

REPUBLIQUE DU CAMEROUN

Paix - Travail - Patrie

UNIVERSITE DE YAOUNDE I

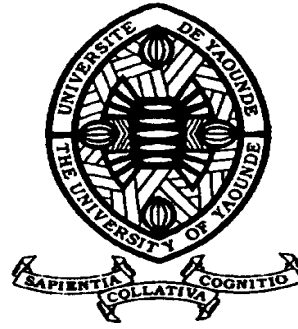
FACULTE DES SCIENCES

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE ET

PHYSIOLOGIE ANIMALES

LABORATOIRE DE PHYSIOLOGIE

ANIMALE



REPUBLIC OF CAMEROUN

Peace - Work - Fatherland

UNIVERSITY OF YAOUNDE I

FACULTY OF SCIENCE

DEPARTMENT OF ANIMAL

BIOLOGY AND PHYSIOLOGY

LABORATORY OF ANIMAL

PHYSIOLOGY

**Détermination des principaux
paramètres pour le contrôle de la
reproduction chez la chèvre naine
(*Capra hircus*) de la zone de forêt
humide du Cameroun**

THESE

Présentée en vue de l'obtention du Doctorat/PhD en
Biologie des Organismes Animaux

Par : **DJOKO TEINKAM Denis**

DEA Biologie Animale

Sous la direction de
KAMTCHOUING Pierre
Professeur

Année Académique : 2019



REPUBLIQUE DU CAMEROUN
Paix - Travail - Patrie

UNIVERSITE DE YAOUNDE I

FACULTE DES SCIENCES

BP 812-Yaoundé
Tél : (237) 222 239 584
(237) 222 234 496
Fax : (237) 222 239 588



REPUBLIC OF CAMEROON
Peace - Work - Fatherland

UNIVERSITY OF YAOUNDE I

FACULTY OF SCIENCE

P.O. Box 812-Yaounde
Tel: (237) 222 239 584
(237) 222 234 496
Fax : (237) 222 239 588


ATTESTATION DE CORRECTION DE THESE DE DOCTORAT/Ph.D.

Nous soussignés, membres du jury de la soutenance de thèse de Doctorat/Ph.D. de Monsieur **Djoko Teinkam Denis** matricule **791222**, soutenance autorisée par la correspondance N° 191796/UIY/VREPDTIC/DAAC/DEPE/SPD/mg de Monsieur le Recteur en date du 31 juillet 2019, attestons que les corrections exigées au candidat lors de cette évaluation faite le mardi 12 novembre 2019 ont été réellement effectuées et que le présent document peut être déposé sous sa forme actuelle.

En foi de quoi la présente attestation lui est établie et délivrée pour servir et valoir ce que de droit.

Fait à Yaoundé, le **07 AUG 2020**

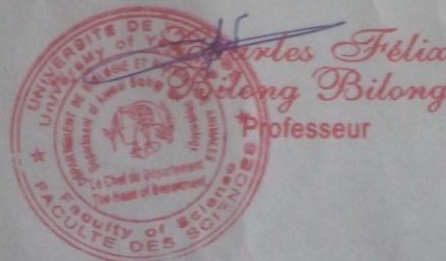
Président du Jury



E. Dima

Examinateur


Bilong Bilong

Chef de Département



UNIVERSITÉ DE YAOUNDÉ I Faculté des Sciences Division de la Programmation et du Suivi des Activités Académiques		THE UNIVERSITY OF YAOUNDE I Faculty of Science Division of Programming and Follow-up of Academic Affairs
LISTE DES ENSEIGNANTS PERMANENTS		LIST OF PERMANENT TEACHING STAFF

ANNÉE ACADEMIQUE 2018/2019

(Par Département et par Grade)

DATE D'ACTUALISATION 19 Février 2019

ADMINISTRATION

DOYEN : TCHOUANKEU Jean- Claude, *Maitre de Conférences*

VICE-DOYEN / DPSAA : DONGO Etienne, *Professeur*

VICE-DOYEN / DSSE : AJEAGAH Gideon AGHAINDUM, *Maître de Conférences*

VICE-DOYEN / DRC : ABOSSOLO Monique, *Maitre de Conférences*

Chef Division Administrative et Financière : NDOYE FOE Marie C. F., *Maitre de Conférences*

Chef Division des Affaires Académiques, de la Scolarité et de la Recherche DAASR : MBAZE MEVA'A
 Luc Léonard, *Professeur*

1- DÉPARTEMENT DE BIOCHIMIE (BC) (37)

N°	NOMS ET PRÉNOMS	GRADE	OBSERVATIONS
1	FEKAM BOYOM Fabrice	Professeur	En poste
2	MBACHAM FON Wilfried	Professeur	En poste
3	MOUNDIPA FEWOU Paul	Professeur	Chef de Département
4	NINTCHOM PENLAP V. épouse BENG	Professeur	En poste
5	OBEN Julius ENYONG	Professeur	En poste
6	ACHU Merci BIH	Maître de Conférences	En poste
7	ATOGHO Barbara Mma	Maître de Conférences	En poste
8	BELINGA née NDOYE FOE M. C. F.	Maître de Conférences	Chef DAF / FS
9	BIGOGA DIAGA Jude	Maître de Conférences	En poste
10	BOUDJEKO Thaddée	Maître de Conférences	En poste
11	EFFA NNOMO Pierre	Maître de Conférences	En poste
12	FOKOU Elie	Maître de Conférences	En poste
13	KANSCI Germain	Maître de Conférences	En poste
14	NANA Louise épouse WAKAM	Maître de Conférences	En poste
15	NGONDI Judith Laure	Maître de Conférences	En poste
16	NGUEFACK Julienne	Maître de Conférences	En poste
17	NJAYOU Frédéric Nico	Maître de Conférences	En poste
18	AKINDEH MBUH NJI	Chargée de Cours	En poste
19	BEBOY EDZENGUELE Sara Nathalie	Chargée de Cours	En poste
20	DAKOLE DABOY Charles	Chargée de Cours	En poste
21	DJOKAM TAMO Rosine	Chargée de Cours	En poste
22	DJUIDJE NGOUNOUE Marcelline	Chargée de Cours	En poste
24	DJUUKWO NKONGA Ruth Viviane	Chargée de Cours	En poste

25	DONGMO LEKAGNE Joseph Blaise	Chargé de Cours	En poste
26	EWANE Cécile Anne	Chargée de Cours	En poste
27	FONKOUA Martin	Chargé de Cours	En poste
28	BEBEE Fadimatou	Chargée de Cours	En poste
29	KOTUE KAPTUE Charles	Chargé de Cours	En poste
30	LUNGA Paul KEILAH	Chargé de Cours	En poste
31	MANANGA Marlyse Joséphine	Chargée de Cours	En poste
32	MBONG ANGIE M. Mary Anne	Chargée de Cours	En poste
33	MOFOR née TEUGWA Clotilde	Chargée de Cours	Inspecteur de Service MINESUP
34	PACHANGOU NSANGOU Sylvain	Chargé de Cours	En poste
35	Palmer MASUMBE NETONGO	Chargé de Cours	En poste
36	TCHANA KOUATCHOUA Angèle	Chargée de Cours	En poste
37	MBOUCHE FANMOE Marceline Joëlle	Assistante	En poste
2- DÉPARTEMENT DE BIOLOGIE ET PHYSIOLOGIE ANIMALES (BPA) (44)			
1	BILONG BILONG Charles-Félix	Professeur	Chef de Département
2	DIMO Théophile	Professeur	En Poste
3	DJIETO LORDON Champlain	Professeur	En Poste
4	ESSOMBA née NTSAMA MBALA	Professeur	<i>VDoyen/FMSB/UIYI</i>
5	FOMENA Abraham	Professeur	En Poste
6	KAMGANG René	Professeur	<i>C.S. MINRESI</i>
7	KAMTCHOUING Pierre	Professeur	En poste
8	NJAMEN Dieudonné	Professeur	En poste
9	NJIOKOU Flobert	Professeur	En Poste
10	NOLA Moïse	Professeur	En poste
11	TAN Paul VERNYUY	Professeur	En poste
12	TCHUEM TCHUENTE Louis Albert	Professeur	<i>Inspecteur de service Coord.Progr./MINSANTE</i>
13	AJEAGAH Gideon AGHAINDUM	Maître de Conférences	<i>VICE-DOYEN / DSSE</i>
14	DZEUFUET DJOMENI Paul Désiré	Maître de Conférences	En poste
15	FOTO MENBOHAN Samuel	Maître de Conférences	En poste
20	JATSA BOUKENG Hermine épouse MEGAPTCHE	Maître de Conférences	En Poste
16	KEKEUNOU Sévilor	Maître de Conférences	En poste
17	MEGNEKOU Rosette	Maître de Conférences	En poste
18	MONY Ruth épouse NTONE	Maître de Conférences	En Poste
19	NGUEGUIM TSOFAK Florence	Maître de Conférences	En poste
21	TOMBI Jeannette	Maître de Conférences	En poste
22	ZEBAZE TOGOUET Serge Hubert	Maître de Conférences	En poste
23	ALENE Désirée Chantal	Chargée de Cours	En poste
24	ATSAMO Albert Donatien	Chargé de Cours	En poste
25	BELLET EDIMO Oscar Roger	Chargé de Cours	En poste

26	BILANDA Danielle Claude	Chargée de Cours	En poste
27	DJIOGUE Séfirin	Chargée de Cours	En poste
28	DONFACK Mireille	Chargée de Cours	En poste
29	GOUNOUE KAMKUMO Raceline	Chargée de Cours	En poste
30	KANDEDA KAVAYE Antoine	Chargé de Cours	En poste
31	LEKEUFACK FOLEFACK Guy B.	Chargé de Cours	En poste
32	MAHOB Raymond Joseph	Chargé de Cours	En poste
33	MBENOUN MASSE Paul Serge	Chargé de Cours	En poste
34	MOUNGANG LucianeMarlyse	Chargée de Cours	En poste
35	MVEYO NDANKEU Yves Patrick	Chargé de Cours	En poste
36	NGOUATEU KENFACK Omer Bébé	Chargé de Cours	En poste
37	NGUEMBOK	Chargé de Cours	En poste
38	NJUA Clarisse Yafi	Chargée de Cours	Chef Div. UBA
39	NOAH EWOTI Olive Vivien	Chargée de Cours	En poste
40	TADU Zephyrin	Chargé de Cours	En poste
41	YEDE	Chargé de Cours	En poste
43	ETEME ENAMA Serge	Assistant	En poste
44	KOGA MANG DOBARA	Assistant	En poste
3- DÉPARTEMENT DE BIOLOGIE ET PHYSIOLOGIE VÉGÉTALES (BPV) (27)			
1	AMBANG Zachée	Professeur	Chef Division/UYII
2	BELL Joseph Martin	Professeur	En poste
3	MOSSEBO Dominique Claude	Professeur	En poste
4	YOUMBI Emmanuel	Professeur	Chef de Département
5	ZAPFACK Louis	Professeur	En poste
6	ANGONI Hyacinthe	Maître de Conférences	En poste
7	BIYE Elvire Hortense	Maître de Conférences	En poste
8	DJOCGOUE Pierre François	Maître de Conférences	En poste
9	KENGNE NOUMSI Ives Magloire	Maître de Conférences	En poste
10	MALA Armand William	Maître de Conférences	En poste
11	MBARGA BINDZI Marie Alain	Maître de Conférences	CT/UDs
12	MBOLO Marie	Maître de Conférences	En poste
13	NDONGO BEKOLO	Maître de Conférences	<i>CE / MINRESI</i>
14	NGONKEU MAGAPTCHE Eddy L.	Maître de Conférences	En poste
15	TSOATA Esaïe	Maître de Conférences	En poste
16	GOMANDJE Christelle	Chargée de Cours	En poste
17	MAFFO MAFFO Nicole Liliane	Chargé de Cours	En poste
18	MAHBOU SOMO TOUKAM. Gabriel	Chargé de Cours	En poste
19	NGALLE Hermine BILLE	Chargée de Cours	En poste
20	NGOUO Lucas Vincent	Chargé de Cours	En poste
22	NOUKEU KOUAKAM Armelle	Chargé de Cours	En poste
23	ONANA JEAN MICHEL	Chargé de Cours	En poste
24	NSOM ZAMO Annie Claude épse PIAL	Chargée de Cours	<i>Expert national/UNESCO</i>

25	TONFACK Libert Brice	Chargé de Cours	En poste
26	DJEUANI Astride Carole	Assistante	En poste
27	NNANGA MEBENGA Ruth Laure	Assistante	En poste
4- DÉPARTEMENT DE CHIMIE INORGANIQUE (CI) (32)			
1	AGWARA ONDOH Moïse	Professeur	<i>Vice Recteur Univ ,Bamenda</i>
2	ELIMBI Antoine	Professeur	En poste
3	Florence UFI CHINJE épouse MELO	Professeur	<i>Recteur Univ.Ngaoundere</i>
4	GHOGOMU Paul MINGO	Professeur	<i>Ministre Chargé de Miss.PR</i>
5	NANSEU Njiki Charles Péguy	Professeur	En poste
6	NDIFON Peter TEKE	Professeur	<i>CT MINRESI/Chef de Département</i>
7	NDIKONTAR Maurice KOR	Professeur	<i>Vice-Doyen Univ. Bamenda</i>
8	NENWA Justin	Professeur	En poste
9	NGAMENI Emmanuel	Professeur	<i>DOYEN FS UDs</i>
10	BABALE née DJAM DOUDOU	Maître de Conférences	<i>Chargée Mission P.R.</i>
11	DJOUFAC WOUFMO Emmanuel	Maître de Conférences	En poste
12	KAMGANG YOUNBI Georges	Maître de Conférences	En poste
13	KEMMEGNE MBOUGUEM Jean C.	Maître de Conférences	En poste
14	KONG SAKEO	Maître de Conférences	<i>En poste</i>
16	NGOMO Horace MANGA	Maître de Conférences	<i>Vice Chancellor/UB</i>
17	NJIOMOU C. épouse DJANGANG	Maître de Conférences	En poste
18	NJOYA Dayirou	Maître de Conférences	En poste
19	YOUNANG Elie	Maître de Conférences	En poste
20	ACAYANKA Elie	Chargé de Cours	En poste
21	BELIBI BELIBI Placide Désiré	Chargé de Cours	CS/ ENS Bertoua
22	CHEUMANI YONA Arnaud M.	Chargé de Cours	En poste
23	EMADACK Alphonse	Chargé de Cours	En poste
24	KENNE DEDZO GUSTAVE	Chargé de Cours	En poste
24	KOUOTOU DAOUDA	Chargé de Cours	En poste
25	MAKON Thomas Beauregard	Chargé de Cours	En poste
26	MBEY Jean Aime	Chargé de Cours	En poste
27	NCHIMI NONO KATIA	Chargé de Cours	En poste
28	NDI NSAMI Julius	Chargé de Cours	En poste
29	NEBA nee NDOSIRI Bridget NDOYE	Chargée de Cours	Inspecteur de Service MINFEM
30	NYAMEN Linda Dyorisse	Chargée de Cours	En poste
31	PABOUDAM GBAMBIE A.	Chargée de Cours	En poste
32	TCHAKOUTE KOUAMO Hervé	Chargé de Cours	En poste
5- DÉPARTEMENT DE CHIMIE ORGANIQUE (CO) (32)			
1	DONGO Etienne	Professeur	Vice-Doyen / PSAA
2	GHOGOMU TIH Robert Ralph	Professeur	Dir. IBAF/UDS
3	NGOUELA Silvère Augustin	Professeur	En poste
4	NKENGFACK Augustin Ephreïm	Professeur	Chef de Département

5	NYASSE Barthélemy	Professeur	<i>Directeur/UN</i>
6	PEGNYEMB Dieudonné Emmanuel	Professeur	<i>Directeur/ MINESUP</i>
7	WANDJI Jean	Professeur	En poste
8	Alex de Théodore ATCHADE	Maître de Conférences	<i>DEPE/ Rectorat/UYI</i>
9	EYONG Kenneth OBEN	Maître de Conférences	<i>Chef Service DPER</i>
10	FOLEFOC Gabriel NGOSONG	Maître de Conférences	<i>En poste</i>
11	KEUMEDJIO Félix	Maître de Conférences	En poste
12	KEUMOGNE Marguerite	Maître de Conférences	En poste
13	KOUAM Jacques	Maître de Conférences	En poste
14	MBAZOA née DJAMA Céline	Maître de Conférences	En poste
15	MKOUNGA Pierre	Maître de Conférences	En poste
16	NGO MBING Joséphine	Maître de Conférences	Sous/Direct. MINERESI
17	NOUNGOUE TCHAMO Diderot	Maître de Conférences	En poste
18	TABOPDA KUATE Turibio	Maître de Conférences	En poste
19	TCHOUANKEU Jean-Claude	Maître de Conférences	<i>Doyen /FS/ UYI</i>
20	TIH née NGO BILONG E. Anastasie	Maître de Conférences	En poste
21	YANKEP Emmanuel	Maître de Conférences	En poste
22	AMBASSA Pantaléon	Chargé de Cours	En poste
23	FOTSO WABO Ghislain	Chargé de Cours	En poste
24	KAMTO Eutrophe Le Doux	Chargé de Cours	En poste
25	MVOT AKAK CARINE	Chargé de Cours	En poste
26	NGOMO Orléans	Chargée de Cours	En poste
27	NGONO BIKOBO Dominique Serge	Chargé de Cours	En poste
28	NOTE LOUGBOT Olivier Placide	Chargé de Cours	Chef Service/MINESUP
29	OUAHOUE WACHE Blandine M.	Chargée de Cours	En poste
30	TAGATSING FOTSING Maurice	Chargé de Cours	En poste
31	ZONDENDEGOUNBA Ernestine	Chargée de Cours	En poste
32	NGNINTEDO Dominique	Assistant	En poste
6- DÉPARTEMENT D'INFORMATIQUE (IN) (25)			
1	ATSA ETOUNDI Roger	Professeur	<i>Chef Div. MINESUP</i>
2	FOUDA NDJODO Marcel Laurent	Professeur	<i>Chef Dpt ENS/Chef IGA. MINESUP</i>
3	NDOUN DAM René	Maître de Conférences	En poste
4	AMINOUE Halidou	Chargé de Cours	En poste
5	DJAM Xaviera YOUHEP KIMBI	Chargé de Cours	En Poste
6	KOUOKAM KOUOKAM E. A.	Chargé de Cours	En poste
7	MELATAGIA YONTA Paulin	Chargé de Cours	En poste
8	MOTO MPONG Serge Alain	Chargé de Cours	En poste
9	TAPAMO Hyppolite	Chargé de Cours	En poste
10	ABESSOLO ALO'O Gislain	Chargé de Cours	En poste
11	KAMGUEU Patrick Olivier	Chargé de Cours	En poste
12	MONTHE DJIADEU Valery M.	Chargé de Cours	En poste
13	OLLE OLLE Daniel Claude Delort	Chargé de Cours	C/D Enset. Ebolowa

14	TINDO Gilbert	Chargé de Cours	En poste
15	TSOPZE Norbert	Chargé de Cours	En poste
16	WAKU KOUAMOU Jules	Chargé de Cours	En poste
17	BAYEM Jacques Narcisse	Assistant	En poste
18	DOMGA KOMGUEM Rodrigue	Assistant	En poste
19	EBELE Serge	Assistant	En poste
20	HAMZA Adamou	Assistant	En poste
21	JIOMEKONG AZANZI Fidel	Assistant	En poste
22	KAMDEM KENGNE Christiane	Assistante	En poste
23	MAKEMBE. S . Oswald	Assistant	En poste
24	MEYEMDOU Nadège Sylvianne	Assistante	En poste
25	NKONDOCK. MI. BAHANACK.N.	Assistant	En poste
7- DÉPARTEMENT DE MATHÉMATIQUES (MA) (28)			
1	BITJONG NDOMBOL	Professeur	<i>En poste</i>
2	DOSSA COSSY Marcel	Professeur	En poste
3	AYISSI Raoult Domingo	Maître de Conférences	Chef de Département
4	EMVUDU WONO Yves S.	Maître de Conférences	<i>CD Info/ Chef division MINESUP</i>
5	NKUIMI JUGNIA Célestin	Maître de Conférences	En poste
6	NOUNDJEU Pierre	Maître de Conférences	En poste
7	TCHAPNDA NJABO Sophonie B.	Maître de Conférences	Directeur/AIMS Rwanda
8	AGHOUKENG JIOFACK Jean Gérard	Chargé de Cours	Chef Cellule MINPLAMAT
9	CHENDJOU Gilbert	Chargé de Cours	En poste
10	DJIADEU NGAHA Michel	Chargé de Cours	En poste
11	DOUANLA YONTA Herman	Chargé de Cours	En poste
12	FOMEKONG Christophe	Chargé de Cours	En poste
13	KIANPI Maurice	Chargé de Cours	En poste
14	KIKI Maxime Armand	Chargé de Cours	En poste
15	MBAKOP Guy Merlin	Chargé de Cours	En poste
16	MBANG Joseph	Chargé de Cours	En poste
17	MBEHOU Mohamed	Chargé de Cours	En poste
18	MBELE BIDIMA Martin Ledoux	Chargé de Cours	En poste
19	MENGUE MENGUE David Joe	Chargé de Cours	En poste
20	NGUEFACK Bernard	Chargé de Cours	En poste
21	NIMPA PEFOUNKEU Romain	Chargée de Cours	En poste
22	POLA DOUNDOU Emmanuel	Chargé de Cours	En poste
23	TAKAM SOH Patrice	Chargé de Cours	En poste
24	TCHANGANG Roger Duclos	Chargé de Cours	En poste
25	TCHOUNDJA Edgar Landry	Chargé de Cours	En poste
26	TETSADJIO TCHILEPECK M. E.	Chargée de Cours	En poste
27	TIAYA TSAGUE N. Anne-Marie	Chargée de Cours	En poste
28	MBIAKOP Hilaire George	Assistant	En poste

8- DÉPARTEMENT DE MICROBIOLOGIE (MIB) (12)			
1	ESSIA NGANG Jean Justin	Professeur	DRV/IMPM
2	ETOA François Xavier	Professeur	Chef de Département/FS/UYI Recteur Université de Douala
3	BOYOMO ONANA	Maître de Conférences	En poste
4	NWAGA Dieudonné M.	Maître de Conférences	En poste
5	NYEGUE Maximilienne Ascension	Maître de Conférences	En poste
6	RIWOM Sara Honorine	Maître de Conférences	En poste
7	SADO KAMDEM Sylvain Leroy	Maître de Conférences	En poste
8	ASSAM ASSAM Jean Paul	Chargé de Cours	En poste
9	BODA Maurice	Chargé de Cours	En poste
10	BOUGNOM Blaise Pascal	Chargé de Cours	En poste
11	ESSONO OBOUGOU Germain G.	Chargé de Cours	En poste
12	NJIKI BIKOÏ Jacky	Chargée de Cours	En poste
13	TCHIKOUA Roger	Chargé de Cours	En poste
9. DEPARTEMENT DE PYSIQUE(PHY) (40)			
1	BEN- BOLIE Germain Hubert	Professeur	En poste
2	ESSIMBI ZOBO Bernard	Professeur	En poste
3	KOFANE Timoléon Crépin	Professeur	En poste
4	NDJAKA Jean Marie Bienvenu	Professeur	Chef de Département
5	NJANDJOCK NOUCK Philippe	Professeur	<i>Sous Directeur/ MINRESI</i>
6	NJOMO Donatien	Professeur	En poste
7	PEMHA Elkana	Professeur	En poste
8	TABOD Charles TABOD	Professeur	Doyen Univ/Bda
9	TCHAWOUA Clément	Professeur	En poste
10	WOAFO Paul	Professeur	En poste
11	BIYA MOTTO Frédéric	Maître de Conférences	DG/HYDRO Mekin
12	BODO Bertrand	Maître de Conférences	En poste
13	DJUIDJE KENMOE épouse ALOYEM	Maître de Conférences	En poste
15	EKOBENA FOU DA Henri Paul	Maître de Conférences	<i>Chef Division. UN</i>
16	EYEBE FOU DA Jean sire	Maître de Conférences	En poste
17	FEWO Serge Ibraïd	Maître de Conférences	En poste
18	HONA Jacques	Maître de Conférences	En poste
19	MBANE BIOUELE César	Maître de Conférences	En poste
20	NANA ENGO Serge Guy	Maître de Conférences	Director/Students/Affairs. UB
21	NANA NBENDJO Blaise	Maître de Conférences	En poste
22	NOUAYOU Robert	Maître de Conférences	En poste
23	SAIDOU	Maître de Conférences	Sous Directeur/Minresi
24	SIEWE SIEWE Martin	Maître de Conférences	En poste
25	SIMO Elie	Maître de Conférences	En poste
26	VONDOU Derbetini Appolinaire	Maître de Conférences	En poste

27	WAKATA née BEYA Annie	Maître de Conférences	<i>Sous Directeur/ MINESUP</i>
28	ZEKENG Serge Sylvain	Maître de Conférences	En poste
29	ABDOURAHIMI	Chargé de Cours	En poste
30	EDONGUE HERVAIS	Chargé de Cours	En poste
31	ENYEGUE A NYAM épouse BELINGA	Chargée de Cours	En poste
32	FOUEDJIO David	Chargé de Cours	Chef Cell. MINADER
33	MBINACK Clément	Chargé de Cours	En poste
34	MBONO SAMBA Yves Christian U.	Chargé de Cours	En poste
35	MELI'I Joelle Larissa	Chargée de Cours	<i>En poste</i>
36	MVOGO ALAIN	Chargé de Cours	<i>En poste</i>
37	NDOP Joseph	Chargé de Cours	En poste
38	OBOUNOU Marcel	Chargé de Cours	DA/Univ Inter Etat/Sangmalima
39	WOULACHE Rosalie Laure	Chargée de Cours	En poste
40	CHAMANI Roméo	Assistant	En poste
10- DÉPARTEMENT DE SCIENCES DE LA TERRE (ST) (43)			
1	BITOM Dieudonné	Professeur	<i>Doyen / FASA / UDs</i>
2	FOUATEU Rose épouse YONGUE	Professeur	En poste
3	KAMGANG Pierre	Professeur	En poste
4	MEDJO EKO Robert	Professeur	<i>Conseiller Technique/UYII</i>
5	NDJIGUI Paul Désiré	Professeur	Chef de Département
6	NKOUMBOU Charles	Professeur	En poste
7	NZENTI Jean-Paul	Professeur	En poste
8	ABOSSOLO née ANGUE Monique	Maître de Conférences	<i>Vice-Doyen / DRC</i>
9	GHOGOMU Richard TANWI	Maître de Conférences	CD/UMa
10	MOUNDI Amidou	Maître de Conférences	<i>CT/ MINIMDT</i>
11	NDAM NGOUPAYOU Jules-Remy	Maître de Conférences	En poste
12	NGOS III Simon	Maître de Conférences	DAAC/Uma
13	NJILAH Isaac KONFOR	Maître de Conférences	En poste
14	ONANA Vincent Laurent	Maître de Conférences	En poste
15	BISSO Dieudonné	Maître de Conférences	<i>Directeur/Projet Barrage Memve'ele</i>
16	EKOMANE Emile	Maître de Conférences	<i>En poste</i>
17	GANNO Sylvestre	Maître de Conférences	En poste
18	NYECK Bruno	Maître de Conférences	En poste
19	TCHOUANKOUE Jean-Pierre	Maître de Conférences	En poste
20	TEMDJIM Robert	Maître de Conférences	En poste
21	YENE ATANGANA Joseph Q.	Maître de Conférences	<i>Chef Div. /MINTP</i>
22	ZO'O ZAME Philémon	Maître de Conférences	<i>DG/ART</i>
23	ANABA ONANA Achille Basile	Chargé de Cours	<i>En poste</i>
24	BEKOA Etienne	Chargé de Cours	<i>En poste</i>
25	ELISE SABABA	Chargé de Cours	En poste
26	ESSONO Jean	Chargé de Cours	<i>En poste</i>

27	EYONG JOHN TAKEM	Chargé de Cours	En poste
28	FUH Calistus Gentry	Chargé de Cours	<i>Sec. D'Etat/MINMIDT</i>
29	LAMILEN BILLA Daniel	Chargé de Cours	En poste
30	MBESSE CECILE OLIVE	Chargée de Cours	En poste
31	MBIDA YEM	Chargé de Cours	<i>En poste</i>
32	METANG Victor	Chargé de Cours	En poste
33	MINYEM Dieudonné-Lucien	Chargé de Cours	<i>CD/Uma</i>
34	MOUAFO Lucas	Chargé de Cours	En poste
35	NGO BELNOUN Rose Noël	Chargée de Cours	En poste
37	NGO BIDJECK Louise Marie	Chargée de Cours	En poste
38	NGUEUTCHOUA Gabriel	Chargé de Cours	CEA/MINRESI
39	NOMO NEGUE Emmanuel	Chargé de Cours	En poste
36	NTSAMA ATANGANA Jacqueline	Chargé de Cours	En poste
40	TCHAKOUNTE J. épse NOUMBEM	Chargée de Cours	<i>Chef.cell / MINRESI</i>
41	TCHAPTCHET TCHATO De P.	Chargé de Cours	En poste
42	TEHNA Nathanaël	Chargé de Cours	En poste
43	TEMGA Jean Pierre	Chargé de Cours	En poste

Répartition chiffrée des Enseignants de la Faculté des Sciences de l'Université de Yaoundé I

NOMBRE D'ENSEIGNANTS					
DÉPARTEMENT	Professeurs	Maîtres de Conférences	Chargés de Cours	Assistants	Total
BCH	5 (1)	12 (6)	19 (11)	1 (1)	37 (19)
BPA	12 (1)	10 (5)	20 (07)	2 (0)	44 (13)
BPV	5 (0)	10(2)	9 (04)	2(02)	26 (9)
CI	9(1)	9(2)	14 (3)	0 (0)	32 (6)
CO	7 (0)	14 (4)	10 (4)	1 (0)	32(8)
IN	2 (0)	1 (0)	13 (0)	10 (3)	26 (3)
MAT	2 (0)	4 (1)	19 (1)	2 (0)	27 (2)
MIB	2 (0)	5 (2)	5 (1)	0 (0)	12 (3)
PHY	10 (0)	17(2)	11 (3)	1 (0)	39 (5)
ST	7 (1)	15 (1)	21 (5)	1 (0)	43(7)
Total	61 (4)	97 (25)	141 (39))	19(6)	318 (75)

Soit un total de **318 (75)** dont :

- Professeurs **61 (4)**
- Maîtres de Conférences **97(25)**
- Chargés de Cours **141 (39)**
- Assistants **18 (5)**
- () = Nombre de Femmes

DEDICACE

Je dédie ce travail à mes parents, d'heureuse mémoire.

Cette thèse de doctorat est en effet l'aboutissement d'un itinéraire scolaire et académique que vous avez très tôt tracé pour moi, et qu'avec dévouement vous avez balisé tout au long de mon enfance et de mon adolescence.

Soyez donc honorés à titre posthume, à travers l'apport que sera cette modeste œuvre dans le développement de l'élevage des petits ruminants en général, et de la chèvre en particulier, dans ce pays que vous avez aimé et servi, dans la sous-région Afrique Centrale, dans le monde.

REMERCIEMENTS

Au moment où notre travail arrive à son terme après plus d'une décennie, je remercie le gouvernement camerounais à travers les Ministères de la Recherche Scientifique et de l'Innovation et le Ministère des Finances, pour le soutien financier à ce travail.

Je voudrais exprimer ma profonde gratitude au **Professeur Pierre KAMTCHOUING** mon directeur de thèse, qui m'a accompagné tout au long de cette longue aventure. Merci pour votre présence et votre soutien, par delà les difficultés inhérentes à tout travail de recherche de longue haleine. Le défi à relever était au prix d'un tel effort. Merci Professeur.

Je remercie **Dr MBAH David AKURO**, chercheur émérite et Académicien. Après m'avoir jadis accueilli avec d'autres jeunes scientifiques au sein de l'équipe très restreinte des chercheurs zootechniciens du Cameroun. Merci pour vos conseils et vos encouragements tout au long de ces années passées ensemble, de la Maîtrise au DEA jusqu'au Doctorat.

Je remercie les autorités de l'Université de Yaoundé I, de la Faculté des Sciences et du Département de Biologie et Physiologie Animales, qui ont autorisé la conduite de ce travail de recherche et accepté qu'il soit sanctionné par une équipe scientifique de renommée internationale.

J'exprime mes sincères remerciements au Directeur Général de l'IRAD, **Dr WOIN Noé**, à son Adjoint **Dr NGOME Francis ADJEBESON**. Grâce à eux, ce travail initié il y a plus d'une décennie est aujourd'hui conduit à son terme. Je rends un vibrant hommage à leurs prédécesseurs à la tête de l'auguste Institution dont ils ont la charge aujourd'hui : **Dr AYUK TAKEM Jacob** et son Adjoint **Dr NGOU NGOUPAYOU** tous de regrettée mémoire, sous qui ce travail a été autorisé et initié ; **Dr ZOK Simon** et son Adjoint **Dr NJOYA Aboubakar**, à qui j'exprime une reconnaissance sincère pour leur soutien indéfectible et leur implication personnelle pour que se poursuive ce travail, malgré les contraintes financières de l'Institut ; **Dr NGEVE MBUA Jacob** et son Adjoint **Dr WOIN Noé** pour leur appui sans faille. Dans cette chaîne de responsables, chacun en son temps, a œuvré pour la poursuite de ce travail, jusqu'à son aboutissement. Qu'ils veuillent trouver dans ces modestes mots l'expression de ma profonde gratitude.

A vous **Pierre TITTI**, ministre émérite de la République, pour le soutien fraternel que vous m'avez apporté dans cette longue aventure, je dis simplement merci. Merci pour tout.

Je voudrais ici et maintenant rendre un vibrant hommage à **Dr Christian MEYER**, chercheur émérite du Cirad qui jouit actuellement d'une retraite plutôt active à Nîmes (France). **Cher Christian**, vous avez accepté il y a plus d'une décennie de m'épauler dans mon travail de thèse. Vous avez guidé mes pas et encouragé dans les dédales de l'endocrinologie reproductive chez la chèvre. Merci pour les différents séjours à Baillarguet (Montpellier). Au cours de cette belle aventure, votre rigueur dans le travail, votre patience, votre grande disponibilité et votre enthousiasme pour le bon travail, ont laissé en moi une forte impression et développé une grande estime à votre endroit. Nous avons fait un travail intéressant. **Cher Christian**, merci pour tout.

A vous, **Dr Danielle MONNIAUX**, merci pour votre encadrement scientifique à Nouzilly (Tours), depuis 2007 dans **l'Equipe BINGO**. Oui, l'accueil que j'ai eu au cours de ces années à la PRC du Centre INRA de Tours-Nouzilly a été exceptionnel. C'est le lieu pour moi de dire merci à toute l'administration du Centre de Tours-Nouzilly, de **l'Unité PRC et du Département PHASE**, pour le soutien matériel et financier dont j'ai bénéficié au cours de mes stages. Merci à **Philippe CHEMINEAU, Benoît MALPAUX, John WILLIAMS, Pascal MERMILLOD et Florian GUILLOU**.

A vous, **Stéphane FABRE**, avec qui j'ai partagé le bureau au cours de plusieurs séjours à la PRC, merci pour votre convivialité, votre grande jovialité. Merci à vous cher **Philippe MONGET**, pour votre éclat de rire plein de jovialité, la bonne humeur régulièrement entretenue pendant la pause-café quotidienne du labo. Je ne vous oublie pas **Martine**, qui avez pris votre retraite il y a quelques années déjà, **Géraldine et Peggy**. A toutes les thésardes rencontrées au labo, merci pour votre sympathie ; je pense particulièrement à **Charlène, Camille, Leslie**. Il est bon de savoir que vous toutes avez déjà soutenu vos thèses.

Merci à vous **Gérard BARIL**, homme pétri d'expérience, mais quelle modestie ! Les fréquents échanges avec vous ont été très enrichissants, et vos conseils toujours judicieux. Merci pour tous les contacts que vous avez facilités pour moi. Votre retraite ne saura point nous éloigner.

Un merci spécial à toute l'équipe du laboratoire de dosages des hormones de la PRC. Merci particulièrement à vous **Anne-Lyse LAINE**. J'ai appris beaucoup auprès de vous au labo. Merci pour toute votre assistance, et celle de votre équipe.

Merci à l'équipe de l'Hôpital Vétérinaire sous la houlette de **Juliette COGNIE**, et à celle de l'UEPOA. Une mention spéciale à vous, cher **Jean-Luc TOUZE**, pour les séances d'échographie ovarienne. Un grand merci à vous, **Bernard LEBOEUF**, et votre équipe très expérimentée de

l'Unité Expérimentale d'Insémination Caprine et Porcine (UEICP) de Rouillet, au Centre INRA de Lusignan en Poitou-Charentes (Poitiers). Avec votre épouse, vous m'avez accueilli en son temps dans votre maison à Poitiers comme on accueille un ami cher. Merci pour votre amitié et votre simplicité. J'ai beaucoup appris à vos côtés, beaucoup reçu de votre très solide et riche expérience scientifique et technique.

Merci à vous tous, les chercheurs et les enseignants du laboratoire de Physiologie Animale de la Faculté des Sciences de l'Université de Yaoundé I. La finalisation de ce travail s'est faite avec votre contribution très effective et vos encouragements.

Merci à tous mes collègues de l'IRAD, surtout ceux des Centres IRAD de Nkolbisson et de Bambui (Bamenda), des Stations IRAD de Bertoua, de Nkoemvone (Ebolowa), de Meyomessala (Sangmélina), de Mankon (Bamenda). Merci aux collègues avec qui j'ai partagé des responsabilités administratives et techniques à la Direction Générale de l'IRAD à Yaoundé.

Merci à toute la Famille du Renouveau Charismatique Catholique au Cameroun, en Afrique, en Italie et dans toute l'Eglise, pour vos prières ferventes et votre soutien. Que Dieu vous bénisse.

Merci aux membres de ma famille très proche. Toi, ma sœur aînée, **Honorée TADAH**, que nous appelons affectueusement **maman MAYOU** ; merci à **Papa Thomas TADAH** ton cher époux, à tous vos enfants. Votre résidence très accueillante à Noisy-Le Grand (France) a été un cadre familial qui a rendu très paisibles mes longs séjours européens loin de la maison. Merci à mes frères et sœurs **Albertine, Dieunedort, Julienne, Blaise, Etienne, Jeannette, Félicité, Jean-Bosco, Loetare Désiré, Constant-Bienvenu, Virginie, Thierry Zacharie, Eric Lucas, Alphonsine** d'heureuse mémoire, **Mireille Francine, Stéphane, Cyrille**, pour votre affection.

A toi **Jean-Paul**, mon frangin bien-aimé, merci pour ton soutien et tes encouragements. Je sais quelle fierté légitime tu éprouves au terme de ce travail. Merci à vous **Gabriel, Armand, Laurentine Julienne, Narcisse**, pour votre amour fraternel. Merci **Henriette**, merci **Florence**.

SOMMAIRE

	Pages
.....	xi
DEDICACE.....	xi
REMERCIEMENTS	xi
.....	xi
.....	xiv
SOMMAIRE	xiv
LISTE DES TABLEAUX.....	xvii
LISTE DES FIGURES.....	xviii
.....	xx
LISTE DES ABREVIATIONS	xx
RESUME.....	xxii
INTRODUCTION.....	1
1. Contexte et justification	1
2. Objectif général.....	3
3. Objectifs spécifiques	3
I - REVUE DE LITTERATURE	4
I.1. Taxonomie de la chèvre naine	4
I.2. Anatomie et physiologie de la reproduction chez la chèvre	4
I.2.1. Puberté	5
I.2.2. Organes de reproduction chez la chèvre	6
I.2.2.1. Ovaire.....	6
I.2.2.2. Folliculogenèse/Ovogenèse	8
I.2.2.4. Le Corps jaune ou Corpus luteum	11
I.2.2.5. Cyclicité, œstrus et anœstrus.....	16
I.2.2.6. Fécondation.....	19
I. 2.2.7. Gestation	19
I.3. Mécanismes de régulation de la reproduction	20
I.3.1. Contrôle endocrinien des cycles oestriens et menstruels	20
I.3.2. Hormones impliquées dans la reproduction.....	21
I.3.2.1. Hormones stéroïdes.....	21
I.3.2.2. Les phéromones ou phérormones	23
I.4. Contrôle génétique et environnemental des caractères de reproduction.....	23
I.4.1. Facteurs intrinsèques.....	23

I.4.1.1. Age et rang de mise bas	23
I.4.1.2. Race animale	24
I.4.2. Facteurs extrinsèques	24
I.4.2.1. Alimentation/nutrition.....	24
I.4.2.2. Effets saisonniers	26
I.4.3. Stratégies d'adaptation de la fonction de reproduction des ruminants en climat chaud	28
I.4.4. Effet mâle et gestion de la reproduction	29
I.4.5. Productivité numérique.....	30
II - MATERIELS ET METHODES	31
.....	31
II.1. Le milieu camerounais	31
II.1.1. Milieu d'étude	31
II.1.2. Le matériel animal : la chèvre naine de la zone de forêt du Cameroun	33
II.1.3. Description du troupeau	34
II.1.4. Alimentation	35
II.1.5. Suivi sanitaire et zootechnique	36
II.2. Méthodes	37
III. RESULTATS	54
III.1. Caractéristiques de la reproduction chez la chèvre dans les élevages traditionnels en zone forestière du Cameroun.....	55
III.2. Induction et synchronisation naturelles de l'œstrus chez la chèvre naine : « l'effet mâle »	60
III.3. Caractéristiques des cycles sexuels chez la chèvre naine de la zone	62
III.4. Détermination de l'âge et du poids à la puberté chez la chèvre naine de la zone forestière du Cameroun	65
III.5. Profil de la progestérone et gestation multiple chez la chèvre naine en zone forestière du Cameroun	67
III.5.1. Poids des femelles	67
III.5.2. Profil plasmatique de la P4 au cours de la gestation	68
III.5.4. Relations entre niveau de P4 et nombre de fœtus	70
III.5.5. Relations entre niveau de P4 et sexe du fœtus	72
III.5.6. Relations entre niveau de P4 et parité de la chèvre.....	72
III.6. Anœstrus post-partum et reprise de l'activité ovarienne chez la chèvre naine en zone forestière du Cameroun	73
III.6.1. Durée de l'anoestrus post-partum	73
.....	77

IV. DISCUSSION	77
CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS	78
BIBLIOGRAPHIE	78
ANNEXES	78

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I. Diamètres folliculaires (en mm) aux principales étapes du développement folliculaire chez différents mammifères	10
Tableau II. Chronologie des événements suite à l'introduction de mâles pour l'effet mâle.....	18
Tableau III. Composition de la ration de complémentation	36
Tableau IV. Description du troupeau expérimental des femelles.....	
Tableau V. Répartition des propriétaires ou éleveurs de chèvres interviewés dans la zone d'étude	55
Tableau VI. Principales raisons de l'élevage des chèvres en zone forestière	59
Tableau VII. Données sur la gestion de la reproduction chez la chèvre naine (petits ruminants)	59
Tableau VIII. Evolution (moyenne de 12 observations en ng/ml par jour sur 7 jours d'affilée) de la progestérone plasmatique chez les chèvres après introduction des boucs ...	60
Tableau IX. Résultats de l'analyse des moindres carrés de la moyenne des taux plasmatiques de la progestérone et l'effet des différents facteurs chez les chèvres non gravides	60
Tableau X. Répartition des chevrettes nées en station par types de naissance	65
Tableau XI. Paramètres descriptifs du troupeau de chevrettes	65
Tableau XII. Distribution des naissances en fonction de la saison	65
Tableau XIII. Influence de quelques paramètres sur la puberté et la première mise bas	66
Tableau XIV. Durée de l'anoestrus post-partum chez la chèvre naine	73

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Appareil reproducteur de la chèvre (Vue dorsale avec étalement des diverses parties)	6
Figure 2. Ovaire de la chèvre (in vivo)	7
Figure 3. Ovogenèse et folliculogenèse au cours de la vie chez différents mammifères.....	7
Figure 4. Principales étapes du développement folliculaire et de la maturation ovocytaire	8
Figure 5. Follicules primordiaux : oocytes entourés d'une couche unique de cellules de la granulosa limitée par une lame basale	9
Figure 6. Follicule primaire : oocyte, lame basale, couche de cellules de la granulosa, oocyte ...	9
Figure 7. Follicule secondaire : une thèque, lame basale, cellules de la granulosa, zone pellucide, ovocyte	9
Figure 8. Follicule mûr : thèque externe, thèque interne, lame basale, granulosa, antrum, cumulus oophorus, zone pellucide, ovocyte	9
Figure 9. Représentation schématique du corps jaune après l'ovulation	11
Figure 10. Coupe d'ovaire : corps jaune, tissu d'aspect histologique homogène	12
Figure 11. Coupe d'ovaire : corps jaune. Les cellules sont observables à fort grossissement....	12
Figure 12. Observation par endoscopie des ovaires (follicules et corps jaunes).....	13
Figure 13. Observation par échographie des ovaires (follicules et corps jaunes)	13
Figure 14. Suivi coelioscopique des corps jaunes cycliques chez la brebis.....	14
Figure 15. Evolution des concentrations hormonales au cours du cycle sexuel chez la brebis ..	17
Figure 16. Synchronisme des cycles sexuels chez la femme	17
Figure 17. Représentation schématique des étapes successives du dialogue ovaire-utérus :.....	20
Figure 18. Schéma du contrôle endocrinien de l'activité ovarienne	21
Figure 19. Biosynthèse des stéroïdes.	22
Figures 20 (a et b). Le Cameroun en Afrique et ses Zones agro-écologiques	32
Figure 21. Zone V ou de forêt humide à pluviométrie bimodale	32
Figure 23. Troupeau expérimental en loge à la bergerie.....	
Figure 22. Chèvres naines à la Ferme Zootechnique, Centre IRAD de Nkolbisson.....	33
Figure 24. Troupeau expérimental en paturage.....	35
Figure 25. Troupeau expérimental : A) mâles et femelles ensemble (saison des pluies)	35
Figure 26. Foin d'herbe sèche.....	36
Figure 27. Suppléments de grains de maïs.....	36
Figure 28. Prélèvement du sang jugulaire (A) chez la chèvre adulte, (B) chez le cabri	39
Figure 29. Plaques recouvertes de film adhésif.....	
Figure 30. Automate Multiprobe II ex	
Figure 31. Répartition selon le sexe des propriétaires/éleveurs de chèvres (petits ruminants).....	56

Figure 32. Elevage comme première activité agricole	56
Figure 33. Classement des espèces élevées par importance en fonction du nombre	57
Figure 34. Systèmes de production pratiqués par les paysans	57
Figure 35. Modes de gestion du troupeau pratiqué par les paysans	58
Figure 36. Elevage traditionnel : moutons et chèvres sont élevés ensemble avec présence permanente du mâle (bouc) avec les femelles en divagation (milieu traditionnel-paysan)	58
Figure 37. Evolution de la progestérone plasmatique au cours des 7 premiers jours suivant l'introduction des mâles lors de l'effet mâle chez la chèvre naine au Cameroun	61
Figure 38. Profil de la progestérone plasmatique au cours de deux cycles œstraux successifs chez les chèvres en saison des pluies	62
Figure 39. Profil de la progestérone plasmatique au cours de deux cycles œstraux successifs chez les chèvres en saison sèche	63
Figure 40. Courbe de la P4 plasmatique chez la chèvre au cours d'un cycle œstral normal précédé d'un anœstrus physiologique	64
Figure 41. Courbe de la P4 plasmatique au cours d'un cycle œstral normal suivi d'un cycle court de 5 jours	64
Figure 42. Suivi pondéral des chèvres par type de portée au cours de la gestation	67
Figure 43. Naissance multiple en station	
Figure 44. Concentration moyenne de P4 dans le plasma pendant la gestation	68
Figure 45. Concentration moyenne de P4 dans le plasma chez les femelles à portées simples)	68
Figure 46. Concentration moyenne de la P4 dans le plasma chez les femelles à portées doubles	69
Figure 47. Concentration moyenne de P4 dans le plasma chez les femelles à portées triples	69
Figure 48. Concentration moyenne de P4 dans le plasma pendant la gestation selon la saison de mise bas	69
Figure 49. Concentration moyenne de la P4 plasmatique pendant la gestation (chèvres avec fœtus simples, doubles ou triples)	70
Figure 50. Arbre hiérarchique de classification des femelles à portées doubles	71
Figure 51. Répartition graphique des femelles avec faibles concentrations et fortes concentrations de P4, respectivement (les numéros identifient les chèvres)	71
Figure 52. Concentrations moyennes de P4 dans le plasma de 2 classes de chèvres avec portées doubles	71
Figure 53. Concentrations moyennes de P4 dans le plasma de chèvres à portées simples et de chèvres à portées doubles appartenant à la classe des animaux à faibles concentrations de P4	71
Figure 54. Anoestrus post-partum et reprise de l'activité ovarienne dans le troupeau de chèvres	74
Figure 55 : Répartition des mises bas au cours de l'année	75
Figure 56 : Répartition des mises bas en fonction de la saison	75

LISTE DES ABREVIATIONS

ACTH :	Corticotropine ou hormone adrénocorticotrope « Adeno-Cortico-Tropic Hormone »
AIEA :	Agence Internationale de l'Energie Atomique
ANOVA :	Analyse de variance « Analysis of Variance »
AVP (ADH) :	Arginine Vasopressine ou hormone antidiurétique « Antidiureic Hormone »
CG :	Gonadotropine chorionique « Chorionic Gonadotropin »
CNAC :	Chèvre naine de l'Afrique Centrale
DSCE :	Document de Stratégie pour la Croissance et l'Emploi
DSDSR :	Document de Stratégie du Développement du Secteur Rural
E2 :	Oestradiol 17 β
ELISA :	Dosage d'immunoabsorption par enzyme liée «Enzyme-Linked Immunosorbent Assay»
FAO:	Organisation Mondiale pour l'Agriculture « Food Agriculture Organization »
FASA :	Faculté des Sciences Agronomiques
FC ou GF:	Facteur de croissance « Growth Factor »
FSH:	Hormone folliculo-stimulante “Follicular Stimulating Hormone”
G-CSF:	Granulocyte-Colony Stimulating Factors
GH:	Hormone de croissance « Growth Hormone »
GLM:	Modèle linéaire généralisé « General Linear Model »
GM-CSF:	Granulocyte-Macrophage Stem Cell Factor
GnRH:	Gonadolibérine “Gonado-Releasing Hormone”
hCG:	Hormone gonadotrophine humaine “Human Chorionic Gonadotropin Hormone”
IA:	Insémination artificielle
IFN:	Interféron
IL:	Interleukine
INRA:	Institut National de Recherche Agronomique (France)
IRAD:	Institut de Recherche Agricole pour le Développement
LANAVET:	Laboratoire National Vétérinaire
LH:	Hormone lutéinique « Luteinizing Hormone »
LH-RH:	Hormone de libération de l'hormone lutéinique « Luteinizing Hormone Releasing Hormone »
M-CSF:	Macrophage Stem Cell Factors
MINEPIA :	Ministère de l'Elevage, des Pêches et des Industries Animales
MMP:	Métalloprotéase « Matrix Metalloproteinases »
NEC:	Note d'état corporel
NO:	Monoxide d'azote “Nitrogen Oxide”
P4 :	Progestérone
PG :	Prostaglandine
PGF :	Prostaglandine F
PMSG ou eCG:	Gonadotropine chorionique équine « Pregnant Mare Serum gonadotropin ou equine Chorionic Gonadotropin »
PNRVA :	Programme National de Recherche et de Vulgarisation Agricoles
PPR:	Peste des Petits Ruminants
RIA :	Dosage Radioimmunologique « Radio-Immuno-Assay »
SCF:	Stem Cell Factors
SERPINE:	Inhibiteur de serine protéase
SNRA :	Système National de Recherche Agricole
SDDFEC :	Schéma directeur pour le développement des filières d'élevage au Cameroun
TIMP :	Inhibiteur de métalloprotéase matricielle
TNF :	Facteur de dégénérescence tumorale « Tumor Necrosis Facteur »
TSH:	Hormone thyrostimulante “Thyrotropin Stimulating Hormone”
VIP:	Peptide intestinal vasoactif « Vasoactif Intestinal Peptide »

RESUME

Des études ont été menées pour mieux connaître et maîtriser la reproduction des caprins dans les systèmes traditionnels d'élevage des petits ruminants (moutons et chèvres) de la zone forestière du Cameroun (régions du Centre, du Sud et de l'Est). En effet, la gestion rationnelle de la reproduction y est inexistante et les contraintes à la production y sont nombreuses et peu documentées. Du fait de la forte demande nationale et sous-régionale sans cesse croissante en chèvre naine, un intérêt particulier est accordé aux efforts d'amélioration de la production et de la productivité de ces systèmes d'élevage. Dans une première phase de l'étude, une enquête a été menée auprès de 400 éleveurs de cette zone forestière pour y caractériser les systèmes traditionnels d'élevage et identifier les contraintes qui freinent les efforts d'amélioration de la production et de la productivité de ces élevages. Des études expérimentales sur les paramètres de la reproduction ont été ensuite conduites en station sur plusieurs générations de chèvres dans la région du Centre. Le dosage des niveaux de progestérone plasmatique (hormone de la gestation par excellence) dans le sang jugulaire des chèvres prélevé à plusieurs stades de leur vie reproductive (au sevrage à 3 mois, chez la chevrette de moins d'un an, avant et pendant la mise en reproduction, au cours de la gestation, après la mise bas) a permis de déterminer les principaux paramètres reproductifs de la chèvre naine. Les paramètres principaux déterminés sont les suivants : l'âge à la puberté, caractéristiques de l'oestrus, de l'anoestrus, des cycles oestriens (normal et court), de la gestation (simple et multiple), l'intervalle de mise bas. De même, les conditions requises localement pour l'induction et la synchronisation naturelles de l'oestrus chez la chèvre naine ont été déterminées. Enfin, l'effet de la disponibilité alimentaire sur la variation saisonnière de l'activité reproductrice chez la chèvre a été déterminé. Les résultats d'enquête ont révélé que dans les systèmes traditionnels d'élevage de caprins, il existe un troupeau villageois unique constitué de groupes d'animaux dans lesquels mâles et femelles de tous âges sont ensemble. Ce troupeau se constitue spontanément et progressivement chaque jour et se disloque en petits groupes à l'occasion, en fin de journée. Il ne bénéficie d'aucun suivi et se déplace à longueur de journée (divagation). Sans contrôle sanitaire, il est sous la menace permanente des épizooties saisonnières de Peste des Petits Ruminants (PPR), des morsures de serpents, de divers prédateurs et autres fléaux environnementaux. Sans habitat approprié, il est exposé à des vols fréquents. Les précisions et informations sur les paramètres de production et de reproduction sur ce troupeau sont approximatives. La lutte y est en monte libre et la prolificité est très grande. Les naissances se regroupent autour de deux pics (mars-juin et octobre-janvier) au cours de l'année. La mortalité est forte, surtout chez les petits de moins d'un an (>30%) et les cas d'avortement sont fréquents, surtout en saison sèche, du fait de la faible disponibilité

alimentaire et de la toxicité de certains aliments consommés dans la nature. Par ailleurs, le problème de consanguinité ne se pose pas du fait du renouvellement fréquent des males dans le troupeau. Les contraintes majeures outre la PPR et les parasitoses, sont la mauvaise conduite de l'élevage et l'absence de contrôle de la reproduction (monte libre). Les résultats des études expérimentales en station ont permis quant à elles de décrire et caractériser les cycles sexuels chez la chèvre naine, d'en déterminer la durée (20 ± 1 jours), les différentes phases et les caractéristiques propres, et de dégager les spécificités par rapport à la reproduction chez le mouton. L'âge et le poids moyens à la puberté femelle ont été déterminés et les valeurs précisées ($10 \pm 1,4$ mois et $13,1 \pm 0,6$ kg, respectivement). Les profils hormonaux (progestérone plasmatique) à différents stades physiologiques ont été établis. Ils ont permis de déterminer les caractéristiques de l'œstrus (durée moyenne $2,57 \pm 0,49$ jours), de l'anoœstrus post-partum (durée moyenne ≥ 60 jours), de l'intervalle moyen de mise bas (≥ 7 mois), de la durée de gestation (145 ± 2 jours en moyenne). Quelques paramètres qui caractérisent la géllarité ont été mis en évidence (niveau progesterone plasmatique (P4) >13 ng/ml entre les 20^{ème} et 140^{ème} jours de gestation ; toute variation pondérale $\geq 1,5$ kg sur une période de 30 jours consécutifs au cours des 2 premiers mois de gestation). Un poids seuil (12 kg) a été défini pour l'activité ovarienne, quel que soit l'âge. Les conditions requises pour l'induction, et la synchronisation de l'œstrus par effet mâle ont été précisées (isolement strict des femelles des mâles, puis réintroduction des mâles après une période minimale de trois semaines, avec un ratio mâle/femelle $\geq 5-10\%$). Il a été montré que l'amélioration de la disponibilité alimentaire dans un troupeau laissé en monte libre au cours de l'année, permettait d'avoir trois périodes de mises bas au cours de l'année (décembre-février, mars-mai et septembre-novembre) au lieu des deux observés en milieu traditionnel non contrôlé. Enfin, des conseils pratiques pour une gestion rationnelle des élevages en vue de leur plus grande compétitivité ont été formulés. Il est ainsi recommandé d'aménager des habitats bien sécurisés (bergerie), de ne mettre la chevrette en reproduction qu'à partir de 12 mois d'âge, ou lorsqu'elle a atteint un poids vif minimum de 13 kg. La mise en reproduction doit par ailleurs être effectuée en fonction de la disponibilité alimentaire évaluée cinq mois avant la mise en lutte. Le suivi pondéral et la note d'état corporel doivent être mensuels, afin de pouvoir déterminer le type de gestation (simple ou multiple) et ajuster les besoins alimentaires de la chèvre gestante selon le type de gestation.

Mots clés : chèvre naine, reproduction, progestérone, dosage, œstrus, synchronisation, Cameroun.

ABSTRACT

Studies have been carried out to improve knowledge and control of goat reproduction in traditional small ruminant (sheep and goat) breeding systems in the forest area of Cameroon (Central, Southern and Eastern regions). Indeed, the rational management of reproduction is non-existent and the constraints to production are numerous and poorly documented. Due to the ever-increasing national and sub-regional demand for dwarf goats, particular attention is being paid to efforts to improve the production and productivity of these livestock systems. In a first phase of the study, a survey was conducted among 400 livestock farmers in this forest area to characterize traditional livestock systems and identify the constraints that hinder efforts to improve the production and productivity of these farms. Experimental studies on reproductive parameters were then carried out in stations on several generations of goats in the Centre region. The determination of plasma progesterone levels (the main gestational hormone) in the jugular blood of goats collected at several stages of their reproductive life (at weaning at 3 months, in doe animals less than one year old, before and during breeding, during gestation, after farrowing, etc.) has made it possible to determine more precisely the main reproductive parameters of the dwarf goat. The main parameters determined are: age at puberty, characteristics of estrus, anoestrus, estrian cycles (normal and short), gestation (single and multiple), calving interval. Similarly, the local requirements for the natural induction and synchronization of estrus in dwarf goats have been determined. Finally, the effect of food availability on the seasonal variation in reproductive activity in goats was determined. These main parameters had not yet been the subject of any previous studies in dwarf goats. The survey results revealed that in traditional goat farming systems, there is a unique village herd consisting of groups of animals in which males and females of all ages are together. This herd builds up spontaneously and gradually every day and breaks up into small groups occasionally at the end of the day. No follow-up is observed in the herd that travels all day long (divagation). Without sanitary control, it is under permanent threat from seasonal epizootics of Small Ruminant Plague (PPR), snake bites, various predators and other environmental scourges. Without suitable habitat, it is exposed to frequent theft. The details and information on the production and reproduction parameters of this herd are approximate. The struggle is free riding and the prolificity is very high. Births gather around two peaks (March-June and October-January) during the year. Mortality is high, especially among children under one year of age (>30%) and abortion cases are frequent, especially in the dry season, due to the low availability of food and the toxicity of some foods consumed in the wild. In addition, the inbreeding problem does not

arise due to frequent renewal. The major constraints in addition to PPR and parasitosis are poor husbandry and the lack of reproductive control (free riding). The results of experimental studies in the station made it possible to describe and characterize sexual cycles in the dwarf goat, to determine their duration (20 ± 1 days), the different phases and particularities, and to identify the specificities with regard to reproduction in sheep. Mean age and weight at female puberty were determined and the values specified (10 ± 1.4 months and 13.1 ± 0.6 kg, respectively). Hormonal profiles (plasma progesterone) at different physiological stages have been established. They made it possible to determine with more precision the characteristics of the estrus (average duration 2.57 ± 0.49 days), the postpartum anestrus (average duration ≥ 60 days), the average calving interval (≥ 7 months), the gestation period (145 ± 2 days on average). Some parameters that characterize twinning have been identified (plasma P4 level >13 ng/ml between the 20th and 140th days of gestation; any weight variation $\geq 1,5$ kg over a period of 30 consecutive days during the first 2 months of gestation). A threshold weight (12 kg) has been defined for ovarian activity, regardless of age. The conditions required for induction, and synchronization of estrus by male effect have been specified (strict isolation of females from males, then reintroduction of males after a minimum period of three weeks, with a male/female ratio $\geq 5-10\%$). It has been shown that the improvement in food availability in a herd left free during the year allowed for three calving periods during the year (December-February, March-May and September-November) instead of the two observed in an uncontrolled traditional environment. Finally, practical advice on the rational management of livestock farms with a view to making them more competitive was provided. It is therefore recommended to develop well-secured habitats (sheepfold), to put the chevrette in reproduction only from 12 months of age, or when it has reached a minimum weight of 13 kg. Reproduction must also be carried out according to the food availability evaluated five months before the control. Weight monitoring and body condition score should be monthly, so that the type of gestation (single or multiple) can be determined and the dietary needs of the pregnant goat can be adjusted according to the type of gestation.

Keywords: dwarf goat, reproduction, progesterone, dosage, estrus, synchronization, Cameroon

INTRODUCTION

1. Contexte et justification

Au Cameroun, le développement à grande échelle de l'élevage des petits ruminants (moutons et chèvres) dans les systèmes traditionnels d'élevage (zone rurale) est depuis plus d'une décennie une des priorités nationales dans le sous secteur élevage (DSDSR, 2005). En effet, le Gouvernement s'est fixé l'objectif d'atteindre une offre en viande de petits ruminants (ovins/caprins) de 41,6 millions de tonnes pour une consommation de 1,8 kg/habitant/an en 2015; 49,6 millions de tonnes en 2020 pour une consommation de 2,1 kg/habitant/an, et 58 millions de tonnes pour une consommation de 2,3 kg/habitant/an en 2025 (SDDFEC, 2010). Or, l'offre en viande caprine est assurée pour l'essentiel par les grands bassins de production de la zone forestière (régions du Centre, du Sud et de l'Est) et des Hauts-Plateaux de l'Ouest, où les systèmes de production ancestraux ont connu peu d'innovation, et les rendements sont restés faibles du fait non seulement de la mauvaise exploitation du potentiel génétique des races, mais surtout de l'absence de données fiables permettant une gestion plus rationnelle des troupeaux et le contrôle de leur reproduction.

