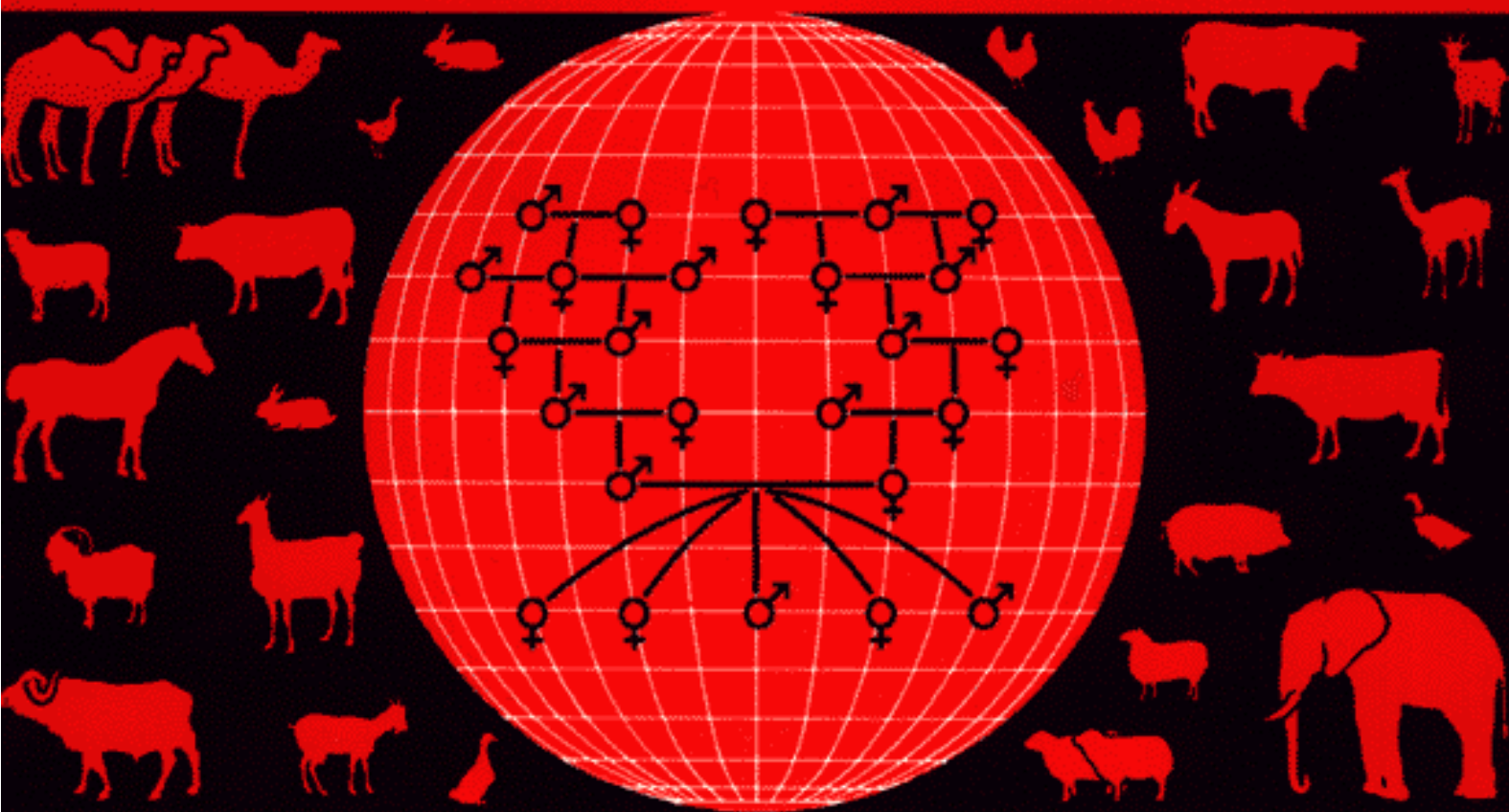


P938
AN51
C-2

14

ANIMAL GENETIC RESOURCES INFORMATION
 BULLETIN D'INFORMATION
 SUR LES RESSOURCES GÉNÉTIQUES ANIMALES
 BOLETIN DE INFORMACION
 SOBRE RECURSOS GENETICOS ANIMALES

1994



Food
and
Agriculture
Organization
of
the
United
Nations

Organisation
des
Nations
Unies
pour
l'alimentation
et
l'agriculture

Organización
de las
Naciones
Unidas
para la
Agricultura
y la
Alimentación



CONTENTS

GUIDE TO CONTRIBUTORS	iii
EDITORIAL	1
NOTES - BIBLIOGRAPHY	3
CORRIGENDUM: AGRI VOL. NO. 12 (1993) PAGES 73-92	11
LE ROLE DES BIOTECHNOLOGIES DE LA REPRODUCTION POUR LA CONSERVATION DES RESSOURCES GÉNÉTIQUES ANIMALES	
D. Chupin	13
SAVING THE TLIROPOLJE PIG IN CROATIA	
H.P. Grunenfelder, G. Gugic, E Punz	27
IMPROVEMENT AND ADAPTATION OF THE FAYOUMI CHICKEN	
M.A. Hossary, E.S.E. Gallal	33
PRESERVATION OF LIVESTOCK GENETIC RESOURCES IN BULGARIA	
Ts. Dimitrov, I. Dimitrova	41
THE KOREAN I-RANWOO BEEF CATTLE	
Chan - Won Song	61
LA RAZA RUBIA GALLEGA ECOTIPO DE MONTAÑA	
M. Legide, A. Ceular	73
POPULATION CHARACTERISTICS OF WATER BUFFALOES IN GREEK WETLANDS	
A. Georgoudis, Ch. Ligda, J. Boyazoglu	79
GENETIC EROSION ON CAMELIDAE	
S. Fernandez-Baca	91
THE GERMAN COACH HORSE "SAXONY WARRN BLOOD"	
K. U. Sprenger	99

Animal Genetic Resources Information is published under the joint auspices of the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) and the United Nations Environment Programme (LJNEP). It is edited in the Animal Genetic Resources Group of the Animal Production and Health Division of FAO. It is available direct from FAO or through the usual FAO sales agents.

Le Bulletin d'information sur les ressources génétiques animales est publié sous les auspices conjoints de l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO) et du Programme des Nations Unies pour l'Environnement (UNEP). Cette publication est éditée par le Groupe des Ressources Génétiques de la Division de la Production et de la Santé Animales de la FAO. On peut se le procurer directement au siège de la FAO ou auprès des dépositaires et agents habituels de vente de publication de l'Organisation.

El Boletín de Información sobre Recursos Genéticos Animales se publica bajo los auspicios de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP). Se edita en el Grupo de Recursos Genéticos de la Dirección de Producción y Sanidad Animal de la FAO. Se puede obtener directamente de la FAO o a través de sus agentes de venta habituales.

Editors-Editeurs: J Boyazoglu, FAO (REUR)
and/et
D. Chupin, FAO (AGA)
Viale delle Terme di Caracalla
I - 00100 Rome, Italy

Acknowledgement: The editors would like to thank the European Association for Animal Production (EAAP) and Mr. A. Fries in particular for editorial support in the production of this issue.

GENETIC RESOURCES INFORMATION will be sent free of charge to those concerned with the conservation, management or utilization of domestic livestock. Anyone wishing to receive it regularly should send their name and address to the Editor, at the address on page v.

LE BULLETIN D'INFORMATION SUR LES RESSOURCES GENETIQUES ANIMALES sera envoys gratuitement aux personnes intéressées par la conservation, l'élevage ou l'exploitation du bétail domestique. Les personnes souhaitant recevoir cette publication régulièrement voudront bien faire parvenir leurs nom et adresse à l'éditeur, à l'adresse indiquée en page v.

EL BOLETIN DE INFORMACION SOBRE RECURSOS GENETICOS ANIMALES será enviado gratuitamente a quienes estén interesados en la conservación, gestión o utilización del ganado doméstico. Si se desea recibirlo regularmente, se ruega comunicar nombre, apellido y dirección al editor a la dirección indicada en la pagina v.

GUIDE TO CONTRIBUTORS

Animal Genetic Resources Information will be pleased to receive contributions up to 3000 words long in English, French or Spanish. If accepted, they will be published in the original language. Reports, news and notes about meetings, conservation and evaluation activities, and techniques would be appreciated. Manuscripts should be typed in double space and accompanied by a summary of not more than 5 percent of the original length. Photographs are acceptable but only high quality black and white prints. AGRI will also review new books on animal genetic resources. Correspondence is invited.

