d'exploitation estimé à 10 % pour les bovins, les éleveurs totalisent environ 120 000 ventes. Les zébus mauritaniens ont une vocation bouchère. Seulement, le mode d'élevage et le problème de la disponibilité alimentaire sont parmi les facteurs limitants majeurs de cette production.

II.3 Le travail

Longtemps limité à la monture, le travail se développe de plus en plus dans le secteur agricole par la culture attelée avec des boeufs.

II.4 Le cuir

Son importance commerciale est très réduite dans notre secteur moderne. En milieu traditionnel son usage dans l'artisanat lui confère certain intérêt.

II.5 Le fumier

Utilisés pour enrichir les champs des paysans par un séjour prolongé des animaux dans les parcelles, les fèces et les urines apportent un engrais appréciable aux cultures. A nos jours, il est encore de plus en plus questions d'association agriculture-élevage.

Face à l'importance des productions bovines en Mauritanie, quelles sont les actions déjà menées ou envisagées pour améliorer ces productions.

III LES ACTIONS D'AMELIORATION GENETIQUE DES BOVINS EN MAURITANIE

L'élevage bovin en Mauritanie demeure encore entièrement traditionnel. Bien que des programmes d'amélioration génétique soient pratiqués empiriquement par les éleveurs, la base scientifique et le suivi par des techniques modernes manquent à nos systèmes traditionnels pour une amélioration soutenue de la productivité.

III.1 Les actions d'amélioration génétique en milieu traditionnel

III.1.1 Chez Pasteurs Maures

- La sélection du géniteur : Bien que l'hérédité soit une résultante des apports du père et de la mère, les éleveurs savent qu'il faut orienter la sélection sur le géniteur mâle. Le choix par la sélection massale peut parfois être utilisé, mais l'éleveur pratique surtout ses sélections par la lignée. Il manipule à l'aise les ascendants, les descendants et les collatéraux car il connaît parfaitement les liens de sang entre tous ses animaux.

Chez les maures, la production de lait constitue le souci majeur de l'éleveur. L'étalon sera toujours choisi dans la meilleure lignée laitière.

III.1.2 Chez les éleveurs Peulh

Ils pratiquent également la sélection des géniteurs par la lignée.

- Production de lait : Au sein d'une lignée bonne laitière, le Peulh porte son choix sur le Sambaari : il donne une descendance à majorité femelle.

Vache (bonne laitière)

1er vêlage : une velle

2er vêlage : un veau dit Sambaari

3er vêlage : une velle

- Production de viande : Les Peulhs aiment les troupeaux où il y a beaucoup de mâles castrés, marque de thésaurisation car les femelles ne sont vendues qu'exceptionnellement. Il existe des caractères physiques qui indiquent que le mâle donnerait plus une descendance à majorité de mâles : fesse large, base de la queue large et charnue.

Ce savoir empirique qui leur donnent satisfaction reste à vérifier au niveau de son support génétique.

- L'esthétique où les caractères comportementaux : Sans effets notables ou immédiats sur les productions, les peulhs se sont longtemps attardés et continuent encore de nos jours à porter l'accent de leur sélection sur :

. l'esthétique : animaux à pelage blanc uniforme, à cornes développées, haut sur pattes, ...

. le comportement : nerveux, grégaires, se secourant en cas d'attaque par un fauve, ...

Ces caractères répondent plus à des critères sociaux qu'à une amélioration de la productivité des animaux.

III.1.3 Introduction de sang nouveau

Les Maures et les Peulhs s'accordent à la nécessité d'apporter, à certains moments, du sang nouveau au troupeau en introduisant un géniteur de haute valeur dans un autre troupeau. Ils reconnaissent certaines déperditions de la production et l'apparition parfois de tares.

III.2 Les tentatives modernes d'amélioration génétique des bovins

L'action des techniciens dans le domaine de l'amélioration génétique des bovins demeure encore très négligeable.

III.2.1 Importation - croisement

L'importation d'un taureau zébu pakistanais qui avait été placé à l'ENFVA à Kaédi en vue de saillir le troupeau de l'école et ceux des environs immédiats s'est heurtée à 3 problèmes :

- difficulté de monter les femelles locales car elles ont un gabarit beaucoup plus réduit,

- difficulté de placer et de suivre le géniteur dans les troupeaux paysans,

- absence de matériel pour pratiquer l'insémination artificielle.

Ce programme d'amélioration n'a pu réussir.

III.2.2 Fermes de productions

- La ferme de M'Pourié

Exploitation rizicole, cette ferme a un volet élevage qui s'était fixé de produire du lait avec le zébu maure en utilisant les sous-produits agricoles. Un programme alimentaire et d'amélioration génétique était

envisagé. Mais, le programme n'a jamais été suivi correctement et l'amélioration génétique n'a pu être entamée.

4 La ferme d'exploitation des frisonnes (SMPL)

C'est une jeune ferme qui a importé des frisonnes de France en 1978. Les vaches ont débuté leur 3ème mise bas, depuis leur arrivée. Les taureillons nés de ces vaches pourront bientôt être mis à la disposition des élevages urbains et par la suite en campagne.

CONCLUSIONS

La Mauritanie n'a pratiquement pas démarré de programme moderne d'amélioration génétique chez les bovins. Les méthodes traditionnelles restent peu performantes par absence d'assise sur des programmes scientifiques et cohérents.

La sédentarisation des nomades et l'urbanisation effrénée depuis deux décennies ont révélé un accroissement exponentiel des bovins de consommations en viande et en lait.

Les perspectives heureuses qu'offrent la vallée du fleuve Sénégal doivent être mises à profit pour maximiser les productions animales, bovines notamment, grâce à des programmes d'amélioration génétique soutenus par la disponibilité alimentaire.

LES POPULATIONS BOVINES AUTOCHTONES DE LA MEDITERRANEE ET LEUR MISE EN VALEUR: L'EXPERIENCE DE LA SARDAIGNE

S. Casu (1), B. Bibe (2), J. Boyazoglu (3), G. Piccinelli (1)

- (1) Istituto Zootecnico e Caseario per la Sardegna, 07040 Omedo (Sassari), Italie.
- (2) INRA, Station d'Amélioration Génétique des Animaux, B.P. 27, 31326 Castanet Tolosan Cedex, France.
- (3) Département des Productions Animales, Faculté d'Agriculture, Université Aristote, Thessalonique, Grèce.

Résumé

Avec l'évolution de l'agriculture moderne, les populations bovines autochtones sont en danger de disparition. Pour les sauvegarder et les mettre en valeur, leur avenir ne peut qu'être orienté vers la production de viande pour laquelle elles ont, malheureusement, un potentiel réduit (vitesse de croissance et conformation déficientes). Toutefois, ces populations ont une grande capacité d'adaptation aux conditions difficiles du Bassin Méditerranéen et des aptitudes maternelles remarquables, ce qui les rend particulièrement aptes à être utilisées comme matériel génétique maternel et comme "moules à veaux" dans des conditions d'élevage extensif dans les zones où il est impossible d'élever des races bovines spécialisées en race pure.

Compte tenu des résultats obtenus depuis 1960 en Sardaigne, nous pouvons proposer un schéma de gestion intégré des populations animales autochtones, croisées et spécialisées et des ressources fourragères du territoire. Ce schéma se caractérise par une localisation des génotypes dans différents milieux d'élevage en fonction de leur potentialité d'adaptation au terroir et de leurs besoins alimentaires.

Mots clefs: bovins autochtones, Méditerranée, adaptabilité, croisement viande, mise en valeur du territoire.

1 En guise d'introduction

L'utilisation du sol par la production animale dans le Bassin Méditerranéen doit admettre les contraintes variables et souvent concurrentes dans le contexte du développement rural (cultures, élevage, forêts, faune sauvage, captage de l'eau), l'industrie et l'urbanisation. Même à l'intérieur d'une même région, des différences de climat, de topographie et de sol peuvent conduire à une grande diversité du potentiel agricole. Sur les meilleurs sols, l'élevage intensif des ruminants (par ex. la production de lait) et de monogastriques (par ex. les volailles) a été intégré au cours des années récentes aux autres secteurs de l'activité agricole. Cependant, sur les terres plus pauvres, l'élevage intensif des ruminants doit survivre et, même, être développé pour répondre aux besoins de la mise en valeur optimale du territoire agro-sylvo-pastoral (Flamant et Bibe, 1983).

Sur les meilleures terres, les races autochtones ont, soit été remplacées complètement par des populations animales à haut rendement mais très exigeantes, soit sont en train de l'être par un croisement d'absorption avec des races importées qui répondent mieux aux conditions de production intensives. Toutefois, ces races sélectionnées pour une exploitation dans des conditions de conduite du troupeau et d'alimentation de meilleur niveau, montrent, dans les terrains montagneux et dans les plaines arides du Bassin

Méditerranéen, de faibles performances en matière de prolificité, viabilité et productivité générale. En fait, la bibliographie et notre expérience personnelle montrent que, dans les territoires marginaux du Bassin, les races autochtones bovines ont encore un important rôle à jouer. Ceci introduit la nécessité de leur préservation, de leur évaluation et de leur mise en valeur rationnelle.

2. L'évolution de l'élevage bovin en Sardaigne

L'évolution des populations bovines de la Sardaigne au cours de ce siècle reflète les différents choix économiques de production qui ont été opérés.

A partir d'une population autochtone (la race Sarde) traditionnellement exploitée à plusieurs fins (lait, viande, travail) et bien adaptée à un environnement difficile mais d'un niveau médiocre de production, l'orientation vers une production laitière organisée s'est traduite en premier lieu par plusieurs essais de métissage avec la race Modicana originaire de Sicile vers la fin du 19ème siècle puis, plus récemment, avec la race Brune de Alpes. Mais ces métissages n'ont été qu'un point de passage vers une substitution de cette population Sarde par des races laitières plus spécialisées (Brune des Alpes puis Pie Noire). Ce phénomène de remplacement s'est accompagné d'une intensification et d'une localisation des ateliers de production laitière dans des zones favorables (plaines irriguées par exemple).

Vers le début des années 60, quand une volonté de développer de manière rationnelle la production de viande bovine s'est manifestée, la production ovine, majoritaire en Sardaigne, affichait nettement une spécialisation vers le lait (fromages) accompagnée, comme en élevage bovin, par une relative intensification. A ce moment-là, la question de la place des races autochtones (Sarde et Modicana, cette dernière étant de plus en plus abandonnée pour la production laitière) s'est à nouveau posée.

En effet, la spécialisation observée en production laitière, aussi bien en élevage bovin qu'en élevage ovin, tend à faire délaisser les milieux de production les plus difficiles situés principalement en zones de montagnes ou en zones arides qui, en Sardaigne comme dans beaucoup d'autres pays méditerranéens, représentent une part importante de la superficie totale. Le maintien d'une activité d'élevage dans ces régions est pourtant nécessaire pour éviter la disparition quasi totale d'un tissu social et il faut s'interroger sur les modèles de production animale envisageables.

Dans ces conditions, la solution de substitution retenue pour la production laitière apparaissait beaucoup moins évidente pour résoudre un problème rendu complexe tant par le choix des systèmes de production et de leur localisation que par le manque de références -en troupeau allaitant- sur l'efficacité biologique et économique respective des populations autochtones et des populations ayant déjà fait l'objet d'une spécialisation pour la production de viande mais absentes jusqu'alors des milieux de production que l'on souhaitait valoriser.

C'est dans cette optique qu'ont été entreprises, il y a maintenant 25 ans, des recherches sur l'amélioration génétique de la production de viande bovine par l'Istituto Zootechnico e Caseario per la Sardegna. Ces recherches ont été menées en collaboration étroite avec l'Institut National de la Recherche Agronomique (France).

Dans notre exposé, nous nous attacherons à décrire rapidement l'évolution des expérimentations qui avaient pour but la recherche des meilleures combinaisons génétiques pour accroître la production de viande bovine dans les différentes conditions de production (extensives et intensives) et à en présenter les principaux résultats. Nous privilégierons ceux obtenus en systèmes extensifs sur le domaine de Foresta di Burgos; l'ensemble des résultats des expérimentations menées en Sardaigne, y compris les données

recueillies sur le domaine expérimental de Bonassai (élevage intensif), ayant déjà fait l'objet d'une publication (Casu et al. 1975) et d'un rapport non publié (Casu et al. 1985).

Contrairement aux systèmes de croisements continus (alternatifs ou rotatifs par exemple) les plus couramment rencontrés dans la littérature (Koger et al., 1973), nous nous sommes surtout intéressés à l'étude d'un système de croisement discontinu à double étage (Ménissier et al., 1975) qui, en plus des effets d'hétérosis direct et maternel (mise à la reproduction de la femelle croisée), permet - lorsque les populations partenaires sont très différentes et les phases d'élevage et d'engraissement dissociables (système allaitant extensif et engraissement semi-intensif à intensif) - de maximiser les phénomènes de complémentarité entre les types biologiques en jouant sur des proportions de gènes provenant de l'une ou de l'autre des populations concernées, variables selon les mères et les produits.

3 Les expérimentations (tableau 1)

3.1 La première expérimentation a débuté en 1960 chez des éleveurs privés dans le cadre d'un projet OCDE. Son but principal était l'étude de l'intérêt du croisement industriel sur les populations autochtones par la comparaison de résultats d'engraissement et d'abattage obtenus pour les produits de race pure et les produits croisés. Les races paternelles retenues pour cette étude étaient d'une part, les races Charolaise, Limousine et Piémontaise, choisies pour leur potentiel génétique de croissance et de développement musculaire et d'autre part, les races Sarde et Modicana. Les femelles étaient de type Sarde métissé (faible poids adulte -300 à 400 kg- et production laitière médiocre), Modicana (poids adulte moyen -500 à 550 kg- et production laitière moyenne) et Brune des Alpes.

3.2 Le second cycle expérimental a été mis en place à partir de 1963 sur le domaine de Foresta di Burgos et s'est poursuivi jusqu'en 1970. Il s'agissait de pouvoir mieux quantifier les comparaisons entre les races paternelles à viande utilisées dans la première expérimentation ainsi que celles entre les populations femelles support du croisement.

Les variables contrôlées ont porté sur les difficultés de vêlage, la viabilité des veaux, la croissance avant le sevrage, la croissance pendant la phase d'engraissement et l'abattage (rendement vrai, mensurations et découpe de la carcasse, composition corporelle par dessiccation des demi-carcasses).

3.3 L'expérimentation démarrée en 1970, avait pour but une comparaison globale des systèmes de croisement entre populations autochtones et races à viande spécialisées, en condition d'élevage extensif pour les femelles reproductrices et d'engraissement à caractère intensif pour les produits mâles abattus vers 13 mois. Cette comparaison devait permettre de préciser s'il était intéressant de faire reproduire les femelles croisées et de définir les conditions optimales d'élevage pour les différents groupes de femelles:

3.3.1 Le troisième cycle expérimental (1970-1976) a permis d'évaluer les qualités d'élevage de trois populations autochtones (Sarde, Modicana et Brune des Alpes) et de cinq groupes de femelles croisées (Charolais x Sarde, Charolais x Modicana, Piémontais x Sarde, Piémontais x Modicana, Charolais x Brune des Alpes) ainsi que les caractéristiques de croissance et d'abattage de leurs produits issus de taureaux Charolais ou Piémontais. Il avait été projeté également au démarrage de cette première série, d'adjoindre à la comparaison, un groupe de femelles de race pure Charolaise pour représenter l'étape finale d'un croisement d'absorption. Ceci a été réalisé, mais, très vite, il s'est avéré qu'il était

Tableau 1. Evolution chronologique des principales expériences réalisées en Sardaigne.

Année	Localisation (nbre de vœux contrôlés)	Thèmes étudiés	Types génétiques
1960	Fermes privées (74)	Comparaison croisement industriel pour la production d'animaux de boucherie et élevage en race pure	Mâles: Brune des Alpes, Modicana Limousin, Charolais, Piémontais Femelles: Brune des Alpes, Sarde métissée, Modicana
1963 à 1970	Domaine expérimental de Foresta di Burgos (989)	Comparaison des valeurs respectives de différentes races paternelles et génotypes maternels pour la production d'animaux de boucherie	Mâles: Limousin, Charolais, Piémontais Femelles: Brune des Alpes, Modicana, Sarde métissée, Brune x Modicana
1970* à 1985	Domaine expérimental de Foresta di Burgos (1) 734 (2) 934	Comparaison de femelles de différents types génétiques, en croisement industriel (viande), sur la base de leur productivité économique globale au sevrage et à l'abattage (produits mâles)	Mâles: Piémontais (Pi), Charolais (Ch), Chianina (Chi) Femelles: Sarde(Sa), Modicana (Mo), Brune des Alpes (Br), Ch x Sa, Ch x Mo, Ch x Br, Pi x Sa, Pi x Mo, Chi x Sa, Chi x Mo
1978 à 1986	Domaine expérimental de Foresta di Burgos (287)	Etude des possibilités d'élevage de bovins de race autochtone rustique en forêt méditerranéenne	Mâles: Sarde Femelles: Sarde

* (1): 1970 - 1975 - Races de mâles : Charolais et Piémontais

(2): 1978 - 1986 - Races de mâles : Charolais et Chianina

impossible de conduire ces femelles comme l'ensemble du troupeau; aussi ont-elles été soumises à des conditions d'élevage légèrement améliorées (apport de concentré). Malgré cela, la médiocrité de leurs résultats de reproduction nous a conduits à les sortir totalement de l'expérimentation à la fin de la troisième saison de monte.

3.3.2 Le quatrième cycle expérimental (1977-1984) s'est déroulé sur le même principe, en utilisant seulement deux races autochtones (Sarde et Modicana) et en substituant la race Chianina à la race Piémontaise. Par ailleurs, on a introduit une modalité supplémentaire pendant la phase d'allaitement, à savoir que, pour la moitié des femelles de chaque type génétique, le veau était séparé de sa mère à l'âge de 1 mois, ne tétait qu'une fois par jour et recevait une complémentation à base de concentré. Ceci avait pour but de créer des conditions d'élevage différentes devant permettre l'expression d'éventuelles interactions génotype - milieu.

3.4 Dans le même souci de mettre en évidence des conditions d'élevage adaptées à chaque type génétique, on a mis en place, à partir de 1978, une cinquième expérimentation de longue durée pour étudier la faisabilité d'un élevage de femelles de race autochtone en forêt méditerranéenne tant sur le plan des résultats zootechniques que sur celui de l'évolution de la végétation ligneuse et herbacée à long terme (1978-1986).

4 Les résultats

4.1 Les premiers croisements

Les premiers essais réalisés dans des fermes ont permis de mettre en évidence l'intérêt du croisement industriel par la supériorité de croissance des animaux croisés sur les animaux de type rustique, principalement pendant la phase d'engraissement et surtout le changement radical des qualités bouchères (rendement et composition de la carcasse) qu'apportent ces animaux croisés (Poly et al., 1964). La poursuite des essais sur ce thème en domaine expérimental a donné lieu à une première analyse détaillée (Casu et al., 1975; tableau 2).

En premier lieu, il faut retenir que la réalisation d'un croisement avec des mâles de race à viande en conditions d'élevage extensif n'entraîne pas l'apparition de phénomènes importants de difficulté de vêlage (3,2% en moyenne générale), tout au moins lorsqu'il est réalisé sur des femelles de race autochtone adultes, comme c'était le cas dans notre expérience, et il n'altère pas la viabilité des veaux (95,5% jusqu'au sevrage). L'aptitude au vêlage est importante à considérer en raison des différences notables de format et de musculature entre les races paternelles et certains types génétiques maternels (métis Sarde) d'une part et compte tenu des difficultés de surveillance des vêlages dans un système d'élevage extensif d'autre part.

L'excellente viabilité des veaux est la conséquence, pour partie, de la relative absence de difficultés de vêlage; mais elle est aussi à mettre au crédit, en plus des effets d'hétérosis favorables observés généralement sur ce caractère (Bibe et Foulley, 1976), de bonnes qualités maternelles des femelles étudiées (comportement maternel essentiellement).

L'analyse des performances de croissance pendant la phase d'élevage, représentées par les poids à 150 jours, ne fait pas apparaître de différences significatives entre races paternelles, quelle que soit la période considérée. Par contre, il existe des différences significatives entre types génétiques maternels liées, sans nul doute, à des différences de format et de production

Tableau 2. Principaux résultats des essais de croisement de première génération (1963-1970)

N	Dif. Vel. Mortalité Nais. Sevr. %		n		Poids 150 j (kg)		Poids Abattage (kg)		Rendt vrai %		% gras carcasse	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
Moyenne écart-type résiduel	3,2	4,5	248	245	160 21	160 17	419 65	410 32	62,8 2,3	62,1 1,3	9,2 2,6	7,9 1,2
Effet race												
Ch	+2,8	0,0	85	112	-0,2	+1,8	+13,8	+13,9	-0,8	-1,4	+0,4	+1,1
Pi	0,0	-1,0	74	133	-0,7	-1,8	-6,7	-13,9	+0,9	+1,4	-1,3	-1,1
Li	-2,8	+1,0	89	-	+0,9	-	-7,1	-	-0,1	-	+0,9	-
Effet type												
génétique	+3,8	-2,0	33	76	+0,2	+2,0	+3,6	+1,1	+0,9	+0,2	-0,3	-0,3
maternel	-2,6	+0,4	79	76	+5,0	+1,3	+7,9	+10,8	-0,6	-0,8	0,0	0,0
Ms	-1,2	+1,6	136	93	-5,2	-3,3	-11,5	-11,9	-0,3	+0,6	+0,3	+0,3
Effet année*	-	-			41	30	66	115	0,8	0,8	0,8	1,0
Effet période naissance *	-	-			9	23	20	12	1,3	0,2	0,3	1,0
Effet sexe (mâle-femelle)	-	-			+7	+13	+82	-	+2,8	-	-4,0	-

(1) 1964-1966 Abattage à 15 mois mâles et femelles

(2) 1967-1970 Abattage à 12 mois mâles uniquement (les effectifs portant sur les veaux mâles et femelle contrôlés à 150 j)

* écart maximum entre modalités

laitière. Les facteurs de variation génétiques, y compris l'effet du sexe, restent cependant d'une incidence faible comparée à celle des facteurs de variation non génétiques, comme l'année et l'époque de naissance. Les écarts entre années témoignent des variations climatiques interannuelles signalées dans le cadre expérimental et ceux entre époques de naissance, confirment la nécessité de maîtriser au mieux la période de reproduction pour faire coïncider l'évolution des besoins alimentaires des veaux avec celle des ressources fourragères disponibles. Dans la pratique, il apparaît opportun d'intensifier les ateliers d'engraissement de préférence dans des zones plus favorables. Les données du tableau 2 mettent en évidence les possibilités de mise en valeur des populations autochtones en croisement industriel avec des races à viande spécialisées et permet d'en dégager les conditions optimales de réalisation.

4.2 L'utilisation des femelles croisées (tableaux 3, 4 et 5)

L'efficacité économique de la production de viande pour un type génétique femelle donné va dépendre des valeurs obtenues pour les principaux critères zootechniques entrant en jeu dans le calcul des coûts et des recettes (Dickerson, 1970).

Parmi ces critères, nous avons fait figurer dans les tableaux ceux pour lesquels ont été enregistrées de grandes différences entre groupes de femelles mais nous discuterons aussi, dans l'exposé, les valeurs moyennes obtenues pour les difficultés de vêlage et la viabilité des veaux, deux critères importants pour juger des chances de réussite d'un élevage en conditions extensives. La première constatation qui s'impose est, bien sûr, l'écart de poids entre les femelles de race Sarde et celles des autres types génétiques; écart qui dépasse 150 kg dans tous les cas.

Le taux de gestation présente de grandes variations entre années. Il peut varier du simple au double: 45% pour les mises bas en 1973, 90,5% en 1981 par exemple. Ce qu'il est surtout intéressant de remarquer dans les résultats de la reproduction, c'est la variabilité de leur réponse; variabilité que l'on retrouve très marquée dans les différences entre types génétiques. Quelle que soit la série, la fertilité des femelles Sardes est supérieure à celle de tous les autres types génétiques, purs ou croisés.

Les résultats de "la difficulté de vêlage" sont comparables les uns aux autres selon les périodes expérimentales si l'on prend en considération les femelles autochtones multipares. En race Sarde, par exemple, on obtient 2%, 3% et 3,5% de difficultés de vêlage (vêlages assistés -césariennes). Par contre, le taux est plus élevé pour les femelles primipares et plus particulièrement pour celles qui ont des gènes Brune des Alpes ou Piémontaise (respectivement 46 et 41%). D'une manière générale, pour minimiser les risques de difficulté au vêlage chez les primipares, il y aurait peut-être intérêt à recourir, pour le premier vêlage, à une race à viande ne donnant pas des poids à la naissance trop élevés (race Limousine par exemple), voire à procéder à des accouplements en race pure autochtone. La viabilité des veaux mesurée dans ces deux séries reste très constante et très élevée.

Lorsqu'on a tenté de réunir dans un indice global de productivité les différentes variables, on a pu constater de façon évidente la supériorité des femelles Sardes sur tous les autres types génétiques. Cette supériorité est à mettre en relation principalement avec des besoins d'entretien inférieurs, un niveau de fertilité supérieur et une excellente complémentarité en croisement se traduisant par des performances de croissance des produits les plus élevées rapportées au format des mères. L'autre race autochtone, Modicana, n'a pas présenté de résultats supérieurs aux types génétiques croisés car elle est handicapée, sans doute, au niveau de sa reproduction, par un grand format et peut-être par une production laitière relativement

Tableau 3. Productivité comparée de différents types génétiques femelles (Casu et Nardone, 1988).

Type génétique	Effectif vaches en reproduct.	Poids adulte (kg)	Taux gestation	Taux sevrage	Poids veaux à 150j (a) (kg)	Poids à l'abattage (b) (kg)
Sa (1)	255	349	70,6	69,4	151	398
Mo	179	528	69,8	68,2	171	453
Ch x Sa	160	486	63,1	59,4	163	425
Ch x Mo	125	545	64,0	63,2	174	443
Pi x Sa	83	439	65,1	61,4	155	396
Pi x Mo	128	482	67,2	67,2	167	439
Br	89	496	58,4	51,7	160	430
Ch x Br	86	513	65,1	59,3	167	444
Sa (2)	116	395	91,4	86,3	156	365
Mo	86	552	76,7	74,2	174	401
Ch x Sa	83	473	84,3	81,5	163	378
Ch x Mo	73	597	84,9	81,1	172	401
Chi xSa	135	503	80,7	76,5	164	366
Chi xMo	70	572	70,0	65,7	174	407

(1) Première série 1970-1975

(2) Deuxième série 1978-1985 (veaux sous la mère uniquement)

(a) (mâles + femelles)/2

(b) mâles uniquement abattus à 13 mois

Ch= Charolais, Pi= Piémontais, Chi= Chianina, Sa= Sarde, Mo= Modicana, Br= Brune des Alpes

Tableau 4. Productivité comparée de différents types génétiques femelles en Sardaigne. Bilan de productivité (Casu et Nardone, 1988).

Type génétique (a)	Sevrage		Abattage	
	A	B	C	D
Sa (1)	105	30,0 (100)	276	79,1 (100)
Mo	117	22,1 (74)	316	59,9 (76)
Ch x Sa	97	19,9 (66)	253	52,0 (66)
Ch x Mo	110	20,1 (67)	280	51,4 (65)
Pi x Sa	95	21,6 (72)	243	55,4 (70)
Pi x Mo	114	23,6 (79)	299	62,1 (79)
Br	83	16,7 (56)	222	44,9 (57)
Ch x Br	99	19,3 (64)	263	51,3 (65)
Sa (2)	135	34,1 (100)	315	79,7 (100)
Mo	129	23,4 (69)	298	53,9 (68)
Ch x Sa	133	28,1 (82)	308	65,1 (82)
Ch x Mo	140	23,4 (69)	325	54,5 (68)
Chi x Sa	125	24,9 (73)	280	55,7 (70)
Chi x Mo	114	20,0 (59)	267	46,8 (59)

(1) Première série 1970-1975

(2) Deuxième série 1978-1985 (veaux sous la mère seulement)

(a) Toutes les femelles sont accouplées à des taureaux Charolais et Piémontais (1), Charolais et Chianina (2)

A= Poids des veaux à 150 jours rapporté par femelle à la reproduction

B= Poids des veaux à 150 jours rapporté par unité de poids (100 kg) de femelle mise à la reproduction

C= Poids à l'abattage rapporté par femelle à la reproduction

D= Poids à l'abattage rapporté par unité de poids (100 kg) de femelle mise à la reproduction

()= Valeur relative exprimée par rapport à celle obtenue pour les femelles Sardes.

Tableau 5. Effet du mode d'allaitement sur la reproduction.

Type génétique	Veau sous la mère			Veau séparé		
	n	A	B	n	A	B
Sa	116	91,4	110 (39)	120	95,0	89 (34)
Mo	86	76,7	122 (26)	90	86,7	115 (39)
Ch x Sa	83	84,3	105 (29)	105	89,5	96 (39)
Ch x Mo	73	84,9	129 (36)	36	88,9	120 (35)
Chi x Sa	135	80,7	130 (30)	130	80,8	124 (37)
Chi x Mo	70	70,0	120 (42)	59	83,1	119 (42)
Ensemble	563	82,1	119 (35)	540	87,4	107 (40)

A: Taux de gestation moyen (%)

B: Nombre moyen de jours entre la date de vêlage et le début de la saison de vêlage (10 novembre) () écart-type

(1): une tétée par jour; complément foin et concentré pour les veaux

élevée. Cette influence semble être confirmée par les résultats du tableau 5 qui montrent les différences du taux de gestation entre types génétiques dans des conditions variables d'élevage des veaux.

En ce qui concerne les races paternelles spécialisées, introduites dans un schéma intégré de ce genre, il faut retenir, d'après nos résultats, qu'elles donnent en croisement des femelles de première génération présentant une bonne fertilité et de bonnes qualités maternelles, même si l'on retrouve des différences qui peuvent orienter le choix de la race des taureaux. Dans le contexte d'un tel schéma, il apparaît opportun et même nécessaire, de créer un noyau de sélection en race pure pour assurer la production de taureaux spécialisés à utiliser en croisement. C'est dans ce but qu'il existe aujourd'hui en Sardaigne un troupeau de régional de Charolais en race pure de plus de 1500 femelles.

4.3 Les résultats zootechniques de l'élevage de femelles de race Sarde en forêt méditerranéenne

Cette expérience d'élevage en milieu difficile doit être nécessairement de longue durée pour pouvoir juger de l'impact des animaux sur la végétation. Elle a déjà permis, après sept années d'observations, d'envisager avec succès l'élevage de femelles reproductrices dans un tel milieu, si l'on ne tient compte que de l'animal (Bibe et al., 1979).

Dans notre protocole expérimental, nous avons retenu deux charges (0,5 et 1 vache par hectare) mais des difficultés d'approvisionnement en animaux au moment du démarrage ont fait que trois parcelles ont été conduites avec une charge de 0,5 vache par hectare et une parcelle avec une charge de 0,8 vache par hectare. Avec ces charges, la part des apports extérieurs dans l'alimentation totale est restée très limitée que ce soit par la distribution de foin en hiver (245 kg par an et par parcelle avec un minimum de 0 kg en 1982 et un maximum de 588 kg en 1983) ou par le nombre de jours de sortie (67 jours par an et par parcelle).

Quand on observe les résultats zootechniques, on note tout d'abord que les performances moyennes sont proches des valeurs obtenues dans les autres troupeaux expérimentaux conduits sur le domaine de l'institut. Le taux de réforme annuel est resté faible (5%), la moitié des causes de réforme étant liées à l'âge des animaux. Il faut d'ailleurs souligner que plus de la moitié des vêlages sont le fait de vaches âgées de 10 ans et plus, ce qui traduit la bonne longévité de la race Sarde.

Sur la quasi totalité des variables, on trouve un effet significatif de parcelle, ce qui démontre l'hétérogénéité de leur couvert végétal. La parcelle ayant reçu la charge la plus forte (0,8 vache par hectare) se classe de façon intermédiaire confirmant, par là-même, les différences de potentiel végétal entre les parcelles:

Poids des vaches en Juillet - Août	385 kg	+ 49,8
Fertilité	87,7 %	+ 32
Période de vêlage du 10 novembre au 20 février	102 j	+ 45
Intervalle entre vêlages inférieur à 520 jours	375 j	+ 40
Tous intervalles entre vêlages	402 j	+ 92
Viabilité des veaux	97%	
Poids à 150 jours	133 kg	+ 14,5

L'effet année est significatif sur toutes les variables et apparaît comme la source la plus importante de variation pour les caractères de reproduction. En particulier, la date moyenne de vêlage est très affectée par l'effet année (68 jours entre années extrêmes).

5 En guise de conclusion

L'intérêt du croisement industriel pour l'amélioration de la production de viande à partir de femelles de races autochtones ne fait évidemment aucun doute. En Sardaigne, cela se traduit par un accroissement constant de la demande en taureaux de races à viande (Charolais principalement) de la part des éleveurs.

Dans ces conditions, il y a un grand risque que ce succès ne contribue à terme, à la disparition de la population autochtone faute de maintenir un effort suffisant de renouvellement, voire de sélection en race pure. Or, il ne faut pas oublier sa contribution à la réussite du croisement.

Pour y remédier, il est de la plus grande importance de préciser les conditions d'élevage optimales sur le plan économique pour les différents groupes. Ainsi, nous avons voulu mettre en évidence un schéma de gestion intégrée des populations animales et des ressources du territoire (Casu et Nardone, 1988), caractérisé par:

- un élevage en race pure de la population autochtone réservé aux conditions de milieu les plus difficiles, pour la production de femelles destinées, d'une part au maintien de la race autochtone et d'autre part, au renouvellement des troupeaux conduits en croisement avec des mâles de race à viande. La forêt méditerranéenne qui est présente sur une partie significative du territoire peut, et doit, jouer un rôle important dans cette optique.
- un élevage de femelles de race autochtone conduites en croisement avec des taureaux de races à viande pour la production d'animaux de boucherie et de femelles croisées pour l'élevage dans un milieu toujours difficile, mais à un degré moindre du précédent, pour pouvoir satisfaire le complément de production laitière nécessaire pour couvrir les besoins supérieurs des veaux croisés.
- un élevage de femelles croisées, race à viande x race autochtone, conduites en croisement terminal (deuxième étage) dans des conditions de milieu améliorées.
- une séparation nette de la phase d'élevage du veau croisé sous la mère et de la phase d'engraissement. Cette dernière peut être réalisée dans les zones irriguées en plaine qui disposent d'un potentiel fourrager important.

Ce type de gestion s'est progressivement mis en place sur le terrain en Sardaigne et son développement confirme les résultats expérimentaux. Il devrait pouvoir constituer un modèle transposable à d'autres régions méditerranéennes.

Les résultats obtenus depuis 1960, autorisent plusieurs réflexions sur le rôle que peuvent jouer les bovins dans la mise en valeur globale du territoire méditerranéen et, plus particulièrement, celles des régions les plus marginales où traditionnellement l'activité d'élevage la plus commune reposait sur les ovins et les caprins (Boyazoglu et Flamant, 1989).

La considération dont ces deux espèces jouissent, en raison de leur cycle de production, de leur exigences nutritives qui peuvent valoriser au mieux le cycle annuel de la production végétale méditerranéenne (Jarrige, 1979), ne doit pas être la seule donnée prise en compte dans le choix de l'espèce animale à élever. En effet, d'autres facteurs, tels que l'impact sur la végétation ligneuse, les besoins en main d'oeuvre, la viabilité des jeunes particulièrement au moment de la naissance, la moins grande sensibilité face aux prédateurs, etc., peuvent être autant de raisons justifier, dans certains cas, le choix de l'espèce bovine, soit seule, soit en cohabitation avec d'autres espèces. Ceci est d'autant plus vrai quand on a la chance de pouvoir disposer encore d'une population autochtone bien adaptée à des conditions d'élevage difficiles et la possibilité de l'utiliser en complé-

mentarité avec d'autres types génétiques spécialisés pour la viande.

Les informations et l'expérience accumulées pendant ces années en Sardaigne ont contribué en premier lieu à revaloriser les populations bovines autochtones par la mise en évidence de résultats zootecniques favorables. Elle a aussi révélé la nécessité d'une politique globale d'aménagement du territoire et de gestion des différentes populations concernées par le schéma.

Plus particulièrement, elles ont montré l'importance d'organiser le maintien et l'amélioration des races autochtones d'une part et d'autre part, d'assurer l'approvisionnement en taureaux de races à viande les plus conformes aux objectifs de la production. Elles ont montré aussi qu'il était nécessaire de réaliser l'aménagement et la mise en valeur du territoire en fonction de la localisation optimale des différents types génétiques et de définir des règles de gestion qui rendraient possible la présence d'animaux même dans les régions à vocation dite forestière (Flamant et Bibe, 1983).

Les conditions de réussite pour la réalisation d'un tel schéma dans d'autres régions du pourtour méditerranéen ne peuvent pas être considérées comme acquises d'office. L'exemple corse (Casabianca, 1985) montre bien la nécessité d'une recherche à caractère opérationnel pour engager au mieux ces actions de gestion intégrée. Il ne faut surtout pas sous-estimer la difficulté de coordination des différents acteurs économiques entrant en jeu et les risques de dérive vers des croisements anarchiques si cette coordination n'est pas totalement assurée. En France continentale par exemple, si les essais conduits par l'INRA avaient eux aussi conclu à l'intérêt du croisement à double étage sur races rustiques (Vissac et al., 1976), on a observé sur le terrain une mauvaise maîtrise des différents croisements. C'est ce qui a décidé les organismes professionnels à se limiter au seul croisement industriel et à concentrer leurs efforts sur la sélection de la race autochtone (J. Vu Tien Khang et al., 1982).

Enfin, il n'est pas inutile également d'insister sur la nécessité d'étudier et de toujours vérifier par l'expérimentation les potentialités réelles des races autochtones qui pourraient être le support de schémas régionaux de sélection et de mise en valeur des ressources animales et fourragères, avant tout essai de transposition.

6 Summary

On the better lands, the indigenous breeds have either been completely replaced by high yielding but very demanding animal populations or are in the process of being rapidly replaced through massive upgrading by imported types that respond better to intensive production. These breeds selected for exploitation under higher levels of management and feeding, show, in the highland and dry low land areas of the Mediterranean, poor prolificacy, viability and general productivity. In fact, the bibliography and personal experience show that in the marginal territories of our Basin, the local breeds of cattle have an important role to play. This introduces the need of their preservation, evaluation and rational utilization.

With the actual evolution of agriculture, the future of the local populations lies mainly with meat production. Unfortunately, their potential of growth and conformation is not of the best but they have a great capacity of adapting to the difficult environmental conditions and remarkable mothering abilities.

Considering the results obtained in Sardinia since 1960, we can propose an integrated management design of the region's animal populations and feed resources. This plan is characterised by the localization of the various genotypes in different milieux, according to their adaptability

to prevailing production and husbandry conditions.