Les efforts d'amélioration de l'élevage caprin dans la zone forestière du pays se heurtent depuis lors à l'absence cruciale de données précises et spécifiques sur les paramètres de reproduction de la chèvre naine. Très peu de travaux en effet ont été jusqu'alors réalisés sur la reproduction et sur l'amélioration génétique des petits ruminants, tant au Cameroun que dans la sous-région de l'Afrique sub-saharienne. La maîtrise de la reproduction est à la base de tout programme pertinent de sélection et d'amélioration génétique, et donc de l'amélioration de la production. Parmi les contraintes rencontrées par les programmes antérieurs d'amélioration de la productivité des chèvres à l'échelle nationale (MINEPIA, 1995) il a été relevé plus spécifiquement l'insuffisance des données sur les principaux paramètres de reproduction tels : durée des cycles sexuels, l'âge à la puberté, la période de déclenchement de l'oestrus et sa durée, les caractéristiques de la gestation chez la chèvre naine. L'étude de ces différents paramètres relève de l'endocrinologie de la reproduction.

Sur le continent, les études réalisées en Afrique de l'Ouest dans ce domaine ont porté pour l'essentiel sur le mouton Djallonké (M'baye *et al.* 1989 ; Charray *et al.* 1992 ; Touré *et al.*, 1995). Quelques études menées sur la chèvre naine au Nigeria se sont limitées à l'analyse statistique de la prolificité de la chèvre Djallonké (Akusu et Ajala, 2000). Hors d'Afrique, les connaissances

disponibles sur la reproduction chez les chèvres tropicales résultent pour la plupart des travaux de Chemineau *et al.* (1982, 1984a et b, 1985, 1986, 1987, 1989, 1991 et 2006) sur le "cabrit créole" de Martinique et de Guadeloupe. Les travaux de Odubote *et al.* (1994) sur la chèvre naine africaine de la zone tropicale subsaharienne et la chèvre "Red Sokoto", ont concerné essentiellement l'analyse génétique des performances reproductrices de ces deux races caprines. Ces données nous semble-t-il restent insuffisantes et peu précises pour la maîtrise de la reproduction chez la chèvre en zone forestière du Cameroun.

Certains auteurs affirment que les petits ruminants tropicaux entreraient en chaleur tout au long de l'année et ne présenteraient de ce fait aucune saisonnalité. Quelques effets de la saison sur le taux de mises bas ont été néanmoins rapportés au Cameroun sur les moutons (Vallerand et Branchaert, 1975). De même, Mbah (1989) ont signalé des effets significatifs de la saison sur le taux de mises bas du mouton Peuhl à Garoua (zone soudano-sahélienne), indiquant que les conceptions étaient favorisées durant certaines périodes (de la saison des pluies à la saison froide et sèche) dans cette région. L'enquête de Manjeli *et al.* (1994) sur l'élevage des caprins dans la zone des Hauts-Plateaux de l'Ouest-Cameroun a montré que la concentration des mises bas en saison sèche pouvait être associée au confinement saisonnier des animaux qui, libérés après les récoltes, reprenaient leurs activités sexuelles vers la fin de saison des pluies, avec pour conséquence des mises bas en fin de saison sèche. L'effet de la saison, s'il existe, peut être recherché en étudiant les changements physiologiques (hormonaux, chaleurs, ovulations) qui interviennent chez la chèvre le long de l'année. Avec cette perspective, Yenikoye (1989) a relevé une variation saisonnière de l'activité sexuelle chez le mouton Peuhl dans la zone sahélienne du Niger, qu'il a associée aux changements observés dans les profils de sécrétion des hormones plasmatiques. Qu'en est-il réellement chez la chèvre naine en zone forestière du Cameroun?

Il n'existe cependant pas encore de données précises sur l'âge réel du déclenchement de la puberté chez la chèvre en zone forestière du Cameroun, voire en Afrique Centrale, de même que sur les changements physiologiques qui se produisent à la puberté et durant les stades postérieurs de la vie reproductive de cette chèvre. La puberté est difficile à définir, bien qu'elle soit couramment exprimée comme l'âge au premier œstrus comportemental ou encore comme l'âge à partir duquel la chèvre ou le bouc est capable de se reproduire pour la première fois (Baril *et al.*, 1993). L'observation comportementale de l'œstrus détecté par l'acceptation du bouc par la chèvre peut être renforcée par l'analyse de la concentration plasmatique de la progestérone (Chemineau, 2006). Quel est l'âge de puberté de la chèvre de la zone forestière du Cameroun ?

La chèvre de la zone de forêt du Cameroun, comme celle de toute la sous-région Afrique Centrale, est connue pour sa très grande prolificité. Manjeli *et al.*, (1994) ont trouvé au terme d'une enquête sur 353 chèvres naines dans les Hauts-Plateaux de l'Ouest-Cameroun que 88 % des naissances sont multiples et 12 % sont simples. Parmi ces 88 %, 61 % sont des naissances doubles, 25,7 % des naissances triples et 1,3 % des naissances quadruples. Ces résultats sont-ils confirmés par les observations faites en zone forestière ? Nous nous proposons au cours de notre étude de répondre à ces différentes questions. Il est de grand intérêt de chercher à comprendre les causes possibles d'une telle prolificité malgré les conditions souvent rudes d'élevage et de pouvoir contrôler sa reproduction. En effet, la connaissance des causes de la grande prolificité de la chèvre locale pourrait aider à comprendre et prévenir la forte mortalité chez les chevreaux de moins d'un an (jusqu'à 65% chez les chevreaux de moins d'un an, Ndamukong, 1989) dans cette race.

2. Objectif général

L'objectif général de notre travail est de déterminer les principaux paramètres de reproduction chez la chèvre naine en vue de l'amélioration de sa production en zone forestière du Cameroun.

3. Objectifs spécifiques

Nous nous proposons au cours de nos travaux :

- d'étudier dans un premier temps la typologie des systèmes traditionnels d'élevage des petits ruminants en zone forestière,
- caractériser et en apprécier les forces et les faiblesses, principalement dans la gestion de la reproduction.
- d'étudier les variations des taux de la progestérone plasmatique (hormone de la gestation par excellence) à différents stades physiologiques de la vie reproductive de la chèvre naine,
- de déterminer les paramètres reproductifs tels : l'âge à la puberté, les caractéristiques de l'oestrus et des anoestrus (déclenchement, durée), de caractériser les cycles ovariens (cycle normal, cycles courts, durées et spécificités par rapport au mouton). Les caractéristiques et le déterminisme de la gestation gémellaire (simple, multiple, effet de la parité, intervalle de vêlage) seront étudiés et précisés,
- de déterminer les conditions requises pour l'induction et la synchronisation naturelles de l'oestrus (effet bouc) dans le contexte local.
- d'étudier l'effet de la disponibilité alimentaire sur la variation saisonnière de l'activité reproductrice chez la chèvre naine

I - REVUE DE LITTÉRATURE

I.1. Taxonomie de la chèvre naine

La chèvre naine de la zone forestière du Cameroun, à l'instar de toutes les autres races caprines, est un mammifère de la Sous-classe des Euthériens (mammifères possédant un fœtus placentaire), Ordre des Cétartiodactyles (Artiodactyles-Ongulés possédant un nombre pair de doigts), Sous-Ordre des Ruminants (Herbivores polygastriques), de la Famille des *Bovidae*, Sous-Famille des *Caprinae*, espèce *Capra hircus* (chèvre domestique), avec pour ancêtre *Capra aegagrus* (chèvre sauvage) (Meyer *et al.*, 2004). L'histoire de la chèvre naine en zone forestière du Cameroun n'est pas très précise, elle est probablement liée à celle des flux migratoires qui ont assuré les peuplements Bantous dans bassin du Congo.

Un essai de caractérisation morphogénétique des populations de chèvres dans les zones sahéliennes et forestières du Cameroun a été initié au début des années « 90 », mais n'a pas été conduit à son terme (Ngo Tama *et al.*, 1994). Des travaux plus récents de Meutchieye *et al.* (2014, 2016) ont poursuivi cet essai de caractérisation. On note néanmoins une grande variabilité morphologique dans les groupes de chèvres naines de la zone forestière. Il serait opportun de rechercher le déterminisme génétique de cette grande variabilité morphologique. Par ailleurs, avec le développement de la biologie moléculaire et au regard des résultats disponibles outre atlantique sur la physiologie reproductive de la chèvre de Guadeloupe (*Cabrit Créole*) d'origine africaine (*cousin* ou *descendant* lointain ?), des études phylogéniques et biochimiques pourraient être envisagées pour évaluer la distance génétique et les liens de parenté éventuels entre ces différents groupes caprins, afin de mieux valoriser les potentiels zootechniques de la race locale.

I.2. Anatomie et physiologie de la reproduction chez la chèvre

La reproduction est le processus au cours duquel un être vivant produit d'autres êtres de la même espèce par un phénomène appelé génération. La reproduction chez les mammifères est sexuée. Elle nécessite la rencontre d'une cellule sexuelle femelle appelée ovule et d'une cellule sexuelle mâle appelée spermatozoïde : c'est la fécondation. La fécondation a normalement lieu dans les voies génitales de la femelle. La fécondation est suivie par la nidation et le développement de l'embryon dans l'utérus : c'est la gestation ou grossesse. La gestation arrive à son terme avec la parturition ou mise bas ou encore accouchement chez la femme. La physiologie reproductive étudie l'ensemble des mécanismes biologiques qui interviennent dans

ce phénomène de génération. Nous aborderons dans le cadre de cette revue de littérature plus spécifiquement les aspects de la reproduction chez la femelle du caprin : la chèvre.

I.2.1. Puberté

La puberté au sens strict désigne l'âge à la première ovulation chez la femelle. D'un point de vue pratique, elle est détectée au moment auquel les animaux sont capables de se reproduire pour la première fois : dans le cas des mâles lorsqu'ils sont capables de féconder une femelle après saillie (puberté mâle) et dans le cas des femelles, lorsqu'elles sont fécondées lors de l'œstrus et capables de conduire une gestation jusqu'à son terme (puberté femelle) (Baril *et al*, 1 et 2, 1993). La puberté se produit quand les gonades commencent à sécréter suffisamment de stéroïdes pour accélérer la croissance des organes génitaux et le développement des caractères sexuels secondaires.

L'âge à la puberté est très variable selon les espèces, il est également variable pour une espèce donnée. Il dépend principalement de la vitesse de croissance, elle-même liée à des facteurs tels que l'alimentation, l'environnement et des facteurs génétiques. Parmi les facteurs environnementaux on note le climat et la latitude. Ainsi en climat doux et tempéré avec peu de variations saisonnières comme à Hawaï et en Nouvelle-Zélande, la puberté apparaît régulièrement avant 6 mois. Par contre, en région aride par exemple à Macaulay, île volcanique du Nord-Est de la Nouvelle-Zélande à très faible pluviométrie ou en région froide, la puberté n'apparaît que lorsque la chevrette atteint un poids suffisant (45 à 55%) de son poids adulte indépendamment de l'âge (Zarrouk *et al.*, 2001).

De façon générale, chez les agneaux et chevreaux, la puberté comportementale avec accouplement commence vers 40-50 % du poids adulte (Meyer, 1998). Toutefois, à la mise à la reproduction, les femelles devraient avoir un poids et un développement suffisants pour assurer une gestation en plus de leur propre croissance. Un âge moyen de puberté de 228 ± 46 jours (environ 7,5 mois) a été rapporté pour les chevrettes de race locale Mossi en Afrique de l'Ouest au Burkina-Faso (Tamboura *et al*, 1998). Chez les chèvres Angora (Madagascar) les premières chaleurs se produisent à la première saison sexuelle, mais la puberté est atteinte plutôt à l'âge de 18-20 mois, alors que les chèvres de race Pygmy atteignent la puberté à l'âge de 3-4 mois (Zarrouk *et al.*, 2001). L'âge et le poids à la puberté chez la chèvre naine n'ont pas encore été déterminés.

I.2.2. Organes de reproduction chez la chèvre

Les organes reproducteurs de la chèvre comprennent les ovaires, l'utérus et le vagin (Figure 1).

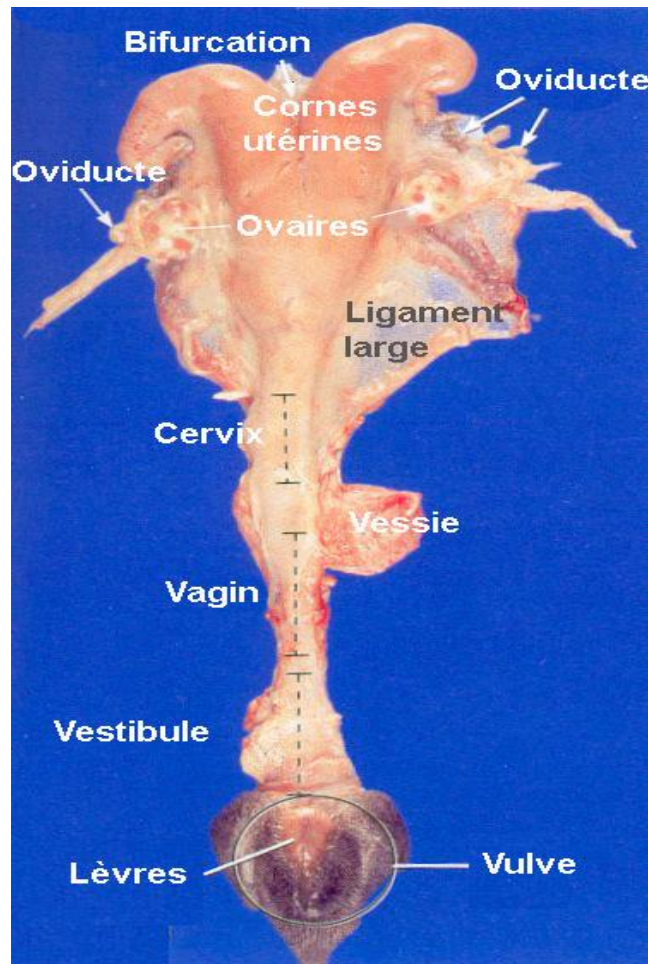


Figure 1. Appareil reproducteur de la chèvre (Vue dorsale avec étalement des diverses parties) (Bister, 2000)
(Source : <http://www.fundp.ac.be/sciences/veterinaire/physiologie/crovines/docu/objectif1/brebisreprod.pdf>)

I.2.2.1. Ovaire

L'ovaire des petits ruminants est un organe ovoïde ou en forme de haricot. Sa dimension est de 1 à 3 cm de long pour un poids de 3 à 15 g chez la brebis (comme chez la chèvre et la femme). Les follicules visibles en surface (Figure 2) émergent légèrement de la paroi de l'ovaire et mesurent de 1 à 8 mm. Outre les structures de soutien et de remplissage, un réseau vasculaire et nerveux, l'ovaire renferme des follicules à divers stades de leur développement et parfois un ou des corps jaunes, structure généralement beaucoup plus proéminente, de couleur rouge vif en période d'activité. Les follicules subissent un développement qui mène à l'ovulation, puis se transforment en corps jaunes. L'ovaire est doté d'une activité gonadique et d'une activité endocrine. L'activité gonadique assure le développement des gamètes femelles (ovocytes) à travers la folliculogénèse.

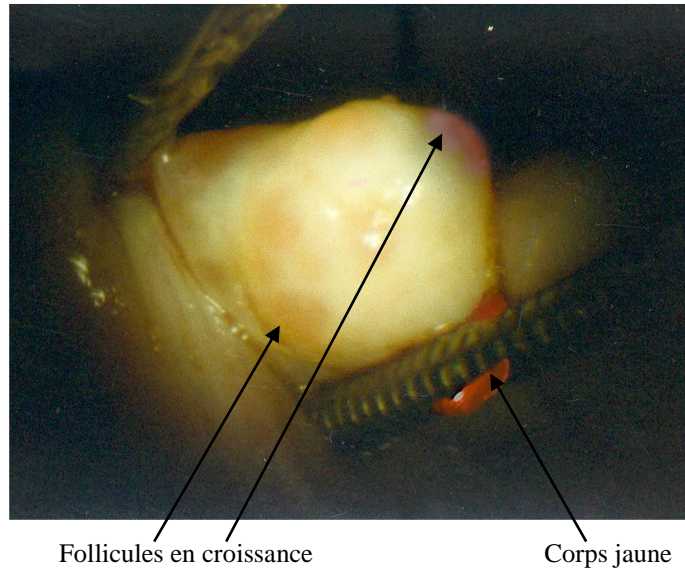


Figure 2. Ovaire de la chèvre (in vivo) (Bister, 2000)

(Source : <http://www.fundp.ac.be/sciences/veterinaire/physiologie/crovines/docu/objectif1/brebisreprod.pdf>)

L'ovaire dispose originellement d'un nombre prédéfini de follicules primordiaux dont la quantité et la qualité déterminent la **réserve ovarienne**. La mise en place de ce capital folliculaire se fait pendant l'ovogenèse et cette réserve diminue avec le temps, selon une dynamique propre à l'espèce, à la race et à l'individu (Figure 3).

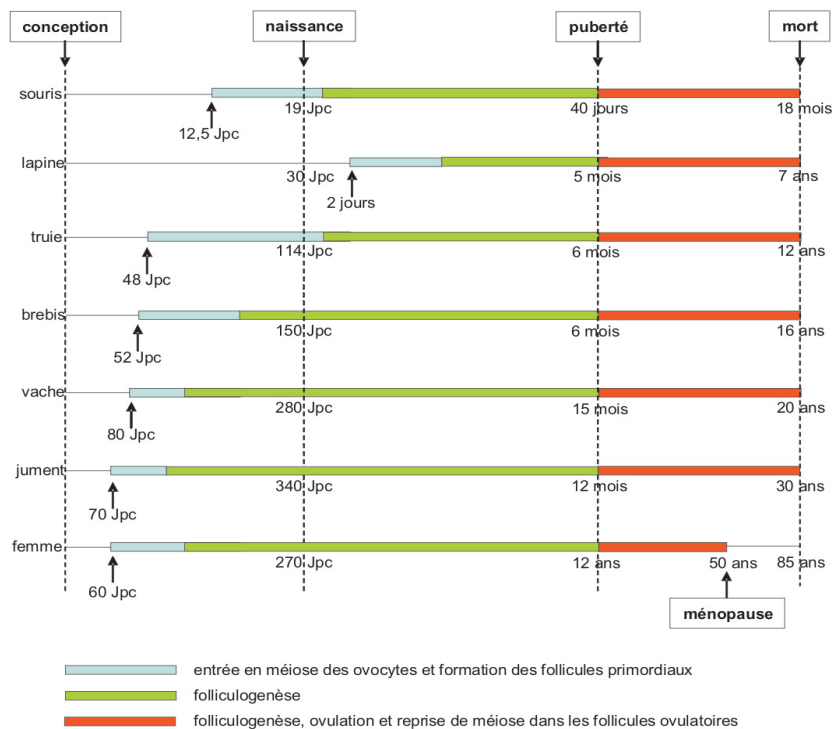


Figure 3. Ovogenèse et folliculogénèse au cours de la vie chez différents mammifères
 Jpc : Jours post-conception. (D'après Mauléon 1969 et Monniaux *et al.*, 1997)

I.2.2.2. Folliculogénèse/Ovogénèse

Le processus de la folliculogénèse est continu, les follicules entrant en phase de croissance de façon journalière. Il s'arrête avec l'épuisement de la réserve ovarienne.

Une fois constituée, la réserve ovarienne de follicules primordiaux s'épuise au cours du temps sous l'action de deux ensembles de mécanismes, l'un (prédominant pendant la vie fœtale et néonatale) conduisant à l'apoptose ovocytaire, l'autre (existant toute la vie jusqu'à épuisement éventuel de la réserve au moment de la ménopause chez la femme) conduisant au développement folliculaire.

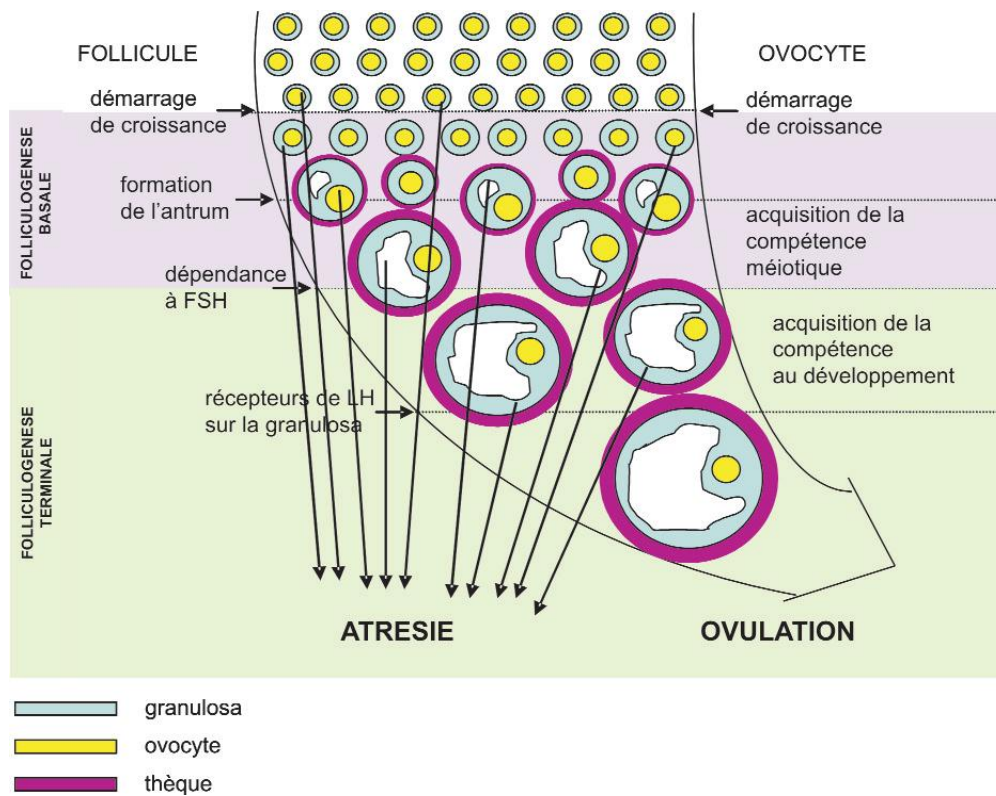
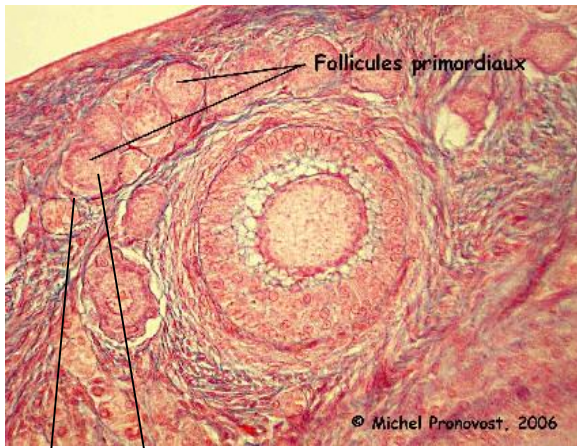


Figure 4. Principales étapes du développement folliculaire et de la maturation ovocytaire (Monniaux *et al.*, 2009)

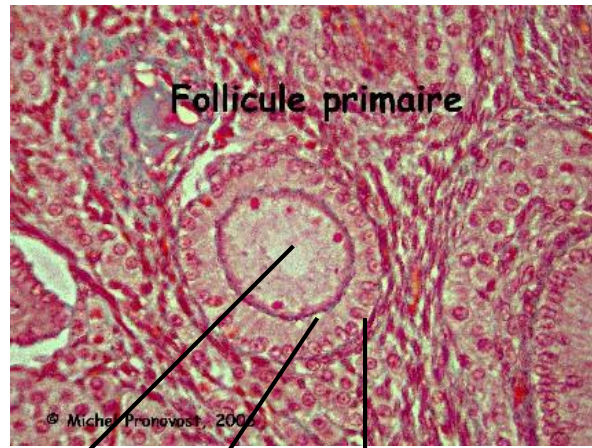
La folliculogénèse basale est contrôlée par des facteurs ovariens produits localement. La croissance folliculaire, lente, se déroule indépendamment de la LH et de FSH. La folliculogénèse terminale est strictement dépendante de la FSH et pour les stades terminaux de maturation du follicule pré-ovulatoire de la LH. Lors de la folliculogénèse terminale, le nombre de follicules va se réduire au nombre d'ovulations caractéristique de l'espèce.

La folliculogénèse est la succession de différents stades de développement du follicule depuis le stade de follicule primordial (Figures 5, 6 et 7) au stade pré-ovulatoire (Figure 8) et à l'ovulation qui en est le stade ultime. Ci-dessous les étapes de la folliculogénèse dans l'espèce humaine (chez la femme) (Figures 5, 6, 7, 8).



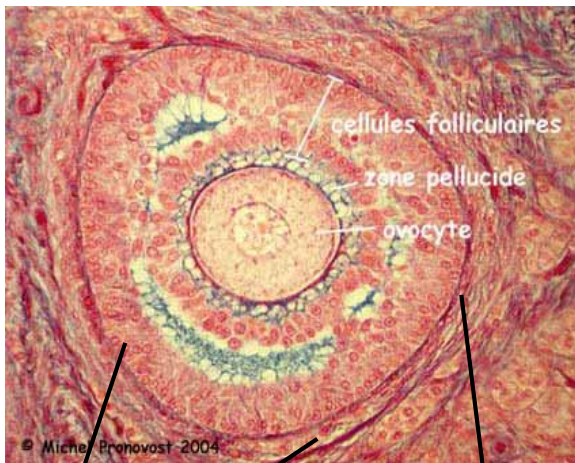
Ovocyte zone pellucide

Figure 5. Follicules primordiaux : oocytes entourés d'une couche unique de cellules de la granulosa limitée par une Lame basale (Pronovost, 2006)



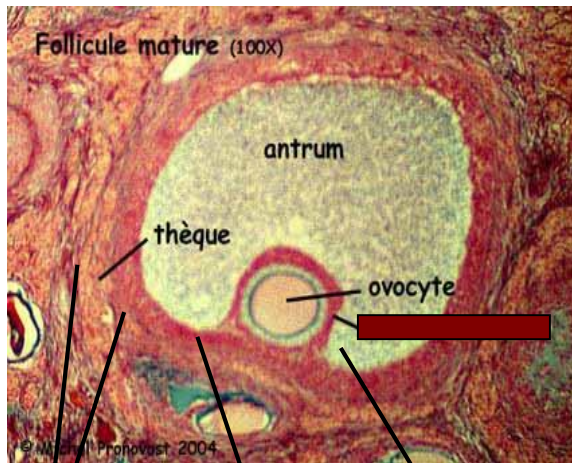
Ovocyte zone pellucide granulosa

Figure 6. Follicule primaire : oocyte, lame basale, couche de cellules de la granulosa, oocyte (Pronovost, 2006)



Granulosa théque lame basale

Figure 7. Follicule secondaire : une thèque, lame basale, cellules de la granulosa, zone pellucide, ovocyte (Pronovost, 2004)



thèque externe granulosa cumulus oophorus
lame basale

Figure 8. Follicule mûr : thèque externe, thèque interne, lame basale, granulosa, antrum, cumulus oophorus, zone pellucide, ovocyte (Pronovost, 2004)

(Source : mpronovost.ep.profweb.qc.ca/labo/ovaires.htm)

La folliculogénèse ne se déroule que si les caractéristiques endogènes (développementales, hormonales, métaboliques) de l'individu et son environnement (saison, nutrition, interactions sociales) le permettent. L'influence des facteurs environnementaux sur le développement folliculaire et l'ovulation varie fortement selon les espèces de mammifères considérées, comme l'illustre par exemple l'existence d'animaux à reproduction saisonnée ou non, et d'animaux à ovulation spontanée ou déclenchée par la saillie.

Le développement folliculaire se poursuit jusqu'à une taille limite caractéristique de chaque espèce, variant de 0,2 mm chez les rongeurs à 10 mm chez la jument (Monniaux *et al.* 1997) (Tableau I).

Tableau I. Diamètres folliculaires (en mm) aux principales étapes du développement folliculaire chez différents mammifères (Monniaux et al. 2009)

Espèces	Follicules primordiaux	Formation de l'antrum	Début de la folliculogénèse terminale	Acquisition des récepteurs de LH sur la granulosa	Ovulation
Rate	0,03 à 0,05	0,2	0,2	0,5	0,6 à 0,8
Brebis	0,03 à 0,05	0,2	2	3 à 3,5	6 à 7
Truie	0,03 à 0,05	0,2	1	5	7 à 11
Vache	0,03 à 0,05	0,2	3 à 4	9	10 à 20
Jument	0,03 à 0,05	0,2	10	15	45
Femme	0,03 à 0,05	0,2	3 à 5	10 à 12	20

Pour tous les mammifères, la maturation folliculaire et l'ovulation sont sous le contrôle direct du système hypothalamo-hypophysaire qui intègre les informations des facteurs endogènes et exogènes, et les traduit par des modifications de sécrétion des gonadotropines FSH et LH. Le rôle crucial des gonadotropines dans le contrôle de la folliculogénèse et le déclenchement de l'ovulation est désormais bien établi. Cependant, ces processus sont aussi régulés par de très nombreux autres facteurs, dont l'importance varie au cours de la folliculogénèse.

- Cas de la chèvre

Chez la chèvre, les observations par ultrasonographie journalière ont montré que le cycle interovulatoire présentait un modèle de développement folliculaire terminal par vagues successives (Ginther et Kot, 1994; De Castro *et al.*, 1998; Gonzalez de Bulnes *et al.*, 1999) comme observé chez d'autres espèces de ruminants (Sirois et Fortune, 1988).

En zone forestière du Cameroun, la grande fréquence des naissances gémellaires observées chez la chèvre naine (2 à 4 petits par portée) suggère l'intérêt que pourrait avoir l'étude de la dynamique folliculaire chez la race. Le caractère polyovulant chez la chèvre naine présente-t-il des particularités ?

I.2.2.3. Ovulation

Elle a été souvent comprise à tort comme l'expulsion du follicule mûr ou follicule de De Graaf par l'ovaire au terme de sa croissance. En réalité, c'est le follicule arrivé au terme de sa croissance qui, en réponse à une forte élévation des gonadotropines, s'ouvre et libère l'ovocyte à une position aléatoire sur l'ovaire. Chez certaines espèces animales (jument) l'ovulation ne peut se produire que dans une région particulière de l'ovaire, **la fossette d'ovulation** où l'épithélium ovarien est bien différencié (Driancourt *et al.*, 2001). L'ovulation survient après l'œstrus et se produit donc au début du cycle estrien et au milieu du cycle menstruel (chez les primates). Elle se produit 30 à 36 heures après le début des chaleurs chez la chèvre (Meyer,

2008). Chez la chèvre naine, espèce polyovulante, plusieurs follicules mûrs sont bien souvent expulsés en même temps ou successivement et de façon très rapprochée par le même ovaire. Serait-ce une des explications de la fréquente gémellarité observée chez la race ?

I.2.2.4. Le Corps jaune ou Corpus luteum

Le Corps jaune résulte de la transformation morphologique et fonctionnelle (luténisation), après l'ovulation, des cellules de la thèque et de la granulosa du follicule ovulant (Figure 9). Cette transformation morphologique et fonctionnelle correspond à la mise en place des cellules lutéales. Après l'ovulation les cellules de la granulosa ne se multiplient pas. Celles issues de la thèque gardent un certain pouvoir mitotique. La luténisation s'accompagne d'une augmentation très importante de la sécrétion de la progestérone dans toutes les espèces et de l'arrêt des sécrétions d'androgènes et d'estrogènes (Auletta et Flint, 1988 ; Niswender *et al.*, 2000). Cette progestérone est sécrétée par les cellules de la granulosa chez les primates, dès le jour de l'ovulation et en quantités croissantes.

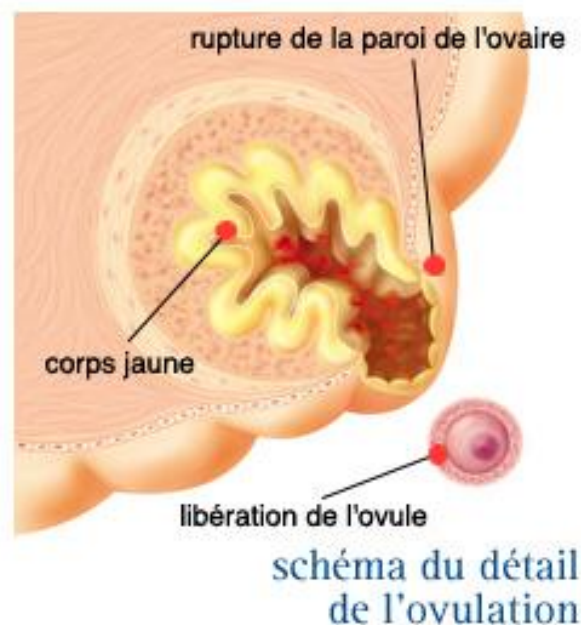


Figure 9. Représentation schématique du corps jaune après l'ovulation
(Source : www.arcagy.org/infocancer/img/433_popup_detai...2010)

Au cours de la luténisation, dans toutes les espèces sauf chez les primates, les cellules de la thèque et celles de la granulosa se mêlent les unes aux autres pour former un tissu d'aspect histologique plus homogène. Elles gardent pendant un certain temps encore les traces de leur origine grâce à l'existence de déterminants antigéniques de surface spécifiques ; les grandes cellules provenant de la granulosa et les petites de la thèque interne (Figures 10 et 11).

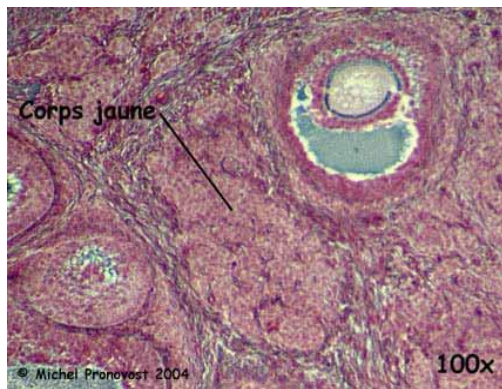


Figure 10. Coupe d'ovaire : corps jaune, tissu d'aspect histologique homogène

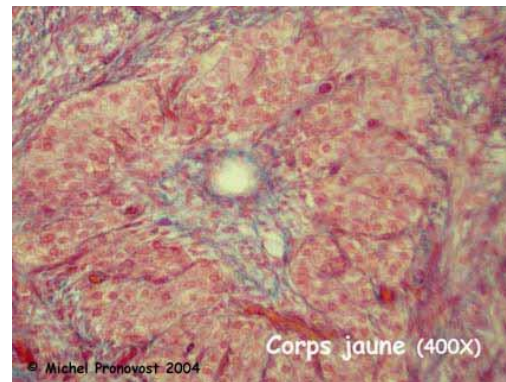


Figure 11. Coupe d'ovaire : corps jaune. Les cellules sont observables à fort grossissement

(Source : mpronovost.ep.profweb.qc.ca/labo/ovaires.htm, 2010)

Chez les ruminants, les grandes cellules lutéales présentent des caractéristiques des cellules stéroïdogènes avec un abondant réticulum lisse et des mitochondries à crêtes tubulaires, et possèdent un grand nombre de granules sécrétoires denses, dans les zones proches de la membrane plasmique. Ocytocine et relaxine ont été mises en évidence dans certaines de ces granules. La durée de vie du corps jaune cyclique est variable d'une espèce à l'autre, généralement comprise entre 12 et 21 jours (2 à 3 jours chez les rongeurs dont les cycles estriens sont très courts, de 4 à 5 jours), et constante ± 1 jour près dans une même espèce. L'évolution des taux circulants de progestérone reflète les étapes de croissance, maintien et régression du corps jaune. On distingue deux types de corps jaunes :

I.2.2.4.1. Corps jaune progestatif

En absence de fécondation il y a le corps jaune progestatif ou corps jaune cyclique qui se développe pendant la 2^{ème} phase du cycle et entame, dans l'espèce humaine, sa destruction entre le 24^{ème} et le 28^{ème} jour du cycle (soit après environ 14 jours après l'ovulation). Il est détruit par la prostaglandine F_{2alpha} (PGF_{2α}) vers le 17^e jour du cycle chez la vache et chez la chèvre. Ce corps jaune commence par cesser de sécréter de la progestérone puis il dégénère (lutéolyse) en quelques jours voire quelques cycles en un *corpus albicans* ou corps blanc (masse de tissu cicatriciel fibreux). Le développement du corps jaune cyclique est identique chez le mouton et la chèvre. Le suivi des corps jaunes en phase lutéale peut être assuré par des observations *in situ* (coéloscopie ou laparoscopie) (Figure 12), ou par des observations échographiques (échographie transrectale, Figure 13).



Figure 12. Observation par endoscopie des ovaires (follicules et corps jaunes)
(Hôpital Vétérinaire -Unité de Physiologie de la Reproduction et des Comportements- PRC,
Centre INRA de Tours-Nouzilly, 2009)



Figure 13. Observation par échographie des ovaires (follicules et corps jaunes)
(Unité Expérimentale-PA, Centre INRA de Tours-Nouzilly, 2009)

Ces observations permettent à la fois, de dater les corps jaunes dans les protocoles expérimentaux évaluant les nouveaux traitements reproductifs et, dans un deuxième temps, de comparer les images coelioscopiques aux données échographiques dans le but ultime de caractériser finement un corps jaune par simple échographie, outil de diagnostic le moins invasif possible (Cognié *et al.*, 2007) (Figure 14).

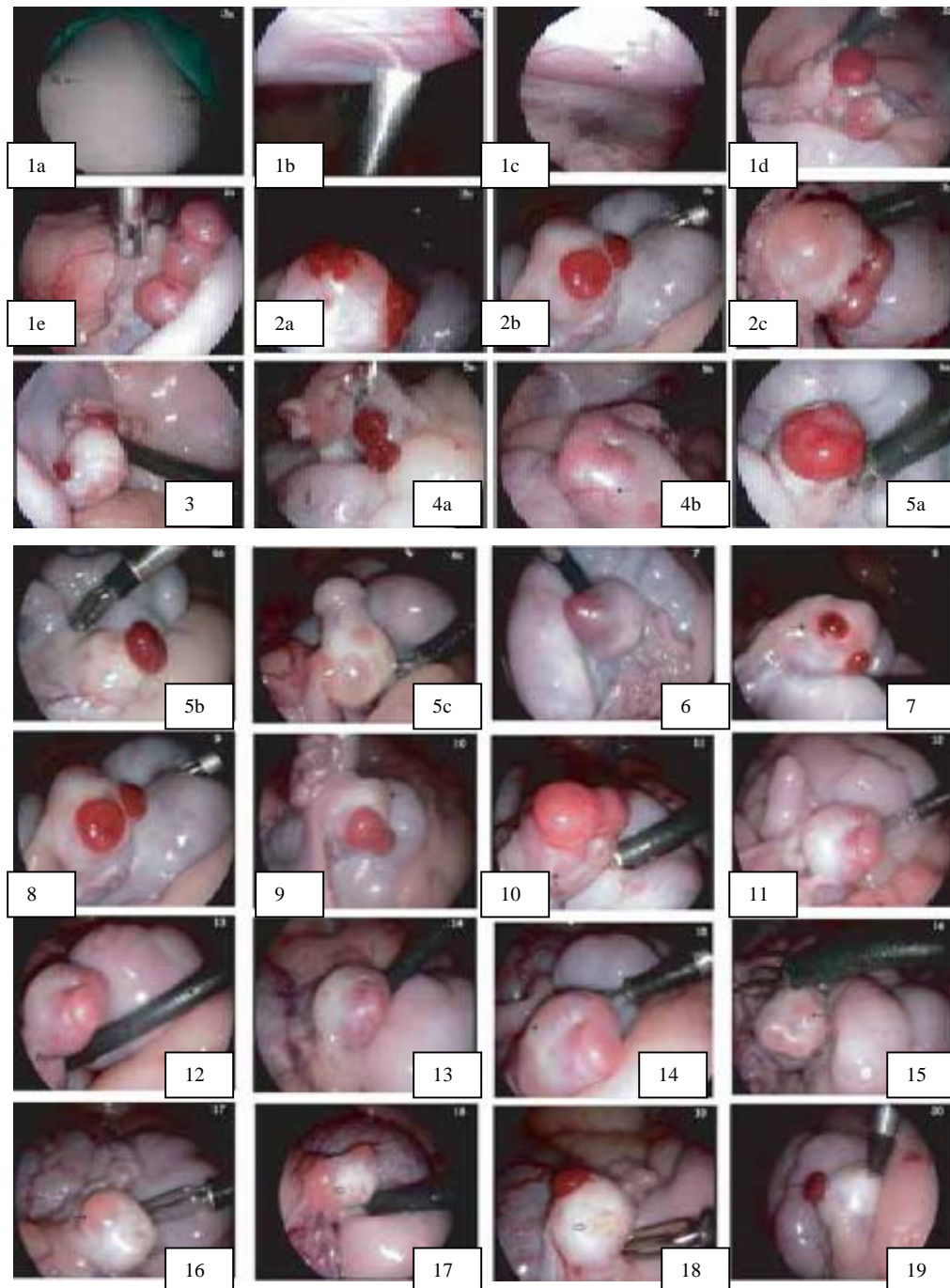


Figure 14. Suivi coelioscopique des corps jaunes cycliques chez la brebis (Cognié et al., 2007)

Photos 1 : **1a** – Vue de la paroi abdominale externe après 3 semaines d’expérimentation : sites de ponction / **1b** – Vue de la paroi abdominale interne à J17 (soit après 8 endoscopies) / **1c** – Vue de la paroi abdominale interne à J21 (après 10 endoscopies) : site de ponction / **1d** – 2 corps jaunes (CJ) à J5 sur l’ovaire droit de brebis 506 : présence de fibrine / **1e** – idem à J10, 5 : disparition de la fibrine.

Photos 2 : **2a** – 2 CJ à J0, 5 sur ovaire gauche de brebis 521 : filets de sang au site d’ovulation / **2b** – idem à J2,5 : protrusion des CJ / **2c** – idem à J6, 5 : fusion des CJ et éclaircissement : follicule en croissance.

Photos 3 : 2 CJ à J1 sur ovaire de brebis 528 : aspect foncé des CJ.

Photos 4 : **4a** – 2 CJ à J3 sur ovaire droit de brebis 504 : protrusion et aspect foncé / **4b** – idem à J9 : remarquer la fusion et l’éclaircissement des CJ : vascularisation basale.

Photo 5 : **5a** – CJ à J3 sur l’ovaire gauche de brebis 514, vue de face / **5b** – idem, vue de profil / **5c** – idem à J15, remarquer le follicule en phase de croissance au pôle opposé de l’ovaire.

Photo 6 : 1 CJ à J5 davantage inclus dans l’ovaire gauche de brebis 537.

Photos 7 à 19 : présentation de l’évolution des deux corps jaunes observés sur l’ovaire gauche de la brebis 521 de la première ovulation (J0, 5 : photo 7) à la suivante (J21,5 : photo 18). **7**– 2 CJ à J0,5 sur ovaire gauche de brebis 521 / **8**– J2,5 : follicule / **9**– J4,5 : follicule / **10**– J6,5 : vascularisation basale / **11**– J8,5 / **12**– J10,5 / **13**– J12,5 / **14**– J14,5 : follicule pré ovulatoire / **15**– J16,5 : follicule pré ovulatoire : corps blancs / **16**– J18,5 : follicule pré ovulatoire : corps blancs / **17**– J20,5 : follicule pré ovulatoire : corps blancs / **18**– J0,5 : corps jaune : corps blancs / **19**– J1,5 : corps jaune : corps blancs

I.2.2.4.2. Corps jaune gestatif

Le corps jaune en présence d'une fécondation se nomme le corps jaune gestatif, ou corps jaune de grossesse dans l'espèce humaine. Les mécanismes de reconnaissance maternelle de la gestation incluent l'inhibition de la lutéolyse afin de maintenir la sécrétion de progestérone indispensable au maintien de la gestation. La sécrétion lutéale n'est plus ensuite nécessaire si le placenta prend le relais (cas chez les primates dont la femme, la brebis, la jument, la chatte). La transformation du corps jaune cyclique en corps jaune gestatif suppose à la fois l'inhibition de la lutéolyse et le maintien de stimuli hormonaux lutéotropes (Leymarie et Martal, 2001).

Chez les primates, ces deux actions sont assurées par une seule et même substance sécrétée par l'embryon, la gonadotrophine chorionique (CG), alors que chez beaucoup d'autres mammifères - dont les ruminants - elles sont dissociées.

Chez la femme, si l'ovule est fécondé et l'implantation se produit, les cellules trophoblastiques du blastocyste (jeune embryon qui dérive des premières divisions cellulaires ou segmentation du zygote durant le développement embryonnaire) sécrètent l'hormone gonadotrophine chorionique humaine (hCG). La gonadotrophine chorionique humaine signale au corps jaune de continuer la sécrétion de progestérone, ce qui maintient la paroi épaisse (endomètre/muqueuse utérine/dentelle utérine) de l'utérus fournissant de ce fait une zone riche en vaisseaux sanguins dans lequel le zygote peut se développer. A partir de là, le corps jaune est appelé la *graviditatis corpus luteum*. Le placenta assure par la suite la production de progestérone et le corps jaune se dégrade en un *corpus albicans* (corps blanc) sans perte d'embryon/fœtus. L'administration des prostaglandines provoque la dégénérescence du corps jaune et l'avortement du fœtus (Robertson, 1977 ; Hafez, 1987).

Chez les ruminants, la transformation du corps jaune cyclique en corps jaune gestatif est assurée, d'une part par une intervention de l'embryon qui bloque l'action lutéolytique de l'utérus en inhibant la sécrétion de $\text{PGF}_2\alpha$ et, d'autre part le maintien de l'action lutéotrope d'hormones hypophysaires (LH et PRL).

Chez la brebis, le corps jaune cyclique est transformé en corps jaune gestatif si un embryon âgé au plus de 12 jours, est transféré dans une corne utérine au 12^{ème} jour d'un cycle stérile. L'effet antilutéolytique induit par le conceptus provient d'une action locale sur l'utérus. Le conceptus n'exerce ici son effet antilutéolytique qu'entre 12 et 21 jours après la fécondation. Ces délais

sont de 16-23 jours chez la vache et la chèvre dont le cycle estrien est proche de 21 jours (Leymarie et Martal, 2001).

Chez les caprins, le corps jaune est la principale source de production de la progestérone pour le maintien de la gestation, le complexe fœto-placentaire n'intervenant presque pas. La destruction du corps jaune entraîne dès lors l'avortement, quel que soit le stade de la gestation. En effet, le placenta caprin (complexe fœto-placentaire) ne produit pas de progestérone. Il secrète toutefois de l'hormone lactogène placentaire (Leymarie et Martal, 2001).

La production de la progestérone chez les ovins est assurée par le complexe fœto-placentaire, le corps jaune n'étant pas indispensable au maintien de la gestation au-delà de 50-60 jours. Chez la vache, le maintien du corps jaune gestatif n'est nécessaire que jusqu'à 210-230 jours de gestation, le complexe fœto-placentaire prenant le relais de la production de la progestérone par la suite (Leymarie et Martal, 2001). Le maintien de la gestation est de type placentaire chez la brebis, comme chez la vache au-delà de 210-230 jours, et de type lutéal chez la chèvre.

I.2.2.5. Cyclicité, œstrus et anœstrus

L'activité ovarienne a une cyclicité qui est mise en évidence par l'apparition périodique de l'œstrus (absent chez l'Homme et certains primates) ou des menstruations (seulement chez les primates), déterminant ainsi deux types de cycle : le cycle estrien ou œstral, encore appelé cycle sexuel, et le cycle menstruel (chez les primates). L'œstrus et la menstruation permettent de caractériser respectivement, le début du cycle estrien et le début du cycle menstruel. Les cycles estriens et menstruels cessent normalement avec la survenue de la fécondation après l'ovulation, ou d'une pseudo gestation, quand la fécondation n'a pas eu lieu. La détermination au cours du cycle (œstral ou menstruel) des niveaux de plasmatiques d'œstradiol et de progestérone sont une méthode efficace pour leur détermination. Ce sont les variations du niveau d'œstradiol plasmatique qui mettent en évidence les cycles de croissances folliculaires (Leymarie et Martal, 2001).

I.2.2.5.1. Le cycle œstral

Le cycle œstral (ou œstrien) est l'ensemble des phénomènes qui se déroulent entre deux œstrus consécutifs (Figures 14 et 15). Il se manifeste chez les mammifères à ovulation spontanée. Chez la brebis Djallonké, la durée moyenne du cycle œstral a été évaluée à $16,8 \pm 1,0$ jours (Touré *et al.*, 1995). La durée du cycle normal est voisine de 17 jours chez la brebis et de 21 jours chez la chèvre comme chez la vache. Chez la brebis Peulhe du Niger, Toukoui *et al.* (1994) relèvent

une durée de cycle normal de $17,4 \pm 0,2$ jours et de $17,0 \pm 0,4$ jours chez la brebis Touareg. La durée du cycle normal est estimée à 18 ± 4 jours chez la brebis Djallonké, variété Mossi (Boly *et al.*, 1993). Chez la chèvre Mossi, elle a été estimée à 21 ± 6 jours en moyenne (Tamboura *et al.*, 1998) ou $21,8 \pm 8,6$ jours (Tamboura *et al.*, 2000).

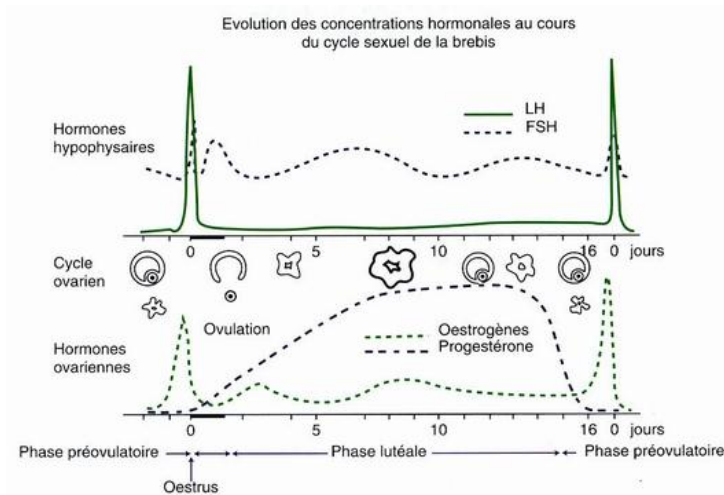


Figure 15. Evolution des concentrations hormonales au cours du cycle sexuel chez la brebis

(Source : www.ma.refer.org/ovirep/cours2/brebis.htm, 2009)

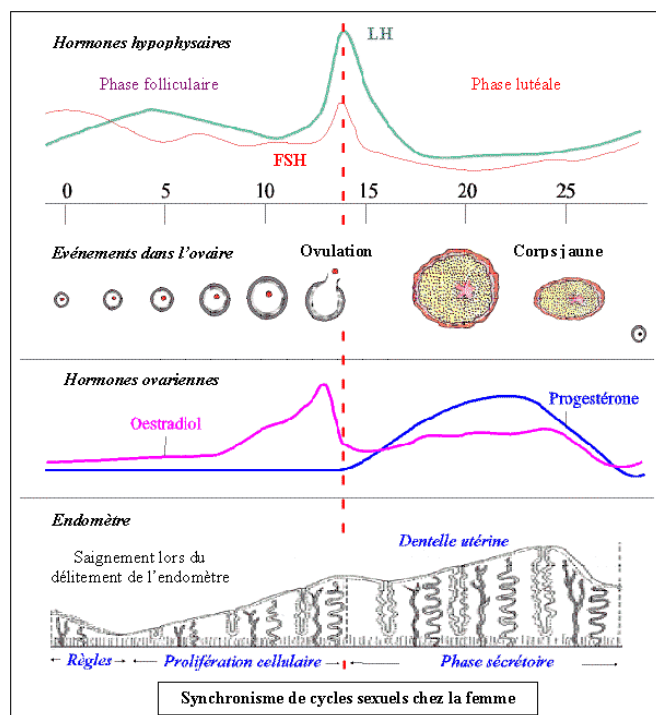


Figure 16. Synchronisme des cycles sexuels chez la femme

(Source : www.medicopedia.net/term/14093,1,xhtml, 2009)

I.2.2.5.2. Les cycles courts

Des cycles de plus courte durée (cycles courts) ont été décrits chez la chèvre lors de la synchronisation de l'œstrus par effet mâle (Chemineau, 1985, 2006 ; Baril *et al.*, 1993 ; Thimonier, 2000 ; Chanvallon, 2009). Le cycle court est mis en évidence par dosage journalier de la progestérone plasmatique chez les femelles auprès desquelles un mâle a été réintroduit après un temps de séparation strict (ouïe, odorat, vue, toucher, etc.) minimum d'environ un mois. Il se produit au bout de 3 jours un déclenchement synchrone des chaleurs avec des cycles estriens d'environ cinq jours maximum appelés cycles courts. L'activité ovarienne et sa cyclicité (œstrus, anoœstrus, cycle court) n'ont pas encore été étudiées chez la chèvre naine tant au Cameroun qu'en Afrique sub-saharienne.

Tableau II. Chronologie des événements suite à l'introduction de mâles pour l'effet mâle

Moment de l'œstrus	Moment ovulation	Durée 1 ^{er} cycles	Premières montes ou IA	Espèce	Race	Pays	Réf.*
	2-4 j	17 j ou 6 j + 17 j	18-20 j ou 24-26 j	Brebis	Général	Général	1
		4-6 j + normal		Brebis	Général	Général	2
		5-6 j + 17 j	19 ± 1 j	Brebis	Général	Général	3
			17-25 j	Brebis	Corriedale	Argentine	4
	< 4 j		19 j ou 23 j	Brebis	Romney	Nlle-Zélande	5
	2,5 j	75% cyclées 3-8 j	7-12 j	Chèvre	Créole	Guadeloupe	6
48,7 ± 16,1 h		5 j		Chèvre	Créole	Guadeloupe	7
	3 j	5-6 j		Chèvre		Inde	9

*Références : 1. Thimonier *et al.*, 2000 - 2. Martin *et al.*, 1986 - 3. Baril *et al.*, 1993 - 4. Rodriguez-Iglesias 1991 - 5. Knight *et al.*, 1978 - 6. Chemineau 1989 - 7. Chemineau *et al.*, 1984 - 8 Restall 1992

I.2.2.5.3. Œstrus

La manifestation des chaleurs chez les animaux ou œstrus, correspond à la période où les mâles sont attirés (*œstrus au sens large*) et/ou à celle où les accouplements sont acceptés par les femelles (*œstrus au sens strict*) (Martinat-Botté *et al.*, 1998). La durée des chaleurs au sens strict est de 33 heures en moyenne chez la chèvre Barbarine (Baril *et al.*, 1993). La durée des chaleurs au sens large a été évaluée à 22 ± 9 heures chez des chèvres Mossi de 18 à 36 mois d'âge (Tamboura *et al.*, 2000).

Certains facteurs influencent le déclenchement de l'œstrus. En effet, Chemineau (1987) a démontré que la présence d'un bouc 10 jours avant la date présumée des chaleurs avance celles-ci de quelques jours. En zone tempérée, des chevrettes de race Barbarine en présence d'un mâle au mois d'octobre viennent toutes en chaleur dans les 30 jours (55% en une semaine, 26% dans les trois premiers jours). La présence de quelques chèvres en chaleur dans un troupeau peut

aussi favoriser le déclenchement d'œstrus. Des températures élevées et une indisponibilité alimentaire peuvent réduire l'activité sexuelle durant quelques mois. Celle-ci reprend avec l'arrivée de la saison des pluies.

I.2.2.5.4. Anœstrus

C'est l'absence de manifestations œstrales par la femelle (chèvre). L'anœstrus vrai est encore appelé acyclie. Certains termes tels que subœstrus, chaleurs silencieuses ou frustres ou anaphrodisie sont abusivement utilisés lors d'absence de détection de chaleurs par les éleveurs. On distingue deux types d'anœstrus :

- l'anœstrus physiologique

C'est l'absence de manifestations œstrales par la femelle avant la puberté, pendant la gestation, les premières semaines du postpartum ou celles de la période d'allaitement.

- l'anœstrus pathologique

L'anœstrus est dit pathologique lorsqu'il s'accompagne d'une pathologie ovarienne (kyste) ou utérine (pyomètre) ou s'il est de durée excessive avant la puberté ou au cours du postpartum.

I.2.2.6. Fécondation

La fécondation c'est la formation, à partir de la fusion d'un spermatozoïde et d'un ovocyte, d'une cellule souche diploïde et totipotente (zygote) qui sera à l'origine des différents tissus et organes d'un individu de l'espèce (Thibault, 2001).

I. 2.2.7. Gestation

Mécanismes de maintien

L'installation d'une gestation est en partie préparée dès la phase folliculaire qui précède l'ovulation et au cours de la phase lutéale (Figure 17). L'embryon, puis le fœtus, permet d'assurer :

- d'abord son attachement en modifiant localement l'utérus (aux alentours des jours 14 à 16 chez la chèvre et la brebis) ;
- ensuite le maintien de la gestation ;
- le développement de l'utérus indispensable à sa propre croissance ;
- la placentation ;
- la préparation de la future lactation ;
- enfin l'arrêt de la gestation et son expulsion.

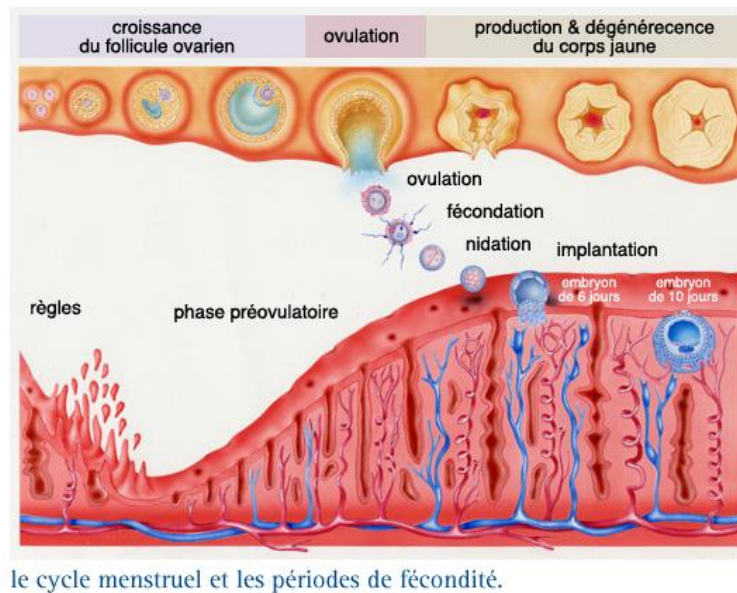


Figure 17. Représentation schématique des étapes successives du dialogue ovaire-utérus :
Croissance folliculaire, fécondation, nidation de l'œuf fécondé
(Source : www.arcagy.org/infocancer/img/433_popup_detai...)

L'embryon ou le fœtus bénéficie dans ce rôle de "chef d'orchestre" de la contribution de la mère, marquée par la sécrétion de progestérone du corps jaune (maintien de la gestation) et celle de prostaglandine $F_{2\alpha}$ de l'utérus (lyse du corps jaune). La concentration de progestérone dans le sang maternel reste élevée pendant toute la gestation (Martinat-Botté *et al.*, 1998). La sécrétion de cette hormone est essentiellement assurée pendant la gestation par le corps jaune et principalement le placenta (chez la brebis et la vache), et uniquement par le corps jaune chez la chèvre.

La durée moyenne de la gestation chez les petits ruminants (mouton et chèvre) est de 150 jours. Elle varie au sein d'une espèce selon la race et au sein des races selon les individus, en fonction du type de gestation (simple ou multiple) et de l'histoire reproductive individuelle.

I.3. Mécanismes de régulation de la reproduction

I.3.1. Contrôle endocrinien des cycles oestriens et menstruels

L'activité ovarienne est sous un contrôle endocrinien qui implique de nombreuses hormones, tant au niveau de la croissance des follicules, de l'ovulation, que du développement et maintien ou de la disparition du corps jaune. Les hormones qui interagissent entre elles sont libérées à trois niveaux de contrôle (Figure 18) ; c'est sur ces contrôles que l'on pourra agir si l'on veut déclencher ou synchroniser des ovulations, ou en augmenter le nombre.

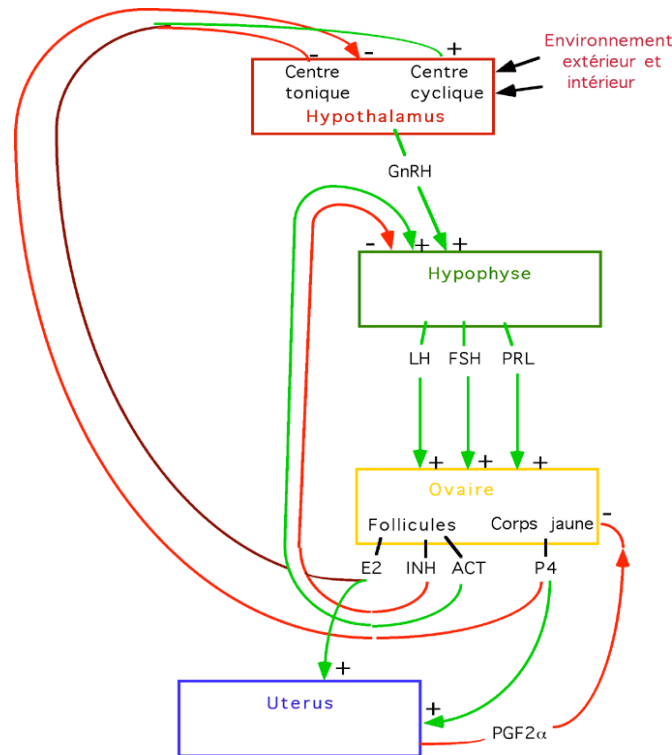


Figure 18. Schéma du contrôle endocrinien de l'activité ovarienne (Bister, 2000)
 (<http://www.fundp.ac.be/sciences/veterinaire/physiologie/crovines/docu/objectif1/brevisreprod.pdf>)

I.3.2. Hormones impliquées dans la reproduction

Parmi les hormones véhiculées par la circulation sanguine pour permettre à différents organes de communiquer entre eux, certaines de nature glycoprotéique (les hormones gonadotropes FSH et LH) sont sécrétées par le système hypothalamo-hypophysaire et contrôlent le fonctionnement des gonades (ovaires et testicules). En réponse, ceux-ci produisent les gamètes, mais aussi d'autres hormones (stéroïdes et protéines) qui, par différents mécanismes de rétroaction, régulent le fonctionnement de l'hypophyse et de l'hypothalamus. Sécrétée par la glande pinéale, la mélatonine est le médiateur utilisé par les races photopériodiques pour "traduire" les effets de la lumière sur la reproduction. Un tel équilibre démontre la complexité des différents mécanismes impliqués dans la fonction de reproduction et donne une idée de la difficulté qu'il y a à vouloir les maîtriser. On distingue grosso modo trois classes principales d'hormones reproductives : les lipides, les protéines et les monoamines.