All contributions should be addressed to:

The Editor, AGRI, AGAP, FAO,
Via delle Terme di Caracalla,
00100 Rome, Italy

Le Bulletin d'information sur les ressources génétiques animales souhaite recevoir des articles en anglais, en français ou en espagnol, de 3000 mots au maximum. Les communications publiées paraîtront dans la langue originale. Les rapports, informations et notes concernant les réunions et les activités de conservation et d'évaluation et les techniques seraient particulièrement appréciés. Les manuscrits devront être dactylographiés en double interligne et accompagnés d'un résumé ne dépassant pas cinq pour cent de la longueur de l'original. Le Bulletin accepte les photographies à condition qu'il s'agisse de bonnes épreuves en noir et blanc. Le Bulletin rend également compte des ouvrages nouvellement parus sur les ressources génétiques animales. Un échange de correspondance est le bienvenu.

Adresser toutes les contributions à l'adresse suivante:

L'Éditeur, AGRI, AGAP, FAO,
Via delle Terme di Caracalla,
00100 Rome, Italie.

El Boletín de Información sobre Recursos Genéticos Animales recibirá con mucho gusto colaboraciones de hasta 3000 palabras de extensión en español, francés o inglés. Si son aceptadas, las contribuciones se publicarán en el idioma original. Interesa recibir informes, noticias y notas sobre reuniones, actividades de conservación y evaluación, y cuestiones técnicas. Los originales deberán presentarse mecanografiados a doble espacio y acompañados de un resumen que no supere el 5 por ciento de la extensión original. Se aceptan fotografías, pero únicamente en blanco y negro y de buena calidad. AGRI también publicará reseñas de libros sobre recursos genéticos animales. Cualquier intercambio de correspondencia será bienvenido.

Todas las contribuciones deberán dirigirse a:

El Editor, AGRI, AGAP, FAO,
Via delle Terme di Caracalla,
00100 Roma, Italia.

EDITORIAL

There has been a small gap between AGRI No. 13 and this one, due to budgetary restrictions within FAO. The regular publication is now restarting with the financial support of UNEP, with three issues per year, as long as you, the reader, make available enough material.

Meanwhile the day to day work on the Global Databank for Animal Genetic Resources is going on. A considerable amount of data which had been received and could not be validated before is now being processed and entered in the bank. We have established many new and efficient contacts in a lot of countries for which no or limited information was available before. In this regards the training courses on establishment and operation of genebanks and databanks have proved very useful. After two such courses held in May 1994 in Africa (in French at CIRDES in Bobo Dioulasso, Burkina Faso and in English at ELCA, Addis Ababa, Ethiopia) the flow of data for the countries involved has increased significantly, both as regards the quantity, and more important, the quality of the information.

Discussions have been held with EAAP, and an agreement has been reached to develop a common Est of contact persons in Europe (Eastern and Western), who will be asked in a near future to update the data already entered in the Global Databank.

With all this new set of data, we plan to produce in 1995 a second edition of the World Watch List for Domestic Animal Diversity. This second edition will be available in English, French and Spanish, be expanded to include poultry and camelids, and include also a section on wild relatives of livestock species, which may be a source of diversity in the future. This second edition of the WWL is also necessary to redistribute the genetic resources between the new countries bom as a result of political changes occurring in Eastern Europe and in the former USSR.

The report of the working group for the design of the information system outlined a series of activities to be set up to establish the whole information system, known as DAD-IS. A first step has been implemented with the recruitment of a consultant to determine the user requirements (type of data to be stored, types of queries) and detail the field definition and structure. The next step will be the design of the user interface.

NOTES - BIBLIOGRAPHY

Races domestiques en péril. 1993. Ethnozootechnie No. 52, 92 pages. Prix: 90 FE

Cet ouvrage est un numéro spécial d'Ethnozootechnie; il présente les textes de la 4^{ème} Journée d'Etude de la Société d'ethnozootechnie, tenue le 2 décembre 1993 à l'INAPG, sous la direction de Jacques Bougler et Etienne Verrier. Cette réunion a fait le point sur les travaux réalisés, les difficultés rencontrées et/ou surmontées et les lacunes des politiques en matière de conservation du patrimoine génétique animal, avec référence spéciale à la France.

L'ouvrage souligne le fait qu'à l'origine des années 80 la sauvegarde des populations autochtones encore existantes était la préoccupation dominante, puis a succédé une approche de mise en oeuvre de projets de conservation. Aujourd'hui il faut raisonner la mise en valeur de certains d'entre eux.

En introduction de l'ouvrage on trouve les synthèses de deux importants colloques tenus en France. Le premier, à Rambouillet le 24 septembre 1992, est une contribution sur les problèmes des races domestiques en péril, les initiatives de conservation et leur relative absence de coordination. Le deuxième, à Montpellier le 28-30 septembre 1993, a discuté les méthodologies d'étude et de gestion des ressources génétiques, autant animales que végétales.

Les c.r. du colloque ont été structurés en sept parties avec des études de cas spécifiques; suit en conclusion un excellent document par J.G. Hall sur la biodiversité du bétail de ferme, traduit de l'Anglais. Les sept parties sont:

- La nécessité d'une valorisation des populations conservées.
- Le rôle économique de la conservation des races en péril.
- Les produits d'Appellation d'Origine Contrôlée (AOC) comme élément de soutien et de mise en valeur des races régionales.
- Stratégie de recherche à long terme.
- Le rôle des éleveurs.
- La PAC et l'aide aux races de petits effectifs.
- Les lacunes des politiques actuelles.

Pour obtenir cet ouvrage, s'adresser à la Société d'Ethnozootechnie, 25 Bd. Arago, F - 75013 Paris, France.

Jean Boyazoglu

Production of Hides, Skins, Wool and Hair. O. Güney, O. Biçer and M.S. Ranieri (Compilers). PUDOC Scientific Publishers, Wageningen, 1993, 292 pp., EAAP publication N° 56. Price: Dfl 180.

This book reports the Proceedings of the Symposium held in Adana, Turkey, from 2-6 November 1991, which was organised as part of the series of Symposia jointly conceived by the European Association for Animal Production (EAAP) and the International Centre for Advanced Mediterranean Agronomic Studies (CIHEAM). It is useful to recall that the goal of these symposia is to develop aspects of animal agriculture in the Mediterranean region which are now normally covered by other scientific meetings. The Adana Symposium was dedicated to the production and use of hides, skins, wool and hair; these are considered in the Mediterranean basin as by-products or at least of secondary economic importance, in respect to the production of meat and milk. Merino-type and semi-fine wool were not dealt with in the symposium. Nevertheless, among the 35 main papers, 12 refer to fibres from sheep and goats. The accent is put on the Angora goats, of which Turkey is the world cradle, and also on the cashmere. Many papers discuss the development strategies of these genetic resources outside their country of origin, where they provide possibilities of diversifying animal production for high-value products in specialized small flocks. Examples are reported for both from western Europe (France and

Italy) where they were imported during the last 10 years; three papers are also dedicated to the development of cashmere goats in Australia (Ponzoni). These reports reveal the interest for a better inventory and knowledge of the original germplasm; in Turkey for Angora goats and in China for cashmere (Ryder).

The originality of this book is probably now to be found in this field, despite the quality of the information and the interest of review papers on the physiological basis of wool and hair production (Allain, Ryder), on the nutritional characteristics and feeding recommendations for developing fibre goat flocks (N4orand-Fehr), or on the objective measurements of wool (Sergent).¹ This publication attempts to provide information on the whole production chain; from the animal to the final processed commodity. In fact, two subtitles could have been adopted covering two main sets of reports: the first “from skin to leather” and the second “from wool to carpets and rugs”. In this respect, this book presents real interest in providing information from various sources difficult to collect by a single person: statistical data on the production and world trade of hides, skins and leather (Krostitz), analysis of the physical properties of sheep leather (Eskolin et al), the factors which determine the quality of the raw material (animal diseases and slaughterhouses; Blajan), case studies on the characteristics of the leather industry in Turkey (Kosar, Artan) and in Morocco (Eddebarh), the environmental issues of this type of industry (Sari and Yapici in Turkey; and Simoncini and Miriani in Italy) and the possible uses of by-products of the industry in agriculture (Silva and Baffi).

Two chapters are dedicated to special wool for the carpet industry, including several reports on the relation between the specific qualities of the local sheep breeds and the characteristics of the hand-made carpets in Egypt (Guirguis), Turkey (Erdem et al), Algeria (Benyoucef), Morocco (Bourfia et al) and Italy-Sardinia (Casu et al). Many reports present the tradition and the various characteristics of carpets in Turkey, but unfortunately without reproduction of the very significant photographs of the various designs and natural colours of the carpets that illustrated the oral presentation of the reports, because of high printing costs.