7 Références bibliographiques

- Bibe, B., Casu, S. & Barneschi, L., 1979. Recherches sur la production de viande bovine en milieu montagneux méditerranéen: l'exemple Sarde. In: *Utilisation par les ruminants des pâturages d'altitude et parcours méditerranéens*. INRA Publications, Versailles, France. p. 427-438.
- Bibe, B., Foulley, J.L., 1976. Effets d'hétérosis chez les bovins à viande: résultats bibliographiques. In: *L'hétérosis: aspects théoriques et expérimentaux*. Bulletin Technique du Département de Génétique Animale (INRA) 24: 87-110.
- Boyazoglu, J. & Flamant J.C., 1989. A note on the Mediterranean systems of animal production (in print). In: Galaty and Johnson: Pastoral systems. Guilford Press, New York.
- Casabianca, F., 1985. Maîtrise et technique de l'élevage bovin à viande en milieux difficiles. Fédération Européenne de Zootechnie: 36ème réunion à Kallithea (Grèce).
- Casu, S., Boyazoglu, J., Bibe, B. & Vissac, B., 1975. Systèmes d'amélioration génétique de la production de viande bovine dans les pays méditerranéens: les recherches sardes. Bulletin Technique du Département de Génétique Animale (INRA). 22: 56pp.
- Casu, S., Bibe, B., Piccinelli G., 1985. La place des populations bovines locales dans l'élevage méditerranéen: 25 années d'expérimentation en Sardaigne. Fédération Européenne de Zootechnie: 36ème réunion en Grèce (rapport non publié).
- Casu, S. & Nardone, A., 1988. Races à fortes croissance et production de viande en milieu méditerranéen. In: *Comptes rendus du 3ème Congrès Mondial Reproduction et Sélection des Ovins et des Bovins Viande* 2: 93-112
- Dickerson, G., 1970. Efficiency of animal production. Molding the biological components. *Journal of Animal Science*, 30: 849-859.
- Flamant, J.C. & Bibe, B., 1983. Réflexions sur l'élevage dans les formations arborées méditerranéennes. *Revue forestière française*, 35: 205-216.
- Jarrige, R., 1979. Utilisation des pâturages des milieux défavorisés: essai de conclusion. In: *Utilisation par les ruminants des pâturages d'altitude et parcours méditerranéens*. INRA Publications, Versailles, France. p. 541-565
- Koger, M., Cunha, T.J. & Warnick, A.C., 1973. Crossbreeding beef cattle, series 2. University of Florida Press, Gainesville. 437pp.
- Menissier, F., Vissac, B. & Frebling, J., 1975. Optimum breeding plans for beef cattle. Bulletin Technique du Département de Génétique Animale (INRA). 21: 102pp.
- Poly, J., Bonelli, P., Vissac, B. & Salone, L., 1964. Confronto biometrico tra le razze bovine utilizzabili in Sardegna nell'incrocio industriale per la produzione della carne. *Zootecnica e Veterinaria*. 9: 65-86.
- Vissac, B., Bibe, B., Frebling, J., Menissier, F., Casu, S. & Boyazoglu, J., 1976. Potentialités des populations bovines locales en élevage extensif dans les zones montagneuses et méditerranéennes. *Options méditerranéennes*. 35: 76-90.
- Vu Tien Thang, J., Bibe, B., & Dalmières, A., 1982. Quelques aspects démographiques de la population des femelles de la race bovine d'Aubrac. *Annales de génétique et de sélection animales*. 14: 287-308.

Partie 2

Relations génotype–milieu

EFFET DU MILIEU SUR LA PRODUCTION LAITIÈRE BOVINE

J.L. Tisserand

I.N.R.A. - E.N.S.S.A.A. Chaire de zootechnie
26, Bd. Dr. Petitjean, 21000 DIJON FRANCE

RESUME

Pour réduire le coût de production du lait de bovin dans les pays du Maghreb, il est nécessaire d'adapter milieu et animal. Cela est vrai non seulement pour les facteurs climatiques mais aussi pour les facteurs socio-économiques.

Le climat intervient directement sur l'animal au niveau de sa capacité d'ingestion, sa production laitière et sa fécondité et indirectement par la quantité et les modifications de composition des fourrages produits. S'il est possible de pallier les effets du climat par l'amélioration des conditions d'habitat, il n'est pas toujours possible de valoriser les fourrages locaux. Le recours raisonné aux croisements entre sujets thermotolérants mais peu productifs et des animaux à haut niveau de production peut constituer une solution qui reste toutefois limitée.

Bien que mal connus, les facteurs socio-économiques revêtent une importance incontestable. En effet, le choix d'un système influe à la fois sur la vie rurale et le prix du lait à la consommation.

Il appartient aux zootechniciens locaux de mettre au point des systèmes d'élevage originaux tenant compte d'un équilibre entre la production de lait et de viande et permettant d'exploiter les ressources locales.

SUMMARY

In order to reduce the production cost of bovine milk in the Maghreb countries, it is necessary to adapt the environment and the animal. This is true not only of climatic factors but also of socioeconomic ones.

The climate plays a direct part in the animal's ingestion capacity, its milk production and its fecundity but it also plays an indirect part in the quantities of forages produced and in the modifications in their compositions. Whereas it is possible to make up for the effects of the climate through housing condition improvement, it is not always possible to valorize local forages. A reasoned recourse to crossbreeding of thermotolerant but not very productive animals with races whose production levels are high may constitute a solution which remains limited however.

Although they are still badly known, socioeconomic factors have an indisputable importance. As a matter of fact, the choice of a system has an influence not only on the rural way of life but also on milk price at consumption.

It is the task of the people locally concerned with animal husbandry to perfect original breeding systems which establish a balance between milk and meat production and enable the population to exploit local resources.

INTRODUCTION

La réduction du coût de production constitue un moyen d'amélioration du revenu des éleveurs. Pour atteindre ce but en ce qui concerne la production du lait de bovin dans les pays du Maghreb, il convient de tenir compte des caractéristiques du milieu afin de mettre au point des systèmes exploitant des animaux adaptés ou en d'autres termes d'adapter le milieu à l'animal.

Parmi les facteurs qui caractérisent le milieu, il faut distinguer

- les aspects climatiques,
- les aspects socio-économiques.

Si les premiers reposent sur des observations scientifiques, les seconds, dont l'importance est loin d'être négligeable, sont à ce jour moins bien connus.

1 EFFETS DU CLIMAT SUR LA PRODUCTION LAITIÈRE BOVINE

Le climat peut intervenir directement et indirectement sur la production laitière.

Indirectement, il conditionne la production végétale tant du point de vue quantitatif que qualitatif. En particulier, les fourrages produits en climat semi-aride et a fortiori aride sont pauvres en glucides fermentescibles et en protéines et possèdent une teneur élevée en lignine dans les parois, ce qui limite leur ingestibilité, leur digestibilité et, en fin de compte, leur valeur alimentaire.

Directement, le climat influe sur l'ingestion, sur la production laitière en quantité et en qualité et sur les performances de reproduction.

Le climat de la rive sud de la Méditerranée occidentale se caractérise par une faiblesse et surtout une très mauvaise répartition de la pluviométrie à cause d'une saison sèche particulièrement longue (4 à 7 mois) à laquelle s'ajoutent des températures élevées en été. Le climat hivernal dépend fortement de l'altitude et de la proximité de la mer. Le climat variant beaucoup d'une année à l'autre peut intervenir sur la physiologie animale par l'hygrométrie, la température et l'ensoleillement.

a) Quantités de lait produites

D'une manière générale, l'élévation de la température entraîne une chute de production laitière (figure 1). Cette diminution intervenant entre 21 et 27°C de façon modérée s'avère très importante à partir de 30°C.

Les effets sont toutefois variables avec la race ; le stress thermique se produit à 21°C pour des sujets Holsteins, entre 24 et 27°C pour des Jerseys et seulement à 32°C pour des Brahmans (figure 2). La sensibilité à la chaleur est très fortement liée au potentiel de production laitière.

Cette chute de production laitière est imputable à trois causes :

- une baisse d'ingestion surtout importante chez les sujets qui ne sont pas thermotolérants. Cette faible ingestibilité est en particulier imputable à une diminution de la production de salive. En effet pour

Figure 1. Effet de la température sur la production du lait et sur la consommation alimentaire des bovins (H.D. Johnson, 1965)

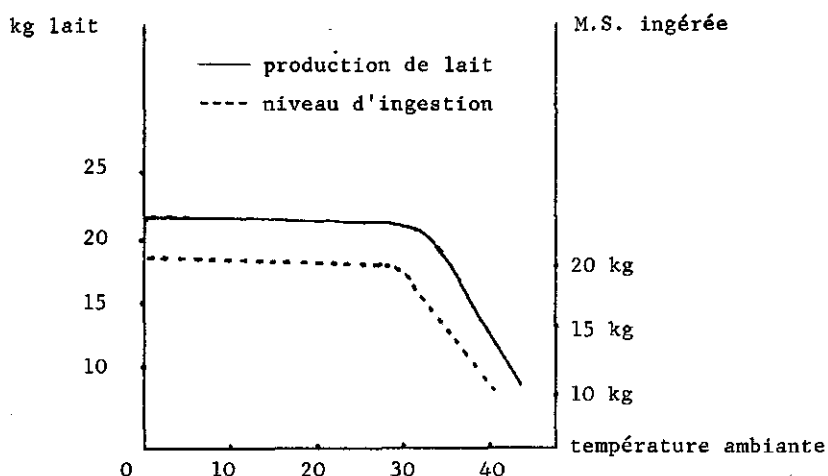
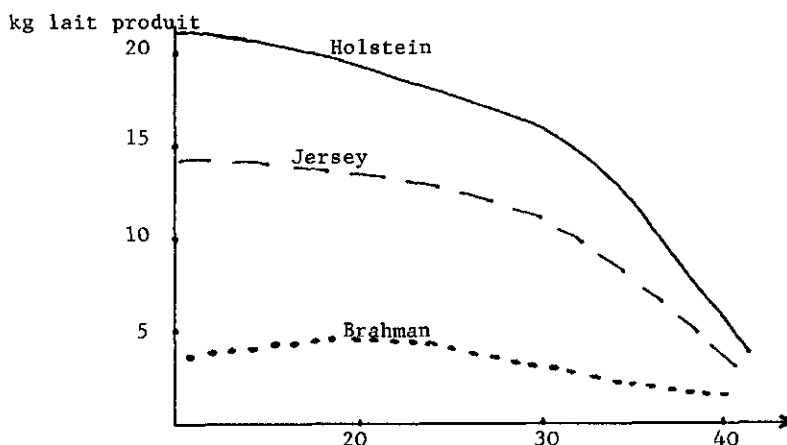


Figure 2. Effet de la chaleur sur la baisse de la production laitière de différents génotypes (Hafez, 1968)



éliminer l'excès de chaleur, l'animal utilise l'eau pour sudation au détriment de la production de salive. Il est possible de pallier tout au moins partiellement cet inconvénient en recourant à l'ensilage plutôt qu'à la fénaison pour la conservation des fourrages,

- une diminution de la synthèse du lait au niveau de la mamelle par suite de modifications du taux de certaines hormones sanguines (thyroïde, surrénales)

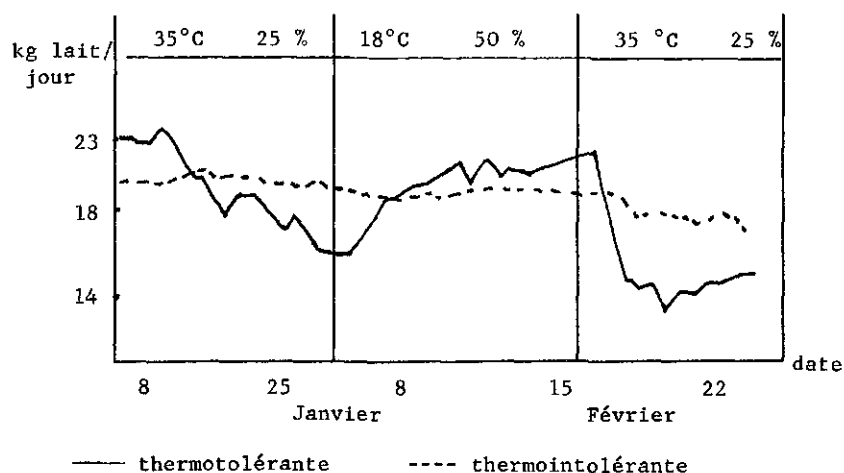
- une chute de la fertilité femelle ayant pour conséquence l'augmentation de l'intervalle entre vêlage ayant un effet dépressif sur la production laitière.

A partir de deux génotypes de vaches produisant la même quantité de lait à 18°C, il apparaît une chute importante de production chez les sujets qui ne sont pas thermotolérants à 35°C avec 25 % d'humidité relative (figure 3). Ce phénomène s'explique par la nécessité pour l'animal de réduire son métabolisme et sa production d'extra-chaaleur pour éviter l'élévation de sa température corporelle. Les sujets thermotolérants s'avèrent plus aptes à limiter leurs dépenses métaboliques d'énergie et d'eau (tableau 1).

Tableau 1. Dépenses d'énergie et d'eau du métabolisme comparées entre B. Taurus et B. Indicus. (selon Macfarlane, 1968)

	Energie du métabolisme Kcal/kg P ^{0.75} /heure	Métabolisme de l'eau ml/kg P ^{0.75} /24 heures	
		froid	chaud
Bos Taurus	95	315	380
Bos Indicus	80	260	360

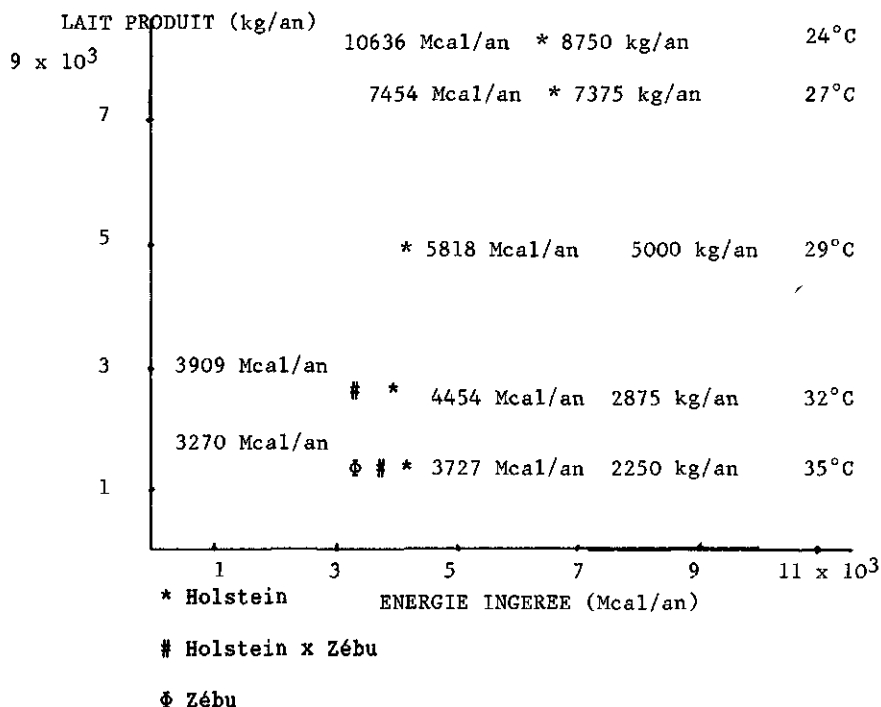
Figure 3. Production laitière comparée de vaches thermotolérantes ou non en fonction des conditions climatiques (selon Johnson et al, 1963)



Les races thermotolérantes sont les races locales non améliorées : les bovins laitiers d'origine tropicale (Bos Indicus) et, dans une certaine mesure, celles issues de croisement. Ces animaux semblent insensibles aux effets directs de la chaleur sur la production laitière ; ils restent toutefois dépendants des effets indirects sur la valeur alimentaire des fourrages consommés. C'est ainsi que, selon Bonnadonna (1973), certains sujets d'origine Indienne de races Gir ou Guzerat (Bos Indicus) peuvent produire plus de 4000 l. de lait par lactation alors que, dans les mêmes conditions, des vaches Frisonnes ne produisent que 2.150 kg.

Les races à haut niveau de production s'avèrent thermointolérantes et leur production laitière est très sensible à l'indice température-humidité (Berbigier, 1988). Une vache Holstein qui produit 6000 à 8000 kg de lait à 20-25°C ne produit pas plus qu'une femelle Zébu à 35°C-40°C soit 2250 kg lait (figure 4).

Figure 4. Effet de la température et de l'alimentation dans la production de lait de vaches Holstein, Zébu et croisements entre Holstein et Zébu (Mc Dowell, 1978)



b) Composition du lait

La température influe aussi sur la composition du lait et sur son aptitude à être transformé en fromage ; l'azote soluble, les teneurs en acide palmitique et stéarique augmentent alors que les taux butyreux, de matière sèche utile et les teneurs en matières azotées totales, en lactose et en acides gras à courte chaîne baissent. La diminution des taux de calcium et d'acide citrique principalement en début de lactation détériorent le rendement fromager en perturbant la coagulation de la caséine (Hafez 1968 ; Thompson 1985).

c) Effets indirects de l'équilibre hormonal

Il convient aussi de souligner les effets du climat sur la production d'hormones. La chaleur diminue plus ou moins fortement les taux sanguins de thyroxine et d'hormones surrénales. Cela entraîne une baisse de la production du lait au niveau de la glande mammaire et surtout allonge l'intervalle entre vêlage ce qui a incontestablement des répercussions sur la production laitière annuelle.

2 MOYENS D'AMELIORATION

Certes, il est possible de tirer parti du potentiel de production élevé des vaches sélectionnées en climat tempéré ou froid dans les pays européens et nord-américains en les exploitant dans des bâtiments conditionnés avec une alimentation à base de fourrages de qualité. Toutefois, nous nous limiterons à développer ici :

- les méthodes d'amélioration de l'environnement.
- l'intérêt des croisements.

a) Méthodes d'amélioration de l'environnement

Il est d'abord possible de fournir aux animaux un abri contre le soleil ; cet aménagement s'avère surtout efficace chez les sujets importés à haut niveau de production (tableau 2).

Tableau 2. Effet des modifications de l'environnement sur la production de la vache.

Conditions	Soleil	Ombre	Ombre + vent	Auteur
Température rectale	39,4	38,8	-	Baccari et al 1982
Fertilité sur I.A. %	25,3	44,4	-	Roman-Ponce
Nb. d'inséminations par gestation	3,95	2,25	-	1977
Production laitière	-	31,6	34,0	Berman et al 1984

La construction des abris doit tenir compte de certaines contraintes (Buffington et al, 1983) :

- orientation Est-Ouest du bâtiment
- prévoir un minimum de 5m² de surface de sol bétonné (avec une pente de 1,5 à 2 %) par vache
- un toit en matériau réfléchissant d'une hauteur minimum de 3,6 mètres ouvert au niveau du pignon dont la longueur ne doit pas excéder 12 à 15 mètres dans le sens du vent
- l'alimentation et l'abreuvement doivent être distribués à l'ombre.

b) Intérêt des croisements

Les croisements, en particulier entre *Bos Taurus* et *Bos Indicus*, permettent de tirer parti des aptitudes des souches locales à produire en climat aride ou semi-aride :

* Thermotolérance

. Aptitude à sécréter de la salive prioritairement à la production de sueur ; le Brahman sécrète 6 fois plus d'eau dans sa salive que dans la sueur contre 3 à 4 fois pour le Shorthorn. La réduction de la production de la salive diminue l'ingestion et l'activité microbienne dans le rumen,

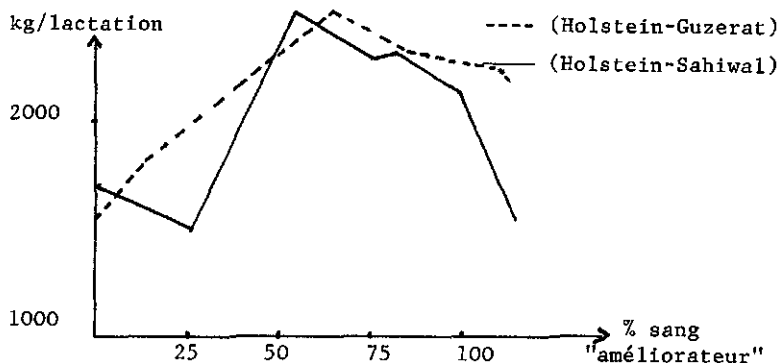
* Résistance aux maladies locales, en particulier la trypanotolérance

* Valorisation des fourrages locaux fortement lignifiés et pauvres en matières azotées

Cela explique le succès du croisement avec des races européennes pour obtenir l'Australian Milking Zebu (AMZ) (Hayman, 1974) ou celui du buffle en Egypte.

Il convient toutefois de limiter le pourcentage de sang "améliorateur" (figure 5).

Figure 5. Production laitière en fonction du pourcentage de sang "améliorateur" chez diverses vaches métisses (Berbigier, 1988)



3. ASPECTS SOCIO-ECONOMIQUES

Bien que nous ne disposions, dans ce domaine, que de très peu d'éléments provenant d'observations scientifiques, il demeure incontestable que le choix du type génétique et du système de production du lait de vache interfère de façon importante avec les conditions sociales et économiques des pays concernés.

Le développement de grosses unités susceptibles de valoriser des vaches importées à haut niveau de production nécessite une formation préalable des hommes appelés à faire fonctionner le système.

Ce choix réduit la possibilité de maintenir une population rurale en lui permettant d'avoir un revenu satisfaisant mais il peut permettre de mettre à la disposition de la population un lait à prix abordable. L'utilisation d'animaux adaptés à niveau de production moyen permet de valoriser les ressources végétales locales et limite les dépenses imputables à l'importation d'animaux et d'aliments. Il facilite l'accès des pays à l'indépendance économique.

Il convient aussi de tenir compte de l'évolution de la population de chaque pays.

Il est possible de recommander de valoriser les animaux exotiques importés en enregistrant leurs performances et en suivant leur descendance susceptible de contribuer par croisement à l'amélioration des populations locales.

CONCLUSION

S'il est possible de modifier le milieu et en particulier le climat grâce à des bâtiments adaptés, il convient de tenir compte du contexte social et économique.

Il existe donc pour chaque pays un choix entre un système performant certes mais nécessitant, pour être exploité, de gros investissements et faisant appel à des importations coûteuses et un système peu productif mais adapté au milieu et susceptible de valoriser les ressources animales et végétales du pays.

La décision dépend de nombreux facteurs qui, du moins en partie, échappent aux responsables des pays concernés ; c'est en particulier le cas du marché mondial des produits laitiers et de ses facteurs de modification.

Il appartient "in fine" aux zootechniciens locaux de promouvoir des systèmes originaux tenant compte d'un équilibre entre producteurs de viande et de lait et permettant de valoriser les ressources locales.

REFERENCES

- Baccari, F.J. ; Assis, P.S. ; Polastre, R. ; FRE, C.M. ; 1982. Shade management in tropical environment for milk production in crossbred cows. Proceedings of the Western Section of the American Society for Animal Science, 33. 209-210.
- Berbigier, P. ; 1988. Bioclimatologie des ruminants domestiques en zone tropicale. INRA Paris, Publ. Versailles, 237 p.
- Bermann, A. ; Flamenbaum, I. ; Wolfenson, D. ; 1984. Alleviation of heat stress and its impact on reproduction in dairy cattle. In the reproduction potential of cattle and sheep. INRA Publ. Versailles, 125-137.
- Bonnadonna, T. ; 1973. Considerazioni sulla produzione di latte nei tropici. Zootec. Vet. 28. 4-14.

- Buffington, D.E. ; Collier, R.J. ; Canton, G.H. ; 1983. Shade management systems to reduce heat stress in dairy cows in hot humid climates. Trans. ASAF. 26. 1798-1802.
- Hafez, E.S.E. ; 1968. Environmental effects on animal productivity. In Adaptation of domestic animals. Lea and Febiger Publ. Philadelphia, p. 74-89.
- Hayman, R.M. ; 1974. The development of the Australian Milking Zebu. World Anim. Rev. 11. 31-35.
- Johnson, H.D. ; 1965. Response of animal to heat meteorol. Monogr. 6. 109-122.
- Johnson et al ; 1963. in Hafez E.S.E. 1968.
- Macfarlane, W.V. ; 1968. Adaptation of ruminants to tropic and deserts in adaptation of domestic animals. Lea and Febiger Publ. Philadelphia, p. 164-182.
- Roman-Ponce, H. ; Thatcher, N.W. ; Buffington, P.E. ; Wilcox, C.S. ; Van Horn, H.M. ; 1977. Physiological and production response of dairy cattle to a shade structure in a subtropical environment. J. Dairy Sci. 60. 424-430.
- Thompson, G.E. ; 1985. Lactation and the thermal environment in Yousef M.K. Stress physiology in Livestock. Vol. 1. CRC Press. Publ. Boca-Raton, Florida, USA, 122-131.

LE MILIEU ET L'EXPRESSION DU POTENTIEL GENETIQUE DES BOVINS A VIANDE

A. Nardone & B. Ronchi

Istituto di Zootechnia. Università di Viterbo, Italia

SUMMARY

Ten beef breeds are considered: Aberdeen Angus (AA), Blonde d'Aquitaine (BA), Bleue Belge (BB), Charolaise (CH), Chianina (CN), Hereford (HE), Limousine (LI), Marchigiana (MR), Romagnola (RM), Piemontese (PI).

There is a good association between the ambient temperatures monthly average (minimum and maximum) of the originary geographic area of the considered breeds (triangle) with the range of the beef thermal neutrality; the association is unsatisfactory in the South Mediterranean area. Some physiological and productive parameters concerning the meat production are examined. Some genetic and environmental factors influencing the beef meat production are analyzed. The global meat production and the ingestion of "UFL-UFV-MS" per deboned meat Kilogram are compared in three farms, by considering the effect of numerous factors. A distinct breed has been considered for each farming system: a large sized one (Chianina), an other with good yield (Piemontese) and one rustic (Maremmana). The water uptake per Kilogram of meat in the irrigation systems, the production improvement by crossbreeding and the influence of the live calves born from the production are estimated.

1 INTRODUCTION

Les principaux types génétiques bovins de la zone européenne qui peuvent être définis "à viande" sont, comme on sait: Aberdeen Angus (AA), Blonde d'Aquitaine (BA), Bleue Belge (BB), Charolaise (CH), Chianina (CN), Hereford (HE), Limousine (LI), Marchigiana (MR), Romagnola (RM), Piemontese (PI).

Les zones d'origine de ces races sont comprises, grossomodo, dans un "Triangle" géographiquement délimité avec les points: 57°N, 2°W; 45°N, 2°W; 43°N, 12°E.

Dans le but du développement du sujet, il paraît opportun de formuler quelques questions auxquelles on tachera de donner une réponse.

a) Quelles ont été les conditions du milieu qui ont favorisé l'origine, dans ce "Triangle", de bovins à forte disposition à la production de viande?

b) Quels résultats de production les types génétiques à viande peuvent-ils donner dans des milieux différents de ceux d'origine (par exemple dans le Sud Méditerranéen)?

c) Quel est le rapport, en termes d'efficacité technique et productive, entre types génétiques indigènes (par ex Maremmana (MM), Retinta, Mirandesa, Brune de l'Atlas) élevées

dans un milieu difficile et bovins à viande du "Triangle" élevés dans le même milieu?

2 MILIEU

Les différentes définitions qu'on peut donner du milieu entraînent à le déterminer comme l'ensemble des facteurs qui influencent les possibilités reproductives et productives des organismes (Bettini, 1987). Pour les effets provoqués par le milieu sur les bovins à viande, il faut tenir compte surtout du climat, du sol, de la disponibilités hydriques, et du "management".

Dans le contexte de l'analyse en question, le rôle du climat apparaît predominant. Pour caractériser un climat, comme on le sait, il faut connaître de nombreux éléments météorologiques, tels que: température, humidité, pluviosité, pression atmosphérique, rayonnements solaires, héliophonie, etc., de nombreux indices climatiques qui peuvent être calculés en se fondant sur les éléments cités. Aux fins de cette étude, ces paramètres sont donnés pour acquis. Ci-après on se référera synthétiquement et essentiellement aux moyennes mensuelles des températures minimales et maximales, à l'humidité relative, à la pluviosité et aux indices de De Martonne, sur long période, pour les suivantes stations du "Triangle" et du Sud Méditerranéen: U.K.: Aberdeen, Manchester, Londres; France: Toulouse, Clermont-Ferrand; Belgique: Bruxelles; Italie: Florence Peretola, Città di Castello; Algérie: Costantine, Setif; Tunisie: Tunis, Kairouan, Bizerte; Maroc: Tanger, Ouida.

Les zones d'origine des 10 races bovines à viande ont un climat qu'on peut classer de subhumide à perhumide. Une exception est constituée pour des territoires de l'Italie centrale, représentés par la station de Florence, intéressés à l'élevage de la Chianina, où, dans les mois de juillet et d'août, se vérifient des conditions d'aridité limitée. En ce qui concerne la température, la moyenne mensuelle des températures maximales oscille dans cette zone entre 5°C et 22°C environ (Florence atteint un maximum de 31°C en juillet), tandis que la moyenne des températures minimales peut descendre au-dessous de zéro dans les stations envisagées. L'humidité relative moyenne mensuelle varie entre 65 et 90%. La pluviosité annuelle va de 563 mm à Clermont-Ferrand à 918 mm à Florence, et généralement elle est bien répartie sur les 12 mois (minimum de 25 mm à Clermont-Ferrand au mois de janvier et de février).

Par contre, dans les zones de l'Afrique du Nord qui donnent sur la Méditerranée, bien que la pluviosité soit bonne (400-600 mm par an), elle est fondamentalement concentrée en automne et en hiver, en donnant lieu à de longues périodes d'aridité en été. Par exemple, les stations de Tunis et de Bizerte sont classées de semi-arides à extrêmement arides pour le semestre avril-septembre et subhumides-humides pour les six autres mois.

La moyenne mensuelle des températures maximales atteint 37°C et celle des minimales ne descend pas au-dessous de 7°C, et dans les mois juillet-septembre elle est entre 20°-21°C. L'humidité relative moyenne mensuelle varie entre 64 et 84%,

et descend au-dessous de 50% pour certains mois d'été en quelques-uns de stations.

En pratique dans le "Triangle", l'intervalle entre les moyennes mensuelles des températures minimales et maximales est près de représenter la "zone de neutralité thermique" des bovins (Fig.1. A)), que, comme on le sait, nombreux auteurs situent entre 0°C et 16°C. Les niveaux de pluviosité et d'humidité et la nature du sol de cette zone géographique, permettent généralement d'obtenir de bons pâturages et une bonne production de fourrages. L'action de l'homme par la sélection de races de bonne taille et de forte croissance musculaire, d'abord pour la capacité de travail, ensuite pour la production de la viande, jointe aux paramètres climatiques favorables, a favorisé la détermination de conditions du milieu appropriées pour l'obtention des races en question.

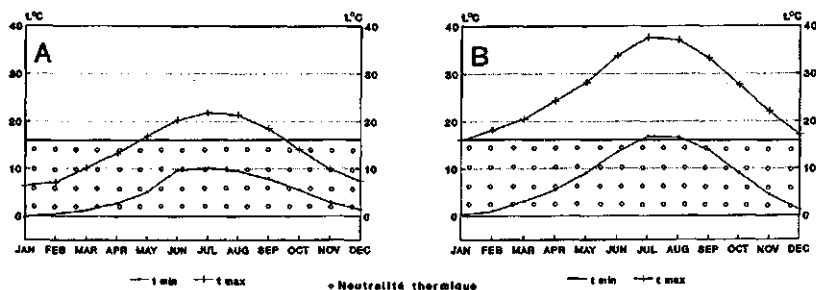


Fig. 1. Moyenne mensuelles des températures minimales et maximales par rapport à la zone de neutralité thermique des bovins:

- A dans les zones d'origine des races à viande, (Italie central exclue);
- B dans l'Afrique du Nord.

En allant vers le Sud de la Méditerranée, les conditions climatiques, comme nous l'avons vu, sont progressivement moins favorables (sauf dans des aires limitées) pour l'élevage des races bovines à viande, en ce qui concerne aussi bien la "zone de neutralité thermique" (Fig.1 B)) que la production de fourrages. Dans cette zone la sélection, aussi bien naturelle que provoquée par l'homme, a abouti à la formation de types génétiques capables, avant tout, de reproduire, et donc de produire, dans les limites imposées par les conditions naturelles. Ainsi que l'indiquent les résultats de beaucoup d'essais, ces types génétiques, placés dans des conditions de milieu plus favorables (l'alimentation en particulier), révèlent un bon potentiel génétique de production de viande.

3 QUELQUE ASPECT DE THERMOREGULATION

Les races à viande sélectionnées dans les zones tempérées, ont été étudiées d'une façon approfondie dans les conditions

d'élevage de ces zones. Moins nombreuses ont été les études sous climat chaud; celles-ci ont souvent comparé des races de Bos Taurus à des types génétiques de Bos Indicus. Aussi, vu que le bovin souffre plus du chaud que du froid, paraît-il important, d'examiner schématiquement, sur la base de ces études, quelque aspect de thermoregulation, sans prendre en considération les facteurs hormonaux.

Dans des milieux chauds le bovin actionne des mécanismes de défense afin de contrôler essentiellement l'augmentation de la température corporelle. Les températures cutanées et rectales des races originaires de zones tempérées atteignent des niveaux plus élevés que ceux des types génétiques indigènes, (surtout le Bos Indicus; la température de ces derniers recouvre aussi une plus vaste gamme de variations). Chez les races à viande, la variation journalière de la température corporelle peut être de l'ordre de $0,2^{\circ}\text{C}$ - $1,5^{\circ}\text{C}$, suivant la température ambiante et le "management" (Boyd et al., 1989); chez des sujets Hereford X Red Angus, dans des milieux de 20°C et 35°C , on a relevé une température rectale de $38,5^{\circ}\text{C}$ et de $39,9^{\circ}\text{C}$ (Robinson et al., 1986).

La connaissance du comportement de la température corporelle (cutanée ou rectale) des différents types génétiques élevés pour la production de la viande est importante pour les corrélations existantes avec les paramètres reproductifs et productifs. Par exemple:

i) Turner (1982) aurait trouvé une corrélation de $-0,76$ entre température corporelle et fertilité chez les Hereford X Shorthorn et Bos Taurus X Bos Indicus; à chaque degré centigrade d'augmentation de la température corporelle se vérifierait une diminution proportionnelle de fertilité; ii) une température corporelle élevée chez la vache provoquerait une réduction du poids à la naissance du veau de plus d'un kg; iii) la croissance jusqu'à 18 mois d'âge serait aussi réduite de 40g. par jour pour chaque degré de température corporelle au-delà des 38°C (Turner, 1984); iv) Da Silva (1973) a découvert, du sevrage à 18 mois, une corrélation négative de $-0,90$ entre croissance et augmentation de la température corporelle.

Plus en général, à propos des mécanismes de défense, il faut souligner qu'ils dépendent des paramètres climatiques faisant partie du bilan énergétique du milieu, et en particulier des rayonnements solaires nets et de la chaleur d'advection. L'ampleur de ces paramètres augmente, comme on le sait, des régions du Nord vers le Sud.

Les bovins, lorsqu'ils se trouvent dans des conditions de milieu difficiles, actionnent des mécanismes particuliers de défense qui tendent à s'opposer à ces conditions (principe de l'équilibre mobile) tels que:

a) réduction de production de chaleur par la diminution de l'apport de calories à travers l'alimentation et l'atténuation du métabolisme (Finch, 1986, indique une diminution de deux tiers du métabolisme). Le plus faible apport de nourriture dépendrait d'un effet direct de la température corporelle sur le centre de la faim au niveau hypothalamique (Beede, 1986). Webster (1976) a relevé une réduction de 20% dans l'apport de nourriture chez des bovins à viande Shorthorn déplacé d'un milieu à 10°C à un autre à

27°C ; le broutage aussi se réduit quand la température corporelle atteint des valeurs plus élevées (Boyd et al., 1989) et plus généralement le temps consacré à l'alimentation diminue dans des milieux chauds;

b) évacuation de chaleur à travers l'augmentation de la respiration et de la transpiration. Finch (1986) indique une perte, à travers la respiration, de 15% de la chaleur métabolique. Le rythme respiratoire devient plus fréquent chez les races de Bos Taurus, et il est en corrélation directe avec la température corporelle et la fréquence cardiaque. La transpiration implique une baisse de la température superficielle (565 calories par gramme d'eau). Elle est plus élevée chez le Bos Indicus, chez lequel elle croît avec l'augmentation de la température corporelle, tandis que chez le Bos Taurus, après une augmentation initiale elle tend à se stabiliser (Finch, 1986). L'intensité de la transpiration dépend de l'humidité (tension de vapeur) du milieu, du nombre, du volume et de l'irroration sanguine des glandes sudoripares. L'augmentation de la respiration et de la transpiration implique un accroissement de l'absorption d'eau qui peut augmenter même au-delà de 50%. Chez des bovins Hereford X Angus, on a relevé une augmentation, dans la consommation d'eau, de 70 à 110 litres/jour en passant d'une température du milieu de 22°C avec 35% d'humidité à une température de 33-37°C avec 38% d'humidité (Biggers et al., 1987).

c) calorifugeage, qui concerne maints éléments:

i) l'épaisseur et la couleur du pelage (par exemple, on sait que la couleur blanche de la Chianina à poil plat reflète mieux les rayonnements solaires; Villares, 1981). Le pelage du Bos Taurus s'oppose mieux à l'introduction de chaleur provenant du milieu extérieur, mais il présente aussi l'inconvénient de s'opposer davantage à l'évacuation de la chaleur endogène; ii) la pigmentation de la peau et des muqueuses (on connaît les problèmes de certaines races à viande dépigmentées dont on fait l'élevage dans des milieux chauds et à fort rayonnement); iii) l'épaisseur de la couche de graisse des tissus internes est aussi importante, et en particulier celle de la couche sous-cutanée pour la conductibilité thermique du corps.

Sous climat chaud, par conséquent, le bovin des zones tempérées, en réduisant l'apport de nourriture et en se trouvant en conditions de stress pour régler la température de son propre corps, consomme les réserves corporelles et dépérit et/ou croît lentement; d'où les, difficultés de reproduction. Les conditions se répercutent négativement sur tous les paramètres productifs pour la viande (vitesse de croissance, rendements, natalité, survie).

4 CERTAINS ASPECTS DE PRODUCTION PAR RAPPORT AUX RELATIONS "MILIEU-GENOTYPE"

La recherche constante réside dans la détermination des conditions qui permettent d'extérioriser pour chaque individu et pour chaque race, le potentiel génétique, étant bien entendu que, pour le bovin à viande comme pour d'autres types génétiques, il n'en existe pas un qui soit le meilleur dans

l'absolu. Il paraît donc intéressant de comparer quelques résultats de production de la viande entre:

a) différentes races bovines à viande élevée dans les mêmes conditions;

b) différentes conditions du milieu où on met en production un même type génétique.

En ce qui concerne le point a), compte tenu de la grande quantité de données expérimentales existantes en la matière, on renvoie à la bibliographie internationale.

En ce qui concerne le point b) on relate ici les résultats de quelques recherches significatives:

i) Utiles pour la démonstration de l'importance de l'effet du différent niveau énergétique du régime alimentaire sur la croissance d'un même type génétique, sont les données relatées par Goodrich et Meiske (1976) à propos de l'accroissement moyen journalier et des jours nécessaires pour atteindre 300 kg de poids vif, à la suite d'essais menés sur des veaux châtrés alimentés avec différents niveaux d'ensilage de maïs.