I.3.2.1. Hormones stéroïdes

En réponse à la stimulation fournie par les hormones gonadotropes, les gonades produisent des gamètes. Elles synthétisent et sécrètent également des hormones (essentiellement des stéroïdes), qui à leur tour, agissent sur la production des gamètes, le comportement sexuel, les glandes annexes, l'activité utérine et finalement sur l'axe hypothalamo hypophysaire, avec un effet régulateur. Les stéroïdes sont sécrétés principalement par les gonades (Figure 19).

Les hormones stéroïdes forment un large groupe de molécules dérivées d'un stérol précurseur ou cholestérol. Le cholestérol est synthétisé à partir d'acétate dans de nombreux tissus et constitue un important élément structurel des membranes cellulaires

Parmi les stéroïdes, qui sont de faible poids moléculaire (autour de 350 Daltons), trois grandes classes peuvent être distinguées: la testostérone (également appelée hormone mâle) et les autres androgènes, l'œstradiol 17- β (appelée aussi hormone femelle) et les autres œstrogènes, la *progestérone* (P4, appelée aussi hormone de gestation) et les autres progestatifs (Figures 19).

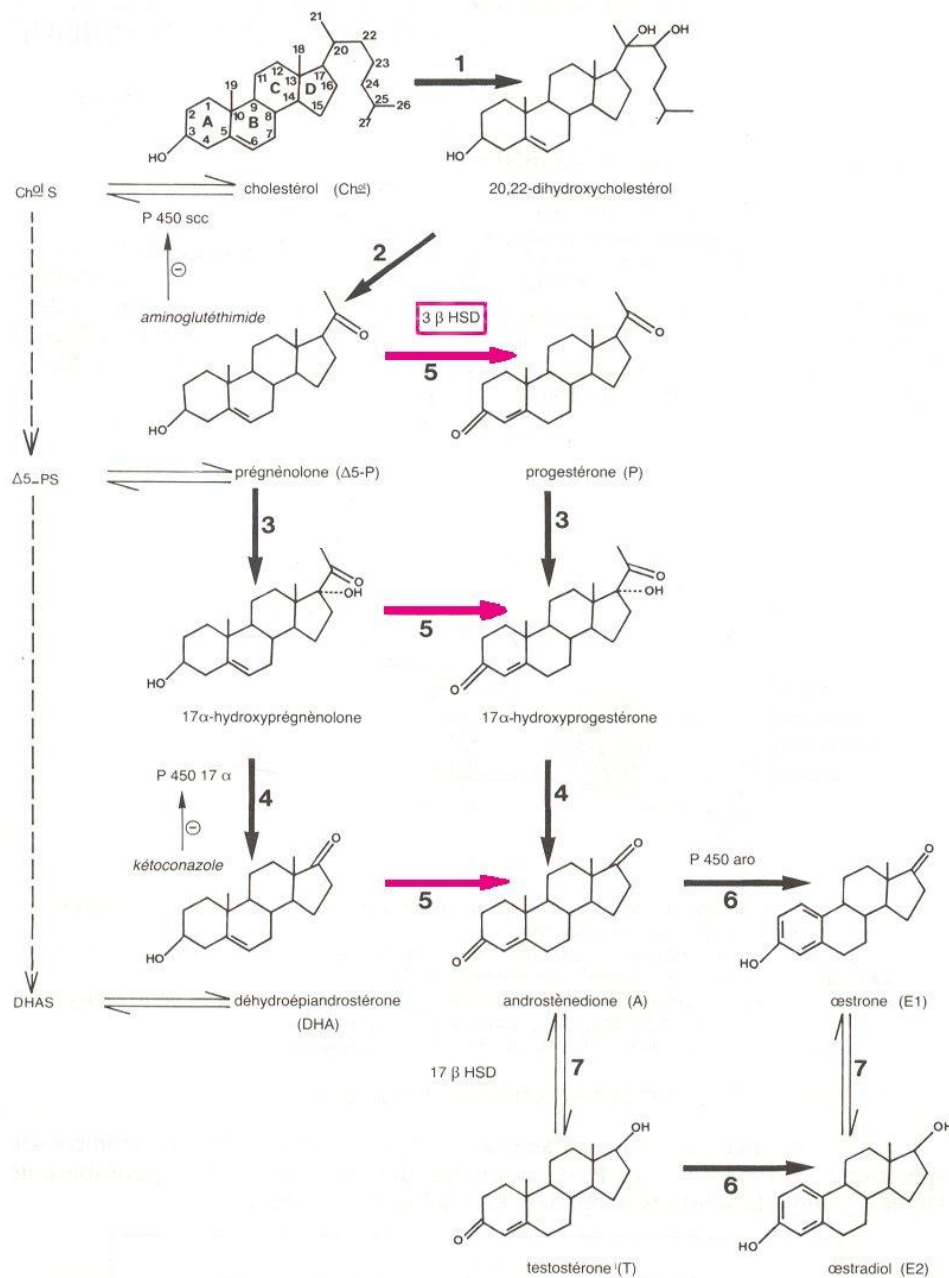


Figure 19. Biosynthèse des stéroïdes. In *La Reproduction chez les mammifères et chez l'homme* (Thibault et Levasseur, 2001)

➤ La progestérone et les autres progestatifs.

La progestérone (Figure 19) est la principale hormone sécrétée par le corps jaune formé après lutéinisation des cellules folliculaires consécutive à l'ovulation. La progestérone est également sécrétée par l'unité fœto-placentaire. La sécrétion de progestérone est sous le contrôle de la LH ; ses effets connus sont les suivants :

- blocage des ovulations cycliques par rétroaction négative sur l'axe hypothalamo-hypophysaire ;
- chez la brebis comme chez la chèvre, sensibilisation du système nerveux à l'action des oestrogènes pour l'induction du comportement d'œstrus ;
- préparation de l'utérus à l'implantation de l'embryon ;
- développement de la glande mammaire pendant la gestation.

I.3.2.2. Les phéromones ou phérormones

Ce sont des acides gras sécrétés par les glandes sébacées de la toison des mâles. Détectées par le tractus olfactif des femelles, elles agissent au niveau de l'hypothalamus puis par voie hormonale (GnRH, LH, FSH).

I.4. Contrôle génétique et environnemental des caractères de reproduction

La reproduction chez les mammifères est sous la dépendance des facteurs hormonaux. L'activité reproductrice des animaux obéit par ailleurs à une rythmicité qui elle est sous la dépendance des facteurs de l'environnement. Le contrôle ou la modification de certains de ces paramètres ont permis en zootechnie d'améliorer les performances reproductives de certaines espèces d'élevage telles les petits ruminants. On distingue parmi eux des facteurs intrinsèques, c'est-à-dire propres à l'animal, et des facteurs extrinsèques à l'animal ; ces derniers sont issus de son environnement.

I.4.1. Facteurs intrinsèques

Ce sont des facteurs d'origine génétique. Ils affectent directement l'âge à la puberté. Les principaux en sont : l'espèce, la race, la famille, et les individus des ces ensembles.

I.4.1.1. Age et rang de mise bas

L'âge est un paramètre important dans le déclenchement de la puberté chez les animaux domestiques ou leur mise en reproduction. Il détermine leurs aptitudes à être fertiles et fécondants plus ou moins tôt (Baril *et al.*, 1993). L'âge est fortement modulé par le poids. En effet, dans une cohorte de jeunes femelles, celles qui atteignent précocement un poids correspondant à 50-55 % de leur poids adulte rentrent plus vite en puberté que celles dont le poids est en dessous de ce seuil. Chez des petits ruminants au Sénégal, une étude a montré que

la fertilité augmentait avec le poids des femelles qui avancent en âge (Clément *et al.*, 1997). De même, l'âge à la première mise bas a un effet significatif sur les avortements (Dembelé, 2000) et sur la prolificité (Clément *et al.*, 1997). Enfin, les risques d'avortements sont moindres chez les multipares (Quirin *et al.*, 1993 ; Dembelé, 2000). Certains auteurs (Lancelot *et al.*, 1994) ont trouvé que l'augmentation de la prolificité et la baisse de l'intervalle entre mise bas rendaient les chèvres multipares plus fécondes (1,82 comme productivité numérique par femelle et par an) que les jeunes chèvres (1,35 comme productivité numérique par femelle et par an).

I.4.1.2. Race animale

Une grande variabilité existe dans la prolificité des petits ruminants. Clément *et al.*, (1997) ont montré que la prolificité était plus élevée et plus variable chez les races du Sud que chez celles du Nord (ovins et caprins) et était plus grande et plus variable chez les caprins que chez les ovins. D'autres auteurs (Tourrand et Landais, 1996) soulignent que globalement les races caprines des zones soudaniennes et guinéennes présentent des productivités numérique et pondérale supérieures à celles des races caprines des zones arides et semi-arides. En Afrique Centrale et particulièrement au Cameroun, les races caprines sont plus prolifiques que les races ovines chez lesquelles les triplets sont rares alors qu'ils sont fréquents chez les caprins (Vallerand et Brankaert, 1975 ; Manjeli *et al.*, 1994), surtout en dessous du 6^e parallèle.

I.4.2. Facteurs extrinsèques

Ce sont ceux liés à l'environnement direct de l'animal. En effet, en plus de la saison de naissance qui est déterminée par celle de conception, d'autres facteurs tels l'alimentation, le poids corporel (surtout celui à la naissance), la conduite de l'élevage, la saison, les maladies, affectent la puberté (Boyd, 1977; Gnanda, 2008). Parmi ces facteurs environnementaux, l'alimentation a une place prépondérante et joue un rôle très déterminant dans le cycle reproductif de l'animal.

I.4.2.1. Alimentation/nutrition

L'effet des régimes alimentaires sur la modification des performances reproductives des animaux est bien connu des éleveurs. Dans les zones tropicales et subtropicales, la sous-alimentation est probablement un des facteurs principaux de l'environnement qui limite les performances de reproduction des animaux, notamment celles des ruminants.

I.4.2.1.1. Influence de la nutrition sur la fertilité, fécondité et prolificité

Dans leur étude sur les chèvres au Brésil, Silva *et al.* (1984) ont constaté que les premiers œstrus post-partum apparaissaient chez les sujets mettant bas pendant la saison sèche. La cause en était une plus grande disponibilité alimentaire pendant la période de saillie et de gestation qui

correspondait à celle de la saison pluvieuse. Les faibles niveaux alimentaires seraient en mesure d'entraîner une déficience hypothalamique en *Gonadotrophine Releasing Hormone* (GnRH) induisant moins de libération des hormones gonadotropes par l'hypophyse (Khaldi et Lassoued, 1991).

Les déficiences énergétiques paraissent être les causes les plus incriminées dans le problème de fertilité chez les femelles (Haresign, 1984 ; Holness, 1984). C'est ce qui explique que l'augmentation des niveaux énergétique et protéique des rations alimentaires des animaux avant leur mise à la reproduction (flushing), favorise une élévation du taux d'ovulation et une diminution de la fréquence de la lutéolyse prématurée (Baril et Brebion, 1993 ; Baril *et al.*, 1993). Dans bien d'élevages, les fluctuations de fertilité des animaux sont intimement associées aux variations saisonnières ou annuelles du disponible fourrager des pâturages (Lancelot *et al.*, 1994). Concernant la prolificité, Clément *et al.* (1997) ont relevé que ce paramètre était meilleur lorsque les mises bas des animaux s'étaient produites en saison sèche, résultant des fécondations de fin de saison hivernale. D'après Tourrand et Landais (1996), la complémentation améliore de façon générale la productivité des animaux. En effet, les résultats obtenus par ces auteurs sur les caprins montrent un gain numérique à l'échelle du troupeau de 35 % (Cités par Gnanda, 2008).

I.4.2.1.2. Influence de la nutrition sur la cyclicité des femelles

Il est admis que les effets d'une sous-alimentation sévère suivie d'un amaigrissement excessif peuvent se traduire, soit par un démarrage tardif de la saison sexuelle, soit par une fin précoce de cette même saison (Khaldi et Lassoued, 1991). En effet, les travaux de Zarazaga *et al.* (2005) sur la chèvre Payoya en Europe, ont montré que la nutrition n'affectait pas son taux d'ovulation, mais affectait de façon marquée sa réponse à la saisonnalité. La sous-alimentation provoque donc une prolongation anormale de l'anœstrus (Lhoste *et al.*, 1993). Une sous-alimentation après la mise bas accroît la fréquence des cycles ovulatoires de courte durée et d'ovulations silencieuses par rapport aux animaux bien alimentés (Baril *et al.*, 1993). Mais, l'effet d'une sous-alimentation sévère sur l'intégrité physiologique des follicules produits n'a pas encore été étudié. De Santiago-Miramontes *et al.* (2008) ont montré qu'une supplémentation alimentaire pendant 7 jours des femelles nourries au pâturage, avant leur exposition à un mâle sexuellement actif, améliorait leur taux d'ovulation à la première ovulation induite par effet mâle, mais l'effet stimulateur était éphémère et n'était plus observé lors de l'ovulation subséquente.

I.4.2.1.3. Influence de la nutrition sur l'avortement

L'alimentation toujours précaire à certaines périodes de l'année en Afrique sahélienne est une des causes majeures d'avortements des animaux dans cette région (Yahaya, 1999). La sous-nutrition énergétique et/ou azotée augmente notablement l'incidence des avortements chez les femelles (Bidjeh *et al.*, 1993 ; Lhoste *et al.*, 1993). Les carences minérales telles que celles en zinc, en phosphore, en cuivre ou en sélénium, entraînent des avortements chez les animaux nourris sur pâturage naturel (Lhoste *et al.*, 1993 ; Yahaya, 1999). Silva *et al.* (1984), à l'issue de leurs travaux sur l'étude de l'influence de deux saisons d'accouplement (saison pluvieuse et saison sèche) sur les caractéristiques de reproduction de la chèvre du Brésil, ont rapporté qu'aucun avortement n'a été enregistré pour les chèvres fécondées pendant la saison des pluies (janvier à juin). Par contre les auteurs ont relevé que 8% des chèvres saillies en saison sèche (juillet à décembre) ont avorté.

Dans les parcours naturels aussi bien des zones Soudano-sahéliennes qu'équatoriales, sans complémentation adéquate, les besoins nutritifs des ruminants ne sont pas entièrement couverts tout au long de l'année, si bien que les femelles qui mettent bas en périodes défavorables sont obligées de mobiliser davantage leurs réserves corporelles. Ceci affecte naturellement les performances de reproduction de ces dernières, étant donné la forte relation entre les réserves corporelles et les taux d'ovulation, de fertilité et de prolificité (Dedieu *et al.*, 1989 ; Torre *et al.*, 1991). Njoya et Awa (1994) dans leur étude sur la mobilisation des réserves corporelles chez des agnelles en gestation au Nord-Cameroun, ont noté une traduction de cette mobilisation en terme de baisse de la note d'état corporel (NEC) des sujets, qui, par contre, gagnaient du poids à la faveur de la croissance du fœtus. Ceci suggère que la NEC ne devrait pas être le seul critère de suivi de la bonne gestation. Tous les besoins doivent donc être couverts. Lorsque plusieurs composantes de l'alimentation sont insuffisantes, c'est évidemment celle qui est la plus déficiente qui détermine les problèmes de reproduction et de production qui sont souvent constatés.

I.4.2.2. Effets saisonniers

Les variations de la température, de la photopériode et du disponible alimentaire des pâturages suivant les saisons de l'année, sont les principales sources d'influence des performances de reproduction des animaux. La saison sèche, du fait de la faible disponibilité quantitative et qualitative des pâturages, est marquée par des problèmes de fertilité et d'avortement des animaux (Lancelot *et al.*, 1994 ; Tourrand et Landais, 1996). Par contre, les performances de reproduction de ces derniers sont bonnes lorsque leurs saillies ont lieu surtout en saison

pluvieuse, période où les ressources alimentaires sont en quantité importante et de bonne qualité (Clément *et al.*, 1997).

Des variations saisonnières de l'activité sexuelle des petits ruminants ont été relevées par de nombreuses études en Afrique au sud du Sahara (Yenikoye, 1989) et au Nord-Cameroun (Mbah *et al.*, 1989). En effet, les températures affectent négativement la qualité de la semence et peuvent entraîner une diminution du pourcentage des spermatozoïdes mobiles et de leur motilité ainsi qu'un accroissement des formes anormales (Baril *et al.*, 1993). Il se produit donc une baisse de la fécondité de la semence, laquelle est généralement associée à un accroissement de la mortalité embryonnaire.

Effets du mode de conduite et de la gestion de la reproduction par les acteurs

Les stress nutritionnels sont souvent aggravés par les pratiques de conduite des troupeaux de la part des éleveurs où l'absence de contrôle de lutte conduit à des montes précoces des jeunes animaux sans que ces derniers n'aient atteint un poids et un développement suffisants. La majorité des saillies se font au pâturage conduisant à un brassage génétique entre les troupeaux de concession d'un même village, voire des villages voisins (Moulin *et al.*, 1994). D'autres causes, telles que les intoxications alimentaires participent également à augmenter les problèmes tel que celui des avortements. En effet, face à l'insuffisance alimentaire récurrente de saison sèche, les animaux sont parfois amenés à ingérer des substances toxiques. Par ailleurs, on doit souligner également les cas d'avortements dus à des causes mécaniques (coups de têtes) du fait notamment du regroupement des animaux dans un même habitat ou de leur regroupement au pâturage (Gnanda, 2002). Au Cameroun, les données fiables sur les spécificités du mode de conduite et de gestion de la reproduction dans les systèmes traditionnels d'élevage caprin en zone forestières sont encore indisponibles.

I.4.2.3. Environnement sanitaire

Chez la femelle reproductrice, des problèmes d'infertilité ont été relevés comme freins à la reproduction.

Principales causes d'infertilité chez les femelles

D'après Meyer (1998), les principales pathologies qui affectent la fertilité des femelles de petits ruminants sont les suivants :

- Les vulvo-vaginites qui sont dues soit à des virus (la vaginite infectieuse pustuleuse), soit à des bactéries telles les trichomonas (la vaginite granuleuse) ;

- Les métrites : inflammations de l'utérus dues à la multiplication des germes, favorisée souvent par le manque d'hygiène lors des parturitions ;
- La cervicite : inflammation du col qui s'accompagne souvent de métrite ;
- La salpingite : inflammation des oviductes qui peut avoir une tuberculose ou d'autres causes infectieuses (streptocoques, staphylocoques) ;
- Les affections des ovaires parmi lesquelles : la sclérose de l'ovaire, le corps jaune persistant, les kystes ovariens (folliculaires ou lutéaux).

Les atteintes de la fonction de reproduction dues aux différentes pathologies ci-dessus mentionnées, peuvent être traduites en terme d'apparition des cycles irréguliers et d'anœstrus, de baisse de fertilité voire d'infertilité, de mortalité embryonnaire ou mortalité néonatale, d'allongement de l'intervalle entre mise bas et enfin, en terme d'avortements. En outre, les résultats d'une étude menée en station au Nord-Cameroun ont montré qu'une action combinée de vaccination contre la PPR, de traitement stratégique contre les helminthoses gastrointestinales et d'une supplémentation alimentaire en saison sèche, diminuait la mortalité chez les ovins de 53 % à 17 %, et augmentait la fécondité de 120 % à 174 % (Awa *et al.*, 2002).

I.4.3. Stratégies d'adaptation de la fonction de reproduction des ruminants en climat chaud

Pour survivre dans leur milieu de vie, les animaux développent avec le temps des caractères adaptatifs qui leur permettent de mieux vivre, de se reproduire, et ainsi assurer la perpétuation de leurs espèces. Les variations qui favorisent la survie de certains individus, lorsqu'ils sont en compétition avec d'autres ou lorsqu'ils sont soumis à des conditions défavorables, augmentent de ce fait leurs chances de succès lors de la reproduction et assurent par conséquent leur conservation (Lewontin, 1979 cité par Yenikoye, 2000 ; Alinier, 2003).

Les ruminants, comme la plupart des êtres vivants, peuvent mesurer la variation saisonnière de climat (durée du jour et de la nuit ou nyctémère, température, hygrométrie) ou de l'alimentation, et faire coïncider telle ou telle phase de leur cycle de vie avec la saison la plus favorable à cette manifestation (Yenikoye, 2000, Duarte *et al.*, 2010). Le mécanisme fait intervenir la mélatonine, sécrétée de nuit par ces animaux. En rapport à la fonction de reproduction, un certain nombre d'adaptations ont été façonnées par les animaux dans le milieu tropical. Ces adaptations portent sur : la taille de la portée, la gestion de la réserve des gamètes, la répartition des mise-bas.

Des études réalisées sur des races ovines sahéliennes (Yenikoye, 1984 ; Bourzat et Wilson, 1989 ; Niaré, 1995) montrent que ces dernières sont généralement mono-ovulantes : le taux d'ovulation moyen variant entre 1,1 et 1,3. Etant donné que cela ne semble dépendre ni des acteurs climatiques, ni de l'alimentation (Bourzat et Wilson, 1989 ; Yenikoye et Marichatou, 1993), cette adaptation ne peut être qu'une expression génétique de la race concernée. A l'opposé du mouton Sahélien, le mouton Djallonké de la zone Soudano-guinéenne et sa sœur de l'Afrique Centrale font partie des races ovines les plus prolifiques par suite de la simple sélection naturelle (Lhoste *et al.*, 1993). La chèvre naine (*Capra hircus*) ici étudiée s'inscrit dans cette même lignée. Des auteurs comme Banoin *et al.* (1991) et Toukoui *et al.*, (1994), montrent que les animaux en zone sahélienne présentent un nombre réduit de follicules en croissance. C'est le cas chez la brebis Targui adulte avec un nombre de follicules qui est pratiquement la moitié ou le tiers de celui présents dans les ovaires des autres races locales d'Afrique du Nord ou européennes (Banoin *et al.*, 1991). De plus, la gestion du stock de follicules chez cette brebis est économique, la perte d'ovocytes par dégénérescence spontanée est très réduite (Yenikoye, 2000). Les adaptations sur la répartition des mises bas se caractérisent par l'existence de pics qui reflètent soit des périodes alimentaires favorables à la lactation, soit la résultante des effets induits des périodes favorables à la saillie fécondante (Lancelot, 1994).

Chez les caprins, des études ont été menées il y a quelques années par Duarte *et al.*, (2010), à l'effet de savoir si la saison de reproduction des chèvres originaires de la région tropicale du Sud-Mexique était sous le contrôle de la photopériode. Les résultats ont montré que ces dernières étaient bien sensibles aux changements photopériodiques sous ses latitudes (26°), et que cette ambiance environnementale contrôlerait le rythme de la saison de reproduction dans les conditions naturelles. Ces résultats relancent la question très actuelle de l'existence d'une « saisonnalité » dans la reproduction des petits ruminants en zone tropicale, bien que plusieurs auteurs aient souligné son absence.

I.4.4. Effet mâle et gestion de la reproduction

La présence d'un bélier ou d'un bouc dans un troupeau qui en a été privé pendant au moins 30 jours, provoque l'avancement de l'âge de la puberté des agnelles ou chevrettes et de la période de reproduction saisonnière, synchronise les œstrus du troupeau et réduit la durée des cycles des femelles non gravides (Clos et Muller, 1998 ; Chanvallon, 2009). Le contact avec les mâles produit chez les femelles, un accroissement immédiat du nombre de pulses de LH qui conduisent à un pic préovulatoire et finalement à l'ovulation (Baril *et al.*, 1993 ; Chanvallon, 2009). Les phéromones diffusant dans l'atmosphère ou émises dans les urines du mâle agissent

sur l'odorat des femelles et provoquent par conséquent cette impulsion reproductive. Les mâles utilisés peuvent être entiers ou vasectomisés. Thimonier *et al.* (1984) ont relevé que 97 % des femelles non cyclées ont ovulé dans les 5 jours qui ont suivi la réintroduction des mâles dans le troupeau et que 62 % ont manifesté des chaleurs dans le même laps de temps. On note cependant que chez la chèvre, la 2^{ème} chaleur qui suit la réintroduction des mâles est plus fécondante que la première (Khaldi, 1984).

I.4.5. Productivité numérique

La finalité dans une gestion de reproduction est de parvenir à une dynamique de la population, c'est-à-dire son évolution en termes de nombre, traduite sous l'appellation de productivité numérique. La productivité numérique se calcule par le rapport entre le nombre de chevreaux sevrés et le nombre de chèvres mises en lutte. Elle est évaluée, soit à l'échelle d'un individu (femelle), soit à l'échelle du troupeau (Lhoste *et al.*, 1993). Elle peut également être appréciée sous l'angle de la structure et de la composition du troupeau (Chaïbou, 2005). Une productivité numérique élevée assure le renouvellement du troupeau et permet la vente d'un nombre élevé d'animaux sans que cela n'entame le progrès du cheptel (Lhoste *et al.*, 1993). La grande prolificité observée chez la chèvre naine de la zone de forêt du Cameroun pourrait dès lors être un atout majeur pour l'amélioration de la productivité numérique de l'espèce.

II - MATERIEL ET METHODES

II.1. Milieu camerounais

Au plan agro-écologique, le Cameroun est subdivisé en 5 zones (IRAD, 2005) qui sont :

- **la Zone I ou Zone Soudano-Sahélienne** (Figure 20), avec une pluviométrie annuelle comprise entre 500 mm et 1200 mm. Elle s'étend du 8^{ème} au 13^{ème} degré de latitude Nord, et couvre grosso modo les régions administratives du Nord et de l'Extrême-Nord ;
- **la Zone II ou Zone des Hautes Savanes Guinéennes** (Figure 20), située entre le 6^{ème} et le 8^{ème} degré de latitude Nord avec une pluviométrie annuelle comprise entre 1200 mm et 1600 mm. Elle épouse d'emblée les contours du Plateau de l'Adamaoua à 1200 m d'altitude. Elle a dans l'ensemble les limites de la région administrative de même nom ;
- **la Zone III ou Zone des Hauts-Plateaux de l'Ouest** (Figure 20), avec une pluviométrie annuelle comprise entre 2000 mm et 3000 mm, c'est la zone des hautes terres volcaniques de plus de 2000 m d'altitude en moyenne. Située en dessous de la 6° latitude Nord, elle couvre les régions administratives de l'Ouest et du Nord-Ouest ;
- **la Zone IV ou Zone de Forêt Humide à Pluviométrie Monomodale** (Figure 20), C'est la zone la plus arrosée du pays avec une pluviométrie annuelle de plus de 3000 mm. Elle couvre toute la partie littorale du pays et est balayée par les moussons venues de l'Atlantique. Elle s'étend sur les régions administratives du Littoral, du Sud-Ouest et le département de l'Océan dans la région du Sud ;
- **la Zone V ou Zone de Forêt Humide à Pluviométrie Bimodale** (Figures 20 et 21). C'est dans cette cinquième zone ci-dessous présentée que nos travaux ont été réalisés.

II.1.1. Milieu d'étude

La Zone V ou Zone de Forêt Humide à Pluviométrie Bimodale s'étend du 2^{ème} au 6^{ème} degré de latitude Nord et du 10^{ème} au 16^{ème} degré de longitude Est. Elle couvre en grande partie le plateau sud-camerounais dont l'altitude varie de 500 à 1000 m, avec une moyenne de températures de 25 °C (20 °C à 30 °C), la durée moyenne d'ensoleillement atteint un maximum de 1750 heures par an. La pluviométrie moyenne est de 1 500 mm (1000 à 2000 mm) et les précipitations varient d'une année à l'autre.

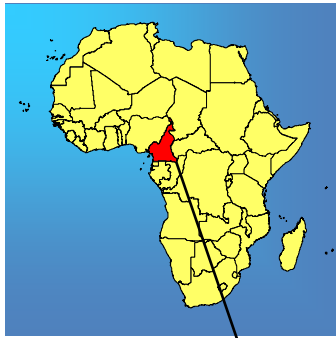


Figure 20a

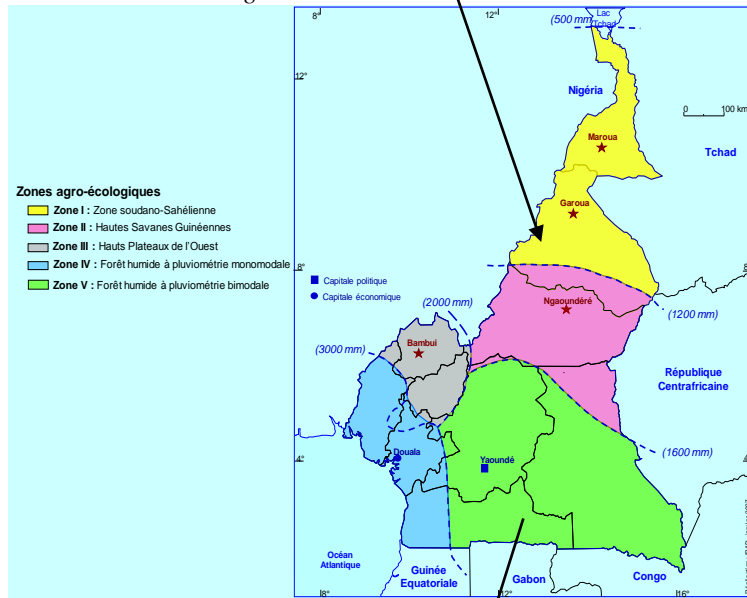


Figure 20b

Figures 20 (a et b). Le Cameroun en Afrique et ses Zones agro-écologiques (IRAD, 2005)

Zone V : Forêt humide à pluviométrie bimodale

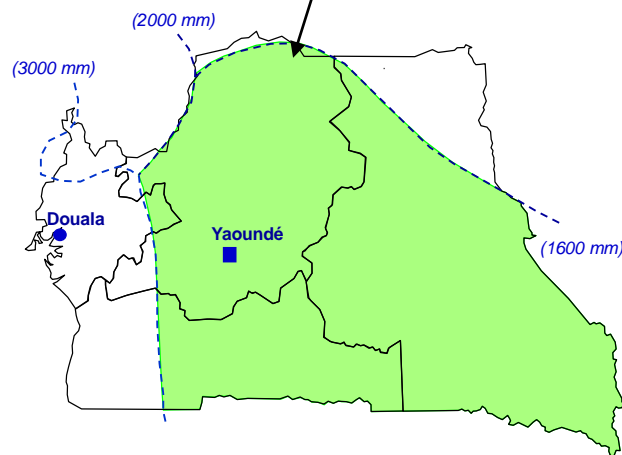


Figure 21. Zone V ou de forêt humide à pluviométrie bimodale (IRAD, 2005)

La zone V couvre les régions administratives du Centre, du Sud et de l'Est. Elle est limitrophe de plusieurs pays voisins du Cameroun dans la sous-région Afrique Centrale avec la même écologie, à savoir: la République Populaire du Congo, le Gabon, la Guinée Equatoriale, la République Centrafricaine. Son climat sub-équatorial de type « guinéen », caractérisé par quatre saisons de 3 mois environ chacune, et dont les périodes sont grossièrement les suivantes:

- la grande saison sèche (GSS) : décembre à février;
- la petite saison des pluies (PSP) : mars à mai ;
- la petite saison sèche (PSS) : juin à août ;
- la grande saison des pluies (GSP) : septembre à novembre.

Les sols sont assez homogènes et de type ferrallitique, formés d'embranchites riches en grenats. La végétation naturelle en zone forestière présente une diversité selon un gradient qui va de l'équateur (forêt dense riche en arbres et pauvre en herbes d'intérêt agrostologique) vers la zone de transition au sud du Plateau de l'Adamaoua.

II.1.2. Matériel animal : la chèvre naine de la zone de forêt du Cameroun

Parmi les races locales de chèvres connues au Cameroun, on note la chèvre naine de la zone de forêt encore appelée chèvre naine de l'Afrique Centrale (CNAC) (Figures 22). La CNAC se rencontre dans toute la zone forestière du bassin du Congo (Cameroun, République Centrafricaine, République Populaire du Congo, Gabon, Guinée-Equatoriale). Cette race est du même groupe génétique que la *Djallonké* (chèvre naine d'Afrique de l'Ouest).



A. Chèvres naine sur pâturage (Ferme).

B. Chèvres naine dans la bergerie (Ferme)

Figure 22. Chèvres naines à la Ferme Zootechnique, Centre IRAD de Nkolbisson, Yaoundé, Cameroun.

La chèvre naine, *Capra hircus*, animal rustique, vit au Cameroun préférentiellement en dessous du 6^e parallèle Nord du pays. Le poids moyen chez l'adulte varie de 15 à 25 kg sur pied. Il peut atteindre 35 voire 40 kg, en cas de bonne alimentation dans un élevage contrôlé (en station). Le poil est court. La robe est variée. Les aptitudes de production sont mixtes (viande, lait, peau, poils, etc.). Sa demande nationale voire sous-régionale a connu une forte croissance au cours de la dernière décennie, ce qui a réévalué l'importance sociale et économique de l'espèce. Sa production reste encore assurée principalement par les petits éleveurs des zones rurales qui pratiquent des systèmes traditionnels de production peu compétitifs, où les animaux sont peu ou pas suivis. Le potentiel de production de la chèvre locale n'a pas encore été bien évalué, bien que les systèmes traditionnels dans lesquels elle est élevée assurent l'essentiel de son offre face à la forte demande exprimée par les grandes métropoles et les pays frontaliers de la sous-région.

II.1.3. Description du troupeau

Dans les conditions naturelles des élevages en milieu rural et péri-urbain, les animaux étaient en liberté de façon permanente.

En station, un troupeau de départ a été constitué avec 30 chèvres adultes et deux boucs adultes. Les âges approximatifs déterminés à l'aide de la dentition variaient de 12 à 36 mois chez les femelles et de 24 à 36 mois chez les mâles. Les animaux étaient tous de la race naine de la zone de forêt du Cameroun. Ils ont été mis en reproduction en monte naturelle libre (comme en milieu traditionnel) sur plusieurs cycles reproductifs afin de pouvoir disposer des effectifs expérimentaux adéquats pour les travaux (Figures 23 et 24).



Figure 23. Troupeau expérimental :
A) Femelles dans une loge à la bergerie. B) Bande de cabris nés en station.



Figure 24. Troupeau expérimental
 A) Lot de chèvres en loge d'expérimentation. B) Cueillette des feuilles en pâturage

II.1.4. Alimentation

Les chèvres en station étaient nourries principalement à l'herbe de pâturage (*Stylosanthes gracilis*, *Brachiaria guyanensis*, *Tripsacum laxum*, *Setaria sp.*) (Figure 25A). En saison sèche (Figure 25B), du foin (Figure 26) et du Guatemala (*Tripsacum laxum*) étaient fournis régulièrement dans les râteliers. Un complément alimentaire de concentré d'environ 200 g par tête (Tableau III) ou de grains de maïs (Figure 27) était fourni chaque jour au troupeau avant la mise en pâturage. L'eau était disponible à volonté. Enfin, des blocs de pierre à lécher (complément minéral) étaient mis à la disposition des chèvres.



Figure 25. Troupeau expérimental : A) mâles et femelles ensemble (saison des pluies)
 B) mâles et femelles ensemble (saison Sèche)



Figure 26. Foin d'herbe sèche.



Figure 27. Suppléments de grains de maïs

Tableau III. Composition de la ration de complémentation

Ingrédients	Quantité (kg)	Composition en nutriments (g/100g)			
		Protéines	Glucides	Lipides	Energie (kcal)
Maïs	30	10,2	81,1	4,7	408
Tourteau de coton	30	22	-	-	-
Son de blé/riz	25	14,3/7,6	78,4/80,4	2,3/2,2	392/372
Farine d'os	12	-	-	-	-
Urée	2				
Sel de cuisine	1				
Prémix*	+				

: + ajout de 25 g à chaque 100 kg d'aliment préparé (0,25 %). *Prémix = mélange de plantes naturelles, de cendres de bois, de farine de poisson (ou d'asticots), de Piment rouge. Le prémix est très riche en protéines et en vitamines, il s'incorpore à environ 0,2-0,5 %.

II.1.5. Suivi sanitaire et zootechnique

La vaccination contre la peste des petits ruminants (multicaprivax, LANAVET) était effectuée de façon systématique une fois par an. Le suivi sanitaire général des animaux était régulier (déparasitage trimestriel à l'Ivermectine/Levamisole) et les traitements appropriés administrés en tant que de besoin. Une pesée mensuelle des chèvres était effectuée à l'aide d'une bascule à cage pour petit bétail (*Bascales Robbe.be*, modèle mobile à cage ; 0,5-300kg). Pour les femelles gestantes et les petits (nouveau-nés), une pesée hebdomadaire était effectuée jusqu'à la mise bas et à la puberté, respectivement. L'état corporel des animaux était suivi individuellement. La note d'état corporel générale du troupeau expérimental déterminée suivant la méthode de Hervieux et Morand-Fehr de l'INRA (1999) était supérieure à 3,5.

Les prélèvements de 4 ml de sang jugulaire étaient systématiques, une fois par semaine, chez toutes les femelles en contact permanent avec le bouc. Les gestations étaient suivies dès leur détection jusqu'à leur terme. Les cas d'avortement, les mises bas, les poids des petits à la naissance, le type de naissance, le sexe des petits, la période (saison) de mise bas et la parité de la mère ont été régulièrement enregistrés.

II.2. Méthodes

Les travaux se sont déroulés en deux phases : une phase d'enquête sur le terrain et une phase d'études expérimentales en station.

II.2.1. Enquête de terrain

Pour caractériser les systèmes traditionnels d'élevage caprins (petits ruminants), et apprécier les contraintes à l'amélioration de leurs potentiels de production dans la zone forestière à pluviométrie bimodale du Cameroun, une enquête a été réalisée auprès de quatre cents (400) paysans propriétaires des chèvres (petits ruminants) dans 15 localités distinctes de la zone qui couvre les régions administratives du Centre, du Sud et de l'Est du pays. Des informations ont ainsi été collectées sur les modes de gestion de l'élevage des chèvres (petits ruminants) et ses contraintes en milieux traditionnels. Les éleveurs enquêtés étaient répartis comme suit : 94 (région du Centre, 4 arrondissements), 117 (région du Sud, 5 arrondissements), 189 (région de l'Est, 6 arrondissements). La fiche d'enquête utilisée pour l'interview de ces petits éleveurs (voir modèle de fiche en annexe : questionnaire structuré) renseignait aussi bien sur l'identité et l'état civil de la personne interviewée (éleveur) que sur les informations suivantes :

- les activités agricoles menées : cultures vivrières, de rente, élevage, artisanat, commerce, etc ;
- la place de l'élevage dans les activités agricoles (activité principale, secondaire, d'appoint, etc.) ;
- les types et nombre d'animaux élevés (espèces animales, importance des caprins/petits ruminants) ;
- le système de production pratiqué en élevage : intensif (confinement, attachage au piquet), extensif (divagation), semi-intensif, etc. ;
- le mode de gestion du troupeau de chèvres (petits ruminants) : suivi sanitaire, supplément alimentaire ;
- la gestion de la reproduction chez la chèvre (petits ruminants) : âge de mise en reproduction,

- les raisons principales d'élevage de la chèvre (petits ruminants) : viande, vente, rites traditionnels, etc.
- importance des chèvres dans la socio-économie des ménages.

Dans chaque localité, l'approbation du chef de village était requise pour que les membres de la localité interviewés acceptent de livrer les informations recherchées. Les informations et données de terrain ainsi recueillies ont été documentées, analysées et discutées ultérieurement. Les conclusions de l'enquête ont permis pour certaines la formulation des protocoles expérimentaux en station, afin de déterminer avec précision les principaux paramètres de reproduction chez la chèvre naine.

II.2.2. Etudes expérimentales en station

En station, une série d'expérimentations a été réalisée pour :

- déterminer les paramètres physiologiques de la reproduction chez la chèvre naine ;
- comparer les résultats des travaux en station aux données d'enquête sur la reproduction de la chèvre naine afin d'évaluer la pertinence de ces dernières,
- proposer un mode de gestion rationnel du troupeau où la reproduction est mieux contrôlée.

Les études sur la physiologie reproductive de la chèvre naine ont porté sur :

- la caractérisation des cycles sexuels de la chèvre naine (normaux, courts),
- la détermination de l'âge à la puberté et la caractérisation des activités physiologiques qui l'encadrent,
- l'induction et la synchronisation naturelles de l'oestrus chez la chèvre naine,
- la caractérisation des différents types de gestation (simples et gemellaires), la détermination des périodes d'anoestrus (post-partum) et leurs durées,
- la détermination de l'intervalle de vêlage et les contours de la reprise de l'activité ovarienne post-partum.

Pour réaliser chacune de ces études, un protocole expérimental spécifique a été élaboré, incluant des prélèvements fréquents du sang jugulaire pour des dosages hormonaux ;

- les différents niveaux de la progestérone plasmatique prélevée et dosée à plusieurs stades de la vie reproductive de la chèvre naine, ont été suffisants à eux seuls pour déterminer avec précision les paramètres reproductifs recherchés (résultats)

II.2.2.1. Suivi des chaleurs

Les observations de détection de chaleur (œstrus) dans le troupeau expérimental a été faite pendant des observations de 30 minutes chacune (engorgement des vulves, écoulement vaginal, comportement de monte), trois fois par jour (en matinée à 8 heures, en milieu de journée entre 12 et 13h, et dans l'après-midi à 17 heures) durant la phase préparatoire (1 à 3 mois), pendant les essais et après l'arrêt des prélèvements (les 7 jours suivants) sur chacune des chèvres. Toutes les données étaient recueillies et évaluées avec les niveaux de P4 plasmatiques du sang prelevé concomitamment.

Prélèvements sanguins

Pour les études hormonales, du sang jugulaire (4 ml) était prélevé sur chacune des chèvres (jeunes et adultes, Figure 28), conformément au protocole de chaque étude (tous les jours pendant 7 et 60 jours, tous les 6 à 10 jours depuis le moment de la fécondation jusqu'après la mise bas chez certaines adultes, dès l'âge de trois mois (sevrage) jusqu'à la puberté chez les chevrettes. Le sang recueilli était centrifugé (3000 tours/min pendant 15 min) dans les 30 minutes suivant la collecte. Le plasma sanguin était séparé puis conservé au congélateur à -15°C jusqu'au dosage.

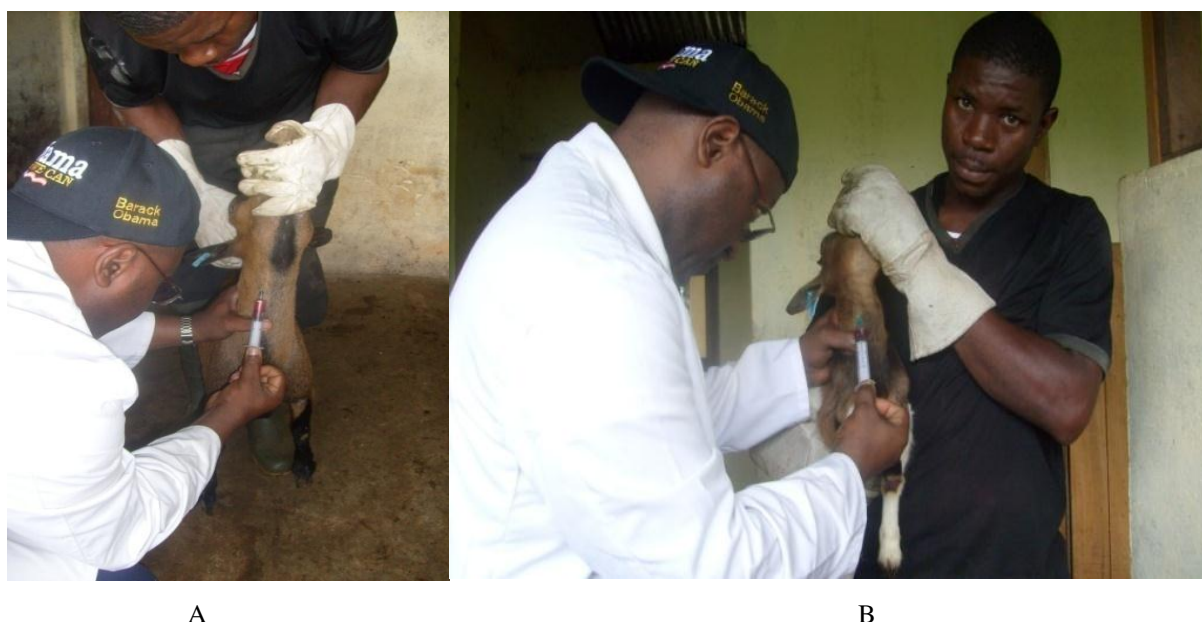


Figure 28. Prélèvement du sang jugulaire (A) chez la chèvre adulte, (B) chez le cabri (Ferme IRAD, Nkolbisson)

II.2.2.2. Induction et synchronisation naturelles de l'œstrus : 'effet mâle'

Pour cette étude 24 animaux dont 21 chèvres et 3 boucs ont été utilisés, acquis auprès des paysans des Régions du Centre (Départements du Nyong et So'o et du Mfoundi : 5 chèvres, 1

bouc), du Sud (Département du Dja et Lobo : 6 chèvres, 1 bouc) et de l'Est (Départements du Haut-Nyong et du Lom et Djerem : 10 chèvres, 1 bouc). Les poids variaient de 11 à 30 kg pour les femelles ($16,02 \pm 4,83$ kg) et de 17 à 19 kg ($17,83 \pm 1,04$ kg) pour les mâles. Dix femelles pesaient moins de 14 kg ($12,65 \pm 1,08$ kg) avec des ages variant de 12 à 36 mois, donc toutes adultes. Trois mortalités ont été enregistrées parmi elles dont 2 le 4^e jour et une le 5^e jour de l'essai. Onze femelles pesaient plus de 14 kg ($19,09 \pm 4,89$ kg). Une des chèvres avait avorté un jour avant le début de l'essai. L'état physiologique des femelles est décrit dans le tableau IV ci-dessous.

Tableau IV. Description du troupeau expérimental des femelles.

	Effectif de 21 femelles		Etat physiologique				
	Poids		Gestation		Vide		
	≤ 14 kg	> 14 kg	Gravide	Avortée	Cyclée	Ancestrus	Morte
Effectif par groupe	10	11	3	1	12	2	3
Moyenne et Ecart-type	$12,65 \pm 1,08$	$19,09 \pm 4,84$	$25,67 \pm 4,51$	17 ± 0	$15,04 \pm 2,42$	$11,75 \pm 1,06$	$12,83 \pm 1,04$

Phase préparatoire

Après une période de quarantaine et l'évaluation de leur état corporel, les animaux ont été maintenus en deux groupes distincts (mâles et femelles) isolés l'un de l'autre pendant trois semaines et hors de tout contact (vue, odeur, son, etc.). Des toiles en plastique recouvraient les ouvertures de façon à limiter la diffusion de quelque odeur éventuelle de bouc vers l'étable abritant les femelles. La cyclicité des chèvres a été vérifiée en réalisant sur chaque chèvre 3 dosages de progestérone plasmatique à 5 jours d'intervalle. Celles ayant un taux faible de progestérone ($\leq 0,2$ ng/ml) toutes les 3 fois étaient considérées être en anoestrus, les autres étant soit cyclées (>1 ng/ml, une ou deux fois), soit gravides ou cyclées (en cas de cycle de durée anormale) (taux élevé toutes les 3 fois, i.e. >1 ng/ml). Les chèvres cyclées étaient celles recherchées pour l'étude sur la synchronisation naturelle de l'oestrus, et celles en anoestrus étaient recherchées pour l'induction de l'oestrus, le tout par effet mâle.

Introduction du mâle

Trois mâles munis chacun d'un tablier protecteur ont été introduits dans le troupeau de femelles au jour zéro de l'essai proprement dit. Le tablier protecteur était maintenu tout au long de l'expérience (7 jours d'affilée) pour prévenir toute saillie accidentelle.

Prélèvement du sang

Quatre ml de sang ont été prélevés dès le jour zéro puis chaque jour pendant sept jours, sur la veine jugulaire de chacune des chèvres du troupeau expérimental, le matin vers 9 heures, après les observations de chaleurs. Le plasma obtenu a été conservé dans des tubes Eppendorf au congélateur à -15° C, jusqu'au dosage de la progestérone.

Dosage de la progestérone plasmatique

Le dosage de la progestérone plasmatique a été réalisé sur des échantillons de plasma dans le Laboratoire de Physiologie Animale de la Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles de l'Université de Dschang, Cameroun, suivant la méthode radio-immunologique (RIA) dont le protocole a été décrit conjointement par l'Organisation Internationale pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO) et l'Agence Internationale de l'Energie Atomique (AIEA), avec des kits de dosage à l'iode radio-actif (I^{125}) (Rapport CEA-R-6065, 2004).

Observation des chaleurs

La détection des chaleurs (engorgement des vulves, écoulement vaginal, comportement de monte, acceptation du mâle) a été faite pendant des observations de 30 minutes chacune, deux fois par jour (en matinée à 8 heures et l'après-midi à 17 heures) durant la phase préparatoire (1 à 3 mois), pendant l'essai (7 jours de prélèvement sanguin) et après l'arrêt des prélèvements (les 7 jours suivants) sur chacune des chèvres.

Calcul des ovulations

Les périodes d'apparition des premières et deuxièmes ovulations ont été déterminées par déduction, en appréciant les valeurs moyennes de la progestérone plasmatique entre le premier jour de l'essai, la date d'introduction des mâles et les jours suivants. La variation de ces taux était l'indicateur de l'état physiologique de la femelle. Pour l'analyse des résultats, sur les 136 échantillons plasmatiques analysés, dix ont été écartés en raison des valeurs manquantes (mortalité). Les 126 données retenues pour l'analyse ont été celles collectées effectivement pendant 7 jours sur 18 chèvres (12 cyclées et 6 non cyclées).

Paramètres analysés

Les données recherchées étaient les concentrations journalières de la progestérone plasmatique chez les chèvres cyclées, et l'effet de certains facteurs sur les variations de ces concentrations, à savoir : la présence du bouc (effet mâle) ; le phénotype (B) de la chèvre déterminé par la

couleur de sa livrée ; son origine (P) déterminée par la province de provenance ; son âge de maturité physiologique (A), déterminé par son poids ; son état physiologique (S) et les interactions éventuelles entre ces différents facteurs. Ces effets ont été évalués sur toute la durée de l'expérimentation.

II.2.2.3. Caractéristiques des cycles sexuels chez la chèvre

La présente étude avait pour but de déterminer avec plus de précision les caractéristiques propres des cycles sexuels de la chèvre naine tel qu'elles se manifestent au cours de l'année rythmée par la succession des saisons pluvieuses et sèches. Il s'agissait aussi d'étudier les phénomènes physiologiques qui accompagnent l'activité ovarienne autour de l'oestrus, et enfin de rechercher les influences éventuelles de la saison sur ces cycles. Les variations des niveaux de la P4 dans le sang permettent d'apprécier les paramètres et effets recherchés.

Un total de trente (30) femelles adultes et cyclées réparties en deux lots de 15 chèvres chacun, ont été sélectionnées et utilisées pour cette étape qui s'est déroulée en deux phases successives, dont une en saison des pluies (15 chèvres) et une en saison sèche (15 chèvres). Les poids individuels des chèvres variaient de 19 à 26 kg, et les parités de 1 à 3. Toutes les femelles étaient donc matures et avaient cyclé au moins une fois.

Les chèvres ont été maintenues en station dans des loges spécifiques séparées des mâles sans en être éloignées, par une cloison infranchissable, afin de mimer les conditions de survenue des cycles sexuels en milieu réel. Toutefois, aucun contact direct avec les mâles n'a été permis pendant l'étude, afin d'éviter les montes accidentelles.

La cyclicité des femelles a été vérifiée dans une phase préparatoire en réalisant sur chaque chèvre 3 dosages de progestérone plasmatique à 5 jours d'intervalle. Celles ayant un taux faible de progestérone ($\leq 0,2$ ng/ml) toutes les 3 fois étaient considérées être en anoestrus, les autres étant soit cyclées (>1 ng/ml, une ou deux fois), soit gravides (ou cyclées en cas de cycle de durée anormale) (taux élevé toutes les 3 fois). Le sang jugulaire a alors été collecté tous les jours pendant 45 jours d'affilée (deux cycles estriens consécutifs) chez chaque chèvre au cours de chacune des deux phases : pendant la grande saison des pluies et ensuite pendant la grande saison sèche.

Par ailleurs au cours des deux séries de prélèvements, le sang a concomitamment été collecté toutes les 2 heures depuis le déclenchement de l'oestrus (aux environs du 19^{ème} jour du cycle

normal) et pendant 48 heures d'affilée, sur 5 femelles en œstrus successivement pendant la grande saison des pluies et la grande saison sèche suivantes. Le dosage de la progestérone a été effectué et les courbes de variation du niveau de la P4 plasmatique au cours des cycles pendant les deux saisons concernées établies.

II.2.2.4. Détermination de l'âge à la puberté

Deux étapes successives et complémentaires constituent cette étude sur la détermination de l'âge à la puberté chez la chèvre naine : la détection du premier oestrus et la conduite d'une gestation à son terme à partir de ce premier oestrus. Les variations des taux de la progestérone dans le sang prélevé au cours de cette étude étaient recherchées pour déterminer les paramètres étudiés.

Pour réaliser la présente étude, plusieurs cohortes de chevrettes nées en station ont été suivies de la naissance à l'âge de 12 mois pendant quatre années successives (2007-2011). Le sang a été collecté une fois par semaine sur chacune des chevrettes dans des tubes héparinés (Figure 28) dès l'âge de 20 semaines (5 mois), jusqu'à l'âge de 40 à 48 semaines (10 à 12 mois), et la pesée régulièrement effectuée une fois par semaine.

Les chevrettes entrées en œstrus ont été ensuite et directement mises en reproduction en lutte libre avec les mâles du troupeau. La cyclicité des chèvres était vérifiée selon la méthode décrite précédemment. Les signes et les dates de gestation ont alors été recherchés et enregistrés, de même que la date de première mise bas.

Les effets de certains paramètres sur la survenue du premier œstrus tels le poids à la naissance, le type de naissance, la saison de naissance, le poids au premier œstrus, ont ensuite été déterminés. Enfin, la relation éventuelle entre l'âge au premier œstrus et celui à la première mise bas a été recherchée.

Pour l'analyse des données, seules celles obtenues sur les chevrettes arrivées au terme de leur première gestation ont été retenues pour l'étude, soit un total de 60 chevrettes.

II.2.2.5. Caractéristiques de la gestation multiple chez la chèvre naine

Le but de la présente étude était de rechercher si l'on peut prédire la prolificité avant la mise bas chez la chèvre naine. La réponse à cette question est possible au moyen de l'étude de la

progestérone. Au cours de ce travail quelques aspects de l'endocrinologie de la gestation chez la chèvre naine ont été explorés.

Sur un troupeau expérimental de départ de 30 chèvres mises en reproduction en station avec deux boucs adultes en monte naturelle libre, 23 chèvres dont les gestations sont arrivées à leur terme ont été considérées pour l'étude, les autres ayant été écartées pour insuffisance de données.

Un total de 24 gestations normales a été ainsi enregistré chez ces 23 chèvres, dont deux gestations successives chez une d'elles. Mâles et femelles étaient laissés ensemble au pâturage comme à la bergerie.

Les âges étaient compris entre 2 et 5 ans. Le poids moyen des femelles était de $17,7 \pm 3,5$ kg au début de l'essai (de 15 kg à 27,2 kg). La parité de chacune d'elle était précisée. Les femelles de l'étude ont été retenues à cet effet après confirmation de leur état physiologique (gestation) par des dosages de P4 plasmatique.

Les profils de la progestérone en relation avec la saison de mise bas, le nombre de fœtus, le sexe du fœtus et la parité des chèvres ont été déterminés.

II.2.2.6. Anœstrus post-partum et reprise de l'activité ovarienne

La présente étude a pour but de déterminer l'intervalle de velage et de décrire les phénomènes physiologiques qui surviennent après et autour de la mise bas, jusqu'à la reprise de l'activité ovarienne. Les résultats de cette étude permettront de répondre à quelques questions fondamentales à savoir ;

- existe-t-il une saisonnalité dans la vie reproductive de la chèvre naine en zone forestière du Cameroun ?
- la chèvre naine se reproduit-elle toute l'année ?
- Combien de mise bas sont-elles possibles annuellement chez la chèvre naine ?

La détermination des concentrations de la progestérone à différentes phases de l'étude permettra de répondre de façon précise à ces questions. Du sang a été prélevé chaque jour pendant un minimum de 60 jours (trois cycles normaux), sur chacune des chèvres ayant mis bas en station entre décembre et février (grande saison sèche), selon la méthode décrite plus haut.

Un total de 20 chèvres ayant mis bas ont ainsi été suivies et étudiées. Aucune des chèvres n'était primipare. Les portées étaient toutes gémellaires, avec deux petits (chez 16 chèvres) ou trois (chez 4 chèvres) à la mise bas. Les petits étaient nourris à la mamelle jusqu'au sevrage à trois mois. Les chèvres allaitantes étaient laissées en contact permanent avec les mâles une semaine après la mise bas (comme dans les élevages traditionnels). Mâles et femelles sont ainsi restés ensemble jusqu'à la fin des prélèvements sanguins (60 jours).

Durant cette période de prélèvements, les signes qui accompagnent la survenue des chaleurs (œstrus) ont été régulièrement recherchés et notés, surtout à partir de la troisième semaine après la mise bas, jusqu'à la fin des prélèvements. De même, les cas de mortalité chez les cabris ont été enregistrés.

Le dosage de la progestérone s'est effectué dans les conditions décrites plus haut sur les échantillons de plasma obtenus des prélèvements.

II.2.2.7. Evaluation de la disponibilité alimentaire sur la variation saisonnière de l'activité reproductrice chez la chèvre naine

Pour cette étude, un effectif de 40 (quarante) femelles adultes et 3 (trois) mâles a été constitué en station, mâles et femelles ont été maintenus continuellement pendant deux années consécutives. Les animaux étaient pesés individuellement une fois par mois pour vérifier leur évolution pondérale. Les animaux étaient nourris au pâturage amélioré de la station, avec un supplément de concentré (provende) ou de grains de maïs (200 g/animal). Le suivi sanitaire (déparasitage, vaccination contre la PPR) était assuré de façon suivie. La reproduction était en monte libre pour reproduire le mode de gestion de la reproduction dans les systèmes traditionnels d'élevage. Les cas de gestation (modification pondérale importante) étaient recherchés, et les femelles repertoriées comme gestantes étaient suivies spécialement avec une pesée hebdomadaire jusqu'à la mise bas. Toutes les mises bas, les cas d'avortement (perte de poids brusque entre deux pesées hebdomadaires), les mortalités, étaient notés. Les données ainsi recueillies ont été analysées. Les modifications dans les périodes de naissance au cours de l'année comparativement à celles connues dans les systèmes traditionnels étaient particulièrement recherchées pour apprécier l'effet de la disponibilité alimentaire sur l'activité reproductrice de la chèvre naine au cours de l'année.

II.2.2.8. Dosages hormonaux

Deux méthodes ont été utilisées au cours de nos travaux pour les dosages hormonaux : la méthode radio-immunologique (RIA) et la méthode immuno-enzymatique de type ELISA.

La méthode RIA a été utilisée pour les dosages de la progestérone plasmatique sur des échantillons de plasma sanguin dans l'étude sur l'induction et la synchronisation naturelles de l'oestrus (Effet mâle). La RIA repose sur le principe d'une liaison compétitive mettant en présence une certaine quantité d'anticorps spécifique d'un antigène donnée et ce même antigène préalablement marqué par radio isotope. Un complexe anticorps antigène se forme selon l'équation suivante : $Ac + Ag^* \rightarrow [AcAg^*]$. La réaction Ag-Ac est due à l'interaction entre les épitopes de l'antigène et les paratopes de l'anticorps. Elle fait intervenir quatre types de liaisons non covalentes (des liaisons : hydrogène, électrostatique, hydrophobe, et les forces de van der Waals). Les Ac constituent des sondes moléculaires spécifiques vis-à-vis de n'importe quelle substance antigénique. La réaction Ag-Ac a deux grands types d'applications : la détection et le dosage des antigènes (par méthodes dont il faut vérifier la spécificité, la reproductibilité et la sensibilité). Et la détection et le titrage des anticorps (vis-à-vis d'un Ag ou d'un mélange d'Ag). L'équation dépend de l'affinité de l'anticorps pour l'antigène et la constante K rend compte de cette affinité : $K = \frac{[AcAg^*]}{[Ac].[Ag]}$

Les dosages RIA ont été réalisés au Laboratoire de Physiologie Animale de la Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles (FASA) de l'Université de Dschang au Cameroun. Le protocole de cette méthode a été décrit conjointement par l'Organisation Internationale pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO) et l'Agence Internationale de l'Energie Atomique (AIEA), avec des kits de dosage à l'iode radioactif (I^{125}).

Pour toutes les autres études, les dosages hormonaux ont été effectués dans le Laboratoire des Dosages Hormonaux de l'Unité Mixte de Physiologie de la Reproduction et des Comportements du Centre INRA de Tours-Nouzilly en France. Le type ELISA est une méthode immuno-enzymatique. Selon cette méthode et à l'instar des méthodes d'immuno-dosages dites par compétition, l'hormone à doser est mise en compétition avec la même hormone conjuguée à un marqueur pour se lier à un anticorps anti-hormone. 10 μ L de plasma ont été nécessaires pour chaque dosage de progestérone. L'anticorps utilisé était un anticorps monoclonal de souris obtenu par immunisation avec un conjugué P4-11 α -hémisuccinate-BSA (Biogenesis, Abcys, SA). Cet anticorps présentait un taux de croisement de 40 % avec le 5 α -pregnan-3, 20-dione, et seulement de 1,6 % avec la 17-hydroxyP4, 0,2 % avec la prégnénolone, 0,3 % avec la

corticostérone, 0,55 % avec l'androstènedione et moins de 0,1 % avec les autres stéroïdes. Le traceur de nature colorimétrique était du pNPP (p-nitrophénylphosphate, Sigma) (Canépa *et al.*, 2008). La lecture a été effectuée à 405 nm (Spectracount, Perkin Elmer). L'étendue de la gamme utilisée, la sensibilité du dosage (4 pg/tube), son exactitude et sa précision (coefficient de variation intra-dosage inférieur à 10 %) ont été validées dans ledit laboratoire par Canépa *et al.*, (2008).