The intention of the organisers of the Symposium was to examine to which extent the lower productivity of the animal material and production systems in the Mediterranean basin could be compensated by high-value specific and typical products (Boutonnet and Flamant). These reports provide technical information on the relation between the conditions of producing the raw material and processing in order to control the performance of the whole chain. One problem was discussed but did not receive an answer: to which extent the farmer could benefit from this final high commercial value, in order to maintain livestock activities in the difficult and marginal Mediterranean environment? .

In conclusion, we can observe that this book has the qualities and the weaknesses of the Proceedings of a good Symposium: it contains original information rarely available normally but there is a lack of balance between the various subjects of interest, due to an unequal quality of the reports and papers presented. Overall, this book reflects perfectly the unique opportunity given by such a Symposium: the exchange of information between the specialists of animal production and the representatives of an industry; in this case including the leather industry as well as specialists of the traditional hand-woven carpet sector.

Jean-Claude Flamant

Taking Stock: The North American Livestock Census. D.E. Bixby, Carolyn J. Christman, Cynthia J. Ehrman and D.P. Sponenberg. 1994. The McDonald & Woodward Publishing Company, P.O. Box 10308, Blacksburg, Virginia 24062-0308, U.S.A. 182pp. Price: \$ 14.95.

This book is an interesting, even exciting, but classical approach to the presentation of the state of the art and census of national and regional animal genetic resources in North America. It

can be a reference for the reporting of other similar cases, reviewing the information available and linking the local policies towards the conservation of genetic diversity in livestock at a moment when census data become available.

The book is produced by the American Livestock Breeds Conservancy (ALBC) a non-profit organization working to protect genetic diversity in American livestock through the conservation of nearly 100 breeds of donkeys, cattle, goats, horses, sheep, pigs, and poultry. The organization is supported by gifts from individuals, grants from foundations and corporations, and contracts; it was founded as the American Minor Breeds Conservancy (AMBC) in 1977 in New England.

Agricultural historians, while seeking authentic period livestock for interpretive programs at Old Sturbridge Village and other historic sites, discovered that many heritage breeds were nearly extinct. The historians joined with farmers and animal scientists to form AMBC, and set its mission as the conservation of endangered breeds of livestock. The organization moved to Pittsboro, North Carolina in 1985. The name was changed to the American Livestock Breeds Conservancy in 1993 to reflect the increasingly serious threat to all livestock breeds, and a consequent widening of the organizations sphere of activities.

The American Livestock Breeds Conservancy directs many conservation and research programs. A periodic census of livestock breeds, which includes the monitoring of bloodlines within many of the rarer breeds, provides the knowledge base for developing these programs. Conservation projects include a gene bank, blood typing and DNA fingerprinting to characterize breed identity, rescues of threatened populations, and the development of genetic recovery breeding programs. It provides technical support for conservation breeding, registry operation, and livestock use to breeders, breed associations, and agriculture organizations. Outreach programs educate the public and policy makers about the importance of genetic diversity in livestock.

The book is divided into three main sections. The first section can be considered a compact manual on livestock genetic resources, their diversity and conservation. The first chapter gives a short historical overview of the livestock sector from the first stages of domestication to the specifics of North American populations. Then follow four chapters, written in a rather academic way, on the importance of genetic diversity, the principles of genetic erosion with special reference to North America and the influence this can have in an agricultural context; and finally a chapter describing the reasons for the consecration of genetic diversity in farm animals : food security, economic opportunities, environmental monitoring, stewardship of scientific knowledge and the aspects relating to culture, history and ethics.

The second section covers the census results, breed per breed, of 1990 to 1992 with some reference to previous information, particularly the 1985 data from the first census that ALBC undertook. The information (U.S.A. and Canada) includes registration figures, estimates of global populations, numbers of breeders and lists of all officially recognized associations, cumulative registrations and summary information on breed registration policies; evidently when information was available which is not true for all breeds. The information is presented by species : donkeys, cattle, goats, horses, sheep and pigs. A useful short census summary completes this section.

The third section touches on conservation and selection policies with summary descriptions of the breed status, the characterization of the breeds and their potential and actual use. The importance of research in livestock conservation and the role of public and private sectors in conservation programs is discussed as well as the need for corporate support and some superficial information is given on international cooperation.

Two appendices give further value to the book. The first describes three case studies : An Economic History of the U.S. Livestock Industry; Extinct Horse Breeds and Extinct Goat Breeds. The second is the North American Feral Livestock Census. A short glossary completes the publication.

Attractively produced, this book can serve as a reference publication not only to all those involved or interested by the conservation of farm animal genetic diversity but also as a good text book for university students.

Jean Boyazoglu

L'homme, l'animal domestique et l'environnement du Moyen Age au XVIII^e Siècle. Enquêtes et Documents No. 19 (Centre de Recherches sur l'Histoire du Monde Atlantique, Université de Nantes). R. Durand (Ed). Published by Ouest Editions, 1 rue de la Noe, 44071 Nantes Cedex 03, France. 387 pp. Prix: FF 180.

This book contains the proceedings of a workshop held in Nantes in October 1992 around the central theme of "Man, the domesticated animal and the environment from the Middle Ages to the XVIIIth century". This very interesting meeting was jointly organized by the History Department of the University of Nantes (Brittany) and the Nantes National School of Veterinary Science.

The book was collectively produced by a number of scientists and academics who are at the origin of the development of CRHMA at the University of Nantes and who all have an interest in the history and development of regional identities.

Studying man and domesticated animals in relation to the environment during the specific period from the XIIIth to the XVth century in Europe brings to evidence a mass of existing relationships and interactions that played a major role and deeply influenced the socioeconomic history of the Western world as a whole. Some relations that developed throw a definite light on the parallel and intertwined evolution of three groups of research activities: history, veterinary and animal science, and the sciences of the environment. Herein we can retain the role of archeozoology in the study of breeds and types of domesticated animals that were developed in the past and those existing today; the historical role of major domesticated species in the extension of the agricultural zones in Europe and the evolution of the various ecosystems at specific periods in the history of Europe.

An introduction places the contours of this workshop within the borders of Europe and the Mediterranean: from Byzantium and the Orthodox world to Moslem Spain, and from the Viking North to Catholic Hungary. This is followed by a brilliant descriptive paper on animal domestication and the relationship between man and farm animals.

The book is subdivided in four main sections. Section I covers the social status of domesticated animals; section II covers the management of domesticated animals; III covers protection and animal health; and IV domesticated animals and their environment.

The book contains 28 full papers; the authors are eminent French scientists, academics and professionals in their fields of interest and study. The importance of this workshop is that it brought together experts of disciplines as different as sociology, history of the rural world, veterinary science, archeozoology, ethology and animal agriculture, to mention only a few.

The papers are, with no exception, of great interest as they touch on fields long underestimated by the practising end of 20th century animal scientists. Each paper is completed by an up-to-date bibliography.

The organizers of the workshop truly succeeded in convening interested people from varying fields of expertise and professional involvement. This publication is an original contribution, rich in material as different as economic anthropology and social history. This diversity of information underlines the decisive role played by the farm animal sector in history and explains its dynamic role in evolution. The book includes information on very interesting and yet unpublished studies on the crossroads of history, animal agricultural and veterinary science, ecology, ethology and literature.

Jean Boyazoglu

Equine Reproductive Physiology, Breeding and Stud Management. Mina C.G. Davies Morel. 1993. Farming Press Books, Wharfedale Rd., Ipswich IPI 4LG, U.K., 450 pp.

This book contains a wealth of practical information for those involved with the management and breeding of horses at all levels. The necessary knowledge of reproductive anatomy and equine physiology and the state of the art information on embryo transfer, artificial insemination, hormonal manipulation and their applicability to the various systems existing on stud farms are presented and discussed in depth in a practical and efficient way. The author underlines successfully that whatever the developments and achievements in the adoption of new and avant-garde technologies might have been in the last century, this was only made possible through the direct involvement of stud breeders and horse farm managers.

The book is subdivided in two sections. The first concerns reproductive anatomy and physiology with equal attention given to stallions and mares. Two informative chapters deal with pregnancy and parturition. Problems relating to early and late pregnancy as well as foaling abnormalities are included. Two very original chapters concern lactation and milk secretion : mammogenesis, lactation curves and milk quality, milk synthesis, milk ejection, lactogenesis and galactopoiesis.