% de MS de silage de maïs sur la MS de la ration									
	10	20	30	40	50	60	70	80	
accr. kg/jour	1.14	1.13	1.10	1.07	1.03	.98	.93	.87	
jour de accr.	263	265	273	280	291	306	323	345	

ii) Berbigier (1988), a relevé d'importantes différences dans les quantités de matière sèche absorbée (MSI) par de jeunes taureaux créoles, suivant qu'ils sont élevés au soleil ou à l'ombre, en zones tropicales (respectivement 5,7 kg/jour de MSI contre 6,5). Il a relevé des différences importantes aussi chez des sujets de croisement Charolais X Créole maintenus au soleil ou à l'ombre, en ce qui concerne la croissance moyenne par jour (820g. contre 1.040), l'indice de conversion (10,4 UFV/kg contre 8,7) et le poids final de la carcasse à chaud (279 kg contre 309). iii) Même la qualité de la viande varie suivant les modifications des facteurs du milieu. Chez des croisés entre races à viande (CH, CN, LI, MR, P, RM) et Frisonne italienne, Matassino et al. (1985) ont découvert que la viande des carcasses produites par des sujets élevés sur caillebotis, par rapport à celle de sujets entretenus en feed-lot est plus claire et présente une teneur plus élevée en matière sèche ($P < 0,001$). Les sujets élevés sur caillebotis donnent aussi des morceaux ayant une plus forte dureté et nécessitant un plus long travail de mastication ($P < 0,05 - 0,001$ à l'essai du texturometer). iv) Il paraît intéressant, de souligner l'exemple de veaux de races "à viande" françaises et de croisement qui en France sont abattus entiers on chartrés à des poids entre 150 et 850 kg à un âge entre 4 mois et 3 ans, tandis que la majorité des veaux de même type génétique qui sont achetés et élevés en Italie, sont abattus entre 16 et 18 mois pour produire seulement "vitelloni" du poids de 600-650 kg. Par conséquence du différent système d'élevage et d'alimentation en Italie, la vitesse de croissance et le rendement augmentent.

5 SCHEMA COMPARATIF DE PRODUCTION

Il paraît important, finalement, dans le cadre des corrélations entre milieu et expression du potentiel génétique, d'analyser de plus près l'efficacité technique et productive de différentes races en considérant l'élevage (de chacune) dans son ensemble et dans sa complexité (dans le milieu d'élevage).

Pour ce faire il faut considérer dans le même temps les suivants paramètres techniques:

a) catégories élevées (vaches reproductrices, bétail de remonte, sujets à abattre divisés par sexe et par âge);

b) statistiques vitales (pourcentage annuel de remonte; âge au premier vêlage; fertilité, natalité, mortalité: ces trois dernières, par nécessité de simplification, sont exprimées d'une façon unitaire comme vivinatalité effective annuelle jusque à l'âge de l'abattage ou de la reproduction);

c) paramètres productifs (vitesse de croissance, consommations des aliments, indices de consommation, rendements en carcasse, rendements en viande désossée);

d) poids vif par catégorie.

Deux indices pour prendre en considération tous les paramètres sont:

i) la quantité de viande désossée produite par an par un troupeau "type" de 100 vaches.

ii) les aliments utilisés en total par le troupeau si dessus pour produire 1 kg de viande désossée; les aliments peuvent être exprimés en UFL, UFV, MS.

On estime, en effet, que pour mesurer et/ou comparer l'expression productive réelle d'une ou plusieurs races ou types génétiques de bovins à viande, il n'est pas suffisant de mesurer uniquement les paramètres de croissance, de consommation et de rendement, en ne se référant qu'aux catégories élevées pour l'abattage, comme on le fait souvent.

A titre d'exemple, on a prit en considération 3 races italiennes (CN), (PI) et (MM). Les deux premières ont un fort potentiel génétique pour la production de la viande; la Chianina a un grand format et une forte croissance; la Piémontaise a dimensions moyennes, un fort développement musculaire et de très bons rendements en viande. L'élevage de ces races est généralement en semi-stabulation; les mâles après le sevrage (qui peut être au pâturage ou en étable) sont élevés en étable pour la production du "vitellone". La Maremmana est élevée, elle aussi, pour la production de la viande, en extensif et dans des milieux difficiles, elle est de format moyen et caractérisée par une grande rusticité. Pour chaque race on a supposé un troupeau composé de 100 vaches plus la remotée femelle (pour simplifier les mâles de reproduction ne sont pas considérés), présentes pendant toute l'année, auxquelles on a rapporté tous les paramètres d'élevage, dont les valeurs moyennes ont été tirées de données expérimentales et d'autres sources disponibles. Les trois élevages sont caractérisés comme on voit dans le tableau 1, qui indique aussi les valeurs des deux indices proposées. Les valeurs obtenues permettent des évaluations qui présentent un certain intérêt:

1) Ce n'est pas la race de grand format et à plus forte croissance qui produit la plus grande quantité de viande desossée par an, mais plutôt la race Piémontaise (avec 23.798 kg), laquelle, bien qu'elle soit de format moyen, se rattrappe à cause des meilleurs rendements à l'abattage.

2) L'élevage de Piémontaise, justement à cause de son format plus petit et de ses meilleurs rendements, présente une consommation par kg viande, exprimée en kg de MS, d'à peu près 22,7% au-dessous de celle de l'élevage de Chianina (kg 30,0 contre 38,8, mais il faut considérer que les aliments sont différents).

3) Dans l'élevage des "races à viande", les mâles donnent le plus de pourcentage de viande (dans l'ordre 56,0 57,6 57,7 par CN, PI, MM, de l'exemple), mais il faut considérer de toute façon que les femelles produisent plus que les 2/5.

4) L'élevage de la race rustique, comme l'on pouvait prévoir, est nettement moins productif. La quantité totale de viande de l'élevage de Maremmana est environ les 2/3 par rapport à celle de chacune des deux races spécialisées à viande. La consommation, exprimée par simplification en MS, par kg de viande, résulte considérable, 43,2 kg environ, soit 1,4 fois la consommation de Piémontaise.

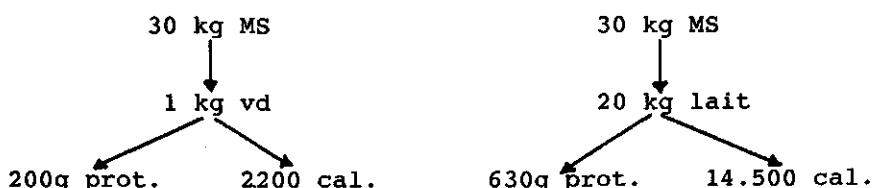
5) Malgré les résultats cités au point 4, l'élevage de la race Maremmana peut, au contraire, être intéressant et devenir compétitif par rapport à celui des races spécialisées, puisque dans certains milieux il peut être plus productif ou l'unique possible. La Maremmana, en effet, comme plusieurs races présentes dans la zone méditerranéenne, est en mesure de supporter les conditions de climat chaud, avec de longues périodes de sécheresse et en conditions de pâturages pauvres. Elle peut perdre aussi un 20% de poids vif et les recouvrer rapidement quand les conditions de pâturage sont bonnes. Nos recherches actuelles indiquent qu'aux grandes variations de l'état nutritif ne correspondraient pas des altérations autant importantes du métabolisme. En pratique, elle est en état de reproduire et de produire dans des milieux où la survie, pour des races plus productives, est impossible ou bien fait tomber les valeurs de la reproduction et de la production au-dessous de celles de la Maremmana. Dans des milieux difficiles, des génotypes comme la Maremmana utilisent des disponibilités alimentaires qui autrement se perdraient pour une large part. Le problème ainsi posé, les 19 UFL consommées par la Maremmana pour des vaches et des têtes du bétail de remonte ne devraient pas être prises en considération dans la comparaison avec les deux autres races. L'élevage de Maremmana deviendrait, ainsi, le plus économiquement convenable.

6) En particulier dans l'élevage des races à viande c'est important de connaître l'incidence sur la viande produite de la consommation alimentaire par les vaches et par la remontée au-delà des têtes pour l'abattage. En effet les résultats de l'exemple donnent une consommation (calculée en MS) entre 52,1 et 61,3% pour les vaches, 11,5 et 14,4% pour la remontée, et finalement entre 24,3 et 36,4% pour les animaux élevés exclusivement pour l'abattage. La connaissance de ces paramètres est importante pour le choix des races par rapport

aux aliments disponibles en quantité et en qualité dans le milieu d'élevage.

7) Il paraît, aussi important considérer que si pour la production de fourrages on devait avoir recours à l'irrigation, il en résulterait, par ex., qu'un kg de viande dans l'élevage de Piémontaise nécessiterait une consommation de environ 20 mc d'eau (600-700 litres d'eau par kg Ms produit en Italie centrale). Ces valeurs devraient presque être doublées dans le Sud Meditteraneen à cause de la plus forte évapotranspiration.

Avec la même quantité d'eau transformée en fourrage dans le sub-tropique sec, on produirait environ 20 litres de lait (Nardone et Matassino, 1988), avec un rendement énergétique et protéique bien plus avantageux par rapport au 1 kg de viande desossée, comme ressort par le schema suivant:



En fait pour accroître la production de viande dans les races rustiques et en améliorer la qualité, on peut avoir recours, comme on sait, au croisement justement avec les races à viande du "Triangle". Le problème a été largement discuté dans beaucoup d'études; ici on veut souligner que le croisement peut être utilement employé, pourvu qu'on ait les attentions nécessaires dans la choix de la race et du taureau de croisement, pour éviter les problèmes de la réduction de fertilité, de l'augmentation de mortalité, et de la limitation du troupeau de remonte et du potentiel sélectif de la race à croiser (Nardone et Ronchi, 1988).

De toute façon, par le croisement l'augmentation globale de viande sur tout l'élevage peut-être limitée; en effet, plus le pourcentage de bétail de remonte est élevé et la natalité effective réduite, et moins les vaches reproductrices à croiser sont nombreuses. Le croisement peut être important quand il permet une forte augmentation des poids vifs à l'abattage.

Pour l'élevage de Maremmana de l'exemple si on faisait le croisement avec la race Charolaise, sur la base des paramètres du tableau 1, modifiés seulement pour les rendements, on obtiendrait un accroissement de production de viande de 9% environ. Le même accroissement on pourrait obtenir avec une augmentation de 7 points dans le pourcentage de la vivinatalité (de 78 à 85%).

Ce dernier paramètre est naturellement un facteur déterminant de l'efficience productive dans l'élevage de bovins à viande. Dans l'exemple proposé, la réduction de 10 points en pourcentage pour la vivinatalité dans l'élevage de Piémontaise, déterminerait une diminution de 11,6% de la quantité totale de viande produite et l'incidence de la viande provenant des vaches de réforme passerait de 21,8% à 24,6%. Pour la Chianina, la même réduction de vivinatalité

Table 1. Production de viande e consommation des aliments par année dans un troupeau de 100 vaches.

	CHIANINA	PIEMONTESE	MAREMMANA
<u>VACHES</u>			
présentes par année.....N	100	100	100
vivinatalité par année...%	84	84	78
abattues par année.....N	15	20	12
poids vive unitaire en élevage et a l'abattage..kg	800	600	550
carcasse.....%	57	60	52
viande désossée (vd)....%	66	72	62
vd de vaches.....kg	4 514	5 184	2 128
UFL consommées par année N	275 500	240 700	246 184
<u>REMONTEE</u>			
par année.....%	15	20	12
age 1° velage.....mois	30	33	36
UFL consommées par année.N	70 680	83 100	49 140
<u>TAURILLONS</u>			
abattues par année.....N	42	42	39
age a l'abattage.....mois	16	18	24
poids vive unitaire.....kg	650	600	580
carcasse.....%	64	68	58
viande désossée.....%	73	80	68
vd de taurillons.....kg	12 755	13 709	8 921
UFV consommées par année N	108 570	97 482	110 955
<u>GENISSES</u>			
abattues par année.....N	27	22	27
age a l'abattage.....mois	14	15	24
poids vive unitaire.....kg	470	450	450
carcasse.....%	62	66	56
viande désossée.....%	70	75	65
vd de génisses.....kg	5 507	4 905	4 422
UFV consommées par année N	62 937	34 100	63 288
<u>VIANDE DESOSSEE</u>			
Total.....kg	22 776	23 798	15 471
vd vaches.....%	19,8	21,8	13,8
vd génisses.....%	24,2	20,6	28,5
vd taurillons.....%	56,0	57,6	57,7
<u>BESOINS</u>			
par kg vd:			
UFL.....N	15,2	13,6	19,1
UFV.....N	7,5	5,5	11,3
MS.....kg	38,8	30,0	43,2
<u>REPARTITION DE LA CONSOMMATION DE MS PAR</u>			
vaches.....%	61,3	58,0	52,1
remontée.....%	14,4	17,4	11,5
taurillons. et génisses %	24,3	24,6	36,4

impliquerait une diminution de 11,2% de la viande, et l'incidence de la viande des vaches de réforme sur le total passerait de 19,8% à 22,3%. Pour la Maremmana la diminution globale de la viande serait de 12,7%. Pour compenser tels pertes hypothétique de vivinatalité, la Piémontaise devrait élever son rendement en viande désossée sur le poids vif à l'abattage de 50,5% (moyenne pondérée des trois catégories) à 56,9%, la Chianina de 43,8% à 49,1%, la Maremmana de 37,4 à 42,7%.

6. CONCLUSION

En conclusion, on pourrait affirmer que les races à viande spécialisées peuvent être convenablement élevées dans des milieux où les conditions météorologiques et pédoclimatiques assurent la plupart des fourrages nécessaires à l'entretien de toutes les catégories qui composent "le troupeau" et, plus généralement, dans les situations où il est possible d'obtenir une expression élevée des paramètres aussi bien productifs que reproductifs.

Dans le milieu où il n'y a pas ces conditions (par exemple dans la plus part des zones du sud de la Méditerranée) c'est important de bien utiliser la capacité de production des races autochtones, qui sont bien adaptées au milieu. Les bûts les plus importants dans l'élevage de ces races devraient être: i) augmenter la vivinatalité; ii) effectuer une sélection minimale surtout pour l'efficacité reproductrice et pour la capacité maternelle; iii) utiliser le croisement avec races à viande d'une façon rationnelle; iv) bien alimenter les animaux d'abattage.

.....
Les auteurs remercient le professeur Luciano Tombesi pour ses conseils dans le domaine pédoclimatique.

REFERENCES

- Beede D.K. & R.J. Collier, 1986. Potential nutritional strategies for intensively managed cattle during thermal stress. *Jou. Anim. Sci.* 62:543-554.
- Berbigier P., 1988. Bioclimatologie des ruminants domestiques en zone tropicale. INRA, Paris.
- Bettini T.M., 1987. Elementi di scienza delle produzioni animali. Edagricole, Bologna
- Biggers B.G., R.D. Geisert, R.P. Wettman & D.S. Buchanan, 1987. Effect of heat stress on early embryonic development in the beef cow. *Jou. Anim. Sci.* 64:1512-1518.
- Boyd G.W., D.D. Lunstra, L.R. Corah, R.C. Cochran & G.L. Hahn, 1989. Serving capacity of crossbred yearling beef bulls. II. Summer grazing activity and body temperature patterns during average and heavy mating loads at pasture. *Jou. Anim. Sci.* 67: 72-79.

- Da Silva R.G., 1973. Improving tropical beef cattle by simultaneous selection for weight and heat tolerance: Heritabilities and correlations of the traits. *Jou. Anim. Sci.* 37:637-642.
- Finch V.A., 1986. Body temperature in beef cattle: its control and relevance to production in the tropics. *Jou. Anim. Sci.* 62:531-542.
- Goodrich R.D. & J.C. Meiske, 1976. Corn silage: influence of amounts, feeding system and drought-damage on feedlot performance. *Minn. Cattle Feeders Rpt.* B-219.
- Matassino D., E. Cosentino, A. Girolami, C.M.A. Barone, B. Colatruglio, F. Grasso, L. Ramunno & A. Zullo, 1985. Alcune caratteristiche qualitative della carne di vitelloni appartenenti a 14 tipi genetici. *Agricoltura Ricerca* 7 (50):1.
- Nardone A. & D. Matassino, 1988. Large-scale operations with special reference to dairy cattle. *Proc. of Int. Symp. Ruminant production in the dry subtropics: constraints and potentials.* EAAP publication n. 38:167-173.
- Nardone A. & B. Ronchi, 1988. I sistemi di allevamento del bovino nella regione Lazio: analisi e ottimizzazione di parametri tecnico-produttivi. *Atti Sem. Salvaguardia e valorizzazione del bovino maremmano nella realtà agro-zootecnica del territorio laziale* p. 113-132.
- Robinson J.B., D.R. Ames & G.A. Milliken, 1986. Heat production of cattle acclimated to cold, thermoneutrality and heat when exposed to thermoneutrality and heat stress. *Jou. Anim. Sci.* 62:1434-1440.
- Turner H.G., 1982. Genetic variation of rectal temperature in cows and its relationship to fertility. *Anim. Prod.* 35:401-412.
- Turner H.G., 1984. Variation in rectal temperature of cattle in a tropical environment and its relation to growth rate. *Anim. Prod.* 38:417-427.
- Villares J.B., 1981. Produttività della Chianina nei Tropici Brasiliani. *III Congresso Internazionale Chianina.* Calgary Alberta Canada p. 61-64.
- Webster A.J.F., 1976. The influence of the climatic environment on metabolism in cattle. In: H. Swan & W.H. Broster (Ed.): *Principles of cattle production.* Butterworth, London. p. 103- 120.

RESUME

10 races bovines sont étudiées : Aberdeen Angus (AA), Blonde d'Aquitaine (BA), Bleue Belge (BB), Charolaise (CH), Chianina (CN), Hereford (HE), Limousine (LI), Marchigiana (MR), Romagnola (RM), Piemontese (PI).

Il y a une bonne corrélation entre la moyenne mensuelle (maximum et minimum) de la température ambiante du berceau de la race et la zone de neutralité thermique de chaque espèce. L'adaptation à la zone méditerranéenne n'est pas satisfaisante.

Les principaux paramètres physiologiques et de production sont passés en revue. Certains facteurs génétiques et d'environnement influant sur la production de viande bovine sont analysés.

La production de viande et l'ingestion de "UFL-UFV-MS" par kg de viande sans os sont comparés dans trois exploitations en prenant en considération de nombreux facteurs. Trois races différentes sont étudiées : une race de grande taille (Chianina), une à bon rendement (Piémontaise) et une rustique (Maremmana). Le besoin d'eau par kg de viande en système irrigué, l'augmentation de la production par le croisement et l'influence du poids de naissance du veau sur la production sont examinés.

Partie 3

Méthodes et moyens d'amélioration génétique

Contrôle de performances et amélioration génétique en Tunisie.

M.Djemali¹, P.J. Berger² et M. Miladi¹

(1) INAT, 43 Avenue Charles Nicole, 1002 Tunis, Tunisie

(2) ISU, 239 Kildee Hall. Ames, Iowa 50011, U.S.A.

Summary

Tunisia has a national goal to make itself self-sufficient in milk production. This is the first attempt to characterize productive and reproductive traits of dairy cattle in Tunisia using a large amount of data. We view this research as the first step toward making records available for management decisions and development of a genetic evaluation program. Records need to be adjusted for nongenetic sources of variation in order to make them useful for management of within herd breeding programs. Adjustments for age at calving, length of lactation, number of milkings and season of calving are clearly indicated and computed. Genetic parameters for milk and fat were also computed in order to implement the animal Model. Tunisia has a national resource for genetic improvement of its dairy cattle population through cattle imported from developed countries. We have demonstrated that the imported cattle are capable of maintaining a sustained level of productivity under environmental conditions of Tunisia. The comparison between purebred Friesians born and raised in Tunisia, European and North American Holsteins was based on the data available up through 1987. More data for this comparison will be available in the next few years. Some recommendations have been made.

Introduction

L'une des conditions de la réussite d'une entreprise laitière est l'enregistrement systématique et fiable des données zootechniques. Cet enregistrement comprend le contrôle laitier, les données de reproduction, de santé, de réforme, etc.

L'enregistrement et la conservation de ces données sont essentiels mais non suffisants. Il est, cependant, nécessaire de les exploiter scientifiquement et de les présenter sous une forme simplifiée et utilisable dans la pratique pour les éleveurs.

La Tunisie a acquis une large expérience dans le domaine du contrôle de performances depuis les années soixante. L'introduction de l'informatique en 1983 a constitué un jalon

remarquable dans l'histoire du contrôle laitier national. Les données collectées dans ce domaine et disponibles actuellement dans le pays constituent une banque d'information qui, exploitées scientifiquement, contribueraient à une meilleure connaissance de la vache laitière dans son milieu et, par conséquent, maîtriser sa conduite, son renouvellement et rendre l'entreprise laitière une source de revenu.

Objectifs

Les objectifs de cette étude étaient de

- 1 présenter les acquis de la recherche sur la vache Frisonne dans les conditions Tunisiennes d'élevage tout en s'intéressant aux
 - a Facteurs non génétiques
 - b Facteurs génétiques
- 2 Proposer des actions de recherche-développement pour mieux exploiter les vaches laitières dans un climat Sud-Méditerranéen.

I Acquis de la recherche sur la vache laitière en Tunisie à partir du contrôle de performances.

A. Source de variation

Les travaux de Miladi (1989) sur 25 000 lactations de vaches inscrites au contrôle laitier national pendant une période de 5 années (1983/87) ont montré que

- * la région
- * le troupeau
- * le mois de vêlage
- * l'année de vêlage
- * l'âge au vêlage
- * la durée de lactation

sont des sources de variation importantes ($p < .01$) pour la production laitière (lait, matière grasse et taux butyreux) des primipares dans les conditions Tunisiennes (Tableau 2).

Pour les secondes lactations et les lactations ultérieures, la région, le troupeau, le mois et l'année de vêlage ont été des sources de variation significatives pour les performances laitières. L'âge au vêlage, par contre, n'a eu d'effet significatif que pour le taux butyreux.

Ces résultats ont leur utilité pratique pour les éleveurs dans les pays en voie de développement. Ils montrent qu'il existe d'autres facteurs, autre que le potentiel génétique de la vache laitière, qui pourraient affecter significativement sa production. Sans quantification de ces effets et l'utilisation des méthodes d'ajustement, il est impossible de comparer objectivement les vaches entre elles dans le temps et intra ou inter troupeaux.

Tableau 2. Sources de variation :
Premières lactations, Lait, Matière Grasse
(M.G) et Taux Butyreux (T.B)

Source	d.d.l	Lait Pr >F	M.G Pr >F	T.B Pr >F
Région	1	**	**	**
Troupeau/Région	128	**	**	**
Vêlage				
Mois	11	**	**	**
Année	4	**	**	**
Age	17	**	**	**
Durée de lactation	14	**	**	**
Pays d'origine	2	.07	*	.45
Pays d'origine x durée de lactation	13	.06	**	.31
Erreur	4099			
R^2 %		77	79	78

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

B. Performances moyennes de la vache Frisonne en Tunisie

Les performances moyennes d'une vache Frisonne dans les conditions Tunisiennes figurent dans le tableau 3.

Tableau 3. Performances moyennes d'une vache Frisonne élevée en Tunisie.

Variable	Lactations	Moyenne	Ecart type
Lait (kg)	17187	4000	1645
M.G (kg)	16970	117	47
T.B %	16970	2,93	1,17
durée (jours)			
de lactation	17263	281	79
de tarissement	11657	92	72
IVV (jours)			
1	1627	383	57
2	1554	381	55
>=3	2869	380	96

La durée de tarissement des Frisones inscrites au contrôle laitier national est de (92 ± 72) jours. Miladi (1989) a montré que la durée de tarissement a un effet significatif ($p < .01$) sur la deuxième lactation uniquement. L'effet de la durée de tarissement précédant les lactations ultérieures était négligeable. Ces résultats concordent avec ceux rapportés par Wilton et al. en 1967. La durée de tarissement de 43-56 jours a été trouvée optimale dans les conditions Tunisiennes (Miladi, 1989).

Les moyennes des intervalles vêlage-vêlage (IVV) en jours étaient de (383 ± 57) , (381 ± 55) et de (380 ± 96) respectivement pour la première, la deuxième et la (troisième lactation et plus). Bien que les Frisonnes importées ont eu des IVV plus long que les Frisonnes Tunisiennes, le pays d'origine n'était pas une source de variation significative pour ce caractère. Les travaux de Mersni (1988), comparant les Frisonnes Européennes au Nord Américaines élevées dans les mêmes troupeaux, ont montré que l'IVV des Nord Américaines était supérieur (411 j) à celui des Européennes (404 j), la différence entre races ou souches n'était pas statistiquement significative. Le mois de vêlage a eu un effet déterminant ($p < .01$) sur les IVV. Les vaches vêlant en Janvier dans les conditions Tunisiennes ont eu les IVV les plus courts.

La production laitière par pays d'origine figure dans le tableau 4. Les Frisonnes nées et élevées en Tunisie ont produit 9% de moins de lait que celles importées de Canada. Les vaches importées d'Europe ont produit plus que les Frisonnes Tunisiennes, mais elles ont produit 6% de moins que les Canadiennes. Les Frisonnes Européennes ont eu un taux butyreux plus élevé (2,99) que les Tunisiennes (2,93) ou les Nord Américaines (2,90).

Tableau 4. Performances laitières par pays d'origine.

	Tunisie		Europe		Canada	
	Lacta°	\bar{X}	Lacta°	\bar{X}	Lacta°	\bar{X}
Lait (kg)	11118	4564	5491	4721	84	5003
M.G (kg)	11061	129	5332	136	84	143
Différence% /Canadienne		-8,77		-5,64		

C. Facteurs non génétiques et ajustement

1 Mois de vêlage

L'effet du mois de vêlage sur la production laitière et la matière grasse est illustré par la figure (1). Ces valeurs représentent les solutions des moindres carrés avec le mois de décembre choisi comme base (0). Les vaches qui vêlent en automne et en début d'hiver en Tunisie donnent plus de lait que celles qui vêlent au printemps et en été. Les vaches vêlant en Janvier donnent le maximum de lait. Les mêmes constatations s'appliquent pour la production de matière grasse. Pour pouvoir comparer leurs performances laitières, des coefficients d'ajustement (correction) pour le mois de vêlage ont été calculés sur la base du mois de Décembre (Tableau 5).

Tableau 5. Coefficients de correction pour le mois de vêlage et l'âge au vêlage.

Mois de vêlage	k ₁	Age au vêlage (mois)	k ₂
Janvier	0,97	21-23	1,52
Février	1,01	24-29	1,26
Mars	1,02	30-32	1,23
Avril	1,03	33-41	1,08
Mai	1,05	42-44	1,05
Juin-Juillet	1,07	45-47	1,03
Septembre	1,04	48-62	1,01
Octobre	1,01	63-84	1,00
Novembre	0,99	87-92	1,02
Décembre	1,00	>=95	1,12

2 Age au vêlage

La figure 3 montre que les vaches Frisonnes en Tunisie atteignent leur maximum de production laitière entre 63 et 84 mois d'âge. Par comparaison, les Holsteins aux U.S.A atteignent leur maximum de production de lait à 79 mois (Norman et al., 1974).

Grâce aux coefficients de correction calculés (Tableau 5), toutes les performances laitières pourraient être ramenées à ce qu'elles seraient à l'âge adulte.

3 Durée de lactation

La durée moyenne des lactations (toutes lactations confondues) des vaches Frisonnes en Tunisie est de (281 ± 79 jours). Les vaches nées et élevées en Tunisie ont eu des lactations plus courtes au moment où les Nord Américaines tendent à avoir des lactations plus longues (Tableau 6).

Tableau 6. Durée de lactation par pays d'origine.

Pays d'origine	Observations	Durée (jours)
Tunisie	8943	275
Europe	5111	280
Canada	98	298
Toutes lactations		281 ± 79

L'augmentation de la production de lait et de matière grasse est presque l'inéaire en fonction du nombre de jours de lactation. Cette augmentation est plus importante pour le lait que pour la matière grasse (figure 2). Ceci reflète, probablement, le fait que les rendements en lait et en matière grasse ne sont pas parfaitement corrélés.

Deux équations de régression (1) et (2) ont été établies pour les primipares, d'une part, et pour les adultes,

d'autres part pour ajuster les productions laitières de durées variables sur une base standard de 305 jours :

$$\begin{aligned} \text{Lait (305)} = & \\ & \text{lait produit} + 14,3115 * (305 - \text{durée de lactation}) \\ & - 0,00457 * (305 - \text{durée de lact.})^2 \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \text{Lait (305)} = & \\ & \text{lait produit} + 19,7279 * (305 - \text{durée de lactation}) \\ & - 0,01125 * (305 - \text{durée de lact.})^2 \end{aligned} \quad (2)$$

4. Nombre de traite

Les vaches Frisonnes traites 3 fois en Tunisie ont produit en moyenne 665 kg de lait et 28 kg de matière grasse de plus que leurs contemporaines traites 2 fois. Miladi (1989) a adopté la formule de Wiggans et Dickinson (1985) pour reconvertir la production laitière de 3 traites (y_{3x}) à une production standard de 2 traites (y_{2x}) en utilisant l'accroissement relatif de 0.15 trouvé dans les conditions Tunisiennes entre les vaches traites 3 fois et celles traites 2 fois.

$$y_{2x} = y_{3x} / (1 + 0,15 * (\text{Durée } 3x / \text{Durée}))$$

D Paramètres génétiques

Les travaux de Miladi (1989) ont montré que les héritabilités du lait et de la matière grasse étaient respectivement de 0,13 et de 0,11. L'héritabilité du lait en Tunisie est dans la gamme des valeurs estimées dans les pays tempérés (Maijala et al., 1974). Cette valeur reste relativement faible par rapport aux pays où l'élevage laitier est bien maîtrisé. La décomposition de la variance phénotypique totale a montré que l'effet du milieu spécifique (Es) en représente 86%, montrant ainsi que la conduite du troupeau laitier est très variable d'une lactation à une autre (Tableau 8).

Tableau 8. Paramètres génétiques (Ecart types et héritabilité)

variable	σ_p	σ_A	σ_{EP}	σ_{ES}	h^2
Lait	1117	397	404	963	0,13
M.G	37	12	13	63	0,11

Le calcul des coefficients d'ajustement pour les facteurs non génétiques et l'estimation des paramètres génétiques, représentent les deux principales étapes qui conduiront au développement d'une méthode d'évaluation génétique fiable qui, dans le cas de la Tunisie, sera le "Modèle Animal".

II Actions à entreprendre

Il est certain que la Tunisie a bien investi dans le

domaine de l'amélioration génétique par

- l'identification des vaches
- le contrôle laitier
- l'Insémination Artificielle
- la création d'un noyau laitier de bon niveau génétique.

Le calcul des coefficients de correction pour les facteurs non génétiques :

- * mois de vêlage
- * durée de lactation,
- * âge au vêlage
- * nombre de traite

et l'estimation des paramètres génétiques (h^2 et r) de la production laitière viennent consolider ces acquis.

Pour mieux réussir le programme d'amélioration génétique dans l'avenir, les actions suivantes devraient être réalisées concrètement :

1 Le contrôle laitier

Le contrôle laitier ne couvre que 10% (13 065 vaches) de l'effectif total des vaches de race pures. Il est donc impératif de toucher plus de troupeaux laitiers surtout que la Tunisie a importé ces dernières années un matériel animal de qualité et les éleveurs possédant ces animaux sont demandeurs du contrôle laitier et prêts à payer le service.

Le contrôle laitier devrait contribuer plus efficacement à la gestion de la conduite, de l'alimentation, de la sélection et de la réforme des troupeaux inscrits.

2 conduite-Alimentation-Hygiène

L'élevage bovin laitier spécialisé n'est pas une tradition en Tunisie. Ce n'est qu'en début des années 70 que la Tunisie a commencé ses premières importations de vaches Frisonnes. L'encadrement et le suivi continu des unités laitières en matières d'alimentation, d'hygiène et de conduite deviennent une nécessité. C'est à ce niveau que les actions de Recherche-Développement trouvent leur véritable "Berceau". En effet, les pays en voie de développement, cas des pays du Maghreb, ont plus que jamais besoin d'une recherche appliquée dans ce domaine pour pouvoir gagner le pari de l'autosuffisance laitière. C'est par la connaissance des conditions d'hygiène, de la nature des fourrages et des caractéristiques (productives et reproductives) de la vache dans son milieu que la maîtrise de sa conduite pourrait être assurée. L'articulation entre recherche-développement réside à ce niveau. Une équipe pluridisciplinaire comprenant des chercheurs et vulgarisateurs pourrait répondre à ce besoin et élaborer un paquet technologique propre à chaque situation.

3 Evaluation génétique

Par un contrôle laitier consolidé, l'adoption du modèle animal va mettre la Tunisie au diapason de la technologie de pointe. Son utilisation va permettre

- a Une meilleure utilisation de la semence importée pour le noyau laitier de races pures
- b Les génisses de remplacement seront choisies sur leur vrai potentiel génétique et non sur leur valeur phénotypique
- c Les taureaux utilisés pour le croisement d'absorption de la race locale seront choisis avec plus de précision
- d La réalisation d'un progrès génétique sera certaine et l'utilisation du noyau laitier pour son renouvellement ou pour l'amélioration des populations autochtones sera optimale.

4 Création d'un Centre National d'Evaluation Génétique (C.N.E.G)

La "connaissance est la Force". La création d'un C.N.E.G qui aura pour rôle l'analyse des données du contrôle de performances (toute espèce) du côté génétique a plusieurs avantages. Sa responsabilité sera

- a L'évaluation génétique des animaux (Males et Femelles) intra et inter-troupeaux. Cette évaluation servira aussi bien pour les éleveurs que pour un programme national de testage.
- b La publication de listes des meilleurs animaux sur leur Valeur d'Elevage par espèce. Cette liste aidera les éleveurs à s'approvisionner en animaux, du marché local, sur des bases scientifiques.
- c L'analyse des données relatives aux programmes de croisement d'absorption et autres
- d La constitution d'une banque nationale de données génétiques.

Les organismes internationaux pourraient contribuer à la création et au démarrage de ce centre.

Résumé

La Tunisie s'est constituée un noyau bovin laitier spécialisé relativement important. L'identification et le contrôle laitier des troupeaux de race pures représentent un acquis national. Cependant, le pourcentage des troupeaux inscrits reste relativement faible. L'analyse des données du contrôle

laitier national a permis le calcul des coefficients de correction pour le mois de vêlage, l'âge au vêlage, la durée de lactation et le nombre de traites. L'héritabilité et la répétabilité de la production laitière et de la matière grasse ont été estimés pour servir au développement d'une méthode d'évaluation génétique des bovins laitiers. Cette méthode aidera à mieux gérer la ressource génétique nationale (bovins importés d'Europe et d'Amérique du Nord ainsi que leurs produits nés et élevés en Tunisie). Nous avons démontré que les bovins importés sont capables de maintenir un niveau de production laitière convenable dans les conditions Tunisiennes.

Références bibliographiques

- Maïjala K. et M. Hanna. Reliable phenotypic and genetic parameters in dairy cattle. 1st World Congr. Genet. Appl. Livest. Prod. Madrid, session 1 : 541.
- Mersni H. Paramètres de production laitière et de reproduction de la race Holstein exploitée en Tunisie comparées à ceux de la race Pie-Noire. Mémoire de fin d'études du cycle de spécialisation de l'I.N.A.T, 1988.
- Miladi D. Caractéristiques productives et reproductives des souches frisonnes en Tunisie. Calcul des coefficients de correction et estimation des paramètres génétiques. Mémoire de fin d'études du cycle de spécialisation. I.N.A.T, 1989.
- Norman, H. D., P. D. Miller, B. T. McDaciél, F. N. Dickinson, and C. R. Henderson. 1974. USDA-DHIA factors for standardizing 305-day lactation records for age and month of calving. Ag. Res. Service, N.E. Publ. 40. Beltsville, MD.
- Wiggans G.R. and F.N Dickinson. 1985. Standardization of NCDHIP Dairy Cattle Lactation Records. Fact sheet G-2.
- Wilton, J. W., E. B. Burnside, and J. C. Rennie. 1967. The effects of days dry and days open in the milk and butterfat production of Holstein-Friesian cattle. Canadian J. Anim Sci. 47:85.

Figure 1. Effet du mois de vêlage sur les productions.

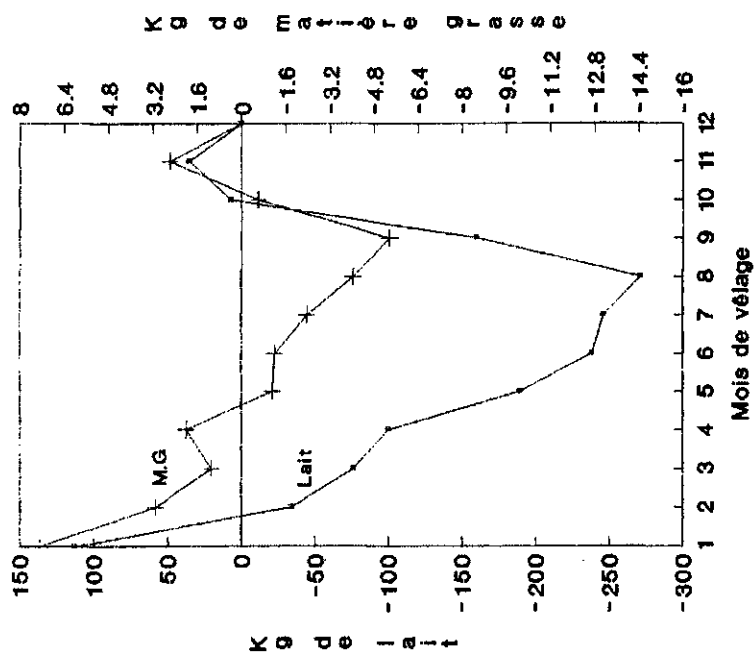


Figure 2. Effet de la durée de lactation sur les productions.

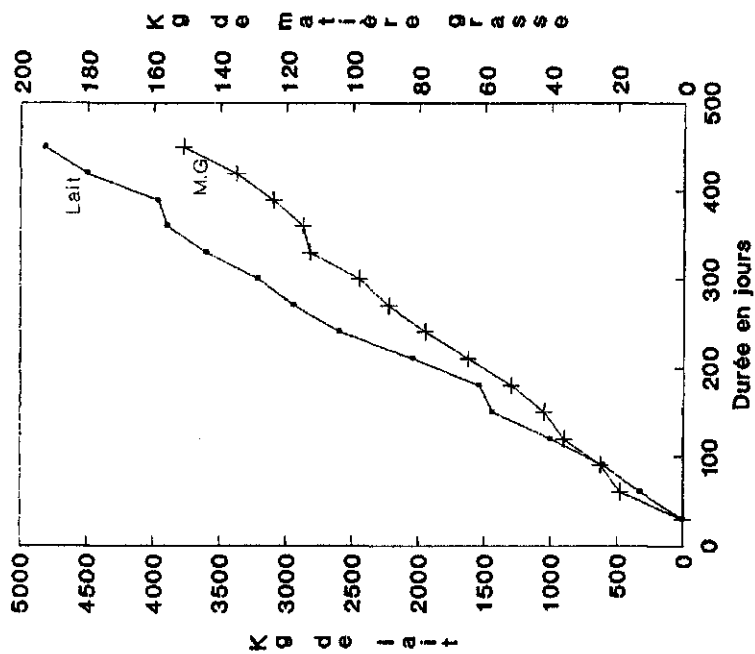
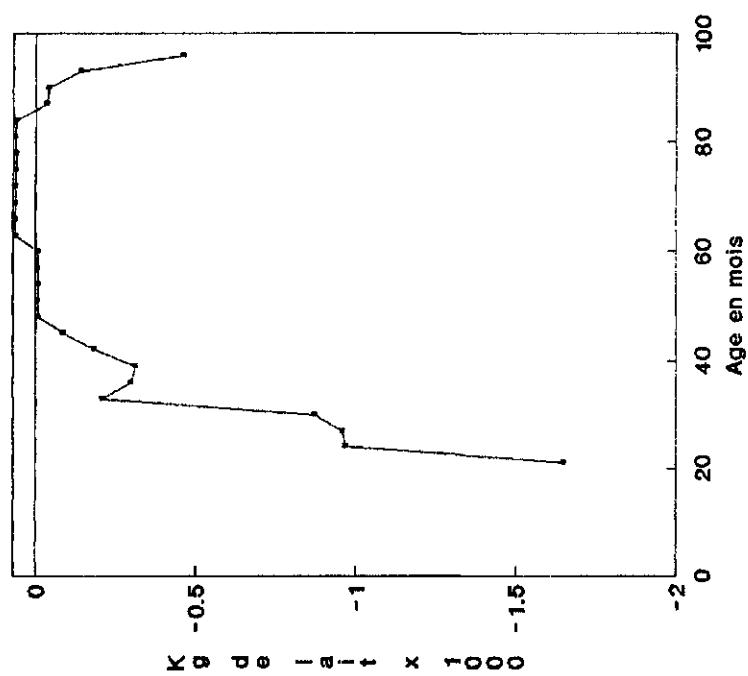


Figure 3. Effet de l'âge sur la production laitière.