Dosage de la progestérone (P4) par la technique ELISA (*Enzyme-labeled immunosorbent assay*)

Au cours du dosage enzymo-immunologique, après une réaction immunologique, une réaction enzymatique sur un substrat approprié donne naissance à une espèce chimique dosable photométriquement par absorption ou par émission.

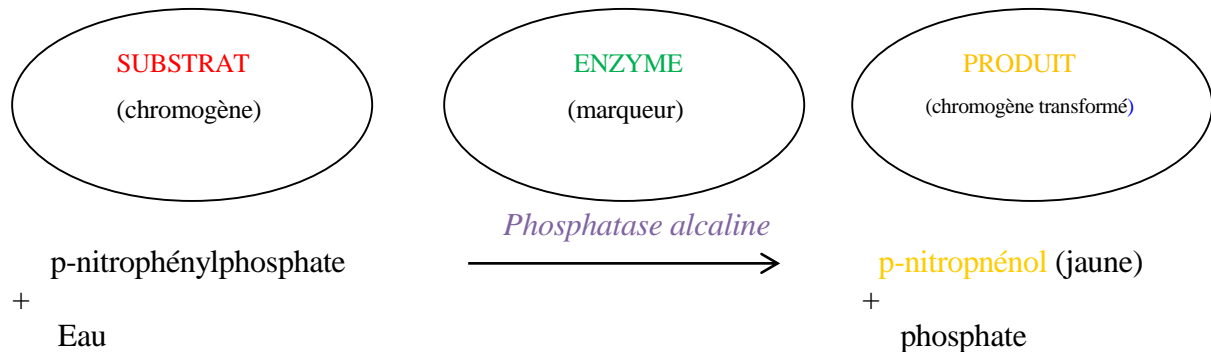
Principe

L'ELISA est une méthode en phase hétérogène à deux phases distinctes dont une solide et l'autre liquide, qui met en compétition l'antigène (Ag) libre et l'Ag associé à un conjugué, face à un anticorps (Ac) adsorbé sur un support en plastique. C'est une méthode rapide, directe car l'antigène n'est pas extrait du plasma, économique et peu nocive, car n'utilisant aucun intrant radioactif (cas du RIA).

- Les Ac de capture sont des Immunoglobulines G (IgG) de chèvre anti-IgG de souris permettant la sensibilisation de la plaque. Ils sont apportés en excès et se fixent à la phase solide par adsorption passive. Les Ac qui ne se sont pas fixés à la plaque sont éliminés par lavages (trois lavages successifs).
- La *Serum Albumine Bovine* (SAB) est ajoutée pour saturer les puits afin d'éviter toute fixation non spécifique de protéines.
- Des IgG de souris anti-P4 (Ac anti-P4) sont ensuite mis dans les puits. Ces Ac monoclonaux sont reconnus par les Ac de capture et forment un complexe Ac1-Ac2.
- L'hormone à doser est additionnée dans le milieu réactionnel (plasma sanguin de chèvre naïne) : s'il y a présence de P4 dans le plasma, des liaisons se forment alors entre la P4 et l'Ac anti-P4, ce qui donne lieu à un complexe Ag-Ac.
- La P4 associée à la phosphatase alcaline (P4-pal) correspondant à l'Ag marqué (ligand marqué) est ajoutée dans le milieu réactionnel. Il y a alors compétition entre la P4-pal et la P4 du plasma sanguin pour un nombre limité de sites d'Ac anti-P4. Des lavages sont effectués (trois lavages successifs) pour éliminer les protéines et les hormones non fixées au support.

- La fixation de la P4-pal est mise en évidence par le p-nitrophényl phosphate (pNPP). Ce substrat incolore est hydrolysé par la phosphatase alcaline en p-nitrophénol (pNP) donnant une coloration jaune dont la longueur d'onde d'absorption lumineuse se situe à 405 nanomètre (nm).

La réaction de la synthèse du pNP est la suivante :



Mode opératoire

Préparation des plaques

« Coating » ou sensibilisation des plaques avec un Ac de capture

Il consiste à recouvrir le fond des plaques avec un antigène grâce aux liaisons électrostatiques.

Les étapes sont les suivantes :

- Diluer l'Ac dans du tampon carbonate/bicarbonate à 50 mM pH 9,6 (Cf. annexe) ;

Ensuite, dans une plaque de 96 puits (ex. *Nunc Immuno Plate*),

- Distribuer 150 µl/puits d'IgG de chèvre anti-IbG de souris ;
- Recouvrir la plaque d'un film adhésif et le laisser incuber toute la nuit (au moins 12h) à 4°C (chambre froide) ;

Le lendemain,

- Retirer les plaques et laver 3 fois les plaques (de préférence à l'aide d'un laveur automatique type LP41 Adill) avec 450 µl/puits de tampon de lavage (Cf. annexe). Le lavage permet d'éliminer l'excès d'anticorps

« Surcoating » ou saturation des puits

- Distribuer 200 µl/puits de tampon de « surcoating » contenant de la SAB (Cf. annexe) ;
- Recouvrir les plaques d'un film adhésif et laisser reposer pendant 4 heures à la température ambiante (Figure 29) ;
- Retourner les plaques pour éliminer la phase liquide, puis les laisser sécher 3 heures sur la paillasse. Si l'utilisation des plaques n'est pas immédiate, les conserver à -20 °C jusqu'à utilisation.



Figure 29. Plaques recouvertes de film adhésif

➤ Dosage de la P4

Ajout de l'Ac anti-P4 et des Ag

Cette phase a été réalisée à l'aide de l'automate Multiprobe II ex (*Robotic Liquid Handling System*, Figure 30). Pour les puits Liaisons Non Spécifiques (LNS)

- Distribuer 140 μ l/puits de tampon de dilution (Cf. annexe), puis 10 μ l/puits du point gamme 0 ng/ml (dépourvu de P4).



Figure 30. Automate Multiprobe II ex (*Robotic Liquid Handling System*).

Pour les autres puits :

- Diluer l'Ac anti-P4 dans le tampon de dilution (Cf. annexe) ;
- Distribuer 140 μ l/puits d'Ac anti-P4 et 10 μ l/puits d'échantillon ou du point de gamme ;
- Agiter les plaques à 700-1000 tours/minute pendant 2 minutes à l'aide d'un agitateur approprié (ex. Agitateur Heidolph Titrimax)
- Recouvrir les plaques d'un ruban adhésif et les incuber toute la nuit (12-18h).



Figure 31. Agitateur Heidolph Titrimax

Distribution du ligand marqué

- Distribuer 50 μ l/puits de P4-pal dilué dans du tampon de dilution (Cf.annexe) ;
- Recouvrir la solution d'un film adhésif et incuber 1h à l'obscurité (emballer avec du papier aluminium), sur l'agitateur à 700 tours/minute ;
- Laver 3 fois chaque plaque avec 400-450 μ l/puits de tampon de lavage (*laveur automatique LP41 Adill*)

Révélation

- Diluer le pNPP dans un tampon contenant du diéthanolamine (Cf. annexe) ;
- Distribuer 150 μ l/puits ;
- Recouvrir d'un film adhésif et incuber au moins 2h à 37 °C (dans une étuve) ;
- Lire les Densité Optiques (DO) à 405 nm avec un lecteur de plaque (SpectraCount Packard)

➤ Préparation des gammes

Une gamme est un ensemble de points contenant de la P4 en concentration connue. Elle est composée de points LNS (Liaisons Non Spécifiques) et de 9 points de gamme de concentrations s'étalant de 0 ng/ml à 32 ng/ml de P4. La gamme est préparée à l'aide d'une solution concentrée en P4. A partir de cette solution mère, des dilutions de 2 en 2 sont effectuées dans du tampon phosphate 0,1M dépourvu de P4 appelé « tampon 0 » (Cf. annexe).

Les points LNS sont des témoins négatifs contenant tous les réactifs à l'exception de l'Ac anti-P4. Ils mesurent des liaisons se formant entre la P4-pal et l'IgG de chèvre anti-IgG de souris, liaison qui, théoriquement ne devrait pas exister. Le point « 0 » contient tous les réactifs à l'exception de la P4 de l'échantillon. Tous les sites de fixation (récepteurs) de l'Ac anti-P4 sont donc occupés par la P4-pal. Le pourcentage de liaison de la P4-pal liée à l'Ac anti-P4 est alors maximal.

➤ Validation des résultats (Etablissement de la gamme d'étalonnage)

Dans les dosages ELISA, les concentrations de P4 sont inversement proportionnelles aux DO. Le pourcentage de liaison B/B0 représente le taux de liaison qui se forme entre la P4-pal et l'Ac anti-P', par rapport au point zéro de la gamme. Grâce à ce pourcentage de liaison et aux concentrations de P4, la courbe de la figure 1 est obtenue.

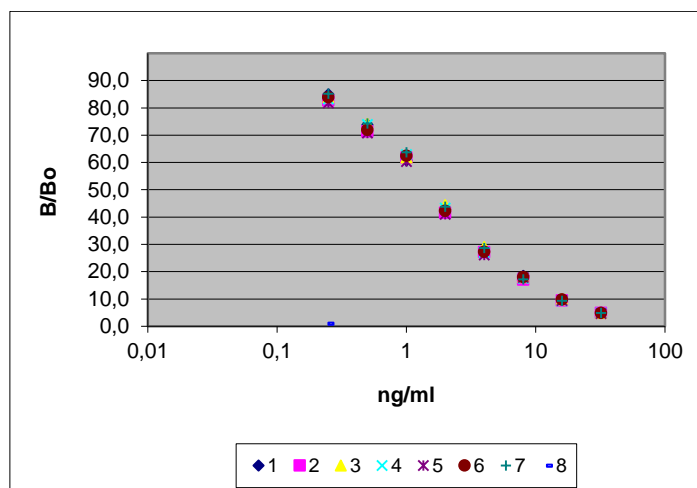


Figure 32. Représentation graphique de la gamme P4 utilisée pour le dosage
(Gamme P4 avril 2006 ; milieu : plasma)

La figure 32 montre une représentation du pourcentage de liaison ($B/B0 = f(\log H)$) en fonction de la concentration en P4 de la gamme en plasma bovin. Ce pourcentage diminue lorsque la concentration de P4 plasmatique augmente. Des tests appropriés ont permis de déterminer, à partir des valeurs sur un bon nombre d'échantillons, l'intervalle entre la concentration la plus élevée et la plus faible de P4, pour lesquelles la précision et la justesse du dosage sont les meilleures.

Les résultats des dosages que nous avons effectués ont été obtenus par calcul automatique à l'aide du logiciel RIASMART. Par contre, le moment de la fécondation pour le cas des mises bas normales de suites des montes libres a été estimé par déduction à partir de la date de mise bas et confirmé par les dosages de la P4.

II.2.2.9. Analyses statistiques

Deux modes d'analyse de résultats ont été effectués en fonction de la nature des paramètres étudiés.

Dans le premier cas, les données recherchées étaient les concentrations journalières de la progestérone plasmatique chez les chèvres et l'effet de certains facteurs sur les variations de ces

concentrations, à savoir : la présence du bouc (effet mâle) ; le phénotype (B) de la chèvre déterminé par la couleur de sa livrée ; son origine (R) déterminée par la Région de provenance ; son âge de maturité physiologique (A), déterminé par son poids ; son état physiologique (S) et les interactions éventuelles entre ces différents facteurs. Ces effets, ainsi que les interactions éventuelles entre eux ont été évalués sur toute la durée de l'expérimentation. L'influence des paramètres intrinsèques et extrinsèques sur le taux de P4 ont été recherchés. L'analyse des données a été faite suivant le modèle la procédure du modèle linéaire général du logiciel SAS (SAS 1997).

$$C_{ijklm} = \mu + B_i + R_j + A_k + S_l + B \times A_{(ik)} + R \times A_{(jk)} + R \times S_{(jl)} + A \times S_{(kl)} + \epsilon_{ijklm} \quad (1)$$

Avec C_{ijklm} = concentration plasmatique journalière de l'hormone dosée (progestérone) ; μ = moyenne générale de cette concentration dans le troupeau ; B_i = effet du phénotype (facteur génétique) de la chèvre i (avec i = Noir, Roux, Noir-Blanc, Roux-Sombre, Roux-Blanc) ; R_j = région d'origine de la chèvre (avec j = Centre, Sud, Est) ; A_k = âge de maturité physiologique de la chèvre (avec k = jeune ou légère pour tous les poids corporels < 14 kg, adulte pour tous les poids corporels > 14 kg) ; S_l = statut (état) physiologique de la chèvre (avec l = gestante, vide) ; $B \times A_{(ik)}$, $R \times A_{(jk)}$, $R \times S_{(jl)}$, $A \times S_{(kl)}$ = interactions éventuelles ; ϵ_{ijklm} = erreur résiduelle propre à la chèvre m supposé uniformément et indépendamment réparti, avec pour moyenne zéro et variance σ^2 ; m (numéro d'ordre de la chèvre = 1, ..., 12).

Les analyses préliminaires pour vérifier la pertinence du modèle (1) n'ont révélé aucun effet significatif ($p > 0,05$) des interactions entre les différents facteurs du modèle. Par ailleurs, puisque seules les femelles vides et cyclées étaient celles recherchées pour l'essai, le modèle (1) a été ramené à celui ci-dessous :

$$C_{ijkl} = \mu + B_i + P_j + A_k + \epsilon_{ijkl}$$

Avec C_{ijkl} = concentration plasmatique journalière de l'hormone (progestérone) ; μ = moyenne générale de cette concentration dans le troupeau ; B_i = effet du phénotype (facteur génétique) de la chèvre i (avec i = Noir, Roux, Noir-Blanc, Roux-Sombre, Roux-Blanc) ; P_j = province (région) d'origine de la chèvre (avec j = Centre, Sud, Est) ; A_k = âge de maturité physiologique de la chèvre (avec k = jeune ou légère pour tous les poids corporels < 14 kg, adulte pour tous les poids corporels > 14 kg) ; ϵ_{ijkl} = erreur résiduelle propre à la chèvre supposé uniformément et indépendamment réparti, avec pour moyenne zéro et variance σ^2 ; l (numéro d'ordre de la chèvre = 1, ..., 12).

Dans le second mode d'analyse, outre les statistiques descriptives (graphique et données numériques), une ANOVA (analyse de variance) a été faite individuellement pour prendre en compte l'effet de différentes variables (poids de la femelle, parité, saison de mise bas, sexe) sur la P4 plasmatique à l'aide de la Procédure GLM (modèle linéaire généralisé) du logiciel SAS version 8 (SAS, 1999). Le modèle mathématique retenu était le suivant:

$$P4_{ijklm} = \mu + S_i + S_{xj} + P_k + W_l + \epsilon_{ijklm}$$

Avec $P4_{ijklm}$: valeur de la P4 dosée au cours de la gestation dans le troupeau expérimental ; μ : moyenne générale de la P4 au cours de la gestation ; S_i : effet de la saison de mise bas i sur la P4 de la chèvre (avec i = 1, 2, 3 et 4) ; S_{xj} : effet du sexe j du nouveau-né (avec j = 1, 2, 3) ; P_k : effet de la parité k de la chèvre (avec k = 1, 2, 3, 4) ;

W_l : poids de la chèvre **l** au cours de la gestation (avec $l = 1, 2, 3, \dots, 24$); **ε_{ijklm}** : effet résiduel propre à la chèvre supposé uniformément réparti, avec pour moyenne zéro et variance σ^2 .

Pour l'analyse des données, seules celles obtenues sur les chevrettes arrivées au terme de leur première gestation ont été retenues pour l'étude.

III. RESULTATS

III.1. Caractéristiques de la reproduction chez la chèvre dans les élevages traditionnels en zone forestière du Cameroun

III.1.1. Répartition des personnes interviewées

III.1.1.1. Selon les localités

La répartition des propriétaires ou éleveurs de chèvres interviewés selon la localité est résumée dans le tableau V ci-dessous.

Tableau V. Répartition des propriétaires ou éleveurs de chèvres interviewés dans la zone d'étude

N°	Arrondissement	Département	Région	Nombre d'éleveurs interviewés	Total d'éleveurs par Région	Répartition (%) Des éleveurs par Région
1	Yaoundé 6	Nfoundi	CENTRE	31	94	23,5 %
2	Bokito	Mbam et Inoubou	CENTRE	21		
3	Makenene	Mbam et Inoubou	CENTRE	21		
4	Mbalmayo	Nyong-et-So'o	CENTRE	21		
5	Sangmélima	Dja-et-Lobo	SUD	19	117	29,3 %
6	Zoétélé	Dja-et-Lobo	SUD	21		
7	Meyomessala	Dja-et-Lobo	SUD	11		
8	Ebolowa	Mvila	SUD	36		
9	Mvangan	Mvila	SUD	30	189	47,2 %
10	Abong-Mbang	Haut-Nyong	EST	42		
11	Doumé	Haut-Nyong	EST	39		
12	Bertoua 1	Lom-et-Djerem	EST	28		
13	Batouri	Kadéi	EST	24		
14	Mbang	Kadéi	EST	31		
15	Kenzou	Kadéi	EST	25		
TOTAL				400	400	100

La distribution des éleveurs dans les trois régions de la zone forestière à pluviométrie bimodale du Cameroun montre que l'élevage caprin est pratiqué un peu partout dans cette zone.

III.1.1.2. Selon le sexe

L'élevage des caprins (petits ruminants) est en zone forestière une activité essentiellement masculine. La Figure 31 ci-dessous présente la répartition des propriétaires ou éleveurs interviewés selon le sexe. Nous observons que l'échantillonnage est constitué d'une grande majorité d'hommes, 70% contre 30% de femmes.

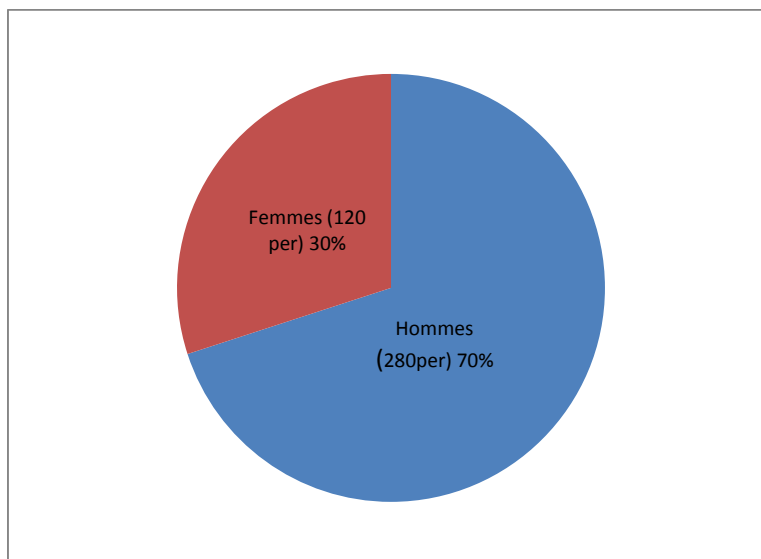


Figure 31. Répartition selon le sexe des propriétaires/éleveurs de chèvres (petits ruminants)

III.1.1.3. Par activité agricole prioritaire

Les résultats de la Figure 32 ci-dessous présentés montrent que l'élevage occupe une place marginale comme activité prioritaire chez les propriétaires ou éleveurs interviewés dans la zone forestière du Cameroun. Sur 240 personnes qui se sont valablement exprimées, seulement 10 personnes contre 230 ont l'élevage comme activité prioritaire.

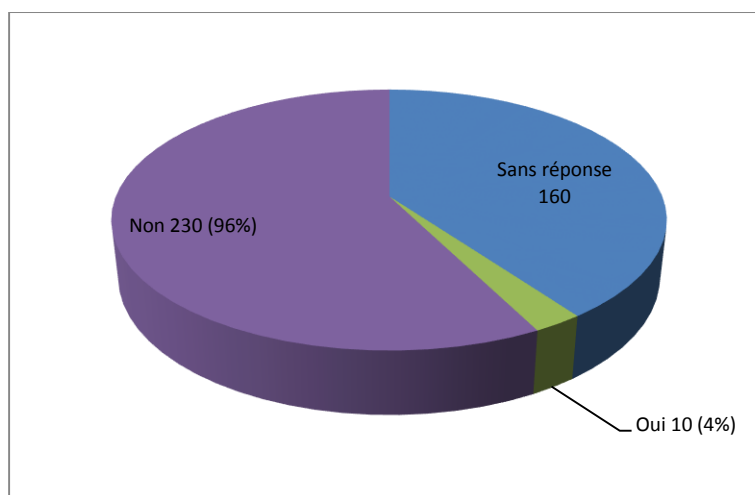


Figure 32. Elevage comme première activité agricole

III.1.1.4. Par ordre d'importance de types d'animaux élevés

Il ressort des résultats de la Figure 33 ci-dessous que parmi les espèces animales élevées dans la zone forestière les petits ruminants (moutons et chèvres) au regard de leur nombre occupent la première place. Ils représentent à eux seuls 73% du cheptel, avec 50% pour la chèvre et 23% pour le mouton, suivent les volailles (16%) et les porcins (11%).

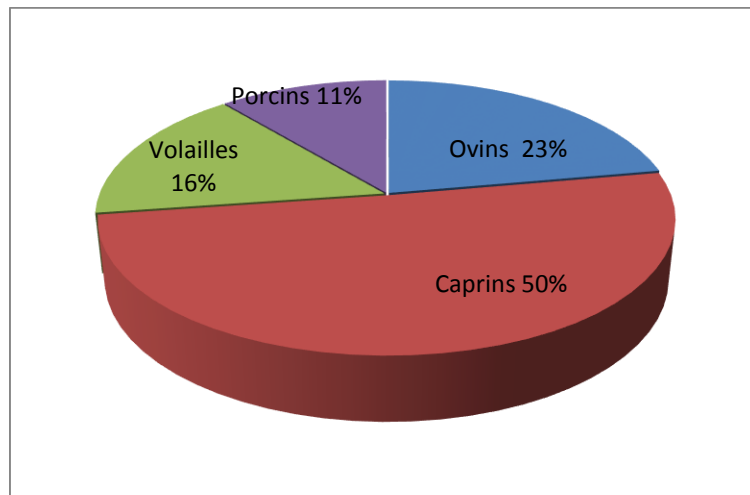


Figure 33. Classement des espèces élevées par importance en fonction du nombre

III.1.1.5. Par types de système d'élevage

La Figure 34 ci-dessous présente les systèmes de production pratiqués par les éleveurs dans la zone d'étude. La divagation est le mode prédominant (39%), suivi de l'agropastoralisme (31%) et du pastoralisme (24%). Les systèmes intégrant cultures et bétail sont quasi inexistant (1%).

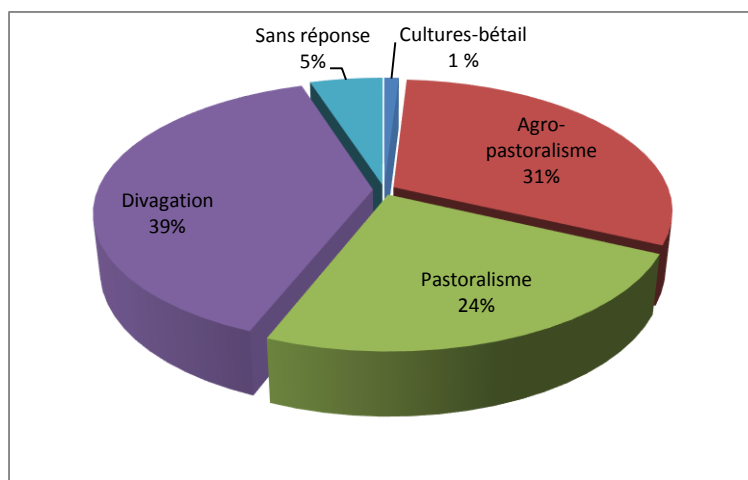


Figure 34. Systèmes de production pratiqués par les paysans

III.1.1.6. Par mode de gestion d'élevage

La Figure 35 ci-dessous renseigne sur les modes de gestion de l'élevage tel que pratiqué dans les systèmes traditionnels en zone forestière du Cameroun. Nous notons la prédominance du mode intensif de basse-cour chez près de la moitié des éleveurs (46%), suivi de mode semi-intensif chez près d'un quart (23%). Le système extensif reste faiblement pratiqué (13%).

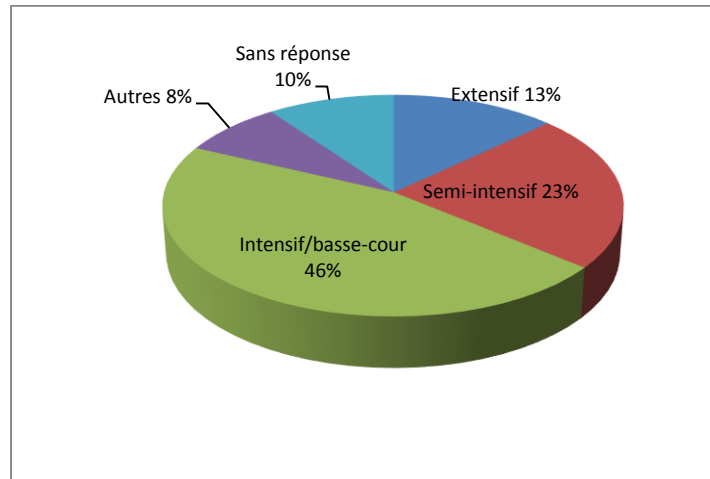


Figure 35. Modes de gestion du troupeau pratiqué par les paysans

III.1.2. Différents types d’abri

Les enquêtes de la présente étude ont révélé que dans les élevages traditionnels de chèvres, mâles et femelles sont maintenus ensemble tout au long de la journée et divaguent à la recherche de la nourriture tant dans l’espace du village que dans la forêt environnante (Figure 36).



Figure 36. Elevage traditionnel : moutons et chèvres sont élevés ensemble avec présence permanente du mâle (bouc) avec les femelles en divagation (milieu traditionnel-paysan)

A : Chèvres et moutons ensemble (véranda de maison désaffectée) ; B : Chèvre et bouc ensemble ; C : Chèvres recherchant la nourriture au village ; D) recherche de nourriture à la lisière du village.

III.1.3. Raisons d'élevage des chèvres en zone forestière

Le Tableau VI ci-dessous présente les résultats de l'enquête sur les principales raisons qui justifient l'élevage des chèvres par les populations de la zone d'étude. Nous notons une prédominance des raisons sociotraditionnelles (21%), suivies de l'épargne (17,8%) et de la viande (16,8%). Les autres raisons restent marginales.

Tableau VI. Principales raisons de l'élevage des chèvres en zone forestière

Raisons d'élevage de chèvres (et moutons)	Nombre de personnes	Pourcentage (%)
Viande	67	16,8
Lait	36	9
Laine/poils*	72*	18*
Reproduction	24	6
Epargne (réserve monétaire)/Vente	71	17,8
Signe de richesse	18	4,4
Cérémonies traditionnelles/Dot	84	21
Raison non exprimée	16	4
TOTAL	400	100

*Cette valeur est biaisée par la prise en compte par les éleveurs (Bororos) interrogés des moutons à laine de leurs élevages de petits ruminants où se rencontrent moutons et chèvres.

III.1.4. Paramètres de production et de reproduction dans les systèmes traditionnels

Le Tableau VII ci-dessous décline les différents paramètres de production et de reproduction issus de l'enquête de terrain. Nous observons que l'âge moyen au premier oestrus est estimé à 9 mois, celui à la première mise bas à 13 mois, avec une durée d'intervalle de mise bas de 8,5 mois.

Tableau VII. Données sur la gestion de la reproduction chez la chèvre naine (petits ruminants)

Nature de la donnée	Informations recueillies
Type de mise en reproduction	Lutte/monte libre
Contrôle de la reproduction	Non contrôlée
Age moyen au premier oestrus	9 ± 2,5 mois (6 - 12 mois)
Age moyen à la première mise bas	13 ± 3,1 mois (11 - 17 mois)
Intervalle moyen de mise bas	8,5 ± 2,3 mois (6 - 12 mois)
Périodes de mises bas	Mars-juin et Octobre-janvier
Age moyen à la vente	≥ 6 mois, et en cas de besoin
Apport de compléments alimentaires	Rare ou inexistant
Contrôle sanitaire	Rare ou inexistant

III.2. Induction et synchronisation naturelles de l'œstrus chez la chèvre naine : « l'effet mâle »

Cette étude visait principalement à déterminer les conditions nécessaires pour induire d'une part les œstrus de façon naturelle (sans œstrogènes) chez les chèvres naines en anoestrus dans un troupeau donné et d'autre part synchroniser la survenue de l'œstrus chez celles en cours de cycle normal, afin de pouvoir programmer des mises bas groupées au terme des gestations. Il s'agissait donc de vérifier les conditions de déclenchement de l'œstrus chez des femelles en anoestrus et de synchroniser l'apparition de l'œstrus chez toutes les femelles grâce à la présence du bouc.

Les résultats des dosages de la progestérone plasmatique des prélèvements sanguins effectués au cours de l'étude sont pour les concentrations de P4 présentées au Tableaux VIII, et les effets qui influencent ces valeurs le sont au Tableaux IX ci-dessous.

Tableau VIII. Evolution (moyenne de 12 observations en ng/ml par jour sur 7 jours d'affilée) de la progestérone plasmatique chez les chèvres après introduction des boucs

	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7
• Moyenne et écart-type chez des femelles cyclées (n=12)	0,1 ± 0,2	0,2 ± 0,3	0,3 ± 0,3	1,2 ± 0,4	1,9 ± 0,3	2,8 ± 0,9	1,2 ± 0,5
• Moyenne et écart-type chez des femelles gravides (n=3)	8,2 ± 2	7,0 ± 0,9	7,1 ± 0,6	6,7 ± 0,3	6,8 ± 0,4	7,0 ± 0,9	7,5 ± 0,8
• 1 femelle en anoestrus postpartum	0,6	0,7	0,6	0,5	0,3	0,4	0,2
• 1 femelle en anoestrus pathologique	0,1	0,1	0,5	0,6	0,5	0,4	0,3
• 1 femelle ayant avorté à J3	5,2	6,3	6,4	0,1	0,1	0,1	0,1

Tableau IX. Résultats de l'analyse des moindres carrés de la moyenne des taux plasmatiques de la progestérone et l'effet des différents facteurs chez les chèvres non gravides

Paramètre	jour	Nombre de données	A	P	B	CV	R ²	RE
Concentration plasmatique moyenne de la progestérone	J1	12	***	***	***	-	1	-
	J2	12	.	.	.	152,069	0,799	0,304
	J3	12	.	.	*	22,933	0,990	0,071
	J4	12	.	.	.	36,881	0,794	0,427
	J5	12	.	.	.	18,940	0,814	0,354
	J6	12	.	.	**	3,981	0,997	0,112
	J7	12	.	*	.	19,304	0,959	0,224

A = âge de maturité physiologique déterminé par le poids corporel ; R.E. = erreur résiduelle standard ; P = province ou région d'origine (provenance) ; . = non significatif (p>0,05) ; B = phénotype ; * = significatif (p<0,05) ; C.V. = coefficient de variation ; ** = hautement significatif (p<0,01) ; R² = coefficient de détermination ; *** = très hautement significatif (p<0,001).

Le Tableau IX ci-dessus présente l'effet de certains facteurs sur les concentrations de la progestérone au cours de l'étude. Nous notons que l'âge de maturité physiologique (niveau de

développement des organes reproducteurs), la région de provenance, et le phénotype ont fortement influencé les niveaux de concentration de la progestérone.

Chez les chèvres cyclées

Dans ce groupe de femelles au nombre de 12 (douze), on observe que les deux premiers jours (J1 et J2) après introduction des mâles dans le troupeau (J0), les niveaux de concentration de la progestérone sont restés faibles ($<0,2$ ng/ml), mais avec une grande variabilité entre individus ($s = 0,2 \pm 0,3$ ng/ml) (Tableau VIII).

Ces niveaux de progestérone traduisent l'état physiologique pré-expérimental de ce groupe de chèvres. A partir du 3^{ème} jour (J3) on note chez chaque femelle une augmentation des niveaux de moyens de la progestérone en pente forte qui a culminé à $2,8 \pm 0,9$ ng/ml au 6^e jour (J6), avec une très grande variabilité interindividuelle. Cette moyenne retombe à $1,2 \pm 0,5$ ng/ml au 7^e jour (J7).

La figure 37 ci-dessous donne l'évolution du niveau de progestérone plasmatique chez la chèvre pendant le cycle court. Nous observons que le cycle a une durée de cinq jours. Le pic de P4 est atteint le 4^{ème} jour, et est suivi d'une chute brusque de sa valeur au 5^{ème} jour.

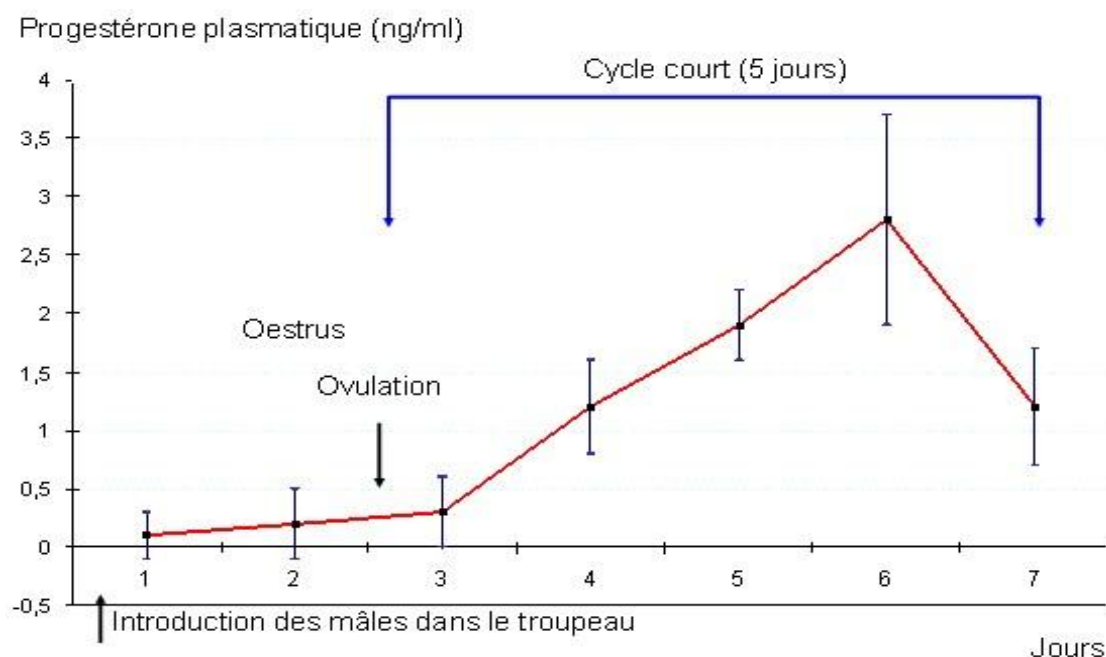


Figure 37. Evolution de la progestérone plasmatique au cours des 7 premiers jours suivant l'introduction des mâles lors de l'effet mâle chez la chèvre naine au Cameroun

Chez les femelles en anoestrus post partum ou en anoestrus pathologique, aucune variation du niveau de P4 n'est observée pendant la durée de l'étude.

III.3. Caractéristiques des cycles sexuels chez la chèvre naine de la zone forestière du Cameroun

Les résultats de cette étude ont permis d'établir les profils spécifiques de la progestérone à partir des dosages de la progestérone plasmatique, obtenue du sang prélevé au cours des cycles oestriques survenus chez la chèvre naine au cours de différentes saisons de l'année.

III.3.1. Profil et durée du cycle œstral normal simple

Les figures 38, 39 et 40 présentent les profils et la durée du cycle œstral normal chez la chèvre naine. Cette durée est de 20 ± 1 jours en moyenne, quels que soient les niveaux de progestérone en cours de cycle (valeurs comprises entre 0 et 16 ng/ml). Les taux de P4 plasmatique enregistrés chez les chèvres pendant 45 jours montrent grossièrement deux pics (compris entre 6 et 16 ng/ml) bien distincts (Figures 38 et 39). En effet, nous avons observé une croissance graduelle du taux de P4 avec un pic biphasique entre le 9^{ème} et le 14^{ème} jour aussi bien en saison des pluies (Figure 38) qu'en saison sèche (Figure 39).

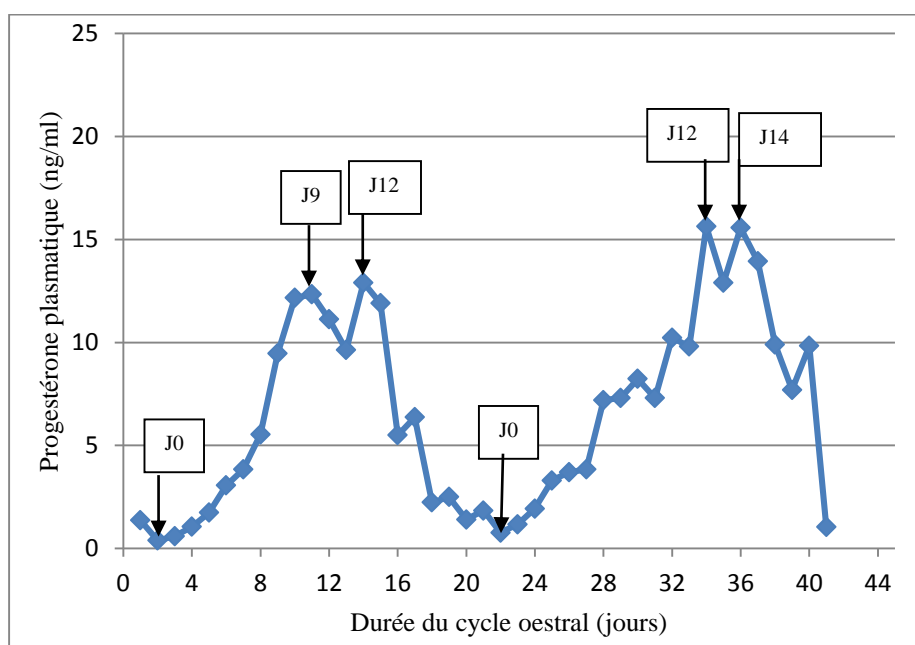


Figure 38. Profil de la progestérone plasmatique au cours de deux cycles œstraux successifs chez les chèvres en saison des pluies (n=4).

Les petits carreaux sur la courbe représentent les moyennes des concentrations journalières de la progestérone plasmatique chez les chèvres.

Ces observations sont constantes que le cycle soit ou non précédé d'un anoestrus physiologique, ou suivi d'un cycle court, aussi bien en saisons des pluies (petite et grande) qu'en saisons sèches (petite et grande). Il s'en est suivi une baisse de ce taux jusqu'aux valeurs de base entre le 20^{ème} et le 24^{ème} jour. Le second pic, plus important que le premier a été observé entre le 34^{ème} et le 38^{ème} jour. Le premier jour de chaleur est désigné pour chaque chèvre par J0. Pour établir la courbe

de progestérone, les données sont ramenées à un cycle standard en partant de part et d'autre de chacun des premiers jours de chaleur.

III.3.2. Profil de la P4 au cours de deux cycles œstraux consécutifs

La figure 39 présente le profil de la P4 au cours de deux cycles normaux consécutifs chez des chèvres naines en saison sèche. Les valeurs de la P4 au cours du second cycle sont nettement plus importantes (0 à 11 ng/ml) qu'au cours du premier (0 à 7 ng/ml).

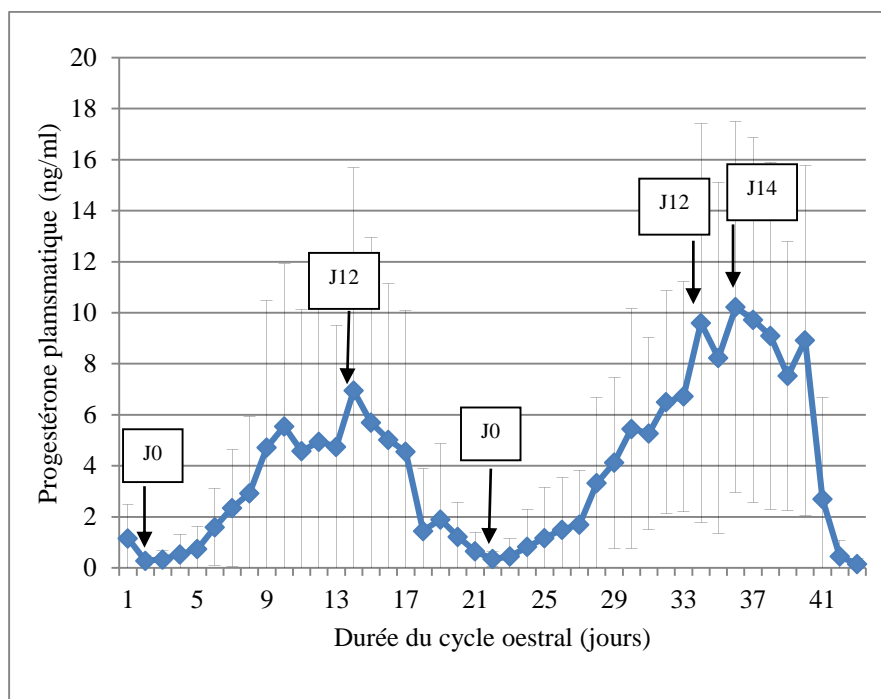


Figure 39. Profil de la progestérone plasmatique au cours de deux cycles œstraux successifs chez les chèvres en saison sèche (n=3).

Les petits carreaux sur la courbe représentent les moyennes des concentrations journalières de la progestérone plasmatique chez les chèvres.

III.3.3. Profil d'un cycle œstral normal précédé d'un anoestrus physiologique

La Figure 40 présente le profil de la P4 plasmatique chez la chèvre au cours d'un cycle œstral normal précédé d'un anoestrus physiologique. Aucune activité ovarienne sensible n'est observée au cours de la première semaine des prélèvements sanguins, traduisant la phase terminale d'un repos ovarien.

Après la reprise de l'activité ovarienne, et comme signalé plus haut, un pic de P4 est observé au 11^{ème} jour du cycle et autre au 15^{ème}, tous deux séparés par une chute jusqu'au 13^{ème} jour.

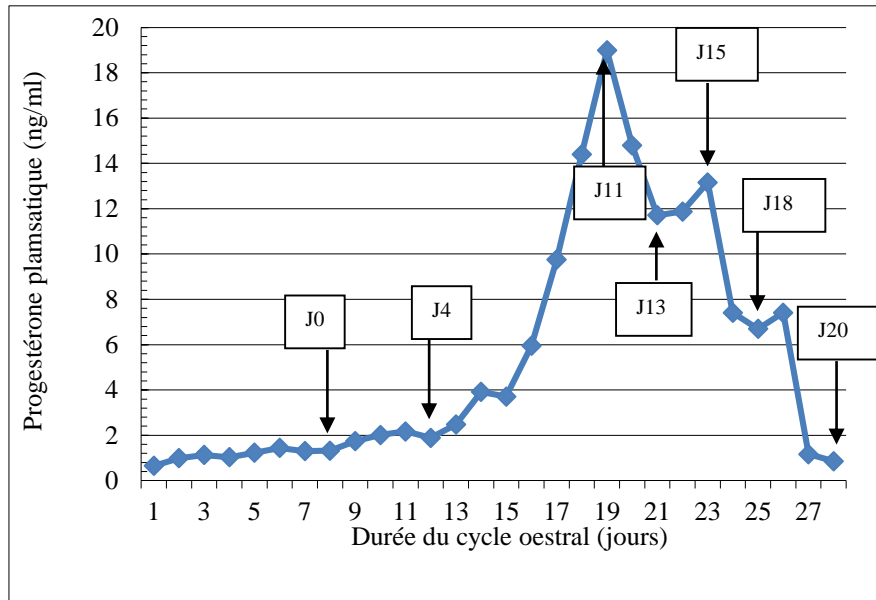


Figure 40. Courbe de la P4 plasmatique chez la chèvre au cours d'un cycle œstral normal précédé d'un anœstrus physiologique.

Les petits carreaux sur la courbe représentent les moyennes des concentrations journalières de la progestérone plasmatique chez la chèvre.

III.3.4. Profil d'un cycle œstral normal suivi d'un cycle court

Le profil de la P4 plasmatique au cours d'un cycle œstral normal suivi d'un cycle court de 5 jours est présenté par la Figure 41. Ce profil épouse grossièrement la forme d'une grande cloche suivie d'une petite cloche.

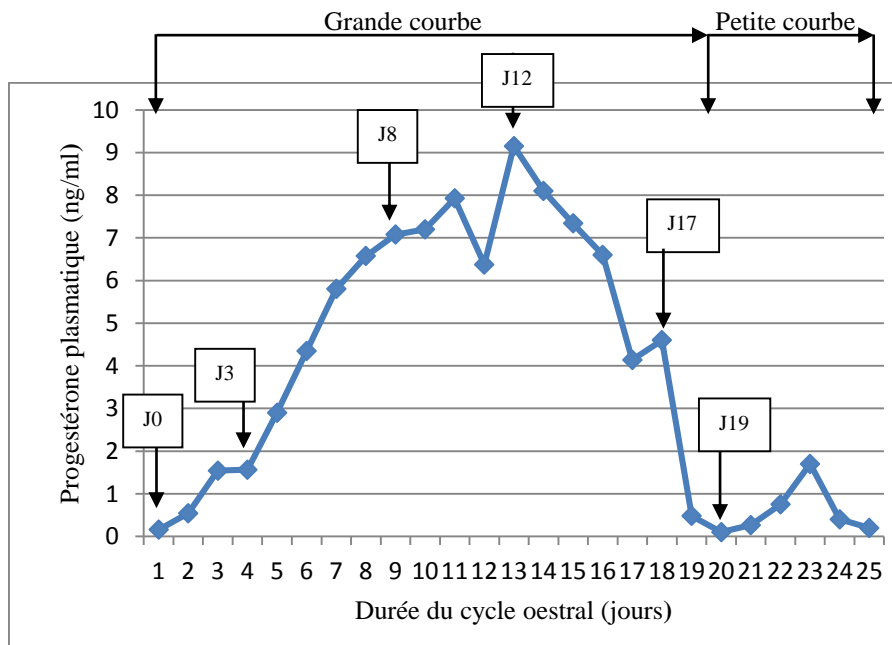


Figure 41. Courbe de la P4 plasmatique au cours d'un cycle œstral normal suivi d'un cycle court de 5 jours (n=8)

Les petits carreaux sur la courbe représentent les moyennes des concentrations journalières de la progestérone plasmatique chez les chèvres.

Dans la première moitié du cycle on note une pente ascendante jusqu'au 10^{ème} jour, après une chute le 11^{ème} jour, un pic de P4 apparaît au 12^{ème} jour du cycle.

III.4. Détermination de l'âge et du poids à la puberté chez la chèvre naine de la zone forestière du Cameroun

Les résultats de l'expérience sont donnés dans les tableaux ci-dessous. Tableau X donne la répartition des chevrettes nées en station utilisées dans la présente étude classées par types de naissance, alors que le tableau XI donne les valeurs moyennes, minimales et maximales des paramètres descriptifs du troupeau ainsi formé.

Tableau X. Répartition des chevrettes nées en station par types de naissance

Type de naissance (TN)	Fréquence	Pourcentage (%)
S (Simples)	19	31,7
D (Doublés)	33	55
T (Triples)	8	13,3
Total	60	100

Tableau XI. Paramètres descriptifs du troupeau de chevrettes

Variable	Nombre	Moyenne	Minimum	Maximum	Ecart-type
APO (Âge au premier œstrus en mois)	60	10,1	8,0	14,0	1,4
PPO (Poids au premier œstrus en kg)	60	13,1	12,2	14,7	0,6
APMB (Âge à la première mise bas en mois)	60	18,2	13,0	21,0	1,6
PN* (Poids à la naissance en kg)	60	1,4	1,0	2,7	0,3
PA (Poids adulte standard en kg)	60	25	25	25	0

*Aucune différence significative ($p > 0,05$) n'a été enregistrée au bout d'un mois entre les poids des petits du troupeau expérimental quel que soit le type de naissance ($n = 60$).

Les tableaux XII et XIII présentent respectivement la distribution des naissances par saison, et l'effet de certains paramètres tels le type et la saison de naissance, le poids à la naissance ainsi que l'âge au premier œstrus sur la puberté.

Tableau XII. Distribution des naissances en fonction de la saison

Saison de naissance	Fréquence	Pourcentage (%) [*]	Type de naissance			Total cabris
			S	D	T	
GSP (Grande saison des pluies)	25	41,7	23	1	0	25
GSS (Grande saison sèche)	13	21,7	9	2	0	13
PSP (Petite saison des pluies)	14	23,3	14	0	0	14
PSS (Petite saison sèche)	8	13,3	8	0	0	8

*Ces pourcentages ne présentent aucune différence significative ($p > 0,05$). S = simple ; D = double ; T = triple.

Tableau XIII. Influence de quelques paramètres sur la puberté et sur la première mise bas
(Détermination du seuil de signification)

Variable	APO	APMB
APO (Âge au premier œstrus en mois)	-	***
PN (Poids à la naissance en kg)	***	***
SN (Saison de naissance : GSS, PSP, PSS, GSP)	ns	ns
TN (Type de naissance)	ns	ns

APMB : Age à la Première Mise Bas ; ns = non significatif ($p > 0,05$) ; *** = très hautement significatif ($p < 0,001$).

III.5. Profil de la progestérone et gestation multiple chez la chèvre naine en zone forestière du Cameroun

III.5.1. Poids des femelles

Chez les femelles avec portées simples ($n = 7$) la moyenne générale de l'évolution pondérale (Figure 42) a varié de $15 \pm 0,8$ kg vers la fécondation à $21 \pm 3,1$ kg à la parturition, le minimum et le maximum étant de 13,4 kg et 24,9 kg, respectivement. Chez les femelles avec portées doubles ($n = 13$), ces valeurs ont été de $18,7 \pm 3,8$ kg et $26,4 \pm 4,6$ kg d'une part, 15,1 kg et 34,5 kg d'autre part, respectivement. Pour les femelles avec portées triples ($n = 4$), les variations ont été de $18,7 \pm 4,2$ kg et $28,5 \pm 7,9$ kg d'une part, 15 kg et 35,5 kg d'autre part, respectivement.

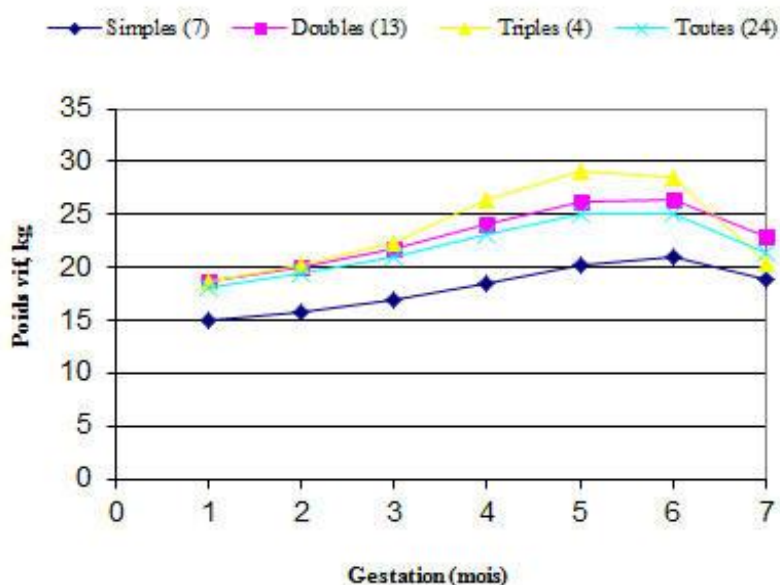


Figure 42. Suivi pondéral des chèvres par type de portée au cours de la gestation

Les petits carreaux sur la courbe représentent les moyennes des concentrations journalières de la progestérone plasmatique chez les chèvres.

On observe d'après les résultats que les femelles sont d'autant plus lourdes (Figure 42) que leur portée est grande ($p < 0,05$). Ainsi, les femelles de portée triple sont plus lourdes que celles de portée double ($p < 0,05$), lesquelles sont plus lourdes que celles de portée simple ($p < 0,05$).

Enfin, les femelles de portée simple sont de manière générale plus légères ($P < 0,05$) que celles à portée multiple pendant la période de reproduction (au moment de la fécondation: $15 \pm 0,8$ kg contre $18,7 \pm 3,8$ kg), on ne note par contre aucune différence significative de poids ($p > 0,05$) entre les femelles à portée double et triple en période de reproduction.



A

B

Figure 43 : Mises bas multiples en station : A - portée double ; B - portée triple

III.5.2. Profil plasmatique de la P4 au cours de la gestation

La courbe moyenne de P4 pendant la gestation de l'ensemble des chèvres étudiées (Figures 43, 44, 45, 46) est d'allure générale semblable à celle d'autres espèces. Elle présente une phase ascendante pendant les 60-70 premiers jours avec des valeurs moyennes variant de $5,4 \pm 0,3$ à $8,7 \pm 2,7$ ng/ml, suivie d'un plateau jusqu'au 130^{ème} jour de gestation, avec des valeurs moyennes de P4 fluctuant entre $8,7 \pm 2,7$ et $9,1 \pm 0,8$ ng/ml. Au cours des 60-70 premiers jours, les concentrations de P4 sont croissantes de la fécondation jusqu'au jour 20, restent assez constantes jusqu'au jour 40 avant de remonter progressivement jusqu'au 60^e jour, les valeurs maximales sont obtenues vers le 70^e jour ou légèrement au-delà. Une chute des concentrations est observée au-delà du jour 130. Elle s'accroît du 140^e jour jusqu'à la mise bas vers le 145^e jour. La durée moyenne de gestation a été de 145 jours.

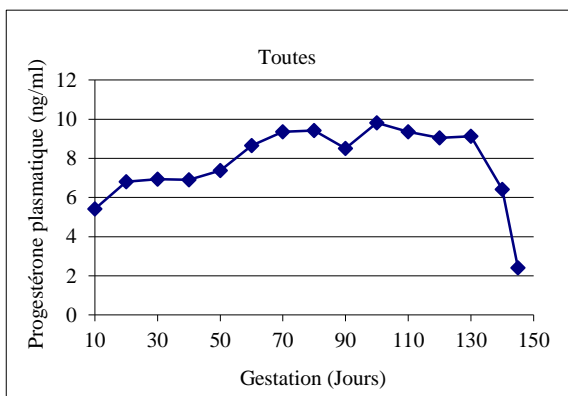


Figure 44. Concentration moyenne de P4 dans le plasma pendant la gestation (n = 24)

Les petits carreaux sur la courbe représentent les moyennes des concentrations journalières de la progesterone plasmatique chez les chèvres.

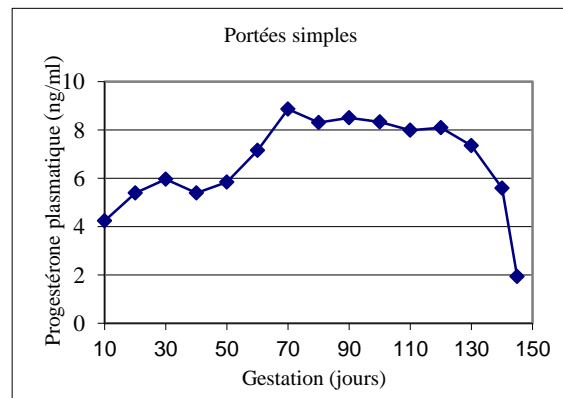


Figure 45. Concentration moyenne de P4 dans le plasma chez les femelles à portées simples (n = 7)

Les petits carreaux sur la courbe représentent les moyennes des concentrations journalières de la progesterone plasmatique chez les chèvres

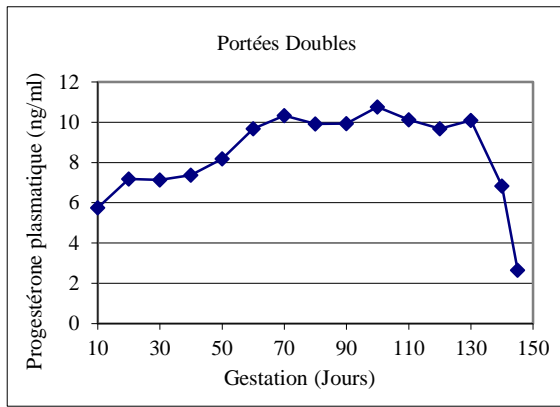


Figure 46. Concentration moyenne de la P4 dans le plasma chez les femelles à portées doubles n = 1 (3)

Les petits carreaux sur la courbe représentent les moyennes des concentrations journalières de la progesterone plasmatique chez les chèvres.

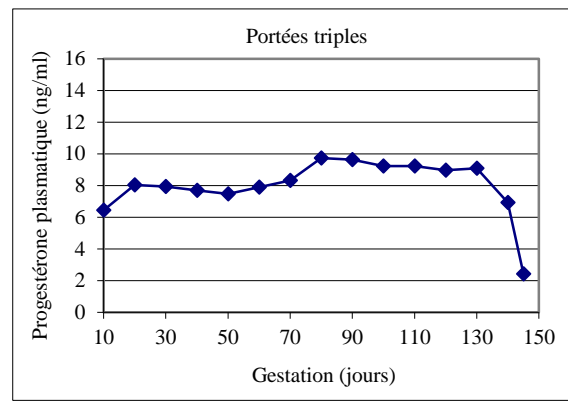


Figure 47. Concentration moyenne de P4 dans le plasma chez les femelles à portées triples (n = 4)

Les petits carreaux sur la courbe représentent les moyennes des concentrations journalières de la progesterone plasmatique chez les chèvres

III.5.3. Relations entre niveau de P4 et saison de mise bas

Les mises bas au cours des travaux en station ont eu lieu presque toutes pendant la saison 1 (grande saison sèche) et la saison 2 (petite saison des pluies). Aucune influence de la saison de mise bas n'a été observée sur les concentrations plasmatiques de P4 au cours de la gestation ($p > 0,05$). Les différences entre les concentrations de P4 au cours de la gestation (entre 80 et 140 jours de gestation) pour les mises bas dans les deux saisons (Figure 47) ne sont pas significatives ($p > 0,05$) (la saison 3 - petite saison sèche - n'a pas été considérée du fait d'une seule donnée disponible).

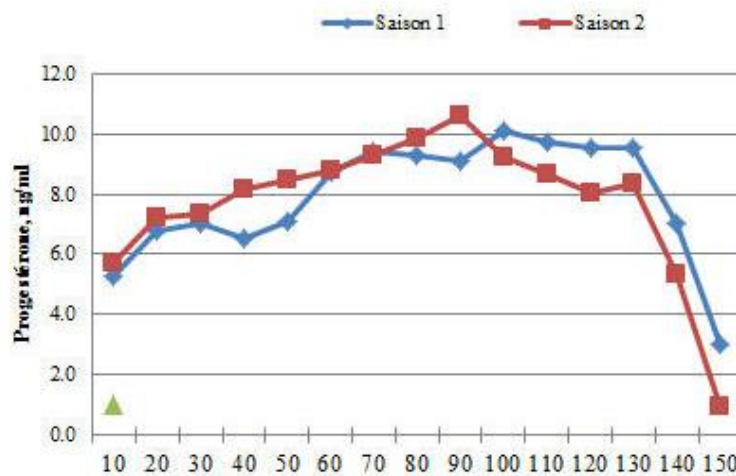


Figure 48. Concentration moyenne de P4 dans le plasma pendant la gestation selon la saison de mise bas

Les petits carreaux sur la courbe représentent les moyennes des concentrations journalières de la progesterone plasmatique chez les chèvres.

III.5.4. Relations entre niveau de P4 et nombre de fœtus

Au cours du premier mois de gestation (30 premiers jours), on a noté une tendance générale d'augmentation des concentrations de P4 en fonction de la portée (nombre de fœtus), les portées triples présentant des valeurs moyennes supérieures à celles des portées doubles, elles mêmes supérieures à celles des portées simples ($p < 0,05$) (Figure 48). A partir du 30^e jour on note globalement une stabilisation du niveau de P4 plasmatique jusqu'au 40^e-50^e jour. Dans tous les trois groupes de chèvres le niveau de P4 plasmatique était croissant entre 50 et 60 jours de gestation. Au-delà de 60 jours de gestation, aucune influence nette de la portée sur le niveau de la P4 plasmatique n'a été relevée ($p > 0,05$).

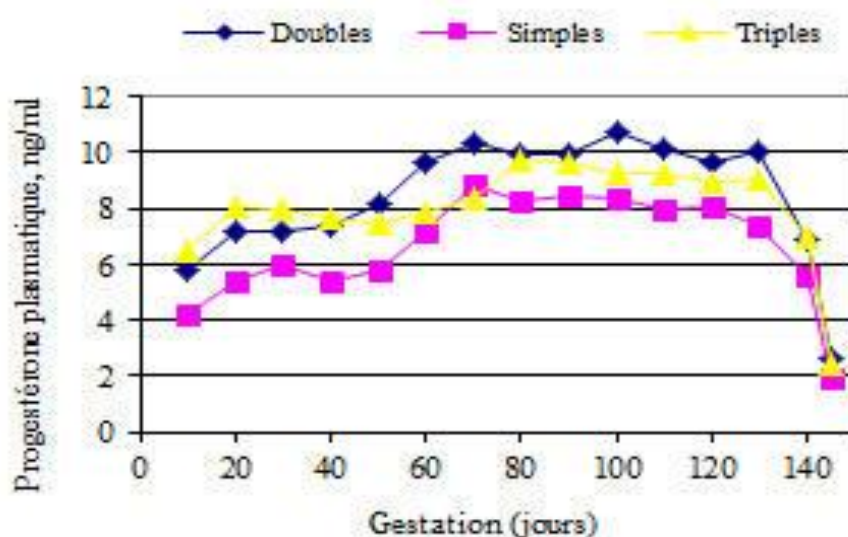


Figure 49. Concentration moyenne de la P4 plasmatique pendant la gestation (chèvres avec fœtus simples, doubles ou triples)

Sur les 24 mises bas, 7 étaient simples avec un seul petit à la naissance, 13 étaient doubles, et 4 étaient triples. Lorsque l'une des valeurs ponctuelles de concentration de P4 était supérieure à 13 ng/ml au cours de la gestation, il a toujours été observé qu'à la mise bas la chèvre donnait naissance à 2 ou 3 petits, jamais 1 seul. Mais des valeurs de P4 inférieures à 13 ng/ml pendant la gestation n'étaient par contre pas discriminantes puisque dans ce cas la chèvre pouvait indifféremment donner naissance à 1, 2 ou 3 petits.

Une grande variabilité inter individuelle du niveau de P4 plasmatique s'est observée chez les femelles ayant 2 fœtus, avec des concentrations assez faibles de P4 chez certaines. Au terme

d'une analyse en composantes principales avec une classification ascendante hiérarchique par rapport aux concentrations de P4, il a été possible de mettre en évidence l'existence de deux classes distinctes: celles présentant des concentrations faibles (4 à 9 ng/ml entre 20 et 130 jours de gestation, n = 6) et celles présentant des concentrations fortes (9 à 14 ng/ml entre 20 et 130 jours de gestation, n = 7) (Figures 49, 50 et, 51).