In the second section the author successfully describes and presents in an easily understood and comprehensible language matters relating to breeding and selection with several well documented, practical chapters on animal management : mating practices, the pregnant mare, parturition, the lactating mare and foal, youngstock, and the stallion. In the two last chapters a mass of practical tips on artificial insemination and reproduction biotechnology are given.

The book is richly illustrated by numerous attractive and explanatory photographs and very explicit drawings. Each chapter is enriched by an up-to-date bibliography. It is not only of special interest to university lecturers, scientists and students but also to veterinary practitioners, breeders, stud farm managers and those individual horse owners that are keen to update their scientific background and knowledge. The book aims also at giving practical information of common benefit to horse lovers. It is destined to take its rightful place among the limited number of books published this past decade, recognized as authoritative and truly informative.

Jean Boyazoglu

Animal Breeding: The Modern Approach. K. Hammond, H-U Graser, C.A. McDonald (Editors). Published by Post Graduate Foundation in Veterinary Science, University of Sydney, P.O. Box A561, Sydney South 2000, NSW, Australia. 1992. 257 pp., 50 figures, index, softcover. Price: AUS\$ 58.00 plus \$ 7.00 post.

This new book is destined to take its place among a limited number of books which, over the years have become recognized and authoritative texts in practical animal breeding. This book combines enough sound theory with a realistic understanding of what can and what cannot be done in practice to gain genetic improvement in farm animals producing milk and meat (mainly cattle, sheep and pigs). Some books are so rich in theory, that they explore every nuance and option at the mathematical level without apparently appreciating the complicated infrastructures that would be needed to implement some of the refinements. Often in practice, these infrastructures are missing or would be beyond the skills and/or means of the practical livestock owners to provide. Other breeding books are so friendly and desirous of showing their understanding of the management practices of livestock, that they offer the livestock owner little that he does not know already about breeding. This book succeeds in getting the balance right between theory and what can be achieved in real situations.

The secret formula is probably the mis of editors and authors, of whom there are twelve. The

three editors, who are strong in both theory and application, clearly drew an advance profile of the book they hoped to produce. They then recruited authors in addition to themselves who brought the discipline of decades of successful extension and industry experience. This has been gained mainly in Australia, but has strong international components. There are important species differences in animal breeding programmes in practice. These differences have been taken on board by inviting authors with species specific experience, not simply as advisors to individual livestock producers, but also key scientific managers in group breeding schemes operated either by government agencies or by private companies. Thus, to the credit of the editors and authors, the whole book is has an authentic economic touch. The reader knows that their breeding plans are not concepts but accounts of what has been done. The benefits therefore include knowing what is not possible as well as what can be done, in the light of the expectations and evaluations of large numbers of livestock farmers and the boards of directors of companies.

The book is in five sections. The first section, written by the senior author, gives an overview of the new era in genetic improvement, which takes account of scale, new technologies, economics and product pricing. It then identifies the essential components of animal breeding operations and thoughtfully removes some common misconceptions. It concludes with an analysis of measurements, records, record gathering, data analyses, identification and the quantitative/population approach.

The second section explains genetic evaluation also bringing heritabilities and economics together. It covers BLUP, the BLUP Animal Model, within and across herd evaluations and then considers the special aspects of beef cattle, wool sheep, meat sheep, dairy cattle, pigs, and crossbreeding.

The third section explains breeding objectives and covers traits and combinations of traits, selection indices and puts the process of breeding objectives firmly in the economic setting. The choice of breeding objectives is examined for each of the species and products.

Section four moves into the design of breeding programmes by explaining and illustrating selection theory and selection intensity. The items to be considered in the design of a breeding programme are then examined, including such important issues as numbers and distribution of animals, generation turnover, inbreeding, mating plans, management imperatives, costs and possible benefits. These are first evaluated in terms of a straight breeding programme, but then are considered in the light of alternatives which may change both the operational issues and the expectations. These alternatives include open nucleus schemes, artificial insemination, multiple ovulation embryo transfer (MOET) and the longer term possibilities of cloning. Crossbreeding is given a special place.

The final, fifth section stands back from the technology again and reviews the breeding business from the point of view of those capital, labour, resources and future are being affected for good or bad, by the use of breeding, programmes. These are the seedstock producers, the commercial producers, the industry and consumers. The book concludes with risk analysis.

An interesting feature of the book is the Guide for Consultants at the end of each section. Another valuable point is the emphasis on livestock producers being able to capture genetic gain by grouping themselves, either through self-help schemes or by buying the group benefits through a successful breeding company which offers both gerinplasm and the system to use it successfully.

Although the material in this book was originally prepared for a course, the intellectual home stable is the Animal Genetics and Breeding Unit (AGBU) of the University of New England, Armidale, Australia. The senior author is the founding director of this well-known institution which has high standing academically and in the industry by contributing, for example, to the design of breeding tools known as BREEDPLAN, PIGBLUP and B.-OBJECT. The book offers the benefits of the essential genetic formulae.of genetic theory without expecting the reader and

user to study and understand them. One gains the feeling that the authors belong to that group of animal breeders whose underlying philosophy is the successful application of animal genetics in the economic realities of the farm business. Their enthusiasm for animal genetics is not triggered by genetic formulae alone, but by the positive economic and financial equations which genetic improvement can produced on livestock farms.

John Hodges

CORRIGENDUM: AGRI VOL. NO. 12 (1993) PAGES 77 TO 85.

In the preparation of the two articles referring to the “Garole microsheap of Bengal, India” and the “Goat and sheep of the Deccan plateau in the Maharashtra State of India”, a number of mistakes were introduced involuntarily.

The maps received from the authors (full map of India) were not printed in their entity on pages 77 and 85 of AGRI Vol. No. 12 due to a re-dimensioning of both maps to fit the publications standard page size.

The editors of AGRI wish to apologize for any inconvenience caused by this errors introduced involuntarily in the originally published text.

LE ROLE DES BIOTECHNOLOGIES DE LA REPRODUCTION POUR LA CONSERVATION DES RESSOURCES GENETIQUES ANIMALES

D. Chupin

FAO, Service de la Production Animale, I - 00 I 00, Rome, ITALIE

RESUME

Cet article analyse dans quelle mesure les nouvelles perspectives offertes par les biotechnologies de la reproduction s'appliquent aux activités de conservation des ressources génétiques animales. Ces activités ont été regroupées autour de cinq thèmes: Décrire, Détruire, Défendre, Stocker, Recréer. Ces techniques n'apportent aucun plus pour la description des caractéristiques d'une population ou d'une race. La principale menace qui pèse sur une race d'animaux domestiques est de disparaître par croisement avec une autre, et l'insémination artificielle représente de ce point de vue un danger certain. Inversement, l'insémination artificielle peut devenir un instrument de défense des races locales. Il serait plus difficile de trouver une justification à l'utilisation de la plupart des autres biotechnologies (transfert d'embryons, sexage, clonage) pour la protection et la promotion des races locales. Pour la conservation des ressources génétiques, la cryoconservation des spermatozoïdes et des embryons, mais également les ovocytes, voire des morceaux de gonades et des cellules somatiques est un outil irremplaçable. La dernière partie présente des calculs sur les possibilités de re-création de races, selon la nature du matériel stocké.

Mots clés : Biotechnologie animale, ressources génétiques, reproduction

SUMMARY

This article analyzes to which extent these new possibilities apply to the conservation of animal genetic resources activities. These have been divided in five topics: Describe, Destroy, Conserve, Store, Recreate. These techniques do not bring any "plus" for characterizing breeds or populations. The main threat faced by livestock breeds is disappearance as a result of crossbreeding, artificial insemination representing on this aspect a real danger. Conversely, artificial insemination can become a tool for the active conservation of local breeds. It would be more difficult to justify the use of other more sophisticated biotechnologies (embryo transfer, sexing, cloning) for the active conservation of local breeds. For the preservation of animal genetic resources, the feasibility of freezing sperm cells and embryos, and also, with improvements of the technology, oocytes and part of the gonads, and somatic cells is an irreplaceable tool. The last section presents calculations on the possibilities of re-creating a breed, according to the kind of material which has been stored.

Key words: Animal Biotechnology, Genetic Resources, Reproduction

1.0 INTRODUCTION

Toute activité dans le domaine de la gestion des ressources génétiques est basée sur une utilisation de la reproduction. Aucune action n'étant possible directement sur l'animal, c'est sur les descendants que l'on pourra agir. Longtemps limitées d'un simple contrôle des accouplements, les possibilités du généticien dans le domaine de la reproduction se sont enrichies dans les dernières décennies de nouvelles techniques, en commençant par l'insémination artificielle dans les années 50, puis le transfert d'embryons à la fin des années 70, et dans les dernières années le sexage ou le clonage.