Genetic evaluation of dairy cattle¹

P.J. Berger

Iowa State University, 239 Kildee Hall, Ames, Iowa, US.

Summary

Tunisia has progressed toward becoming self-sufficient in milk production. The genetic merit of native and imported cattle is not stable. Milk yield and performance of cattle can decline without a national breeding program. Sire evaluation or the evaluation of all breeding animals by using an animal model enhances the effectiveness of selection. The animal model enables us to separate the genetic ability to perform from the opportunity to produce milk through environmentally induced factors. The problem is to predict the breeding value of animals from the information available. A breeding value of an animal is a difference, either positive or negative, from the mean genetic level of all animals. Each animal has a breeding value, but it is one of several values belonging to the same population.

Introduction

Most researchers in dairy cattle breeding will agree that genetic evaluation programs are a means to an end rather than the solution to the genetic improvement of dairy cattle populations. Sire selection and, consequently, sire evaluation for most traits are paramount to breed improvement.

Tunisia developed plans to improve national production of milk in the 1960s. The first purebred Friesians were imported from the Netherlands in 1970, and later more Friesians were imported from the United States. Today there are approximately 80,000 purebred dairy cows in Tunisia and numbers (1976 to 1984) have been increasing at a rate of 4,670 cows per year. The national dairy herd is divided between small farms of less than 10 cows and large farms with more than 100 cows. Djemali et al. (1989) identified season and age at calving, as well as length of lactation as important sources of variation in milk yield records of Holstein cattle raised in North African conditions. Adjustment factors for age and length of lactation are being developed to standardize the comparison of production by different aged cattle across herds. It seems appropriate that Tunisia consider developing a national genetic evaluation program for dairy cattle so it can make the best use of its resources of native and imported dairy cattle for genetic improvement.

The purpose of this article is to review the basic concepts of sire evaluation and then show how an evaluation of sires, dams, and young animals can be accomplished by using an animal model. An example evaluation of dairy cattle is presented and used to illustrate the type of information created. A brief history of two programs now in progress is presented. There is no unique animal model for all species and traits. Each program reviewed applies different animal models, but the generality of concepts and general flexibility of the evaluation procedure are clearly visible by comparison of different programs. Genetic improvement within these programs is used to show the impact of

¹Journal paper No. J13837 of the Iowa Agriculture and Home Economics Experiment Station, Ames, Iowa Project No. 2721.

genetic evaluations on genetic improvement within a breeding population. The following section on basic concepts in sire evaluation was adapted from Willham (1980).

Basics

"The purpose of a sire evaluation program is to enhance the effectiveness of sire selection in the breeding programs of all beef breeders. The foundation of such a program is the many creative breeding programs being conducted by breeders. All that is needed to tie sound breeding programs into a national sire evaluation program is a means of accurately comparing the breeding values of all sires. The accuracy and intensity of sire selection, as well as the genetic variation available (the product of the three comprise selection response per generation) all will be increased over what can be achieved by even the largest breeding herds separately. The problem then is one of developing a program whereby a large number of sires can be fairly compared on their transmitting ability for traits of economic importance."

The problem reduces to one of comparison. My bull is better! The obvious question is, better than what? Over time dairy cattle breeders have developed procedures to make comparisons among bulls. Subjective evaluation of physical appearance has been replaced by more objective progeny tests across a large number of herds. The important aspect is to predict future progeny performance from the sample of progeny information currently available.

The analysis procedure used to calculate PREDICTED TRANSMITTING ABILITY (PTA) involves no magic, just algebra and arithmetic. To demonstrate the procedure, the PTA for each sire in Table 1 will be calculated. The simple sire averages rank the sires A, B, and RS, but this is not satisfactory because sires A and B were not compared in the same herd and the herds differ by 75 kg. Within herds, sire A has progeny 100 kg superior to the reference

Table 1. Simple illustration of sire evaluation for milk yield (kg).

Sires	Herd		Sire Averages
	1	2	
Reference Sire	4000 (10) ^a	3900 (10)	3950 (20)
Sire A	4100 (10)		4100 (10)
Sire B		4050 (10)	4050 (10)
Herd Average	4050 (20)	3975 (20)	

^a() Numbers in parentheses are the number of progeny from comparable dams and given equal treatment within each herd.

sire, whereas sire B has progeny 150 kg superior to the same reference sire. This comparison uses the progeny of the reference sire as the control to eliminate management group differences (i.e. herd-year-seasons) between sires A and B. The best ranking of sires is B, A, and RS.

The basic data in the analysis are the sire progeny averages within herds expressed as a difference from the herd average, the number of progeny in each average, and the total number of progeny in each herd. There are four differences, each of which is free of herd differences. Each sire progeny average from Table 1 is expressed as a difference from the herd average. These differences are in Table 2. Two of these differences concern the RS, and one each exists for sires A and B. Weighting these differences by the number of progeny and collecting the two for the RS gives the weighted sire progeny average. These three numbers contain all the information about each sire, so next they need to be used to PREDICT future progeny on the basis of the available progeny. A way to do this is to consider the composition of each of these numerical values in terms of the PTAs. For sire A, the 10 x 50 kg has

$$10 \times \text{PTA}_A - 10 \times (10 \times \text{PTA}_A + 10 \times \text{PTA}_{\text{RS}}) / 20$$

Table 2. Sire progeny averages as a difference from the herd average.

Sires	Herd		Weighted Sire Progeny Average ^a
	1	2	
Reference Sire	-50 (10) ^b	-75 (10)	-1250 (20)
Sire A	50 (10)		500 (10)
Sire B		75 (10)	750 (10)

^aWeighted by number of progeny.

^b() Numbers in parentheses are the number of progeny.

which equals $+5 \times \text{PTA}_A - 5 \times \text{PTA}_{\text{RS}}$. Doing the same for each of the sires yields three equations with three unknowns, PTA_{RS} , PTA_A , and PTA_B :

$$\begin{array}{llll} \text{RS:} & (10+15) \times \text{PTA}_{\text{RS}} & - 5 \times \text{PTA}_A & - 5 \times \text{PTA}_B & = -1250 \\ \text{A:} & - 5 \times \text{PTA}_{\text{RS}} & (5+15) \times \text{PTA}_A & & = +500 \\ \text{B:} & - 5 \times \text{PTA}_{\text{RS}} & & (5+15) \times \text{PTA}_B & = +750 \end{array}$$

All that has been done is to relate known values (i.e., progeny averages less herd averages) to what they are expected to contain (PTAs). Now solving these equations will give values of PTAs on the basis of the information available. To predict future progeny, the equations have a value added to the lead diagonal that is a function of the heritability of the trait $[(4/\text{heritability})-1]$. This addition allows a unique solution and regresses the progeny difference for numbers and heritability not being perfect. For 25% heritability, the value is 15. Numerous ways exist to solve such a set of equations. (See Berger et al. (1989) and Misztal & Gianola (1987) for a discussion of currently acceptable procedures.) With many sires involved, the easiest procedure is iteration, which involves a repetitive process of recalculating the PTAs by using previous values until the values no longer change. The PTA's are as follows: $\text{PTA}_{\text{RS}} = -41.67$, $\text{PTA}_A = 14.58$, $\text{PTA}_B = 27.08$. These are the best estimates of Predicted

Transmitting Ability in the future, calculated on the basis of the available data. The values are regressed for progeny numbers available and for incomplete heritability. The raw differences were -50 and -75 for RS, +50 for A, and +75 for B. Note that because the RS had 20 progeny, the -41.67 is closer to the average of -62.5 than the 14.58 or 27.08 are to +50 or +75 because only 10 progeny were available for these two sires.

The sire evaluation in the example was based on progeny information. There are other types of relative information in a population, and it is important that breeders have an evaluation for all animals. In the decade from 1975 to 1985, the animal model has come to the forefront as the preferred method of conducting genetic evaluations.

The inverse of Wright's numerator relationship matrix (Henderson, 1973) enhanced the accuracy of genetic prediction. The relationship matrix provided the means of incorporating pedigree information in the analytical procedure and a method to account for genetic trend. Methods for Best Linear Unbiased Prediction (BLUP) of breeding values, a method utilizing records of relatives as well as the individual's own record, were described in 1976 (Henderson & Quaas, 1976). Quaas & Pollak (1980) described an animal model that was less dependent on the assumptions about random mating of dams to sires and the absence of genetic trends in the population. There are earlier papers by Henderson (1976) that refer to an animal model, but the rapid development of advanced computing techniques led to more applications after 1980. Today the animal model is being applied in the beef (Benyshek et al. 1988) and dairy (Wiggans et al. 1988) industries in the United States.

Animal Model Defined

Simply stated, the animal model is a simultaneous evaluation of cows and sires in which the genetic merit of all relatives plus the animal's own performance are used to estimate the animal's genetic merit. The concepts are similar to the basic sire evaluation, in that we are comparing differences among animals adjusted for environmental factors, but we now are able to make more use of existing information.

Animal Model for Dairy Sire and Cow Evaluations in the United States

The animal model provides an evaluation of sires as in the basic sire evaluation, but other animals also are being evaluated. These are the dams and cows without progeny in the population. Descriptions of information provided by the animal model are in Table 3.

The animal model being adopted for dairy sire and cow evaluation in the United States (Wiggans et al., 1988 and Cassel, 1988) is

$$Y = M + C + P + A + E$$

where

Y is a standardized yield (305d -2x, ME, common month of freshening) record
M is the effect of management conditions specific to a given herd, year, and 2-month calving season (this is specific for registered, grade and first or later lactations)

C is the effect common to paternal half-sibs in a particular herd

P is the permanent environmental effect that affects all lactations of a cow but

Table 3. Information possible by using an animal model.

Information	Description
Predicted transmitting ability (PTA)	One-half the breeding value; Predicted genetic superiority (inferiority) an animal will transmit to its offspring.
Predicted producing ability (PPA)	Prediction of a cow's relative performance in her own future lactations; the sum of predictions of breeding value, herd-sire effect and permanent environmental effect. Useful aid in making herd replacement and culling decisions.
Parent average (PA)	Average PTA of sire and dam. This is an indication of pedigree contribution.
Reliability (REL)	A measure of the amount of information in the evaluation.

is not transmissible to offspring

A is the breeding value of the cow producing the record (genetic evaluations estimate half of this value, or the amount transmitted to offspring)

E represents the portion of the yield record not explained by other terms in the model.

Components of the animal model are illustrated by using the milk yield records of 8 cows from a single herd as given in Table 4. The records were made over three year-seasons. Note that the three sires have no records. The

Table 4. Representative sample of milk yield records (kg) for eight cows from a single herd.

Cow	Sire	Dam	Number of Records	Management Group		
				1	2	3
20	A	D	2	----	5897	6396
21	A	E	1	4513	----	----
22	A	F	3	4899	4491	4763
23	B	D	1	4808	----	----
24	B	21	2	----	4944	4445
25	B	E	2	4309	4536	----
26	C	F	3	5783	5443	5670
27	C	22	2	----	4990	5262

PTAs of sires are based on their progeny information. Likewise, dams D, E, and F have no records. Their PTAs are estimated by the records on their daughters. Some cows with records also have daughters in the herd, as do cows 21 and 22 in the example. The cows own records and records on her progeny are combined in an optimum way to help estimate her PTA. In addition, the records of the dam help to get a more accurate prediction of the transmitting ability for her daughters. That is, the PTA of a cow whose dam also has records is more accurate than the PTA of a cow whose dam has no records. The animal model combines this information in an optimum way to get the best linear unbiased predictor of the transmitting ability. It is the relationship among animals within a herd and across herds, through the multiple use of sires across herds, that makes it possible for us to combine these different sources of information.

The PTAs for the three sires are: A=.7, B=-52.1, and C=38.1 kg. For dams, the PTAs are: D=83.7, E=-67.7, and F=-2.7 kg (cows 21 and 22 also are dams, but they appear as cows in the herd). Predicted values for all cows in the herd are in Table 5. The best ranking of cows is by their PTA. PTA is the relevant value for selection. If three of the eight cows are to be retained as herd replacements then the three cows with above average PTAs are the best choices. PPA and PA result in some misranking of individual cows, but these predicted values provide relevant management information. PPA and PA also can be used in the absence of a PTA for every cow.

Table 5. Predicted values (kg) for cows in example herd.

Cow	Predicted transmitting ability (PTA)	Predicted producing ability (PPA)	Parent average (PA)
20	129.5 (1) ^a	577.2 (1)	42.2 (1)
26	65.7 (2)	391.5 (2)	17.7 (2)
23	12.3 (3)	-132.8 (4)	15.8 (3)
27	-16.6 (4)	42.2 (3)	-6.8 (4)
22	-51.7 (5)	-210.6 (6)	-1.0 (5)
21	-69.5 (6)	-188.0 (5)	-33.5 (6)
24	-77.6 (7)	-354.6 (7)	-60.8 (8)
25	-91.7 (8)	-430.8 (8)	-59.9 (7)

^aNumbers in parentheses indicate ranking by respective predicted values.

Two genetic evaluation programs now in progress for beef and dairy cattle in the United States are reviewed in the next section. Evidence of genetic improvement is presented to show that records and people can make a difference.

Genetic Prediction in the Angus breed

The American Angus Association initiated a sire-evaluation program in the spring of 1972. Young breeder-owned bulls were progeny tested for performance in growth by requiring them to produce progeny in designed comparisons with designated reference sires (i.e., AI sires used across herds with a minimum number of progeny per herd). The first group of sires was reported in a summary in the fall of 1974. Expected Progeny Differences (i.e., values similar to PTAs in the sire evaluation example) were calculated by using mixed model analysis procedures prescribed by the Beef Improvement Federation in their guidelines (BIF, 1981). Artificial insemination became more popular among beef breeders in the late 70s and this tended to increase the number of comparisons among sires. The first field-data sire-evaluation report was published in 1980 (Berger and Willham, 1980). Genetic trends in performance for growth were identified for the first time in a beef breed anywhere in the world. National sire evaluation and on-farm testing programs were merged into a national cattle evaluation with the adoption of an animal model in 1985 (Benyshek et al. 1988). It was generally recognized that unless national sire evaluation was merged with on-farm and ranch testing programs, genetic progress would be slow, particularly in commercial herds (Willham 1979, 1982) because commercial herds were not able to use AI. Today genetic values are computed for sires, dams, and young animals (males and females) not yet producing progeny. Genetic values (either in the form of breeding values or expected progeny differences) are computed for direct growth and maternal ability (for those traits that are maternally influenced). Figure 1 shows the genetic improvement in the Angus breed since the beginning of the sire evaluation program. Genetic improvement within the Angus breed is testimony to the fact that beef breeders throughout the country were willing to accept the concepts of national cattle evaluation and they responded by making effective

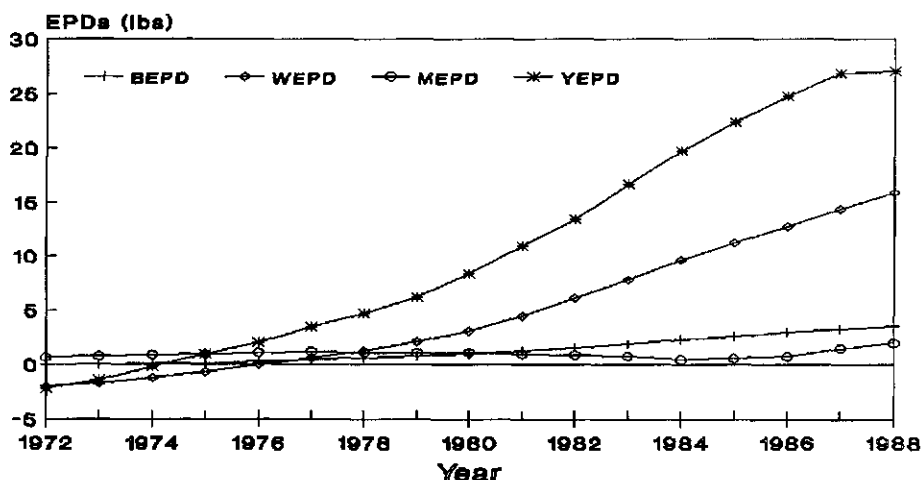


Figure 1. Genetic trends in expected progeny differences (EPDs) from 1972 to 1988 for BEPD=birth weight, WEPD=weaning weight, MEPD=maternal performance for milk production, and YEP=yearling weight (lbs) (Benyshek et al. 1989).

use of these concepts in their breeding programs.

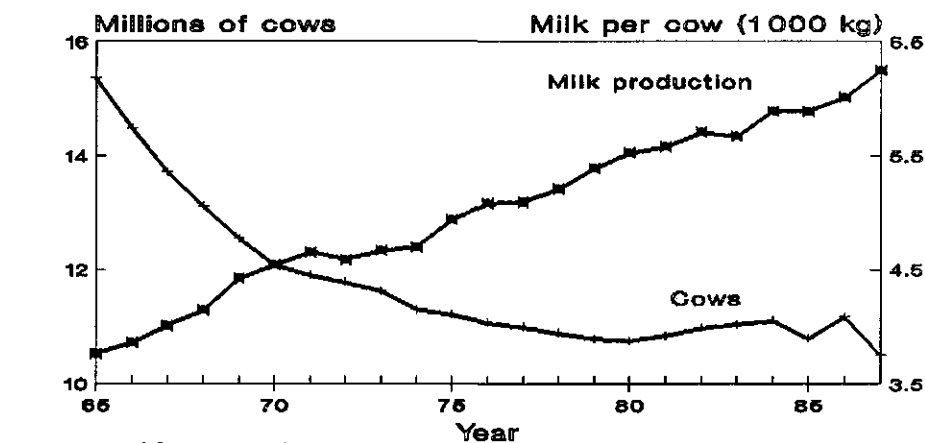
Genetic Prediction in the United States Dairy Industry

Milk production records are collected on a national scale and because of the management system, extensive use of artificial insemination resulted in spreading the daughters of many sires over herds. The United States Department of Agriculture (USDA) put this data together on a national basis and developed sire predicted differences (PD) for milk and fat yield. The USDA began evaluating the genetic merit of sires in 1935. The program has grown and become progressively more complicated. The Modified Contemporary Comparison (MCC) was implemented in 1974. The comparison of a particular sire was with the average bull whose daughters produced in the average dairy herd. The base or reference point was set in 1974 so that the sire of the average cow born in the base year would have a zero predicted difference. The base became known as PD74 and was updated to a new base (PD82) in 1984. The USDA implemented a new genetic evaluation program in July, 1989, by using procedures defined by the Animal Model (Wiggans et al. 1988). PDs are now published as PTAs.

The genetic base used in computing sire and cow evaluations was updated with implementation of the Animal Model. The change affected all genetic evaluations equally. Therefore, the change only affected the magnitude of the evaluations, not the ranking among animals.

With implementation of the Animal Model, the base was defined by the cow population rather than by sires. The new base was set so the breeding values of all cows born in 1985 averaged zero. Approximately 50% of the cows evaluated in July, 1989, were expected to be above zero with the Animal Model. The bases (separate for each trait and breed) will be changed or updated about every five years and labeled according to the year in which they are implemented.

The number of dairy cows in the United States has declined since 1965, but at the same time production per cow has been increasing, as shown in Figure 2. This translates into more efficient production and a greater return to dairy



32% fewer COWS, 1.86 times more MILK

Herd size: 24 in 1940, 72 in 1978

Figure 2. The decline in number of cows (+ + +) and increase in production per cow (* *) from 1965 to 1987 (Miller & Short, 1988).

producers, but consumers also benefit, because dairy products are cheaper.

Profitability (income minus expenses) in daughters of high versus average Holstein sires selected for milk yield of daughters was reported by Bertrand et al. (1985). Daughters of sires with high Predicted Difference Milk had 49% higher semen costs, 1% fewer breedings, and less than 1% more reproductive examinations. They had 9% more respiratory costs, 6% more digestive costs, and 8% more skin and skeletal costs. Daughters of sires with high Predicted Difference Milk produced 16% more milk, had 26% more mammary costs, and 42% more discarded milk costs. Disregarding breeding costs, they had 21% higher health costs. Including breeding costs, total health costs were 32% higher. With 9% increased feed costs, they netted 18% more lifetime profit and 18% more profit per day of life.

Sire selection has been effective, and we can continue to make genetic improvement. Figures 3 and 4 compare the average PD of AI bulls with non-AI bulls from 1974 to 1982 in the Holstein breed (see Wiggans et al. 1988 for more

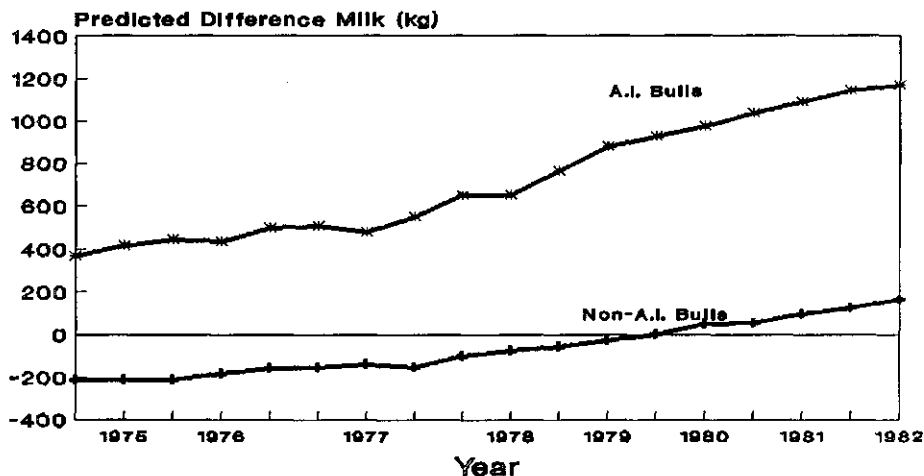


Figure 3. Comparison of average predicted difference milk (kg) for AI bulls (*-*) and non-AI bulls (+-+) in the Holstein breed summarized by the U.S.D.A. from 1974 to 1982 (Miller, 1982).

recent trends in all breeds of dairy cattle within the United States). The AI bulls are improving at a faster rate than non-AI bulls because of the greater intensity of selection. Primary emphasis in selection has been on milk yield (Figure 3) but fat yield has also increased (Figure 4) due to the high positive genetic correlation between the two traits. The average PTAs of all bulls in the AI and natural service programs in Tunisia can be compared in a similar manner. By knowing the rate of genetic improvement in Tunisia, we can determine if the goals and objectives of the national breeding program are being satisfied.

Sire and cow selection can lead to genetic improvement within a population. Sire selection is more effective in making genetic change because of the greater intensity of selection, particularly through AI, but cow selection is also effective. Basically, there are four paths of selection leading to genetic improvement within a population. The paths of selection are: 1) sires of bulls, 2) sires of

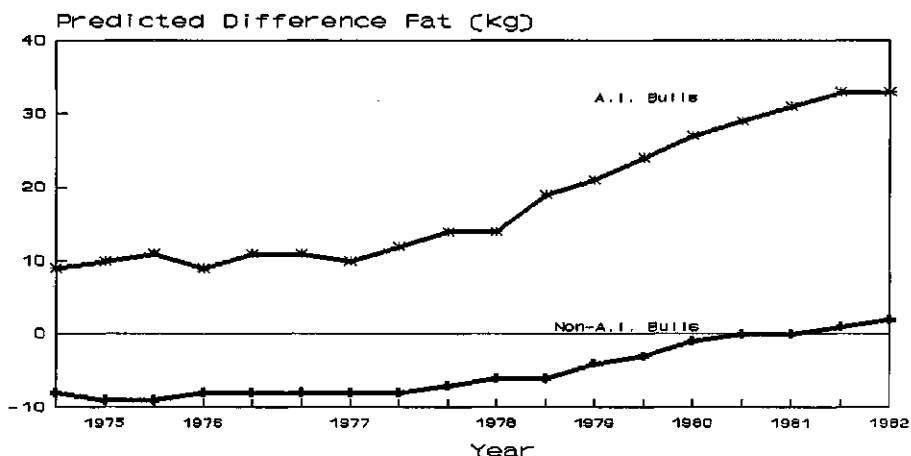


Figure 4. Comparison of average predicted difference fat (kg) for AI bulls (*-*) and non-AI bulls (+-+) in the Holstein breed summarized by the U.S.D.A. from 1974 to 1982 (Miller, 1982).

cows, 3) dams of bulls, and 4) dams of cows. The average annual genetic selection differential may be greater for some paths than others, but the time required to realize the improvement or the generation intervals for each path is different. This is illustrated in a recent report by VanTassell & VanVleck (1987) who summarized the average breeding values of all bulls and cows in the Northeastern United States after applying an animal model (Westell & VanVleck, 1987). Average genetic selection differentials for sires of bulls, sires of cows, dams of bulls, and dams of cows were 352, 187, 343, and 30 kg, respectively. Generation intervals averaged 10.2, 9.3, 6.4, and 4.2 years. This translates into an annual rate of genetic improvement of 30 kg per year, whereas, the potential rate of gain was 96 kg per year. VanTassell & VanVleck (1987) concluded that generation intervals were longer than necessary and selection differentials were smaller than theoretically possible, probably due to selection for traits other than milk production.

References

- Benyshek, L.L.; Bertrand, J.K.; Johnson, M.H.; Little, D.E.; Kriese, L.A.; 1989. Angus Sire Evaluation: The Fall 1989 Edition. American Angus Association, St. Joseph, MO.
- Benyshek, L.L.; Johnson, M.H.; Little, D.E.; Bertrand, J.K.; Kriese, L.A.; 1988. Applications of an animal model in the United States beef cattle industry. Ed. G.H. Schmidt and G.R. Wiggans. Proceedings of Animal Model Workshop. Edmonton, Alberta, Canada. *Journal of Dairy Science* 71(Suppl. 2):35-53.
- Berger, P.J.; Luecke, G.R.; Hoekstra, J.A.; 1989. Iterative algorithms for solving mixed model equations. *Journal of Dairy Science* 72:514-522.

- Berger, P.J.; Willham, R.L.; 1980. AHIR national sire evaluation. In: Angus Sire Evaluation: AHIR Field Data Report 1980. American Angus Association, St. Joseph, MO.
- Bertrand, J.A.; Berger, P.J.; Freeman, A.E.; Kelley, D.H.; 1985. Profitability in daughters of high versus average Holstein sires selected for milk yield of daughters. *Journal of Dairy Science* 68:2287-2294.
- BIF Guidelines for uniform beef improvement programs; 1981. Beef Improvement Federation, North Carolina State University, Raleigh. Ed. F.H. Baker.
- Cassell, B.G.; 1988. What extension workers need to tell dairy farmers. Ed. G.H. Schmidt and G.R. Wiggans. *Proceedings of Animal Model Workshop*. Edmonton, Alberta, Canada. *Journal of Dairy Science* 71(Suppl. 2): 85-90.
- Djemali, M.; Berger, P.J.; Miladi, D.; 1989. Productive and reproductive performance of Holstein-Friesian cattle under North African conditions. *Journal of Dairy Science* 72(Suppl. 1):56.
- Henderson, C.R.; 1973. Sire evaluation and genetic trends. *Proceedings of Animal Breeding Genetic Symposium in Honor of Dr. J.L. Lush*. American Dairy Science Association and American Society of Animal Science, Champaign, IL.
- Henderson, C.R.; 1976. Prediction of future records. Ed. E. Pollak, O. Kempthorne, and T.B. Bailey. *Proceedings International Conference on Quantitative Genetics*. Iowa State University Press, Ames.
- Henderson, C.R.; Quaas, R.L.; 1976. Multiple trait evaluation using relatives' records. *Journal of Animal Science* 43:1188-1197.
- Miller, J.J.; Short, S.D.; 1988. Dairy: Situation and outlook report. United States Department of Agriculture. Agriculture Research Service Publication DS-414.
- Miller, P.D.; 1982. Genetic progress ... we're picking up the pace. *Holstein World*. Feb. 25, p. 21.
- Misztal, I.; Gianola, D.; 1987. Indirect solution of mixed model equations. *Journal of Dairy Science* 70:716-723.
- Quaas, R.L.; Pollak, E.J.; 1980. Mixed model methodology for farm and ranch beef cattle testing programs. *Journal of Animal Science* 51:1277-1287.
- VanTassell, C.P.; VanVleck, L.D.; 1987. Genetic selection differentials for four paths of selection. *Journal of Dairy Science* 70 (Supl. 1): 152.
- Westell, R.A.; VanVleck, L.D.; 1987. Simultaneous genetic evaluation of sires and cows for a large population of dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 70:1006.

Wiggans, G.R.; Misztal, I.; VanVleck, L.D.; 1988. Implementation of an animal model for genetic evaluation of dairy cattle in the United States. Ed. G.H. Schmidt and G.R. Wiggans. Proceedings of Animal Model Workshop. Edmonton, Alberta, Canada. Journal of Dairy Science 71(Suppl. 2): 54-69.

Willham, R.L; 1979. Evaluation and direction of beef sire evaluation programs. Journal of Animal Science 49:592-599.

Willham, R.L; 1980. Current beef sire evaluation. Mimeo Iowa State University, Ames.

Willham, R.L; 1982. Genetic improvement of beef cattle in the United States: Cattle, people and their interaction. Journal of Animal Science 54:659-666.

Résumé

La Tunisie recherche l'autosuffisance de la production laitière ; le potentiel génétique des races locales et importées s'avère très variable. La production laitière et les performances des bovins sont susceptibles de baisser en l'absence du programme génétique national. L'évaluation des mâles et l'évaluation de tous les animaux d'élevage à l'aide d'un modèle animal accroît l'efficacité de la sélection. Le modèle animal nous permet de séparer les potentialités génétiques de production et les possibilités de produire du lait en fonction des facteurs de l'environnement. Le problème est de prédire la valeur d'élevage de l'animal à partir d'informations fiables. La valeur d'élevage d'un animal est différente, qu'elle soit positive ou négative, de son niveau génétique.

Chaque animal a une valeur d'élevage mais c'est une parmi les nombreuses valeurs d'une population.

GENETIC EVALUATION METHODS FOR DAIRY CATTLE

E. P. Cunningham

Dept. of Genetics, Dublin University, Ireland

Summary

The evolution of progeny testing methods and their particular place in AI-related dairy cattle breeding schemes are described. Early models for such schemes aimed solely to maximise rate of genetic gain. More recent developments have added an economic dimension. This has led to a reduction in the emphasis on sire to son path. The development of ET has also led to some reconsideration of progeny testing schemes, and has put more emphasis on female selection.

The structure of 30 different AI breeding schemes in Europe and North America is described. Because the cost of progeny testing is very high, the scale of a programme needs to be large to justify the investment.

Résumé

L'évolution des méthodes de testage et leur place dans le schéma d'insémination artificielle des bovins laitiers est développée. Les premiers modèles de schéma avaient pour but de maximiser le taux de gain génétique. Les développements plus récents y ont ajouté une dimension économique ; cela tend à réduire le poids génétique du père par rapport au fils.

Le développement du transfert d'embryon a aussi conduit à reconsidérer les schémas de testage en donnant plus d'importance à la femelle.

La structure de 30 schémas de croisement avec l'insémination artificielle en Europe et en Amérique du Nord est décrite. Compte tenu du coût élevé du testage, les objectifs du programme doivent justifier les investissements.

Introduction

Milk and dairy products constitute an important part of the human diet in almost all parts of the world. In European countries, consumption per head approaches one litre of milk equivalent per day. In Latin America it is generally about one third of that, while consumption levels are lowest in Asia and Africa at about one tenth of European levels. In the developed world, total dairy production has been increased so successfully that there is now a general surplus to market requirements. Throughout the developing world, on the other hand, total production is generally increasing annually, and will undoubtedly continue to increase for many decades into the future.

A major component of the technical revolution in dairy production in the developed countries in the last forty years has been the remarkable genetic improvement in output potential per cow. Combined with improvements in feeding and husbandry, this has led to a doubling of production per animal in many countries over the last thirty years. The engine which has driven this genetic improvement has been the effective selection of bulls for use in artificial AI, and the effectiveness of this selection has in turn been based on well-planned, organised and executed progeny testing.

My purpose in this paper is to review briefly the evolution of modern progeny testing methods, and to discuss their application in the context of the widely varied structures in today's cattle populations.

Why progeny testing?

The central place of progeny testing in modern dairy improvement programmes owes its predominance to the following factors:

- the traits of interest, all connected with milk production, can be measured directly only in females. Bull selection must therefore depend on information from female relatives.
- The spread of artificial insemination has meant that individual bulls can have an enormous impact on the population. It is therefore imperative to know their genotype with some precision. At the same time, through AI, large numbers of daughters can be measured.

The simplest formula for genetic gain is:-

$$\text{Gain} = (\text{accuracy of selection}) \times (\text{intensity of selection}) \times (\text{genetic variance})$$

The genetic variance is a function of the evolutionary history of the population, and not something which can easily be modified. The intensity of selection can, of course, be increased by testing more animals for each one selected. It is therefore largely a question of how much money is spent on the testing exercise. The third factor, the accuracy of selection, depends on the heritability of the trait or traits included, and on the number and relationship of the relatives measured for each candidate for selection.

The main dairy production traits have a heritability in the region of 0.2-0.3. The accuracy then depends on the number and relationship of the relatives. The measure of accuracy used is the correlation between the information used for selection on the one hand, and the candidate's true genetic value on the other. This correlation is shown in Table 1 for different combinations of relatives.

From this it is clear that even a modest number of progeny gives a more accurate evaluation of animals to be selected than any combination of information on the animal itself, on its full or half-sib contemporaries, or on its ancestors. This is the essential reason for the central place of progeny testing in modern dairy cattle AI programmes.

Conflicts

In the use of progeny testing as a basis for selection, two important conflicts need to be resolved. The first is a possible conflict between intensity of selection on the one hand and accuracy of selection on the other. Clearly, the more progeny which are recorded, the more accurate the progeny test. However, if there is some limit on the total number of progeny records which are available, then higher accuracy (ie more progeny per bull) implies a fewer number of bulls tested, and consequently a reduced selection intensity. Resolution of this conflict has been explored by Skjervold and Langholz (1964). The optimum combination of accuracy and intensity will differ in different populations. However, in most programmes a minimum of 50 progeny is required.

This conflict is not particularly acute in some countries which have very high levels of milk recording, and consequently very large numbers of potential progeny records. It is most difficult to resolve in those countries where commercial milk production is in the early stages of development. This generally also implies a preponderance of small herds, and relatively low yields per cow, which do not produce the economic output to justify the infrastructure of a recording system.

Table 1. Relative accuracy of selection for different sources of information ($h = 0.3^2$)

Information on	Accuracy %
Self	55%
Parents	39%
Complete pedigree	45%
4 full sibs	45%
40 half sibs	44%
10 progeny	70%
40 progeny	87%
120 progeny	95%

The second potential conflict is between accuracy of progeny testing on the one hand and generation length on the other. The expression for genetic gain given above is gain per generation. This must be divided by the generation length to give gain per year. The longer the generation length, the slower the gain per year. With progeny testing in dairy cattle, bulls are normally at least five years old before a final selection can be made. As an alternative, they could be selected for use at a year of age, though at greatly reduced accuracy since this selection could only be based on information from female ancestors and sibs. This conflict was first examined by Dickerson and Hazel (1944). They concluded that in a swine population the losses from a longer generation interval more than offset the gains from increased accuracy of progeny testing. They therefore recommended that selection should be based on own individual performance records, and that progeny testing should not be used.

With the development of embryo transfer in cattle, the potential number of offspring from outstanding cows can be increased greatly. Nicholas and Smith (1983) re-examined the trade-off between generation interval and selection accuracy in these circumstances, and concluded that a properly structured selection scheme without progeny testing could achieve a higher rate of annual genetic change than the conventional schemes which rely on progeny testing. They applied the name MOET (Multiple Ovulation Embryo Transfer) to such a scheme and a number of versions of this programme have now been put in place in Europe.

One way of extending the testing capacity of a population is of course to devote a higher proportion of the inseminations to young bulls rather than to proven bulls. Much work in the early '70's was devoted to exploring optimum population structure in this regard. In general, it was concluded that 25 to 50% of the population should be bred to young bulls. A large part of the justification for this conclusion was that most of the genetic gain came in the sire to son path in the classic 4-path model first described for dairy cattle population by Rendel and Robertson (1950). However, for dairy traits, economic benefits from selection are realised only in females. Genetic gain transmitted to males is, in effect, put into storage for one generation, and only exploited when these males in turn pass it on to the next generation of females.

When this economic dimension is taken into account, the relative importance of the sire to son path is greatly decreased, and that of the sire to daughter path (ie the commercial inseminations) is greatly increased.

One consequence of the emphasis on the sire to son path was that it was not regarded as important to have heavy usage of selected bulls: their main contribution to genetic progress was through their sons. As a result, it became common, for financial reasons, in some countries to slaughter young bulls once a certain store of semen had been accumulated.

However, the economic model says that heavier use should be made of proven bulls, and there is now a tendency in most programmes to keep young bull usage to less than 20% of all AI.

Efficiency of progeny testing structures in different populations

Western Europe with 25 million dairy cows and North America with 12 million have both developed many sophisticated AI-linked breeding programmes.

A few years ago, I looked at this in some detail (Cunningham, 1982). These different programmes vary in about fifteen separate aspects, including such things as scale of investment in young bull purchase and testing, level of usage of selected bulls, proportion of inseminations carried out by young bulls, relative importance of different traits, rate of turnover in the bull stud, rate of turnover in the cow population, etc. We consider the first two to be the most important. The results are summarised in figure 1. This shows 30 large scale AI programmes, plotted by number of bulls progeny tested per million AI and by estimated lifetime use of selected bulls. The background lines represent equal rates of estimated genetic gain.

What we find is that of the thirty breeding programmes examined, the European ones tend to be quite distinct from those in America. The basic difference is that European populations invest much more heavily in acquiring, testing and selecting among young bulls (up to 450 bulls per million AI). However, lifetime usage of the selected bulls tends to be quite low. In America, investment is much less (less than 100 bulls tested per million AI), but selected bulls are very heavily used.

These differences can be fairly easily rationalised. Most of the European organisations are cooperatives, ready to make major investments on behalf of their members, while the American industry is dominated by commercial companies which invest with much greater prudence. The British and Irish programs are the exceptions in Europe, tending to look more like American organisations in their breeding structure.

The lessons from these comparisons are fairly obvious. Some of the European populations have invested excessively in their testing programs, and could get better value for money by increasing bull usage. The American organisations could probably benefit by increasing the investment in testing.