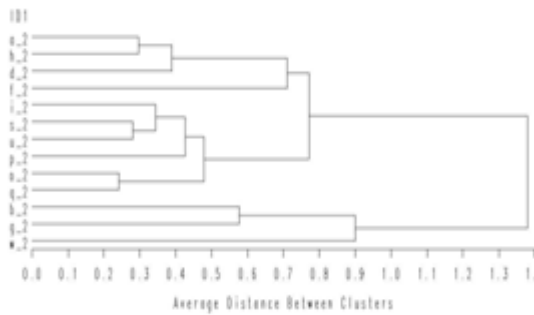


Figure 50. Arbre hiérarchique de classification des femelles à portées doubles (n=13)

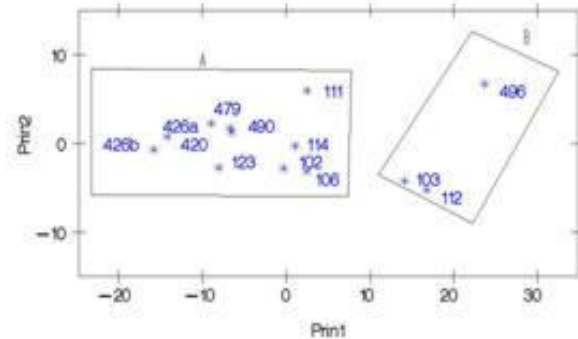


Figure 51. Répartition graphique des femelles avec faibles concentrations et fortes concentrations de P4, respectivement (les numéros identifient les chèvres)

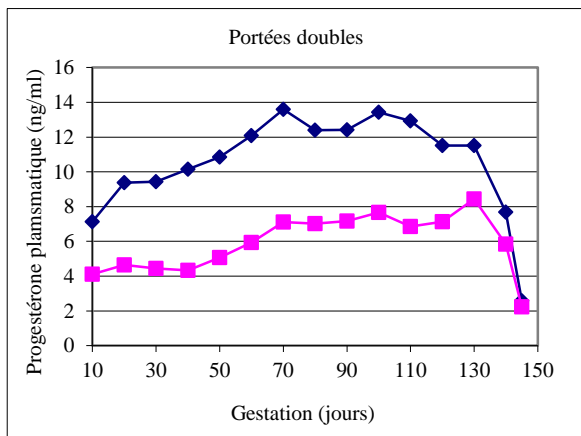


Figure 52. Concentrations moyennes de P4 dans le plasma de 2 classes de chèvres avec portées doubles. Les deux classes sont constituées de femelles dont les concentrations de P4 sont soit supérieures (n=6), soit inférieures (n=7) à la moyenne générale dans le groupe pendant la gestation

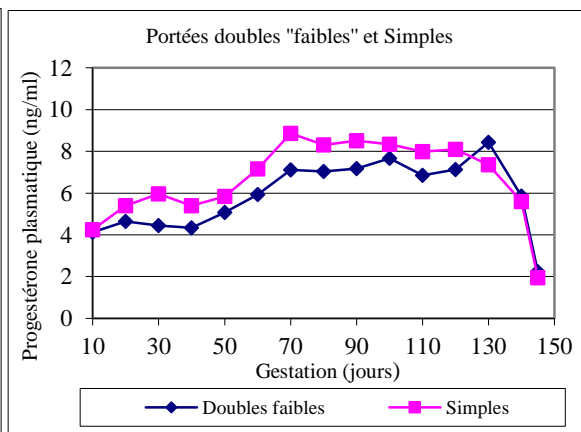


Figure 53. Concentrations moyennes de P4 dans le plasma de chèvres à portées simples et de chèvres à portées doubles appartenant à la classe des animaux à faibles concentrations de P4

Enfin, aucune différence significative ($P > 0,05$) n'a été notée entre les concentrations de P4 pendant la gestation chez les femelles à portée simple et celles des femelles à portées doubles appartenant à la classe des animaux à faibles concentrations de P4 (Figure 52).

III.5.5. Relations entre niveau de P4 et sexe du fœtus

Les valeurs moyennes de concentrations plasmatiques de P4 à 60 jours de gestation étaient de $6,0 \pm 1,4$ ng/ml chez les femelles à portée simple porteuses d'un fœtus mâle et de $8,7 \pm 3,7$ ng/ml chez celles porteuses d'un fœtus femelle. Ces valeurs à 120 jours de gestation étaient de $7,7 \pm 2,8$ ng/ml pour les mâles et $8,6 \pm 3,0$ ng/ml pour les femelles. Malgré une tendance à des concentrations de P4 plus élevées chez les chèvres porteuses de fœtus femelles par rapport aux chèvres porteuses de fœtus mâles, aucune différence statistiquement significative ($p > 0,05$) n'a été notée entre les deux types de porteuses.

III.5.6. Relations entre niveau de P4 et parité de la chèvre

Dans notre étude, la parité n'a pas eu d'influence statistiquement significative sur les concentrations plasmatiques de P4 pendant la gestation chez la chèvre naine ($p > 0,05$). Il a été noté une plus grande fréquence de portées multiples chez les multipares. Ainsi, sur 7 mises bas simples, 4 l'ont été des primipares, 2 de femelles ayant mis bas une première fois et 1 seule d'une femelle ayant mis bas 2 fois. De même sur 13 mises bas doubles, seules 4 l'ont été de femelles primipares et 6 de femelles ayant mis bas une première fois. Enfin, 1 mise bas triple sur 4 l'a été d'une femelle primipare.

III.6. Anœstrus post-partum et reprise de l'activité ovarienne chez la chèvre naine en zone forestière du Cameroun

III.6.1. Durée de l'anoestrus post-partum

Les durées de l'anoestrus telles qu'enregistrées chez les chèvres de l'étude sont présentées ci-dessous (Tableau XIV). Sur le total des 20 chèvres, 5 chèvres (25%) ont eu un anoestrus variant de un à deux mois, mais inférieur à 60 jours (deux mois). Parmi celles-ci, 3 ont perdu leurs petits au cours des 30 premiers jours après la mise bas. Toutes les autres (15 chèvres, 75%) ont présenté un anoestrus supérieur à 60 jours.

Tableau XIV. Durée de l'anoestrus post-partum chez la chèvre naine

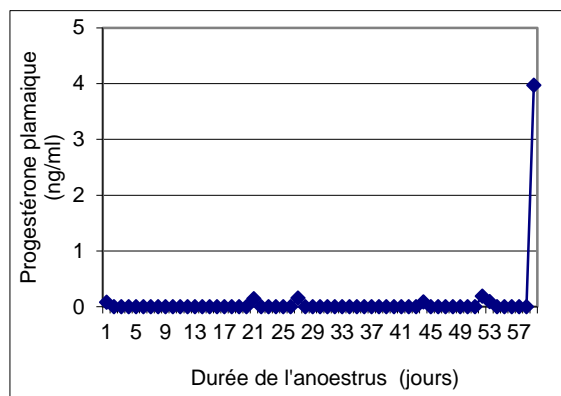
Nombre de chèvres	Durée de l'anoestrus (jours)	% chèvres	Saison	Présence des petits
3	< 40	15	GSS	Non (présence < 30 jours)
2	>40 et <60	10	GSS	Oui
15	> 60	75	GSS	Oui
20	-	100	-	-

GSS : Grande saison sèche (décembre-février)

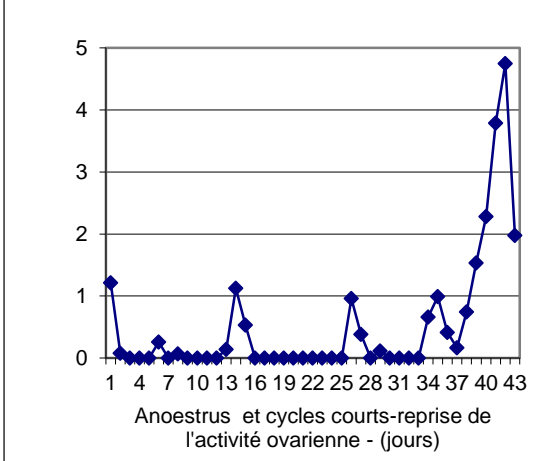
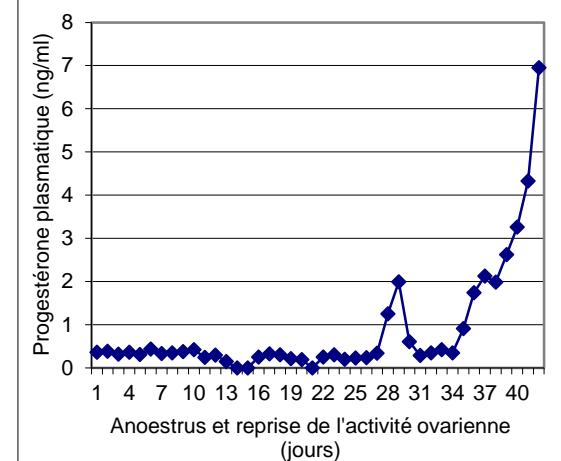
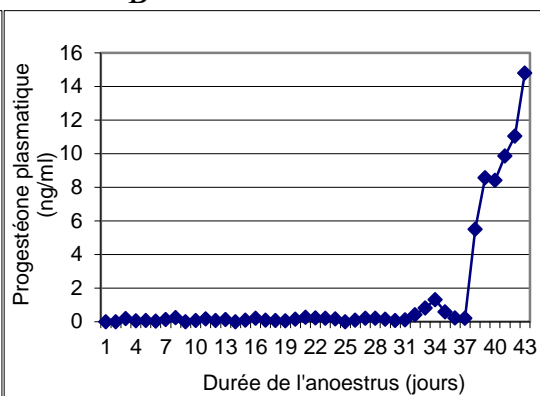
III.6.2. Reprise de l'activité cyclique post-partum de l'ovaire

La reprise de l'activité ovarienne et la fin de l'anoestrus sont mises en évidence par divers profils de la P4 plasmatique présentés aux figures 53 (A, B, C, D). Cette reprise d'activité commence généralement par un cycle court de 5-6 jours suivi d'un cycle normal (Fig. 54, B et C), ou encore par une série de cycles courts suivis d'un cycle normal (Fig. 54D). On note par ailleurs des cas de reprise de l'activité ovarienne post-partum non précédés de cycle court (Fig. 54A).

A



B



C

D

Figure 54. Anoestrus post-partum et reprise de l'activité ovarienne dans le troupeau de chèvres (A, B, C, D)

A : reprise de l'activité ovarienne non précédée d'un cycle court

B et C : reprise de l'activité ovarienne après un cycle court unique ;

D : reprise de l'activité ovarienne après une série de cycles courts successifs.

Les petits carreaux sur la courbe représentent les moyennes des concentrations journalières de la progestérone plasmatique chez les chèvres.

III.7. Effet de la disponibilité alimentaire sur la variation saisonnière de l'activité reproductrice chez la chèvre naine.

Les figures 55 et 56 présentent respectivement les résultats de la répartition des mises bas durant les mois et les saisons au cours de l'année sur une moyenne de deux années successives.

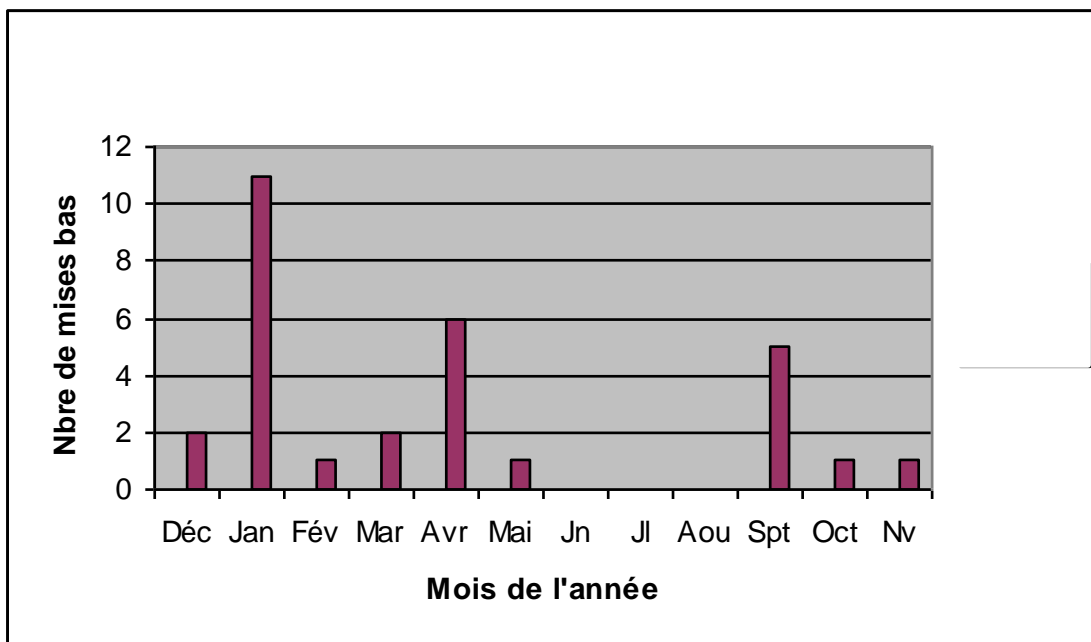


Figure 55 : Répartition des mises bas au cours de l'année

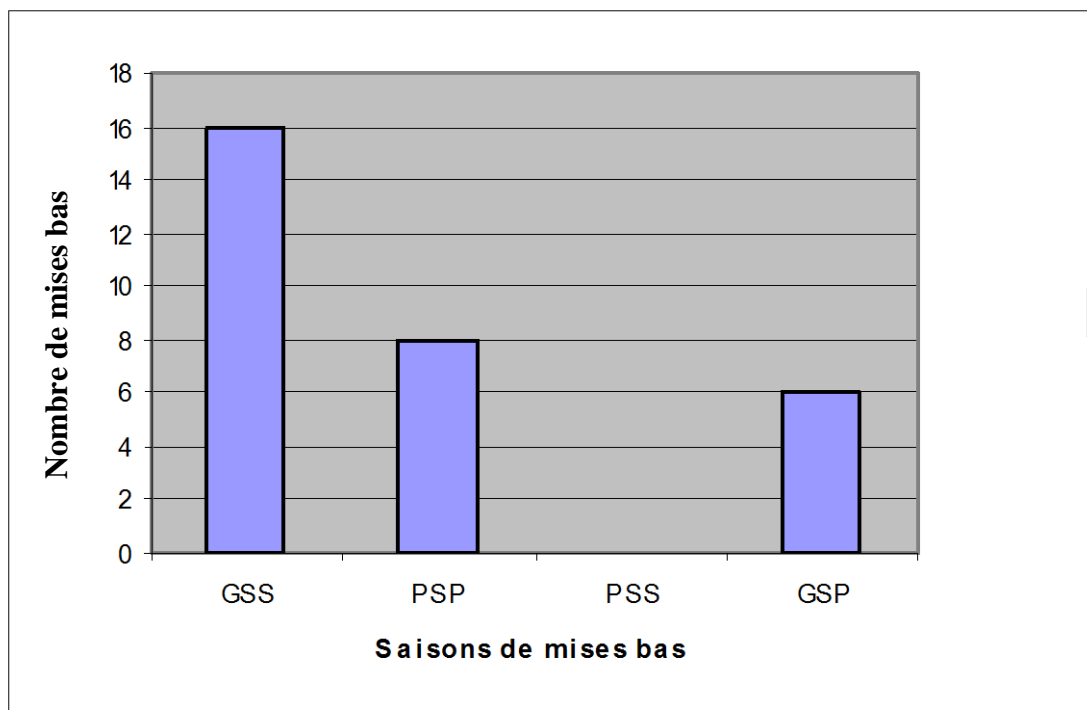


Figure 56 : Répartition des mises bas en fonction de la saison (disponibilité alimentaire)

GSS : Grande saison sèche ; PSP : Petite saison des pluies ; PSS : Petite saison sèche ; GSP : Grande saison des pluies.

Le poids moyen des femelles suivies pendant la période de l'étude était de $17,7 \pm 3,5$ kg (de 15 kg à 27,2 kg).

On observe que les mises bas sont survenues principalement au cours de trois périodes particulières comme suit : 46,67 % pendant la grande saison sèche (Décembre à Février) avec un pic de naissances en janvier, 30 % durant la petite saison des pluies (Mars à Mai) avec un pic de naissances en avril, et 23,33 % pendant la grande saison des pluies (Septembre à Novembre) avec un pic de naissances en septembre. Aucune naissance n'a été enregistrée durant la petite saison des pluies.

Les mises bas sont continues dans le troupeau expérimental de septembre à mai, soit 9 mois sans interruption, suivi d'une période sans mise bas de 3 mois.

IV. DISCUSSION

L'étude de la reproduction de la chèvre naine dans l'environnement écologique de la zone forestière du Cameroun où elle est élevée de façon traditionnelle depuis des générations par des petits éleveurs, et l'évaluation de l'effet de certains facteurs environnementaux sur ses performances reproductrices, mettent en évidence les particularités des systèmes traditionnels d'élevage caprin de la zone, de même que les spécificités de la physiologie reproductive de la race.

Les résultats de l'enquête sur la typologie des systèmes traditionnels d'élevage en zone forestière du Cameroun montrent que l'élevage est une activité rurale pratiquée par tout le monde, bien que moins du tiers des propriétaires/éleveurs de chèvres (petits ruminants) soient des femmes, et que moins de 5% des personnes qui se sont exprimées sur la question pratiquent l'élevage comme activité agricole principale. Cette prédominance des hommes est tributaire de leur position de chef dans le ménage. C'est en effet le chef de famille/ménage qui est propriétaire des présents offerts à la famille/ménage lors des cérémonies traditionnelles. La chèvre fait partie des présents régulièrement offerts. Elle est bien souvent exigée pour le bon déroulement de certains rites ou cérémonies, d'où son importance et sa valeur. En zone forestière, la plupart des ruraux font des travaux champêtres et élèvent quelques bêtes de plusieurs races en même temps pour des raisons diverses.

Les éleveurs de la zone forestière sont de petits éleveurs. Le nombre d'animaux qu'ils possèdent par espèce dépasse rarement une dizaine de têtes. La population nationale de chèvres a été évaluée à près de 4 millions de têtes au début de la décennie (FAO stats. 2000 ; SDDFEC, 2010), ce qui traduit l'importance et le rôle des petits éleveurs dans le dispositif national de production des caprins et des petits ruminants en général. Les résultats de l'enquête menée dans le cadre du présent travail ont révélé qu'en zone forestière, du fait du mode de vie et des liens sociaux, il n'existe qu'un seul troupeau de chèvres (petits ruminants) dans un village donné et non plusieurs. En effet, tous les animaux du village forment un seul troupeau en divagation constitué de plusieurs groupes autour de quelques mâles : **le troupeau villageois**. Chaque propriétaire y reconnaît ses bêtes, recherche les signes de gestation, note les mises bas éventuelles, décide en tant que de besoin des prélèvements à effectuer. Comme le montre la présente étude, le mode de gestion de l'élevage est largement de **type intensif de basse-cour**

(46%), mode dans lequel quelques animaux sont nourris avec les sous-produits agricoles et autres déchets de cuisine. Le mode **semi-intensif** (23%) vient en seconde position. L'**élevage extensif** (13%) est quant à lui pratiqué beaucoup plus dans la Région de l'Est par les éleveurs Bororos qui pratiquent la tradition ancestrale de la transhumance.

L'alimentation reste un des problèmes majeurs auxquels sont confrontés les propriétaires de chèvres. La bonne herbe n'est pas toujours disponible alentour. Quand elle l'est, c'est rarement en quantité suffisante pour tout le troupeau. Pour se nourrir les animaux parcourent parfois de grandes distances selon la saison. En effet, la zone forestière riche en arbres est relativement pauvre en herbes de haute qualité nutritive. Celles disponibles sont dispersées sur de grandes distances dans la nature. La dépense énergétique à la recherche de la nourriture est importante et affecte le développement harmonieux du fœtus chez la femelle en gestation. Ceci peut en partie expliquer la forte mortalité observée chez les petits de moins d'un an (jusqu'à 30%, voire plus). Il est judicieux de penser que des morts fœtales pourraient dès lors être fréquentes dans ces conditions, mais resteraient silencieuses, parce que non détectées. Pour mieux s'adapter dans cet environnement, la chèvre a développé une grande agilité et grimpe sur les arbustes pour cueillir les feuilles, contrairement au mouton qui en est incapable. Par ailleurs, du fait de la présence de certaines enzymes spécifiques dans son système digestif, la chèvre est capable de transformer les héli-celluloses (lignine) en glucose, ce qui lui confère une très grande rusticité dans les conditions drastiques.

L'existence dans un village donné d'un seul troupeau villageois, dont les individus se retrouvent parfois dans tout le canton (regroupement de plusieurs villages), a des conséquences graves en cas d'épidémie. Cette structure sociale d'un troupeau villageois unique dans les villages mérite d'être soulignée, car elle est importante et ne nous semble pas encore avoir été signalée. La non prise en compte de ce regroupement expliquerait en partie les difficultés, voire les échecs rencontrés dans beaucoup d'initiatives publiques de campagne vaccinale contre certaines endémies et zoonoses des petits ruminants en zone forestière. Les agents sanitaires en effet ne disposaient pas encore d'information sur la structure organisationnelle du troupeau, et procédaient plus par une approche par propriétaire au lieu de celle par troupeau dans leurs campagnes sanitaires. C'est le cas avec la **Peste des Petits Ruminants** (PPR) dont les épidémies saisonnières sont demeurées foudroyantes en milieu rural, du fait du contrôle sanitaire aléatoire ou quasi inexistant. Ces épidémies de PPR restent une menace permanente pour les troupeaux malgré la production locale par le LANAVET de vaccins appropriés (Thermocaprivax).

L'habitat courant des chèvres est la véranda des habitations ou la cour des concessions. Quelques enclos ou cabanes désaffectées permettent aussi leur contention en fin de journée. On les retrouve également la nuit tombée en groupes dispersés sur la voie bitumée quand celle-ci traverse la localité ; il en résulte des mortalités fréquentes des suites d'accidents nocturnes de la circulation. Toutefois dans les élevages des éleveurs Bororos de la Région de l'Est, des enclos protégés mais à ciel ouvert sont aménagés pour abriter les troupeaux animaux avec des effectifs pouvant atteindre plusieurs dizaines. Le suivi sanitaire y est par contre mieux assuré, avec les produits naturels issus de la pharmacopée.

La gestion de la reproduction n'est pas du tout contrôlée, mâles et femelles sont ensemble de façon permanente. Chez quelques éleveurs isolés, des mâles reproducteurs sont utilisés pour la monte des femelles pour des besoins de reproduction. Ces cas marginaux indiquent néanmoins que des programmes d'amélioration de la gestion des élevages peuvent être envisagés dans l'environnement traditionnel. Du fait de la divagation, la chevrette encore en croissance est montée par le mâle à l'affût. En cas de gestation précoce une compétition se développe entre les fœtus et la chevrette pour les nutriments de la circulation sanguine apportés par l'alimentation, bien souvent au détriment de cette dernière (Dedieu *et al.*, 1989 ; Torre *et al.*, 1991 ; Njoya et Awa, 1994) . Or, cette alimentation est bien souvent de qualité médiocre (déficit en nutriments) à certaines périodes de l'année, et bien souvent de quantité insuffisante. Il en résulte une dépression de la productivité de l'élevage du fait des avortements, et probablement des morts fœtales silencieuses signalées plus haut.

Du fait de la dynamique de renouvellement des mâles et des femelles dans le troupeau (introduction dans le troupeau de nouveaux mâles et femelles du fait des dons, etc.), le phénomène de consanguinité dont rôle dépressif pour la reproduction est connu est marginal, voire inexistant dans les systèmes traditionnels d'élevage, puisque la reproduction n'y est pas du tout assurée par un seul mâle, mais par plusieurs.

Les âges moyens au premier œstrus ($9 \pm 2,5$ mois), à la première mise bas ($13 \pm 3,1$ mois), ainsi que l'intervalle moyen de mises bas ($8,5 \pm 2,3$ mois) tels qu'issus des données de l'enquête sont plutôt indicatives de la réalité. Du fait de l'imprécision et de la grande variabilité dans les informations collectées, ces données et ne sont pas toujours très rigoureuses. Ces valeurs ont été testées avec plus de précision par des études en station.

Malgré les atouts économiques et les opportunités offerte par la grande demande transfrontalière en caprin, les éleveurs caprins de la zone forestière restent à être mieux sensibilisés pour profiter pleinement de l'amélioration de leurs systèmes de production. En effet, il découle des résultats de l'enquête que bien que les principales raisons de l'élevage des chèvres soient culturelles, socio-économiques et alimentaires, l'aptitude reproductrice apparaît plutôt comme une raison marginale pour l'élevage caprin. Cet atout reste encore à être valorisé, notamment par le Ministère en charge de l'Elevage.

Dans l'environnement forestier, les systèmes traditionnels d'élevage des petits ruminants en général et des caprins en particuliers diffèrent de ceux des Hauts-Plateaux de l'Ouest et du Nord-Ouest, où se pratique le **confinement saisonnier des animaux** au rythme des cultures. (Manjeli *et al.*, 1994) Les animaux y sont lâchés après les récoltes dans les champs alentour, lesquels sont généralement délimités par des clôtures de haies vives. En zone forestière par contre, du fait de la présence permanente des chèvres en divagation dans le village, les champs sont cultivés de plus en plus loin des maisons d'habitation, parfois à plusieurs kilomètres dans la forêt. Les dégâts causés par les chèvres en liberté sont régulièrement source de conflits. Cette situation est l'une des contraintes majeures au développement de l'élevage caprin en zone rurale. Des solutions appropriées devraient être proposées pour limiter les nuisances des bêtes en liberté, à l'instar de la délimitation des zones pastorales dans l'Adamaoua.

En station, les résultats de l'étude sur l'utilisation du bouc dans le contrôle de la reproduction chez la chèvre naine montrent qu'il est possible de synchroniser l'œstrus de façon simple, peu coûteuse et naturelle sans utilisation d'hormone. En effet, la réintroduction des mâles, après un minimum de trois semaines de séparation et de total isolement (vue, son, odeur, toucher), a permis d'induire de façon synchrone chez les chèvres non cyclées des ovulations et des chaleurs, (Thimonier *et al.*, 1984) et donc d'aboutir à un stade optimum pour une éventuelle fécondation. Cette technique déjà connue par ailleurs sous les latitudes où les animaux ont une saisonnalité naturelle connue (repos sexuel ou anoestrus saisonnier) est expérimentée pour la première fois dans l'environnement écologique de la forêt humide. Elle est une méthode alternative à l'utilisation des hormones dans la synchronisation des oestrus en période de reproduction. Les premiers œstrus (chaleurs) ont été observés entre les deuxième et troisième jours (moyenne de $2,33 \pm 1,24$ jours) après introduction des mâles (durée moyenne des chaleurs $2,57 \pm 0,49$ jours) sur 7 chèvres parmi les douze. L'intervalle de temps séparant l'introduction des mâles de la première ovulation a été de 2,5 jours. Ceci est proche de l'intervalle de 2,8 jours décrit par

Chemineau *et al.* (1984) chez le « Cabrit Créole ». Ces données qui n'avaient pas encore été produites sont indispensables dans la pratique de l'insémination artificielle (IA).

Le profil de la progestérone plasmatique du cycle court induit est identique à celui décrit par Chemineau *et al.* (1984) chez le « Cabrit Créole » de Guadeloupe (zone tropicale). Mais alors que les taux plasmatiques chez la chèvre de Guadeloupe n'atteignent guère 1 ng/ml dans aucune phase du cycle court, on note des valeurs de plus de 2 ng/ml chez la chèvre naine. Ces valeurs sont par contre proches de celles observées chez la chèvre antillaise lors d'un œstrus normal (Chemineau *et al.*, 1984). Les taux de progestérone plasmatique élevés chez la chèvre naine (>2 ng/ml) et qui diffèrent de celles de Chemineau *et al.* (1984) nous amènent à penser que plusieurs corps jaunes se seraient formés en même temps, avec une moyenne de plus de deux par chèvre. On observe que sur les 14 chèvres non gestantes, 12 (soit 86 %) ont connu un œstrus suivi d'une ovulation, avec des taux de progestérone plasmatique supérieurs à $1,2 \pm 0,4$ ng/ml au Jour 4. La courte durée de vie des corps jaunes formés serait ici une caractéristique du cycle court. Une observation sur une plus longue durée (au moins un cycle œstral) dans les mêmes conditions expérimentales permettrait de mieux comprendre ce phénomène physiologique.

L'effet des facteurs ayant affecté les taux de progestérone plasmatique dans le troupeau de chèvres cyclées n'a été sensible que le premier jour ($p < 0,001$). La taille de l'échantillon (<60 chèvres) ne permet toutefois aucune interprétation rigoureuse des résultats de l'analyse statistique. Toutefois, ces résultats ont une valeur hautement indicative et suggèrent qu'il y a intérêt à prendre en compte certains paramètres pour expliquer les phénomènes biologiques d'une façon plus proche de la réalité. Par contre, l'analyse descriptive des faits observés au cours de l'essai et les résultats des dosages effectués permettent de comprendre et de montrer que le taux de progestérone plasmatique chez la chèvre est bien sous l'influence de plusieurs facteurs (non quantifiés), et de mettre en évidence le phénomène physiologique recherché. Bien que les chèvres rassemblées pour l'essai aient été collectées sur la base d'un certain nombre de critères définis au préalable, des différences individuelles étaient évidentes. Ainsi, les taux plasmatiques de la progestérone dosée dès le Jour 1 montraient ces différences, la présence des mâles introduits quelques heures plus tôt n'ayant encore aucune influence sensible. Or, au Jour 4, un regroupement des valeurs est observé. Les chèvres étant toutes placées dans les mêmes conditions expérimentales, il y a lieu de penser que seul un élément nouveau dans le troupeau a provoqué le regroupement des valeurs. Cet élément nouveau est la présence des mâles qui se traduit par le phénomène de « **l'effet mâle** ». Cette présence des mâles pour être efficace, obéit à des conditionalités bien précises. En effet, les mécanismes par lesquels le bouc induit la manifestation de l'œstrus ont

été mieux compris au cours des deux dernières décennies. D'après Chemineau (1987), le contact physique et le comportement sexuel du mâle (stimuli tactiles) sont deux facteurs importants requis pour obtenir un pourcentage de réponse élevé chez les femelles. Le ratio mâles/femelles ne devrait pas être inférieur à 5-10%. Dans notre travail 3 mâles ont utilisés pour 21 femelles, soit un ratio de 14,3%.

Le comportement sexuel du bouc (poursuites sexuelles, activité mâle) est probablement un facteur important pour la stimulation des femelles. La nature active des jeunes mâles et le ratio d'un mâle pour quatre femelles vides, a favorisé un plus grand contact entre mâles et femelles et expliquerait le fort pourcentage de réponses obtenu. Des auteurs ont montré que les hormones gonadotropes, les phéromones, la mélatonine, les systèmes olfactif et optique, semblaient jouer un rôle dans l'induction de l'œstrus durant « l'effet mâle » (Chemineau *et al.*, 1982 ; Martin *et al.*, 1986). Les travaux de Clauss *et al.* (1990) ont clarifié le rôle des phéromones dans la stimulation de la résomption de l'activité ovarienne cyclique. Ainsi, les phéromones contenues sous les poils du bouc agiraient en provoquant dans le troupeau de femelles une brusque augmentation de la fréquence et de l'amplitude des pulses de l'hormone lutéinique (LH) (Mgongo, 1988). Au plan physiologique, les échanges sensoriels mis en jeu interviendraient sur l'axe hypothalamo-hypophysaire qui contrôle l'activité ovarienne, mais ces mécanismes sont encore mal connus. La perception du mâle se ferait essentiellement par voie olfactive (Signoret, 1982). D'après Restall (1992), le stimulus mâle apparaît être multi-sensoriel avec l'odorat comme composante majeure, les facteurs affectant le stimulus mâle étant en la présence des femelles, la nutrition et le degré de contact avec les femelles. L'importance des hormones (hormones gonadotropes, phéromones, mélatonies, etc.) dans le contrôle de l'activité sexuelle chez la chèvre et les petits ruminants en général implique qu'une bonne connaissance de l'endocrinologie du cycle sexuel est nécessaire pour la réussite de l'induction et la synchronisation des chaleurs par des traitements hormonaux.

Chez le mouton, l'intervention de l'odorat a été reconnue très tôt, de même que l'intervention d'autres facteurs (Lindsay 1965 ; Chen-Tannoudji *et al.*, 1986). Une revue des réponses physiologiques par Martin *et al.*, (1986) a signalé l'action d'une phéromone sur le tractus olfactif principal surtout et peu sur le tractus olfactif secondaire (Oldham *et al.*, 1979 ; Chen-Tannoudji *et al.*, 1994) qui active les neurones de l'hypothalamus sécrétant le GnRH. Le système olfactif principal des mammifères comprend le nez, les nerfs olfactifs et le bulbe olfactif. Le système olfactif accessoire, sensible aux phéromones, comporte l'organe voméronasal, les nerfs voméronasaux et le bulbe olfactif accessoire (Chanvallon, 2009).

Chez le bélier, les odeurs qui interviennent sont celles de la laine et du suint (Rosa et Bryant, 2002). Les odeurs de la toison du bouc peuvent entraîner des réactions hormonales chez les brebis. Les composants actifs, des diols, sont contenus dans la sous-fraction acide de l'extrait du chlorure de méthylène (Signoret, 1991). La phéromone comprend plusieurs composés. L'association de 1,2-hexadecanediol synthétique et de 1,2-octadecanediol avec la fraction acide a pu entraîner des réactions hormonales (LH) chez des brebis en anoestrus. Les acides gras semblent impliqués (Cohen-Tannoudji *et al.*, 1994). Ainsi, la phéromone qui agit sur l'effet mâle semble être constituée d'un mélange de différentes substances (Rosa et Bryant 2002). Kitago *et al.*, (2007) ont montré que certains gènes d'élongation des acides gras à longue chaîne augmentaient leur expression significativement, surtout dans les glandes sébacées des zones de la peau intéressées.

Chez le bouc, les poils contiennent des phéromones agissant par effet mâle. Les extraits contenant des acides gras ou des lipides sont actifs (Chemineau *et al.*, 1991). Ces phéromones semblent produites par les glandes sébacées de la tête des boucs sous l'action de la testostérone (Wakabayashi *et al.*, 2000). Ces glandes s'hypertrophient sous l'action de la testostérone et leur extrait déclenche un effet mâle chez les chèvres (Knight *et al.*, 1978 ; Veliz *et al.*, 2004). Rappelons que le taux sanguin de testostérone des boucs varie au cours de l'année (Fabre-Nys, 2000). Les phéromones de boucs agissent aussi sur des brebis (Over *et al.*, 1990). Par contre, celles des verrats n'agissent pas (Rosa et Bryant, 2002).

Pour Chemineau *et al.*, (2006), la survenue après l'effet mâle d'un cycle court de 5 à 6 jours après la première ovulation, avec un corps jaune à vie courte, s'expliquerait par la suspension de l'activité gonadotrope pendant l'anoestrus. Les premiers follicules qui ovulent sont alors de qualité insuffisante, surtout au niveau des cellules de granulosa. Ces follicules se transforment en corps jaunes anormaux, avec une proportion insuffisante de grandes cellules lutéales. La quantité de progestérone alors sécrétée est inférieure à la normale et sa concentration plasmatique est insuffisante pour bloquer l'activité gonadotrope. Une nouvelle vague de follicules se développerait à partir du 3^e au 4^e jour du cycle, follicules qui sécrèteraient des œstrogènes stimulant la sécrétion de prostaglandines par l'utérus et d'ocytocine par le corps jaune, d'où une lutéolyse précoce permettant le démarrage d'un nouveau cycle.

Au plan physiologique, les mécanismes qui président à l'apparition des cycles courts ont été bien définis (Chemineau *et al.*, 1984 ; Chemineau *et al.*, 1991; Thimonier *et al.*, 2000 ;

Chemineau *et al.*, 2006 ; Pellicer-Rubio *et al.*, 2007 ; Chanvallon, 2009). Leur apparition requiert l'implication des hormones gonadotropes (LH et FSH), des stéroïdes (progestérone et œstradiol) et des phéromones qui activent les neurones de l'hypothalamus sécrétant le GnRH. Chez les caprins, le moment du premier pic de LH après introduction du bouc varie selon la profondeur de l'anœstrus chez la chèvre (Martinez-Alvarez *et al.*, 2007) (Tableau II). Les chèvres Cachemire dominantes ont des pulses plus importants et un pic de LH plus élevé que les autres chèvres (Alvarez *et al.*, 2007). D'un façon générale l'exposition au mâle induit chez la femelle une augmentation de la pulsativité de LH seulement en début et à la fin de la phase lutéale du cycle estrien, les fortes concentrations de progestérone en milieu de phase lutéale semblent bloquer l'effet mâle (Hawken *et al.*, 2009 ; Chanvallon, 2009). La courbe de progestérone dépend de la présence d'un corps jaune actif (Figure 19). Il est à noter que la parité de la chèvre n'influence ni l'œstrus, ni sa réponse ovulatoire à l'effet mâle (Luna-Orozco *et al.*, 2008). Pour Chemineau *et al.*, (2006), le mécanisme qui explique les cycles courts serait globalement le même pour les chèvres que pour les brebis. Mais, ils indiquent que les brebis exigent un taux de progestérone endogène plus intense que les chèvres pour supprimer les cycles courts. C'est pourquoi, les ovulations précédées d'un cycle normal sont les seules qui sont accompagnées par des manifestations d'œstrus chez la brebis.

Les résultats des études en station sur les caractéristiques des cycles sexuels chez la chèvre naine, ont montré que les profils de la P4 plasmatique chez la chèvre naine sont très variables au niveau de la forme, mais avec quelques constances. La durée moyenne du cycle normal est la même quelle que soit la forme des profils de P4. Ni les profils hormonaux, ni les niveaux plasmatiques de la P4 ne sont influencés par la saison. Au cours des cycles estriens normaux, un pic hormonal très caractéristique de la race caprine est atteint au cours de la deuxième moitié du cycle, entre le 11^{ème} et le 13^{ème} jour. Chez les races ovines par contre, ce pic hormonal apparaît plutôt et toujours au cours de la première moitié du cycle (Thorburn et Schneider, 1972). Les niveaux plasmatiques de la P4 peuvent par contre varier d'un cycle à l'autre chez les mêmes individus lors des cycles normaux consécutifs au cours de la même saison. Le niveau de P4 traduit le degré de fonctionnalité physiologique des cellules lutéales au niveau desquelles est produite la P4. Du fait de la fonctionnalité physiologique de ces cellules lutéales, un cycle normal peut indifféremment être précédé ou suivi soit d'un cycle normal, d'un cycle court, d'un autre cycle normal, ou enfin d'un anœstrus.

La durée du cycle au cours de notre étude est d'une valeur moyenne de 20 ± 1 jours. Cette valeur est proche de celle de la chèvre Serrana (Portugal) qui est de $20,7 \pm 1,0$ jours (Simoes *et*

al., 2006). La courbe de la P4 au cours de l'œstrus présente un profil assez particulier : une pente légère les trois premiers jours (entre le 3^{ème} et le 4^{ème} jour) du cycle, puis une pente forte avec un pic dont le niveau est très variable (de 6 à 20 mg/ml) au 12^{ème} jour (entre le 11^{ème} et le 13^{ème} jour), suivie d'une pente moins prononcée jusqu'au 17^{ème} -18^{ème} jour, prolongée par une chute brutale jusqu'au 19^{ème} ou 20^{ème} jour.

Différentes phases ont été observées au cours du cycle oestral de la chèvre naine. En effet, à l'instar des autres mammifères, la chèvre naine dispose à la naissance d'une population de follicules ovariens qui constituent la **réserve ovarienne** (non évaluée au cours de notre étude). Chez la brebis européenne, la réserve ovarienne est estimée à 160 000 (Driancourt *et al.*, 2001). La population folliculaire totale peut être très variable au sein d'une espèce donnée chez des individus de même race ou de races différentes. Du fait de sa grande prolificité et son caractère polyovulatoire (grande fréquence des mises bas multiples), la chèvre naine en zone forestière disposerait d'une réserve ovarienne probablement plus importante.

La vitesse de croissance des follicules chez les mammifères varie au cours du cycle. Chez les caprins, la phase folliculaire dure 3-4 jours (Rubianes et Menchaca, 2003). La croissance folliculaire évolue par vagues au nombre de 4 à 3-4 jours d'intervalle durant un cycle œstral. Les vagues folliculaires sont qualifiées de majeures ou mineures selon la taille du follicule. Les vagues majeures se produisent au début ou à la fin du cycle œstral et donnent naissance à un follicule de 9 à 10 mm de diamètre à demi-vie longue. La persistance du follicule serait due à l'absence d'inhibition de la LH induite par la progestérone (Ginther et Kot, 1994). L'œstrus dure 24 à 48 heures chez plusieurs races caprines. L'œstrus est influencé par la race, l'âge, la saison et la présence de mâle. L'œstrus est court en début et en fin de la saison d'activité sexuelle, en présence de mâle et au cours de la première saison sexuelle des chevrettes. Les chèvres Angora ont un œstrus court de 22 heures comparé avec les autres races de chèvres domestiques.

Plusieurs auteurs ont signalé entre 2 et 5 vagues folliculaires par cycle, mais ont noté que la fréquence prédominante chez les chèvres présentant un cycle interovulatoire de durée normale (19 à 22 jours) était de 4 vagues (Ginther and Kot, 1994; de Castro *et al.*, 1998; Schwarz et Wierzchos, 2000; Menchaca et Rubianes, 2002). L'émergence des vagues 1, 2, 3 et 4 (la vague ovulatoire) a lieu les jours 0, 5 à 6 ; 10 à 11 et autour du jour 15 post-ovulation, respectivement (Rubianes et Menchaca, 2003). Chez les chèvres qui développent trois vagues folliculaires, la

vague 2 émerge 1 à 2 jours plus tard et la vague ovulatoire 2 à 3 jours plus tôt (Rubianes et Menchaca, 2003).

La Phase lutéale dure en moyenne 16 jours (15-17 jours) dans l'espèce caprine (Rubianes et Menchaca, 2003). Le corps jaune formé est actif 4 jours après sa formation, après une période de latence de 1 à 2 jours. La lutéolyse chez les ruminants s'effectue selon le schéma classique, par action de la $\text{PGF}_{2\alpha}$ utérine sur le corps jaune.

Contrairement à la brebis, l'œstradiol seul chez la chèvre est suffisant pour induire le comportement d'œstrus (Sutherland et Lindsay, 1991). Ceci explique qu'au contraire de la brebis, la saison sexuelle des chèvres commence souvent par un comportement d'œstrus sans ovulation silencieuse préalable, voire par un œstrus sans ovulation (Chemineau *et al.*, 1992). L'élévation d'œstradiol- 17β dans la circulation générale induit également par rétroaction positive (Dial *et al.*, 1985) une décharge massive de LH par l'hypophyse : c'est le pic préovulatoire. Il dure de 8 à 10 heures et son niveau dépasse 50ng/ml. Le maximum du pic est atteint 3 heures après le maximum d'œstradiol- 17β et 10 à 15 heures après le début de l'œstrus (Chemineau *et al.*, 1982; Mori et Kano, 1984).

Des études ont montré que chez les ovins la race, le gène de prolificité, la parité, le type d'œstrus (ovulatoire ou anovulatoire), intervalle interovulatoire, le nombre de Corps jaunes et le moment de déclenchement de la première vague folliculaire affectaient le nombre de vagues folliculaires par œstrus (Bartlewski *et al.*, 1999 ; Gibbons *et al.*, 1999) mais n'avaient aucun effet sur l'œstrus chez les caprins (Simões *et al.*, 2006).

Chez les races caprines double-ovulantes les follicules ovulatoires émergent d'une même vague folliculaire, mais peuvent également émerger dans des rares cas des vagues différentes (Ginther et Kot, 1994), et la double ovulation a lieu le même jour dans la plupart des cycles (Ginther et Kot, 1994). De ce qui précède, il serait d'un grand intérêt d'envisager en perspective l'étude de la dynamique folliculaire chez les races polyovulantes telle que la chèvre naine. En effet, la grande fréquence de gestations doubles, triples voire quadruples chez la chèvre naine suggèrent une dynamique folliculaire assez particulière dans la race. Par ailleurs, s'il est admis que la parité, le type d'œstrus (ovulatoire ou anovulatoire), intervalle interovulatoire, le nombre de corps jaunes et le moment de déclenchement de la première vague folliculaire n'ont aucun effet sur le nombre de vagues folliculaires par œstrus (Simões *et al.*, 2006) , il serait intéressant de

rechercher quel est le modèle de la dynamique folliculaire pour les portées triples et quadruples très fréquentes chez la chèvre naine.

Notre étude a permis de déterminer pour la première fois l'âge de la puberté. En effet, l'âge de la puberté est un déterminant important des capacités reproductrices des animaux. Chez les bovins, spécialement chez les taurins (*Bos taurus*) ou vaches sans bosse, plusieurs génisses (jeunes femelles pubères) peuvent atteindre la puberté et être croisées convenablement à un an (Mukasa-Mugerwa, 1989). Toutefois, le coût de telles réalisations varie entre les races et entre les génisses au sein d'une même race. Les génisses avec aptitude naturelle à atteindre la puberté plus tôt et sont croisées à plus faibles coûts que celles présentant un âge inhérent à la puberté retardé (Werre et Brinks, 1988). Une bonne estimation de l'âge à la puberté chez les petits ruminants (moutons et chèvres) permettrait aux éleveurs une meilleure programmation de la mise en reproduction de leurs animaux. Ils pourraient dès lors faire coïncider les mises bas avec les disponibilités alimentaires et ainsi limiter les mortalités chez les petits. Ils pourraient également programmer les mises bas en fonction de la demande (raison économique).

Les premières données d'enquête dans les élevages traditionnels africains rapportent l'observation du premier œstrus comportemental chez les races caprines à un âge moyen entre 11 mois (Dumas et Raymond, 1974) et 23 mois (Guillermo, 1980). Chez la chèvre naine en Afrique de l'Ouest, les premiers auteurs ont indiqué l'observation de ce premier œstrus comportemental entre 5 et 6 mois d'âge. Dans notre étude, les résultats des dosages hormonaux montrent une moyenne d'âge à la puberté (1er œstrus) de 10 mois (8-14 mois) en zone forestière du Cameroun. Ces résultats apportent plus de précision aux estimations issues de l'enquête réalisée plus haut dans nos élevages traditionnels en zone forestière.

L'âge à la puberté est très variable selon les espèces, il est également variable pour une espèce donnée. Il dépend essentiellement de la vitesse de croissance, elle-même liée à des facteurs tels que l'alimentation (Boyd, 1977; Gnanda, 2008), l'environnement et les facteurs génétiques (Couailler, 2005). Chez la plupart des mammifères, l'aptitude à la reproduction est acquise lorsque le jeune atteint 30 à 70% de son poids adulte (Couailler, 2005). Dans la race caprine, la puberté est en général atteinte entre 6 et 10 mois d'âge ; dans la race ovine, elle est atteinte entre 5 et 7 mois ou entre 12 et 15 mois en fonction de la latitude (Thibault et Levasseur, 2001), alors qu'il est autour de 10 mois dans notre étude.

Plusieurs facteurs influencent l'âge à la puberté ; parmi eux on note : le poids à la naissance, la race, la période (saison) de naissance, l'état physiologique, l'environnement, le climat et la nutrition (Silva *et al.*, 1984 ; Lancelot *et al.*, 1994). Il a été noté chez la chèvre naine à l'instar des autres mammifères une forte influence du poids à la naissance sur l'âge à la puberté. En effet, le poids à la naissance rend compte du degré de développement des organes du nouveau-né pour assurer une vie autonome. Par contre, aucun effet de la saison de naissance n'a été observé, du fait certainement des conditions alimentaires améliorées et du suivi sanitaire plus rigoureux en station. L'amélioration de la conduite de l'élevage caprin permet de limiter l'effet négatif de l'environnement sur la productivité de l'élevage.

Au cours de notre étude, seuls les animaux avec un poids à la naissance supérieur ou égal à 1kg ont survécu jusqu'à la puberté dans notre étude. Ce poids semble indiquer qu'il existerait un **poids seuil** en-deçà duquel la survie du petit est hypothétique. Ce poids seuil pour garantir la survie du chevreau, doit être au moins d'un kilogramme. Les différences de poids observées à la mise bas selon le type de naissance ont disparu au bout d'un mois suite à la bonne alimentation des petits. Le poids moyen de la chevrette au premier œstrus ($13,1 \pm 0,6$ kg) correspond à 52 - 65% du poids adulte (20-25kg), confirmant l'effet bénéfique de la bonne alimentation sur le déclenchement précoce de la puberté, quand les animaux atteignent un certain pourcentage de leur poids adulte ($\geq 50\%$) (Thibault et Levasseur, 2001 ; Couailler, 2005). En effet, comme à la naissance, le poids vif de la chevrette est un bon indicateur du développement de ses organes reproducteurs, donc de l'aptitude de la jeune femelle à la reproduction. En effet, le poids est un critère bien souvent utilisé dans bon nombre d'élevages contrôlés pour la mise en reproduction des femelles.

Aucun effet de la saison de naissance n'a été observé, ni sur l'âge à la puberté, ni sur l'âge à la première mise bas. En effet, du fait du contrôle de la nutrition (apport de supplément alimentaire) et du suivi sanitaire plus rigoureux en station, contrairement aux conditions courantes dans les élevages traditionnels, l'effet de la saison (disponibilité alimentaire) a été limité. Ceci montre bien que dans les conditions améliorées d'élevage (cas en station) l'effet dépressif de certains facteurs environnementaux peut être contrôlé, voire supprimé.

Une répartition des naissances par portée et par saison a été observée en station. Les premières mises bas dans notre étude étaient à 90% des naissances simples. Les rares naissances doubles (10%) ont eu lieu plutôt en début de saison sèche suite à des gestations pendant la saison des pluies. Chez les primipares des petits ruminants, les naissances simples sont très fréquentes,

mêmes en cas de grande prolificité dans l'espèce. Ainsi, bien que 68% des chevrettes étudiées soient issues de naissances multiples avec 55% de doublets et 13% de triplets, le caractère de multiparité ne s'est pas exprimé à ce stade de leur vie reproductive. Ce caractère se développe et s'exprime avec la parité. Le déterminisme de la multiparité chez les primipares ici reste encore mal connu. Nous avons observé au cours de notre travail que les jumeaux issus des gestations multiples chez la chèvre naine présentaient chacun un placenta bien distinct, et donc ne résultaient pas d'un même œuf, mais d'œufs différents au cours de la fécondation. Cette observation suggère l'existence probable d'un facteur de polyovulation caractéristique de la race. Des travaux dont certains plus récents (Fabre *et al.*, 2006 ; Caraty, 2008 ; Demars *et al.*, 2013 ; Persani *et al.*, 2014) ont permis d'identifier des gènes ou groupes de gènes de fécondité (*Bone Morphogenetic Protein-15* ou BMP-15, *Kisspeptine*, *Growth and Différenciation Factors-9* ou GDF-9) et de mieux comprendre leur rôle dans le contrôle de la reproduction et la régulation génétique du taux d'ovulation chez les petits ruminants.

Contrairement à ce qui s'observe dans les élevages traditionnels où la quasi totalité des mises bas s'observent au cours de deux périodes dans l'année (mars-juin et octobre-janvier), avec un regroupement des mises bas autour de deux pics (en décembre-janvier pour la saison sèche, mars-avril pour la saison des pluies), les différentes mises bas enregistrées au cours de l'étude sont survenues tout au long de l'année, mais avec une large proportion (près de 42%) pendant la grande saison des pluies contre une faible proportion (13%) en petite saison des pluies. Cette distribution des mises bas tout au long de l'année résulterait de la grande disponibilité alimentaire en station tout au long de l'année. Ceci montre bien que l'on peut mesurer voire contrôler l'effet des facteurs environnementaux (disponibilité alimentaire, etc.) sur l'activité reproductrice de la chèvre naine.

La durée moyenne de gestation de 145 jours dans notre étude en station est identique à celle trouvée par Akusu et Ajala (2000) chez la chèvre de même groupe génétique au Nigeria. Au cours de cette gestation l'étude du profil de la progestérone a permis de mettre en évidence l'effet de plusieurs facteurs qui l'influencent. Ainsi, le poids et l'état corporel des femelles agissent sur la qualité de la gestation. L'état physique de la chèvre, à l'instar des autres espèces animales, est l'un des premiers paramètres à contrôler pour une bonne réussite de l'activité reproductrice à tous les stades de son évolution : œstrus, fécondation, gestation, mise bas. Il s'apprécie à l'apparence physique et au poids.

Lors de l'étude sur la synchronisation naturelle de l'œstrus par l'effet mâle, nous avons déjà noté que l'activité oestrienne (survenue des chaleurs) chez la chèvre naine n'était guère observée chez des femelles ayant un poids corporel inférieur à 12 kg, quel que soit l'âge. Le poids moyen proche de la période de fécondation ($15 \pm 0,8$ kg, avec le minimum à 13,4 kg) était bien supérieur à ce poids « seuil » de 12 kg, en effet aucune gestation n'a été enregistrée dans le troupeau de départ en deçà de ce seuil. On pourrait dès lors penser qu'il existe effectivement un poids seuil chez la chevrette/chèvre en deçà duquel la gestation ne peut se dérouler normalement. En effet, Mbayahaga et al. (1997), Thimonier et al. (1984) ont montré que la fertilité augmentait avec le poids des femelles chez les caprins. Ce poids seuil correspondrait à environ 55% du poids adulte dans la présente étude.

Le gain de poids des chèvres était constant au cours des deux premiers mois de gestation. Il coïncidait avec la première phase de la courbe de production de la progestérone pendant la gestation qui va de la fécondation au 60^{ème} voire 70^{ème} jour, où les valeurs maximales sont atteintes. Le poids augmentait ensuite considérablement au-delà du deuxième mois jusqu'à une valeur maximum au quatrième mois. Ces deux phases correspondent à la mise en place des organes du fœtus et à leur développement. En effet, la maturation du fœtus une fois son développement achevé se traduit par une prise pondérale importante qui culmine au 4^{ème} mois et reste plus ou moins constante jusqu'au 5^{ème} mois de gestation. La croissance pondérale est un indicateur de l'intégrité de la gestation, donc du bon déroulement des processus physiologiques liés à la gestation. Au cours de la présente étude, la différence significative observée entre les poids des femelles à portée simple et les autres au moment de la fécondation et pendant la gestation jusqu'à la mise bas suggère que l'état corporel influence le nombre d'ovulations, et donc le nombre de fœtus après fécondation. En accord avec cette hypothèse, un effet de l'état corporel sur le nombre d'ovulations a été rapporté chez des chèvres soumises à des niveaux d'alimentation différents (Henniawati et Fletcher 1986 ; De Santiago-Miramontes *et al.*, 2009).

En référence aux poids à la naissance (1,1 kg à 1,6 kg) et à la puberté déterminés dans les études chez la chèvre naine, l'évolution pondérale des femelles au cours des deux premiers mois de gestation pourrait être utilisée comme un indicateur pratique de détermination précoce du type de gestation. En effet, pour tout gain de poids vif supérieur ou égal à 1,5 kg sur une période de 30 jours consécutifs au cours des 2 premiers mois (60 jours) de gestation, une mise bas multiple a été obtenue. Ce gain pondéral entre 30 à 60 premiers jours de gestation indiquerait donc la présence de plusieurs fœtus. Il peut dès lors être recommandé aux éleveurs pour les cas avérés

l'apport d'un supplément alimentaire dès ce stade jusqu'au 4^{ème} mois de gestation, afin de garantir une bonne croissance des fœtus.

Le profil plasmatique de la progestérone au cours de la gestation chez la chèvre naine de la zone de forêt du Cameroun présente globalement les caractéristiques classiques décrites chez les caprins (Catchpole, 1977). Les valeurs maximales de progestérone ont été obtenues vers le 70^{ème} jour de gestation ou légèrement au delà, soit globalement à mi-parcours de la gestation qui dure environ 145 jours comme observé chez les caprins par Catchpole (1977). Les valeurs observées dans notre étude sont similaires à celles rapportées par Khanum *et al.* (2007 et 2008) chez la chèvre naine du Pakistan (*Capra hircus*) en période de reproduction (œstrus) et pendant la gestation. L'augmentation irrégulière du niveau de progestérone observée pendant la gestation chez la chèvre pourrait être liée à l'augmentation de taille des cellules lutéales stéroïdogéniques qui a été constatée pendant la gestation chez la chèvre (Robertson 1977; Yigit 2003). En effet, il a été noté chez les caprins qu'après une augmentation initiale au cours des 40 premiers jours de la gestation, la taille des cellules lutéales se réduit, puis augmente jusqu'au 110^{ème} jour de gestation, avant une légère diminution jusqu'à la parturition.

Par ailleurs, chez la chèvre le placenta produit des métabolites de la progestérone tels que la 20 α -dihydroprogestérone et le 5 β -prégnanediol (Sheldrick *et al.*, 1981; Wango *et al.*, 1991; Sawada *et al.*, 1994). Cette sécrétion de progestagènes placentaires pourrait expliquer le décrochement de la courbe observé entre les 40^e et 70^e jours de gestation. Néanmoins, il faudrait étudier le croisement de ces composés dans le dosage de progestérone utilisé pour valider cette hypothèse. Chez les ovins, un décrochement se produit vers les 50-60^e jours de gestation, en relation avec le développement du placenta qui devient le lieu principal de synthèse de la progestérone en plus des corps jaunes (Emady *et al.*, 1974). Mais contrairement à la chèvre où le pic est observé vers la moitié de la gestation, les valeurs maximales de la progestérone sont atteintes vers la fin de la gestation (dernier tiers) chez la brebis (Catchpole, 1977).

Notons qu'une infection de la chèvre pendant la gestation, pouvant se traduire par un avortement, perturbe la fonction endocrinienne et diminue le niveau de progestérone (Engeland *et al.*, 1997). Tous les cas douteux ou présentant de graves perturbations au cours de la gestation ont été éliminés de notre étude. Par ailleurs, Fasanya *et al.* (1992) ont trouvé au Nigeria un niveau de progestérone plus élevé pendant la gestation dans le groupe des chèvres Savanna Brown les plus lourdes, complémentées au maïs. Nous n'avons pas constaté une influence sensible de l'apport en maïs au cours de notre étude, toutes les chèvres étant soumises au même

régime alimentaire avec entre autres des apports fréquents en grains de maïs en substitution au complément alimentaire de base.

Il existe une relation mise en évidence entre niveau de progestérone et le nombre de fœtus. Pendant la gestation chez les mammifères, la progestérone peut être sécrétée par le(s) corps jaune(s) ovarien(s), par le placenta et/ou par les glandes surrénales. Chez les petits ruminants, les glandes surrénales en sécrètent très peu : environ 2 % ou moins de la production ovarienne (Linzell et Heap, 1968 ; Kolb, 1975). Chez la brebis, l'ovaire et le placenta produisent de la progestérone, et le niveau de progestérone pendant la gestation est en relation avec la masse du placenta (Butler *et al.*, 1981). Le niveau de P4 augmente avec la taille du fœtus et de ses annexes (Boly *et al.*, 1993). Ainsi, Benyounes *et al.*, (2006) ont observé une variation significative du niveau de progestérone pendant la gestation en fonction du stade de gestation et non pas en fonction du nombre de fœtus chez la brebis Ouled Djellal en Algérie (Ozpnar *et al.*, 1992; El Amiri *et al.*, 2003). Chez la chèvre, le placenta ne produit pas ou très peu de progestérone et, à la différence de la brebis, une ovariectomie pratiquée en 2e moitié de gestation entraîne toujours l'avortement. La brebis est donc une espèce dépendant du placenta pour la gestation et la chèvre est une espèce dépendant des corps jaunes gestatifs (Linzell et Heap, 1968; Thorburn et Schneider, 1972 ; Kolb, 1975 ; Catchpole, 1977 ; Robertson, 1977 ; Hafez, 1987).

Beaucoup d'auteurs ont déjà signalé que le niveau de progestérone à certains moments pendant la gestation était en relation avec le nombre de fœtus chez les caprins (Jarrel et Dziuk 1991; Abou-el-Roos et Abdel-Ghaffar 2000) et surtout chez les ovins (Emady *et al.*, 1974; Butler *et al.*, 1981; Rawlings *et al.*, 1983; Dobeli et Schwander 1983; Ozpnar *et al.*, 1992; Ranilla *et al.*, 1997). Abou-El-Roos et Abdel-Ghaffar (2000) signalent même une augmentation significative chez les chèvres avec triplets par rapport aux chèvres avec fœtus doubles. Dans notre étude, une influence significative de la portée a été observée pendant le premier mois de gestation, le niveau de progestérone étant d'autant plus grand que la taille de la portée était large. Ainsi, au 30^{ème} jour de gestation il existe une différence significative entre les niveaux de progestérone chez les femelles portant trois fœtus et celles n'en ayant que deux ou un. Cette influence n'était plus nette au-delà de cette période. Ces résultats sont en accord avec les travaux de Jarrel et Dziuk (1991) dans l'Illinois. Ces auteurs ont montré que les chèvres ayant plusieurs corps jaunes ont entre le 7^{ème} et le 30^{ème} jour de gestation une concentration de progestérone plus élevée que celles n'en ayant qu'un seul. De plus, d'après ces auteurs, les chèvres portant deux fœtus à 45 jours de gestation ont au 13^{ème} jour de gestation une plus forte concentration plasmatique de progestérone que celles ne portant qu'un seul fœtus. Néanmoins, le nombre de

corps jaunes ou de fœtus n'influence pas la concentration plasmatique de progestérone au-delà du 30^{ème} jour de gestation. On pourrait donc penser que la quantité de P4 produite pendant la gestation dépendrait plus de la fonctionnalité des cellules lutéales que de leur nombre.

Les femelles ayant deux ou trois fœtus ont présenté en moyenne des niveaux de progestérone plus élevés que ceux des femelles ne portant qu'un seul fœtus. Par contre, il semble bien y avoir dans notre étude 2 classes distinctes dans le groupe de chèvres à portée double (deux fœtus dont certaines avec des niveaux élevés de progestérone pendant la gestation, et d'autres avec des niveaux aussi bas que ceux des chèvres à portée simple (un fœtus). Ces 2 classes seraient formées d'une part de jumeaux univitellins et d'autre part de jumeaux plurivitellins. En effet, les 2 sexes ont été bien souvent obtenus lors des mises bas. L'existence des deux classes pourrait résulter de l'existence d'une variabilité génétique au sein de la race. De façon générale il a été observé au cours de notre étude que la perte de poids post-partum était plus importante chez les femelles à portées triples que celles avec portées doubles.