Au delà de ces possibilités "traditionnelles" d'intervention, le généticien peut aussi de plus en plus agir directement sur la composante de base du patrimoine génétique, puisqu'il peut désormais analyser l'ADN, le stocker, et (avec un peu de science fiction) le ré-injecter pour créer un nouvel individu doté de potentialités supplémentaires prises dans un autre individu, une autre race, voire une autre espèce.

Dans quelle mesure ces nouvelles perspectives s'appliquent-elles aux activités de conservation des ressources génétiques animales? On peut regrouper celles-ci autour de cinq thèmes:

- Décrire
- Détruire
- Défendre
- Stocker
- Recréer,

et réfléchir sur les apports des différentes biotechnologies.

2.0 DECRIRE

Comme l'identification des caractéristiques des animaux à sélectionner est la base des programmes d'amélioration génétique, de même l'identification des caractères d'une race, de sa différence par rapport aux races voisines, de la pureté d'une population, sont à la base des programmes de conservation des ressources génétiques animales.

L'insémination artificielle, en permettant de multiplier le nombre de descendants d'un mâle donné, a accru le niveau de connaissance des potentialités de cet individu. Le transfert d'embryons a encore accru la précision de cette connaissance et a, de plus, ouvert la voie à des actions similaires sur la voie femelle. Le clonage est supposé accroître encore ces possibilités, et ce aussi bien pour les voies mâle que femelle. Mais ceci ne s'applique qu'au cas des individus, pas des populations.

Ces techniques n'apportent aucun plus pour la description des caractéristiques d'une population ou d'une race. La seule exception concernerait la possibilité, grâce au transfert d'embryons, de tester les potentialités de la race en dehors de son environnement habituel, et ainsi de faire la part entre les caractéristiques propres de la population et les conséquences d'un environnement ou d'un mode de conduite particuliers. De même, la possibilité offerte par le TE d'étudier l'effet maternel, tant au niveau de l'environnement utérin que de l'allaitement (en choisissant la race de la receveuse) peut permettre de distinguer, dans les caractéristiques d'une race, ce qui est d'origine génétique de ce qui est apporté par les conditions de vie, avant et après la naissance. Un exemple en est donné par l'expérience en cours à l'ILRAD, dans laquelle des embryons de N'Dama originaires de Gambie ont été transférés sur des femelles Boran au Kenya, ce qui peut permettre d'étudier la réaction de veaux d'une race réputée trypanotolérante, nés de femelles qui ne le sont pas.

Toutes les techniques qui se rattachent à l'analyse de l'ADN, au contraire, améliorent et affinent la description des populations ou des races. Ceci a été décrit en détail dans l'exposé de M. Duplan "caractérisation génétique des races". Particulièrement importante, compte tenu du coût des opérations de conservation et du grand nombre de races menacées (voir exposé de R.

Loftus), est la possibilité de mesurer précisément le caractère unique d'une population et les distances génétiques qui la sépare des populations voisines ou semblables. Seules les races réellement différentes et possédant des caractéristiques clairement individualisées pourront bénéficier d'actions de sauvetage.

3.0 DETRUIRE.

La principale menace qui pèse sur une race d'animaux domestiques est de disparaître par croisement avec une autre, parfois simplement par hasard, souvent en conséquence d'un croisement délibéré dans l'espoir d'améliorer significativement et rapidement les performances. Le recours à cette stratégie, qui est rendue encore plus attractive par l'effet d'hétérosis, qui s'observe tout particulièrement en cas de croisement entre taurins et zébus, est indiscutablement facilitée par l'emploi de l'insémination artificielle. Au cours des dernières décennies, toute une série de programmes d'importation de doses de semences de taureaux européens (Holstein, Jersey, Brune des Alpes, Montbéliard), souvent facilités dans le cadre de donations (voir programme de dons de semence de taureau de la FAO), ont développé le recours à l'animal croisé. Dans la plupart des pays africains, les conditions climatiques et sanitaires ne permettent pas un élevage rentable de ces animaux croisés, même de première génération, et leur extension se limite au pourtour des grandes villes pour l'approvisionnement en lait de celles-ci. Mais lorsque les conditions sont moins difficiles, ces animaux se répandent, jusqu'à mettre en péril les races locales. En Albanie par exemple, il est plus difficile de trouver un bovin de race locale pure, tous les animaux ayant été croisés avec des Holstein en plaine et des Jersey en montagne.

Le transfert d'embryon, qui permet d'importer directement la race "exotique" pure, est potentiellement moins dangereux, compte tenu des problèmes de survie de ces animaux, des difficultés dans la mise en place efficace du transfert lui-même dans les conditions du terrain et du coût du veau produit. Il n'y a pas d'exemple de race mise en danger par le recours à cette technique.

4.0 DEFENDRE.

Inversement, l'insémination artificielle peut devenir un instrument de défense des races locales. Au Bénin, les éleveurs des races Somba et Borgou, comme dans beaucoup d'autres pays de la région, ont laissé faire, ou ont volontairement favorisé, le croisement de leurs femelles avec les mâles zébus des troupeaux transhumants. Cela leur permettait d'accroître le format des animaux, source de prestige, dans l'espoir d'améliorer l'aptitude au travail et les rendements en viande. Ces éleveurs ont pris conscience, par eux-mêmes et à travers le travail de sensibilisation des projets de développement, des difficultés supplémentaires que représente l'élevage de ces animaux, notamment du fait de leur sensibilité à la trypanosomiase, de la nécessité de frais supplémentaires en traitements vétérinaires et de la difficulté de les maintenir en bon état, avec pour conséquence un prix de vente en carcasse inférieur aux espérances et souvent non différent de celui des animaux de races locales. Ils souhaitent maintenant revenir à l'accouplement en race pure, mais ont les plus grandes difficultés à trouver des mâles purs. Dans ces conditions, l'insémination artificielle, pour la diffusion de la semence d'un petit noyau de mâles de race pure, pour permettre aux éleveurs de réorienter leurs troupeaux vers la race pure, sera un puissant outil de protection de ces races, même en limitant l'usage de l'IA à une petite série d'opérations, chez des éleveurs particulièrement motivés et répartis sur tout le territoire d'expansion de la race considérée.

Mais l'IA ne doit pas se limiter à donner accès à la race pure. Les mâles retenus pour la production de semence doivent apporter un plus sur le plan des performances. Pour revenir à l'exemple du Bénin, pour conforter les éleveurs dans leur choix de revenir à leurs races locales, il faut que les produits soient immédiatement attractifs: dans ce cas les taureaux devront être choisis sur leur format et sur leur trypanotolérance, de façon à ce que les veaux bénéficient d'un

jugement favorable dès les premiers mois par rapport à des croisés zébus et par rapport aux animaux de race pure ordinaires. La sélection sur les performances laitières est par définition beaucoup plus difficile en l'absence de contrôle de performances et d'identification. Toutefois, les systèmes à noyau ouvert (Open Nucleus Breeding Schemes ou ONBS), associés à un screening de la population de base pour identifier les meilleures femelles, ont prouvé leur faisabilité et leur efficacité (voir par exemple l'expérience réalisée à Kolda, Sénégal). Dans le cadre d'un contrat temporaire avec l'éleveur (il n'est pas nécessaire d'acheter ces meilleures vaches, ce qui serait, dans la plupart des cas, impossible), ces femelles élites sont fécondées par des taureaux sélectionnés (soit après rassemblement dans un même lieu, soit même maintenues dans leurs troupeaux d'origine), et les produits mâles rachetés prioritairement par le programme pour être utilisés ensuite soit comme taureaux de saillie dans des troupeaux multiplicateurs, soit, lorsque cela est possible, dans un programme d'insémination artificielle.

Bien qu'elles ne soient généralement pas incluses sous l'étiquette "biotechnologies", les techniques de maîtrise des cycles se sont avérées un complément absolument indispensable de tout programme de promotion de l'insémination artificielle en Afrique. Il n'est pas possible de fonctionner sur la base de l'observation des chaleurs avec appel de l'inséminateur: l'état des moyens de communication ne le permet pas. Par contre, plusieurs projets ont démontré la faisabilité d'opérations totalement planifiées, grâce à l'utilisation des traitements de maîtrise des cycles associés à des inséminations à dates prédéterminées (par exemple: Bénin, Gambie, Malawi, Mali, Sénégal), et ce même en milieu villageois.