Methods

The history of progeny testing methodology has been reviewed by Pirchner (1984). These methods began in the 1930's, and were developed extensively from 1950 onwards, as their application in artificial insemination became widespread. The problem they addressed was in all cases the same: how to refine the data in such a way that the progeny averages were an unbiased and precise measure of the sire's genotype.

The methods developed in different countries tended to converge over the years. Their successful application also produced a significant new problem: because genetic change was being achieved, bulls of different ages or origins being compared at any one time were likely to be from distinctly different genetic groups.

Furthermore, the traditional methods were incomplete in the sense that they did not take account of the network of relationships which build up between bulls in a population.

In order to resolve these two difficulties, as well as to give theoretically optimum estimates of breeding value, Henderson (1973) proposed a new system which he called BLUP (Best Linear Unbiased Prediction). In recent years, it has been almost universally introduced in modern dairy cattle breeding programmes, and under the name "animal model BLUP" has been extended to simultaneously evaluate all animals in the population, not just the sires being progeny tested.

The development and application of BLUP has been made possible by the simultaneous evolution of statistical theory, computing algorithms and computer power. With the internationalisation of so much breeding material now, the next challenge is the effective linkage of evaluations from different programmes.

Costs and benefits

How relevant are these sophisticated progeny testing and selection programmes in countries with developing dairy industries? The first point is to recognise that, to be effective, such programmes must have a certain minimal scale. The original progeny testing programme in Cambridge, for which Rendel and Robertson (1950) developed the contemporary comparison method, was designed to progeny test 4 bulls per year and to select one for general use. At that time and in those circumstances such a programme made sense. It did not face competition from more high powered programmes elsewhere. Today, such a programme would make no sense at all. In Europe alone, there are about 30 separate AI related progeny testing and selection schemes. Most of them are designed to serve populations of at least half a million cows, and most of them progeny test at least 100 bulls per year. Two-thirds of them relate to Holstein/Friesian cattle, and these all have access to the same genetic materials. A small scale isolated programme has very little chance of being able to match the genetic quality of the bulls coming from these larger programmes.

Furthermore, these programmes are enormously costly. Table 2 shows the estimated costs of progeny testing a single bull in each of a number of European countries. Costs differ largely because in some populations the generation of the

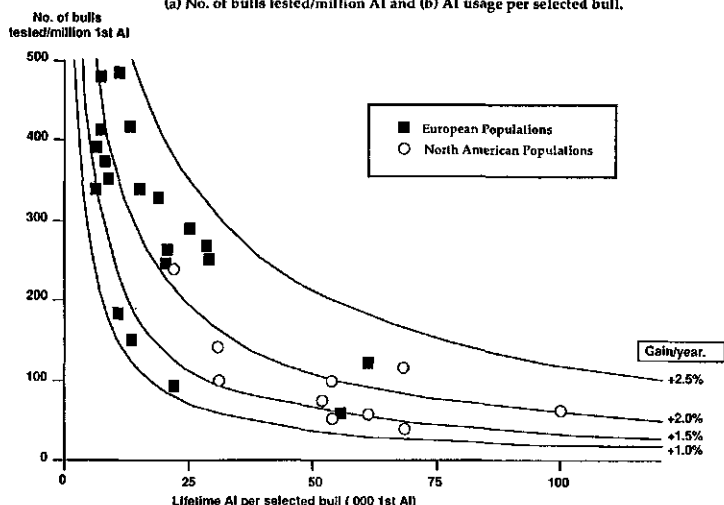
Table 2. Approximate costs of progeny testing bulls in a number of countries.

Country	Cost/bull progeny tested \$US
Netherlands	39 000
Denmark	22 000
Norway	21 000
Finland	10 000
France	46 000
Ireland	23 000
Canada	45 000

progeny data is paid for through the normal milk recording process, while in others specific incentives are needed to generate the progeny records. However, it can be seen that, in general, a figure of about \$25,000 per bull progeny tested applies. Given that selection intensities range from 1 in 5 to 1 in 10, the cost per bull selected in these programmes then ranges from \$125,000 to \$250,000. To repay such an investment requires that the selected bulls be used on a very large scale. This, again, militates against the prospects for a successful progeny testing programme in small populations (defined as the number of cows bred by AI).

The primary circumstances which would justify a separate breeding programme in spite of small size, modest use of AI, and poor recording infrastructure, would be the situation where the selection objective was significantly different from that pursued by the larger programmes. This is primarily a question of genotype by environment interaction. Do genotypes rank the same in circumstances which support more than 5 000 kg of milk per cow and in those where average production levels are less than 3,000? We have insufficient evidence on this question.

Figure 1. Probable genetic gain as a function of
(a) No. of bulls tested/million AI and (b) AI usage per selected bull.



References

- Cunningham, E.P., 1982. The structure of dairy cattle breeding in Europe, and some comparisons with North America. *Journal of Dairy Science*, 66: 1579-1587.
- Dickerson, S. and Hazel, L. N., 1944. Effectiveness of selection on progeny performance as a supplement to earlier culling of livestock. *J. Agric. Res.*, 69, 459.
- Henderson, C.R., 1973. Sire evaluation and genetic trends. *Proc. Amin. Breed. Genet. Symp. in honor of J.L. Lush*, 10 - 41, ASAS/ADSA, Champaign, Illinois.
- Nicholas, F.W. and Smith, C., 1983. Increased rates of genetic change in dairy cattle by embryo transfer and splitting. *Animal Prod.* 36:341-353.
- Pirchner, F. 1984. History of progeny testing. *Proc. IDF/EAAP Symposium on Progeny Testing Methods in Dairy Cattle*, (Prague), 9 - 23.
- Rendel, J.M., and Robertson, A., 1950. Estimation of genetic gain in milk yield by selection in a closed herd of dairy cattle. *J. Genet.* 50, 1-8.
- Robertson, A., and Rendel, J.M. 1950. The use of progeny testing with artificial insemination in dairy cattle. *J. Genet.* 50, 21.
- Skjervold, H., and Langholz, H.J. 1964. Factors affecting the optimum structure of AI breeding in dairy cattle. *Z. Tierzucht. Zuchtungsbiol.* 80, 25.

INTERNATIONAL COMPARISON OF GENETIC EVALUATION METHODS

Jan Philipsson
Dept. of Animal Breeding and Genetics
Swedish University of Agricultural Sciences
S-750 07 Uppsala
Sweden

Abstract

The increased international trade of genetic material, especially as regards semen and embryos, has called for a development of the sire evaluation procedures to cover not only domestic purposes but also the international use. This development underlines the necessity of standardized international documentation of the sire evaluation procedures and methods to convert sire proofs from one country to another. Such work has been done or facilitated by the INTERBULL committee, that was established as a permanent sub-committee of ICRPMA with support of its former parental organizations and FAO.

Many experiments have been conducted in order to compare the genetic merit of various breeds or strains. For the Black and White Cattle population the Polish FAO experiment with 10 strains was by far the most important. Such experiments give very valuable point estimates at a given time but continuous sire evaluations across countries must consider the ongoing variable genetic improvement in different populations as well as any technical changes in the sire evaluation procedures, such as definition of traits, statistical models applied, and bad changes. A rapid genetic improvement of several European Black and White cattle populations has been noted in the last 5-7 years for production traits.

Surveys of the present sire evaluation systems reveal that most countries nowadays evaluate both fat and protein and that BLUP is the dominating procedure for evaluation. A vast number of conformational traits are evaluated in most countries while only a few evaluate the more important fertility and health traits. In 1989 a break-through in utilizing the individual Animal Model of BLUP was achieved in a number of countries.

Methods for conversion of proofs from one country to another have been developed and widely used in the last few years. INTERBULL has actively taken part in this work and has decided on a number of recommendations to consider in across country evaluations. A break-through in this area is fore-seen when the BLUP animal model is going to be applied within a few years in many countries together with standardized definitions of bases for comparison and expression of genetic merit. Possibly also joint evaluations of cows and bulls will be applied across countries.

The problems of utilizing the same international genetic sources for improvement of populations with different breeding goals and conditions for production are stressed. The importance of including some more economically important non-production traits, such as reproduction and health traits, in testing and selection schemes of the main exporting countries in order to better fit the internationally variable breeding goals is emphasized as well as studies on genotype and environment in-

teractions between different regions of the world.

Résumé

L'accroissement des échanges internationaux en matière de matériel génétique et en particulier de sperme et d'embryons a eu pour conséquence le développement des procédures d'évaluation des géniteurs afin de répondre non seulement à la demande nationale mais aussi aux besoins internationaux. Ceci fait apparaître clairement la nécessité d'élaborer des documents standardisés internationaux sur les procédures et méthodes d'évaluation du géniteur qui devraient permettre de convertir d'un pays à l'autre les tests d'évaluation du géniteur. Un tel travail a été effectué ou facilité par le comité INTERBULL créé en 1983 conjointement par l'IDF, l'EAAP et l'ICRPMA bénéficiant du soutien de ses organisations fondatrices et de la FAO.

De nombreuses expériences ont été faites pour comparer le mérite génétique de diverses races et lignées. En ce qui concerne la population bovine noire et blanche l'étude de la FAO polonaise portant sur dix lignées a été de loin la plus importante. De telles expériences fournissent des données très précieuses à un moment donné mais des évaluations continues de géniteurs dans différents pays doivent prendre en compte les progrès génétiques variables en cours dans différentes populations ainsi que tout changement technique dans les procédures d'évaluation des géniteurs, comme la définition des caractéristiques, les modèles statistiques utilisés et les évolutions négatives.

On a remarqué au cours des 5 à 7 dernières années un progrès génétique rapide de plusieurs populations bovines européennes blanches et noires en ce qui concerne les caractéristiques de production.

Des études portant sur les systèmes actuels d'évaluation du géniteur montrent qu'à ce jour la plupart des pays évaluent à la fois la graisse et les protéines et la procédure d'évaluation la plus courante est le BLUP. Un grand nombre de caractéristiques de conformation sont examinées dans la plupart des pays alors que quelques-unes seulement évaluent les caractéristiques plus importantes liées à la fertilité et à la santé. En 1989 une percée portant sur l'utilisation du modèle animal individuel du BLUP a été réalisée dans un certain nombre de pays.

Les méthodes pour convertir les tests d'un pays à l'autre ont été développées et largement utilisées au cours des quelques dernières années. INTERBULL a pris une part active à ce travail et a choisi un certain nombre de points à considérer lors d'évaluation entre pays. Une percée dans ce domaine est prévue lorsque le modèle animal du BLUP enrichi de définitions de base standardisées permettant des comparaisons et l'expression de la valeur génétique va être appliquée dans quelques années dans beaucoup de pays. Il se peut également que des évaluations conjointes de vaches et de taureaux soient mises en place entre les pays.

Les problèmes résultant de l'utilisation des mêmes sources génétiques internationales afin d'améliorer des populations dont les buts d'élevage et les conditions de production sont différents sont soulignés. L'importance d'inclure des caractéristiques qui ne soient pas de production mais à caractère plus économique, comme celles liées à la production et à la santé, dans les procédés d'évaluation et de sélection des pays exporta-

teurs les plus importants pour mieux répondre aux buts d'élevage qui varient au niveau international est souligné tout comme les études portant sur les interactions de génotypes et d'environnements entre différentes régions du monde.

Introduction

Programmes for genetic improvement of dairy cattle have developed rapidly over the last thirty years. The availability of artificial insemination, recording schemes covering major portions of the cattle populations, computers with ever growing capacity for processing of data, and improved knowledge in genetics and statistical technologies are the major contributors to this development.

Today most of the important dairy countries operate efficient progeny testing schemes to find the very best bulls to be extensively used in the dairy herds. As a result many dairy cattle populations have undergone an annual genetic improvement in milk yield of about one per cent due to their domestic breeding programmes. Including the simultaneously improved feeds and feeding strategies as well as other environmental factors this means that the output per cow in a 20-25 year period has increased by about 50 per cent in many countries. Thus, an enormously increased efficiency in dairy production has occurred to the benefit of mainly the consumers, but also to the producers by strengthening their competitiveness on the market.

In the last 15 years this improvement has been enhanced by the increasing international trade of genetic material, mainly frozen semen and embryos, which has broadened widely the horizons of any breeding programme far beyond the domestic borders.

This development means that breeders and AI-studs of today ask for the genetic values of the very best individual bulls in other countries compared to their own best bulls. However, a common experience has been that many of those involved in semen imports have not had enough information about the progeny testing and sire evaluation procedures of the exporting countries. Sometimes this situation has led to complete misunderstandings when trying to interpret the sire proofs of the foreign bulls in relation to the domestically used systems. The differences in definition of the genetic base for comparison have for instance very often led to serious confusions. This situation has challenged both breeders and scientists to develop procedures to evaluate correctly populations as well as individual bulls across countries for an optimum strategy incorporating foreign genes.

A great number of experiments have been conducted in many countries in order to establish the relative merits of various breeds or strains. The FAO supervised Polish experiment with 10 Friesian cattle strains is by far the most extensive study performed (Jasiorowski et al., 1988). This study has contributed a lot not only the knowledge on the relative merits of the different strains but also to the exploitation of the results throughout the world. Furthermore, a number of important studies on a more limited scale have been undertaken with different breeds or strains in many other countries.

Carefully designed experiments could give very good estimates of the

genetic differences between populations at a given time under the actual conditions of the experiment. However, such point estimates may only be valid for a short period of time if the populations later on undergo different rates of genetic improvement. For instance the Polish experiment reflects the genetic standard of young AI bulls born more than 15 years ago, and much has happened since then, partly because of the results of that study. Therefore, there is a continuous need to monitor the changes of the various populations and to find methods of up-to-date evaluations of individual bulls across countries.

Recent population trends

It is certainly of interest to study the genetic trends since the time of the Polish experiment in some populations. One measure of this trend is the average genetic merit of each year-batch of young AI bulls. The annual trends of those in the German and Dutch populations have been considerably higher than in any of the others. Especially in the Netherlands the gain has been large in later years, 1.8-2.0 per cent per year for protein and fat yield.

The shift towards North American Holsteins has gone tremendously fast and has reached 90-100 per cent for AI bulls in several European countries. This change is probably the most dramatic large scale change in the genetic make-up of a breed that has ever taken place in the history of cattle breeding. The large improvements accomplished in some countries do to a great extent depend on the incorporation of foreign genes. No doubt the average genetic merit of the internationally marketed semen has been high, but it has been variable, both because of differences in breeding goals among countries and because of shortages of semen from the best bulls. However, the general effects that have characterized the "Holsteinization" of the European Black and White cow populations seem to be a considerably increased production of milk, but sometimes lowered concentrations of milk constituents, improved udder conformation, increased size but poorer carcass quality and calving traits, as well as declining results in female fertility.

The fact that some European populations today show almost 100 per cent Holstein genes does not at all mean that these different Holstein populations are genetically equal. The genetic levels may still vary considerably and are dependent on how the selection has been done.

Problems in across country evaluations of bulls

The problems to overcome in evaluations of bulls for international use can be summarized as follows :

- 1 Hardly any two countries utilize the same procedure for evaluation of their bulls. Some countries use herdmate comparisons, while most use BLUP procedures today, but the statistical models vary. Different populations and time periods are used for definition of the genetic bases with which the bull proofs are compared. Fixed bases may be wide apart in time, and rolling bases may include a varying number of years.
- 2 Different environmental factors may be adjusted for when estimating the genetic merit. Different number of lactations may as well be

included. In some countries the actual yield is given while in others all yield figures are adjusted to mature age. Furthermore, sire proofs are often expressed in different ways, e.g. transmitting ability or breeding value in absolute or relative values and different units may be used, e.g. lbs, kg or BCA.

- 3 The systems and levels of production differ considerably between various parts of the world and this might question the applicability of results from one country to another, e.g. between temperate and tropical or sub-tropical climates, or between intensive concentrate feeding systems and grazing systems.
4. Continuous sire evaluations across countries are only possible to establish if the same bulls, or sons of these, are being adequately sampled and evaluated in the two countries being compared. The problem in such comparisons is to ensure a random use of the bulls and that the daughters on average are equally treated in both countries.

Development of INTERBULL

In order to initiate the work on standardization of sire proofs and facilitate their interpretation across countries for a broader international use, an international committee, INTERBULL, was set up by the European Association for Animal Production (EAAP), the International Dairy Federation (IDF) and the International Committee for Recording the Productivity of Milk Animals (ICRPMA). This joint venture was preceded by committee activities within both EAAP (Gaillard et al., 1977 ; Dommerholt et al., 1983) and IDF (A-Doc. 31, 1976 ; A-Doc 64, 1981) in order to lay out more standardized procedures for sire evaluations. However, the significance of that work was not recognized until the international trade of semen greatly increased the need for development of international procedures for sire evaluation, and thus INTERBULL was formed in 1983. The work of INTERBULL was during an initial 4-year period financed by grants from a German foundation and the Swedish Farmers' Research Council. During 1988 INTERBULL was established as a permanent sub-committee of ICRPMA with support from its member countries and the other parental organizations and FAO.

The main work of INTERBULL has been to

- i document, interpret and publish in a standardized way the sire evaluation procedures practised around the world
- ii arrange workshops and cooperate with scientists to develop appropriate procedures for international evaluations of genetic material
- iii arrange seminars with scientists and representatives of cooperating countries for exchange of scientific information and practical experiences in the field of international evaluations of bulls and also its implications for cow evaluation. In 1986 a seminar was held in Lincoln, USA, in 1987 in Lisbon, in 1988 in Veldhofen, The Netherlands, and in 1989 in connection with the EAAP meeting in Dublin

- iv work out recommendations on what procedures to use for different situations of international evaluations of genetic material
- v coordinate the efforts of developing procedures for genetic evaluations of cattle in different countries so that an international use of the proofs is facilitated.

Documentation of sire evaluation procedures

A primary task of INTERBULL has thus been to document the sire evaluation procedures practised in most major dairy countries. Such a standardized documentation of production traits, giving information on general methodology used, definition of traits and adjustments of records, expression of proofs and definition of bases was first published in 1986 and then in 1988 (INTERBULL, 1986 a and 1988). These publications also include vital statistics of the breeding programme of each country and breed. The latest information published covers 27 major dairy countries all over the world. As an example the information about the Irish system is given in the appendix.

In Table 1 the results of the last survey on production traits is summarized and the following could be noted :

- a As regards traits evaluated milk protein is nowadays included in all Western European evaluation systems. Only a few countries do not yet evaluate protein.
- b A great majority of the countries apply different models of BLUP for the genetic evaluations. The transition to the individual animal model started on a large scale in 1989 and is expected to include many countries within a few years.
- c Proofs are more often expressed in terms of the breeding value (BV) or relative breeding value (RBV) of the bull itself rather than transmitting ability (PD or ETA). Still the detailed definitions might vary considerably.
- d The definitions of the genetic bases with which the proofs are compared differ greatly. About as many countries apply fixed as rolling bases. These might be constituted either as bull or cow bases and include quite different populations of cows or bulls. They are therefore seldom directly comparable.

In Table 2 another INTERBULL survey, including non-production traits evaluated in 21 countries is summarized.

From this survey the following facts could be noted :

- a Only 6 countries regularly evaluate their bulls for female fertility despite its direct economic importance. The main problem seems to be a lack of coordination of records between the different field services.
- b Calving performance, although subjectively scored, has gained a larger interest and procedures for recording and evaluation have been developed in the majority of the countries. However, in a number of countries only the calf effects are considered, while maternal effects are ne-

glected. The reliability of the proofs in some countries also remains to be improved due to small numbers of heifer parturitions observed.

- c Programmes for inclusion of ease of milking have already been adopted in many countries. A great number of detailed scores and measures of udders and teats are in practice in practically every country. The number of traits being evaluated seems to be far more than can be justified for economic selection.
- d Direct disease recordings to be used for selection purposes are still rare. At present only Finland, Norway, Sweden and Israel are making any use of such information.
- e A great number of type traits are being recorded and there is a movement to describe the traits on a linear scale rather than using descriptive codes or values expressing the desirability of the trait. The number of traits should be largely reduced if considering their economic importance. More standardized procedures as regards recording of traits and expression of proofs would be desirable from an international point of view.
- f A rapid shift towards the use of BLUP-procedures in sire evaluations for non-production traits has also been noted. The application of an animal model would, as in the case of production, improve the sire evaluations especially if the cows being classified or evaluated are not randomly chosen.

Conversion of sire proofs across countries

Since bulls nowadays are used world-wide it has been an important task of INTERBULL to actively work for the development of procedures to evaluate bulls across countries. This has been enabled by the fact that many bulls used in the last decade have got big daughter groups more or less simultaneously producing in two or more countries. Utilization of such data has provided the basis for development of workable procedures to convert sire proofs from one country to another.

In a simulation study conducted by Dr. Schaeffer in an INTERBULL workshop it was shown that a procedure earlier recommended by IDF, with modifications suggested by Goddard (1985) and Wilmink et al. (1986), would accurately estimate the a- and b-values needed in the following formula to convert sire proofs :

Converted proof = $a+b$ (proof in exporting country)
(importing country)

where a is a measure of the genetic difference between the bases used for sire proofs published in the two countries, and b is a scaling factor (INTERBULL, 1986 b).

These procedures have by now been widely used in many countries and generally seem to serve the purpose. In 1987 there were 180 such equations reported in use for conversion of sire proofs for production between countries. In Table 3 an example is given on conversion factors used for different Holstein Friesian populations in 1989. Proofs estimated with reasonable accuracy in their home countries usually show correlations between countries of the order 0.7-0.9, which are close to expected

values. However, it must be emphasized that the procedure for estimation of a- and b values assumes random use of the bulls in both countries, or that the statistical model practised can account for any deviations in this respect.

INTERBULL recommendations

In order to achieve as high an accuracy as possible in selection of bulls across countries INTERBULL has worked out a number of recommendations concerning both the sire evaluation procedures in general to be used domestically and for estimation of a- and b-values and the subsequent evaluation of individual bull across borders.

Choice of sire evaluation procedure in general

A best Linear Unbiased Prediction (BLUP) procedure is generally recommended. Furthermore, the individual animal model is considered as the grandsire models are that it makes the most appropriate adjustments for non-random choice of mates and for selection bias. These problems are common when semen is exported from country to country. The method of second choice would be a BLUP sire/maternal grandsire model. The method of third choice should be a BLUP sire model. When this is chosen, a pre-adjustment for the genetic level of the mates (i.e. the dams of the daughters) should be made if the necessary data are available. The evaluation procedure should be certain to group the sires according to country of origin and according to birth date or some other method to establish time trends.

The recommendations furthermore include views on the minimum accuracy of proofs, requirements of data to be used and information to be officially published on the proofs for yield and milk composition traits of the individual bulls. Some annually summarized statistics on the evaluations of bulls by breed should also be given.

Across country evaluations

In situations where bulls in two or more countries are used more or less simultaneously and the traits recorded are defined and expressed in the same way, it is recommended that a BLUP procedure where the data includes information from both or all countries is used for a joint evaluation of the bulls according to the methodology presented by Schaeffer (1985). The proofs will be expressed in each country considering any genetic differences between the bases of the populations in question.

This procedure is highly desirable and can be extended to more countries provided the units of yield measurements and their variances have been standardized. These last assumptions make the method less practical today, but increased cooperation between countries would facilitate its use.

In situations where the application of the earlier method is not feasible because of various reasons, the earlier conversion method, as proposed by Goddard (1985) and Wilmink et al. (1986) is recommended by INTERBULL for general conversions of sire proofs across countries. It is generally assumed that bulls are randomly used in both countries or that any deviations from this are adjusted for.

When only a smaller number of bulls than 20 with reliable proofs (rpt > 0.75) in both countries are available for estimation of conversion factors, or the correlation between the proofs is less than 0.75, simpler methods have to be applied for evaluation of bulls across countries, while waiting for better or more data.

In the application of conversion factors it must be noted that they are only applicable on the same type of data as from which they were estimated, and that they are only valid to use as long as no change of the base for sire evaluation in any of the two countries has taken place.

In an INTERBULL workshop held last year it was recommended that the future genetic bases of different countries should be commonly defined and simultaneously changed at 5-year intervals. Thus, it was suggested that the next base change should take place in 1990 and include lactations of cows born in 1985.

Two further steps were also recommended to be taken : common expression of sire proofs as Breeding Value in kg, adjusted to the average lactation number, and the establishment of an international base for each breed or group of strains. If such agreements could be reached between countries the needs to estimate a and b values for conversions of breeding values would be greatly reduced and the exchange of genetic merit information between countries would be much easier. That would in turn enhance the possibilities of efficient dairy breeding programmes on a global scale.

Standardized breeding values - variable breeding goals !

The future development of the breeding programmes in most countries will certainly be characterized by an even more international consideration of the genetic resources available on the market. However, it should be recognized that the breeding goals vary considerably between different parts of the world due to marked needs, climate and resources available. Genotype and environment interactions might be of great importance if the conditions for production vary considerably. In a recent New Zealand study significant interactions were found between Friesians from New Zealand and Canada (Peterson, 1988).

Despite the fact that the breeding goals thus are different in various countries the present international exchange of genetic material seems to contribute to an undesirable streamlining of population characteristics. This could partly be avoided if the bulls of presently dominating exporting countries were better tested for more traits of economic importance, e.g. stillbirth rate, fertility, beef value, disease resistance, etc. The lack of reliable genetic information on these traits in dominating export countries is a constraint in realizing domestic breeding goals by utilizing foreign genetic material with a high potential for production. Furthermore, it is quite important for especially tropical and subtropical countries to investigate the existence and size of any genotype and environment interactions before embarking on the commonly practised international routes for utilization of genetic resources. The purpose must obviously be to draw from these in such a way that they fit the national schemes for cattle improvement according to the domestic breeding goals and market needs.

References

- Dommerholt, J., Hinks, C.J.M., Lederer, J.A., Mocquot, J.C., Petersen, P.H., Rönningen, K. & Swanson, G.J.T. 1983. General recommendations for the documentation of changes in dairy cattle populations and for estimating the expected genetic merit of bulls of various origins used on specific cow populations. Report of a working group of the EAAP commission on animal genetics. *Livest. Prod. Sci.*, 10, 519-529.
- Gaillard, C., Dommerholt, J., Fimland, E., Gjol-Christensen, L., Lederer, J., McClintock, A.E., Mocquot, J.C. & Philipsson, J., 1977. AI bull evaluation standards for dairy and dual purpose breeds. *Livest. Prod. Sci.* 4, 115-128.
- Goddard, M. 1985. A method of comparing sires evaluated in different countries. *Livest. Prod. Sci.* 13, 321-331.
- IDF, 1976. Methods for assessing breeding value of bulls in relation to milk yield (Account of the results of Questionnaire 1176/A, produced by Prof. Dr. H.O. Gravert), A-Doc31.
- IDF, 1981. IDF recommended procedure for international comparison of genetic merit of dairy cattle. International Dairy Federation, A-Doc 64.
- INTERBULL, 1986a. Sire evaluation procedures for dairy production traits practised in various countries 1985. International Bull Evaluation Service, Bulletin no. 2, Uppsala, Sweden.
- INTERBULL, 1986b. Procedures for international comparisons of dairy sires - current practice and evaluation of methods. International Bull Evaluation Service, Bulletin no 1, Uppsala, Sweden.
- INTERBULL, 1988. Sire evaluation procedures for dairy production traits practised in various countries 1988. International Bull Evaluation Service, Bulletin no 3, Uppsala, Sweden.
- Jasiorowski, H.A., Stoltzman, M. & Reklewski, Z. 1988. The international Friesian Strain Comparison Trail. A world perspective. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome 1988.
- Peterson, R. 1988. Comparison of Canadian and New Zealand sires in New Zealand for production, weight and conformation traits. Research Bulletin no 5. Livestock Improvement Corporation LTD. New Zealand Dairy Board.
- Schaeffer, L.R. 1985. Model for international evaluation of dairy sires. *Livest. Prod. Sci.*, 12, 105-115.
- Wiggins, G.R. (Coordinator) 1988. Proceedings of the animal model workshop, Edmonton, Alberta, June 25-26, 1988. *J. Dairy Sci.* 71, suppl. 2.
- Wilmink, J.B.M., Meijering, A & Engel, B. 1986. Conversion of breeding values for milk from foreign populations. *Livest. Prod. Sci.* 14, 223-229.

Table 1. Features of sire evaluation methods according to an INTERBULL survey of 27 countries.

	No of countries
Traits evaluated	
Milk	27
Fat	27
Protein	20
SNF	1
Principle of evaluation method	
BLUP-sire model	14
-sire/mat.grandsire model	4
-animal model	4
CC (incl. MCC, L-S)	5
Expression of proof	
Transmitting ability, pred.diff.	9
Breeding value (BV)	13 (4 of these also RBV)
Relative breeding value (RBV)	9 (4 of these also BV)
Genetic base	
Fixed	14
Rolling	13

Table 2. Summary of recordings and sire evaluations for non-production traits in 21 countries. No. of countries with different sire evaluation methods.

Group of traits	BLUP	CC	Other
Reproduction			
Female fertility	3	3	-
Calving ease/stillbirths	9	2	2
Milkability and udder			
Ease of milking	9	1	1
Udder and teat conformation	18	-	1
Feet and legs	18	1	-
Temperament	4	1	-
Health			
Mastitis	3	1	-
Other diseases	2	1	-
Other type traits	17	-	-
Combination of traits			
Stayability	2	-	-

Table 3. Estimated a and b values between some Friesian populations used for conversion of sire proofs in 1989

Importing country	Expression of trait and base	Exporting country	Expression of trait and base	No. of bulls	Milk yield		Fat yield		Protein yield				
					a	b	r	a	b	r	a	b	r
Gr. Britain PD83kg		Canada	PD,BCZ rolling	91	526	36.4	0.8	14.7	1.28	0.8	12.5	1.01	0.8
				66	-1911	17.4	0.7	-88.3	0.77	0.8	-82.7	0.74	
				28	214	0.47		12.6	0.49		8.1	0.50	
				29	343	0.42							
Ireland	PD82,kg	Gr. Britain	PD83,kg	30	156	0.66	0.90	7.2	0.63	0.91	4.2	0.67	0.87
				22	-1758	16.8	0.84	-54.3	0.52	0.84			
Netherlands	BV88,kg	Canada	PD,BCA rolling	35	515	74	0.92	3	2.3	0.90	8	2.1	0.91
				100	747	0.65	0.89	3	0.77	0.82	13	0.63	0.87
New Zealand	RBV68	Italy	BV89,kg	49	284	0.62	0.84	-6	0.63	0.73	2	0.58	0.81
				63	1134	0.033		116.7	0.88		115.3	0.53	
Sweden	RBV89	USA	ETA89,1bs	27	115.9	0.012	0.79	109.2	0.32	0.73	109.5	0.38	0.83

FACTS ON APPLIED SIRE EVALUATION PROCEDURES FOR DAIRY PRODUCTION TRAITS

COUNTRY	IRELAND
Breed(s)	Friesian
Traits evaluated and units of measurement	Milk, fat and protein (kg), fat and protein %, index _{F+P} (yield)
Number of lactations	1
Genetic parameters applied	$h^2 = 0.25$
Inclusion and extension of records	Sire and maternal grandsire have to be same breed Normal lact. 150-305 days Rec. from culled cows and rec. in progress are excluded Age at calving 18-38 months
Sire categories evaluated	Almost all are AI sires
Effects considered by preadjustments	Date of calving, age at calving and breed cross of dam
By model of evaluation	Herd-year-season, sire, group of sires
Base of age adjustment	24 months
Use of genetic groups/relationships/pedigree	Bull groups by year/rel.ship matrix used with sire and maternal grandsire
Method of evaluation used	Single trait BLUP
Expression of genetic merit	PD(kg, %) and RB-index estimated as $100 + PD \text{ fat(kg)} + 1,4 \text{ PD protein(kg)} - 0.025 \text{ PD milk (kg)}$
Genetic base, kind/definition	Fixed base = Average of bulls which had their first daughters recorded in 1981 or 1982
Minimum requirements for official publication of sire proofs	20 eff. daughters, rpt>0.57
Use of selection index or total merit index	No total merit index used
Name and address or organization responsible for sire evaluations and publishing of results	Department of Agriculture Kildare Street Dublin 2 Ireland
Key references on methodology	Department of Agriculture and Food - National Breeding programme for dairy cattle report spring 1988 Department of Agriculture and Food, Kildare St., Ireland

Country : Ireland

App.1

Number of bulls tested, means and standard deviations of proofs by year

Predicted differences												RBI 82		
Year of first proof	No of bulls	Milk kg		Fat %		Protein %		Prot. kg				fat, prot milk yield		
		\bar{x}	S.D.	\bar{x}	S.D.	\bar{x}	S.D.	\bar{x}	S.D.	\bar{x}	S.D.	\bar{x}	S.D.	
Breed	Friesian													
1976	34	-58	149	-0.02	0.04	-0.01	0.02	-2.9	5.8	-2.4	4.8	95	8.8	
77	38	-12	128	-0.01	0.06	0.00	0.03	-0.9	4.9	-0.5	3.8	99	7.1	
78	28	25	123	-0.03	0.06	-0.02	0.04	-0.2	4.6	-0.2	3.4	99	6.3	
79	19	68	115	0.00	0.08	-0.03	0.04	2.7	4.5	0.9	3.2	102	6.6	
80	30	54	117	-0.01	0.06	-0.01	0.03	1.6	4.9	1.2	3.5	102	6.8	
81	35	-14	142	0.00	0.06	0.00	0.04	-0.6	5.7	-0.5	4.3	99	8.2	
82	51	5	115	0.00	0.06	0.00	0.04	0.2	5.0	0.3	3.6	100	7.2	
83	34	51	130	0.05	0.08	0.01	0.04	3.8	4.5	2.0	4.0	105	7.1	
84	28	70	88	0.09	0.06	0.02	0.03	6.5	3.7	3.3	2.9	110	5.4	
85	35	83	120	0.04	0.08	0.00	0.04	4.7	5.9	2.6	3.7	106	8.2	
86	36	85	102	0.07	0.06	0.01	0.04	5.9	4.2	3.1	3.0	108	6.0	
87	42	75	133	0.05	0.07	0.00	0.04	4.8	4.7	2.7	3.5	107	6.0	

Country : Ireland

App.2

Average phenotypic levels of (adjusted) production records included in the sire evaluation procedures

Year of production	Traits				
	Milk kg	Fat kg	Protein kg	Fat %	Protein %
Breed	Friesian				
1976	2838	106	94	3.76	3.33
77	3226	120	105	3.74	3.26
78	3503	130	116	3.72	3.32
79	3488	128	115	3.67	3.29
80	3211	116	104	3.63	3.26
81	3073	112	101	3.65	3.29
82	3266	117	108	3.61	3.31
83	3738	133	123	3.56	3.30
84	3947	139	130	3.52	3.27
85	3973	143	131	3.59	3.29
86	4047	147	132	3.62	3.27
87	4100	149	132	3.63	3.23

ARTIFICIAL INSEMINATION, EMBRYO TRANSFER AND GENETIC IMPROVEMENT

ROBERT L. LANG

INTERNATIONAL LIVESTOCK MANAGEMENT SCHOOLS KEMPTVILLE,
CANADA

Abstract

The advent over forty years ago of commercial Artificial Insemination in Canada was heralded as a great safety innovation for dairy and beef farmers. The herd damaging diseases could be controlled by strict sanitation procedures. Eventually AI was granted a solid role in the farm management practices. More sophisticated evaluation methods that have lead to the very recent application of the individual animal model using best linear unbiased prediction (BLUP) statistical procedures.

These major technologies showed us the possibilities of AI in genetic improvement. A new technology, Embryo Transfer (ET), became commercially popular early in this decade. The improved success in realizing more young bulls through the enhancement of reproduction rates using ET encouraged planners to adopt a part of the Multiple Ovulation Embryo Transfer (MOET).

Teaming the technologies of AI to get cows and ET to provide new young bulls for sampling, seems to provide the industry's best return on its investment.

Résumé

Les progrès de quarante ans d'insémination artificielle au Canada constituent une grande innovation sécurisante pour les éleveurs. Les maladies du troupeau peuvent être contrôlées par des mesures sanitaires strictes. L'insémination artificielle jouant un grand rôle dans la conduite du troupeau, plus de précisions dans les méthodes d'évaluation ont conduit à une application récente en matière de statistiques (BLUP). Ces technologies augmentent les possibilités de l'insémination artificielle dans l'amélioration génétique. Une nouvelle technologie, le transfert d'embryon, se vulgarise dès le début de cette décade. Le souci de produire plus de jeunes taureaux pousse à adopter le MOET. En couplant les technologies de l'insémination artificielle pour les vaches et le transfert d'embryon chez les jeunes taureaux, les rendements de ces investissements semblent s'améliorer.

The advent over forty years ago of commercial Artificial Insemination in Canada was heralded as a great safety innovation for dairy and beef farmers. Large dangerous bulls could be eliminated from the farm and replaced with courteous, friendly technicians. The herd damaging diseases of brucellosis and tuberculosis could be controlled by strict sanitation procedures in semen handling and using on-farm services of the technicians.

Eventually AI was granted a solid role in the farm management practices. Conception rates equal to and better than natural service satisfied the herd fertility needs. When teamed up with milk recording and breed improvement programs such as permanent identification systems and type evaluation, AI became an even more powerful tool to farmers for improving their herd through new genetics and selection of superior males for mating cows and heifers.

The availability of improved computers and a very aggressive genetics and animal breeding academic community became very strong partners of AI during the late 1960 s. This team eventually led to low risk/high gain young sire sampling programs; proven sires for production and conformation traits as well as auxiliary traits of management and economic importance; more sophisticated evaluation methods that have lead to the very recent application of the individual animal model using best linear unbiased prediction (BLUP) statistical procedures. Along the way we realized that phenotypic expression was made up of the genetic ability to respond to management ability of the farmers. In fact, Canadian Holstein data indicates the response is 38:62 with some 50 kilograms of milk as annual genetic change and over 60 kilograms due to farmers increased ability in management.

These major technologies showed us the possibilities of AI in genetic improvement. It taught us the major sources of genetic information; this allows for evaluation of the ability of any individual to pass on traits to the next generation. This is the estimate of transmitting ability or ETA and is really what the customer buys from the genetic side of AI. An animals ETA is made up of the trait plus the animals contribution as demonstrated by its performance plus the progeny contribution through their performance when corrected for any bias mating.

A new technology, Embryo Transfer (ET), became commercially popular early in this decade. AI organizations noticed it was costing \$35 000 for proving each young sire. A large portion of this investment was in planned mating costs with only one in three matings resulting in sires that entered AI progeny proving systems. The successful use of ET in planned matings has changed this situation dramatically. Almost 90% of planned matings now result in a bull in the system and over 50% of the AI young sires are now the results of ET.

The current investment in each young sire is \$41 000 and in order to meet the breed improvement goals in Canada of 1½% genetic gain in production and conformation, the return rate will be one out of twelve bulls. This carries a cost per sire accepted for widespread use of some \$496 000!