Chez la chèvre, contrairement au mouton, certains auteurs ont signalé que fréquemment le nombre total de corps jaunes sur les 2 ovaires correspond au nombre de fœtus. Nous ne pouvons pas envisager cette correspondance pour la chèvre naine ici étudiée, du fait de la présomption d'une possible mortalité embryonnaire assez fréquente chez la race. De même nous ne pouvons pas affirmer que la portée est un indicateur fiable du nombre d'embryons en début ou en cours de gestation. Les fluctuations des concentrations de progestérone au cours de la gestation pourraient, comme signalé plus haut, correspondre à des variations de la taille des cellules lutéales (Robertson, 1977). Elles pourraient également résulter des réactions métaboliques que subit la progestérone plasmatique au niveau du foie. Elles pourraient enfin résulter d'une dégénérescence d'un certain nombre de corps jaunes gestatifs.

Au cours de la présente étude, nous avons recherché s'il était possible de prédire le nombre de fœtus d'après les seuls niveaux de progestérone mesurés pendant la gestation. En effet, chez la chèvre c'est le corps jaune qui est la source principale de la progestérone au cours de la gestation. La masse placentaire a ici un rôle négligeable dans la production de la progestérone. Du fait que toutes les chèvres ayant présenté des valeurs de progestérone supérieures à 13 ng/ml ont eu une mise bas multiple sans exception, on pourrait sur cette base distinguer dans un lot de femelles en gestation celles porteuses d'un fœtus de celles en portant plusieurs grâce au dosage de la P4 plasmatique.

L'existence des relations éventuelles entre les niveaux de P4 et la saison de mise bas, le sexe du fœtus et la parité de la chèvre aura été une grande préoccupation. En milieu réel, on a observé naturellement un regroupement des naissances autour de deux pics dont l'une pendant la grande saison sèche et l'autre pendant la petite saison des pluies. Ceci suggère l'existence d'au moins deux périodes favorables à la fécondation naturelle chez l'espèce. La saison n'a par elle-même aucune influence sur les concentrations plasmiqes de la P4. En effet, la saison n'exerce aucune action sur l'activité des cellules lutéales responsables de la production de la P4 pendant la gestation. La distribution des mises bas au cours de l'année dans ces systèmes traditionnels d'élevage est tributaire aussi bien de la fertilité des boucs que de l'activité ovarienne chez les femelles (Yenikoye, 1984 ; Bourzat et Wilson, 1989 ; Niaré, 1995). Cette distribution des naissances montre qu'il y a une relation indirecte (facteur environnemental) entre le niveau de progestérone et la saison de mise bas. Le regroupement de la quasi-totalité des mises bas pendant la saison 1 (grande saison sèche) et la saison 2 (petite saison des pluies) suggère l'existence de périodes plus favorables à la fécondation naturelle chez la race. Cette période se situe à environ cinq mois plus tôt (disponibilité alimentaire) par rapport aux saisons de mises bas enregistrées. En station par contre, l'absence d'influence de la saison de mise bas sur les concentrations plasmatiques de progestérone au cours de la gestation s'expliquerait par le fait que la saison n'influence pas l'activité lutéale qui assure le maintien la gestation chez les caprins comme relevé plus haut. En revanche la saison de mise bas, comme l'année de naissance et la parité, aurait un effet significatif sur la portée (Odubote, 1994).

Le sexe du fœtus pourrait avoir une influence sur le niveau de progestérone. En effet, Dobeli et Schwander (1985) ont montré chez le mouton alpin que s'agissant du sexe du fœtus, 2 mâles sont accompagnés d'un niveau de progestérone moins élevé que 2 femelles. De même, ils observent également une différence entre femelle à portée simple et celles à portée double avec au moins un mâle. Par contre, Kalkan *et al.*, (1996) n'ont pas trouvé de différence significative selon le sexe des fœtus chez le mouton Iwassi. Au cours de la présente étude les valeurs de la progestérone dans le groupe des chèvres à portées simples portant un fœtus femelle étaient faiblement supérieures à celles obtenues chez les femelles portant un fœtus mâles entre 60 et 120 jours de gestation, mais cette différence n'était toutefois pas significative. Dans le cas des portées multiples (doublets et triplets), le sexe des petits au cours de la gestation n'a pas influencé de façon significative les concentrations de P4 plasmatique.

S'agissant de la relation entre niveau de progestérone et la parité de la chèvre, aucune influence significative de la parité sur le niveau de progestérone au cours de la gestation n'a été

enregistrée au cours de notre étude. Dans un autre travail sur l'effet de la parité sur la réponse estrienne et ovulatoire des chèvres à l'effet mâle, Luna-Orozco *et al.*, (2008) ont trouvé que la parité n'influence pas la réponse endocrinienne des femelles soumises à cette étude. Nous avons toutefois noté au cours de nos travaux que la taille de la portée augmentait avec la parité. Les mises bas simples ont été en effet obtenues en majorité chez les primipares et ont été exceptionnelles chez les multipares. De nombreux résultats allant dans ce sens ont été rapportés : le taux d'ovulation et la prolificité augmentent avec l'âge des femelles (Lajous 1987, Waldron et Thomas 1992). En effet, Clément *et al.* (1997) ont montré que l'âge à la première mise bas avait un effet significatif sur la prolificité : les femelles qui mettent bas tardivement ont des tailles de portée plus élevées et l'intervalle entre mises bas diminue lorsque le rang de mise bas augmente. De nombreux résultats allant dans ce sens ont été rapportés : le taux d'ovulation et la prolificité augmentent avec l'âge des femelles (Lajous 1987, Waldron et Thomas, 1992). Cette observation est certainement liée à la croissance des femelles, puisque les premières naissances se produisent avant que celles-ci n'aient atteint leur poids adulte. Il a été montré en effet que la fertilité augmentait avec le poids des femelles (Thimonier, 1975 ; Mbayahaga *et al.*, 1997). Enfin, aucune influence significative de la parité sur le niveau de progestérone au cours de la gestation n'a été enregistrée au cours de notre étude.

Chez la chèvre comme chez beaucoup d'espèces de mammifères, l'anoestrus post-partum est un moyen naturel d'espacement de naissances, au profit de la mère et des petits. L'observation d'une période d'anoestrus post-partum supérieure à 2 mois chez 80% des femelles dans notre étude semble bien indiquer chez la chèvre naine une durée moyenne de l'anoestrus post-partum supérieure à 60 jours. Ceci recadre l'opinion ancienne et très répandue selon laquelle la chèvre naine en zone équatoriale se reproduit toute l'année avec plus d'une mise bas par an (Vallerand et Branckaert, 1975). La durée moyenne de gestation chez la chèvre naine a été d'environ 5 mois au cours de notre étude. Il découle de ce résultat que l'éventualité d'une fréquence de deux mises bas successives par an chez la chèvre en milieu réel ne serait qu'exceptionnelle. Par contre, une fréquence de trois mises bas tous les deux ans y est plus probable, elle est même recommandée pour une bonne gestion du troupeau dans ces élevages traditionnels. Les résultats de l'enquête menée sur les caractéristiques de la reproduction chez la chèvre naine en milieu traditionnel ont mentionné un intervalle moyen de mise bas de $8,5 \pm 2,3$ mois (6 - 12 mois). Les résultats de l'étude en station confirment ces résultats.

La survenue de l'anoestrus et de l'acyclicité post-partum repose sur des mécanismes physiologiques pendant lesquels les niveaux élevés de stéroïdes ovariens et placentaires

(oestrogènes et progestérone) qui prévalent en fin de gestation exercent un feed-back négatif sur l'axe hypothalamo-hypophysaire. Après la mise-bas, la reprise de l'activité cyclique normale repose sur le rétablissement très rigoureusement coordonné de l'axe hypothalamus-hypophyse-ovaires-utérus. Le délai observé dans la mise en place de cet axe détermine la durée de l'intervalle de mise bas.

Chez la chèvre, la détection du premier oestrus post-partum n'est pas évidente, même avec plusieurs observations réparties dans la journée. Ces premiers oestrus sont pour la plupart du temps silencieux et passent inaperçus, ils sont appelés sub-oestrus. Le bouc adulte est très efficace et presque infallible pour la détection de l'oestrus chez la chèvre, quelle que soit la période. Il est de ce fait vivement recommandé pour cette détection. En effet, même castré, il reste le mieux indiqué à cet effet.

Les longues périodes d'anoestrus et d'anovulation qui suivent certains cycles courts sont probablement dues à la prolongation anormale de l'intervalle inter-lutéal dont la durée moyenne pour un cycle normal est de 16 jours (15-17) chez la chèvre. La lutéolyse s'effectue selon le schéma classique décrit chez les ruminants par action de la PGF2 alpha utérine sur le corps jaune (Leymarie et Martal, 2001). Une autre cause d'une longue période d'anoestrus après une première ou deuxième ovulation peut être attribuée à l'arrêt de l'activité cyclique, suite à une insuffisance de développement folliculaire ovarien ou une incapacité à ovuler.

Certains facteurs sont connus pour influencer la durée de l'anoestrus post-partum. Parmi eux on note : l'allaitement, la nutrition, le poids et la note d'état corporel, la parité, la saison, etc. Les effets de ces facteurs n'ont pas été évalués au cours du présent travail. Néanmoins, des études menées chez des buffles ont montré que l'allaitement prolongeait de façon significative l'acyclicité post-partum et l'anoestrus (El-Wishy, 2007). Dans notre étude il a été toutefois observé une reprise plus avancée de l'activité ovarienne (< 2 mois) chez les femelles ayant perdu leurs petits au cours du premier mois post-partum. Cette reprise avancée s'expliquerait par l'absence de l'action inhibitrice de l'allaitement sur la reprise de l'activité ovarienne. Les taux élevés de prolactine et de cortisol en relation avec la lactation et qui varient avec l'intensité de la stimulation de la mamelle comme avec la production laitière sont sûrement impliqués. Ils entraînent un environnement hormonal inadéquat, diminuant fortement la sensibilité de l'hypophyse et de l'ovaire. L'utérus d'autre part, sous l'action probable de la prolactine et de l'ocytocine, se trouve d'abord incapable d'assurer une nidation après la parturition. Il doit au préalable subir une involution et retrouver un état anatomohistologique favorable.

La reprise de l'activité ovarienne post-partum qui est presque toujours précédée de la survenue des cycles courts successifs durant la période post-partum telle que mise en évidence par dosage de la P4, semble être une caractéristique chez la chèvre naine. Ces cycles courts ne sont pas suivis d'ovulation. Leur présence expliquerait en effet les situations rapportant les infertilités observées après les premiers oestrus post-partum dans certains élevages traditionnels. Cette même observation d'infertilité post-partum a été également faite chez le buffle (Barkawi, 1993 ; Abdalla, 2003).

Les résultats de l'étude sur l'influence de la bonne alimentation sur l'activité reproductive de la chèvre montre que l'alimentation inadéquate est l'une des contraintes majeures à lever dans la reproduction des chèvres élevées dans les systèmes traditionnels. En effet, la disponibilité de l'herbe de pâturage en station a modifié la période habituelle des mises bas, avec désormais une plage continue de 9 mois consécutifs pour les mises bas, au lieu des deux périodes distinctes de 3 mois séparées respectivement de 2 et 5 mois. Le fort taux de mises bas pendant la grande saison sèche (décembre–février) avec un grand pic en janvier est tributaire de la disponibilité de l'herbe de pâturage pendant la période de lutte, laquelle se situe cinq mois plus tôt, dès le mois de septembre. Cette observation est confirmée avec les mises bas de la petite saison des pluies (mars-mai), qui surviennent après une période de soudure pendant laquelle les animaux ont eu des suppléments alimentaires. L'existence d'une période sans aucune mise bas observée (petite saison sèche), alors que mâles et femelles étaient maintenus ensemble tout le temps, suggère l'existence probable d'un temps de repos sexuel. Ce temps reste souvent inaperçu chez la chèvre naine dans un troupeau en divagation permanente. Ceci relance la question de l'existence d'une saisonnalité dans l'activité reproductrice de la chèvre et confirme les observations relevées lors de l'étude précédente sur les anoestrus et l'intervalle de velage chez la chèvre naine. Zaraga *et al.*, (2004) a noté un tel comportement chez la chèvre espagnole Payoya. Il semble bien exister une saisonnalité dans l'activité ovarienne de la chèvre naine. Toutefois, des études plus approfondies sont nécessaires pour trancher de façon définitive la question.

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Notre travail a permis de mieux connaître les systèmes traditionnels de production des chèvres en zone forestière du Cameroun. Malgré la grande variabilité dans les raisons et l'importance de l'élevage caprin, quelques traits caractéristiques de ces systèmes sont constants. Les facteurs majeurs qui en limitent la compétitivité ont été identifiés, de même que les actions nécessaires pour l'amélioration de leur productivité. Ceci implique une alimentation adéquate, un habitat approprié, le contrôle sanitaire systématique, un contrôle plus rigoureux de la reproduction. L'existence dans les villages d'un **troupeau villageois unique** est une donnée à haute valeur sociologique inhérente à l'organisation intrinsèque de la société traditionnelle en zone forestière. Ce troupeau unique apparaît comme une caractéristique majeure des systèmes traditionnels d'élevage des petits ruminants en général en zone forestière. Le mode dominant de gestion des élevages est le **type intensif de basse-cour**. La transhumance reste une pratique systématique des éleveurs **Bororos** (Nomades musulmans d'origine sahélienne sédentarisés) dans la zone de transition forêt-savane de la Région de l'Est. Nous recommandons aux éleveurs traditionnels de tenir compte du moment dans l'année où les produits sont le mieux valorisés pour mettre les animaux en reproduction, afin de faire coïncider la gestation et les mises bas avec la disponibilité alimentaire qui est rythmée par la succession des saisons.

Les travaux en station ont permis de produire des connaissances nouvelles sur la physiologie de la reproduction de la chèvre naine, particulièrement en hormonologie (niveaux de P4 à plusieurs stades de la vie reproductive). L'étude de l'effet mâle dans notre environnement montre qu'il est possible d'induire de façon naturelle une synchronisation de l'œstrus chez la chèvre de la zone de forêt du Cameroun. Cette étape est indispensable pour pratiquer l'insémination artificielle. Des données précises sur la durée de l'œstrus, des cycles œstriens et ses caractéristiques, sur l'âge à la puberté, les conditions de mise en reproduction, la gestion des différents types de gestation, l'effet de la saison et d'autres paramètres contrôlables ou non, ont enrichi les connaissances existantes sur la reproduction de la chèvre naine. Nous recommandons la construction des enclos communautaires pour la contention des animaux, surtout pendant la saison sexuelle (disponibilité de l'herbe). Il sera ainsi désormais possible de limiter les sources de conflits en milieu rural (limitation de la divagation des bêtes), de diminuer la mortalité des chevreaux (mises bas au moment favorable sur le plan alimentaire). De même, les conditions de vie des éleveurs (en zone rurale, urbaine ou périurbaine) pourront connaître une nette

amélioration grâce aux applications pratiques de la synchronisation de l'œstrus par effet mâle. Cette technique offre une plus grande opportunité pour l'élevage intensif et semi-intensif des chèvres et des petits ruminants en général. La mise en évidence de l'aptitude polyovulatoire (gestation multiple) reste un champ inexploré. Ceci suggère que des études sur le déterminisme de la gestation gémellaire chez la chèvre naine soient envisagées.

Nous recommandons que dans les systèmes traditionnels d'élevage, les chèvres en gestation bénéficient d'un habitat plus approprié, où un supplément alimentaire fait d'herbes et des déchets de cuisine domestiques pourra leur être donné de façon suivie. Nous recommandons en fin aux éleveurs optant pour l'élevage en stabulation de ne mettre les femelles en reproduction qu'à partir de 13 kg de poids vif, afin de garantir la bonne croissance de la jeune chèvre et le bon développement du fœtus.

BIBLIOGRAPHIE

Abdalla E B 2003 Improving the reproductive performance of Egyptian buffalo cows by changing the management system. *Animal Reproduction Science* **75**, 1-8.

Abou-El-Roos M E A and Abdel-Ghaffar A E 2000 Monitoring the postpartum ovarian activity and pregnancy in she goats with normal and abnormal parturition by measuring milk and faecal progesterone. *Assiut Veterinary Medical Journal* **42**: 310-327.

Akusu M O and Ajala O O 2000 Reproductive performance of West African Dwarf goats in the humid tropical environment of Ibadan. *Israel Journal of Veterinary Medicine* **55** (2) http://www.isrvma.org/article/55_2_6.htm: onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1748-5967.2007.00048.x/full

Alinier A 2003 Adaptation génétique des animaux aux conditions d'élevage. *Synthèse bibliographique. Diplôme d'Etudes Supérieures Spécialisées Productions Animales en Régions Chaudes, Cirad-emvt et Université de Montpellier II (UFR Sciences)*, Montpellier, France, 36 p.

Alvarez L, Martin G B, Galindo F and Zarco L A 2003 Social dominance of female goats affects their response to the male effect. *Applied Animal Behaviour Science* **84** (2): 119-126.

Auletta FJ & Flint AP 1988 Mechanisms controlling corpus luteum functioning sheep, cows, non human primates, and women especially in relation to the time of luteolysis. *Endocrine Reviews* **9**, 88-105. (doi: [10.1210/edrv-9-1-88](https://doi.org/10.1210/edrv-9-1-88)).

Awa D N, Mbah D A, Ngo Tama A C, Njoya A 2002. Post vaccination and colostral Peste des petits ruminants antibody dynamics in research flocks of Kirdi goats and Fulbe sheep of North Cameroon in Preventive Veterinary Medicine 55(4):265-71 · December 2002

Banoin M, Mariama J C, Hanrahan J P et Yenikoye A, 1991 Comparison of the effects of FSH, immunization against androstenedione and genetic differences in ovulation rate on follicular growth in adult Finn sheep. *Animal Reproduction Science*, 26 : 115-128

Baril G et Brebion P, 1993. Manuel de formation pratique pour la transplantation embryonnaire chez la brebis et la chèvre. *Etude FAO Production et Santé Animales 115*. Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO), Rome, Italie, 193 p.

Baril G, Chemineau P, Cognié Y, Guérin Y, Leboeuf B, Orgeur P et Vallet J C 1993 Induction de l'oestrus et de l'ovulation en utilisant l'"effet mâle". Rome FAO. Baril G, Chemineau P, Cognie Y, Guérin Y, Leboeuf B, Orgeur P, Vallet J C éditeurs. *Manuel de formation pour l'insémination artificielle chez les ovins et les caprins. Etude FAO, Production et Santé Animales n° 83*. p 186-188 sur 231 p. <http://www.fao.org/docrep/009/t0121f/T0121F07.htm#7.2.4>

Barkawi A H 1993 Post-partum reproductive pattern of suckling and non-suckling Egyptian buffaloes. *Egyptian Journal of Animal Production* **30**, 129-142.

Bartlewski P M, Beard A P, Cook S J, Chandolia R K, Honoramooz A, Rawlings N C 1999 Ovarian antral follicular dynamics and their relationships with endocrine variables throughout the oestrous cycle in breeds of sheep differing in prolificacy. *Journal of Reproduction and Fertility* **115**, 111-124.

Benyounes A, Lamrani F, Melo de Sousa N, Sulon J, Folch J, Beckers J-F and Guellati M A 2006. Suivi de la gravité chez la brebis Ouled Djellal par dosage de la protéine associée à la gestation et de la progestérone. *Revue d'Élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux (FRA)* **59** (1-4): 65-73. http://remvt.cirad.fr/cd/derniers_num/2006/EMVT06_065_073.pdf

Bidjeh K, Diguimbaye C, Ganda K et Mahamat I, 1993 Notes sur les avortements des chèvres dans la région de N'Djaména : étude des causes. *Revue Scientifique du Tchad*, 3 (1) :1-4.

- Boly H, Koubaye A, Viguier-Martinez M C and Yenikoye A 1993** Gestation et reprise de l'activité sexuelle après le part chez la brebis Djallonké, variété "Mossi". *Revue d'Elevage et de Médecine vétérinaire des Pays tropicaux (FRA)* **46** (4): 631-636. http://remvt.cirad.fr/cd/EMVT93_4.pdf
- Bourzat D et Wilson R T, 1989** Principaux aspects zootechniques de la production des petits ruminants dans les systèmes agropastoraux du Yatenga (Burkina Faso). *Etudes et synthèses de l'IEMVT (31), Édition, Maisons-Alfort Cedex, France*, 145 p.
- Boyd H 1977** Anoestrus in cattle. *Veterinary record* **100**:150-153.
- Butler W R, Fullencamp S M, Capiello L A, and Handwerker S 1981** The relationship between breed and litter size in sheep and maternal serum concentrations of plasma lactogen, estradiol and progesterone. *Journal of Animal Science*, **53**: 1077-1081.
- Canépa S, Lainé A-L, Bluteau A, Fagu C, Flon C et Monniaux D 2008.** Validation d'une méthode immunoenzymatique pour le dosage de la progestérone dans le plasma des ovins et des bovins. *Cahier Technique de l'INRA* **64**, 19-30.
- Caraty A 2008** Le système kisspeptine/GPR54: la clé majeure du contrôle de la reproduction. *Médecine de la Reproduction, Gynécologie Endocrinologie* ; **10** (2) : 114-22
- Catchpole H R 1977** Hormonal Mechanisms in Pregnancy and Parturition. 341-368. In *"Reproduction in domestic animals"* (Cole H. H. and Cupps P T, eds) 3rd ed. Academic Press, New York, 665 p.
- Chaïbou M 2005** Productivité zootechnique du désert : le cas du bassin laitier d'Agadez au Niger. *Thèse de Docteur en Biologie des populations et écologie, UM2-Ecole doctorale biologie et système intégré, agronomie, environnement, Montpellier, France*, 369 p. (2 volumes).
- Chanvallon A 2009** Origine de la variabilité de réponse à l'effet mâle. Thèse de Doctorat de l'Université François-Rabelais, Tours, France, défendue le 17 novembre 2009. 183 p.
- Charallah S, Khammar F, Airat Z et Lahdaki Y 2000** Evaluation de l'activité sexuelle mâle et femelle : caractérisation zootechnique et nutritionnelle chez la chèvre Bédouine. In : *7e conférence internationale sur la chèvre, 15-21 mai 2000, INRA IGA, Institut de l'Elevage* 460 p.
- Charray J, Humbert JM and Levif J 1992** Manual of sheep production in the humid tropics of Africa. C.A.B. International-IEMVT 187 p.
- Chemineau P, Mahieu M, Gravelier M, Varo H et Thimonier J 1982** Reprise de l'activité ovarienne post-partum chez les petits ruminants des Antilles Françaises. In : « L'agneau et le chevreau nouveau-nés ». *7^e Journées INRA-ITOVIC de la Recherche Ovine et Caprine*, Paris (France) 1982. pp 316-324.
- Chemineau P, Cognie Y, Xande A, Peroux F, Alexandre G, Levy F, Shitalou E, Mbeche M, Sergent D, Camus E, Barre N et Thimonier J 1984** Le «Cabrit créole» de Guadeloupe et ses caractéristiques zootechniques : monographie. *Revue d'Elevage et de Médecine vétérinaire des Pays tropicaux*. **37**(2): 225-238.
- Chemineau P, Levy F et Cognié Y 1984** L'effet bouc : mécanismes physiologiques. In : *Reproduction des ruminants en zone tropicale. Colloques de l'INRA n° 20, 8-10 juin 1983, Pointe-à-Pitre*, p. 473-485.
- Chemineau P 1985** Effects of a progestagen on buck-induced short ovarian cycles in the creole meat goat. *Animal Reproduction Science* **9** (1): 87-94.
- Chemineau P, Levy F and Thimonier J 1986** Effects of anosmia on LH secretion, ovulation and oestrous behaviour induced by males in the anovular creole goat. *Animal Reproduction Science* **10** (2): 125-132.
- Chemineau P 1987** Possibilities for using bucks to stimulate ovarian and oestrus cycles in anovulatory goats. A review [Possibilités de faire usage de boucs pour la stimulation d'ovulations et des cycles ovariens dans des chèvres femelles non-ovulatoires - une revue bibliographique]. *Livestock Production Science* (**17**): 135-147.
- Chemineau P 1989** L'effet bouc : mode d'action et efficacité pour stimuler la reproduction des chèvres en anoestrus. *Productions Animales, INRA* **2** (2): 97-105. http://granit.jouy.inra.fr/productions-animales/1989/Prod_Anim_1989_2_2_03.pdf

- Chemineau P, Mahieu M, Varo H, Shitalou E, Jego Y, Grude A et Thimonier J 1991** Reproduction des caprins et des ovins Créole de Guadeloupe et de Martinique. *Revue d'Elevage et de Médecine vétérinaire des Pays tropicaux (France)* 44 (numéro spécial): 45-50.
- Chemineau P, Pellicer-Rubio M, Lassoued N, Khaldi G and Monniaux D 2006** Male-induced short oestrous and ovarian cycles in sheep and goats: a working hypothesis. *Reproduction Nutrition and Development* 46 (4): 417-429.
- Claus R, Over R and Denhard M 1990** Effect of male odour on LH secretion and the induction of ovulation in seasonally anoestrous goats. *Animal Reproduction Science* 22: 27-38.
- Clément V, Poivey J P, Faugère, Tillard E, Lancelot R, Gueye A, Richard D et Bibé B 1997** Etude de la variabilité des caractères de reproduction chez les petits ruminants en milieu d'élevage traditionnel au Sénégal. *Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux* 50 (3): 235-249. <http://www.sist.sn/gsd/collect/publi/index/assoc/HASH015a/47d11402.dir/doc.pdf>
- Clos J et Muller Y 1998** La reproduction : gestation, lactation et maîtrise de la reproduction. *Ouvrage publié sous la direction d'Eric Périlleux. Edition Nathan, Paris, France*, 191 p.
- Cohen-Tannoudji J, Einhorn J and Signoret J P 1994** Ram sexual pheromone: first approach of chemical identification. *Physiology and Behavior* 56: 955-961.
- Cognié J, Baril G, Touzé J-L et Petit J-P 2007** Suivi coeloscopique des corps jaunes cycliques chez la brebis. *Revue de Médecine Vétérinaire*, 158, 8-9, 447-451.
- Couailler J 2005** Reproduction des animaux d'élevage. *Educagri 2^{ème} édition : éditions, 2005, Dijon*.
- De Castro T, Rubianes E, Menchaca A et Rivero A 1998** Ultrasonic study of follicular dynamics during the oestrus cycle in goats. *Theriogenology* 49, 399 (Abstract).
- Dedieu D., Cournut E. et Gibon A., 1989** Notation d'état corporel et systèmes d'élevage ovin. Diagnostic et conseil pour l'alimentation des troupeaux en Cévennes. *INRA Productions Animales*.2 : 79-88.
- Demars J, Fabre S, Sarry J, Rossetti R, Gilbert H, Persani L, Tooser-Klopp G, Mulsant P, Nowak Z, Drobik W, Martyniuk E and Bodin L 2013** Genome-Wide Association Studies Identify Two Novel *BMP15* Mutations Responsible for Atypical Hyperprolificacy Phenotype in Sheep. *PLOS Genetics* Volume 9, Issue 4, e1003482.
- Dembélé I., 2000** Pathologies de la reproduction des caprins : enquêtes seroépidémiologiques sur les avortements des chèvres au Burkina Faso. *Mémoire de Technicien Supérieur d'Elevage Spécialisé (TSES), Ecole Nationale d'Elevage et Santé Animale (ENESA), Ouagadougou, Burkina Faso*, 92 p.
- Derquaoui L et El Khaledi O 1994** Evaluation de l'activité sexuelle pendant la saison de baisse de fertilité chez la race D'man. In: *2e conférence du "African Small Ruminant Research Network", Arusha, Tanzania, 7-11 décembre 1992, Cipea*. 49-51.
- De Santiago-Miramontes M A, Rivas-Muñoz R, Muñoz -Gutierrez M, Malpaux B, Scaramuzzi R J and Delgado J A 2008** The ovulation rate in anoestrous female goats managed under grazing conditions and exposed to the male effect is increased by nutritional supplementation. *Animal Reproduction Science* 105 (3-4): 409-416
- Dobeli M and Schwander B 1983** Pregnancy diagnosis in a sheep flock from 3 estimations of plasma progesterone. *Kleinviehzüchter* 31: 27-28.
- Document de Stratégie du Développement du Secteur Rural (DSDSR, MINEPAT) 2005.**
- Document de Stratégie pour la Croissance et l'Emploi (DSCE, MINEPAT) 2010.**
- Donovan A, Boland M P, Roche J F and O'Callaghan D 1994** The effect of supplementary long days, a subcutaneous melatonin implant and exposure to a ram on the onset of the breeding season in ewes. *Animal Reproduction Science* 34 (3-4): 231-240.
- Driancourt M A, Gougeon A, Monniaux D, Royère D et Thibault C 2001** Folliculogenèse et ovulation. In : La Reproduction chez les mammifères et l'Homme. *Chapitre 15. Inra Editons*. 928 p.

- Duarte G, Nava-Hernandez M P, Malpaux B and Delgadillo J A 2010** Ovulatory activity of female goats adapted to subtropics is responsive to photoperiod. *Animal Reproductive Science* **120**, 65-70.
- Ebangui A L, Nwakalor L N, Mbah D A and Abba D 1996** Factors affecting the birth weight and neonatal mortality of Massa and Fulbe sheep breeds in a hot and dry environment, Cameroon. *Revue d'Elevage et de Médecine vétérinaire des Pays tropicaux* **49** (4) : 349-353. http://remvt.cirad.fr/cd/EMVT96_4.PDF
- El Amiri B, Karen A, Cognie Y, Sousa N M, Hornick J L, Szenci O and Beckers J F 2003.** Diagnostic et suivi de gestation chez la brebis: réalités et perspectives. *INRA Productions Animales* **16** (2) : 79-90. http://granit.jouy.inra.fr/productions-animales/2003/Prod_Anim_2003_16_2_01.pdf
- El-Wishy A B 2007** The post-partum buffalo II. Acyclicity and anestrus. *Animal Reproduction Science* **97**, 216-236.
- Emady M, Hadley J C, Noakes D C and Arthur G H 1974** Progesterone level in the peripheral blood of pregnant ewes. *Veterinary Record* **95**: 168-169.
- Engeland I V, Waldeland H, Ropstad E, Kindahl H and Andresen O 1997** Effect of experimental infection with *Listeria monocytogenes* on the development of pregnancy and on concentrations of progesterone, oestrone sulphate and 15-ketodihydro-PGF2 alpha in the goat. *Animal Reproduction Science* **45** (4): 311-327.
- Fabre S, Pierre A, Mulsant P, Bodin L, Di Pasquale E, Persani L, Monget P et Monniaux D 2006** Regulation of ovulation rate in mammals : contribution of sheep genetic models. *Reproductive Biology and Endocrinology*, **4**: 1-12.
- Fasanya O O A, Molokwu E C I, Eduvie L O and Dim N I 1992** Dietary supplementation in the Savanna Brown goat. II. Gestation and postpartum activity in primiparous does. *Animal Reproduction Science* **29** (1-2): 167-174.
- Gibbons J R, Kot K, Thomas D L, Wiltbank M C and Ginther O J 1999** Follicular and FSH dynamics in ewes with a history of high and low ovulation rates. *Theriogenology* **43**, 689-703.
- Ginter O J and Kot K 1994** Follicular dynamics during the ovulatory season in goats. *Theriogenology* **42**, 987-1001.
- Gnanda B I 2008** Importance socio-économique de la chèvre du Sahel burkinabé et amélioration de sa productivité par l'alimentation. *Thèse unique, IDR.UPB*, 198 p.
- Gonzalez de Bulnes A, Santiago Moreno J, Gomez-Brunet A, Inskip E K, Townsend E C and Lopez-Sebastian A 1999** Follicular dynamics during oestrus cycle in dairy goats. *Animal Science* **68**, 547-554.
- Hafez E S E 1987** Reproductive behaviour. *In: Reproduction in farm animals, fifth edition (ed. E S E Hafez)*, pp. 260-294. Lea and Febiger, Philadelphia.
- Haresign W 1984** Underfeeding and reproduction: physiological mechanism. *In : Reproduction des ruminants en zone tropicale, Pointe-à-Pitre, Guadeloupe (F.W.I.)*, 8-10 juin 1983. *Ed. INRA Publications*, 1984, (Les colloques de l'INRA, n° 20), p. 39-365 (VERIFIER les PAGES).
- Henniawati and Fletcher I C 1986** Reproduction in Indonesian sheep and goats at two levels of nutrition. *Animal Reproduction Science* (12) 77-84.
- Hervieux J et Morand-Fehr P 1999** Comment noter l'état corporel des chèvres. *Réussir La Chèvre – Mars-Avril 1999 – N° 231*. p 26-33.
- Holness D H 1984** The effects of pre- and post-partum levels of nutrition on fertility in cattle. *In : Reproduction des ruminants en zone tropicale, Pointe-à-Pitre, Guadeloupe (F.W.I.)*, 8-10 juin 1983. *Ed. INRA Publications*, 1984, (Les colloques de l'INRA, n°20), pp 379-388.
- Hounzangbe-Adote M S 1991** Etude du cycle oestral et de l'anoestrus post-partum chez la brebis Djallonké infestée (strongylose et coccidiose). *Diplôme de Doctorat 3e cycle, Faculté des Sciences et Techniques, Université Nationale de Côte d'Ivoire*, Abidjan, 128 p.
- IRAD 2005** Carte des différentes Zones agroécologiques du Cameroun.

- Jarrel V L and Dzuik P J 1991** Effect of number of corpora lutea and fetuses on concentrations of progesterone in blood of goats. *Journal of Animal Science* **69**: 770-773.
- Kalkan C, Cetin H, Kaygusuzoglu E, Yilmaz B, Ciftci M, Yidiz A, Deveci H, Apaydin A M and Ocal H 1996** An investigation on plasma progesterone levels during pregnancy and parturition in Ivesi sheep. *Acta. Vet. Hung.*; 445-340.
- Khalidi G et Lassoued N1991** Interaction nutrition-reproduction chez les petits ruminants en milieu méditerranéen. In : *Proceedings of an international symposium on nuclear and related techniques in animal production and health*, organisé conjointement par l'Agence internationale de l'Energie Atomique (AIEA) et l'Organisation des Nations Unies pour l'Agriculture et l'Alimentation (FAO), 15-19 avril 1991, Vienne, Autriche, p. 378-389.
- Khanum S A, Hussain M and Kausar R 2007** Assessment of reproductive parameters in female Dwarf goat (*Capra hircus*) on the basis of progesterone profiles. *Animal Reproduction Science* **102**, 267-275.
- Khanum S A, Hussain M and Kausar R 2008** Progesterone and estradiol profiles during estrous cycle and gestation in Dwarf goats (*Capra hircus*). *Pakistan Veterinary Journal* **28**:1-4.
- Kitago M, Momozawa Y, Masuda K, Wakabayashi Y, Date-Ito A, Hagino-Yamagishi K, Kikusui T, Takeuchi Y and Mori Y 2007** Localization of the candidate genes ELOVL5 and SCD1 for 'male effect' pheromone synthesis in goats (*Capra hircus*). *Journal of Reproduction and Development* **53** (6): 1329-1333.
- Knight T W, Peterson A J and Payne E 1978** The ovarian and hormonal response of the ewe to stimulation by the ram early in the breeding season. *Theriogenology* **10** (5): 343-353.
- Kolb E 1975** Physiologie des animaux domestiques. Paris, Vigot Frères ed, 1 vol, 974 p.
- Lajous D 1987** Mesure du taux d'ovulation et de la mortalité embryonnaire chez la brebis Romanov. Utilisation et intérêt de la coelioscopie. *Thèse de doctorat, Institut national polytechnique, Toulouse, France*, 71 p.
- Lancelot R., Imadine M., Mopaté Y. et Faye B., 1994.** Amélioration de la productivité des chèvres en zone périurbaine de N'Djaména (Tchad). Choix des mesures suite à une enquête écopathologique. *Veterinary Research*, **25**: 337-343.
- Leymarie P et Martal J 2001** Du corps jaune cyclique au corps jaune progestatif. In *La reproduction chez les mammifères et chez l'Homme*. Thibault C et Levasseur M C, éditeurs. INRA Editions. Chapitre 22, 479-504.
- Linzell J L and Heap R B 1968** A comparison of progesterone metabolism in the pregnant sheep and goat: sources of production and an estimation of uptake by some target organs. *Journal of Endocrinology* **41**: 433-NP.
- Lhoste P, Dollé V, Rousseau J et Soltner D 1993** Manuel de zootechnie des régions chaudes. Les systèmes d'élevage. *Ministère de la Coopération Française, Paris, France*, 288 p.
- Lindsay D R 1965** The importance of olfactory stimuli in the mating behaviour of the ram. *Animal Behaviour* **13** (1): 75-78.
- Manjeli Y, Tegua A, Njwe RM, Tchoumboue J et Ayong EE 1994** Enquête sur l'élevage caprin dans les Hauts-Plateaux de l'Ouest Cameroun. In: *Small Ruminant Research and Development, ILRI*, pp 99-103.
- Martin G B, Oldham C M, Cognié Y and Pearce D 1986** The physiological responses of anovulatory ewes to the introduction of rams. A review [Les réponses physiologiques des brebis anovulatoires à l'introduction des béliers]. *Livestock Production Science* **15** (3): 219-247.
- Martinat-Botté F, Renaud G, Madec F, Costiou P et Terqui M 1998** Echographie et reproduction chez la truie. Bases et applications pratiques. *INRA Editions et Hoechst Roussel Vet, Paris, France*, 104 p.
- Mauléon P., 1969.** Oogenesis and folliculogenesis. In: *Reprod. Domest. Anim.*, Cole H.H., Cupps P.T., (Ed), Academic Press, New York, 187-215.

- Mbah D A 1989** Factors affecting the growth of sheep and goats in West and Central Africa. Pp 95-103. In Adeniji KO (éd.) *Improvement of Small Ruminants*, (pp 51-59). *Proceedings of the workshop on the improvement of small ruminants in West and Central Africa*, 21-25 November 1988, Ibadan, Nigeria. OAU/ STRC/TBAR.
- Mbayahaga J, Baudoux C, Mandiki S N M, Bister J L, Branckaert R et Paquay R 1997** Paramètres de reproduction et de production des petits ruminants au Burundi. *Animal Genetic Ressources Information*, **20** : 55-69.
- M'baye M, Diop PEH et Wondc A 1989** Etude du cycle sexuel chez la brebis de race Djallonké. *Rapport du 2ème atelier de travail sur la reproduction du bétail iryanotolérant en Afrique de l'Ouest et du Centre*, Harare, Zimbabwe, 4-8 septembre.
- Menchaca A and Rubianes E 2002** Relation between progesterone concentrations during the early luteal phase and follicular dynamics in goats. *Theriogenology* **57**, 1411-1419.
- Meutchieye F, Ema-Ngono P J, Agaba M, Djikeng A and Manjeli Y 2014.** Genetic diversity of Cameroon indigenous goat populations using microsatellites. [*Livestock Research for Rural Development, Volume 26, Number 7, July 2014*](#)
- Meutcheuyie 2016. Cameroon Goats map: a Creative Commons Attribution 4.0 International Licence. November 2016**
- Meyer C. 1998.** La reproduction des bovins en zone tropicale. Le cas des taurins N'Dama et Baoulé. Cours de DESS de Productions Animales en Régions Chaudes Montpellier : *CIRAD-EMVT*, 224 p.
- Meyer C, Faye B, Karembé H, Poivey J P, Deletang F, Hivorel P, Benkirane A, Berrada J, Mohammedi D et Gharzouani S 2004** *Guide de l'élevage du mouton méditerranéen et tropical*. Ceva, Libourne, France, ed. 155p.
- Meyer C 2008.** La reproduction des ovins, des caprins et des chameaux: cas de la zone tropicale, 8ème édition, septembre 2008. *Cours de Master 2ème année, BGAE-EPSÉD*.
- MINADER/FAO 2016** The state of Biodiversity for food and Agriculture in Cameroon. pp. 11.
- MINEPIA 1995** Etude du Secteur Elevage, Cameroun. *Rapport d'une Enquête sur le Secteur d'Elevage au Cameroun*, pp 100-125.
- Mgongo F O K 1988** The effect of buck on synchronization of estrus in goats after intravulvo-submucosal administration of cloprostenol. *Theriogenology* **30 (5): 987-995**.
- Monniaux D, Huet C, Besnard N, Clément F, Bosc M, Pisselet C, Monget P and Mariana J C 1997** Follicular growth and ovarian dynamics in mammals. *Journal of Reproduction and Fertility (Supplement)* **51**, 3-23.
- Monniaux D, Caraty A, Clément F, Dalbiès-Tran R, Dupont J, Fabre S, Gérard N, Mermillod P, Monget P et Uzbekova S 2009** Développement folliculaire ovarien et ovulation chez les mammifères. *INRA Productions Animales*, **22 (2)**, 59-76.
- Mori Y and Kano Y 1984** Changes in plasma concentrations of LH, progesterone and oestradiol in relation to the occurrence of luteolysis, oestrus and time of ovulation in the Shiba goat (*Capra hircus*). *Journal of Reproduction and Fertility*, **72**, 223-230.
- Mukasa-Mugerwa E 1989** A review of reproductive performance of female *Bos indicus* (zebu) cattle. *International Livestock Centre for Africa (ILRI)*, Volume 6, 134 p.
- Ndamukong KTM 1989** Traditional breeding of sheep and goats in the North-West Province of Cameroon. *In Proc: African Small Ruminant Research and Development, Bamenda, Cameroon, January 18-25, 1989. Addis-Abab, Ethiopia, ILCA 578p*.
- Niaré T., 1995** Croissance pré-sevrage des agneaux et productivité en milieu traditionnelsoudano-sahélien au Mali. *Revue Elevage et Médecine vétérinaire des Pays tropicaux*, **48 (2)**: 195-202.
- Niswender G D, Juengel J L, Silva P J, Rollyson M K and Mc Intush EW 2000** Mechanisms Controlling the Function and Life Span of the Corpus Luteum. *The American Physiological Society. Physiology Review* **January 1, volume 80 no. 1, 1-29**

Njoya A. et Awa N. D., 1994 Evolution de la note d'état corporel et de quelques paramètres biochimiques des agnelles fowlbés à différents stades physiologiques au Nord-Cameroun. In : *Actes du comité scientifique de Niamey du projet régional de recherche sur les petits ruminants : Cameroun, Niger, Tchad. Niamey, Niger, 7 au 12 février 1994.* CIRAD-EMVT, pp. 71-82.

Ngo Tama A C, Mbah D A, Abba D, Rippstein G et Tanya V N 1989 Les performances de reproduction et la mortalité saisonnière du mouton Peuhl (Fowlbé) dans la zone soudano-sahélienne du Cameroun. *Science and Technique Review.* 12p.

Ngo Tama A C, Bourzat B, Zafindrajaona P S et Lauvergne J J 1994 Caractérisation génétique des caprins du Nord-Cameroun. In *Small Ruminant Research and Development in Africa. Proceedings of the Third Biennial Conference of the African Small Ruminants Research Network, UICC, Kampala, Uganda, 5-9 December 1994* ILRI (International Livestock Research Institute) Nairobi, Kenya. 326 pp.

Odubote I K 1994 Genetic analysis of the reproductive performance of West African Dwarf goats in the humid tropics (pp 33-35). In: *Small Ruminant Research and Development in Africa* (Lebbie S H B and Kagwini E eds). Proceedings of the Third Biannual Conference of the African Small Ruminants Research Network, UICC, Kampala, Uganda, 5-9 December.

Oldham C M, Martin G B and Knight T W 1979 Stimulation of seasonally anovular merino ewes by rams. I. Time from introduction of the rams to the preovulatory LH surge and ovulation. *Animal Reproduction Science* 1 (4): 283-290.

Ozpnar A, Ozpnar H, Frat A, Pabuccuoglu S, Alkan S and Ledl W 1992 Investigations on the relationship between the blood progesterone profile and lambing rate in Turkgeddi sheep under different conditions of management and nutrition. *Hayvanclik Arastrma Dergisi* 2: 35-38.

Pellicer-Rubio M-T, Leboeuf B, Bernelas D, Forgerit Y, Pougard J L, Bonné J L, Senty E, Breton S, Brun F and Chemineau P 2007 High fertility using artificial insemination during deep anoestrus after induction and synchronisation of ovulatory activity by the “male effect” in lactating goats subjected to treatment with artificial long days and progestagens. *Animal Reproduction Science* 98: 241-258.

Persani L, Rossetti R, Di Pasquale E, Cacciatore C and Fabre S 2014 The fundamental role of *bone morphogenetic protein 15* in ovarian function and its involvement in female fertility disorders. *Human Reproduction Update*, Vol. 20, No.6 pp. 869-883.

Quirin R, Leal T M et Guimaraes F C 1993 Epidémiologie descriptive des avortements caprins en élevage traditionnel du Nord Est brésilien. Enquêtes rétrospectives de carrières de femelles. *Revue Elevage et Médecine vétérinaire des Pays tropicaux* 46 (3): 495-502.

Ranilla M J, Sulon J, Mantecon A R, Beckers J F and Carro M D 1997 Plasma pregnancy-associated glycoprotein and progesterone concentrations in pregnant Assaf ewes carrying single and twin lambs. *Small Ruminant Research* 24: 125-131.

Rapport CEA-R-6065. 2004 –Guetat P, Armand P, Monfortt M, Flüry H A, Menetrier F, Fritsch P, Bion L., Schoech C, Masset S, Septembre 2004.

Rawlings N C, Jeffcoate I S, Savage D M K and Steuart L H M 1983 Pregnancy diagnosis and assessment of fetal numbers in the ewe in a commercial setting. *Theriogenology* 19: 655-663.

Restall B J 1992 The male effect in goats. In: *Vth International conference on goats, New Dehli, 2-8 mars 1992, vol II part II cité Elevage et insémination* 250 (8): 29.

Robertson H A 1977 Reproduction in the ewe and the goat: 477-496. In “*Reproduction in domestic animals*” (Cole H H and Cupps P T, eds) 3rd ed. Academic Press, New York, 665 p.

Rosa H J D, and Bryant M J 2002 The ‘ram effect’ as a way of modifying the reproductive activity in the ewe. *Review. Small Ruminant Research* 45 (1): 1-16.

Rubianes E and Menchaca A 2003 The pattern and manipulation of ovarian follicular growth in goats. *Animal Reproduction Science* 78, 271-287.

- Sawada T, Nakatani T, Tamarda H and Mori J 1994** Secretion of progesterone and 20alpha-dihydroprogesterone during pregnancy in goats. *Steroids* **59** (august): 468-471.
- Schwarz T and Wierzchos E 2000** Relationship between FSH and ovarian follicular dynamics in goats during the estrous cycle. *Theriogenology* **53**, 381 (Abstract).
- Sheldrick E L, Ricketts A P and Flint A P F 1981** Placental production of 5beta pragnane-3alpha, 20alpha-diol in goats. *Journal of Endocrinology* **90**: 151-158.
- Shéma Directeur pour le Développement des Filières de l'Élevage au Cameroun (SDDFEC) - MINEPIA 2010. Volume 1; Document de Synthèse.** 103p.
- Signoret J P, Fulkerson W J and Lindsay D R 1982** Effectiveness of testosterone-treated wethers and ewes as teasers. *Applied Animal Ethology* **9** (1): 37-45.
- Silva F, Nunes A E D, Simplicio J F et Rieira S G 1984** L'influence de la saison sur les caractéristiques de reproduction de la chèvre du Brésil. In: *Reproduction des ruminants en zone tropicale*. Colloques de l'INRA n° 20, Pointe-à-Pitre, 8-10 juin 1983, p. 327-337.
- Simitzis P E, Deligeorgis S G and Bizelis J A 2006** Effect of breed and age on sexual behaviour of rams. *Theriogenology* **65** (8): 1480-1491.
- Simões J, Almeida J C, Valentim R, Baril G, Azevedo J, Fontes P, Mascarenhas R 2006** Follicular dynamics in Serrana goats. *Animal Reproduction Sciences* **95** (2006) 16-26.
- Sirois J, Fortune JE 1988** Ovarian follicular dynamics during the estrous cycle in heifers monitored by real-time ultrasonography. *Biology and Reproduction* **39**: 308-317. doi: [10.1095/biolreprod39.2.308](https://doi.org/10.1095/biolreprod39.2.308).
- Stratégie Sectorielle de l'Élevage des Pêches et des Industries Animales - MINEPIA 2002.**
- Tamboura H Sawadogo L et Wereme A 1998** Caractéristiques temporelles et endocriniennes de la puberté et du cycle œstral chez la chèvre locale "Mossi" du Burkina Faso. *Biotechnologie, Agronomie et Sociologie Environnementale* **2**(1), 85-91.
- Tamboura H H, Sawadogo L L, Tahiri-Zagret C, Bogore A D E 2000** Cycle oestral et anoestrus post-partum chez la chèvre naine Mossi du Burkina [Estrus cycle and post-partum anestrus of Burkina indigenous Mossi dwarf goat]. In: *7^{ème} conférence internationale sur la chèvre, Tours et Poitiers, France, 15-21 mai 2000*, INRA IGA, Institut de l'Élevage. P 454-455.
- Thimonier J and Gauthier D 1984** Seasonality of reproduction in cattle and sheep and its consequences on reproduction management. *INRA Publications. Versailles*. The reproductive potential of cattle and sheep. Rehovot, Israël, 21-23 février 1984. 141-157.
- Thimonier J, Cognier Y, Lassoued N et Khaldi G 2000** L'effet mâle chez les ovins : une technique actuelle de maîtrise de la reproduction. *INRA Productions Animales* **13** (4): 223-231. http://granit.jouy.inra.fr/productions-animales/2000/Prod_Anim_2000_13_4_01.pdf
- Thibault C 2001** La fécondation. In : *La reproduction chez les mammifères et l'Homme, 2^{ème} Edition, INRA éditions/Ellipses, 2001. Chapitre 17, 367-388.*
- Thibault C et Levasseur M C 2001** In : *La reproduction chez les mammifères et l'Homme, 2^{ème} Edition, INRA éditions/Ellipses, 2001. 928 Pages.*
- Thorburn G D et Schneider W 1972** The progesterone concentration in the plasma of the goat during the oestrous cycle and pregnancy. *Journal of Endocrinology* **52**, 23-28.
- Torre C, Casals R, Paramio M T et Ferret A, 1991** The effects of body condition score and flushing on the reproductrice performances of Ripolles a breed ewes mated in spring. *Options méditerran. Sér. Sémin.*, **13** : 85-90.
- Toukoui Y, Banoïn M, Yenikoye A, Marichatou H et Hassane M, 1994** Etude des variations saisonnières du comportement d'oestrus, de l'ovulation de la LH et de la progesterone et du moment de l'ovulation sur oestrus

induit et oestrus naturel chez les brebis Touareg et les brebis Peules Blanches au Niger. In : Bourzat : *Actes du comité scientifique de Niamey du projet régional de recherche sur les petits ruminants-Cameroun, Niger, Tchad*. Niamey, Niger, 7 au 12 février 1994. CIRAD-EMVT, pp 19-30.

Tourrand J F et Landais E 1996 Productivité des caprins dans les systèmes de production agricole du Delta du fleuve Sénégal. *Revue d'Élevage et de Médecine vétérinaire dans les Pays tropicaux*, 49: 168-173

Touré G, Meyer C, Tanoh KG et Siriki D T 1995 Profil de la progestérone chez la brebis Djallonké durant le cycle oestral. *Agronomie Africaine* 7(1):59-64.

Vallerand F et Branckaert R 1975 La race Djallonké au Cameroun. Potentiels zootechniques, conditions d'élevage, avenir. *Revue d'Élevage et de Médecine vétérinaire des Pays tropicaux* 4:525-546.

Veliz Deras F G, Velez Monroy L I, Flores Cabrera J A, Duarte Moreno G, Poindron Massot P, Malpaux B y Delgadillo Sanchez J A 2004 La presencia del macho en un grupo de cabras anéstricas no impide su respuesta estral a la introducción de un nuevo macho. [Previous segregation between sexes is not a requisite to successful male effect in anoestrous goats]. *Veterinaria Mexico* 35 (3): 169-178. <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/423/42335301.pdf>

Veliz F G, Poindron P, Malpaux B and Delgadillo J A 2006 Maintaining contact with bucks does not induce refractoriness to the male effect in seasonally anoestrous female goats. *Animal Reproduction Science* 92 (3-4): 300-309.

Waldron D F, Thomas D L 1992 Increased litter size in Rambouillet sheep: 1. Estimation of genetic parameter. *Animal Science* 70: 3333-3344.

Wango E O, Heap R B and Wooding F B P 1991 Progesterone and 5 β -pregnanediol production by isolated fetal placental binuceate cells from sheep and goats. *Journal of Endocrinology* 129, 283-289.

Werre J F and Brinks J S 1988 Relationships of age at puberty with growth and subsequent productivity in beef heifers. *Proceedings of West Second American Society of Animal Science* 37, 300-303.

Yahaya A 1999 Facteurs impliqués dans les avortements et infertilité des femelles ovines et caprines. Diplôme d'études supérieures spécialisées productions animales en régions chaudes, *Synthèse bibliographique. Cirad-emvt / Ecole nationale Vétérinaire d'Alfort, Maisons-Alfort, France*. 24 p. + annexes.

Yenikoye A 1984 Variations annuelles du comportement d'oestrus, du taux et des possibilités d'ovulation chez la brebis Peul du Niger. *Reproduction, Nutrition and Development*. 24: 11-19.

Yenikoye A 1989 Seasonal variations in plasmatic PRL, FSH and LH feed back in Peulh sheep in Niger. In : CIPEA (ed). Pp 288-302. *Proceedings of the conference on African Small Ruminants Research and Development*, 18-25 January 1989, Bamenda, Cameroon.

Yenikoye A et Marichatou H 1993 Productivité et activité ovarienne de la brebis Peul dans les systèmes d'élevage traditionnel au Niger. *Joint FAO/IAEA Division of nuclear techniques in food agriculture. IAEA-TEC DOC-708*, pp 133-142.

Yenikoye A 2000 Qualité et stratégies d'adaptation de la fonction de reproduction des ovins au Sahel. In: Symposium technique T1 : "*Bilan et perspectives de programmes européens sur les petits ruminants en Afrique*". Cirad-emvt, 20 mai 2000 à Poitiers, pp 285-296.

Zarazaga L A, Guzman J L, Dominguez C, Pérez M C and Prieto R 2004 Effect of plane of nutrition on seasonality of reproduction in Spanish Payoya goats. *Animal Reproduction Science* 87, 253-267.

Zarrouk A, Souilem O, Drion P V, Beckers J F 2001 Caractéristiques de la production de l'espèce caprine. *Annales de Médecine Vétérinaire*, 2001, 145, 98-105.

LISTE DE PUBLICATIONS

Publications issues de la thèse

1. **Djoko T.D.**, Kamtchouing P., Mbah D.A., Meyer C. **Induction et synchronisation naturelles par l'effet mâle de l'œstrus chez la chèvre naine de la zone de forêt du Cameroun.** *Cameroon Journal of Agricultural Science* (2006) Vol. 2 N° 1 p. 31-38.
2. Meyer C. et **Djoko T.D.** **L'effet mâle chez les petits ruminants (Synthèse).** *Livestock Research for Rural Development* 22 (9) 2010.
3. **Djoko T.D.**, Meyer C., Monniaux D., Lainé A-L., Ndoumbé N. M. et Kamtchouing P. **Profil de la progestérone et gestation multiple chez la chèvre naine Africaine (*Capra hircus*) de la zone de forêt humide du Cameroun.** *Livestock Research for Rural Development (LRRD)*, 23 (4) 2011. P. 1- 17.

Induction et synchronisation naturelles par l'effet mâle de l'œstrus chez la chèvre naine de la zone de forêt du Cameroun

T. D. Djoko¹, P. Kamtchouing², D. A. Mbah³ et C. Meyer⁴

¹Institut de Recherche Agricole pour le Développement (IRAD), B.P. 2123. Yaoundé-Cameroun. E-mail : djokotdenis@yahoo.fr

²Faculté des Sciences, Université de Yaoundé I, B.P. 812. Yaoundé-Cameroun

³Ministère de la Recherche Scientifique et de l'Innovation. B.P. 1457, Yaoundé-Cameroun

⁴Cirad-Emvt, Baillai-guet. TA 30/A 34398 Montpellier Cedex 5, France

Résumé

Pour comprendre la reproduction chez la chèvre naine de la zone de forêt humide du Cameroun afin de mieux la contrôler, une étude a été menée sur l'induction et la synchronisation naturelles de l'œstrus chez un groupe de femelles. Vingt-une chèvres provenant des provinces du Centre, du Sud et de l'Est (zone agro-écologique de forêt humide) et maintenues dans des conditions améliorées d'élevage (bonne alimentation et contrôle sanitaire), ont été totalement isolées des mâles (trois) pendant trois semaines et plus, puis les 3 mâles munis d'un tablier protecteur ont été réintroduits auprès d'elles un jour avant le début des prélèvements sanguins. Le sang a été prélevé quotidiennement pendant 7 jours d'affilée. Les taux moyens de progestérone plasmatique chez 12 chèvres cyclées ont présenté un pic de $2,9 + 0,9$ ng/ml, quatre jours après l'introduction des mâles. Les résultats obtenus ont montré que dans des conditions bien précises (bonne alimentation, isolement total d'au moins trois semaines, ratio mâles/femelles > 5%), la présence des boucs induisait des œstrus synchronisés chez les femelles cyclées $2,3 \pm 1,2$ jours après leur introduction. Un cycle court de 5 jours, caractéristique de la synchronisation de l'œstrus par effet mâle chez la chèvre a été mis en évidence. Par ailleurs, les taux de progestérone plasmatique en cours d'expérience chez les chèvres gravides ou ayant avorté ont révélé des valeurs assez stables, variant de 6 à 10 ng/ml chez les premières, et des valeurs oscillant entre 0,1 et 0,5 ng/ml pour les prélèvements post-partum.

Mots-clés : Chèvre naine d'Afrique de l'Ouest, zone de forêt, synchronisation œstrus, progestérone, effet mâle, reproduction, Cameroun

Male effects in the natural induction and synchronization of heat in dwarf goats of the forest zone of Cameroun

Abstract

A study was carried out on the natural induction and synchronization of heat in dwarf goats of the forest zone of Cameroon to better understand their reproductive cycle. Twenty-one does from the Centre, South and East provinces (in the humid forest zone), housed under improved management conditions were completely isolated from bucks for three weeks. A day before the start of blood collection, three sexually mature bucks, wearing protective aprons to avoid mating, were introduced into the experimental flock. Blood was then collected daily for seven consecutive days. Four days after the reintroduction of the males, the average concentration of plasma progesterone of 12 cycling does presented a peak of $2.9 + 0.9$ ng/ml. The results obtained showed that under improved management conditions (good feeding, full isolation of females for at least 3 weeks, male to females ratio > 5%), the presence of males induced heat synchronization in cycling does within 2.3 ± 1.2 days. A short cycle of five days which characterizes synchronization of heat in goats through the "male effect" was obtained. Blood samples from pregnant goats and those that had just aborted revealed stable progesterone concentrations of from 6 to 10 ng/ml for the former, and oscillating from 0.1 to 0.5 ng/ml for post-partum samples.

Key words: West African dwarf goat, buck, forest zone, estrus synchronization, progesterone, male effect, reproduction, Cameroon

■ potentiel génétique des petits ruminants de races locales

Introduction

Depuis plus d'une décennie, l'importance croissante des ruminants dans l'économie rurale tant nationale (MINEPIA 1995) que sous-régionale (Adeniji 1989 ; suscite un grand intérêt pour tout effort vue d'augmenter leur productivité. Cet effort exigerait une amélioration génétique (Djoko *et al* 2003). Or, le faible potentiel génétique des petits ruminants de races locales dans leur globalité (lait, viande, etc.), constitue

pour le BIRA (1989), l'un des obstacles de l'amélioration de leur productivité en Afrique. Il semble dès lors important de caractériser la ILRI1994) reproduction et la production des petits ruminants dans leur globalité, en vue de d'une amélioration génétique durable (Djoko *et al* 2003). Aussi, l'amélioration de la productivité des petits reposerait largement sur une bonne connaissance

de leur physiologie de la reproduction en particulier, la maîtrise de leur reproduction et leurs cycles sexuels.

En Afrique subsaharienne, les moutons «Djallonké» du Cameroun, et de l'Afrique de l'Ouest ont été l'objet d'études fort enrichissantes dans le domaine de la physiologie et de l'endocrinologie de la reproduction (Mbah 1989, Charray et al 1992, M'baye et al 1989, Yenikoye 1989 Touré et al 1995). Les informations dans ces domaines sur la chèvre naine sont rares ou indisponibles, aussi bien au Cameroun que dans la sous-région de l'Afrique subsaharienne. La chèvre naine de la zone de forêt humide du Cameroun appartient au même groupe génétique que la chèvre « Djallonké » ou Guinéenne rencontrée sur la côte occidentale de l'Afrique, de la Guinée à l'Angola (Vallerand et Branckaert 1975). Elle est connue pour sa très grande prolificité (Manjeli et al 1994). Toutefois, la mortalité chez les chevreaux de moins d'un an'est très élevée et peut dépasser 30 % (Ademosun 1989). Elevée en divagation (mâles non séparés des femelles, ...) la chèvre locale entre en chaleur tout au long de l'année comme le mouton Djallonké (Charray et al 1992), d'où l'importance de l'étude de l'influence de la présence du bouc (effet mâle) sur l'œstrus et sur la production de la progestérone sanguine au cours du cycle ovarien. Or, la maîtrise du cycle sexuel fait appel à des techniques qui permettent d'induire et/ou de synchroniser l'activité ovarienne, quelle que soit la saison. On distingue les méthodes zootechniques (effet mâle, flushing) et les méthodes hormonales (progestagènes, mélatonine). L'objectif de ce travail était de mettre en évidence l'induction et la synchronisation de l'œstrus chez la chèvre naine par une méthode naturelle, en définir les conditions nécessaires, en déterminant les taux de la progestérone plasmatique, dans l'optique de pouvoir contrôler les croisements. Cette étude s'est déroulée dans la Section "Chèvres Locales" de la Ferme du Centre Régional de l'Institut de Recherche Agricole pour le Développement

Matériels et méthodes

Milieu physique

(IRAD) de Nkolbisson, Yaoundé, de septembre à novembre (fin de la grande saison des pluies). Le climat y est de type sub-équatorial marqué par quatre saisons dont deux pluvieuses et deux sèches.

La pluviométrie moyenne est de 1500 mm, et les précipitations varient d'une année à l'autre, la température moyenne est de 23°C (26°C max. et 22°C min.); la durée moyenne de l'ensoleillement atteint un maximum de 1 750 heures par an et les sols sont assez homogènes et de type ferrallitique, formés d'embranchites riches en grenats (Fotso et al 1995).