Il serait plus difficile de trouver une justification à l'utilisation de la plupart des autres biotechnologies (transfert d'embryons, sexage, clonage) pour la protection et la promotion des races locales. L'effet amplificateur de la dissémination n'est pas suffisant pour compenser les difficultés de mise en place ni les surcoûts.

Cependant, la fécondation *in vitro*, dans la mesure où elle utilise comme matériel de départ des ovaires récupérés à l'abattoir, donc sans interférence avec la conduite des élevages et à un coût très réduit, et dans la mesure aussi où toute la phase de production se fait en laboratoire, donc en dehors des contingences du terrain et à peu près sous contrôle, peut être un outil important de protection ou de sauvetage d'une race. Trois exemples peuvent être proposés:

- En cas d'épidémie ou de sécheresse dans une zone limitée occupée par une race particulière à faible effectif, il est possible de prélever les ovaires de toutes les femelles abattues en urgence, de maturer, féconder et cultiver *in vitro* les ovocytes ainsi récupérés, puis, par transfert sur des receveuses de n'importe quelle autre race, sauvegarder l'existence de la race en situation d'urgence.
- Pour une race à faibles effectifs, sans menace particulière, il doit être possible, en prélevant systématiquement les ovaires de toute femelle abattue normalement pour la réforme ou pour la production de viande, de produire *in vitro*, en marge de la conduite d'élevage normale, des embryons qui, après transfert sur des receveuses de n'importe quelle race, viendront augmenter le nombre de naissances de la race considérée, entraînant à terme une augmentation de la taille de la population.
- Dans le cas où seules quelques doses de semence d'un mâle d'une race donnée ont pu être sauvées, il serait plus efficace d'utiliser ces doses par fécondation *in vitro* (une seule dose suffit pour féconder plusieurs centaines d'ovocytes, provenant de plusieurs dizaines de femelles), que de tenter de féconder quelques femelles par IA, avec l'espoir de produire seulement un ou deux veaux.

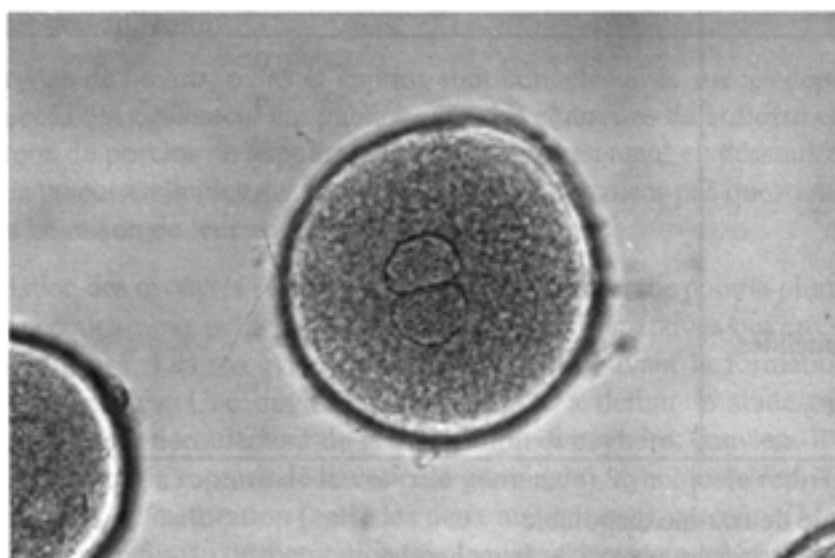
La possibilité de choisir le sexe des produits, que ce soit par détermination du sexe des embryons ou par tri des spermatozoïdes, est de peu d'intérêt pour la protection des races à faible effectif dans la mesure où la "taille de population effective", qui mesure le risque de consanguinité, est plus favorable pour un sex ratio voisin de 1 que pour une structure habituelle de troupeau de 1 pour 10 ou 1 pour 20. Il n'y a donc pas lieu de chercher à faire naître préférentiellement des



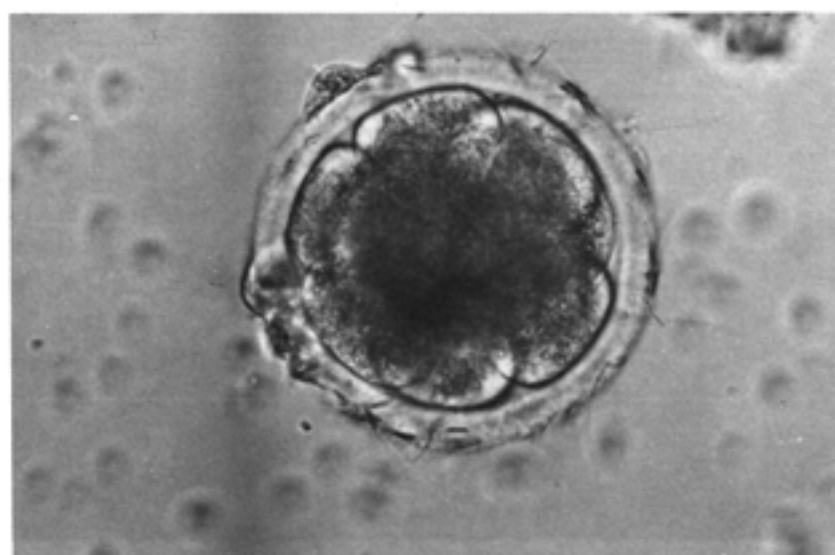
Utilisation du transfert d'embryons pour introduire une race exotique : chèvre receveuse de race locale du Nord Est du Brésil avec son chevreau de race Saanen né après transfert d'embryons produits en France et conservés à -196°C .



Utilisation du transfert d'embryons pour introduire une race exotique : vache receveuse croisée (Vietnam) avec son veau de race charolaise né après transfert d'embryons produits en France et conservés à -196°C .



*Fécondation **in vitro**. Zygote bovin au stade deux pronoyaux (environ 24 heures après la pénétration du spermatozoïde dans l'ovocyte).*



*Fécondation **in vitro**. Embryon au stade 8 cellules (après trois jours de culture).*

Tableau 1: *Etat actuel des connaissances dans le domaine de la congélation des gamètes et des embryons.*

Espèce	Semence	Ovocytes	Embryons
Bovins	+	0	+
Buffles	+	?	0
Caprins	+	0	+
Ovins	+	0	+
Porcins	0	-	-
Equins	+	?	0
Lamoids/Camélidés	0	?	?
Lapins	+	0	+
Volailles	0	*	-

- + Technique de routine disponible
- 0 Résultats positifs au niveau de la recherche
- Impossible dans l'état actuel de la technique
- ? inconnu
- * Quelques pistes de recherche



*Fécondation **in vitro**. Agneaux Île de France transférés dans l'oviducte de receveuses 24 heures après la pénétration du spermatozoïde dans l'ovocyte.*

femelles, si ce n'est pour augmenter rapidement les effectifs, mais dans ce cas il est nécessaire d'avoir au préalable un stock de semence d'un grand nombre de males non apparentés.

5.0 STOCKER.

La possibilité d'arrêter les mécanismes enzymatiques de façon réversible par refroidissement progressif et maintien à une température suffisamment basse permet de conserver toute une gamme de cellules animales. Pour la conservation des ressources génétiques ceci concerne plus particulièrement les spermatozoïdes et les embryons, mais avec le développement des techniques, également les ovocytes, voire des morceaux de gonades et des cellules somatiques. L'intérêt respectif de ces différentes possibilités sera examiné dans la section suivante qui considère la recréation d'une race après la phase de stockage. Le tableau I présente de façon synthétique l'état actuel des techniques. Les techniques elles-mêmes ont été décrites précédemment dans les exposés consacrés à l'insémination artificielle et au transfert d'embryons. Elles ont été considérablement simplifiées au cours de dernières années, et ne nécessitent généralement plus d'avoir recours à du matériel sophistiqué d'un usage difficile sur le terrain, l'ultime évolution est la vitrification qui ne nécessite plus aucun équipement particulier.

La congélation de la semence est certainement la technique la mieux maîtrisée, et cela pour la plupart des espèces. Technique de routine pour les bovins depuis les années 50, plus récemment pour les ovins et les caprins, la congélation de la semence est également possible chez les buffles, les équins et les volailles. Seuls les porcins, pour lesquels cependant des résultats positifs ont été publiés, présentent une difficulté.