The improved success in realizing more young bulls through the enhancement of reproduction rates using ET encouraged planners to adopt a part of the Multiple Ovulation Embryo Transfer (MOET) concept invented by Nicholas and Smith in 1983. The CANADIAN AI cooperatives considered several options in this MOET concept that would help them meet their objective of producing profit oriented genetics. The options were as follows:

<u>STATUS</u>	<u>MILK YIELD KG/(YEAR)</u>
Current rate of genetic improvement	50
More efficient system	75
Adult MOET program	100
Juvenile MOET program	150
Juvenile MOET with nuclear transfer	175

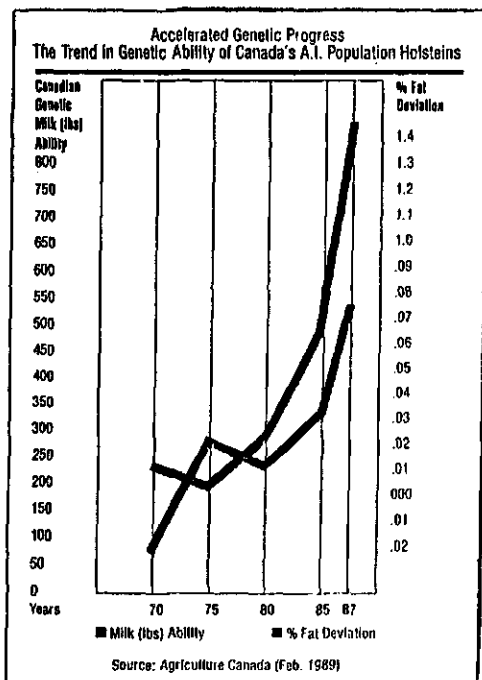
The Canadian breeder is in charge of their own breed improvement programs and as such they decided to embark on a program using MOET technology to sample more young bulls annually and attempt to increase selection intensity while lowering generation interval.

The program adopted is called TEAM and refers to "TOTAL EVALUATION OF ANIMALS USING MOET". The project is in place all over Canada.

The technical predictions are of interest considering the whole AI group from breeders to scientists are involved:

	<u>MALES</u>	<u>FEMALES</u>
Accuracy	Decrease	Increase
Selection Intensity	Increase	Increase
Variance	Unknown	Unknown
Generation Interval	Decrease	Decrease

Thus, the classical formula for genetic gain in breed improvement programs provides guidelines for objectively measuring the progress towards our goals.



SELECTION

$$\text{GENETIC GAIN} = \frac{\text{Accuracy} \times \text{INTENSITY} \times \text{VARIANCE}}{\text{GENERATION INTERVAL}}$$

The early identification of genetic transmitting ability of groups of young bulls, potential bull dams and possibly superior populations is but another threshold; it has been made possible by a great deal of teamwork of breeders setting goals and providing their females for evaluation; scientists adapting genetic and biological processes to on-farm and economic situations; and service agencies such as the AI and ET companies working out logistics and systems to make the programs happen.

There are many more emerging technologies that will help develop animals for both dairy and beef speciality. Genetic selection for adaptation to economic, climatic and environmental situations is now a probability with the use of our newest biotechnical and genetic tools. As a thought, however, it does not appear that there is a valid genetic answer to management shortfalls and we must continue to develop our husbandry skills along with the genetic and reproductive advancements.

Teaming the technologies of AI to get cows and ET to provide new young bulls for sampling, seems to provide the industry's best return on its investment.

Partie 4

Schémas amélioration génétique et aspects économiques

LES SCHEMAS DE SELECTION DES BOVINS LAITIERS DANS LES CONDITIONS DU MILIEU SUD-MEDITERRANEEN

J. Bougler

Institut National Agronomique Paris-Grignon, Paris, France ¹

Résumé

Les programmes de sélection des bovins laitiers sont analogues dans tous les pays du monde ; ils ne diffèrent que par les objectifs qui leur sont assignés et les modalités de leur réalisation sur le terrain. L'article suivant analyse les conditions d'une bonne implantation, dans les conditions du milieu sud-méditerranéen, d'un tel programme de sélection laitière.

Introduction

L'amélioration génétique des bovins laitiers est fondée sur quelques principes qui, bien que nous paraissant aujourd'hui simples, n'en ont pas moins été définis que dans les années 1970 :

- c'est tout d'abord un enregistrement conjoint de l'état-civil (identification, filiation) et des performances des animaux
- c'est ensuite un traitement informatisé de l'ensemble de ces données, débouchant sur des estimations fiables de la valeur génétique des animaux candidats à la sélection, mâles et femelles, adultes et jeunes
- ce sont encore des programmes combinant successivement sélection sur ascendance, contrôle individuel et, pour les taureaux, contrôle de descendance
- ce sont enfin des décisions d'utilisation, en général par insémination artificielle, des meilleurs de ces taureaux.

Pourquoi, dans les pays à élevage laitier développé (Europe, Amérique du Nord, Océanie,...), ces principes n'ont-ils été définis qu'aussi récemment ? La réponse est multiple : il y a bien sûr le poids de l'histoire (les besoins de contrôle sont apparus successivement, donnant naissance à des structures différentes : Livres Généalogiques, organisations de contrôle des performances, Centres d'insémination artificielle,...), il y a aussi le fait que les moyens (nouvelles techniques de reproduction, moyens modernes de calcul) ne se sont mis en place que relativement récemment et que les procédures continuent d'ailleurs à évoluer et à se perfectionner (pensons par exemple à l'introduction du modèle animal en matière d'estimation des valeurs génétiques) ; il y a aussi pu y avoir existence d'intérêts divergents entre divers groupes d'éleveurs ou tout simplement des limites pratiques voire économiques à l'utilisation d'une technique donnée,...

1. 16, rue Claude Bernard 75231 Paris Cédex 05, FR.

Qu'en est-il de la situation aujourd'hui sur le versant sud-méditerranéen, dont on sait l'importance qu'il attache à l'accroissement de sa production laitière et les énormes efforts qui ont déjà été réalisés pour développer un élevage laitier moderne ? Le problème se pose-t-il dans les mêmes termes qu'ailleurs, avec un simple décalage dans l'échelle du temps ; suffit-il de transposer les schémas de sélection mis en place dans les pays développés ; n'y a-t-il pas des corrections à faire, des volets à développer,... En un mot, comment concevoir une stratégie d'amélioration génétique des bovins utilisés pour la production laitière et quels schémas de sélection mettre en place pour ce faire ?

D'abord, quels objectifs de sélection ?

Dans un programme d'amélioration génétique, le problème le plus difficile à résoudre est souvent celui des objectifs de sélection. Dans le cas présent, il nous faut en effet poser deux questions :

- quel type de cheptel veut-on promouvoir en tant que cheptel laitier ?
- quels caractères améliorer en priorité sur les types retenus ?

La première question mérite que l'on s'y attarde quelque peu. On sait en effet que le cheptel bovin de chacun des pays qui nous concernent aujourd'hui est en majorité constitué de sujets appartenant à des types rustiques, non sélectionnés jusqu'alors mais parfois plus ou moins métissés selon l'histoire régionale ; ces cheptels sont, vu leurs effectifs, des producteurs non négligeables de lait, surtout dans les zones rurales et ils devraient, à mon sens, le rester pendant encore un bon nombre d'années ; en effet, les races améliorées, malgré l'extension de leurs effectifs et l'amélioration de leur productivité, ont encore du mal à saturer les débouchés potentiels de produits laitiers. Il importe donc que l'on tienne compte de cet aspect dans l'amélioration génétique des bovins locaux pour améliorer ces derniers, à la fois au plan du lait et au plan de la viande (format, conformation) sans pour autant dégrader trop fortement leurs caractères d'adaptation qui restent un de leurs atouts essentiels. Mais cela fera l'objet de l'exposé suivant, de sorte qu'il nous est possible ici de ne nous intéresser qu'aux races spécifiquement laitières, autrement dit aux races améliorées.

Le problème n'est pas pour autant dès lors résolu : en effet, à quelle(s) race(s) devons-nous nous intéresser : à la Pie Noire traditionnelle, avec un apport de sang Holstein croissant, à la Holstein Friesian en race pure, à d'autres types génétiques déjà importés par tel ou tel pays dans le passé ou récemment : citons simplement les noms de la Brune, de la Tarentaise, de la Pie Rouge Simmental, de la Montbéliarde,... Chacun sent bien que le choix à ce niveau est difficile... Essayons tout de même de l'éclairer un peu :

- un fait s'impose à nous, c'est la situation actuelle : force est de reconnaître que la principale race améliorée est aujourd'hui la Pie Noire, plus ou moins holsteinisée ; elle a été importée en grand nombre, il existe de nombreux pays fournisseurs potentiels d'où des conditions d'acquisition plus favorables en raison de la concurrence ; c'est aussi une race qui a fait, ici et ailleurs, la preuve de ses qualités, encore qu'elle ne les ait pas toutes !

- un autre fait doit aussi s'imposer à nous : il concerne les conditions de milieu physique, technique, économique et social dans lesquelles les cheptels améliorés sont destinés à être exploités. Quels sont les coûts respectifs des U.F. de la ration de base, produites localement (fourrages irrigués,...), et des U.F. concentrées (céréales, matières premières azotées,...) qu'il importe souvent d'importer ou de prélever sur la part destinée aux consommateurs humains ? Quel est le niveau technique, et la motivation, des personnels chargés d'exploiter les cheptels en question, n'augmente-t-on pas les risques à ce niveau en préférant les génotypes les plus performants ? N'y-a-t-il pas, à l'intérieur d'un même pays, des types d'élevages différents par leur taille (des cheptels de 10 vaches, des élevages de 200 vaches), par leurs techniques d'élevage (traite à la main ou à la machine, utilisation de terres en sec ou alimentation en zéro-pâturage), par les besoins et les goûts de leurs éleveurs (laitiers spécialisés ou élevages équilibrant leur revenu entre le lait et la viande),... En un mot, quel(s) niveau(x) de production peut-on, raisonnablement et en toute conscience, rechercher pour les années à venir : 5000 kg par lactation, 6000, 7000 kg, moins...?

N'oublions pas non plus qu'il y a une corrélation négative entre le potentiel laitier et les aptitudes bouchères, notamment en matière de conformation et de production de viande de qualité...

Il ne m'appartient pas à l'évidence de répondre aux questions ainsi posées, mais je suis sûr qu'il est essentiel que quelqu'un y apporte une réponse claire car cela conditionne toute la suite en matière de programmes d'amélioration génétique !

- Je crois aussi utile de rappeler un fait d'expérience qui se trouve chaque jour confirmé par l'évolution actuelle de nos sociétés : peut-on faire de l'élevage et y obtenir de bons résultats sans intéresser les hommes, c'est-à-dire les éleveurs (et sous ce terme nous englobons tant les propriétaires des animaux que les hommes et femmes qui chaque jour soignent ces derniers) ? Comment dès lors intéresser les éleveurs à leur travail, susciter entre eux une saine émulation et les amener à prendre progressivement en main leurs races et les outils de sélection nécessaires à la poursuite de l'amélioration de ces dernières ? Il y a là tout un volet sociologique dont on ne peut plus sous-estimer aujourd'hui l'importance si l'on veut, et pourquoi serions-nous réunis ici si tel n'était pas notre objectif, que, demain, existe dans chacun de ces pays un élevage bovin laitier florissant ? Une première réponse à cette question n'est-elle pas de permettre à chaque groupe d'éleveurs de choisir le matériel animal qui lui semble répondre le mieux à ses besoins. Bien sûr, il est nécessaire de guider et éventuellement de maîtriser les choix en question pour éviter d'avoir, au niveau d'une région ou d'un pays, une trop grande diversité de types génétiques qui conduirait à une dispersion des efforts et à une inefficacité du programme d'ensemble.

Le problème étant ainsi posé, il est clair qu'il ne peut y avoir de vrai programme d'amélioration génétique, sur le terrain, sans politique d'élevage clairement exprimée et programme de développement prenant en compte tant les hommes que sont les éleveurs de bovins laitiers que les techniques d'amélioration de leurs troupeaux dont ils ont besoin.

Ensuite, le rappel de quelques préalables

Les objectifs de sélection à poursuivre ayant été définis, un certain nombre de préalables surgissent dont la résolution s'impose si l'on veut disposer de programmes de sélection opérationnels.

Un enregistrement conjoint des informations d'état civil et de performances laitières

La sélection, parmi un certain nombre de candidats, des meilleurs sujets suppose naturellement que l'on dispose pour chaque animal de son état civil (identification et filiation) et de ses performances laitières. Cependant, ces informations sont souvent collectées par des structures différentes (le livre généalogique, le centre d'insémination artificielle, le contrôle laitier) et rassemblées dans des fichiers séparés ; la bonne utilisation de ces divers enregistrements (correction des erreurs dans de bonnes conditions d'efficacité et de coût, interprétation correcte des résultats ainsi rassemblés et corrigés) impose alors que des liaisons étroites existent entre les structures en question et leurs fichiers ou, mieux encore, que tout cela se fasse dans le cadre d'un organisme et d'un fichier uniques : l'objectif est en effet que l'on connaisse, pour chaque vache contrôlée, ses ascendants et ses descendants.

Une base de sélection aussi large que possible

L'efficacité de la sélection dépend directement des intensités de sélection que l'on est capable de réaliser sur chacune des quatre voies du progrès génétique, c'est-à-dire en définitive du nombre d'animaux contrôlés et à filiation connue (base de sélection) dans la population que l'on se propose de sélectionner. C'est dire que le contrôle doit être développé au maximum des possibilités. Dans les pays à élevage laitier développé, le taux de vaches contrôlées atteint ainsi et dépasse même souvent 40 %, ce qui correspond, selon les populations, à des effectifs de quelques dizaines ou centaines de milliers de vaches, ou même plus dans les races aux effectifs les plus importants (la Pie Noire). On est bien sûr loin de ces chiffres de ce côté de la Méditerranée où le contrôle laitier est encore, le plus souvent, en phase de démarrage ou de début de croissance.

Comment faire pour le développer dans une situation où les moyens des organismes, publics le plus souvent, qui en sont en charge sont limités ? Il faut bien sûr se tourner vers les producteurs et leur offrir un service de contrôle efficient, réalisé par des techniciens bien formés et intéressés à leur travail ; il faut aussi que les résultats interprétés des contrôles soient communiqués aux éleveurs dans les meilleurs délais avec les conseils adéquats en matière de gestion technique et économique de leurs élevages : si ces conseils sont pertinents, ils doivent permettre d'améliorer l'efficacité du troupeau, et donc les revenus de l'éleveur ; pourquoi dès lors celui-ci ne consentirait-il pas à consacrer une partie de ce revenu supplémentaire au financement du contrôle et ainsi à l'amélioration de la race qu'il exploite ? Il pourrait d'autant plus être conforté dans cette voie que sa participation au contrôle et les bons résultats techniques de son troupeau lui ouvriraient la voie vers l'extérieur (participation à des concours à mettre en place ; vente de reproducteurs...), avec au besoin,

dans la phase de démarrage, quelques aides de la collectivité. C'est cet état d'esprit d'éleveur, au sens plein de ce terme, qu'il importe de développer car c'est, à mon sens, un élément clé de l'avenir : n'est-ce pas ce que l'on cherche à créer dans tous les secteurs de nos sociétés : l'esprit d'entreprise ?

Une interprétation rigoureuse des données collectées

La génétique ne souffre pas une marge trop grande d'approximations ! Les données de contrôle laitier doivent ainsi être interprétées pour éliminer, autant que cela est possible, les divers facteurs de variation liés au milieu : c'est en effet à la seule valeur génétique des animaux que nous nous intéressons ici.

Les exposés de la journée d'hier nous ont montré les divers systèmes qui étaient utilisés pour ce faire et nous n'y reviendrons donc pas. Il importe quand même de rappeler que les méthodes en question, et même les plus perfectionnées dont on parle beaucoup aujourd'hui, ne peuvent pas tout corriger et cela d'autant plus que les données collectées le sont dans des conditions très hétérogènes de conduite des animaux, de milieux d'exploitation,... Il importe donc de commencer à réaliser, sur les données collectées dans chaque pays, des études statistiques relatives aux divers facteurs de variation susceptibles d'intervenir, puis de mettre au point les procédures de correction des données brutes, et enfin de vérifier que les données corrigées ainsi obtenues, dont on pense qu'elles reflètent la valeur génétique des animaux, ont bien une telle signification : calcul de corrélations entre individus apparentés par exemple. C'est là un travail assez complexe à réaliser, aux plans statistique et informatique, mais dont il est impossible de faire l'économie lorsque l'on veut s'engager dans un programme de sélection utilisant les données de son pays.

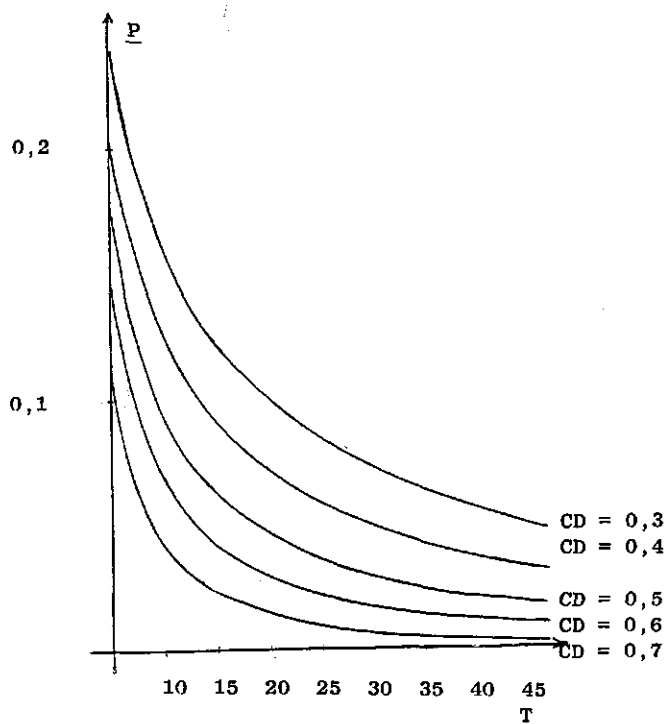
Voilà beaucoup de préalables, pourra-t-on objecter ! Oui, cela est vrai mais ils sont incontournables dès lors que l'on veut faire du travail sérieux et obtenir des résultats significatifs ; en ce sens, ils constituent aussi un excellent investissement pour l'avenir.

Mais aussi une utilisation aussi large que possible de l'insémination artificielle

Un autre élément déterminant de l'efficacité d'un programme de sélection laitière est la pratique de l'IA ; on sait en effet que celle-ci est une condition quasi nécessaire de la mise en place du contrôle de descendance des taureaux (procréation d'un nombre de filles suffisant et bien réparties dans un grand nombre d'élevages pour éviter l'amalgame effet taureau - effet troupeau), méthode qui est la seule à permettre une bonne évaluation, c'est-à-dire une évaluation précise, des reproducteurs mâles. Mais l'insémination artificielle est aussi l'outil de choix pour la réalisation d'accouplements raisonnés dans la mesure où elle seule peut permettre le rapprochement des gamètes issus des meilleurs géniteurs mâles et femelles de la race, lesquels sont naturellement issus de troupeaux et même de pays différents. On ne saurait non plus enfin oublier de rappeler l'impact décisif de l'insémination artificielle en matière de diffusion du progrès génétique dans l'ensemble d'une population : cette technique permet en effet de diffuser dans tous les élevages, quelle que soit leur localisation

possible de mettre en place des programmes de sélection de dimension plus modeste, c'est-à-dire en définitive des séries de testage d'effectif plus réduit. Cela n'est toutefois pas sans risques car il se peut fort bien alors, vu la faible précision du choix sur ascendance, que tous les taureaux de la série se révèlent négatifs en valeur génétique vraie (Figure 2). A l'inverse, plus la série de testage a un effectif important, plus ce risque disparaît et plus l'on a de chances de voir apparaître un ou quelques taureaux ayant des index très élevés. C'est cette raison, associée aux problèmes économiques (l'énorme investissement que représente un programme de testage et le souci de chaque Unité de sélection de minimiser ses risques : avoir chaque année un ou plusieurs taureaux à fort index) et commerciaux (la pénétration de marchés extérieurs), qui explique que, depuis déjà de nombreuses années, l'on assiste dans les grandes races à des regroupements de Centres d'insémination à l'intérieur de chaque pays et aujourd'hui entre pays, pour déboucher sur la constitution de quelques gros ensembles multinationaux.

Figure 2. Probabilité pour que le premier taureau d'une série T taureaux indexés avec un certain CD, soit négatif en valeur génétique vraie.



Une autre conséquence de cet état de fait est, qu'à qualité de travail égale, le progrès génétique réalisé peut être plus important dans les races à gros effectifs. C'est là aussi une raison qui peut militer pour ne pas trop multiplier le nombre de races exploitées pour un même objectif dans un pays.

Dernière question à aborder : celle des résultats. Quel progrès génétique peut-on, avec un programme bien cadré et bien suivi, espérer ? Les réponses à ce niveau sont convergentes : aux alentours de 0,2 écart type génétique lorsqu'il n'y a pas de pertes de charge à aucun niveau. Cette valeur correspond donc à un plafond, avec des techniques classiques (on peut en effet faire un peu mieux en ayant recours au transfert embryonnaire et aux diverses techniques qui l'accompagnent). C'est dire que l'on peut, dans de bons programmes, espérer un progrès génétique de 100 kg de lait par an (écart type génétique de la quantité de lait : 500 kg).

Bâtissons aujourd'hui pour le futur : sélection et multiplication

Je me propose dans cette dernière partie d'apporter, d'une part, quelques réflexions sur les difficultés de mise en place des programmes de sélection laitière, tels qu'ils viennent d'être décrits, dans le contexte des pays du sud de la Méditerranée et, d'autre part, quelques pistes sur ce qu'il serait important de développer, de façon réaliste, pour le court et le moyen terme.

Concernant le premier point, il me semble aujourd'hui difficile, compte tenu du degré de développement des outils nécessaires au bon fonctionnement d'un programme de sélection laitière, d'envisager la possibilité d'une mise en oeuvre immédiate d'un tel programme dans son ensemble (je pense en particulier à la phase la plus complexe, à savoir le contrôle de descendance). Cela ne veut pas dire qu'il n'y a rien à faire, tout au contraire ! En effet, il est dès maintenant possible, et cela a déjà été réalisé en plusieurs endroits, de mettre en oeuvre une sélection des vaches sur leurs propres performances et une sélection des jeunes sur ascendance.

Un système robuste d'indexation des vaches

Il faut pour cela développer un outil d'interprétation des résultats du contrôle laitier : correction des facteurs de variation les plus importants (probablement le troupeau, l'année de vêlage, la saison de vêlage, le numéro de lactation...), puis indexation. Il sera ainsi possible de repérer dans chaque troupeau, au travers de leur index, les meilleures femelles.

Ces vaches seront alors, autant que possible, inséminées avec des semences de taureaux d'élite (ces semences seront importées). Leurs veaux, mâles et femelles, feront l'objet d'un suivi particulier, d'une part pour réduire la mortalité et ainsi sauvegarder le capital qu'ils représentent et, d'autre part, pouvoir être valorisés par la suite, les génisses pour assurer de façon préférentielle le renouvellement des troupeaux, les meilleurs mâles pour être utilisés, en monte naturelle, dans les troupeaux laitiers ne pratiquant pas ou pas totalement l'insémination ainsi que, le cas échéant (mais cela est à discuter en fonction des objectifs de production comme nous l'avons vu en première partie), dans les troupeaux autres de cheptel local.

Un programme de valorisation de la sélection

L'objet de cette indexation des vaches contrôlées est bien sûr génétique (choix des femelles à réformer, mise en évidence des mères à

génisses et des mères à taureaux de monte naturelle), mais il vise aussi autre chose : il s'agit en effet d'intéresser l'éleveur à son travail, de l'aider dans la gestion technique et économique de son élevage, de l'encourager à produire ces animaux de qualité ; il sera d'autant plus intéressé à aller dans ce sens qu'il verra que ses efforts sont soutenus voire récompensés : c'est tout le problème de l'organisation du marché des animaux de renouvellement, de la mise en place d'une politique de qualification des sujets correspondants, de l'établissement d'une grille de prix favorisant les efforts vers la qualité... N'est-ce pas là le rôle de la collectivité, publique ou professionnelle selon la situation de chaque pays ? Les moyens existent, ils sont réglementaires et financiers (subventions).

Ces moyens doivent ainsi être utilisés dans une double perspective :

- assurer le développement de la sélection nationale en obtenant l'adhésion des éleveurs ; il sera alors possible dans le futur, au fur et à mesure que les outils se mettront en place, de développer des programmes plus complets de sélection.
- assurer une bonne valorisation des efforts réalisés pour acquérir à l'étranger un matériel animal performant : il faut donc faire un effort particulier en matière de multiplication afin, d'une part, de bien valoriser les investissements déjà réalisés et, d'autre part, pouvoir s'affranchir progressivement de ces importations coûteuses.

Une maîtrise des importations

Les importations de matériel animal étaient, sont et resteront nécessaires. Il faut toutefois en assurer une bonne maîtrise, et cela pour deux raisons :

- d'abord, pour ne pas déstructurer, au travers d'une politique d'importation mal conçue, les efforts d'organisation des éleveurs locaux : les importations doivent être complémentaires de la production nationale, elles doivent contribuer à l'améliorer, pas à la concurrencer (du moins dans la phase de démarrage).
- ensuite, pour assurer la meilleure valorisation possible des efforts financiers consentis : il importe d'importer des animaux de qualité génétique confirmée, et cela au meilleur prix. Pour cela, peut-être pourrait-on revoir quelques clauses des cahiers des charges à l'importation, relatives par exemple au niveau de performances brutes, au nombre de générations d'ascendants connues... dont l'intérêt génétique n'est pas évident alors qu'elles ont une répercussion certaine sur les prix... Mais peut-être, arrivant à ces points de détail, nous éloignons-nous trop des schémas de sélection...

Summary - Programmes to select milk bovines are the same all the world over : differences only appear in the aims to be reached and in the ways they are implemented. The following article analyses the conditions of a good introduction, under south Mediterranean conditions, of such a program aimed at milk production selection.

SCHEMAS D'AMELIORATION GENETIQUE DES POPULATIONS BOVINES LOCALES DANS LE MAGHREB

P. Auriol

Résumé

Le rôle présent et futur des races locales ainsi que leur participation aux principaux systèmes d'élevage sont examinés pour les pays du Maghreb (Algérie, Libye, Maroc, Tunisie). Les races locales sont aujourd'hui des populations en général mal définies. Toutefois elles sont caractérisées par une très grande rusticité, un faible potentiel laitier et des aptitudes bouchères relativement meilleures. Bien que le nombre des bovins de race locale ait diminué au cours de la dernière décennie, ils représentent encore la majorité des bovins (58 %, 85 %, 50 % et 100 % respectivement en Algérie, Maroc, Tunisie et Mauritanie). Il faut y ajouter une population importante d'animaux métissés à des degrés divers.

Malgré l'évolution des systèmes de production vers une plus grande intensification, on peut s'attendre à ce que le nombre des vaches laitières de race pure exotique augmente beaucoup moins vite que par le passé dans les zones irriguées, alors que le nombre de bovins métis devrait croître significativement dans les zones les plus favorables à l'agriculture en sec. Les effectifs des bovins locaux continueront à baisser et ils seront de plus en plus rejetés vers les régions défavorables.

Les schémas d'amélioration génétique des bovins locaux sont passés en revue. Pour les systèmes de production extensifs, il n'est pas recommandé d'introduire de gènes exotiques, sauf peut-être quand une certaine production de lait est recherchée. La sélection devrait porter surtout sur le repérage et la distribution des taureaux de race locale améliorateurs dans ces conditions difficiles d'élevage. Ce repérage ne peut être réalisé qu'après la définition et la mise en place de systèmes très simples et peu coûteux de contrôle des performances portant sur un grand nombre d'animaux, systèmes complétés si possible par la création de troupeaux de sélection institutionnels travaillant en noyau ouvert.

Pour les systèmes semi-intensifs de production de viande, les populations locales devraient être sélectionnées selon le même schéma. Ce n'est que dans le cas d'une stratification naisseurs-engraisseurs qu'il peut être justifié, la difficulté étant alors de suivre et de contrôler le niveau de sang exotique dans la population des femelles.

Pour la production semi-intensive de lait, il est indispensable de faire appel à une race laitière spécialisée, utilisée soit en croisement d'absorption dans les meilleures situations, soit sous d'autres formes permettant de maintenir un certain pourcentage de sang local, estimé à 25-50 %.

L'amélioration génétique des bovins locaux n'est qu'un aspect de l'amélioration de la production bovine et, dans le cas des systèmes extensifs et semi-intensifs, ce n'est probablement pas l'aspect le plus important. Des progrès plus rapides devraient être obtenus par une amélioration des techniques d'élevage et, plus particulièrement, de l'alimentation et de la protection sanitaire.

Mots-clés : Races bovines -sélection -production laitière - production de viande de boeuf -Maghreb.

Summary

The current and future part played by local races as well as their participation in the main breeding systems are examined as far as maghreb countries are concerned (Algeria, Libya, Morocco, Tunisia). Local races are in general to this day poorly defined populations. Yet they are characterized by much hardiness, a low milk potential and relatively better meat aptitudes. Although the number of local cattle races has diminished in the last ten years, they still represent the majority of cattle (58 % 85 % 50 % and 100 % respectively in Algeria Morocco, Tunisia and Mauritania). An important population of more or less crossbred animals must be added to those.

In spite of the evolution of the production systems toward more intensification it is to be expected that the number of milk cows of pure exotic breed is to increase much more slowly than in the past in irrigated areas, whereas the number of crossbred cattle should increase in a significant way in the areas which are more favourable to agriculture under dry conditions. The number of local cattle breeds will go on diminishing and those will be more and more rejected towards unfavourable areas.

Schemes to improve local breeds of cattle in a genetic way are examined. As far as extensive production systems are concerned, it is better not to introduce exotic genes except perhaps in the case of milk production. The selection should aim above all at locating and distributing bulls belonging to a local breed to improve difficult breeding conditions. This location and this selection can only be realized after very simple and cheap systems to control the performances of a very large number of animals are defined and set up ; to these systems should moreover be added, if possible, the creation of herds aimed at institutional selection, working openly.

As far as semi-intensive meat production systems are concerned, local populations should be selected in the same manner. The only case in which an industrial or a more elaborate crossbreeding system can be justified is that of a stratification of with-givers and fatteners. In this last case the difficulty arises from the necessity of following and controlling the amount of exotic blood in the female population.

As far as semi-intensive milk production is concerned one must turn to a specialized milk breed used either in absorption crossbreeding in better cases or under other forms allowing a certain percentage of local blood estimated to be 25-50 % to be maintained.

The genetic improvement of local cattle is but one aspect of bovine production improvement and in the case of extensive and semi-intensive systems it is probably not the most important one. Improvements in the techniques used to breed cattle and in particular in matters of feeding and sanitary protection should be conducive to faster progress.

Key-words : BOVINE RACES - SELECTION - MILK PRODUCTION - BEEF MEAT PRODUCTION - THE MAGHREB

Introduction

Il serait futile d'étudier les schémas possibles d'amélioration génétique des populations bovines locales avant de s'être assuré qu'elles avaient encore un rôle significatif à jouer et dans quels systèmes de production agricole. De plus ces schémas sont aujourd'hui bien connus. Une synthèse a été récemment publiée par la FAO (Cunningham & Surstad, 1987) et le lecteur pourra s'y reporter pour les aspects théoriques des croisements aussi bien que pour la mise en place de dispositifs expérimentaux de comparaison des différentes combinaisons entre races locales et exotiques.

Aussi cette communication insistera sur l'examen de la situation actuelle et des perspectives de développement à court terme et moyen terme - les schémas de sélection en découleront logiquement.

Le milieu physique aussi bien que les conditions socio-économiques de la Mauritanie en font un cas à part, qui appelle des solutions différentes. Il ne sera abordé que superficiellement ici.

L'image classique de l'éleveur maghrébin reste celle d'un pasteur et de ses moutons. S'il est vrai que traditionnellement l'espèce ovine a joué un rôle dominant dans l'élevage de la sous-région, les bovins y sont aussi présents depuis la fin du néolithique. Leur importance relative varie considérablement selon le milieu physique et, à un degré moindre, selon les conditions socio-économiques qui prévalent au sein des divers groupes ethniques du Maghreb.

Rôle présent et futur des races locales

Les systèmes de production

Les principaux systèmes d'élevage ont été décrits récemment à l'occasion de plusieurs réunions et le lecteur pourra se reporter par exemple aux publications de Auriol (1988), Guessous & Eddebbah (1989) ou Bourbouze & col. (1989). L'élevage bovin est aujourd'hui pratiqué exclusivement par des agriculteurs-éleveurs sédentaires, à l'exception de la Mauritanie où il constitue la composante essentielle des systèmes de production des pasteurs maures, nomades ou transhumants. Jusqu'à un passé récent, les bovins étaient utilisés à la fois pour le travail des champs, le pompage de l'eau et la production de lait et de viande, ces spéculations étant plus ou moins importantes selon les situations. La motorisation très rapide qu'a connue l'agriculture maghrébine depuis les années 1950 a considérablement réduit l'emploi des bovins à la fois pour les gros travaux du sol et les façons superficielles. Toutefois en Mauritanie le long du fleuve Sénégal, la culture attelée devrait se développer au moins pour les travaux légers, alors que l'emploi des bovins pour l'exhaure de l'eau devrait se maintenir.

Le développement des villes avait entraîné, bien avant l'arrivée des Européens, l'installation d'élevages laitiers spécialisés à l'intérieur des villes et à leur périphérie pour la production de lait frais selon un système tout à fait comparable à celui des "nourrisseurs" du sud-est de la France, du Proche-Orient ou des villes indiennes. Avec l'intensification nécessaire de l'élevage, les races locales ont été rejetées progressivement des meilleurs terroirs agricoles (périmètres irrigués et régions à bonne pluviosité) vers les zones marginales pour l'agriculture céréalière. Toutefois il existe encore un nombre non négligeable de bovins locaux même dans les zones à haut potentiel ; mais ils sont alors la propriété de petits fellahs ou même de familles rurales ne disposant

pas de terres à cultiver. Les animaux utilisent la vaine pâture sur des terres collectives ou sur les chaumes et les bordures de route. Dans les zones montagneuses, les bovins peuvent avoir accès aux pâturages sous forêt au moins à certaines saisons et dans certains cas une véritable transhumance a lieu. L'alimentation complémentaire ne concerne, le cas échéant, que les vaches en lactation qui peuvent recevoir un peu de son et du foin de vesce-avoine. La distribution de minéraux est encore exceptionnelle. Elle se fait sous forme de pierres à lécher. Celle de fourrage vert coupé (luzerne, bersim) et d'ensilage est réservée aux vaches de race exotique ou croisée. D'une façon générale la reproduction se fait par monte naturelle, le plus souvent incontrôlée car les mâles de tous âges sont laissés en liberté dans les troupeaux. Il faut toutefois signaler des programmes subventionnés par les gouvernements pour l'installation de stations de monte. Dans les régions les plus accessibles, l'insémination artificielle pénètre lentement, mais jamais avec la semence de taureaux locaux et son coût est prohibitif. La stabulation est inexistante ou réduite au minimum, dans des bâtiments précaires et peu fonctionnels. Le gardiennage des troupeaux par les enfants et les vieillards est la règle, les clôtures étant très peu utilisées et du reste beaucoup trop chères à établir et à entretenir. Les vélages sont très saisonniers ce qui entraîne de gros problèmes d'écoulement du lait. La traite des vaches a lieu en présence du veau qui tète une partie du lait, le reste étant destiné à la consommation familiale ou à la vente directe dans le voisinage ou à des ramasseurs privés. Ce lait est consommé frais ou fermenté. Une partie importante est barattée pour la fabrication traditionnelle de beurre. Il n'existe pas de production traditionnelle de fromage à partir du lait de vache.

La production de viande est généralement associée à la production laitière et les veaux mâles vendus directement pour la boucherie à un âge relativement jeune (15 à 24 mois) et non engraisés. Les exemples de stratification en élevages naisseurs et engraisseurs sont exceptionnels. Les troupeaux locaux sont très peu encadrés, l'assistance des gouvernements se limitant à assurer une protection contre certaines épizooties et, parfois, le traitement de parasites internes (douve). Si on ajoute que les éleveurs ont un très faible niveau technique et ne sont pas regroupés en associations, on mesure combien les conditions générales d'élevage des bovins locaux sont défavorables.

Caractéristiques et performances des bovins locaux

Il est aujourd'hui difficile de parler de races locales dans le cas des bovins, car on est en présence de populations hétérogènes aux caractéristiques très diverses et qui ont le plus souvent subi des apports de sang étranger d'une façon désordonnée et à des degrés divers. La race "brune de l'Atlas" est difficile à caractériser. Une exception toutefois doit être signalée : celle de la race Oulmès au Maroc ; elle bénéficiait déjà d'une station de sélection à l'époque du Protectorat et fait l'objet depuis 1988 d'un programme de préservation et de multiplication, dans le cadre des activités de la Société Nationale de Développement de l'élevage, en collaboration avec le PNUD et la FAO. Autre exception, celle-là de taille : les races bovines exploitées en Mauritanie, à savoir le zébu maure et le zébu peul. A ce propos il est intéressant de noter que la population bovine maghrébine semble avoir échappé à la zébu-manie de l'après-guerre. Cela a été démontré récemment dans le cas des bovins locaux égyptiens dits de race baladi par Graml & col. (1986) après analyse du polymorphisme biochimique et des groupes sanguins dans cette

race et comparaison avec différentes races de zébu. Un troupeau de zébus d'origine indienne a bien été maintenu en Tunisie pendant quelques années mais il a disparu sans laisser de traces. De même l'introduction au Maroc de la race Santa Gertrudis, race synthétique incorporant un peu de sang zébu, ne semble pas devoir marquer les bovins locaux marocains.

Les vaches adultes locales sont de petit format (200 à 250 kg) ; leur développement est peu précoce (premier vêlage entre 3 et 4 ans) et leur production laitière faible (600 à 800 kg de lait pour une lactation de 4 à 6 mois, dont 200 à 300 kg sont disponibles pour la consommation humaine). La traite en l'absence du veau est souvent impossible. Ces performances médiocres sont contrebalancées par une rusticité exceptionnelle et une bonne adaptation au milieu difficile dans lequel les bovins locaux sont exploités : aptitude à la marche en terrain difficile, aptitude à utiliser les ressources fourragères très saisonnières des parcours steppiques, forestiers et des jachères, résistance aux stress thermiques, résistance à certaines maladies (piroplasmose et fièvre aphteuse), facilité de vêlage.

Mais quel est le réel potentiel génétique des bovins locaux ? Il existe relativement peu de recherches sur ce sujet. Citons toutefois celles amorcées à la station du Kroubs en Algérie, juste avant l'indépendance et celles de l'INRAT concernant la production laitière des vaches locales en Tunisie, exécutées dans les années 1960. Elles ont confirmé l'hétérogénéité de la population bovine, son faible potentiel laitier et les problèmes de descente du lait lors de la traite. Quant aux aptitudes bouchères, il a fallu attendre les travaux de Coléou au Maroc (projet FAO/PNUD de mise en valeur du Sebou, 1965) et ceux d'une équipe tunisienne et de Antic (projet FAO/PNUD, 1972) pour disposer de quelques chiffres. Ces premiers résultats, confirmés dans le cadre d'un projet de l'OEP tunisien (Projet SIDA-FAO), ont mis en évidence la bonne réponse des taurillons âgés de 12 à 24 mois à des régimes d'engraissement rationnels : avec des sujets sains et de bonnes techniques d'élevage des gains journaliers de 750 g sont couramment observés Hall (1977) ; les carcasses produites sont très appréciées des bouchers locaux. Elles ont un bon rendement et la viande a de bonnes qualités organoleptiques. Les carcasses ne sont pas trop lourdes et sont donc faciles à écouler par les boucheries de petite taille qui sont les plus nombreuses. Malheureusement l'absence de système de paiement des carcasses à la qualité, le contrôle arbitraire des prix de la viande dans les boucheries et les importations de viande congelée ont souvent compromis la rentabilité des ateliers d'embouche bovine.