Matériel animal

Pour cette étude 24 animaux dont 21 chèvres et 3 boucs ont été utilisés. Ils ont été acquis de juin à septembre 2001 auprès des paysans des provinces du Centre (Départements du Nyong et So'o et du Mfoundi : 5 chèvres, 1 bouc), du Sud (Département du Dja et Lobo : 6 chèvres, 1 bouc) et de l'Est (Départements du Haut-Nyong et du Lom et Djerem : 10 chèvres, 1 bouc). Description du troupeau

Le troupeau expérimental était constitué de 3 mâles et 21 chèvres parmi lesquelles 4 se sont révélées être gravides pendant l'essai. Les âges approximatifs déterminés à l'aide de la dentition variaient de 12 à 36 mois chez les femelles et de 24 à 36 mois chez les mâles. Tous ces animaux étaient donc sexuellement matures. Les poids variaient de 11 à 30 kg pour les femelles ($16,02 \pm 4,83$ kg) et de 17 à 19 kg ($17,83 \pm 1,04$ kg) pour les

Tableau 2. Composition standard de la ration concentrée de supplément alimentaire pour le troupeau expérimental

Ingrédients	Quantité(%) dans la ration
Maïs	30
Tourteau de coton	30
Son de riz Farine	25
Urée	2
Sel (de cuisine)	1
Prémix*	+

+ : ajout de 25 g à chaque 100 kg d'aliment préparé. * Prémix = mélange de plantes naturelles, de cendres de bois, de farine de poisson (ou d'asticots), de piment rouge. Le prémix est très riche en protéines et en vitamines (il s'incorpore à environ 0,2-0,5%)

Tableau 1. Description du troupeau expérimental des femelles

	Effectif de 21 femelles		Etat physiologique				
	Poids		Gestation		Vide		
	<14kg	>14kg	Gravide	Avortée	Cyclée	Anoestrus	Morte
Effectif par	10	11	3	1	12	2	3
Moyenne	$12,65 \pm 1,08$	$19,09 \pm 4,84$	$25,67 \pm 4,51$	17 ± 0	$15,04 \pm$	$11,75 \pm$	$12,83 \pm$
Poids des chèvres et Ecart-typetype					2,42	1,06	1,04

mâles. Dix femelles pesaient moins de 14 kg ($12,65 \pm 1,08$ kg) et trois mortalités ont été enregistrées parmi elles dont 2 le 4^{ème} jour et une le 5^{ème} jour de l'essai. Onze femelles pesaient plus de 14 kg ($19,09 \pm 4,89$ kg). Une des chèvres avait avorté un jour avant le début de l'essai. L'état physiologique des femelles est décrit dans le Tableau 1.

Les animaux nouvellement acquis ont tout d'abord été mis en quarantaine pendant une période de quinze jours, suivie d'une phase d'acclimatation de trois semaines. Les mâles ont été séparés des femelles. Les prélèvements d'usage ont été réalisés pour des examens sérologiques, un traitement anti-parasitaire (contre les endo et les ecto-parasites) et un anti-stress ont été administrés de façon systématique. Les chèvres ont été maintenues en stabulation stricte (*zéro grazing*) et pesées toutes les semaines. L'alimentation était à base de fourrages de *Pennisetum* et *Tripsacum* fournis à volonté, avec un supplément d'aliment concentré (Tableau 2) à base de tourteau de coton et de maïs à raison de 200 g/ animal/jour. Des blocs à lécher (sels minéraux : Na, P, Ca) et l'eau étaient accessibles à volonté. La propreté de l'étable était assurée quotidiennement et la santé des animaux contrôlée.

Phase préparatoire

Après la période de quarantaine, l'état coïporel des animaux a été évalué et les animaux ont été maintenus en deux groupes distincts (mâles et femelles) isolés l'un de l'autre pendant trois semaines et hors de tout contact (vue, odeur, son, etc.). Des toiles en plastique recouvraient les ouvertures de façon à limiter la diffusion de quelque odeur éventuelle de bouc vers l'étable abritant les femelles. La cyclicité des chèvres a été vérifiée au cours de cette phase en réalisant sur chaque chèvre 3 dosages de progestérone plasmatique à 5 jours d'intervalle. Celles ayant un taux faible de progestérone ($\leq 0,2$ ng/ml) toutes les 3 fois étaient considérées être en anœstrus, les autres étant soit cyclées (>1 ng/ml, une ou deux fois), soit gravides ou cyclées (en cas de cycle de durée anormale) (taux élevé toutes les 3 fois). Les chèvres cyclées (12 femelles à taux élevé au cours d'un ou deux prélèvements) étaient celles recherchées pour l'étude de l'effet mâle.

Phase expérimentale

Introduction du mâle : Trois mâles munis chacun d'un tablier protecteur ont été introduits dans le troupeau de femelles au jour zéro de l'essai proprement dit. Le tablier protecteur était maintenu tout au long de l'expérience pour prévenir toute saillie accidentelle.

Prélèvement du sang : Cinq ml de sang ont été prélevés dès le jour zéro puis chaque jour pendant sept jours, sur la veine jugulaire de chacune des chèvres du troupeau

expérimental, le matin vers 9 heures, après les observations de chaleurs. Le sang «recueilli dans des tubes contenant de l'héparine (anti-coagulant), a été centrifugé dans les 30 minutes suivant la collecte à 3 000 tours/mn pendant 10 mn dans le Laboratoire d'immunologie du Centre de Biotechnologie de l'Université de Yaoundé I à Nkolbisson. Le plasma obtenu a été conservé dans des tubes Eppendorf au congélateur à -20° C, jusqu'au dosage de la progestérone.

Dosage de la progestérone plasmatique: Le dosage de la progestérone plasmatique a été réalisé sur des échantillons de plasma dans le Laboratoire de Physiologie Animale de la Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles de l'Université de Dschang, Cameroun, suivant la méthode radio-immunologique (RIA) dont le protocole a été décrit conjointement par l'Organisation Internationale pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO) et l'Agence Internationale de l'Energie Atomique (AIEA), avec des kits de dosage à l'iode radio-actif (I^{125}).

Observation des chaleurs: La détection des chaleurs a été faite pendant des observations de 30 minutes chacune, deux fois par jour (en matinée à 8 heures et l'après-midi à 17 heures) durant la phase préparatoire (1 à 3 mois), pendant l'essai (7 jours de prélèvement sanguin) et après l'arrêt des prélèvements (les 7 jours suivants) sur chacune des chèvres. **Calcul des ovulations:** Les périodes d'apparition des premières et deuxièmes ovulations ont été déterminées par déduction, en appréciant les valeurs moyennes de la progestérone plasmatique.

Analyse des résultats

Edition des données : Sur les 136 échantillons plasmatiques analysés, dix ont été écartés en raison des valeurs manquantes (mortalité). Les 126 données retenues pour l'analyse ont été celles collectées effectivement pendant 7 jours sur 18 chèvres (12 cyclées et 6 non cyclées).

Paramètres analysés: Les données recherchées étaient les concentrations journalières de la progestérone plasmatique chez les chèvres cyclées, et l'effet de certains facteurs sur les variations de ces concentrations, à savoir : la présence du bouc (effet mâle) ; le phénotype (B) de la chèvre déterminé par la couleur de sa livrée ; son origine (P) déterminée par la province de provenance ; son âge de maturité physiologique (A), déterminé par son poids ; son état physiologique (S) et les interactions éventuelles entre ces différents facteurs. Ces effets ont été évalués sur toute la durée de l'expérimentation.

Modèle statistique et analyse des données

L'analyse des données a été faite suivant le modèle la procédure du modèle linéaire général du logiciel SAS (SAS 1997).

$$C_{ijklm} = \mu + B_i + P_j + A_k + S_l + B_x A_{(ik)} + P_x A_{(jk)} + P_x S_{(jl)} + A_x S_{(kl)} + \epsilon_{ijklm} \quad (1)$$

avec C_{ijklm} = concentration plasmatique journalière de l'hormone dosée (progestérone) ; μ = moyenne générale de

cette concentration dans le troupeau ; B_i = effet du phénotype (facteur génétique) de la chèvre i (avec i = Noir, Roux, Noir-Blanc, Roux-Sombre, Roux-Blanc) ; P_j = province d'origine de la chèvre (avec j = Centre, Sud, Est) ; A_k = âge de maturité physiologique de la chèvre (avec k = jeune ou légère pour tous les poids corporels < 14 kg, adulte pour tous les poids corporels > 14 kg) ; Sl = statut (état) physiologique de la chèvre (avec l = gestante, vide) ; $BxA(ik)$, $PxA(jk)$, $PxS(jl)$, $AxS(kl)$ = interactions éventuelles ; ϵ_{ijklm} = effet résiduel propre à la chèvre m (avec $m = 1, \dots, 12$) supposé uniformément et indépendamment réparti, avec pour moyenne zéro et variance σ^2 .

Les analyses préliminaires pour vérifier la pertinence du modèle (1) n'ont révélé aucun effet significatif ($p > 0,05$) des interactions entre les différents facteurs du modèle, du fait de la taille des animaux en expérimentation. Par ailleurs, les femelles vides et cyclées étant celles recherchées, le modèle (1) a été ramené à celui ci-dessous :

$$C_{ijklm} = \mu + B_i + P_j + A_k + \epsilon_{ijklm} \quad (2)$$

avec C_{ijklm} = concentration plasmatique journalière de l'hormone (progestérone) ; μ = moyenne générale de cette concentration dans le troupeau ; B_i = effet du phénotype (facteur génétique) de la chèvre i (avec i = Noir, Roux, Noir-Blanc, Roux-Sombre, Roux-Blanc) ; P_j = province d'origine de la chèvre (avec j = Centre, Sud, Est) ; A_k = âge de maturité physiologique de la chèvre (avec k = jeune ou légère pour tous les poids corporels < 14 kg, adulte pour tous les poids corporels > 14 kg) ; ϵ_{ijklm} = effet résiduel propre à la chèvre l (avec $l = 1, \dots, 12$) supposé uniformément et indépendamment réparti, avec pour moyenne zéro et variance σ^2 .

Résultats

Concentrations de la progestérone plasmatique

Les concentrations de la progestérone plasmatique après dosage (Tableau 3). Leur évolution (Figures 1, 2 et 3) et les effets qui l'influencent (Tableau 4) se présentent comme suit :

Chez les 12 chèvres cyclées

Chez les femelles cyclées, on observe les deux premiers jours (J1 et J2) après introduction des mâles dans le troupeau (J0), une faible concentration de la

progestérone (<0,2 ng/ml), mais avec une grande variabilité entre individus ($s = \pm 0,2 - 0,3$ ng/ml) (Fig. 1). A partir du 3^{ème} jour (J3) on note une élévation en pente forte qui culmine à $2,8 \pm 0,9$ ng/ml au 6^e jour (J6) avec une très grande variabilité inter-individuelle. Cette moyenne retombe à $1,2 \pm 0,5$ ng/ml au 7^e jour (J7).

Progestérone plasmatique (ng/ml)

Cycle court (5 jours).

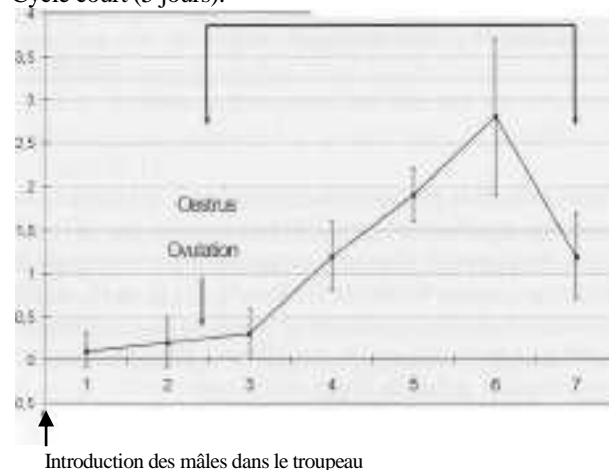


Fig 1. Evolution de la progestérone plasmatique lors du cycle court induit par l'effet mâle chez la chèvre naine cyclée

Progestérone plasmatique (ng/ml)

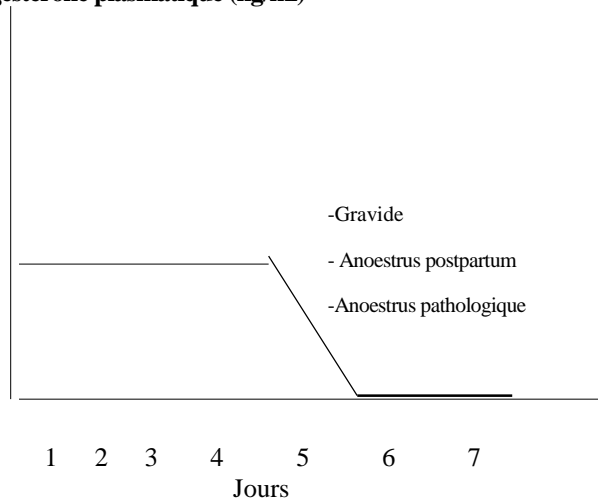


Fig 2. Valeurs moyennes de la progestérone plasmatique chez la chèvre naine gravide, en anœstrus pathologique et post-partum

Tableau 3. Evolution (moyenne de 12 observations en ng/ml par jour sur 7 jours d'affilée) de la progestérone plasmatique chez les chèvres après introduction des boucs

	Jours							
	1	2	3	4	5	6,	7	
Moyenne et écart-type chez 12 femelles cyclées	0,1 ± 0,2	0,2 ± 0,3	0,3 ± 0,3	1,2 ± 0,4	1,9 ± 0,3	2,8 ± 0,9	1,2 ± 0,5	
Moyenne et écart-type chez 3 femelles gravides	0,2 ± 0,8	0,7 ± 0,9	0,6 ± 0,6	0,3 ± 0,3	0,4 ± 0,4	0,9 ± 0,9	0,8 ± 0,8	

Tableau 4. Résultats de l'analyse des moindres carrés de la moyenne des taux plasmatiques de la progestérone et l'effet des différents facteurs chez les chèvres non gravides

Paramètre	Jour	Nombre de Hnnncvs	A	P	B	CV	R ²	RE
Concentration plasmatique	1	12	***	***	***	1		—
moyenne de la progestérone	2	12				152,069	0,799	0,304
	3	12			*	22,933	0,990	0,071
	4	12				36,881	0,794	0,427
	5	12				18,940	0,814	0,354
	6	12			**	3,981	0,997	0,112
	7	12				19,304	0,959	0,224

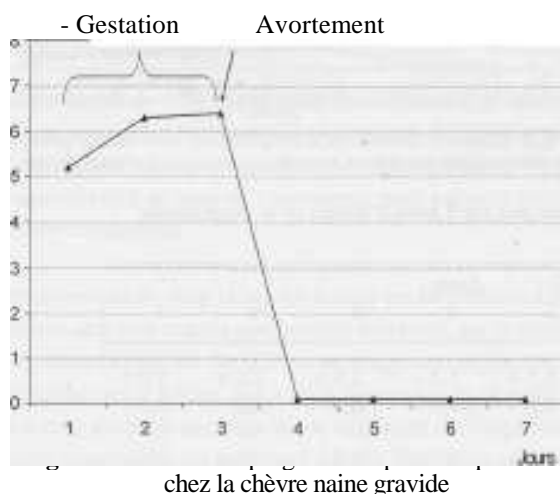
A = âge de maturité physiologique déterminé par le poids corporel ; R.E. = erreur résiduelle standard ; R² = coefficient de détermination P = province d'origine (provenance); = non significatif (p>0,05) ; B = phénotype ; * = significatif (p<0,05) ; C.V. = coefficient de variation ; ** = hautement significatif (p<0,01) ; *** = très hautement significatif (p<0,001).

L'évolution de la progestérone plasmatique est affectée de façon très significative (p<0,001) au premier jour (J1) par l'âge de maturité physiologique, la provenance et le phénotype, respectivement (Tableau 4). Du J2 au J6, seul le phénotype a un effet significatif (p<0,05) au J3, et hautement significatif (p<0,01) au J6. Au J7, seul l'âge de maturité physiologique influe de façon significative (p<0,05) sur la concentration de progestérone plasmatique du groupe.

Chez les 3 chèvres en gestation

La progestérone plasmatique ne présente aucune variation importante de sa concentration suite à l'introduction des boucs. Les valeurs sont nettement élevées et oscillent entre $6,7 \pm 0,3$ ng/ml et $8,2 \pm 2$ ng/ml, traduisant ainsi une constance relative caractéristique de l'état de gestation. La concentration de progestérone plasmatique chez les chèvres gestantes est globalement le double de celle des chèvres non gestantes au pic de concentration post œstral observé au J6 (Tableau 3; Fig 2).

Progestérone plasmatique (ng/ml)



Chez les chèvres en anœstrus

Deux cas d'anœstrus ont été observés, dont les causes semblent être différentes (Tableau 3; Fig 2) : (a) un anœstrus observé chez la chèvre N° 13 qui a avorté un jour avant l'introduction des mâles. Cet anœstrus dit post-partum est de nature physiologique. Les concentrations de progestérone plasmatique sont restées faibles, avec des valeurs décroissantes du Jour 1 (0,6 ng/ml) au Jour 7 (0,2 ng/ml) ; (b) un anœstrus observé chez la chèvre N° 15, de poids corporel 11 kg, qui a présenté des problèmes d'appétit au court de l'essai. Le profil de la progestérone décrit une cloche très aplatie, avec des valeurs de 0,1 ng/ml aux Jour 1 et Jour 2, atteignant un plateau au Jour 3 (0,5 ng/ml), Jour 4 (0,6 ng/ml) et J5 (0,5 ng/ml), puis baissant au Jour 6 (0,4 ng/ml) pour atteindre 0,3ng/ml au Jour 7. Cet anœstrus, qui serait lié à la mauvaise alimentation est dit pathologique.

Chez la chèvre ayant avorté

Les concentrations de progestérone, d'abord élevées pendant la phase de gestation (5,2-6,4 ng/ml du Jour 0 au Jour 3), chutent à 0,1 ng/ml avec l'avortement au Jour 4. Cette concentration reste faible (0,1 ng/ml) jusqu'au Jour 7 (Fig 3).

Observation des chaleurs

Les premiers œstrus (chaleurs) ont été observés entre les premier et troisième jours (moyenne de $2,33 \pm 1,24$ jours) après introduction des mâles pourvus de tabliers (durée moyenne des chaleurs $2,57 \pm 0,49$ jours) sur 7 chèvres parmi les 12. Les deuxièmes œstrus ont été constatés le 7^{ème} et 8^{ème} jour après réintroduction des mâles, avec une durée moyenne de $2,5 \pm 0,67$ jours, parmi 10 chèvres sur 12. Ainsi, le premier cycle est un cycle court (moyenne 5,2 jours). L'intervalle de temps écoulé entre l'introduction des mâles et la première ovulation a été estimé par déduction (valeurs moyennes de la progestérone plasmatique) à 2,5 jours.

Discussion

La réintroduction des mâles, après un minimum de trois semaines de séparation et de total isolement (vue, son, odeur, toucher), a permis d'induire de façon synchrone chez les chèvres non gravides des ovulations et des chaleurs, et donc d'aboutir à un stade optimum pour une éventuelle fécondation. Les premiers oestrus (chaleurs) ont été observés entre les deuxième et troisième jours (moyenne de $2,33 \pm 1,24$ jours) après introduction des mâles (durée moyenne des chaleurs $2,57 \pm 0,49$ jours) sur 7 chèvres parmi les 12. L'intervalle de temps séparant l'introduction des mâles de la première ovulation a été de 2,5 jours. Ceci est proche de l'intervalle de 2,8 jours décrit par Chemineau *et al.* (1984) chez le « Cabrit Créole ».

Le profil de la progestérone plasmatique du cycle court induit est identique à celui décrit par Chemineau *et al.* (1984) chez le « Cabrit Créole » de Guadeloupe (zone tropicale). Mais alors que les taux plasmatiques chez la chèvre de Guadeloupe n'atteignent guère 1 ng/ml dans aucune phase du cycle court, on note des valeurs de plus de 2 ng/ml chez la chèvre naine. Par contre, ces valeurs sont proches de celles observées chez la chèvre antillaise lors d'un oestrus normal (Chemineau *et al.* 1984).

Bien qu'un cycle court de cinq jours ait été noté au ternie de l'essai, les taux de progestérone plasmatique étaient élevés (>2 ng/ml). Ces valeurs qui diffèrent de celles de Chemineau *et al.* (1984) nous amènent à penser que plusieurs corps jaunes se seraient formés en même temps, avec une moyenne de plus de deux par chèvre. On observe que sur les 14 chèvres non gestantes, 12 (soit 86 %) ont connu un œstrus suivi d'une ovulation, avec des taux de progestérone plasmatique supérieurs à $1,2 \pm 0,4$ ng/ml au Jour 4. La courte durée des corps jaunes formés serait ici une caractéristique du cycle court. Une observation sur une plus longue durée (au moins un cycle œstral) dans les mêmes conditions expérimentales aurait certainement permis de mieux comprendre ce phénomène physiologique.

L'effet des facteurs ayant affecté les taux de progestérone plasmatique dans le troupeau de chèvres cyclées n'a été sensible que le premier jour ($p < 0,001$). La taille de l'échantillon ne permet toutefois aucune interprétation rigoureuse des résultats de l'analyse statistique. Toutefois, ces résultats ont une valeur hautement indicative et suggèrent qu'il y a intérêt à prendre en compte certains paramètres pour expliquer les phénomènes biologiques d'une façon plus proche de la réalité. Un minimum de 60 chèvres cyclées auraient sans doute été nécessaires à cet effet. Par contre, l'analyse descriptive des faits observés au cours de l'essai et les résultats des dosages effectués permettent de comprendre et de montrer que le taux de progestérone plasmatique chez la chèvre est bien sous l'influence de facteurs de natures diverses (non quantifiés), et de mettre en évidence le phénomène physiologique recherché. Bien que les chèvres rassemblées pour l'essai aient été collectées sur la base d'un certain nombre de critères définis au préalable, des différences individuelles étaient évidentes. Ainsi, les taux

plasmatiques de la progestérone dosée dès le Jour 1 montraient ces différences, la présence des mâles introduits quelques heures plus tôt n'ayant encore aucune influence sensible. Or, au Jour 4, un regroupement des valeurs est observé. Les chèvres étant toutes placées dans les mêmes conditions expérimentales, il y a lieu de penser qu'un élément nouveau introduit dans le troupeau a provoqué le regroupement des valeurs observé. Cet élément nouveau est la présence des mâles ; qui se traduit par le phénomène dit de « l'effet mâle ». Cette présence des mâles, pour être efficace, devait obéir à un certain nombre d'exigences tel que décrit plus haut.

Les mécanismes par lesquels le bouc induit la manifestation de l'oestrus ne sont pas encore clairement expliqués (Mgongo 1988). D'après Chemineau (1987), le contact physique et le comportement sexuel du mâle (stimuli tactiles) sont deux facteurs importants requis pour obtenir un pourcentage de réponse élevé chez les femelles. Le ratio mâle - femelles ne devrait pas être inférieur à 5-10%. Dans cet essai, nous avons utilisé 3 mâles pour 21 femelles, soit un ratio de 14,3%.

Le comportement sexuel du bouc (poursuites sexuelles, activité mâle) est probablement un facteur important pour la stimulation des femelles. La nature active des jeunes mâles dans le cas de notre travail et le ratio d'un mâle pour quatre femelles non gravides, a favorisé un plus grand contact entre mâles et femelles et expliquerait le fort pourcentage de réponse obtenu.

Des auteurs ont montré que les hormones gonadotropes, les phéromones, la mélatonine, les systèmes olfactif et optique, semblaient jouer un rôle dans l'induction de l'oestrus durant « l'effet mâle » (Chemineau *et al.* 1982 ; Martin *et al.* 1986). Les travaux de Clauss *et al.* (1990) ont clarifié le rôle des phéromones dans la stimulation de la résomption de l'activité ovarienne cyclique. Ainsi, les phéromones qui sont contenues sous les poils du bouc agiraient en provoquant dans le troupeau de femelles une brusque augmentation de la fréquence et de l'amplitude de l'hormone lutéinique (LH) (Mgongo 1988). Au plan physiologique, les échanges sensoriels mis en jeu interviendraient sur l'axe hypothalamo-hypophysaire qui contrôle l'activité ovarienne, mais ces mécanismes sont encore mal connus. La perception du mâle se ferait essentiellement par voie olfactive (Signoret 1982). D'après Restall (1992), le stimulus mâle apparaît être multi-sensoriel avec l'odorat comme composante majeure, les facteurs affectant le stimulus mâle étant en la présence des femelles, la nutrition et le degré de contact avec les femelles. D'autres auteurs ont enfin souligné l'importance des hormones dans le contrôle de l'activité sexuelle chez la chèvre et les petits ruminants en général. Les traitements hormonaux pour l'induction et la synchronisation des chaleurs reposent directement sur la connaissance de l'endocrinologie du cycle sexuel.

Au Cameroun, les travaux sur l'endocrinologie de la reproduction chez la chèvre naine sont encore au stade embryonnaire. Les observations au cours de cette étude ont permis de vérifier et de confirmer le rôle primordial

du comportement sexuel du bouc (poursuites sexuelles, activité mâle) et le contact physique comme facteur important pour la stimulation des femelles. De nouvelles connaissances ont été acquises sur les taux moyens de la progestérone

plasmatisée chez la chèvre naine, aussi bien gravide, cyclée qu'en anœstrus. Elles ont permis d'élargir le champ des connaissances disponibles sur les petits ruminants du Cameroun, et donc de la sous-région de l'Afrique Subsaharienne. Les présents résultats préliminaires ouvrent la voie à des travaux plus poussés pour la maîtrise des cycles sexuels de la chèvre en vue d'un choix plus judicieux des outils dans la programmation des croisements pour un plus grand rendement.

Conclusions

Les résultats obtenus sur l'effet mâle chez la chèvre naine et son influence sur l'évolution de la progestérone plasmatisée montrent qu'il est possible d'induire de façon naturelle une synchronisation de l'œstrus chez des chèvres locales de la zone de forêt du Cameroun. De même, les valeurs moyennes de la progestérone plasmatisée chez les chèvres locales non gestantes, gestantes ou en anœstrus ont été évaluées pour la première fois. Les applications pratiques de tels résultats permettront entre autres, une plus grande maîtrise de la reproduction et donc de la production par le contrôle des luttés et la programmation des mises bas, en fonction des disponibilités alimentaires, de la demande, ou du calendrier cultural. Il en résultera une possibilité de limitation des sources de conflits en milieu rural (limitation de la divagation des bêtes), de diminution de la mortalité des chevreaux (mises bas au moment favorable sur le plan alimentaire), et de l'amélioration des conditions de vie des éleveurs (en zone rurale, urbaine ou périurbaine) pour qui, les applications pratiques de la synchronisation de l'œstrus par effet mâle offrent une plus grande opportunité pour l'élevage intensif et semi-intensif des chèvres, et des petits ruminants en général.

Remerciements

Nous remercions les responsables et les techniciens du Laboratoire d'Immunologie du Centre de Biotechnologie de l'Université de Yaoundé I à Nkolbisson, du Laboratoire de Physiologie Animale de la FÂSA, Université de Dschang. Nous remercions Messieurs TITTI Pierre et FOE NDI Christophe pour leur assistance morale et matérielle, Dr TIH Joseph pour l'aide dans la prise de sang et M. MBEP Guillaume pour l'aide dans l'observation du comportement sexuel des chèvres. Nous remercions enfin les collègues chercheurs et le personnel d'appui de la ferme zootechnique du Centre Régional IRAD de Nkolbisson pour leurs conseils et encouragements.

Références

Adeniji KO (1989) L'amélioration des petits ruminants en Afrique de l'Ouest et Centrale In Adeniji KO (éd.) *Improvement of Small Ruminants*, (pp 51-59) *Proceedings of the Workshop on the improvement of small ruminants in West and Central Africa*, 21-25 November 1988, Ibadan, Nigeria. OAU/STRC/IBAR.

Synchronisation naturelle de l'œstrus chez la chèvre naine

Ademosun AA (1989) Evolution de la production des petits ruminants au cours des deux dernières décennies et des perspectives d'avenir en Afrique de l'Ouest et en Afrique Centrale In: Adeniji KO (ed) *Improvement of Small Ruminants*, (pp 51-59) *Proceedings of the Workshop on the improvement of small ruminants in West and Central Africa*, 21-25 November 1988, Ibadan, Nigeria. OAU/STRC/IBAR.

Charray J, Humbert JM and Levif J (1992) *Manual of sheep production in the humid tropics of Africa*. C.A.B. International-IEMVT. 187 p.

Chemineau P, Mahieu M, Gravelier M, Varo H, Thimonier J (1982) Reprise de l'activité ovarienne post-partum chez les petits ruminants des Antilles Françaises. In « L'agneau et le chevreau nouveau-nés ». *7^e Journées INRA-ITOVIC de la Recherche Ovine et Caprine*, Paris (France) 1982. pp 316-324.

Chemineau P, Cognie Y, Xande A, Peroux F, Alexandre G, Levy F, Shitalou E, Mbeche M, Sergent D, Camus E, Barre N et Thimonier J (1984) Le « Cabrit créole » de Guadeloupe et ses caractéristiques zootechniques: monographie. *Revue d'Elevage et de Médecine vétérinaire des Pays tropicaux*. 37(2): 225-238.

Chemineau P (1987) Possibilities for using bucks to stimulate ovarian and œstrus cycles in anovulatory goats. A review. *Livestock Production Science* 17:135-147.

Clauss R, Over R et Dehnhard M (1990) Effect of Male Odour on LH Sécrétion and the Induction of Ovulation in Seasonally Anœstrus Goats. *Animal Reproduction Science* 22:27-38.

Djoko TD, Mbah DA, Mbanya JN, Kamga P, Awah NR and Bopelet M (2003) Crossbreeding cattle for milk production in the Tropics : Effects of genetic and environmental factors on the performance of improved génotypes on the Cameroon western high plateau. *Revue d'Elevage et de Médecine vétérinaire des Pays tropicaux* 56(1-2):63-72.

Fotso TJM, Ngou Ngoupayou JD, Kouonmenioc J (1995) Performances expérimentales des Cobayes élevés pour la viande au Cameroun. *Cahiers Agricultures* 4:65-9.

ILRI (1994) *Small Ruminant Research and Development in Africa. Proceedings of the Third Biannual Conference of the African Small Ruminants Research Network*, UICC, Kampala, Uganda, 579 December.

Manjeli Y, Tegua A, Njwe RM, Tchoumboue J et Ayong EE (1994) Enquête sur l'élevage caprin dans les Hauts-Plateaux 'de l'Ouest Cameroun. In: *Small Ruminant Research and Development*, ILRI, pp 99-103.

Synchronisation naturelle de l'oestrus chez la chèvre naine

Martin GB, Oldham CM, Cogme Y and Pearce DT (1986) The physiological responses of anovulatory ewes to the introduction of ranis. *Livestock Production Science* 15:219-247.

Mbah DA (1989) Factors affecting the growth of sheep and goats in West and Central Africa. Pp 95-103. In Adeniji KO (éd.) Improvement of Small Ruminants, (pp 51-59) *Proceedings of the workshop on the improvement of small ruminants in West and Central Africa*, 21-25 November 1988, Ibadan, Nigeria. OAU/ STRC/TBAR.

M'baye M, Diop PEH, Wondc A (1989) Etude du cycle sexuel chez la brebis de race Djallonké. *Rapport du 2ème atelier de travail sur la reproduction du bétail iryanotolerant en Afrique de l'Ouest et du Centre*, Harare, Zimbabwe, 4-8 septembre.

MINEPIA(1995) Etude du Secteur Elevage, Cameroun. *Rapport d'une Enquête sur le Secteur d'Elevage au Cameroun*, pp 100-125.

Mgongo FOK. (1988) The effect of buck on synchronization of estrus in goats after intravulvo-submucosal administration of cloprostenol. *Theriogenology* 30(5):987-995.

Nasko G (1989) Discours d'ouverture du Ministre de l'Agriculture, des ressources hydrauliques et du développement rural du Nigeria (pp 16-18). In Adeniji KO (ed.) Improvement of Small Ruminants, (pp 51-59) *Proceedings of the Workshop on the improvement of small ruminants in West and Central Africa*, 21-25 November 1988, Ibadan, Nigeria. OAU/STRC/IBAR.

Restall BJ (1992) The male effect in goats. In: *5th International Conference on Goats*. 2-8 Mars 1992, New-Delhi. Vol. II, PartII.

Signoret JP (1982) L'effet mâle. *La Recherche* 13 :512-514. Statistical Analysis System (1997) SAS/STAT Guide for personal computers. *Release, 6.12 Edition*. SAS Institute Inc. Cary, North Carolina..

Touré G, Meyer C, Tanoh KG et Siriki DT (1995) Profil de la progestérone chez la brebis Djallonké durant le cycle oestral. *Agronomie Africaine* 7(1):59-64.

Vallerand F, et Branckaert R (1975) La race Djallonké au Cameroun. Potentiels zootechniques, conditions d'élevage, avenir. *Revue d'Elevage et de Médecine vétérinaire des Pays tropicaux* 4:525-546.

Yenikoye A (1989) Seasonal variations in plasmatic PRL, FSH and LH feed back in Peul sheep in Niger. In CIPEA (ed). Pp 288-302 *Proceedings of the conference on African Small Ruminant Research and Development*, 18-25 January 1989, Bamenda, Cameroon.

Received: 24 July 2007 ; Accepted: 26 October 2008

L'effet mâle chez les petits ruminants: Synthèse

*C Meyer et D Djoko Teinkam**

Nîmes, France, Anciennement Cirad – ES

* Institut de Recherche Agricole pour le Développement (IRAD), BP 2123, Yaoundé-Cameroun

djokotdenis@yahoo.fr

Résumé

La reproduction des petits ruminants en pays tempérés, comme en zone tropicale, dépend de nombreux facteurs environnementaux, en particulier la saison et la présence de congénères. En élevage, l'effet mâle consiste à séparer le troupeau de femelles des mâles puis à réintroduire ceux-ci. Cela aboutit à une synchronisation relative des chaleurs et des mises bas. Chez la brebis comme chez la chèvre, le mécanisme fait intervenir essentiellement des phéromones de la toison des mâles (des acides gras sécrétés par les glandes sébacées) détectées par le tractus olfactif des femelles et agissant au niveau de l'hypothalamus puis par voie hormonale (GnRH, LH, FSH). Les autres sens interviennent aussi : vue, toucher, ouïe.

Divers facteurs modifient le résultat : lieu, espèce, race, rang hiérarchique, intensité de la stimulation, intensité de l'anoestrus, âge, pré-exposition, durée de la séparation, alimentation, stress, etc. Des traitements complémentaires à l'effet mâle augmentent son efficacité : injection de progestérone aux femelles, traitement photopériodique, traitement avec de la mélatonine, éponges imprégnées de progestagènes. Ainsi, l'effet mâle permet de synchroniser les chaleurs et les mises bas, et peut permettre d'avancer un peu la saison sexuelle ou de limiter les variations saisonnières de la reproduction. La méthode est bon marché et, seule, n'utilise pas d'hormone. Elle demande de bien connaître les variations saisonnières de l'activité sexuelle, d'utiliser des mâles actifs, et aussi une bonne organisation. Bien maîtrisé, l'effet mâle peut être largement pratiqué par les éleveurs.

Mots-clés: Bélier, bouc, caprin, ovin, reproduction, saisonnalité, synchronisation des chaleurs

The male effect on small ruminants. A Review

Abstract

Reproductive activity of small ruminants is dependent on various environmental factors, particularly season and interactions with congeners, in temperate as well as in tropical countries. In farms, the "male effect" consists of introducing one or many males in contact with females in a herd after a separation. There is a relative heat synchronisation and parturition. In sheep and goats, the mechanism mainly involves the pheromones from the hair of the males (fatty acids secreted by sebaceous glands) detected essentially by the main olfactory tracts of the females and acting on the hypothalamus and then by hormonal way (GnRH, LH, FSH). The other senses are also involved: sight, touch, and hearing.

Several factors affect the results: the place, the species, the breed, the rank, the intensity of male stimulation, the intensity of female anoestrus, the age of males, the age of females, the pre-exposition to male, the length of the separation, the nutrition, the stress, etc. Some complementary treatments can render the male effect more effective: progesterone injection to females, photoperiodic treatment, melatonin treatment, or vaginal sponges. So the male effect can synchronise heats and parturition of ewes and goats. It can allow to advance somewhat the breeding season or to limit the seasonal variations of reproduction. The method is cheap and,

alone, does not utilise hormones. It requires a good knowledge of the seasonal variations of sexual activity, the use of active males and a good organization. If well understood, male effect can largely be practiced par livestock farmers.

Keywords: *Buck, goat, oestrus synchronization, ram, reproduction, seasonality, sheep*

Introduction

En 1966, 1968 et 1969, Prud'hon et al ont décrit avec précision le phénomène « effet mâle » pour la première fois sur des brebis de race Mérinos d'Arles au Domaine du Merle au sud de la France. Cette méthode avait déjà été employée chez les ovins avant 1828 (Thimonier et al 2000). Lorsque les mâles et les femelles sont séparés au moins un mois, l'introduction des béliers dans le troupeau à certains moments de l'année où les brebis sont en anoestrus entraîne l'apparition d'oestrus et le groupement de ces oestrus autour de pics qui se traduisent donc par des pics de mises bas. Ce phénomène, baptisé « effet mâle » a été constaté aussi chez d'autres espèces domestiques de mammifères tels la chèvre, la truie et, parmi les animaux sauvages, la biche.

Or la saisonnalité de la reproduction des animaux domestiques est une contrainte qui limite son efficacité en élevage. L'effet mâle a vite paru être une méthode peu coûteuse en matériel, peu difficile à mettre en œuvre et permettant de limiter les effets de la saisonnalité.

Contrairement à d'autres méthodes d'induction et de synchronisation des chaleurs par des apports d'hormones, elle permet d'éviter la présence de résidus dans les viandes car elle est naturelle. La méthode est apparue efficace aussi en milieu tropical, et subtropical (Djoko et al 2006). Même si les petits ruminants tropicaux se reproduisent plus ou moins toute l'année en milieu tropical, il existe des périodes de moindre efficacité de la reproduction. L'effet mâle peut permettre de limiter cette diminution d'efficacité. Il permet enfin dans les élevages contrôlés d'ajuster les mises bas en fonction de la demande et de la disponibilité alimentaire. Les manipulations de la photopériode (photopériode artificielle) peuvent permettre aussi de modifier l'anoestrus saisonnier chez les petits ruminants, mais elles ne synchronisent pas les chaleurs (Pellicer-Rubio et al 2007).

Le but de ce travail est de passer en revue succinctement le mécanisme et les variations de l'effet mâle chez les brebis puis les chèvres dans le monde, surtout en zones tropicales et subtropicales, pour en faciliter la pratique sous plusieurs latitudes. Il pourra aider les éleveurs et autres acteurs dans l'élevage des petits ruminants à utiliser cette technique avec plus d'efficacité. Il pourra enfin aider les chercheurs à partir des acquis à aller plus loin, afin d'adapter la technique aux conditions tropicales. En effet, des études récentes (Chanvallon 2009) ont permis de préciser l'utilisation de l'effet bélier selon le type génétique, remettant en question la profondeur d'anoestrus comme prédicteur de la réponse à l'effet mâle, et mis en évidence les mécanismes neuroendocriniens sous-jacents.

Variations saisonnières de l'activité sexuelle

Les variations saisonnières de l'activité sexuelle dans le monde sont comparables chez la brebis et chez la chèvre.

En zone tempérée

En zone tempérée, les oestrus des brebis et des chèvres ont lieu pendant la saison sexuelle. Elles sont cyclées à partir des jours décroissants en automne et en hiver.

Dans l'hémisphère Nord, la saison sexuelle des brebis varie avec les races. Elle a lieu le plus souvent vers l'automne (de juillet-octobre à décembre-février soit de la fin de l'été à l'hiver) pour certaines races et au printemps et automne pour d'autres races de moutons (exemple : Ile-de-

France), avec une durée de la saison sexuelle variant de 140 à 210 jours selon la race (Thimonier et Gauthier 1984). Dans l'hémisphère Sud, elle dure de mars à octobre (Afrique du Sud, Australie).

Au nord de l'Afrique, certaines races ovines se reproduisent toute l'année (D'man au Maroc, Ossimi en Egypte) et d'autres ont un saisonnement de leur activité sexuelle (Barbarine en Tunisie, Rahmani en Egypte) (Baril et al 1993). Les races Sardi, Beni-Guil et Timahdite du Maroc présentent un maximum d'oestrus et d'activité ovulatoire de juin à janvier (Glatzel 1987). Au Maroc, la chèvre D'man est moins fertile en février, mars et avril (Glatzel 1987). Ses activités oestrale et ovarienne (ovulation) diminuent alors (Derquaoui et El Khaledi 1994). En Algérie, la chèvre Bédouine est en activité ovarienne de la fin de l'été à la fin de l'hiver (Charallah et al 2000).

Le mécanisme de ces variations saisonnières d'activité fait intervenir surtout la photopériode et la mélatonine. Des facteurs génétiques interviennent. Ainsi des chèvres et des boucs Djallonké ont continué à se reproduire toute l'année après avoir été introduites en Allemagne (51° de latitude Nord) et à Edinburgh, en Ecosse. Enfin, La disponibilité en aliments, particulièrement en herbe jeune (pouvant être liée à la pluviométrie) joue fortement sur l'apparition et l'expression des chaleurs et sur la fertilité (Baril et al 1993). La durée de l'anoestrus est variable, son intensité varie aussi dans le temps et selon la race. On parle de profondeur d'anoestrus.

En zone tropicale

Dans la plupart des pays tropicaux, les cycles oestriens sont connus pour se produire toute l'année, mais avec des pics de fécondation plus ou moins marqués.

En Afrique de l'Ouest, chez les brebis Djallonké, les cycles ont lieu toute l'année, mais avec des variations saisonnières. En saison sèche l'intervalle entre oestrus peut augmenter : 31 jours au lieu de 17 au Niger (Yenikoye 1984 cité par Hounzangbe-Adote 1991). Au Bénin, les écarts entre valeurs extrêmes sont aussi plus grands en saison sèche. Le pourcentage des chaleurs silencieuses est de 11 % en saison sèche et de 53 % en saison des pluies. L'activité sexuelle la plus intense a lieu au début de la saison des pluies (Hounzangbe-Adote 1991). Chez la chèvre, en Afrique de l'Ouest, au sud du Ghana, les naissances ont lieu toute l'année, mais sont plus fréquentes en mars, avril et mai ou en avril et en novembre (Devendra et Burns 1983).

En Afrique centrale les moutons et les chèvres de diverses races se reproduisent tout au long de l'année, mais avec des pics de naissances qui varient en fonction des différentes écologies de la sous-région et en fonction des espèces. Ainsi, les études menées ces dernières années au Cameroun montrent que dans la zone forestière (en dessous du 6ème parallèle Nord) où les pluies sont abondantes, les pics de naissances s'observent de décembre à février (grande saison sèche) de mars à mai (petite saison des pluies) et en octobre-novembre (grande saison des pluies) soit des fécondations en août-septembre (fin de la petite saison sèche) en mars et avril (petite saison des pluies) et août à octobre (grande saison des pluies) (Djoko, communication personnelle). La reproduction est ici fortement influencée par la pluviométrie qui régule la disponibilité de l'herbe dans les pâturages naturels. Dans la partie soudano-sahélienne du pays (au dessus du 8ème parallèle Nord, avec une pluviométrie annuelle inférieure à 800 mm et une saison des pluies de mai à septembre), un pic de naissances s'observe de septembre à octobre (saison sèche froide) chez les ovins soit un pic de fécondations en mai et juin. Mais chez les Massa et Foulbé, deux pics de naissances sont observés de février à mai (saison sèche chaude) et de septembre à octobre soit des pics de fécondations d'avril à mai et de juillet à octobre (Ebangui et al 1996). Ceci

suggère que le début et la fin de la saison des pluies seraient les périodes favorables à un plus grand nombre d'œstrus et d'une très grande activité ovulatoire.

Des cas d'anœstrus post-partum de plus de trois mois ont été récemment rapportés chez un certain nombre de chèvres naines dans cette zone forestière maintenues dans le système traditionnel d'élevage (Djoko, en cours d'étude). Des travaux récents sur l'activité ovarienne au cours de l'année chez la chèvre naine de la zone de forêt du Cameroun (Djoko et al en cours de publication) ont mis en évidence des périodes fréquentes d'inactivité ovarienne (anœstrus post-partum ou non) de plusieurs mois (3 à 8 mois), avec des pics de cycles courts non ovulatoires, mais dont les causes profondes n'ont pas encore été élucidées. Dans la partie sahélienne du pays, du 7^{ème} au 13^{ème} parallèle nord, deux pics de naissances s'observent de mars à mai (saison sèche chaude) et de septembre à octobre (saison sèche froide).

En Guadeloupe, les chèvres Créoles peuvent se reproduire toute l'année. Pendant 9 mois, 90 % des chèvres ont au moins une ovulation par mois. Pendant les 3 autres mois, c'est le cas de 80 % des chèvres. Les races européennes importées se reproduisent moins bien qu'en Europe. Elles présentent une période d'anœstrus et d'anovulation. La saison sexuelle est plus longue de 18 à 49 jours, la dissociation entre œstrus et ovulation est plus grande, la proportion de cycles courts plus grande et le taux d'ovulation moins élevé qu'en Europe (Delgadillo et al 1997).

Au nord du Mexique, chez la chèvre, une période d'anœstrus et d'anovulation existe d'avril à juillet. Cette période est plus courte pour les femelles qui ont mis bas en mai que pour celles qui ont mis bas en janvier (Delgadillo et al 1997).

Au Brésil, dans le Nordeste, les chèvres locales se reproduisent toute l'année, avec 2 saisons principales de mise bas correspondant à plus de fécondations au début de la saison des pluies et au moment du déclin de l'éclairement en avril (Siva et al 1984).

L'effet mâle est un des moyens permettant de limiter ces variations saisonnières nuisibles à la rentabilité de l'élevage.

Description de l'effet mâle proprement dit

L'effet mâle est bien différent chez les ovins et chez les caprins.

Ovins

Lorsque l'on remet les béliers avec les brebis après les avoir séparés pendant au moins un mois, on observe la suite des événements suivants chez chacune des brebis :

- une ovulation silencieuse c'est-à-dire qui n'est pas accompagnée d'œstrus se produit dans les 2 à 4 jours,
- le cycle œstral qui suit est soit de durée normale (17 jours environ), soit de courte durée (5 à 6 jours) et suivi alors d'une autre ovulation très souvent silencieuse et d'un cycle œstral de durée normale.
- un œstrus normal avec ovulation normale (Thimonier et al 2000).

Il en résulte pour l'ensemble des brebis soumises à l'effet mâle que l'on observe 2 pics principaux d'œstrus avec montes par les béliers :

- 19 jours (18 à 20 jours) après l'introduction des béliers,
- 25 jours (24 à 26 jours) après l'introduction des béliers.

Les brebis non fécondées lors de ces 2 pics reviennent en chaleur après 17 jours pour la plupart, dans une proportion qui dépend de l'intensité de l'anœstrus au départ (Thimonier et al 2000).

Ainsi, beaucoup de femelles en anœstrus viennent en chaleurs et sont fécondées et de plus, les mises bas seront assez regroupées. La saison de reproduction peut être avancée de 4 à 6 semaines, parfois plus (Rosa et Bryant 2002). La durée de lutte est réduite : 30-35 jours chez les ovins Créole (Chemineau et al 1991). L'effet mâle présente donc un grand intérêt pratique (Restall 1992). Il peut être utilisé pour le contrôle de la mise en place des cycles ovariens et la fécondation des brebis (Folch et al 1985). Il est largement utilisé par exemple en Australie pour les troupeaux de moutons à laine en saison d'anœstrus (Rosa et al 2002).

Caprins

En Guadeloupe, lorsque l'on remet les boucs avec les chèvres Créoles en anœstrus après les avoir séparés au moins un mois, on observe une suite des événements semblable chez chacune des chèvres :

- une ovulation accompagnée d'œstrus dans 60 % des cas se produit après 2,5 jours en moyenne,
- le cycle œstral qui suit est soit de durée normale (21 jours environ chez la chèvre), soit (dans 75 % des cas) de courte durée (5 jours environ) et suivi alors d'un cycle œstral de durée normale (21 jours environ),
- un œstrus normal avec ovulation normale.

En Afrique Centrale, le même phénomène a été observé chez la chèvre naine de la zone de forêt du Cameroun (Djoko et al 2006) (Figure 1).

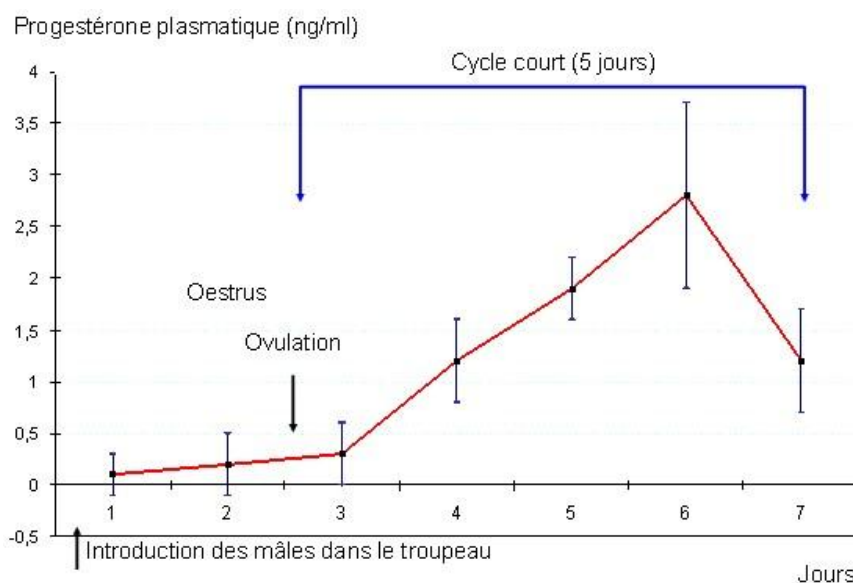


Figure 1. Evolution de la progestérone plasmatique les 7 premiers jours de l'effet mâle chez la chèvre naine cyclée au Cameroun (Djoko et al 2006)

Il en résulte pour l'ensemble des chèvres soumises à l'effet mâle que l'on observe 2 pics premiers d'œstrus avec montes par les boucs :

- 3 jours environ après l'introduction des boucs pour 60 % des chèvres Créoles,
- 9 jours (7 à 12 jours) après l'introduction des boucs pour 40 % des chèvres.

Les premières chaleurs sont peu fertiles et les chèvres non fécondées lors de ces 2 premiers pics reviennent en chaleur après 21 jours ce qui se traduit par 2 autres pics de montes centrés sur le 24^e jour (60 % des chèvres) et sur le 29^e jour après l'introduction des boucs (Chemineau 1989). L'ensemble est résumé dans le tableau 1.

Tableau 1. Ovulations et œstrus chez la chèvre Créole en Guadeloupe après introduction du mâle (effet bouc) (d'après Chemineau 1985)

	Œstrus n° 1	Œstrus n° 2	Œstrus n° 3
Moment du pic d'œstrus après introduction du mâle, jours	2	8 (6 jours après) - (cycle court)	25 ou 31 (21 jours après) - (cycle normal)
% des chèvres en œstrus	65	75	25 75

La chronologie des événements est peu différente selon les auteurs (Tableau 2).

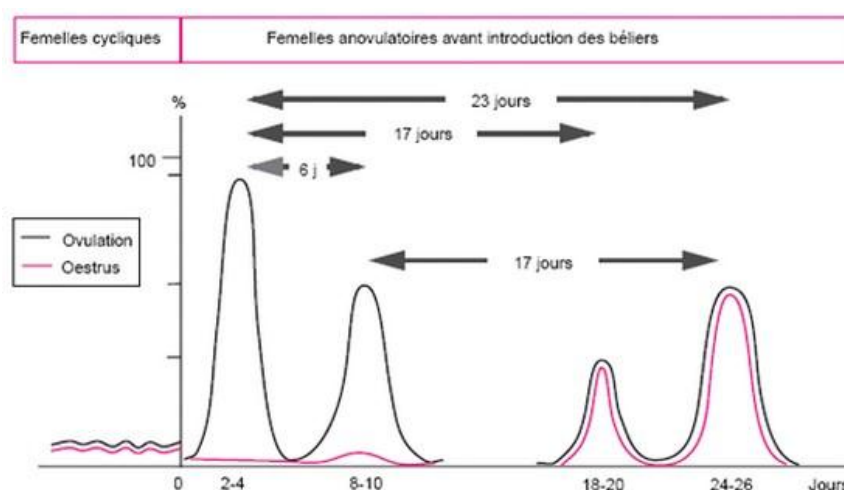
Tableau 2. Chronologie des événements suite à l'introduction de mâles pour l'effet mâle

Moment de l'œstrus	Moment ovulation	Durée 1 ^{er} cycles	Premières montes ou IA	Espèce	Race	Pays	Réf. *
	2-4 j	17 j ou 6 j + 17 j	18-20 j ou 24-26 j	Brebis	Général	Général	1
		4-6 j + normal		Brebis	Général	Général	2
		5-6 j + 17 j	19 ± 1 j	Brebis	Général	Général	3
			17-25 j	Brebis	Corriedale	Argentine	4
	< 4 j		19 j ou 23 j	Brebis	Romney	Nlle-Zélande	5
	2,5 j	75% cyclées 3-8 j	7-12 j	Chèvre	Créole	Guadeloupe	6
48,7 ± 16,1 h	5 j			Chèvre	Créole	Guadeloupe	7
2,33 ± 1,24 j et 7e-8e jours	5 j			Chèvre	Naine	Cameroun	8
	3 j	5-6 j		Chèvre		Inde	9

*Références : 1. Thimonier et al 2000 - 2. Martin et al 1986 - 3. Baril et al 1993 - 4. Rodriguez-Iglesias 1991 - 5. Knight et al 1978 - 6. Chemineau 1989 - 7. Chemineau et al 1984 - 8. Djoko et al 2006 - 9. Restall 1992

Mécanismes de l'effet mâle

Les mécanismes (Figure 2) sont proches chez les ovins et les caprins.



J0 étant le jour d'introduction des béliers. Source : Thimonier et al (2000).

Figure 2. Représentation schématique de la réponse à long terme à l'effet mâle.

Les hormones

L'implication des hormones gonadotropes (LH, FSH) et stéroïdes (progestérone, œstradiol) dans le phénomène de l'effet mâle a été mise en évidence par plusieurs études au cours des dernières décennies, et leurs modes d'action étudiés. D'autres études (Lopez et Inskeep 1988) ont montré

l'importance des prétraitements à la progestérone et la durée d'exposition aux mâles sur la qualité de la réponse à des femelles à l'effet mâle. L'importance du déclenchement du pic de LH a été ainsi soulignée dans la réussite de l'effet mâle. Le pic de LH se produit plus souvent la nuit (79 % dans cet essai) que le jour (Fabre-Nys et al 1984). L'augmentation des pulses de LH après contact avec le mâle est très rapide : dès 2 à 4 minutes (Martin et al 1986 ; Rosa et Bryant 2002). Ces pulses de LH stimulent la croissance folliculaire avec sécrétion d'œstradiol, induction des décharges de LH et FSH et ovulation puis formation d'un corps jaune. Ce corps jaune peut être normal ou régresser rapidement.

Chemineau et al (1984) ont constaté que très rapidement après l'introduction du mâle, la LH du plasma de la chèvre augmente jusqu'à 7 fois par rapport à son niveau de base antérieur. Chez la brebis et la chèvre, cette augmentation se produit par augmentation des pulses de LH et aboutit à un pic de LH suivi d'une ovulation. Ces changements hormonaux sont induits par des mécanismes de reconnaissance olfactive de phéromones.

Ferreria et al (2008) ont pu constater cette augmentation de la concentration de LH sur des brebis Corriedale au Mexique, comme chez les Mérinos. Cette augmentation de la LH est déclenchée par une augmentation brusque de l'activité du générateur hypothalamique de GnRH (Robinson et al 1991). Les variations saisonnières des réponses à l'effet mâle s'expliqueraient par des variations de la sensibilité de ce générateur hypothalamique de GnRH (Gonzalez et al 1989).

Poindron et al (1980) ont montré que la prolactine n'intervient pas dans l'effet mâle. L'injection de prolactine aux brebis ne modifie pas les courbes de FSH et de LH. La réponse hormonale à l'effet mâle, avec augmentation de la sécrétion pulsatile de LH, se produit même sur les brebis cyclées, à tous les stades du cycle œstral, et pour des races très diverses (Hawken et al 2007).

Knight et al (1978) n'ont pas constaté de changements dans la concentration de l'œstradiol 17β. De même, pour Martin (1979), l'absence d'œstrus chez la brebis après effet mâle ne semble pas due à une déficience en œstradiol. L'injection d'œstradiol n'a pas augmenté les comportements de chaleurs.

Les différents moments d'apparition du premier pic de LH suite à l'effet mâle sont résumés ci-dessous (Tableau 3).

Tableau 3. Moments du premier pic LH et de l'ovulation après effet mâle

Autre traitement	Début du pic LH (h)	Moment ovulation	Max. pic (ng/ml)	du LH	Espèce	Race	Pays	Réf.*
Non	11,8 ± 2,6 h		49,4 ± 10,7 (18-90)		Brebis	Aragonesa	Espagne	1
Non	20,5 ± 10,7 h		16 ± 16		Brebis	Barbarine	Tunisie	2
Non	27 ± 4 h	50 % < 41 h			Brebis	Merinos	Australie	3
Non		< 3 jours			Brebis	Merinos	Australie	4
Non	35,0 ± 4,8 h	65-72 h			Brebis	Romney	Nlle-Zélande	5
Non	12 à 48 h				Brebis	Général	Général	6
Non	36 h (de 6 à 54 h)				Brebis	Général	Général	7
Mélatonine	8 à 26 h				Brebis		Espagne	8
Progest. IM	58,8 ± 10,1 h				Brebis	Barbarine	Tunisie	9
Eponges seules (sans effet mâle)	env. 15 h après début chaleurs	37,6 ± 0,5 ou 40,1 ± 2,3 h	10 à 42		Chèvre		Mexique	10

Toison (poils)	seule	env. 24 h après exposition	140 (n=1)	Chèvre			11
Non		53,0 ± 12,4 h (anoestrus profond)		Chèvre	Créole	Guadeloupe	12
Photopériode ou mélatonine	ou	24 h - 110 h		Chèvre	Alpine/Saanen	France	13

*Références : 1. Abecia et al 2002 - 2. Lassoued et al 1995 - 3. Oldham et al 1979 - 4. Martin et al 1980 - 5. Knight et al 1978 - 6. Martin et al 1986 - 7. Menassol 2007 - 8. Gomez-Brunet 1995 - 9. Lassoued et al 1995 - 10. Martinez-Alvarez et al 2007 - 11. Claus et al 1990 - 12. Chemineau et al 1984 - 13. Pellicer-Rubio et al 2007

Pour expliquer la présence du cycle court de 5 à 6 jours qui suit la première ovulation après l'effet mâle, avec un corps jaune à vie courte, Chemineau et al (2006) ont proposé une hypothèse de travail. Comme l'activité gonadotrope pendant l'anoestrus est suspendue, les premiers follicules qui ovulent sont de qualité insuffisante, en particulier au niveau des cellules de granulosa. Ces follicules se transforment en corps jaunes anormaux aussi, avec en particulier une proportion insuffisante de grandes cellules lutéales. Ces corps jaunes sécrètent une quantité de progestérone inférieure à la normale. La concentration plasmatique de progestérone serait insuffisante pour bloquer l'activité gonadotrope. Une nouvelle vague de follicules se développerait à partir du 3^e-4^e jour du cycle, follicules qui secréteraient des œstrogènes. Ces œstrogènes stimuleraient la sécrétion de prostaglandines par l'utérus et d'ocytocine par le corps jaune, d'où une lutéolyse précoce permettant le démarrage d'un nouveau cycle.

Chez les caprins, le moment du premier pic de LH après introduction du bouc varie selon la profondeur de l'anoestrus chez la chèvre (Martinez-Alvarez et al 2007) (Tableau 2). Les chèvres Cachemire dominantes ont des pulses plus importants et un pic de LH plus élevé que les autres chèvres (Alvarez et al 2007). D'une façon générale l'exposition au mâle induit chez la femelle une augmentation de la pulsativité de LH seulement en début et à la fin de la phase lutéale du cycle estrien, les fortes concentrations de progestérone en milieu de phase lutéale semblent bloquer l'effet mâle (Hawken et al 2009). La courbe de progestérone dépend de la présence d'un corps jaune actif (Figure 1). Il est à noter que la parité de la chèvre n'influence ni l'œstrus, ni sa réponse ovulatoire à l'effet mâle (Luna-Orozco et al 2008).

Pour Chemineau et al (2006), le mécanisme qui explique les cycles courts serait globalement le même pour les chèvres que pour les brebis. Mais, ils indiquent que les brebis exigent un taux de progestérone endogène plus intense que les chèvres pour supprimer les cycles courts. C'est pourquoi, les ovulations précédées d'un cycle normal sont les seules qui sont accompagnées par des manifestations d'œstrus chez la brebis.

Odeurs et phéromones

Chez le mouton, l'intervention de l'odorat a été reconnue très tôt, de même que l'intervention d'autres facteurs (Lindsay 1965 ; Chen-Tannoudji et al 1986). Une revue des réponses physiologiques par Martin et al (1986) a signalé l'action d'une phéromone sur le tractus olfactif principal surtout et peu sur le tractus olfactif secondaire (Oldham et al 1979 ; Chen-Tannoudji et al 1994) qui active les neurones de l'hypothalamus sécrétant le GnRH. Le système olfactif principal des mammifères comprend le nez, les nerfs olfactifs et le bulbe olfactif. Le système olfactif accessoire, sensible aux phéromones, comporte l'organe voméronasal, les nerfs voméronasaux et le bulbe olfactif accessoire.

Chez le bélier, les odeurs qui interviennent sont celles de la laine et du suint (Rosa et Bryant 2002). Les odeurs de la toison du bouc peuvent entraîner des réactions hormonales chez les

brebis. Les composants actifs, des diols, sont contenus dans la sous-fraction acide de l'extrait du chlorure de méthylène (Signoret 1991). La phéromone comprend plusieurs composés. L'association de 1,2-hexadecanediol synthétique et de 1,2-octadecanediol avec la fraction acide a pu entraîner des réactions hormonales (LH) chez des brebis en anœstrus. Les acides gras semblent impliqués (Cohen-Tannoudji et al 1994). Ainsi, la phéromone qui agit sur l'effet mâle semble être constituée d'un mélange de différentes substances (Rosa et Bryant 2002). Kitago et al (2007) ont montré que certains gènes d'élongation des acides gras à longue chaîne augmentaient leur expression significativement, surtout dans les glandes sébacées des zones de la peau intéressées.