Les embryons de bovins, ovins et caprins sont congelés avec succès depuis le début des années 80. Des succès ont également été publiés avec des embryons de buffles et de juments. Par contre les embryons de porcins ne supportent pas le refroidissement en dessous de + 15°C, sans doute à cause de la teneur en lipides des cellules. Il n'est évidemment pas question de congeler les oeufs de volailles en raison de leur volume.

La congélation des ovocytes est encore au stade de la recherche pour la plupart des espèces, avec des résultats encourageants publiés chez les bovins et des perspectives ouvertes chez les ovins, les caprins et la buffle. Les ovocytes de volaille, prélevés avant la formation de l'albumen, pourraient être congelables. Une des difficultés consiste à définir le stade optimum pour la congélation par rapport au déroulement de la maturation ovocytaire: convient-il de congeler des ovocytes immatures (avant la rupture de la vésicule germinale), ayant juste repris leur maturation (Métaphase I), en cours de maturation (entre les deux métaphases), ou enfin (Métaphase II)? Au cours du refroidissement le fuseau de maturation (sur lequel se déplacent les chromosomes au cours de la méiose) se dépolymérise. Il se reforme lors du réchauffement, mais un chromosome (notamment lorsqu'ils sont rassemblés dans la plaque métaphasique) peut avoir été déplacé par les courants de fluides dans la phase de cristallisation et ne plus se trouver sur le fuseau. Le zygote qui résultera de la fécondation de cet ovocyte est condamné.

Des résultats positifs ont été publiés chez les animaux de laboratoire après congélation de morceaux d'ovaires, qui ont ensuite, après décongélation, été greffés sur des ovaires de receveuses et ont repris leur fonctionnement avec la croissance de nouveaux follicules de la lignée de départ. Ceci peut être important pour la conservation des ressources génétiques animales dans la mesure où cela simplifierait considérablement les procédures de prélèvement, et, dans une certaine mesure de re-création, si l'on peut créer par greffage de ces morceaux d'ovaires, des femelles d'une race X (courante) produisant des gamètes de la race Y (à recréer).

Différentes cellules somatiques peuvent être stockées sous forme congelée en vue d'analyser ultérieurement l'ADN, que ce soit pour analyser le génome de la race considérée, ou pour identifier, et éventuellement isoler, un gène particulier. L'ADN lui-même peut être conservé pendant quelques mois à température ambiante en solution dans l'alcool. Pour une conservation

plus longue, l'ADN est conservé à -20°C (ou mieux à -80°C , mais ceci est plus difficile à mettre en oeuvre dans toutes les situations) dans un tampon tris-EDTA. En partant sur la mise au point de techniques de transfert nucléaire pour les cellules somatiques, il pourrait être aussi tentant de stocker divers types de cellules, par exemple des cellules sanguines.

La durée maximum possible de la conservation de ces différents types de cellules n'est évidemment pas connue précisément de façon expérimentale, les plus anciennes semences de taureau n'étant congelées que depuis une trentaine d'années, et les plus anciens embryons depuis quinze ans. Aucune expérience n'a été réalisée pour préciser l'évolution du pouvoir fécondant après plusieurs décennies de stockage, exception faite de l'étude de Goffaux et al. (1975) après seulement 5 ans. Les stocks existent et il serait sans aucun doute utile de susciter une telle étude. En ce qui concerne les embryons, leur aptitude à reprendre leur développement après le réchauffement ne semble pas évoluer au cours du temps (confirmé après 13 ans chez la souris, Wood et al., 1987). On a par contre évoqué la possibilité que les radiations puissent induire des mutations au cours du stockage à long terme. Une simulation faite avec des embryons de souris et correspondant à 2000 ans de radiations n'a provoqué aucune augmentation significative du taux de mutations (Glenister et al., 1984).

Il semble malheureusement plus probable que ce qui limitera la durée de conservation sera la difficulté de maintenir constantes les conditions de stockage, notamment le réapprovisionnement régulier en azote liquide et le maintien des containers en état. C'est pour compenser ce risque qu'il est suggéré de mettre en place, en parallèle avec des banques nationales, un stockage de sécurité au niveau mondial, auquel sera envoyée une quote-part des échantillons. Ce stock pourrait en outre être mis à la disposition de la communauté internationale, sous réserve de la rédaction et de la signature d'un protocole d'accord réglant les droits et responsabilités des différentes parties.

Le nombre de donneurs d'échantillons à conserver est conditionné par la nécessité de maintenir la consanguinité aussi limitée que possible lors de la re-création de la race. Le calcul montre (Smith, 1984) qu'un taux de consanguinité équivalent à 4 générations de pratique normale d'élevage (2%) est obtenu pour une taille effective de population de 25, ce qui s'obtient avec 25 mâles pour produire de la semence ou 25 paires mâle-femelle pour produire des embryons. Tous ces animaux ne doivent pas être apparentés. Le nombre d'échantillons par parent ou par paire de parents est fonction de la procédure suivie lors de la re-création de la race.

6.0 RECREER

En suivant le même raisonnement que ci-dessus, il est recommandé de chercher à recréer au moins 25 femelles prêtes à saillir non apparentées. Les estimations présentées dans cette section prennent en compte le cas des bovins. Pour les autres espèces, il convient évidemment de tenir compte de la prolificité, en plus de différences notables dans les niveaux de fertilité.

Dans le cas où seule de la semence a été stockée, la race sera re-créée par croisement d'absorption sur une race existante. Il faut 5 générations pour que les animaux soient à 97% de la race stockée. Le nombre de femelles devant être fécondées à chaque génération dépend du niveau de risque que l'on accepte de ne pas avoir au moins 1 femelle ($1/2$): 3% avec 5 veaux, moins de 1% avec 7 et moins de 0,1% avec 10. Mais le risque est répercuté de génération en génération. Ainsi, pour être à peu près certain d'avoir en cinquième génération au moins une femelle de chaque taureau de départ, il faut faire naître au moins 100 veaux par génération, ce qui signifie disposer de 185 doses de semence par mâle et par génération (36 femelles x 3 vêlages x 1,7 doses par gestation, avec 10% des vaches vides par campagne), soit un total de 925 doses par mâle. Avec 25 mâles par race, cela représente 23 125 doses par race, chiffre qui peut paraître excessif et difficile à obtenir pour des taureaux non entraînés, et accroître le coût du stockage.

Si on accepte un plus grand risque de ne pas avoir de filles de certains males, on peut se contenter de faire naître 20 veaux par génération, ce qui suppose de stocker 205 doses par taureau (8 femelles x 3 vêlages x 1,7 doses par gestation, avec 10% des vaches vides par campagne) ou 5 125 doses par race.

Les estimations présentées ci-dessus considèrent des paramètres de reproduction qui sont ceux de races européennes entretenues en conditions optimum. Dans le cas de races locales, en conduite traditionnelle, les chiffres seraient de l'ordre de 2,5 doses par gestation et 30% des vaches vides par campagne. Les nombres de doses à stocker doivent être revus en conséquence. Il ne faut pas non plus sous-estimer la difficulté de collecter ces grands nombres de doses sur des taureaux non entrants, peut être même directement en milieu villageois.

Lorsque ce sont des embryons qui sont stockés, et toujours dans l'optique d'obtenir au moins une femelle de chaque origine, il faut faire naître 10 veaux, ce qui suppose d'avoir stockés 25 embryons de chaque accouplement, soit 625 embryons par race. Ceci suppose que chaque donneuse retenue soit collectée au moins 6 fois, ce qui complique et prolonge considérablement la phase de mise en stock (il faut 1 an pour collecter 6 fois une même femelle), au point de ne plus être compatible avec le concept de sauvetage en urgence d'une race en danger. Inversement, s'il n'est pas possible de collecter chaque femelle plus d'une fois, il faut pouvoir collecter 150 donneuses différentes, ce qui suppose que les effectifs n'aient pas encore atteint un niveau réellement critique.

La re-création par transfert d'embryon repose évidemment sur l'utilisation de femelles receveuses d'une race différente. Il conviendra de choisir la race des receveuses aussi voisine que possible de la race à re-créer (phénotype, mode de conduite), pour éviter que les effets maternels (environnement utérin et allaitement) n'affectent significativement le phénotype des veaux, sans parler de leur comportement, conséquence des relations mère-jeune et dans la recherche et le tri de la nourriture.