Pour conclure, retenons qu'il n'est pas possible d'utiliser les vaches locales "pures" pour une production laitière un temps soit peu intensive. Par contre elles peuvent constituer la base d'un bon élevage naisseur, pour la production de taurillons de boucherie relativement légers. Dans les meilleures conditions, notamment d'alimentation, il devrait être également possible d'associer à cette production de viande une collecte de lait modeste pour l'autoconsommation et, mieux pour sa transformation artisanale, dans des ateliers villageois, en produits typiques à haute valeur ajoutée (label de qualité).

Les effectifs des bovins locaux

Les statistiques intéressant l'élevage sont trop souvent imprécises. Cela est encore plus vrai dans le cas des races locales exploitées principalement en dehors des secteurs commerciaux ou des secteurs encadrés par des éleveurs isolés exploitant généralement de tout petits troupeaux. De plus la distinction entre animaux "locaux" et croisés n'est pas tou-

jours facile à faire en l'absence de contrôle et d'enregistrement des saillies. Les meilleures estimations disponibles restent celles citées par Bourbouze & col. (1989), estimations qui ont servi de base au tableau 1.

Tableau 1. Effectifs des vaches reproductrices (en milliers).

	<u>1970</u>		<u>1986</u>	
	<u>n</u>	<u>%</u>	<u>n</u>	<u>%</u>
<u>Algérie</u>				
locales			469	58
croisées	512	86,2	235	29
exotiques	82	13,8	104	13
Total	594	100	808	100
<u>Libye</u>				
locales				
croisées	37	50	34	34
exotiques	37	50	66	66
Total	74	100	100	100
<u>Maroc</u>				
locales	1390	92,7	994	85,0
croisées	87	5,8	86	7,4
exotiques	23	1,5	90	7,6
Total	1500	100	1170	100
<u>Tunisie</u>				
locales		169	50,6	50,6
croisées	263	95	85	25,4
exotiques	14	5	80	24,0
Total	277	100	334	100
<u>Maghreb</u>				
locales				
croisées	2262	92,5	2072	85,9
exotiques	183	7,5	340	14,1
Total	2445	100	2412	100
<u>Mauritanie</u>				
locales	484	100	534	100

Source : d'après Bourbouze & col. (1989) et estimations à partir de FAO/STAT (1989)

Ce tableau montre clairement qu'à l'exception de la Libye la grande majorité des vaches en âge de reproduire appartiennent au groupe local ou croisé : 76 à 100 % selon les pays (Algérie : 87 %, Maroc : 92 %, Tunisie : 76 %, Mauritanie : 100 %). Même en éliminant les vaches croisées la proportion des vaches locales "pures" reste supérieure à 50 % et cela malgré l'accroissement spectaculaire du nombre des vaches "pures" exotiques au cours de deux dernières décennies de 183 000 à 340 000 (Mauritanie exclue) alors que le nombre total des vaches diminuait légèrement (2 445 000 à 2 412 000). La proportion de vaches pures exotiques augmentait durant la même période de 7,5 % à 14,1 %.

D'après quelques sondages effectués dans les pays concernés, pour l'ensemble de la population bovine, tous âges et sexes confondus, on retrouve sensiblement les mêmes proportions raciales que pour la seule population des vaches reproductrices ; plus de 85 % des bovins appartiennent au groupe "local + croisé" et plus de 70 % au seul groupe "local" (Mauritanie exclue). Le tableau 2 donne l'ensemble des effectifs bovins, toutes races confondues.

Tableau 2. Effectifs des bovins (toutes races et tous âges) (milliers de têtes)

	1970	1986	1987
Algérie	1 356	1 557	1 597
Libye	164	210	212
Maroc	3 362	2 851	2 850
Sous-total			
Maghreb	5 464	5 218	5 269
Mauritanie	1 262	1 000	1 000

Source : FAO/STAT, 1989

Globalement la population bovine est en légère régression ; au Maroc cette régression est importante (près de 500 000 têtes entre 1970 et 1986) et elle a surtout affecté le groupe "local".

D'ici l'an 2000, compte tenu de l'évolution des différents systèmes de production, on peut prévoir que l'accroissement du nombre des bovins de race laitière exotique se ralentira et sera de l'ordre de 2 % par an, l'augmentation de la production de lait étant obtenue surtout par l'amélioration de la productivité par vache. Notons que cette prévision est en contradiction avec les plans nationaux qui prévoient tous des accroissements spectaculaires du groupe race pure exotique ; voir par exemple le cas tunisien cité par Duplan (1987). La Libye devrait continuer à voir son cheptel "pur" augmenter rapidement avec le développement de nouveaux périmètres irrigués. Au Maroc, et à un degré moindre en Algérie et en Tunisie, c'est le groupe "croisé" qui devrait se développer dans les zones favorables à l'agriculture pluviale (Bour amélioré au Maroc, piémonts algériens et nord-ouest de la Tunisie), ce qui confinerait le groupe "local" aux régions les plus difficiles (massifs montagneux et steppes des hauts-plateaux).

Ces prévisions de tendance sont basées sur les faits suivants : l'augmentation des surfaces irriguées sera modeste dans la décennie qui vient et, de plus, très coûteuse. D'autre part les périmètres irrigués existants ont plus ou moins fait le plein de vaches laitières, compte tenu des contraintes socio-économiques et agronomiques locales. Enfin le coût d'une vache importée est un frein considérable au développement de la race pure par importation directe de femelles. Par contre l'amélioration des services nationaux d'IA combinés à l'amélioration des communications et à l'expansion des programmes concertés de développement laitier dans les zones de culture en sec devrait stimuler la production de vaches croisées. Mais les progrès ne peuvent être que lents, compte tenu du très

faible pourcentage de vaches locales actuellement inséminées (par exemple 5 % en Tunisie, dans une situation relativement plus favorable que dans le reste du Maghreb).

Schémas d'amélioration génétique des bovins locaux

Il ressort de l'analyse précédente que les animaux locaux constituent encore la grande masse de la population bovine dans le Maghreb et que leur nombre ne diminuera que lentement au cours de la prochaine décennie. Les schémas à utiliser pour leur amélioration dépendent directement des systèmes de production envisagés. La race locale devant être exclue des systèmes intensifs, nous examinerons les cas de la production extensive et semi-extensive.

Production extensive

Cette production étant limitée de plus en plus aux milieux difficiles, l'introduction de gènes exotiques n'est pas recommandée, au moins quand il s'agit de produire de la viande. Blackburn & Cartwright (1987), analysant par simulation la production ovine dans les zones arides du Kenya où les ressources alimentaires sont le premier facteur limitant, concluent que toute introduction de gènes étrangers entraînerait une réduction du revenu net des troupeaux. Dans le cas du Maghreb, des schémas très simples de sélection en race pure peuvent être envisagés dans la mesure où les éleveurs sont motivés. Le principal problème reste l'identification des animaux et la mise en place d'un contrôle des performances bon marché et que les éleveurs puissent pratiquer eux-mêmes, avec un encadrement très léger. Dans une première phase il est difficile d'envisager de travailler sur beaucoup d'élevages : un groupe d'élevages représentatifs devra être constitué, dont la mission sera de fournir des mâles améliorés aux autres éleveurs. L'action des élevages sélectionneurs pourrait, le cas échéant, être renforcée par la création de troupeaux de sélection gouvernementaux appliquant les méthodes de sélection combinant noyau ouvert et prospection génétique systématique de la population pour le repérage des sujets supérieurs, avec si possible transfert d'embryons. Cela permettrait d'obtenir un gain génétique raisonnable avec des effectifs d'animaux contrôlés relativement modestes ; mais le coût de tels troupeaux institutionnels est trop souvent prohibitif et le risque de travailler dans des conditions non représentatives est grand. La tentative marocaine de sauvegarde et sélection de la race Oulmès sera à cet égard intéressante à suivre.

Dans les rares situations où une certaine forme de production laitière pourrait être encouragée dans le cadre d'un système extensif viande, il faudrait sans doute faire appel à l'introduction de gènes exotiques. Le potentiel génétique actuel des vaches locales et en effet trop faible pour espérer des gains significatifs à court terme (les systèmes de sélection les plus performants - inapplicables ici - permettraient difficilement d'atteindre un gain génétique de 1 %). Des races européennes telles que la Tarentaise pourraient convenir. Cette dernière a déjà été utilisée en Afrique du Nord, mais les difficultés d'approvisionnement en reproducteurs et semence sont un frein important à son introduction. Des essais d'introduction de sang zébu pourraient aussi être envisagés par la recherche, dans le but de mettre en évidence un éventuel phénomène d'hétérosis.

Le cas de la Mauritanie est particulier puisque les bovins y sont élevés - dans des conditions très extensives - pour le ravitaillement en lait des pasteurs, la viande n'étant qu'un sous-produit du lait et une

forme d'épargne.

D'une façon générale, il y a probablement plus de gain à attendre de l'amélioration des méthodes d'élevage, de la protection sanitaire et de l'alimentation que de la sélection génétique.

Production semi-intensive

Qu'il s'agisse de produire en priorité de la viande ou bien du lait ou les deux, nous avons vu que les systèmes semi-intensifs devraient gagner du terrain dans les années à venir. Le seul matériel génétique actuellement disponible sur place est constitué par les vaches "locales".

Mais le potentiel génétique de ces dernières va souvent constituer un facteur limitant important. Il faut distinguer le cas d'élevages orientés en priorité vers la production de viande et celui d'élevages mixtes ou en priorité laitier.

Production de viande : nous avons vu que la rusticité et les qualités maternelles des vaches locales leur permettraient de produire des jeunes satisfaisants pour des opérations d'engraissement semi-intensives. Nous sommes donc renvoyés au cas précédent de la sélection en race pure des populations locales, à une différence près : les éleveurs de ces systèmes sont plus accessibles et plus faciles à encadrer : les conditions générales d'élevage seront donc plus propices et permettront une sélection plus efficace. En fait on peut penser que cette catégorie d'éleveurs sera chargée de fournir des mâles locaux améliorateurs aux élevages extensifs viande.

Dans le cas d'une stratification naisseurs-engraisseurs, il est probable qu'on puisse envisager de passer directement à l'utilisation de taureaux de race à viande spécialisée plus performants en croisement que ceux de la race locale. La race limousine semble à cet égard à recommander (rusticité, facilité de vêlage, format relativement limité, viande maigre). Le programme de sélection devra alors porter du côté de la race femelle sur les qualités maternelles, la fertilité et la rusticité ; du côté mâle, sur les méthodes de choix des taureaux à utiliser en croisement. Tant que la population locale sera bien représentée, il n'y aura aucun problème à maintenir un système de croisement industriel faisant appel à l'IA à partir de semence importée. La possibilité d'utiliser des mâles F_1 , plus particulièrement en monte naturelle, mériterait d'être explorée par les stations de recherche.

Production de lait

La production laitière semi-intensive, associée à la production de jeunes mâles pour la boucherie, devrait être encouragée dans les zones d'agriculture sèche les plus favorables. Mais il est bien démontré aujourd'hui que le bétail local ne répond pas suffisamment pour justifier les investissements et améliorations du système d'élevage traditionnel. L'apport de gènes laitiers exotiques devient rapidement indispensable. Discuter du choix de la race améliorante est aujourd'hui dépassé dans la mesure où tous les pays du Maghreb ont déjà opté pour la Frisonne pie-noire (plus ou moins holsteinisée) et disposent de semences de cette race dont le génotype convient certainement pour l'utilisation par les éleveurs semi-intensifs. De plus les mâles F_1 issus du croisement Frisonne x locale finissent honnêtement à la boucherie.

La difficulté est de maîtriser dans la pratique les dosages de sang exotique, les éleveurs ayant tendance à passer rapidement des vaches F_1 au croisement d'absorption. Il est probable que le dosage optimum se

situera pour la majorité des éleveurs des systèmes semi-intensifs entre 50 et 75 % de sang laitier exotique. L'utilisation de taureaux métis, encore exceptionnelle dans la région, est à envisager. Seule la mise en place d'un contrôle des performances adapté à ces élevages permettrait d'assurer le suivi des opérations de croisement. Elle permettrait aussi l'encadrement des éleveurs et la vulgarisation des techniques d'élevage appropriées.

Des pays tels que le Maroc et l'Algérie, qui disposent de populations bovines relativement nombreuses, et de conditions d'élevage assez diversifiées, pourraient examiner à nouveau les avantages respectifs des croisements Frisonne pie-noire et pie-rouge de l'Est. La plus grande rusticité de cette dernière et sa supériorité en tant que race à deux fins devraient permettre d'obtenir de meilleurs résultats économiques pour les élevages semi-intensifs lait-viande. A moins que le phénomène d'hétérosis soit moins grand que pour les croisements Frisonne x locale.

Conclusions

Les races locales constituent encore aujourd'hui la base de l'élevage bovin au Maghreb. Elles sont irremplaçables pour l'exploitation des ressources fourragères spontanées des zones les plus désertées et la production de jeunes animaux pour l'engraissement. Leurs faibles aptitudes laitières ne permettent pas de les utiliser directement pour la production de lait dans les systèmes semi-intensifs ; il faut alors faire appel à divers types de croisements. Mais quel que soit le schéma retenu, il est essentiel de mettre en place un contrôle des performances simple et peu coûteux. Enfin, il faut que l'amélioration génétique marche de pair avec l'amélioration de l'alimentation, du contrôle sanitaire et des méthodes de gestion des troupeaux, trois facteurs de production particulièrement négligés au Maghreb.

Références

- Auriol, P., 1988. Animal Production in the mediterranean region : present situation, problems and future trends. In : Proceedings of the final research coordination meeting on optimizing grazing animal productivity in the mediterranean and North African regions with the aid of nuclear techniques, Rabat, 23-27 March 1987 ; PUBL. IAEA, Vienna, p. 1-21.
- Blackburn, H.D., & T.C. Cartwright, 1987. Simulated production and biological efficiency of sheep flocks in a shifting environment. J. Animal Sc. 65:399-400.
- Bourbouze, A., A. Chouchen, A. Eddebbarh, J. Pluvinage & H. Yakhlef, 1989. Analyse comparée de l'effet des politiques laitières sur les structures de production et de collecte dans les pays du Maghreb. In : le lait dans la région méditerranéenne, Séminaire CIHEAM, Rabat, 25-27 octobre 1988.
- Duplan, J.-M., 1987. Insémination artificielle et reproduction bovines en Tunisie. Rapport de mission, FAO, Rome.
- FAO, 1971. Production de viande bovine en Tunisie ; projet FAO/PNUD TUN 17 ; rapport technique 4 ; FAO, Rome.
- FAO, 1972. Engraissement de taurillons et croisement d'absorption. Projet FAO/PNUD TUN 17 ; rapport technique 8 ; FAO, Rome.
- FAO, 1989. Statistiques de la production agricole, AGRO/STAT, FAO, Rome.
- Graml, R., G. Ohmayer, F. Pirchner, L. Erhard, J. Buchberger & A. Mostageer, 1986. Biochemical polymorphism in Egyptian baladi cattle and their relationship with other breeds. An. Bl. Gr. Bioch. Gen. 17:61-77

- Guessous, F. & A. Eddebrarh, 1989. Intensive dairy cattle production systems in North Africa : constraints and limits. In : Proceedings of the international symp. on the constraints and possibilities of ruminant production in the dry subtropics, Cairo, 5-7 Nov. 1989, p.39-45.
- Hall, J.M., 1977. Beef production in tunisian ; an example of a development project. World Anim. Rev., 23:32-36.
- Hardouin, J., 1966. Résultats d'un demi-siècle de sélection en croisement bovin-zébu à Thibar (Tunisie). Rev. Elev. Méd. Vét. pays trop. 19:63-86.
- Rondia, G., A. Deker, M. Jabari & A. Antoine, 1988. Produire plus de grain et de lait en Afrique du Nord ; Projet ferme modèle de Frétissa, rapport final. Publications agricoles No 5., Fac. Sc. Agr., Gembloux, Belgique.

ASPECTS ECONOMIQUES DE L'AMELIORATION GENETIQUE

J.M. Duplan

Institut national agronomique Paris-Grignon, Paris, France

Résumé

Très longtemps restée activité traditionnelle à une époque où ni le temps ni l'argent comptaient, l'amélioration génétique des animaux domestiques, et particulièrement des bovins laitiers, est devenue un secteur actif où l'économie compte. Dans les pays tempérés, à dominante laitière, cette activité est certes un investissement lourd mais nettement rémunérateur, moyennant la mise au point de formules permettant la répartition des charges sur l'ensemble de la collectivité qui en tire profit. Dans des Etats de la zone géographique considérée, la taille critique permettant le lancement de programmes d'amélioration génétique visant à une autonomie d'approvisionnement complète ne paraît pas proche d'être atteinte. A l'inverse par contre, une stricte position d'utilisateur est exclue. La solution est d'utiliser au mieux les sources extérieures de matériel génétique tout en développant les moyens propres de contrôler la qualité génétique de ce qu'on reçoit, de ce qu'on a, de ce que l'on peut proposer à l'extérieur.

Summary

Farm animal breeding has been a traditional activity for a very long time. Neither time nor money really mattered. Now, and chiefly for dairy cattle, breeding is a fast-moving enterprise, where economy is important. In countries of temperate climatic zone where dairy industry is a major part of agriculture, dairy cattle breeding decidedly is a heavy investment which clearly pays for itself and much more. The only condition is to find the right solution to get the people who take profit of its results to pay for it. In some countries of the considered geographical zone, minimal dairy cattle population required to launch breeding programmes aiming at self-sufficiency probably is not reached. However, a mere position of buyer for available foreign doses is excluded. The right solution would be to use at best foreign sources of genetic material and, in the same time, to develop convenient means to assess genetic quality of incoming genetic material, of existing animals, and promote exchanges with foreign partners.

De la tradition à la modernité

Le fait de constater qu'il existe des différences entre les descendants de divers reproducteurs est sans doute aussi ancien que l'élevage lui-même. Il n'a cependant pendant très longtemps pas eu grande valeur opérationnelle. Le faible nombre de produits que pouvait donner une vache, la faible durée

d'utilisation d'un taureau, la confusion entre effets proprement génétiques, effets du milieu ambiant, effets du hasard était telle que les évaluations génétiques - même si l'expression n'avait pas encore été inventée - étaient fort peu précises : exprimée dans le terme contemporain de coefficient de détermination, cette "précision" est de l'ordre de 1 à 15 p. cent... Ce n'est donc qu'après des siècles d'applications répétées des principes de choix des reproducteurs que, les prévisions justes l'emportant en nombre sur les prévisions fausses, les effets de cette amélioration génétique traditionnelle se sont faits sentir. L'époque contemporaine a complètement bouleversé cette situation et a entraîné l'irruption de l'économie dans un domaine relevant jusqu'alors plutôt de la culture et de la tradition... C'est particulièrement vrai de l'amélioration génétique des Bovins laitiers, qui retiendra spécialement notre attention.

La pratique courante de l'insémination artificielle a la double propriété de rendre, à la fois, possible et nécessaire une amélioration génétique efficace. Possible puisqu'elle autorise un large emploi, dans l'espace et dans le temps, des mêmes reproducteurs. Connus sur de nombreux descendants dispersés dans des milieux très divers, ils deviennent jugeables avec une très grande précision (Coefficient de détermination de 95 à 99 p. cent) et les uns par rapport aux autres, en référence à une large base de comparaison. Nécessaire puisque ce très large emploi ne se justifie, précisément, que pour des animaux améliorateurs. Appliquer les techniques de reproduction modernes à des reproducteurs moyens est un gaspillage, à des reproducteurs détériorateurs, c'est un sabotage.

Peut-être faut-il préciser que ce reproducteur améliorateur est tout simplement celui dont la descendance, toutes choses étant égales par ailleurs, produit plus et pas moins cher que la descendance de taureaux tout-venant. L'animal amélioré n'est pas le champion unique, par définition, en son genre, c'est celui qui, pour paraphraser la définition que donnait de la machine agricole un spécialiste humoriste, fonctionne bien... malgré son utilisateur ! C'est aussi l'animal qui, mieux que les autres, répond à la levée des contraintes, sanitaires ou alimentaires, qui pèsent sur le cheptel d'un pays ou d'un ensemble régional.

Notons que ces constats banaux ne sont pas toujours faciles à quantifier : la valeur brute, voire même la valeur nette d'un kg de matière grasse, de matière protéique du lait, d'un kg de lait lui-même est en général connue. C'est même la base du calcul d'index de valeur génétique synthétique tels que l'INET néerlandais, l'INEL français, ou la Predicted Transmitting Ability (PTA) en dollars américains. Mais peut-on en faire autant pour, par exemple, l'unité de pointage de conformation, qu'on apprécie celle-ci pour sa valeur esthétique ou bien qu'on pense y discerner un indicateur de rusticité et de longévité, donc une cause d'abaissement du coût d'entretien ?

L'amélioration génétique laitière, investissement lourd mais rentable

L'estimation des recettes escomptables de l'amélioration génétique est cependant indispensable car, nous ne surprenons personne en l'énonçant, l'amélioration génétique coûte cher. L'ordre de grandeur, dans les conditions françaises, du coût d'un taureau de race laitière génétiquement évalué sur descendance, est de 500.000 à 600.000 FF. Le coût du taureau reconnu bon pour le service après cette épreuve dépend bien entendu du taux de sélection. A celui, assez banal, de 1 sur 5, il sera de 2.500.000 à 3.000.000 FF. Seule l'insémination artificielle permet de rentabiliser un tel investissement. Si ce taureau fournit 100.000 doses utilisées, par le cumul des stocks constitués avant connaissance de sa valeur génétique et des récoltes faites ensuite, et si l'on compte en moyenne deux doses par vache effectivement fécondée, le coût de la "génétique" pour reprendre l'expression désormais banale des éleveurs français, est de 50 à 60 FF par insémination première, soit 20 p. cent environ du coût total du service facturé à l'éleveur (Rappelons que ce coût correspond, en règle très générale à une première insémination, au début de la carrière reproductrice de la femelle ou après son vêlage, suivie si nécessaire, d'une, deux, voire trois, inséminations de retour). Les autres éléments du coût sont notamment le déplacement du technicien et le temps qu'il passe à l'insémination proprement dite. L'ensemble de ces activités (Production de semences, mise en place des doses) s'exerce très généralement, en Europe, dans le cadre de coopératives d'éleveurs et d'unions, régionales ou raciales, de telles coopératives.

Les calculs de divers auteurs, le simple fait que, dans les races laitières majoritaires - et même au moment de l'instauration des quotas - les éleveurs européens n'aient pas remis en cause l'existence de leurs programmes d'amélioration génétique montrent assez que les dépenses correspondant à un programme d'amélioration génétique efficace, basé sur l'insémination artificielle, visant les bons objectifs, dans une race majeure, est un investissement nettement profitable. Cet investissement a certes ses particularités :

- La première est sa lenteur de prise d'effet. C'est en 2000 que produiront à plein les filles de ceux des taureaux qui, conçus en 1989, auront été retenus comme reproducteurs de service. C'est pourquoi le jugement positif porté sur l'investissement que représente l'amélioration génétique l'est longtemps après qu'on ait utilisé ces techniques d'actualisation qui permettent de juger à l'aune, à la mesure, du présent des recettes escomptées dans un avenir un peu éloigné.

- La seconde est que rien n'empêche un éleveur de tirer parti du programme en y contribuant le moins possible. Il lui suffira de faire inséminer de temps à autre ses meilleures vaches par d'excellents taureaux pour se procurer les reproducteurs de monte naturelle qu'il utilisera entre deux épisodes de recours limité à l'insémination artificielle. C'est pourquoi les pays qui disposent de solides organisations de pro-

ducteurs financent en partie cet effort collectif d'amélioration génétique par un prélèvement monétaire sur la valeur du produit : lait, viande, etc...

Une simple position d'utilisateur est-elle justifiée ?

Tous les pays d'élevage laitier développé étant parvenus à ce genre de programmes, est-ce à dire que dans l'ensemble des Etats de la rive Sud de la Méditerranée, les mêmes solutions doivent être adoptées à l'exclusion de toute autre? Nous ne le pensons pas, et voici pourquoi :

- La première raison est la taille relativement réduite du cheptel laitier spécialisé dans chacun des pays considérés. Un dénombrement précis est sans doute difficile du fait de la coexistence d'animaux de races pures et d'animaux résultant de divers degrés de croisement d'absorption des populations locales par les races spécialisées. Même en supposant réunies des conditions très favorables (notable proportion des femelles fécondables inséminées artificiellement, et presque toutes d'entre elles donnant lieu à enregistrement de l'état-civil et des performances lactières, effort de testage - rapport annuel du nombre de taureaux mis à l'épreuve de la descendance à celui des femelles inséminées dans chaque race - d'environ 1/4000, parfaite synergie régionale dans la conduite de l'amélioration génétique d'une race donnée, et au premier chef de la PIE-NOIRE, toutes origines regroupées) la série annuelle n'atteindrait vraisemblablement pas les 100 à 150 taureaux qui permettent d'escompter régulièrement la sortie d'un taureau exceptionnel et de deux ou trois très bons reproducteurs chaque année, en sus des bons taureaux de service nécessaires à la fécondation du maximum de vaches. Des techniques moins conventionnelles de création du progrès génétique avec constitution d'un "noyau" de femelles de qualité génétique très supérieure, exploitées par superovulation et transfert embryonnaire (plus connues sous leur désignation anglo-saxonne de M.O.E.T., multiple ovulation and embryo transfer) sont certes prometteuses, avec ou sans exploitation précoce des capacités de production d'ovules des femelles, avec ou sans recours à l'épreuve de la descendance par les mâles. Elles n'en sont encore cependant qu'au début de leur développement... ce qui ne signifie pas qu'il faille s'en désintéresser !

- La seconde raison est l'existence de considérables disponibilités en doses de semences et en taureaux reproducteurs dans les pays tempérés à vocation laitière. Ces disponibilités doivent être appréciées à leur juste valeur : d'une part, surplus n'est pas rebut. Aux taux de sélection pratiqués dans les pays où l'élevage laitier est une spécialité prédominante, certains taureaux dont les doses "ne partiraient pas" ne sont pas, pour autant, de mauvais reproducteurs. D'autre part, ce constat général étant fait, le rapport qualité/prix proposé doit être raisonnable. Il est donc fondamental que le spécialiste des pays acheteurs soit parfaitement informé des méthodes d'évaluation génétique des pays fournisseurs, des résultats de ces méthodes, et des résultats comparés entre pays

(formules de conversion d'index). Les niveaux phénotypiques de production ne risqueront pas, ainsi, d'être confondus avec la qualité génotypique, et le niveau génétique de la fourniture pourra être adapté à celui des femelles destinataires : vaches locales, vaches croisées, vaches spécialisées de qualité croissante. Ces considérations, valables pour les doses de semences, le restent, à l'évidence, pour d'autres formes de matériel génétique : embryons, animaux des deux sexes.

Convierait-il donc, au nom de l'économie et de ces deux constatations, de réduire l'amélioration génétique des bovins laitiers, dans les pays de la rive Sud de la Méditerranée et les pays voisins, à un simple "branchement" sur une zone climatique plus favorable à la production laitière ? Les généticiens y seraient des adeptes assidus des publications et des travaux d'INTERBULL et prépareraient seulement les dossiers techniques sur lesquels la négociation des politiques et des commerciaux s'appuierait. Nous ne le pensons pas, et voici pourquoi il faut aller au-delà.

Les éléments d'une stratégie

Une proportion non négligeable des vaches laitières spécialisées des pays de la région se trouve dans les troupeaux institutionnels des divers Offices, mais aussi dans des élevages individuels, dont certains de grand renom. L'enregistrement de l'état-civil et des performances de chaque vache y est la règle. L'exploitation de ces données à des fins d'évaluation génétique des vaches de ces troupeaux et des taureaux qui y sont utilisés est un dérivé peu coûteux du contrôle de performances proprement dit, en tout état de cause indispensable à une bonne gestion des unités laitières. L'évaluation génétique des taureaux, et d'abord de ceux utilisés par insémination artificielle (doses importées, doses produites sur place) aura pour finalités :

- Le contrôle de la qualité relative de ces doses importées, puisque la gamme étant assez ouverte, il sera intéressant d'en rechercher le reflet dans les conditions locales.

- La mise en évidence d'éventuels effets d'interaction entre génotypes et milieux. De premiers résultats en suggèrent l'existence, ce qui serait conforme aux constats, peu nombreux, mais cohérents faits dans diverses parties du monde : au-delà d'un certain écart entre deux milieux, le coefficient de corrélation génétique entre index des mêmes reproducteurs dans chacun de ces milieux s'effondre : ce sont d'autres gènes quantitatifs qui interviennent dans la production laitière lorsque le changement de milieu est très important (zone tempérée/zone tropicale, région Nord/région Sud de la Tunisie).

- L'utilisation, à des fins d'indexations communes, de taureaux nés dans la région considérée, comme éléments de connexion entre les troupeaux des différents bassins laitiers, l'examen de la situation d'ensemble des Etats de la zone géographique montre que s'y retrouvent les mêmes races laitières spécialisées. Il serait fondamental, pour le développement de

la production laitière de chacun, de pouvoir disposer d'une base commune de référence à chacune d'elles. Un élément favorable est la non-concurrence entre pays, du fait que la marge de progrès de production dans chacun d'eux est encore considérable.

- L'établissement de relations avec les maîtres d'ouvrages de programmes d'amélioration génétique situés hors de la zone, non plus à sens unique mais dans un esprit de réciprocité.

"Travail de longue haleine", disait quelqu'un, à vrai dire à propos de "l'élevage" d'une autre espèce vivante... "Raison de plus pour commencer tout de suite", lui fut-il répondu. Une saine appréciation de l'économie de la production laitière ne devrait-elle pas nous inciter à suivre cet exemple ?

Compte rendu des tables rondes

TABLE RONDE . LES RACES LOCALES ET LEURS PERSPECTIVES D'AMELIORATION

Président : K. HICHERI

Vice Président : S. CASU

Rapporteurs : J. DUPLAN ; A. MAJDOUB ; M. BEN DHIA.

L'objet de la table ronde du 21 Novembre 1989 a concerné la race locale, ses possibilités et limites.

La mise au point faite au cours de la matinée par les différents intervenants des pays maghrébins a permis de dégager certaines caractéristiques de cette population autochtone communément appelée "race locale" et les différentes tentatives d'amélioration dont elle fait l'objet.

Caractériser cette population n'est pas facile car la variabilité naturelle est très grande ; en effet, elle se distingue par :

- sa nette prédominance de son effectif.
- son hétérogénéité, ce qui rend difficile l'identification d'une race au sens classique du terme ; c'est pourquoi il y aurait lieu, sauf des particularier, d'utiliser la dénomination : "Population bovine locale".
- sa grande rusticité qui en fait un animal bien adapté à des conditions souvent très difficiles, où toute infrastructure de collecte est soit absente soit très coûteuse.
- l'importance de son rôle socio-économique essentiellement pour l'autoconsommation.
- sa faculté de valoriser des ressources alimentaires souvent maigres.
- son élevage en petits troupeaux par des éleveurs possédant peu ou pas de terre.

La comparaison de la demande à l'offre en lait et en viande que peuvent assurer les troupeaux spécialisés montre qu'un accroissement de la production des "races" locales et croisées est nécessaire ; cet accroissement est d'autant plus intéressant qu'il concernera des régions montagneuses, d'accès souvent difficile, disposant de ressources alimentaires extensives mais globalement importantes.

Trois formes d'amélioration sont possibles :

La première consiste à un croisement d'absorption par une race spécialisée. Cette opération a été amorcée, au départ, dans les régions les plus riches ou celles qui sont faciles à améliorer ; ceci a conduit, à terme, au remplacement systématique de la race locale par une ou des races spécialisées.

La seconde concerne des régions moins favorables ; elle vise à obtenir un cheptel dont le type génétique est à 50 % local et à 50 % exotique. Cette formule qui consiste à obtenir un type génétique intermédiaire ne peut être maintenue que par l'utilisation de taureaux eux-mêmes demi-sang. Faire plus reviendrait à accorder une place à des taureaux croisés dans les réseaux organisés de reproduction (Insémination Artificielle, Saillie

Naturelle).

On peut ainsi viser l'obtention de la deuxième génération (25 % local et 75 % exotique) lorsque les conditions le permettent ; aller au delà de ce stade donnerait lieu à des animaux moins rustiques et pas nécessairement plus productifs eu égard au milieu où ils sont élevés.

La troisième forme d'amélioration s'adresserait aux bovins placés dans les conditions les plus difficiles ; isolés, ces animaux ne présentent pas de traces évidentes de croisement.

Faut-il laisser la situation en l'état ? Avant d'y répondre, il faudrait d'abord, mieux connaître le cheptel en question : son mode de conduite, de reproduction, dégager les contraintes ainsi que les objectifs des éleveurs ; on pourrait, dans ces conditions envisager des méthodes d'amélioration qui ne sont pas nécessairement d'ordre génétique.

TABLE RONDE 2 . RACES PURES ET PERSPECTIVES DE DEVELOPPEMENT

Date : 22 NOVEMBRE 1989.

Président : J. BOUGLER

Vice Président : A. EDDEBBAGH

Rapporteurs : R. LANG ; A. BRAHMIA ; M. BEN DHIA.

L'objet de la table ronde du 22 Novembre 1989 a été l'analyse des facteurs limitants et des perspectives de développement, dans les pays du Sud Méditerranéen, des races pures (améliorées), principalement laitières, qui ont été importées au cours des décennies précédentes et qui sont actuellement bien implantées dans les divers pays.

Au cours de la discussion, il a été procédé d'abord à un examen de la situation actuelle de ce cheptel et ensuite aux perspectives de son développement.

I INVENTAIRE DE LA SITUATION

1 Rappel de la liste des races aujourd'hui présentes

Une race largement dominante en moyenne, la noire et la blanche : au début c'était de la Pie-Noire d'origine Européenne, puis il y a eu du Holstein et des croisements Pie-Noire-Holstein, ceci aussi dans les pays Européens que dans les pays du Sud Méditerranéen.

Aujourd'hui, compte tenu de la Holsteinisation quasi-complète du cheptel Européen, il n'y a plus lieu de faire la distinction entre Pie-Noire, croisés Holstein, et Holstein ; il ne reste qu'une seule race qu'on propose d'appeler "Frisonne-Holstein".

D'autres races sont aussi exploitées dans les divers pays :

- la Montbéliarde, en Algérie et à moindre degré au Maroc
- la Brune, en Tunisie (notons qu'en Europe la Brune est aujourd'hui absorbée par la Brown Swiss Américaine)
- la Fleckvieh (simmental), au Maroc
- la Tarentaise, dans les pays Maghrébins (Algérie, Maroc, Tunisie); cette race en régression est exploitée dans les zones les plus difficiles.

2 L'impact des importations et le problème du renouvellement

Plusieurs dizaines de milliers de reproducteurs, en majorité des génisses, ont été importées par chacun des pays, à l'exception de la Mauritanie. Ainsi, de 1970 à 1986, plus de 150 000 génisses ont été importées, le plus souvent avec le concours de subventions, en Algérie, pour la production laitière. La valorisation de ces importations a été insuffisante, au double plan quantitatif et qualitatif.

-Au plan quantitatif, force est de constater que l'effectif actuel du cheptel de race pure reste modeste par rapport à ce qu'on aurait pu

espérer vu les effectifs importés. L'écart s'explique par les problèmes de reproduction de ce cheptel, conduisant à de fortes réformes, par une mortalité relativement élevée, par les éliminations pour causes sanitaires, ainsi que par des abattages (clandestins) de jeunes femelles encore aptes à la reproduction, en liaison avec la faible valorisation de l'élevage des génisses.

-Au plan qualitatif, bien que l'on enregistre dans quelques cas des performances supérieures à 6000 kg, la production moyenne des animaux reste faible (on l'estime à 3000 kgs) et donc très inférieure par rapport à leurs potentialités (cf cahier des charges). Les raisons de la faiblesse de ces résultats sont liées aux conditions de production et d'encadrement de ce bétail.

3 Propositions

La similitude de situation dans les divers pays concernés et le besoin ressenti de rassembler et d'échanger les informations actuellement disponibles ainsi que de collecter des données complémentaires (caractères d'élevage et de production : Fertilité, Mortalité, Taux et causes de réforme, thermotolérance etc...) conduisant à proposer la mise en place d'un programme régional visant à la constitution d'un réseau de références sur le sujets.

II - PERSPECTIVES DE DEVELOPPEMENT

Le développement des races pures passe d'une part par l'exploitation correcte de leurs potentialités, ce qui met en jeu les facteurs du milieu, d'autre part, par le maintien et l'amélioration de ces potentialités : c'est la sélection.

1 Les facteurs du milieu

1-1 Facteurs techniques

a. Alimentation : Problème de qualité et de régularité dans l'année, notamment en l'absence d'irrigation.

-Revoir le problème de fourrages grossiers

.Quantité consommée en période chaude

.Qualité du foin, en liaison avec le système commercial traditionnel ; l'éleveur doit mieux assurer et maîtriser sa production fourragère

.Intérêt des ensilages.

-Revoir le problème des concentrés, le niveau de consommation actuel pose un problème économique et technique (acidose, reproduction,...); il est aussi le révélateur de la faiblesse de consommation de fourrages grossiers

-Vérifier aussi la qualité des concentrés

-Utiliser les sous produits (pulpe de tomate, son, pulpe de betterave ...)

b Conduite : Voir ci-après la formation

c Santé : C'est un facteur technique et économique à considérer.

1-2 Facteurs économiques

a Le prix du lait : Eviter les deux écueils de la spéculation et

de l'abattage des vaches.

- Le prix de revient, qu'il faut réduire.
- L'organisation du marché : Collecte et Industrie
- Réfléchir à la politique des subventions et des importations.

1-3 Facteurs socio-économiques : Formation des personnes et vulgarisation des techniques

1-4 Propositions

-Réaliser une typologie (enquêtes préalables) des exploitations s'engageant dans la production, afin de choisir le matériel animal adapté aux conditions du milieu tant physique qu'humain

-L'importance d'un effort de recherche préalable pour l'obtention de références locales adaptées

-Réaliser une meilleure intégration recherche développement

-Favoriser et accélérer la responsabilisation des éleveurs afin de les associer à prendre en charge leur propre développement (participation aux décisions, engagement financier).

2 Les facteurs génétiques : Problèmes et recommandations

-Pour maintenir le niveau génétique du cheptel importé, il faut utiliser des géniteurs ou de la semence de qualité ; ceci n'a pu que partiellement être assuré en raison du développement limité de l'I.A et, parfois, de l'utilisation des semences de taureaux non connus sur descendance

-Les moyens sont en cours de mise en place pour maintenant entreprendre l'amélioration de ce cheptel :

a Une base au contrôle laitier qui représente un effectif déjà souvent raisonnable, mais qui demande à être consolidée et augmentée

b Un traitement centralisé et informatisé des données de ce contrôle qui va permettre une prochaine indexation des reproducteurs.

-Le développement de l'I.A doit être poursuivi

-Les nouvelles techniques (Transfert d'embryons) commencent à être expérimentées.

SYNTHESE GENERALE ET RECOMMANDATIONS

I SYNTHESE GENERALE

Le symposium a été une occasion très précieuse durant laquelle, des spécialistes nationaux et internationaux, en présence d'une participation très dense d'ingénieurs et d'hommes de développement, ont pu débattre de la problématique qui se pose à l'amélioration génétique bovine dans les pays Sud-Méditerranéens.

Quatre thèmes ont été traités au cours de cette manifestation :

- La situation actuelle de l'amélioration génétique dans les pays Maghrébins
- La relation génotype-milieu
- Les méthodes et moyens d'amélioration génétique
- Les schémas d'amélioration génétique et aspects économiques.