Si le stock est constitué d'ovocytes et de doses de semence, la re-création passe par la fécondation *in vitro* après décongélation. Les paramètres techniques actuellement connus sont susceptibles d'amélioration. Au niveau actuel, 30% des ovocytes deviennent des embryons transférables, et 30% des embryons transférés deviennent des veaux, ce qui signifie qu'il faut 100 ovocytes pour produire 10 veaux. Il faut donc disposer de 2 500 ovocytes en stock pour être certain ($p < 0,1\%$) de produire au moins 25 femelles. Ces 2 500 ovocytes sont par définition récoltés à l'abattoir, sur un grand nombre de femelles (en moyenne 5 ovocytes utilisables par vache), et le problème de la variabilité génétique ne devrait pas se poser, pas plus que celui de la consanguinité.

Les ovocytes pourraient aussi être récoltés par ponction folliculaire (Ovum Pick-Up, OPU), éventuellement répétées, sur quelques animaux particulièrement représentatifs (ou sur les seules survivantes de la race). Dans ce cas il importerait comme précédemment dans le cas de transfert d'embryons, que ces donneuses ne soient pas apparentées. Le nombre total d'ovocytes nécessaires est identique. Dans le cas idéal il faudrait donc pouvoir récolter 100 ovocytes de 25 femelles différentes. En utilisant les chiffres publiés pour des races européennes ceci peut être réalisé en 2 semaines à raison de 2 collectes par semaine. Sur les races locales africaines, en considérant les résultats préliminaires de collecte d'ovocytes à l'abattoir obtenus sur la N'Dama (Wagner, comm. pers.), il faudrait sans doute 3 à 4 fois plus de temps. Il en serait de même pour la buflesse, compte tenu de son faible stock folliculaire (Le Van Ty et al. 1989).

En utilisant 1 dose de semence pour féconder 10 ovocytes, il faut avoir stockés 10 doses de chacun des 25 taureaux non apparentés entre eux et si possible, et si connu, également non apparentés avec les femelles dont sont originaires les ovocytes.

Si l'on doit rechercher absolument à créer 1 femelle apte à la reproduction pour chaque parents stockée, il n'est sans doute pas utile (ni pratiquement et économiquement faisable) de conserver

également 1 mille de toutes les paires. Le sexage des embryons avant la congélation pourrait ainsi permettre de limiter le nombre d'embryons stockés (mais pas le nombre d'embryons produits) et le nombre de receveuses nécessaires, en ne conservant et en ne transférant que le nombre minimum d'embryons viables pour créer les quelques reproducteurs voulus (plus nombreux toutefois que dans une conduite de troupeau normale). De même, le sexage de la semence par tri des spermatozoïdes X et Y permettrait, en cas d'utilisation de la fécondation *in vitro* (compte tenu du faible rendement de l'ordre de 100 000 spermatozoïdes à l'heure) d'orienter la production en faveur des femelles. Toutefois, il s'agit là de raffinements qui ne sont pas indispensables et seraient sources de complications pratiques et d'accroissement des coûts dans des programmes qui seront, par définition, mis en place dans des conditions difficiles. Le coût du stockage sous forme congelée est si faible que l'intérêt de diminuer le nombre d'échantillons à stocker est douteux.

Le même raisonnement sur le maintien de la variabilité génétique et le contrôle de la consanguinité rend difficile l'usage de techniques comme le clonage par transfert de noyaux qui ne ferait qu'accroître les effectifs mais en reproduisant seulement quelques animaux à l'identique. En caricaturant, il serait théoriquement possible de recréer une race à partir de deux embryons préalablement sexés, un mâle et une femelle. La race ainsi recréée ne posséderait qu'une partie du réservoir de gènes de la race de départ, en ce sens que 1 ou 2 individus ne peuvent contenir toute la variabilité génétique d'une population: on n'aurait pas totalement recréé la race originelle, mais plutôt une nouvelle race en partie semblable à la race de départ.

Pour toutes les utilisations de la technique de transfert de noyau il convient également de ne pas sous-estimer l'influence possible du cytoplasme de l'ovocyte receveur (par les mitochondries). Un cas a déjà été publié d'hérédité cytoplasmique de la forme des oreilles chez le porc: les porcelets nés après transfert de noyau avaient la forme d'oreille de la race ayant produit les ovocytes et non de celle ayant produit les noyaux. Il pourrait donc se dire que la race re-créée possède, de façon visible ou non, des caractères de la race des ovocytes receveurs.

Par parthénogénèse (ou gynogénèse: développement d'un individu à partir de gamètes femelles) il est possible de produire, chez les animaux de laboratoire, des embryons qui se développent normalement jusqu'au milieu de la gestation mais ne donnent jamais naissance à des jeunes vivants. La technique est encore moins fonctionnelle chez les animaux de ferme. Elle peut le devenir. Aurait-elle un intérêt pour la conservation et recréation d'une race à partir d'ovocytes? Cela semble douteux dans la mesure où tous les animaux produits seront des femelles. Si des doses de semence sont disponibles il serait certainement plus efficace de passer par la voie de la fécondation *in vitro*. Si aucune dose de semence n'a été stockée, cette voie est une impasse.

L'évolution des techniques pourrait rendre possible la re-création directe d'individus d'une race donnée même dans le cas où seule de la semence a été stockée (ou androgénèse: aucun individu n'a été produit à ce jour de cette façon). Ceci passe par l'induction volontaire et contrôlée de la polyspermie (fécondation par plusieurs spermatozoïdes) suivie de l'élimination par micromanipulation du pronucleus femelle (opération facile chez les animaux de laboratoire, beaucoup plus malaisée chez les animaux de ferme en raison de l'opacité du cytoplasme qui rend extrêmement difficile l'observation des pronuclei). Cette polyspermie peut être provoquée au hasard en déséquilibrant simplement le rapport nombre de spermatozoïdes/nombre d'ovocytes dans la fécondation *in vitro* (avec augmentation de la consanguinité), ou sous contrôle beaucoup plus strict par micro injection de deux spermatozoïdes sous la zone pellucide. Il est même possible de choisir des spermatozoïdes de deux mâles différents, l'individu ainsi produit ayant deux pères et pas de mère. Ce dernier cas permet de maîtriser la consanguinité, ce qui n'est pas possible quand on opère par fécondation *in vitro* normale. On pourrait aussi imaginer de fusionner, en utilisant les techniques utilisées dans le clonage par transfert de noyaux, deux spermatozoïdes et un ovocyte énucléé. Cette voie a, par rapport à la parthénogénèse, l'intérêt de produire des



Les biotechnologies mises au point par les espèces traditionnelles de bétail doivent être adaptées pour les espèces moins connues : ici un chercheur de l'INTA à Bariloche (Argentine) pratique l'endoscopie sur une femelle Guanaco.



Le clonage chez les bovins : un clone de 5 mâles Holstein nés à l'INRA (France) en janvier 1993.

males et des femelles, même si c'est avec un sex-ratio moins favorable que normalement (2/3 de males et 1/3 de femelles).

Reste la solution "Jurassic Park". Elle est pour l'instant hors de notre portée. En sera-t-il toujours ainsi? Pour être prêts le jour venu, il suffirait de stocker n'importe quelle cellule somatique diploïde. Ceci ne coûte pas cher, ni à collecter, ni à stocker. Pourquoi ne pas le faire aussi, en plus des banques de gamètes, à tout hasard?

7.0 REFERENCES

- Glenister, P.H., Whittingham, D.G. and Lyon, M.F., 1984. Further studies on the effect of radiation during the storage of frozen 8-cell mouse embryos at - 196 °C. *J. Reprod. Fert.* 70, p. 229-234.
- Goffaux, M., Tourneur, J.C., Messeiti, Y., Tabary, M. et Thomassey, M., 1975. Effet d'une conservation de six ans sur le pouvoir fécondant du sperme de taureau; *Elev. Insem.*, 145, p. 3-12.
- Van Ty, Chupin, D. and Driancourt, M.A., 1989. Ovarian follicular populations in buffaloes and cows. *Anim. Reprod. Science* 19, p. 171-178.
- Lih-Ren Chen, Ming-Chr Wu and Yow-Ling Shine, 1992. The cytoplasmic effect of enucleated Landrace oocytes on the expression of small ear nucleus in nuclear transplanted pigs. *Proc. 12th Intem. Cong. Anim. Reprod.*, The Hague, Netherlands, August 23-27 1992, p. 1297 (abstr.)
- Smith, C., 1984. Genetic aspects of conservation of farm livestock. in "Animal Genetic Resources Conservation by Management, Data banks and Training", FAO APHP 44/1, p. 31-47.
- Wood, M.J., Whittingham, D.G. and Rall, W.F., 1987. The low temperature preservation of mouse oocytes and embryos. in: *Mammalian development a practical approach* (Monk, M., Ed.), IRL Press, p. 255-280.