La réflexion développée au cours des discussions générales a couvert différents aspects d'ordre technique, économique et organisationnel. Elle a permis notamment de

a. Faire dans une première étape, un constat de situation d'ordre général sur les conditions des pays sud-méditerranéens qui se caractérisent par

- Un déficit important, dans certains pays, en lait en viande ; ce déficit ira sans doute en croissant si les tendances actuelles en matière de production et de demande persistent.
- Un milieu naturel caractérisé particulièrement par des aléas climatiques qui ont souvent des répercussions défavorables sur les ressources alimentaires (fourrage, céréales secondaires, parcours,...).
- Un cheptel bovin constitué essentiellement d'une population locale hétérogène rustique et mal connue sur le plan des performances zootechniques.
- Des structures de production fragiles où la petite exploitation est dominante.
- Un niveau de technicité de l'éleveur souvent modeste.
- Un appui technique des services officiels encore insuffisant.
- De gros efforts développés par tous les pays du Maghreb pour acquérir du cheptel laitier de haute valeur génétique dont la valorisation est encore insuffisante par suite d'une maîtrise incomplète des conditions d'élevage.

b. De cerner dans une deuxième étape les préoccupations des responsables et experts nationaux relatives à :

- La place que doit occuper la population bovine autochtone dans une perspective d'intensification des productions animales : le problème à ce niveau se pose en terme de possibilités et limites intrinsèques de ce cheptel .
- La place qui revient aux races exotiques hautement performantes dans un environnement naturel difficile où les ressources alimentaires constituent une véritable contrainte.

- Les voies d'amélioration à développer et les schémas à préconiser.
- Les moyens à mettre en œuvre.
- Le coût et les retombées économiques à court, moyen et long terme de l'amélioration génétique.

De cette réflexion il s'est dégagé un certain nombre d'idées maîtresses dont on peut citer :

-L'amélioration génétique constitue une composante importante dans tout programme d'intensification des productions animales dans un pays, voire dans une région donnée. Néanmoins, son efficacité demeure tributaire des conditions de milieu en général et de l'alimentation en particulier. De ce fait tout programme d'amélioration des productions doit s'appuyer sur les deux composantes " **GENETIQUE ET MILIEU** " à la fois.

-Pour ce qui concerne les pays Sud-Méditerranéens (les maghrébins en particulier) il y a lieu, avant de penser à l'importation de cheptel bovin de races exotiques hautement perfectionnées, d'éviter toute marginalisation de la population bovine autochtone en lui accordant l'intérêt et la place qui lui reviennent dans les plans de développement nationaux.

-Les populations bovines autochtones, du fait de leur diversité et capacité d'adaptation aux conditions de milieu difficile, constituent un réservoir génétique très riche où il est possible de déceler des qualités insoupçonnées que les races exotiques ne possèdent pas (adaptation aux climats chauds, valorisation des fourrages de faible valeur, rusticité, ...).

-Un travail de sélection sur ces populations mérite d'être développé par les éleveurs en rapport avec les structures de recherche et de développement.

-L'introduction des races exotiques doit être minutieusement étudiée notamment au niveau des choix des types. Au besoin, elle doit se faire non pas dans un but de remplacement de la population autochtone mais en vue de son amélioration et ce dans le cadre de programme de croisements raisonnés.

-Les choix des méthodes et des schémas d'amélioration génétique à préconiser doivent tenir compte, en plus des aspects technico-économiques, de la composante sociale (besoin de l'éleveur, niveau de technicité, moyens financiers, ...).

-L'aspect économique doit occuper dans tout travail d'amélioration génétique la place qui lui revient.

II. RECOMMANDATIONS

Les participants, après avoir écouté avec beaucoup d'intérêt les différentes communications et débattu de la problématique qui se pose à l'amélioration génétique, recommandent :

1. La mise au point et l'évaluation de programme(s) d'amélioration génétique approprié(s) aux populations bovines locales et aux races pures déjà en place. Ce travail peut être le fruit d'une collaboration étroite entre Institutions et Organisations spécialisées appartenant à différents pays ; il s'appuyera sur l'accumulation de résultats et l'expérience des uns et des autres.

1.1 Pour ce qui concerne la population locale, le programme peut être axé sur la sélection et ou le croisement raisonné et ce en rapport avec les conditions de milieu et de marché. Les critères de choix et d'appré-

ciation doivent être simples et faciles à quantifier.

1.2 Pour ce qui concerne le Cheptel de race pure, le programme s'appuyera en priorité sur la valorisation du potentiel génétique en place en identifiant les meilleurs géniteurs et en procédant à la récupération des femelles reproductrices tout en les drainant vers les circuits d'élevage et de production.

2 Le renforcement des actions d'amélioration génétique (insémination artificielle, Saillie naturelle, identification du cheptel, contrôle de performances, ...) et leur optimisation par un meilleur suivi et une meilleure valorisation de l'information.

3 La mise en œuvre de programmes de recherche-développement dans le domaine de l'amélioration génétique entre Institutions spécialisées des pays Sud-Méditerranéens et celles de tout autre pays dont les conditions de milieu sont similaires.

4 L'échange d'informations scientifiques et techniques dans le cadre d'un réseau à mettre en place où seront impliqués des pays Sud-Méditerranéens, Nord-Méditerranéens et tout autre pays dont la participation peut être considérée comme utile.

5 L'organisation de séminaires de courte durée, de tables rondes et de visites à l'attention des spécialistes des pays Sud-Méditerranéens. Ces séminaires peuvent être organisés avec le concours des organisations régionales ou internationales (F.A.O., PNUD, CIHEAM, ...).

6 Le développement des actions de formation et de vulgarisation en vue d'améliorer l'encadrement de l'éleveur en insistant particulièrement sur la formation de spécialistes en génétique animale, en reproduction animale,

Communications libres

GENETIC IMPROVEMENT OF DAIRY CATTLE IN LIBYA

Abdel Moneim M.I. BADI ; SAAD A. ZAIED

Veterinary College ; Al-Fateh University; P.O. BOX 13662-TRIPOLI-LIBYA

Summary

The potential of a range of new technologies for improving animal production, and particularly for enhancing genetic change, is needed in Libya. Embryotransfer in nucleus herd breeding schemes seems to offer special promise in most of the developing countries. If low cost embryo production becomes possible, through in vitro, fertilization or embryonic cloning, widespread use of the technique will be justified to provide a continuous supply to the dairy farms in the country.

Introduction

The human population in Libya is 4m . People upto 1986 (World development report, 1988) are expected to grow substantially in number in the coming years, with an annual growth of 3,6% (1986 to 2000).

Population growth alone will eventually require an increased availability of animal products, especially meat and milk. A modest increase in per capita intake of meat from 17 to 20 kg per head would push this more for the demands of meat, and in the same sence an increase of milk consumption will have a higher increasing rate.

In the Mediterranean countries these increased requirement of 6m tones of meat and 20m tones of milk are rather close to the trend based projections for the year 2000, given a study from the International food Policy Research Institute (Khaldi, 1984). Agricultural development is one of the basics for the development of animal production in Jamaheria. Their far and from many points of view, technical improvement of dairy production in Libya is called for. The objective of this study is to produce the use of the most recent development genetic improvement programmes which suit the Libya environmental condition.

Genetic Plan

Cited by Cunningham (1989) that the use of new genetic and reproductive technology in animal production has been reviewed in a number of recent conferences proceeding (1,4,9). Broadly speaking, the new development can be categorised into four groups :

- Embryo technology
- Gene technology
- Hormone and immuno technology
- Vaccine technology.

The area of embryo and reproductive technology is the best prospect of developments of particular relevance in developing countries, and Libya is one of them.

The improvement currently achieved in dairy cattle in Libya is through continuous importation of dairy cattle from Europe mainly W. Germany, from the economical point of view this will be considered as negative improvement, even if selection is subjected to the existing imported animals, the principally function of accuracy and intensity of selection of Sire, is based on progeny test data, which also economically unfavourable because of time consumed. It has been pointed out (7,10) in theory, higher rates of genetic gain can be achieved without progeny testing, but with the systemic use of embryo transfer in limited nucleus (Breeding farm) which will be controlled by the Dairy development scheme. The nucleus will contain a highly selected animals, or imported pedigree ones.

The base of the system is the shortening of the generation interval, and the enhanced selection intensity among females which becomes possible by importing outstanding individuals or selecting ones from the dairy farms, the latter will reduce the effect of the environmental condition of the contributed offspring.

The potential of this multiple ovulation embryo transfer (MOET) system is now being explored for its particular reference in developing countries, and it is conceivable that the breeding farm of a few hundred cows could be assembled beside (A.I) station, where controlled reproductive technology required for embryo transfer could be sustained.

The diagram attached reflects the prospects of the following generation after the start of the project.

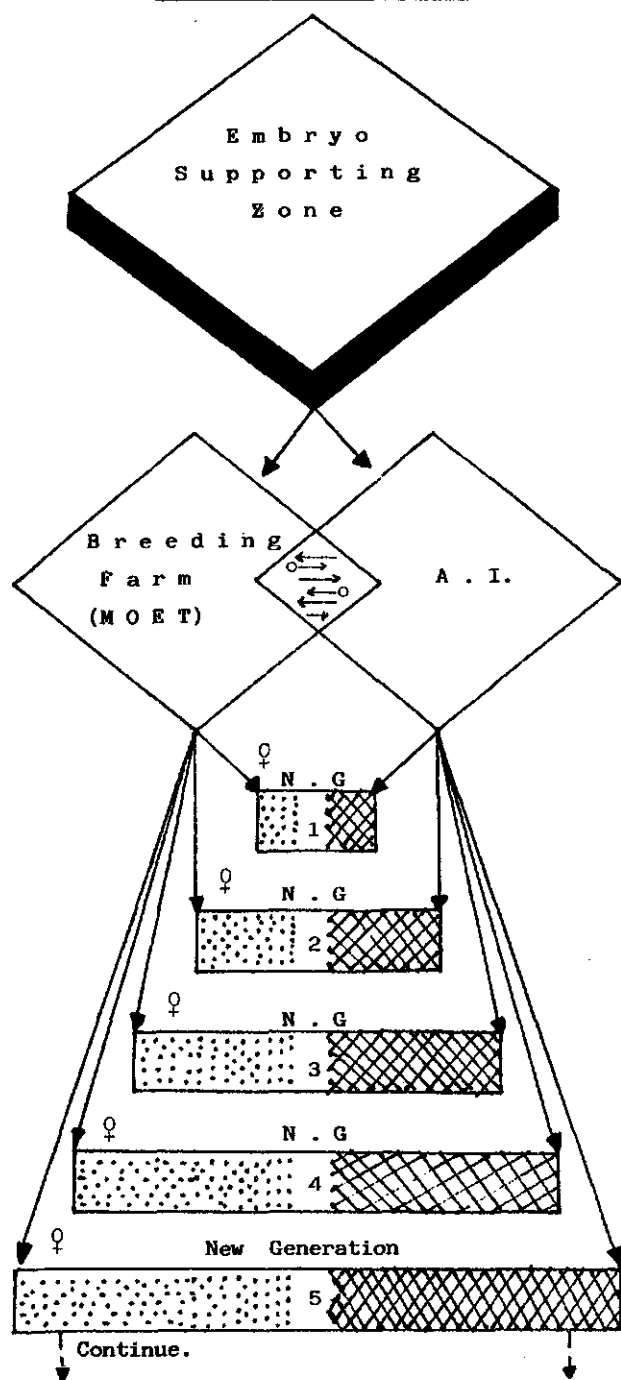
Cunningham (1989) documented, it is evident from the difficulties of sustaining an A.I. services in many development countries, but on long term policy embryo cost can be reduced enough, and success rates will be of a great evidence for animal development.

Technical needs

To start the improvement programme the support from EAAP, FAO, C.I.H.E.A.M. and I.C.R.P.M.A. is needed. The support consist of the following :

- Embryoes from well documented zone
- Technical training for Libya technicians
- Technical equipment considering that for embryo transfer and A.I. services
- Scholarship for higher study on the field embryo technique, A.I. and reproduction
- Recording system
- Data collection and statistical analysis supported by computer programmes.
- Local training for embryo transfer and A.I. technique through well trained personnal from abroad.

BREEDING PLAN



References

- Bracket, B.G., Seidel. and Seidel, S.M., eds, 1981. New technologies in animal breeding. Academic Press, London.
- Cunningham, E.P, 1989. The genetic improvement of cattle in developing. Theriogenology, Vol. 31. No. 1:17-28.
- Cunningham, E.P., 1988 . Modern advances in animal production techniques and their application in the Mediterranean Basin. The Economic Development Institute, World Bank, Washington, D.C. U.S.A.
- Evans, J.W. and Hollaender, A., eds , 1986. Genetic Engineering of Animals. Plenum, New York.
- Glenn, J.,1988. Livestock production in North Africa and the Middle East. Problems and Perspectives. IBRD working paper.
- Khaldi, Nabil, 1984. Evolving food gaps in the Middle East/North Africa. Prospects of policy implications - Research report No. 47. International Food Policy Research Institute.
- Nicholas, F.W. and Smith, C., 1983. Increased rates of genetic change in dairy cattle by embryo transfer and splitting. Anim. Prod.36:341-351.
- Icarda, 1986. Annual report.
- Smith, C.,King, J.W.B. and McKay, J.C.,eds, 1986. Exploiting new technology in animal Breeding. Oxford University Press.
- Ruane, J., 1988. Review of use of embryo transfer in the genetic improvement of dairy cattle, Animal breeding Abstracts, 56:437-446.
- World development report, 1988.

LA TRANSPLANTATION EMBRYONNAIRE CHEZ LES BOVINS EN TUNISIE

N. Slimane et F. Ouali

Institut de Recherche Vétérinaire de Tunisie-La Rabta-Tunis-TUNISIE

Résumé

Cette étude rapporte les expériences d'induction de superovulation en vue de la production d'embryons réalisées en TUNISIE chez les bovins entre Mars 1988 et Mai 1989.

Quatre vingt cinq femelles bovines (8 génisses et 77 vaches) de races Frisonne Pie-noire, F.P.N. X Holstein et F.P.N. X Charolais ont été utilisées. Elles appartiennent à la ferme Hafsia (Borj El Amri) de la société ELLOUHOUM.

Cinquante quatre vaches ont subi un traitement classique de superovulation à base de F.S.H. (32 mg doses décroissantes : 6-6 ; 5-5 ; 3-3 ; 2-2mg) à partir du neuvième jour du cycle (Jo = oestrus) induit par un traitement de synchronisation des chaleurs.

Trente et une femelles restantes ont été traitées par la P.M.S.G. (2500 U.I par femelle).

Le nombre de corps jaunes est évalué par une palpation rectale effectuée à J 7 (jour de la collecte d'embryons).

Sur les 85 femelles traitées, 59 ont répondu à l'induction de la polyovulation soit un pourcentage égal à 69,5 %.

Un ensemble de 628 corps jaunes et 325 embryons ont été obtenus à partir de ces 59 femelles collectées, soit un taux de récupération de l'ordre de 51,7 %. Le taux moyen d'ovulation présente une différence significative entre le traitement à base de P.M.S.G. ($8,5 \pm 4,8$) et celui par F.S.H. ($11,5 \pm 4,1$). Pour le nombre d'embryons récupérés, on n'a pas trouvé de différence significative entre les résultats obtenus en utilisant les deux hormones gonadotropes (F.S.H et P.M.S.G.).

Introduction

La transplantation embryonnaire a apporté une nouvelle dimension à la reproduction et aux techniques conventionnelles d'élevage. L'amélioration génétique chez toutes les espèces se concrétise par la sélection de sujets dont la performance tant pour le type que pour la production est considérée comme supérieure.

Chez l'espèce bovine, on est fortement limité par le taux très bas de prolificité. La moyenne de vie de la vache laitière dans les troupeaux n'atteint pas six ans (LAMOTHE, 1989) ce qui représente au mieux aller quatre ou cinq mises bas, avec la possibilité d'élever au maximum trois filles sans tenir compte du fait que la mortalité périnatale est relativement élevée chez l'espèce bovine.

La transplantation embryonnaire, dans le cadre d'un programme d'amélioration de la génétique et de la reproduction vient donc répondre de façon indirecte à ces deux points. Elle augmente d'une façon très importante le nombre de veaux que l'on peut obtenir d'une vache, tout en intensifiant la sélection génétique. Elle vise à accélérer la propagation d'animaux d'une qualité génétique supérieure ou porteurs d'une caractéristique génétique hautement souhaitable.

Cette technique a connu une amélioration importante dans le monde entier; des progrès ont été enregistrés dans les différentes opérations : superovulation, collecte, mise en place, congélation, culture in vitro etc...

En Tunisie, la transplantation embryonnaire est entrée en pratique en Janvier 1986, et en Novembre 1986 nous avons obtenu le premier veau par cette technique.

Le succès et la rentabilité du transfert d'embryons dépendent en grande partie de la réponse ovarienne au traitement de superovulation. Cette réponse présente une variabilité importante, citons l'individu qui joue un rôle majeur, les facteurs physiologiques (âge et race de la donneuse, niveau de la production laitière et intervalle vêlage - collecte), les facteurs sanitaires (problèmes sanitaires, maladies ayant une répercussion sur l'état général de l'animal), les facteurs liés au protocole de traitement de superovulation (nature et dose de l'hormone de stimulation, moment et durée de la stimulation ovarienne).

Cette étude se propose d'analyser la réponse ovarienne aux traitements de polyovulation et le nombre d'embryons récupérés dans les conditions de l'environnement tunisien.

Matériel et Méthodes

1 Matériel utilisé

Pendant la période comprise entre Mars 1988 et Mai 1989, 85 femelles bovines (8 génisses et 77 vaches) ont été utilisées comme donneuses. Elles sont de races Frisonne Pie-noire, F.P.N. X Holstein, et F.P.N. X Charolais âgées entre 4 et 8 ans pour les vaches et entre 24 et 28 mois pour les génisses. Ces différentes femelles se trouvent dans les mêmes conditions d'élevage, elles appartiennent à la ferme d'El Hafsia (Borj El Amri) de la société Ellouhoum.

2 Traitements

Deux types de traitement de superovulation ont été utilisés : F.S.H - P(ND) : (Follicle stimulating Hormone Pituitary de BURNS BIOTEC) et P.M.S.G. (Pregnant Mare Serum Gonadotropin : Folligon (ND° Intervet) ; suivant la méthode dite de PHILIPPO et ROWSON (schéma-1) et le cocktail implants - P.M.S.G. (schéma-2) .

La synchronisation des chaleurs des donneuses est effectuée soit par des spirales vaginales : PRID(ND)(SANOFI) soit des implants sous cutanés: SYNCRO-MATE B(ND)(INTERVET).

3 Insémination Artificielle

Les femelles ont été inséminées deux fois 48 H et 60 H (schéma 1) 36 H et 56 H (schéma 2) après l'injection de l'analogue des prostaglandines : PROSTAVET (ND) (VIRBAC) ou PROSOLVIN (ND) (INTERVET) ; (SLIMANE et All, 1984).

4 Méthode d'analyse statistique

Pour l'analyse statistique, les différences entre les paramètres étudiés ont été estimées par l'analyse de variance proposée par LELOUCHE et LAZAR (1974).

La réponse ovarienne aux traitements de superovulation a été déterminée à J7 (Jo = oestrus) par une palpation rectale. Elle est évaluée par le nombre de structures lutéinisées existantes sur les ovaires.

Résultats

1 La réponse ovarienne aux traitements de superovulation :

Globalement, la réponse ovarienne aux traitements de superovulation par les hormones gonadotropes (F.S.H. et P.M.S.G) montre une nette variabilité individuelle selon les animaux. Elle est comprise entre 0 et 20 ovulations (corps jaunes = cj) . La réponse moyenne (\bar{m}) est de $8,0 \pm 5,6$ ($n = 85$).

Vingt six femelles ayant répondu faiblement aux traitements de superovulation ($\bar{m} = 1,9 + 1,3$ cj soit un pourcentage de 30,5 par rapport à l'effectif total. Ces femelles ne sont pas par conséquent collectées. La réponse ovarienne aux traitements de polyovulation chez les femelles collectées est nettement meilleure par rapport à la totalité. Elle est de l'ordre de $10,6 + 4,5$ ($n = 59$) (tableau 1).

2 Influence de l'hormone de superovulation sur la réponse ovarienne

Selon l'hormone de superovulation utilisée, on remarque une grande variation de la réponse ovarienne.

La P.M.S.G. est caractérisée par une moyenne d'ovulation de $5,5 + 5,0$ CJ ($n = 31$) chez toutes les femelles traitées à l'aide de cette hormone. Elle est de l'ordre de $8,5 + 5,0$ ($n = 17$) chez les femelles collectées. Le taux de réponses jugées faibles est de 45 % ($n = 14$). Par contre, la F.S.H. a permis d'obtenir une moyenne de réponses globales de $9,4 + 5,4$ CJ ($n = 54$). Elle est de $11,5 + 4,1$ CJ chez les femelles collectées ($n = 42$). Le pourcentage de réponses faibles n'est que de 22% ($n = 12$).

La différence est très significative ($p < 0,01$) entre le nombre de corps jaunes obtenus chez les femelles traitées suite à l'utilisation de la P.M.S.G. ou de la F.S.G. , elle l'est aussi ($p < 0,05$) concernant le nombre de structures lutéinisées chez les femelles collectées (tableau 2).

3 Production d'embryons

Au total 325 embryons ont été récupérés à partir de 59 femelles collectées. Le nombre moyen d'embryons produits par femelle traitée et collectée est de l'ordre de $5,5 + 5,7$. La variabilité est large (0 - 27 embryons).

Sur les 325 embryons récupérés 132 sont jugés transférables soit une moyenne de $2,2 + 3,0$ bons embryons produits, et un pourcentage de 40,6% . Le taux de récupération (nombre d'embryons récupérés par rapport au nombre de corps jaunes estimés par palpation rectale sur les ovaires) est de l'ordre de 51,7 % (tableau 1).

4 Influence de l'hormone de superovulation utilisée sur le nombre d'embryons récupérés :

Le nombre total d'embryons récupérés après traitement de polyovulation à base de P.M.S.G. est de 63 soit une moyenne de $3,7 + 5,3$ ($n=17$). Le nombre de bons embryons est de 24 soit une moyenne de $1,4 + 3,2$ et un taux de 38 %.

En revanche, les embryons récupérés après l'utilisation de l'hormone gonadotrope F.S.G. sont au nombre de 262, la moyenne est de $6,2 + 5,8$ ($n=42$). Le nombre, la moyenne et le pourcentage de bons embryons sont respectivement de 108,8 ; $2,8 + 2,9$ et 41,2 %.

Ces différents résultats concernant le nombre d'embryons récupérés et le taux de bons embryons ne montrent aucune différence significative entre P.M.S.G. et F.S.H. ($p < 0,05$ (tableau 2) .

Discussion

Il est important de signaler durant ce travail la grande variabilité de la réponse ovarienne, et le nombre d'embryons récupérés suite à l'induction de la polyovulation. Ceci concorde tout à fait avec de précédents travaux soulignant cette importante variabilité de réponse suivant les animaux (NIBART et COLL, 1980 ; GREVE, 1981 ; DUMESNIL DE BUISSON, 1981 et NIBART, 1982).

La réponse ovarienne globale est de l'ordre de 8 corps jaunes par femelle traitée et de 11 par femelle collectée. Ces valeurs sont meilleures que celles observées au cours de l'année 1987 (SLIMANE et All ; MELLEK et All, 1989). Cette amélioration, malgré son insuffisance, est due à la présence d'un nombre plus important de donneuses présentées au tri, d'où un choix rigoureux. Cette amélioration est enregistrée aussi pour le nombre d'embryons récupérés et le taux de bons embryons. Les différents résultats obtenus sont moindres que ceux couramment rapportés dans la littérature. Ceci souligne sans doute qu'il faut apporter un soin encore plus attentif au choix des donneuses.

Conclusion

L'apport génétique de la transplantation embryonnaire est très recherché dans un système de sélection. Les résultats obtenus et rapportés dans la présente étude sont à priori encourageants. Les possibilités d'amélioration et de maîtrise des différentes étapes de la technique sont étroitement tributaires de plusieurs facteurs dont, essentiellement dans ce cadre, la mise à notre disposition de femelles dignes d'être présentées comme donneuses aussi bien sur le plan génétique que sanitaire.

Nous remercions le Docteur Abdelkader HASSANI, P.D.G. de la Société ELLOUHOUM, le Docteur Michel THIBIER, Directeur du laboratoire pour le Contrôle des Reproducteurs (FRANCE) pour leur aide continue durant nos

Travaux ; et les Docteurs Z.MALLEK et S.GTARI pour leurs collaborations.

Tableau 1 Résultats Globaux .

Paramètre	Femelles utilisées	Moyenne + S.D.
Corps jaunes/Fem.Traitées	85	8,0 + 5,6 (678)
Corps jaunes/Fem. Collectées	59	10,6 + 4,5 (628)
Embryons récupérés	59	5,5 + 5,7 (325)
Bons embryons récupérés	59	2,2 + 3,0 (132)

Tableau 2 Influence des hormones gonadotropes sur la réponse ovarienne et les embryons récupérés .

Paramètre	P.M.S.G.	F.S.H.
Corps jaunes/Fem.Traitées	5,5 + 5,0 (\bar{n} =31)	9,4 + 5,4 (\bar{n} =54) *
Corps jaunes/Fem.Collectées	8,5 + 5,0 (\bar{n} =17)	11,5 + 4,1 (\bar{n} =42) **
Embryons récupérés	3,7 + 5,3 (\bar{n} =17)	6,2 + 5,8 (\bar{n} =42) ***
Bons embryons récupérés	1,4 + 3,2 (\bar{n} =17)	2,8 + 2,9 (\bar{n} =42) ***

* Différence très significative ($P < 0,01$)

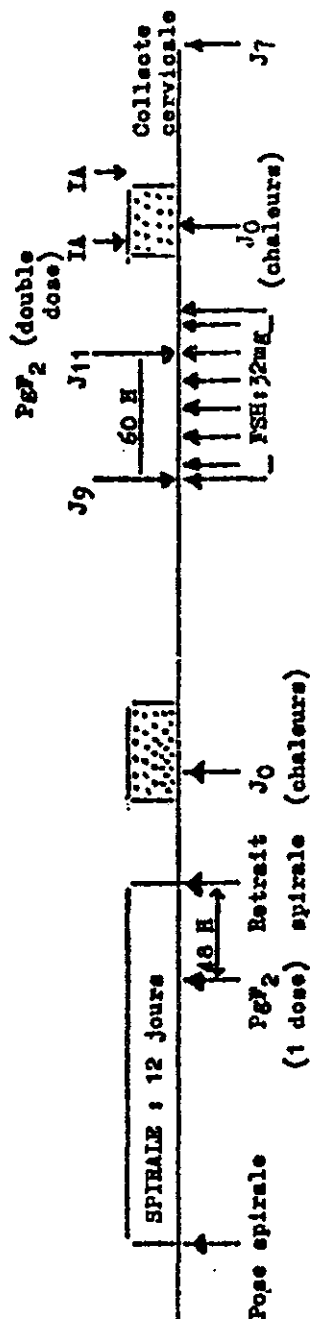
** Différence significative ($p < 0,05$)

*** Absence de différence significative ($p < 0,05$)

Bibliographie

- Dumesnil du Buisson F., 1981. La transplantation d'embryons chez les bovins. In *Utérus de la vache : Anatomie, Physiologie, Pathologie*. Eds. Constantin A. et Meissonnier E., Sté. Fr. de Buiatrie.
- Creve T., 1981. Bovine egg transplantation in Denmark. Dissertation. Copenhagen 1981, 222 P.
- Lamothe P., 1989. Le choix de la donneuse : Généralités et aspect économique. Faculté de Médecine Vétérinaire, Saint Hycinthe, Québec Juin 1989, 17 - 18.
- Mallek Z.; Gtari S. ; Ouali F. et Slimane N., 1989. Transfert d'embryons en Tunisie, résultats obtenus entre 1986 et 1988. *Maghreb vétérinaire*, 4 ; 18 ; 38-40.
- Nibart M.; Bouysson B. ; et d'Avout M.S., 1980. Transplantation embryonnaire chez les bovins. *Elév. et Insé.* 1982, 3-18.
- Nibart M., 1982. Transplantation embryonnaire. *Actualités et perspectives dans l'espèce bovine. Les semaines vétérinaire*, 252, 7-10.
- Slimane N. ; Nibart M. et Thibier M., 1984. Délais d'apparition de l'oestrus et des ovulations après traitement de superovulation chez des femelles bovines de races laitière. *Elev. et Insé.* 199, 21-29.
- Slimane N. ; Lajili H. ; Mallek Z. ; Gtari S. et Ouali F. La transplantation embryonnaire chez les bovins : réponse au traitement de superovulation dans les conditions Tunisiennes. In *Premières Journées Vétérinaires Africaines*. 31 Mai - 2 Juin 1987 Hammamet - TUNISIE.

Schéma N° 1 Protocole de traitement de superovulation par la FSH



. FSH : Dose optimale : 32 mg en 8 injections I.H.

1 injection matin (8h) et soir (20h) pendant

4 jours à partir de J9 (doses décroissantes) :

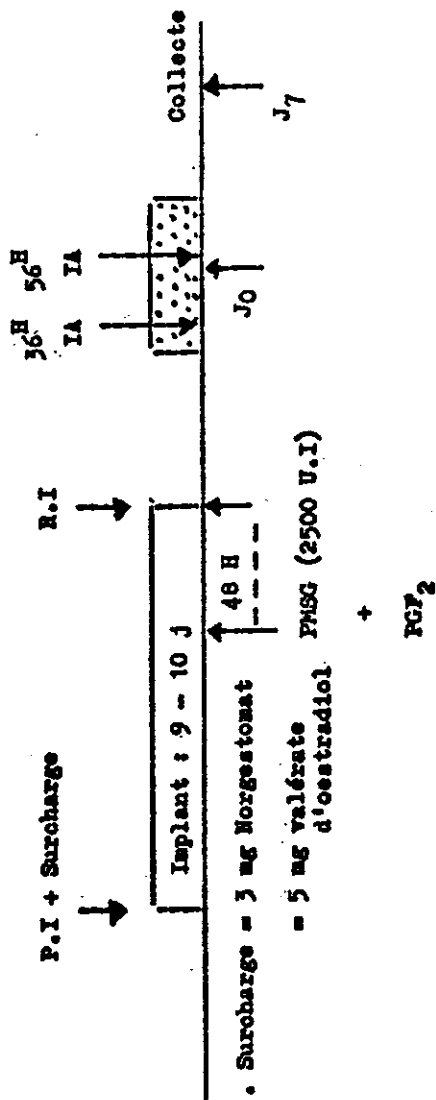
J9 : 6 - 6 mg J11 : 3 - 3 mg

J10 : 5 - 5 mg J12 : 2 - 2 mg

. FSH₂ (PROSTAVET) : 1 dose : 5 mg (2ml)
(PROSOLVIN)

. Insémination artificielle : 2 IA (double dose) : 46 h et 58 h après FSH₂

Schéma N° 2 Protocole de traitement de superovulation par le P.M.S.G.



PERFORMANCE DES BOVINS CROISES EN TUNISIE

N. Atti¹ et M. Ben Dhia²

1 Institut National de la Recherche Agronomique de Tunisie-Ariana.TUNISIE

2 Office de l'Elevage et des Pâturages- 30, Rue Alain Savary-Tunis-TUNISIE

Introduction

La race bovine locale Tunisienne découle du rameau brun, type Brune de l'Atlas. Les animaux sont de petite taille, de pelage brun ou fauve et à potentiel limité. Depuis le début du siècle, ces animaux qui représentent la population bovine locale, ont fait l'objet d'un croisement non contrôlé ce qui a entraîné une hétérogénéité dans leur couleur et leur format. Certains troupeaux de cette population ont été soumis à un programme d'amélioration génétique par le biais de croisement avec des races pures améliorées (Tarentaise, Schwytz, Pie-noire) ; les produits représentent ce qu'on appelle aujourd'hui les bovins croisés. Dans cette étude seront présentés les résultats de croisement dans la station de Lafareg (Béjà) de l'Institut National de la Recherche Agronomique de Tunisie (I.N.R.A.T.).

1. Performances et importance de la population locale

Les résultats de production laitière des vaches locales contrôlées dans le Nord du Pays sont rapportés au tableau 1 : la production laitière est faible. Plus de 50 % des vaches contrôlées ont une production laitière inférieure à 500 kg en première lactation. Ce niveau de production pourrait pourvoir aux besoins d'autoconsommation, mais il reste faible pour une production laitière commercialisable, surtout que la "race" locale constitue la majorité du cheptel bovin Tunisien (Tableau 2). Eu égard à cette importance numérique de la population bovine locale, l'amélioration de son niveau de production s'impose.

Parallèlement à l'amélioration des paramètres environnementaux dont notamment l'alimentation, un programme d'amélioration génétique est nécessaire. Le croisement avec des races pures améliorées a été retenu vu que son impact est plus rapide que celui de la sélection au sein de la population.

2 Performances des bovins croisés

2-1 Production laitière

Le résultat de la production laitière des vaches locales et des croisées des différents génotypes est synthétisé dans le tableau 3. Ces résultats montrent l'amélioration nette de la production laitière et la marge de progrès réalisable par le biais du croisement.

Si on considère la production laitière par type génétique, on note que l'amélioration est importante et surtout nette en passant de la vache locale à la première génération des croisées (F_1). Pour les générations suivantes, l'effet de l'hétérosis étant moins prononcé, on dénote un

fléchissement dans l'accroissement des productions.

Ainsi, les métis de la deuxième génération auraient perdu de l'effet d'hétérosis. Par ailleurs, la comparaison des productions des bovins croisés selon la race du père montre une nette supériorité des croisées "Schwytz" par rapport aux "Tarentais" : 1700 kg pour les premières contre 1350 kg de lait pour les secondes et ce pour les deux premières générations de métis. Les croisées Schwytz de la première génération ont enregistré une production laitière comparable voire légèrement supérieure à celle des croisées "Pie-noire" de la même génération (1700 kg contre 1560 kg).

Il est à noter que les écarts types relatifs aux productions laitières sont tous très élevés. Ceci s'explique par une grande variabilité génétique chez la race locale ce qui laisse entrevoir la possibilité d'entreprendre un programme de sélection ou, encore mieux, de combiner le croisement et la sélection.

2-2. Production de viande

La vitesse de croissance journalière des taurillons locaux ne dépasse guère 860 g même avec des régimes alimentaires très riches en aliment concentré. Les bovins croisés soumis à un système semi-intensif d'engraissement atteignent des poids supérieurs à 420 kg à un âge moyen de 18 à 20 mois. Leur gain moyen quotidien varie entre 900 et 1100 g en phase de croissance. Ainsi, le croisement offre d'importantes possibilités d'augmentation de la production de viande.

2-3 Critères de reproduction

Les critères étudiés sont l'âge au premier vêlage, l'intervalle entre vêlages et les difficultés de vêlage. Pour tous ces critères, la première génération (F_1) est la plus favorable. Avec les générations suivantes, les valeurs des deux premiers critères augmentent et les dystocias deviennent fréquentes chez les croisées Schwytz notamment.

3 Conclusion

L'amélioration du niveau de production du cheptel bovin local est nécessaire surtout que son effectif est important. Par ailleurs, le croisement a entraîné des résultats positifs. En matière de production laitière, toutes les vaches croisées ont produit plus que le double de la production des vaches locales (P.L. 1000 kg chez les croisées "Tarentais" et 1500 kg chez les "Schwytz" et "Pie-noire"). La croissance des taurillons est supérieure à celle des locaux en engraissement semi-intensif et permet une augmentation importante de la production de viande. Cependant cette croissance se ralentit chez les générations avancées de croisement, de même la reproduction se complique. Ainsi, le croisement d'absorption ne serait pas la solution idéale. La fixation d'un génotype avec un pourcentage suffisant de sang local susceptible de permettre le maintien de la rusticité et d'envisager la création d'une nouvelle race adaptée aux conditions méditerranéennes est-elle nécessaire. Les sujets issus du premier back-cross (F_2 ou B_1) répondraient à ce choix avec un pourcentage maximum d'hétérosis de 75 %. Les produits issus de ce croisement pourraient être sélectionnés et multipliés pour fixer le génotype voulu.

-Un tel génotype correspondra mieux à la race exploitable dans les conditions moyennes de la Tunisie du Nord-Ouest notamment

-Pour les paysans des zones marginales de la Tunisie, où les ressources fourragères sont rares, seule la race locale pourrait être envisagée

-Pour les grandes exploitations, surtout les périmètres irrigués d'une certaine dimension, où l'alimentation n'est pas un facteur limitant, les races pures améliorées pourraient être rentables.

Pour tous les types d'animaux, il est nécessaire d'améliorer les méthodes d'élevage en vue d'une exploitation optimale du matériel génétique.

En effet, le matériel génétique dont on dispose dans les pays du Maghreb n'est souvent pas le facteur limitant, mais on a toujours tendance à remettre en cause l'animal plutôt que soi-même.

Tableau 1 . Production laitière de la vache locale en première lactation.

Classe de Production	Station	El Afareg		Sedjenane		Frétissa	
		Nombre	P.100	Nombre	P.100	Nombre	P.100
P.L	500 kg	40	67,6	20	51,2	159	93,1
500	- 1000	6	10,6	4	10,2	6	3,3
1000	- 1500	5	8,8	13	33,2	3	1,6
1500	- 2000	4	7	1	2,5	1	0,5
P.L	2000	3	5,3	1	2,5	2	1,1
Total		58	100	30	100	171	100

P.L = Production Laitière ; P.100 = Pourcent.

Tableau 2 . Effectif du cheptel bovin en Tunisie en 1000 Unités Femelles.

Type Génétique	Année 1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
Races Pures	42	51,5	57	61	67	74	80	89	92
>	(12)	(15,9)	(17,8)	(18,1)	(19,6)	(20,9)	(24)	(25,6)	(26,5)
Population	308	272,5	264	276	275	280	254	259	255
Locale et métis	(88)	(84,1)	(82,2)	(81,9)	(80,4)	(79,1)	(76)	(74,4)	(73,5)
Total	350	324	321	337	342	354	334	348	343

Tableau 3 . Production laitière de la vache locale et des sujets métis

Type Génétique	Numéro de lactation									
	L1		L2		L3		L4		MOYENNE	
	N	P.L S	D.L	N	P.L S	D.L	N	P.L S	D.L	P.L ¹ D.L
Race Locale :										
-Traite	54	498	85	27	1122	145				
-Allaitante				23	530	89				
Sujets Métis										
F ₁ S	61	1354 +686 ± 100	253	54	1599 +649 ± 79	257	45	1939 +632 ± 54	227 +524 ± 52	1635 266
B ₁ S	57	1535 +567 ± 88	303	40	1781 +620 ± 74	305	27	1803	316	1703 305
H ₂ S	11	1394 +451 ± 70	292	8	1460 +575 ± 103	308				1422 299
F ₁ T	53	1090 +680 ± 75	218	51	1409 +628 ± 89	240	41	1586 +579 ± 74	255	1359 233
B ₁ T	48	1133 +514 ± 95	248	41	1474 +571 ± 73	262	22	1521 +698 ± 83	231 +511 ± 74	1347 248
B ₂ T	14	1500 +546 ± 94	298							1500 298
F ₁ P.N	18	1458 +354 ± 46	282	15	1551 +268 ± 37	287	8	1890 +440 ± 53	334	1563 295