Chez le bouc, les poils contiennent des phéromones agissant par effet mâle. Les extraits contenant des acides gras ou des lipides sont actifs (Chemineau et al 1991). Ces phéromones semblent produites par les glandes sébacées de la tête des boucs sous l'action de la testostérone (Wakabayashi et al 2000). Ces glandes s'hypertrophient sous l'action de la testostérone et leur extrait déclenche un effet mâle chez les chèvres (Knight et al 1978 ; Veliz et al 2004). Rappelons que le taux sanguin de testostérone des boucs varie au cours de l'année (Fabre-Nys 2000). Les phéromones de boucs agissent aussi sur des brebis (Over et al 1990). Par contre, celles des verrats n'agissent pas (Rosa et Bryant 2002).

Autres sens

Chez les caprins, dans une revue des mécanismes en France, Chemineau (1987) indique que l'odeur du bouc seule peut déclencher un effet mâle avec ovulation, mais que le pourcentage de femelles qui ovulent est plus important si les chèvres sont aussi en contact avec les boucs. Gonzalez et al (1988) ont constaté que sans contact physique entre les béliers et des femelles en chaleurs, la réponse hormonale est absente. Le contact physique doit être complet (signaux visuels et tactiles) pour un effet maximal sur l'ovulation (Pearce et Oldham 1988).

Chez les caprins, Chemineau et al (1986) ont constaté que la destruction de l'odorat des chèvres ne supprime pas complètement l'effet mâle : d'autres sens interviennent aussi. Delgadillo et al (2006) ont constaté que la vocalisation facilite l'expression de l'œstrus de chèvres au Mexique.

Le comportement

Le comportement sexuel des mâles, béliers et boucs, est important dans l'effet mâle. Celui-ci est d'autant plus important que les mâles sont actifs. Chez les brebis, la présence continue de femelles en chaleurs facilite l'effet mâle (Rodriguez-Iglesias et al 1991 ; Ungerfeld et Siva 2004).

Chez les caprins, Chemineau (1987) signale aussi que l'intensité de la stimulation des mâles (Delgadillo et al 2006) et la profondeur de l'anœstrus des chèvres interviennent sur le pourcentage de chèvres qui ovulent.

Principaux facteurs de variation de l'effet mâle

L'espèce, le lieu et la race

L'effet mâle se manifeste de manière différente chez la brebis et chez la chèvre. Il y a aussi des différences entre races. Il a été montré que la brebis et la chèvre n'ont pas de préférence de race pour la monte (Lassoued et al 2004 ; Lindsay et al 1975). Toutefois, lorsqu'il s'agit de races à queue fine ou à queue grasse, la race a un effet net sur l'intérêt sexuel des brebis (Simitzis et al 2006). D'après Chanvallon (2009), deux autres facteurs sont susceptibles de contribuer à cette variabilité : le génotype et l'âge des brebis.

Chez les caprins, le succès de l'effet mâle varie avec la latitude en fonction de l'intensité de l'inhibition par la photopériode. Il en résulte que l'effet mâle seul peut être efficace toute l'année près de l'équateur (comme les chèvres Créoles en Guadeloupe) au lieu d'être efficace seulement avant ou après la saison sexuelle chez les races très saisonnées originaires de climats tempérés. Au milieu de la période d'œstrus, l'effet mâle doit être associé au traitement photopériodique pour être efficace (Pellicer-Rubio et al 2007).

La séparation complète des mâles est-elle indispensable?

Au début, une séparation complète était préconisée pendant au moins 3 semaines chez les brebis Ile-de-France. La période d'isolement a été réduite avec succès jusqu'à 17 jours pour les moutons Mérinos et même à 14-16 jours en race Aragonaise (Lopez et Inskoop 1988). Les brebis s'habituent aux béliers et le fait de changer de bélier peut stimuler certaines femelles qui n'étaient pas venues en chaleur. Mais le remplacement fréquent de bélier après quelques heures n'améliore pas les résultats (Rosa et Bryant 2002).

Par ailleurs, des contacts occasionnels de courte durée entre les béliers et les brebis pendant le temps de séparation ne compromettent pas l'effet mâle (Cohen-Tannoundji et al 1989). Des temps d'exposition de courte durée peuvent synchroniser les chaleurs de brebis pendant la saison sexuelle s'ils sont répétés (Hawken et al 2008). Un contact court des brebis avec le bélier (entre 8 h et 4 jours) fait régresser le corps jaune plus rapidement que lorsque le contact est continu (Schanbacher et al 1987). De même, le fait d'héberger les brebis en box individuels ne diminue pas la sécrétion de LH par rapport aux brebis logées ensemble, mais le moment du pic LH est retardé de 7 heures : $18,5 \pm 2,6$ heures (Abecia et al 2002).

Chez les caprins au Mexique, Veliz et al (2002 ; 2004 et 2006) ont constaté que l'isolement des chèvres anovulatoires par rapport aux boucs n'est pas nécessaire pour obtenir l'effet mâle, quand l'œstrus des femelles est modéré à la condition que des boucs sexuellement actifs soient utilisés. Les boucs en repos sexuel, sexuellement inactifs ne produisent pas d'effet mâle.

Nous verrons plus loin que l'effet mâle peut être complété par d'autres techniques de synchronisation utilisant des hormones ou la photopériode. Si les boucs sont bien stimulés par un traitement photopériodique, l'isolement des mâles par rapport aux chèvres n'est pas nécessaire (Veliz et al 2002 ; Delgadillo et al 2006).

Facteurs liés au sexe et à l'âge

En plus de l'effet mâle ou mâle-femelle, on parle aussi d'interactions femelle-femelle, mâle-mâle, et femelle-mâle.

L'interaction mâle-mâle agit surtout pendant la jeunesse des reproducteurs. Ainsi, la séparation des agneaux mâles commencée entre les âges de 3 mois et de 6 mois retarde la puberté et la première copulation (Rosa et Bryant 2002).

Par effet femelle-femelle, il a aussi été constaté au Mexique que la présence de nombreuses brebis en œstrus peut stimuler l'activité ovarienne d'autres brebis en œstrus saisonnier (Zarco et al 1995).

Les interactions femelle-mâle se manifestent par le fait que les femelles en œstrus stimulent les béliers et ceux-ci sont alors plus efficaces vis-à-vis d'autres femelles en œstrus par effet mâle (Tilbrook 1987 ; Rosa et Bryant 2002). Cet effet femelle-mâle est plus important pendant la période d'œstrus, en février en France (Schanbacher et al 1987).

Chez les caprins, un autre aspect de l'interaction femelle-mâle est que les chèvres de rang hiérarchique élevé sont les premières à ovuler et à être fécondées, probablement parce qu'elles sont plus en contact avec les boucs. Pendant les premières 4 heures, elles ont plus de pulses de LH et un taux de LH plus élevé que les autres chèvres (Alvarez et al 2003 ; Alvarez et al 2007).

Une revue ancienne de l'effet mâle chez la chèvre (Chemineau 1987) faisait apparaître 2 points importants :

- l'intensité de la stimulation par le mâle,

- la « profondeur » de l'anœstrus des chèvres liée à la saison, la race et au stade physiologique. Le pourcentage de premières ovulations sans œstrus et la fréquence des cycles ovariens courts en dépendent.

Or, le niveau d'activité sexuelle du bouc varie au cours de l'année, en liaison avec le taux de testostérone (Fabre-Nys 2000). Cette activité du bouc peut être stimulée par des traitements photopériodiques ou de mélatonine et se traduire par un effet mâle efficace. Ce ne sont pas les femelles qui ne seraient pas assez réceptives, mais les mâles pas assez actifs (Flores et al 2000). L'utilisation de boucs sexuellement actifs est nécessaire pour obtenir un effet mâle (Veliz et al 2002). Par contre, Rosa et Bryant (2002) n'ont pas mis en évidence de différence significative dans la stimulation de l'ovulation des brebis en anœstrus par des béliers à activité sexuelle augmentée.

Combien de mâles faut-il utiliser ?

Chemineau et al (1991) préconisent pour les ovins et caprins Créoles en Guadeloupe 1 mâle pour 10 à 20 femelles. Les femelles peuvent s'habituer à un mâle particulier lorsqu'elles sont en contact étroit avec lui. Elles peuvent alors être stimulées par un autre mâle (Rosa et Bryant 2002). La densité des brebis dans les paddocks (12 ou 84 brebis par ha) n'a pas influé sur les réponses à l'effet mâle en fin de saison d'anœstrus (Rosa et Bryant 2002).

Age du mâle

Les brebis réagissent plus avec les mâles les plus actifs. Elles réagissent plus aussi avec des mâles assez jeunes (2 ans) plutôt que des mâles très âgés (plus de 8 ans) (Ramos et Ungerfeld 2006). Mais, des béliers adultes ont pu donner de meilleurs résultats que des antenais, la conduite sexuelle et la fréquence d'éjaculation étant différentes (Ungerfeld et al 2008).

Age des femelles

Chez les caprins, la parité des chèvres n'influence pas les réponses (ovulation, œstrus) à l'effet mâle (Luna-Orozco et al 2008).

Pour que le comportement sexuel des brebis et des béliers soit normal, les jeunes brebis doivent avoir été en contact préalable avec des mâles. Mais, même si ce n'est pas le cas, elles ont une réponse hormonale (LH) à l'effet mâle (Hawken et al 2008). L'expérience joue aussi un rôle dans la réponse à l'effet mâle. La pré-exposition de brebis aux béliers facilite l'effet mâle. L'odeur du mâle serait apprise par les femelles. Ainsi, la mise en présence d'un mâle actif avec des agnelles avant leur puberté (à 9 mois dans l'essai réalisé) pendant une durée comprise entre 6 heures et une semaine facilite la réponse à l'effet mâle par la suite (Menasso 2007). Il est clairement établi que la réponse endocrine à l'effet mâle implique le système olfactif principal (SOP) chez des brebis sexuellement expérimentées.

Chez des brebis sexuellement naïves, l'odeur de mâle est moins efficace que chez des brebis expérimentées, mais le circuit neuronal impliqué est encore inconnu. L'odeur de mâle induit une activation dans le bulbe olfactif principal (BOP) mais pas dans le système olfactif accessoire (SOA). L'exposition directe au mâle induit une activation significative dans le BOP, les noyaux

cortical et médian de l'amygdale et dans l'hypothalamus ventro-médian mais pas dans les structures corticales, ou dans les neurones à GnRH ou à Tyrosine Hydroxylase (TH). La réponse réduite à l'effet mâle chez les jeunes est donc corrélée à une faible activation centrale. Ces résultats confirment de plus le rôle prédominant du SOP dans la détection des signaux olfactifs chez le mouton (Chanvallon 2009).

Alimentation

Chez les caprins, De Santiago-Miramontes et al (2008) ont constaté que le taux d'ovulation de chèvres est augmenté si les mâles actifs sont supplémentés 7 jours avant leur introduction. Mais cet effet n'existe que pour la première ovulation des chèvres.

Le stress

Le stress doit diminuer l'efficacité de l'effet mâle. Les pulses de LH et le taux d'ovulation ont diminué quand les laparotomies pour étudier l'ovulation ont été pratiquées toutes les 4 heures sur des brebis (Martin et al 1981).

Traitements complémentaires à l'effet mâle

Ovins

Une injection de progestérone (FGA) aux femelles lors de l'introduction des mâles supprime les cycles courts et améliore le regroupement des chaleurs des brebis 19 ± 2 jours après. Le cycle court est supprimé. La première ovulation est silencieuse et la fertilité et la fécondité sont améliorées, mais un peu moins qu'avec des éponges imprégnées de progestagènes (FGA) et injection de PMSG (Chemineau 1985 ; Knight et al 2002 ; Lopez et Inskeep 1988) (Tableau 4). Par contre, au cours de 3 essais en Angleterre, l'introduction de béliers après un traitement de synchronisation des chaleurs avec des progestagènes a souvent diminué le nombre de brebis qui ont conçu au premier service et surtout diminué la prolificité en réduisant le taux d'ovulation (Hawken et al 2005).

Tableau 4. Effets d'un traitement de progestérone sur les résultats de l'effet mâle sur des brebis de race Aragonaise (Floch et al 1985)

Traitements	Nombre de brebis	Fertilité, %	Prolificité : Taille de portée
Effet bélier seul	848	61	1,28
Idem + 20 mg de progestérone	740	69	1,33
FGA + PMSG	378	75	1,56

Le moment d'apparition du pic de LH est retardé. Il s'est produit $25 \pm 10,1$ heures après l'introduction des béliers avec traitement à la progestérone au lieu de $20,5 \pm 10,7$ heures sans traitement à la progestérone chez la race Barbarine en Tunisie (Lassoued et al 1995). Selon Chemineau et al (Chemineau et al 2006), l'effet de cette injection exogène de progestérone s'expliquerait par le blocage de la synthèse de prostaglandines empêchant la lutéolyse précoce et donc le cycle court.

Chez la brebis, l'effet mâle peut être combiné à l'utilisation de photopériodes de jours longs pendant la gestation et d'implants de mélatonine pour avancer la saison sexuelle. Il permet d'avancer un peu plus la saison sexuelle que la photopériode et la mélatonine seuls (Donovan et al 1994). La réponse hormonale (pic de LH) est semblable à celle qui suit l'effet mâle seul (Gomez et al 1995). L'augmentation de la durée du jour (20 h/jour) combinée à l'effet mâle a donné un taux d'agnelage plus élevé que l'effet mâle et la lumière naturelle chez des brebis German Méridiens (Abi et Claus 2004). Avec des brebis Aragonaises, le traitement à la mélatonine

en plus de l'effet mâle n'a pas augmenté la fertilité, la prolificité et la fécondité, mais il a avancé le moment du premier œstrus et modifié la courbe des agnelages (Abecia et al 2006).

Caprins

Chez la chèvre, il en est presque de même que chez la brebis avec une injection de progestérone (FGA) aux femelles ; l'œstrus et le pic LH sont retardés d'une vingtaine d'heures et il se forme un corps jaune de bonne qualité (Chemineau et al 1984). Le traitement à la progestérone a augmenté la proportion de femelles en œstrus et le taux d'ovulation observé chez des chèvres locales en Tunisie (Lassoued et al 1995). Une synchronisation des chaleurs au moyen d'éponges imprégnées de progestagènes en plus de l'effet mâle améliore les résultats de fertilité et taille de portée par rapport à l'effet mâle seul (Tableau 5).

Tableau 5. Effets d'un traitement de progestérone sur les résultats de l'effet mâle sur des chèvres de race Créole (Chemineau 1989)

Traitements	Nombre de chèvres	Fertilité totale, %	Taille de portée
Effet bouc seul	25	92	1,61
Idem + FGA + PMSG	25	96	1,81

En France, des essais avec ou sans éponges en race Alpine juste avant la saison sexuelle et utilisant l'insémination artificielle de chèvres observées en chaleurs ont donné un taux de mise bas (60 %) et une prolificité (Abi et Claus 2004) comparables aux résultats obtenus sans effet mâle. Les chèvres ont été inséminées par voie cervicale 12-24 h après le début de l'œstrus (plus de 5 jours après l'introduction du bouc pour les chèvres n'ayant pas reçu d'éponges). L'effet mâle a été efficace (71,7 % des chèvres en activité ovarienne) juste avant la saison sexuelle mais pas sur un des lots (Leboeuf et al 2002).

Comme pour les brebis, les traitements photopériodiques des mâles améliorent les résultats de l'effet mâle chez les chèvres en anœstrus saisonnier au Mexique. L'absence de réponse à l'effet mâle est due à une faible stimulation des mâles plutôt qu'à un état réfractaire des chèvres (Delgadillo et al 2000). Les traitements photopériodiques (jours longs de décembre à avril suivis de jours normaux) des chèvres et boucs Alpains et Saanen, même sans mélatonine, associés à l'effet mâle sont très efficaces au milieu de l'anœstrus saisonnier (20 avril - 3 juin) en France (Pellicer-Rubio et al 2007) (Tableau 6). Les traitements photopériodiques induisent des ovulations mais ne les synchronisent pas. Combinés à l'effet mâle il y a aussi synchronisation des ovulations (Pellicer-Rubio et al 2007).

Tableau 6. Résultats d'un essai utilisant le traitement photopériodique ou les éponges de progestagènes (FGA) et l'effet mâle sur des chèvres Alpine près de Tours, France (Pellicer-Rubio et al 2007)

	Jours longs	Jours longs + mélatonine	FGA	Pas de FGA
Effectif	114	104	109	109
% avec pic de LH	92,7	90,7	91,7	-
Moment du pic LH après introduction, h	65,3 ± 11,6	64,0 ± 11,2	64,7 ± 11,4	-
% ovulation	99,0	99,1	99,0	99,1
Taux de mise bas, %	79,8	81,6	81,7	79,8
Moment des mises bas après introduction, j	160 ± 7	161 ± 9	158 ± 7	163 ± 9

Conclusion

- La technique de l'effet mâle a été très étudiée chez les ovins et s'est révélée efficace aussi chez les caprins, avec des différences entre les espèces, par exemple au niveau des premières chaleurs induites. Le mécanisme fait intervenir des phéromones portées par la toison. Les autres sens interviennent aussi dans une moindre mesure. Cela déclenche une augmentation des pulses puis un pic de LH.
- L'utilisation de cette technique suppose de très bien connaître les variations saisonnières de l'activité sexuelle et les périodes où les femelles sont réceptives à l'effet mâle pour chaque race et type d'élevage en un lieu donné. Il convient d'utiliser des mâles sexuellement actifs. Certains traitements complémentaires à l'effet mâle améliorent l'efficacité de la méthode entre autres en rendant les mâles plus actifs. La méthode est utilisable en pays tropicaux où elle peut permettre de pallier certaines baisses saisonnières d'activité sexuelle en étalant mieux la reproduction et les productions au cours de l'année (par exemple en atténuant les creux saisonniers de production laitière). Elle n'utilise pas d'hormones (sans traitement complémentaire) et elle est donc peu onéreuse en matériel et ne nécessite pas une très grande technicité, mais elle demande une bonne organisation.

Bibliographie

Abi Alloum B and Claus R 2004 Interaction between lactation, photoperiodism and male effect in German Merino ewes. *Theriogenology* 63 (8): 2181-2193.

Abecia J A, Forcada F and Zuniga O 2002A note on the effect of individual housing conditions on LH secretion in ewes after exposure to a ram. *Applied Animal Behaviour Science* 75 (4): 347-352.

Abecia J A, Palacini I, Forcada F and Valaresa A A 2006The effect of melatonin treatment on the ovarian response of ewes to the ram effect. *Domestic Animal Endocrinology* 31 (1): 52-62.

Alvarez L, Martin G B, Galindo F and Zarco L A 2003Social dominance of female goats affects their response to the male effect. *Applied Animal Behaviour Science* 84 (2): 119-126.

Alvarez L, Zarco L, Galindo F, Blache D and Martin G B 2007Social rank and response to the "male effect" in the Australian Cashmere goat. *Animal Reproduction Science* 102 (3-4): 258 - 266.

Awa N D 2002. Post vaccination and colostral Peste des petits ruminants antibody dynamics in research flocks of Kirdi goats and Fulbe sheep of North Cameroon in *Preventive Veterinary Medicine* 55(4):265-71 · December 2002

Baril G, Chemineau P, Cognié Y, Guérin Y, Leboeuf B, Orgeur P et Vallet J C 1993 Induction de l'oestrus et de l'ovulation en utilisant l'"effet mâle". Rome FAO. Baril G, Chemineau P, Cognie Y, Guérin Y, Leboeuf B, Orgeur P, Vallet J C éditeurs. Manuel de formation pour l'insémination artificielle chez les ovins et les caprins. Etude FAO, Production et Santé Animales n° 83. p 186-188 sur 231 p.
<http://www.fao.org/docrep/009/t0121f/T0121F07.htm#7.2.4>

Charallah S, Khammar F, Airat Z et Lahdaki Y 2000 Evaluation de l'activité sexuelle mâle et femelle : caractérisation zootechnique et nutritionnelle chez la chèvre Bédouine. In: 7e conférence internationale sur la chèvre, 15-21 mai 2000, INRA IGA, Institut de l'Elevage 460 p.

Chanvallon A 2009 Origine de la variabilité de réponse à l'effet mâle. Thèse de Doctorat de l'Université François-Rabelais, Tours, France, défendue le 17 novembre 2009. 183p.

- Chemineau P 1985** Effects of a progestagen on buck-induced short ovarian cycles in the creole meat goat. *Animal Reproduction Science* 9 (1): 87-94.
- Chemineau P 1987** Possibilities for using bucks to stimulate ovarian and oestrus cycles in anovulatory goats. A review [Possibilités de faire usage de boucs pour la stimulation d'ovulations et des cycles ovariens dans des chèvres femelles non-ovulatoires - une revue bibliographique]. *Livestock Production Science* (17): 135-147.
- Chemineau P 1989** L'effet bouc : mode d'action et efficacité pour stimuler la reproduction des chèvres en anoestrus. *Productions Animales, INRA* 2 (2): 97-105. http://granit.jouy.inra.fr/productions-animales/1989/Prod_Anim_1989_2_2_03.pdf
- Chemineau P, Levy F et Cognié Y 1984** L'effet bouc : mécanismes physiologiques. In: *Reproduction des ruminants en zone tropicale. Colloques de l'INRA n° 20, 8-10 juin 1983, Pointe-à-Pitre*, p. 473-485.
- Chemineau P, Levy F and Thimonier J 1986** Effects of anosmia on LH secretion, ovulation and oestrous behaviour induced by males in the anovular creole goat. *Animal Reproduction Science* 10 (2): 125-132.
- Chemineau P, Mahieu M, Varo H, Shitalou E, Jego Y, Grude A et Thimonier J 1991** Reproduction des caprins et des ovins Créole de Guadeloupe et de Martinique. *Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux (France)* 44 (numéro spécial): 45-50.
- Chemineau P, Pellicer-Rubio M, Lassoued N, Khaldi G and Monniaux D 2006** Male-induced short oestrous and ovarian cycles in sheep and goats: a working hypothesis. *Reproduction Nutrition and Development* 46 (4): 417-429.
- Claus R, Over R and Denhard M 1990** Effect of male odour on LH secretion and the induction of ovulation in seasonally anoestrous goats. *Animal Reproduction Science* 22: 27-38.
- Cohen-Tannoudji J, Locatelli A and Signoret J P 1986** Non pheromonal stimulation by the male of LH release in the anoestrous ewe. *Physiology and Behaviour* 36 (5): 921-924.
- Cohen-Tannoudji J, Lavenet C, Locatelli A, Tillet Y and Signoret J 1989** Non-involvement of the accessory olfactory system in the LH response of anoestrous ewes to male odour. *Journal of Reproduction and Fertility* 86 (1): 135-144.
- Cohen-Tannoudji J, Einhorn J and Signoret J P 1994** Ram sexual pheromone: first approach of chemical identification. *Physiology and Behavior* 56: 955-961.
- Delgadillo J A, Malpaux B et Chemineau P 1997** La reproduction des caprins dans les zones tropicales. *Productions Animales INRA* 10 (1): 33-41. http://granit.jouy.inra.fr/productions-animales/1997/Prod_Anim_1997_10_1_03.pdf
- Delgadillo J A, Flores J A, Veliz F G, Perz-Villanueva J A and Martinez de la Escalera G 2000** Photoperiodic treatment of bucks markedly improves the response of seasonally anovulatory goats to the "male effect". In: *7th International conference on goats, Tours et Poitiers, France, 15-21 mai 2000, INRA IGA, Institut de l'Elevage. INRA, IGA*, p. 396.
- Delgadillo J A, Flores J A, Veliz F G, Duarte G, Vielma J, Hernandez H and Frenandez I 2006** Importance of the signals provided by the buck for the success of the male effect in goats. *Reproduction Nutrition and Development* 46: 391-400.
- Derquaoui L et El Khaledi O 1994** Evaluation de l'activité sexuelle pendant la saison de baisse de fertilité chez la race D'man. In: *2e conférence du "African Small Ruminant Research Network", Arusha, Tanzania, 7-11 décembre 1992, Cipea*. 49-51.
- De Santiago-Miramontes M A, Rivas-Muñoz R, Muñoz -Gutierrez M, Malpaux B, Scaramuzzi R J and Delgadillo J A 2008** The ovulation rate in anoestrous female goats managed under grazing conditions and exposed to the male effect is increased by nutritional supplementation. *Animal Reproduction Science* 105 (3-4): 409-416
- Devendra C and Burns M 1983** Goat production in the tropics. *Bureaux Commonwealth Agricultural, Farnham Royal, UK*. edition, Volume 1: 183 p.

Djoko T D, Kamtchouing P, Mbah D A et Meyer C 2006 Induction et synchronisation naturelles de l'oestrus chez la chèvre naine de la zone de forêt du Cameroun : " l'effet mâle ". Cameroun Journal of Agricultural Science 2 (1): 31-37.

Donovan A, Boland M P, Roche J F and O'Callaghan D 1994The effect of supplementary long days, a subcutaneous melatonin implant and exposure to a ram on the onset of the breeding season in ewes. Animal Reproduction Science 34 (3-4): 231-240.

Ebangui A L, Nwakalor L N, Mbah D A and Abba D 1996 Factors affecting the birth weight and neonatal mortality of Massa and Fulbe sheep breeds in a hot and dry environment, Cameroon. Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux 49 (4) : 349-353. http://remvt.cirad.fr/cd/EMVT96_4.PDF

Fabre-Nys C 2000 Le comportement sexuel des caprins : contrôle hormonal et facteurs sociaux. INRA Productions Animales 13: 11-23. http://granit.jouy.inra.fr/productions-animales/2000/Prod_Anim_2000_13_1_02.pdf

Fabre-Nys C, Martin G B, Cognié Y and Thierry J C 1984. Onset of the preovulatory LH surge and of oestrus in intact ewes: night is a preferred period. Theriogenology 22 (5): 489-495.

Ferreria J, Rodriguez Iglesias R M, Pevsner D A, Aba M A, Rodriguez M M and Pedrueza J R 2008 LH response of seasonally anovular Corriedale ewes acutely exposed to rams and estrous ewes. Animal Reproduction Science 103 (1-2): 172-178.

Flores J, Veliz F, Perez-Villanueva J, De La Escalera G, Chemineau P, Poindron P, Malpaux B and Delgado J 2000 Male reproductive condition is the limiting factor of efficiency in the male effect during seasonal anestrus in female goats. Biology of Reproduction 62: 1409-1414.

Folch J, Cognié Y et Signoret J P 1985 Possibilités d'utilisation de l'effet mâle pour contrôler la mise en place de cycles ovariens et la fécondation chez la brebis. In: Kallithea, Grèce, 30 septembre-3 octobre 1985, Association Européenne des Productions Animales, 36e réunion de Association Européenne des Productions Animales 2: 122-123.

Glatzel P 1987The fertility of D'Man sheep and other native Moroccan breeds. Animal Research for Development 26: 112.

Gomez Bruneta A, Lopez Sebastian A, Picazo R A, Cabellos B and Goddard S 1995Reproductive response and LH secretion in ewes treated with melatonin implants and induced to ovulate with the ram effect. Animal Reproduction Science 39 (1): 23-34.

Gonzalez R, Orgueur P and Signoret J P 1988 Luteinizing hormone, testosterone and cortisol responses in rams upon presentation of estrous females in the nonbreeding season. Theriogenology 30 (6): 1075-1086.

Gonzalez R, Orgueur P, Poindron P and Signoret J P 1989. Seasonal variation in LH and testosterone responses of rams following the introduction of oestrous ewes. Animal Reproduction Science 21 (3-4): 249-259.

Hawken P A R, Beard A P, O'Meara C M, Duffy P, Quinn K M, Crosby T F, Boland M P and Evans A C O 2005 The effects of ram exposure during progestagen oestrus synchronisation and time of ram introduction post progestagen withdrawal on fertility in ewes. Theriogenology 63 (3): 860-871.

Hawken P A R, Beard A P, Esmaili T, Kadokawa H, Evans A, Blache D and Martin G 2007 The introduction of rams induces an increase in pulsatile LH secretion in cyclic ewes during the breeding season. Theriogenology 68: 56-66.

Hawken P A R, Evans A and Beard A P 2008 Prior exposure of maiden ewes to rams enhances their behavioural interactions with rams but is not a pre-requisite to their endocrine response to the ram effect. Animal Reproduction Science 108 (3-4): 13-21.

Hawken P A R, Evans A and Beard A P 2008 Short term, repeated exposure to rams during the transition into the breeding season improves the synchrony of mating in the breeding season. *Animal Reproduction Science* 106 (3-4): 333-344.

Hawken P A R, Esmaili T, Jorre de St Jorre T and Martin G B 2009 Do cyclic female goats respond to males with an increase in LH secretion during the breeding season? *Animal Reproduction Science* 112: 384-389.

Hounzangbe-Adote M S 1991 Etude du cycle oestral et de l'anoestrus post-partum chez la brebis Djallonké infestée (strongylose et coccidiose). Diplôme de Doctorat 3e cycle, Faculté des Sciences et Techniques, Université Nationale de Côte d'Ivoire, Abidjan, 128 p.

Kitago M, Momozawa Y, Masuda K, Wakabayashi Y, Date-Ito A, Hagino-Yamagishi K, Kikusui T, TAakeuchi Y and Moru Y 2007 Localization of the candidate genes ELOVL5 and SCD1 for 'male effect' pheromone synthesis in goats (*Capra hircus*). *Journal of Reproduction and Development* 53 (6): 1329-1333.

Knight T W, Peterson A J and Payne E 1978 The ovarian and hormonal response of the ewe to stimulation by the ram early in the breeding season. *Theriogenology* 10 (5): 343-353.

Knight T W, Tervit H R and Fairclough R J 1981 Corpus luteum function in ewes stimulated by rams. *Theriogenology* 15 (2): 183-190.

Knight M, Baptiste Q S and Lewis P E 2002 Ability of ram introduction to induce LH secretion, estrus and ovulation in fall-born ewe lambs during anestrus. *Animal Reproduction Science* 69 (3-4): 199-209.

Lassoued N, Khaldi G, Cognié Y, Chemineau P et Thimonier J 1995 Effet de la progestérone sur le taux d'ovulation et la durée du cycle ovarien induits par effet mâle chez la brebis Barbarine et la chèvre locale tunisienne. *Reproduction, Nutrition et Développement* 35: 415-426.

http://rnd.edpsciences.org/index.php?option=com_article&access=standard&Itemid=129&url=/articles/rnd/abs/1995/04/RND_0926-5287_1995_35_4_ART0006/RND_0926-5287_1995_35_4_ART0006.html

Lassoued N, Naouali M, Khaldi G and Rekik M 2004 Influence of the permanent presence of rams on the resumption of sexual activity in postpartum Barbarine ewes. *Small Ruminant Research* 54 (1-2): 25-31.

Leboeuf B, Bouvier F, Hervieux J et Capo D 2002 Effet bouc et insémination. *Bulletin Technique IA* (105): 14-17.

Lindsay DR 1965 The importance of olfactory stimuli in the mating behaviour of the ram. *Animal Behaviour* 13 (1): 75-78.

Lindsay D R, Cognié Y, Pelletier J and Signoret J P 1975 Influence of the presence of rams on the timing of ovulation and discharge of LH in ewes. *Physiology and Behavior* 15 (4): 423-426.

Lopez Sebastian A and Inskoop E K 1988 Effects of progesterone pretreatment and duration of ram exposure on synchronization of estrus, conception and pregnancy by prostaglandin during seasonal anestrus. *Animal Reproduction Science* 17 (3-4): 185-195.

Martin G B 1979 Ram-induced ovulation in seasonally anovular merino ewes: Effect of oestradiol on the frequency of ovulation, oestrus and short cycles. *Theriogenology* 12 (5): 283-287.

Martin G B, Oldham C M and Lindsay D R 1980 Increased plasma LH levels in seasonally anovular Merino ewes following the introduction of ram. *Animal Reproduction Science* 3 (2): 125-132.

Martin G B, Oldham C M and Lindsay D R 1981 Effect of stress due to laparoscopy on plasma cortisol levels, the preovulatory surge of LH, and ovulation in the ewe. *Theriogenology* 16 (1): 39-44.

Martin G B, Oldham C M, Cognié Y and Pearce D 1986 The physiological responses of anovulatory ewes to the introduction of rams. A review [Les réponses physiologiques des brebis anovulatoires à l'introduction des béliers]. *Livestock Production Science* 15 (3): 219-247.

Martinez-Álvarez L E, Hernandez-Ceron J, Gonzalez-Padilla E, Perea-Maarin G and Valencia J 2007 Serum LH peak and ovulation following synchronized estrus in goats. *Small Ruminant Research* 69 (1-3): 124 - 128.

Menassol J-B 2007 Effet de l'expérience sur les structures centrales impliquées dans la réponse à un effet mâle chez les ovins. Rapport de stage. Master 2e année, Elevage en milieu difficile (élémedi), spécialité Productions Animales en Régions Chaudes, année universitaire 2006-2007, SupAgro., Montpellier, France.

Oldham C M, Martin G B and Knight T W 1979 Stimulation of seasonally anovular merino ewes by rams. I. Time from introduction of the rams to the preovulatory LH surge and ovulation. *Animal Reproduction Science* 1 (4): 283-290.

Over R, Cohen-Tannoudji J, Dehnhard M, Clauss R and Signoret J P 1990 Effect of pheromones from male goats on LH-secretion in anoestrous ewes. *Physiology and Behavior* 48 (5): 665-668.

Pearce D and Oldham C M 1988 Importance of non-olfactory ram stimuli in mediating ram-induced ovulation in the ewe. *Journal of Reproduction and Fertility* 84 (1): 333-339.

Pellicer-Rubio M-T, Leboeuf B, Bernelas D, Forgerit Y, Pougard J L, Bonné J L, Senty E, Breton S, Brun F and Chemineau P 2007 High fertility using artificial insemination during deep anoestrus after induction and synchronisation of ovulatory activity by the "male effect" in lactating goats subjected to treatment with artificial long days and progestagens. *Animal Reproduction Science* 98: 241-258.

Poindron P, Cognié Y, Gayerie F, Orgeur P, Oldham C M and Ravault J-P 1980 Changes in gonadotrophins and prolactin levels in isolated (seasonally or lactationally) anovular ewes associated with ovulation caused by the introduction of rams. *Physiology and Behavior* 25 (2): 227-236.

Prud'hon M et Denoy I 1969 Effets de l'introduction de béliers vasectomisés dans un troupeau Mérinos d'Arles 15 jours avant la lutte de printemps sur l'apparition des oestrus, la fréquence des erreurs de détection des ruts et la fertilité des brebis. *Annales de Zootechnie* 18: 95-106.

<http://animres.edpsciences.org/articles/animres/pdf/1969/02/Ann.Zootech.0003-424X.1969.18.2.ART0001.pdf>

Prud'hon M, Denoy I, Dauzier L et Desvignes A 1966 Etude des résultats de six années d'élevage des brebis Mérinos d'Arles du Domaine du Merle. I. Le contrôle des ruts et sa validité. *Annales de Zootechnie* 15: 123-133.

<http://animres.edpsciences.org/articles/animres/pdf/1966/02/Ann.Zootech.0003-424X.1966.15.2.ART0001.pdf>

Prud'hon M, Denoy I, Desvignes A et Goussopoulos J 1968 Etude des résultats de six années d'élevage des brebis Mérinos d'Arles du Domaine du Merle. II. Relations entre l'âge, le poids, l'époque de lutte des brebis et les divers paramètres de la fécondité. *Annales de Zootechnie* 17: 31-45.

<http://animres.edpsciences.org/articles/animres/pdf/1968/01/Ann.Zootech.0003-424X.1968.17.1.ART0003.pdf>

Ramos M A and Ungerfeld R 2006 A note on ram preference by oestrous ewes: Influence of rams' age and sexual performance. *Applied Animal Behaviour Science* 100 (3-4): 314-318.

Restall B J 1992 The male effect in goats. In: Vth International conference on goats, New Dehli, 2-8 mars 1992, vol II part II cité *Elevage et insémination* 250 (8): 29.

Robinson J J, Wigzell S, Aitken R P, Wallace J M, Ireland S and Robertson I S 1991 The modifying effects of melatonin, ram exposure and plane of nutrition on the onset of ovarian activity, ovulation rate and the endocrine status of ewes. *Animal Reproduction Science* 26 (1-2): 73-91.

Rodriguez-Iglesias R M, Ciccioli N H, Irazoqui H and Rodriguez B T 1991 Importance of behavioural stimuli in ram-induced ovulation in seasonally anovular Corriedale ewes. *Applied Animal Behaviour Science* 30 (3-4): 323-332.

Rosa H J D, and Bryant M J 2002 The 'ram effect' as a way of modifying the reproductive activity in the ewe. Review. *Small Ruminant Research* 45 (1): 1-16.

Schanbacher B D, Orgeur P, Pelletier J and Signoret J P 1987 Behavioural and hormonal responses of sexually-experienced ile-de-France rams to oestrous females. *Animal Reproduction Science* 14 (4): 293-300.
Signoret J P 1991 Sexual pheromones in the domestic sheep: Importance and limits in the regulation of reproductive physiology. *The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology* 39 (4 part 2): 639-645.

Signoret J P, Fulkerson W J and Lindsay D R 1982 Effectiveness of testosterone-treated wethers and ewes as teasers. *Applied Animal Ethology* 9 (1): 37-45.

Silva F, Nunes A E D, Simplicio J F et Rieira S G 1984 L'influence de la saison sur les caractéristiques de reproduction de la chèvre du Brésil. In: *Reproduction des ruminants en zone tropicale. Colloques de l'INRA n° 20, Pointe-à-Pitre, 8-10 juin 1983*, p. 327-337.

Simitzis P E, Deligeorgis S G and Bizelis J A 2006. Effect of breed and age on sexual behaviour of rams. *Theriogenology* 65 (8): 1480-1491.

Thimonier J and Gauthier D 1984 Seasonality of reproduction in cattle and sheep and its consequences on reproduction management. INRA Publications. Versailles. *The reproductive potential of cattle and sheep*. Rehovot, Israël, 21-23 février 1984. 141-157.

Thimonier J, Cognier Y, Lassoued N et Khaldi G 2000 L'effet mâle chez les ovins : une technique actuelle de maîtrise de la reproduction. *INRA Productions Animales* 13 (4): 223-231. http://granit.jouy.inra.fr/productions-animales/2000/Prod_Anim_2000_13_4_01.pdf

Tilbrook A J 1987 The influence of factors associated with oestrus on the sexual "attractiveness" of ewes to rams. *Applied Animal Behaviour Science* 17 (1-2): 117-128.

Ungerfeld R and Silva L 2004 Ewe effect: endocrine and testicular changes in experienced adult and inexperienced young Corriedale rams used for the ram effect. *Animal Reproduction Science* 80 (3-4): 251-259.

Ungerfeld R, Ramos M A and Gonzalez-Pensado S P 2008 Ram effect: Adult rams induce a greater reproductive response in anestrus ewes than yearling rams. *Animal Reproduction Science* 103 (3-4): 271-277.

Veliz F G, Moreno S, Duarte G, Vielma J, Chemineau P, Poindron P, Malpaux B and Delgadillo J A 2002 Male effect in seasonally anovulatory lactating goats depends on the presence of sexually active bucks, but not estrous females. *Animal Reproduction Science* 72 (3-4): 197-207.

Veliz F G, Poindron P, Malpaux B and Delgadillo J A 2006 Maintaining contact with bucks does not induce refractoriness to the male effect in seasonally anestrus female goats. *Animal Reproduction Science* 92 (3-4): 300-309.

Veliz Deras F G, Velez Monroy L I, Flores Cabrera J A, Duarte Moreno G, Poindron Massot P, Malpaux B y Delgadillo Sanchez J A 2004 La presencia del macho en un grupo de cabras anéstricas no impide su respuesta estral a la introducción de un nuevo macho. [Previous segregation between sexes is not a requisite to successful male effect in anoestrous goats]. *Veterinaria Mexico* 35 (3): 169-178.
<http://redalyc.uaemex.mx/pdf/423/42335301.pdf>

Wakabayashi Y, Iwata E, Kikusui T, Takeuchi Y and Mori Y 2000 Regional differences of pheromone production in the sebaceous glands of castrated goats treated with testosterone. *Journal of Veterinary and Medical Science* 62: 1067-1072.

Zarco L, Rodriguez E F, Angulo M R B and Valencia J 1995 Female to female stimulation of ovarian activity in the ewe. *Animal Reproduction Science* 39 (4): 251-258.

Received 10 December 2009; Accepted 13 August 2010; Published 1 September 2010

Profil de progestérone et gestation multiple chez la chèvre naine Africaine (*Capra hircus*) de la zone de forêt humide du Cameroun

D Djoko Teinkam, C Meyer, D Monniaux**, A-L Lainé**, M Ndoumbé Nkeng et P Kamtchouing****

Institut de Recherche Agricole pour le Développement (IRAD), B.P, 2123, Yaoundé-Cameroun, djokotdenis@yahoo.fr

* Meyer Christian, 56 rue de Barcelone, 30000 Nîmes, ex Cirad, Montpellier, France

** INRA, UMR 6175 Physiologie de la Reproduction et des Comportements, Centre de Tours-Nouzilly, 37380 NOUZILLY, France

*** Faculté des Sciences, Laboratoire de Physiologie Animale, Université de Yaoundé I, B.P. 812, Yaoundé-Cameroun

Résumé

Le profil de la progestérone (P4) plasmatique au cours de la gestation et l'effet de quelques paramètres de reproduction ont été étudiés en station sur un lot de 23 chèvres naines de la zone forestière du Cameroun. Chez cette race la courbe de la P4 pendant la gestation avait une allure classique et présentait trois phases distinctes: une phase ascendante les soixante premiers jours, suivie d'un plateau jusqu'au 130^e jour, puis d'une chute jusqu'à la mise bas vers le 145^e jour. Les concentrations moyennes de P4 pendant la phase de plateau étaient comprises entre $8,7 \pm 2,7$ ng/ml au 60^e jour et $9,1 \pm 0,8$ ng/ml au 130^e jour de gestation. Le sexe des petits, la parité de la chèvre et la saison de mise bas n'ont pas influencé de façon significative le niveau de P4 plasmatique à quelque stade que ce soit. Une influence du nombre de fœtus (taille de portée) sur les concentrations de P4 n'a été observée que pendant les 30 premiers jours de gestation ($p < 0,05$). La différence était nette entre les portées simples et les portées doubles, moins avec les portées triples. Quel que soit le stade de gestation, la présence de concentrations de P4 supérieures à 13 ng/ml était associée avec des mises bas de 2 ou 3 petits. Deux groupes de femelles ayant 2 foetus ont été distingués: celles à fortes concentrations de P4 ($13,4 \pm 3,6$ ng/ml au 100^e jour) et celles à concentrations faibles ($7,7 \pm 1,6$ ng/ml au 100^e jour), suggérant l'existence de populations différentes au sein de la race de chèvres naines. Il a été conclu que la concentration plasmatique de P4 à elle seule ne permettait pas une prédiction précoce rigoureuse du type de naissance attendu chez des femelles en gestation, mais des concentrations très élevées étaient prédictives d'une portée multiple.

Mots-clés : hormone, prédiction, portée, race locale, reproduction.

Abstract

A study on the progesterone profile (P4) in plasma during pregnancy and the effect of some reproductive parameters was carried out on station at Yaounde using 23 local dwarf goats of the forest zone of Cameroon. During pregnancy the curve of P4 in this local breed had a classical shape with three phases: an increasing phase during the first 60 to 70 days, then a plateau till the 130th day followed by a fall before parturition that occurred around the 145th day. The average P4 concentrations in the plateau ranged from 8.7 ± 2.7 ng/ml on day 60th to 9.1 ± 0.8 ng/ml on day 130th of gestation. The sex of the kids, the parity of the doe and the kidding season did not affect the plasma concentration of P4. The number of foetuses (litter size) appeared to affect P4 concentrations during the first 30 days of gestation ($P < 0.05$). This influence was more effective for single birth and twins, and less with triplets. For females with P4 concentrations beyond 13 ng/ml between the 20th and the 140th day of pregnancy, 2 or 3 foetuses were obtained. Two groups of females with 2 foetuses were distinguished: those with high P4 concentrations (13.4 ± 3.6 ng/ml on 100th day) and those with low values (7.7 ± 1.6 ng/ml on 100th day), suggesting the existence of different populations within the dwarf goats. It was concluded that P4 concentrations alone could not permit an early and accurate prediction of the litter size, but high concentrations could help predict multiple births.

Key-words: hormone, litter size, local breed, prediction, reproduction.

Introduction

La maîtrise de la reproduction des petits ruminants est nécessaire pour le développement de leur production, en vue d'une alternative ou d'une solution pour réduire le déficit de l'offre en viande dans les états de l'Afrique Centrale (Djoko et al 2006). Avec plus de 3 millions de têtes de chèvres, le Cameroun constitue un bassin de ressources zoogénétiques de première importance dans cette sous-région Africaine. Parmi les races locales de chèvres connues au Cameroun, on note la chèvre naine de la zone de forêt encore appelée chèvre naine de l'Afrique Centrale (CNAC). Cette race est du même groupe génétique que la *Djallonké* (chèvre naine d'Afrique de l'Ouest). La chèvre naine, *Capra hircus*, animal rustique, vit préférentiellement en dessous du 6^e parallèle Nord du pays. Elle s'est révélée être d'une grande importance sociale et économique au Cameroun et sa demande nationale voire sous-régionale est sans cesse croissante. A l'instar des autres petits ruminants, sa production est assurée principalement par les petits éleveurs des zones rurales qui pratiquent des systèmes traditionnels peu compétitifs.

Par ailleurs, au cours de la dernière décennie, du fait de la grande urbanisation du pays (plus de 51 % de la population camerounaise est citadine), l'élevage urbain et péri-urbain s'est développé, pour répondre à la forte demande en viande dans les villes. Il se pose avec plus d'acuité le problème de l'introduction de technologies innovantes et la pratique de techniques nouvelles plus adaptées et compétitives pour le développement de l'élevage. Tel est le cas des techniques mises au point pour la maîtrise de la reproduction chez les espèces telles les petits ruminants (Chemineau et al 1999; Paterson et al 2003; Guignot 2005; Meyer et Djoko 2010).

La physiologie reproductive de la chèvre naine de la zone de forêt humide au Cameroun et dans la sous-région Afrique Centrale a jusqu'alors fait l'objet de très peu de travaux malgré ses atouts certains. Des études antérieures ont en effet montré que cette race est très prolifique. Manjeli et al (1994) ont trouvé sur 353 chèvres au terme d'une enquête que 88 % des naissances sont multiples. Parmi ces 88 %, 61 % étaient doubles, 25,7 % triples et 1,3 % quadruples. Malgré ces atouts, on note aussi une forte mortalité (jusqu'à 30 %), surtout chez les jeunes de moins d'un an provenant de portées multiples. L'une des causes principales de cette forte mortalité est l'absence de soins appropriés en phase de reproduction: gestation, mise bas, allaitement.

Peut-on prédire la prolificité avant la mise bas? Un moyen serait l'étude de la progestérone (P4) pendant la gestation. En effet, Jarrel et Dziuk (1991) ont constaté que les valeurs moyennes des concentrations plasmatiques de P4 augmentent avec le nombre de fœtus et surtout avec le nombre de corps jaunes chez les caprins au début de la gestation, particulièrement le 13^e jour. Le présent travail se propose d'explorer quelques aspects de l'endocrinologie de la gestation chez la CNAC.

Les objectifs spécifiques de cette étude sont de : 1) caractériser le profil plasmatique de P4 au cours de la gestation chez la CNAC, 2) vérifier s'il existe des relations entre le niveau de P4 plasmatique et le nombre de fœtus, 3) rechercher l'effet de la portée (parité, sexe des petits) et de la saison de mise bas sur les niveaux de P4 plasmatique. Il s'agissait enfin de rechercher s'il existe des différences avec l'endocrinologie pendant la gestation de la brebis, à laquelle la chèvre est souvent comparée ou assimilée du fait de connaissances limitées. Au point de vue pratique, ces informations pourraient permettre d'ajuster l'alimentation et d'augmenter les soins en fonction de la prolificité et ainsi contribuer à la diminution de la mortalité post-partum. Il s'en suivrait une amélioration de la productivité chez la race et l'augmentation des ressources des petits éleveurs.

Matériel et méthodes

Milieu expérimental

L'étude a été menée en station, dans la ferme expérimentale du Centre Régional IRAD de Nkolbisson à Yaoundé, dans la zone forestière du Cameroun. Cette zone est comprise entre 2° et 6° de latitude Nord et 10° à 16° de longitude Est. Elle couvre en grande partie le plateau sud-camerounais dont l'altitude varie de 500 à 1000 m, avec des températures moyennes de 25 °C, et une pluviométrie annuelle de 1000-2000 mm. L'ensemble de la zone forestière constitue la zone agroécologique à pluviométrie bimodale, dont le climat de type « guinéen » est caractérisé par quatre saisons de 3 mois chacune, dont les périodes sont grossièrement les suivantes:

1. Grande saison sèche (GSS) : décembre à février,
2. Petite saison des pluies (PSP) : mars à mai,
3. Petite saison sèche (PSS) : juin à août,
4. Grande saison des pluies (GSP) : septembre à novembre.

L'étude a duré 26 mois, de mars 2008 à mai 2010, et couvert 3 petites saisons des pluies, 2 petites saisons sèches, 2 grandes saisons des pluies et 2 grandes saisons sèches. Les mises bas dans notre étude ont été enregistrées au cours de 3 saisons à savoir : GSS, PSP et PSS.

Matériel animal

Sur un troupeau expérimental de départ de 30 chèvres mises en reproduction avec deux boucs adultes en monte naturelle libre, seules les chèvres dont les gestations sont arrivées à leur terme ont été considérées pour l'étude, soient 23 chèvres, les autres étant écartées pour insuffisance de données. Chez ces 23 chèvres, un total de 24 gestations normales ont été enregistrées, dont deux gestations successives enregistrées chez une des chèvres. Mâles et femelles étaient laissés ensemble au pâturage comme dans la bergerie. Les animaux étaient tous des caprins de la race naine de la zone de forêt du Cameroun. Leurs âges étaient compris entre 2 et 5 ans. Le poids moyen des femelles était de $17,7 \pm 3,5$ kg au début de l'essai (de 15 kg à 27,2 kg). Les femelles de l'étude ont été retenues après confirmation de leur état physiologique (gestation) par des dosages de P4 plasmatique.

Alimentation

Les chèvres étaient nourries principalement à l'herbe de pâturage (*Stylosanthes gracilis*, *Brachiaria guyanensis*, *Tripsacum laxum*, *Setaria sp.*). En saison sèche, du foin et de l'herbe du Guatemala (*Tripsacum laxum*) étaient fournis *ad libitum* dans les râteliers. Un complément alimentaire de concentré d'environ 200 g par tête (Tableau 1) ou de grains (maïs) était fourni chaque jour au troupeau avant la mise en pâturage. L'eau était disponible à volonté. Enfin des blocs de pierre à lécher (complément minéral) étaient mis à la disposition des chèvres.

Tableau 1. Composition de la ration de complémentation

Ingrédients	Quantité (kg)
Maïs	30
Tourteau de coton	30
Son de blé/riz	25
Farine d'os	12
Urée	2
Sel de cuisine	1
Prémix*	+

: + Ajout de 25 g à chaque 100 kg d'aliment préparé (0,25 %).

*Prémix = mélange de plantes naturelles, de cendres de bois, de farine de poisson (ou d'asticots), de Piment rouge. Le prémix est très riche en protéines et en vitamines, il s'incorpore à environ 0,2-0,5 %.

Suivi sanitaire et zootechnique

La vaccination contre la peste des petits ruminants (*multicaprivax*) a été effectuée avant le début de l'essai et une fois par an au cours de l'essai. Le suivi sanitaire général des animaux était régulier (déparasitage trimestriel à l'*Ivermectine/Levamisole*) et les traitements nécessaires administrés selon les besoins. Les mises bas ont eu lieu dans la bergerie, généralement dans la nuit. Une pesée mensuelle des chèvres était effectuée. Les poids retenus étaient ceux obtenus aux environs de la période de fécondation jusqu'à un mois après la mise bas.

L'état corporel des animaux était suivi individuellement. La note d'état corporel générale du troupeau expérimental a été régulièrement déterminée suivant la méthode de Hervieux et Morand-Fehr de l'INRA (1999).

Les cas d'avortement, les mises bas, les poids des petits à la naissance, le type de naissance (Figures 1 et 2), le sexe des petits, la période (saison) de mise bas et la parité de la mère ont été enregistrés.



Figure 1 : Doublets de quelques jours en pâturage à la ferme expérimentale



Figure 2 : Triplets quelques instants après la mise bas en station.

Le moment de la fécondation pour le cas des mises bas normales a été estimé par déduction à partir de la date de mise bas. La durée moyenne de gestation a été estimée à 145 jours, comme trouvé par Akusu et Ajala (2000) chez la chèvre de même groupe génétique au Nigeria voisin.

Prélèvements sanguins

Du sang jugulaire (4 ml) a été prélevé sur chacune des chèvres tous les 6 à 10 jours depuis le moment de la fécondation jusqu'après la mise bas. Le sang recueilli a été centrifugé dans les 30 minutes suivant la collecte (3000 tours/min pendant 15 min). Le plasma sanguin a été séparé puis conservé au congélateur à -15°C jusqu'au moment du dosage.

Dosage de P4 plasmatique

La P4 a été dosée par une méthode immuno-enzymatique de type ELISA (Canépa et al 2008). Selon cette méthode et à l'instar des méthodes d'immuno-dosages dites par compétition, la P4 à doser est mise en compétition avec une P4 conjuguée à un marqueur pour se lier à un anticorps anti-P4.

Les dosages ont été réalisés sur 10 μl de plasma. L'anticorps utilisé était un anticorps monoclonal de souris obtenu par immunisation avec un conjugué P4-11 α -hémisuccinate-BSA (Biogenesis, Abcys, SA). Cet anticorps présentait un taux de croisement de 40 % avec le 5 α -pregnan-3, 20-dione, et seulement de 1,6 % avec la 17-hydroxyP4, 0,2 % avec la prégnénolone, 0,3 % avec la corticostérone, 0,55 % avec l'androstènedione et moins de 0,1 % avec les autres stéroïdes. Le traceur de nature colorimétrique était du pNPP (p-nitrophénylphosphate, Sigma). La lecture a été effectuée à 405 nm (Spectracount, Perkin Elmer). L'étendue de la gamme utilisée, la sensibilité du dosage (4 pg/tube), son exactitude et sa précision (coefficient de variation intra-dosage inférieur à 10 %) ont été validées par Canépa et al (2008).

Calculs des valeurs par phase

Pour des raisons pratiques, la durée de la gestation a été subdivisée en phases de 10 jours chacune, de la fécondation jusqu'à la mise bas aux environs du 145^{ème} jour. Pour chaque chèvre en gestation, les niveaux de P4 tous les 10 jours ont été calculés quand nécessaire à partir des 2 valeurs de concentration de P4 qui encadraient les dates considérées.

Analyses statistiques

Outre les statistiques descriptives (graphique et données numériques), une ANOVA (analyse de variance) a été faite individuellement pour prendre en compte l'effet de différentes variables (poids de la femelle, parité, saison de mise bas, sexe) sur la P4 plasmatique à l'aide de la Procédure GLM (modèle linéaire généralisé) du logiciel SAS version 8 (SAS 1999). Le modèle mathématique retenu était le suivant :

$$P4_{ijklm} = \mu + S_i + S_{xj} + P_k + W_l + \epsilon_{ijklm}$$

Avec $P4_{ijklm}$: valeur de la P4 dosée au cours de la gestation dans le troupeau expérimental ; μ : moyenne générale de la P4 au cours de la gestation ; S_i : effet de la saison de misebas i sur la P4 de la chèvre (avec $i = 1, 2, 3$ et 4) ; S_{xj} : effet du sexe j du nouveau-né (avec $j = 1, 2, 3$) ; P_k : effet de laparité k de la chèvre (avec $k = 1, 2, 3, 4$) ; W_l : poids de la chèvre l au cours de la gestation (avec $l = 1, 2, 3, \dots, 24$) ; ϵ_{ijklm} : effet résiduel propre à la chèvre supposé uniformément réparti, avec pour moyenne zéro et variance σ^2 .

Par ailleurs, pour mieux rendre compte des observations enregistrées sur les concentrations plasmatiques de P4 dans le groupe des femelles à portée double, une analyse multivariée en composantes principales et une classification ascendante hiérarchique ont été réalisées. Les niveaux de la P4 dans ledit groupe à différentes décades de la gestation ont ainsi été analysés.

Résultats

Poids des femelles

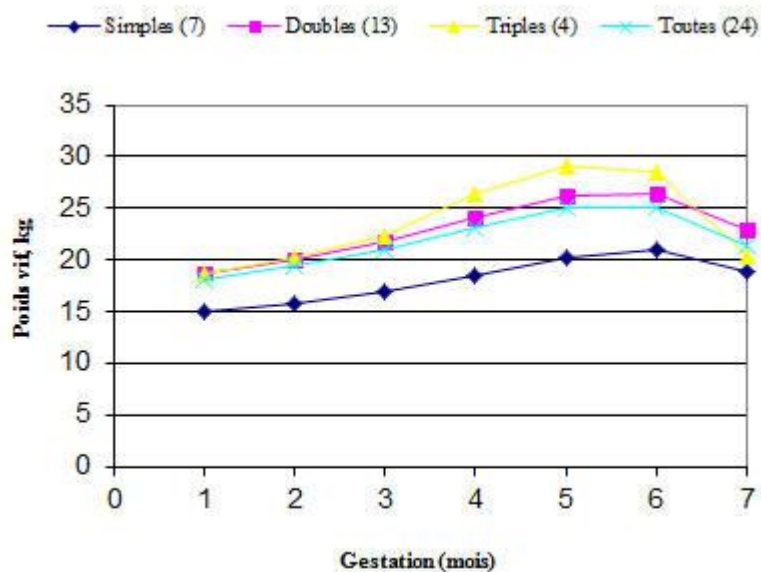


Figure 3. Suivi pondéral des chèvres par type de portée au cours de la gestation

Chez les femelles avec portées simples ($n = 7$) la moyenne générale de l'évolution pondérale (Figure 3) a varié de $15 \pm 0,8$ kg vers la fécondation à $21 \pm 3,1$ kg à la parturition, les minimum et maximum étant de 13,4 kg et 24,9 kg respectivement. Chez les femelles avec portées doubles ($n = 13$), ces valeurs ont été de $18,7 \pm 3,8$ kg et $26,4 \pm 4,6$ kg d'une part, 15,1 kg et 34,5 kg d'autre part, respectivement; et pour les femelles avec portées triples ($n = 4$) de $18,7 \pm 4,2$ kg et $28,5 \pm 7,9$ kg d'une part, 15 kg et 35,5 kg d'autre part, respectivement.

Les femelles sont d'autant plus lourdes (Figure 3) que leur portée est grande ($p < 0,05$). Ainsi, les femelles de portée triple sont plus lourdes que celles de portée double ($p < 0,05$), lesquelles sont plus lourdes que celles de portée simple ($p < 0,05$). La perte de poids observée à la mise bas ou juste après est plus importante chez les femelles à portées triples que celles avec portées doubles.

Enfin, les femelles de portée simple sont de manière générale plus légères ($P < 0,05$) que celles à portée multiple pendant la période de reproduction (au moment de la fécondation : $15 \pm 0,8$ kg contre $18,7 \pm 3,8$ kg), on ne note par contre aucune différence significative de poids ($p > 0,05$) entre les femelles à portée double et triple en période de reproduction.

Note d'état corporel

Elle a varié de $3,25 \pm 0,5$ en début d'essai à $4 \pm 0,5$ en fin d'essai en moyenne, les notes les plus élevées étant relevées chez les femelles qui plus tard ont donné des portées multiples.

Profil plasmatique de la P4 au cours de la gestation

La courbe moyenne de P4 pendant la gestation de l'ensemble des chèvres étudiées (Figures 4, 5, 6, 7) est classique. Elle présente une phase ascendante pendant les 60-70 premiers jours avec des valeurs moyennes variant de $5,4 \pm 0,3$ à $8,7 \pm 2,7$ ng/ml, suivie d'un plateau jusqu'au 130^{ème} jour de gestation, avec des valeurs moyennes de P4 fluctuant entre $8,7 \pm 2,7$ et $9,1 \pm 0,8$ ng/ml. Au cours des 60-70 premiers jours, les concentrations de P4 sont croissantes de la fécondation jusqu'au jour 20, restent assez constantes jusqu'au jour 40 avant de remonter progressivement jusqu'au 60^e jour, les valeurs maximales sont obtenues vers le 70^e jour ou légèrement au-delà. Une chute des concentrations est observée au-delà du jour 130. Elle s'accroît du 140^e jour jusqu'à la mise bas vers le 145^e jour.

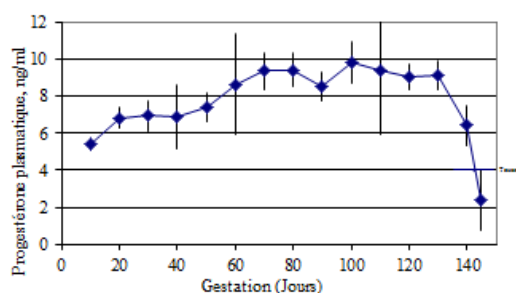


Figure 4 : Concentration moyenne de P4 dans le plasma pendant la gestation (n = 24).

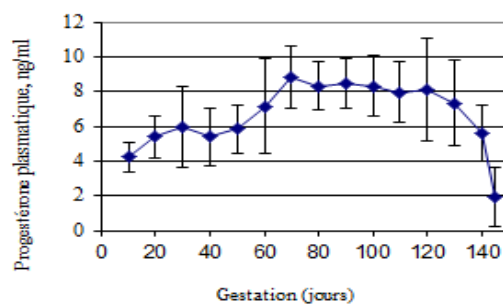


Figure 5 : Concentration moyenne de P4 dans le plasma chez les femelles à portées simples (n = 7).

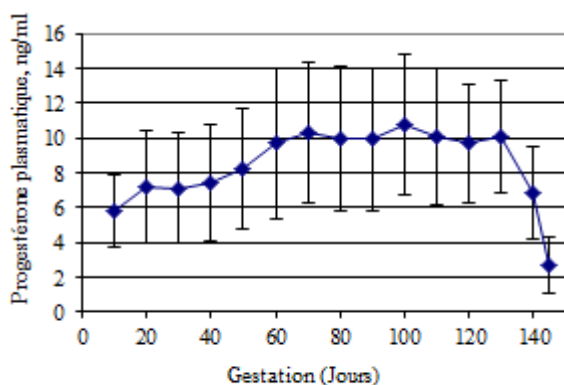


Figure 6 : Concentration moyenne de la P4 dans le plasma chez les femelles à portées doubles n = 1 (3).

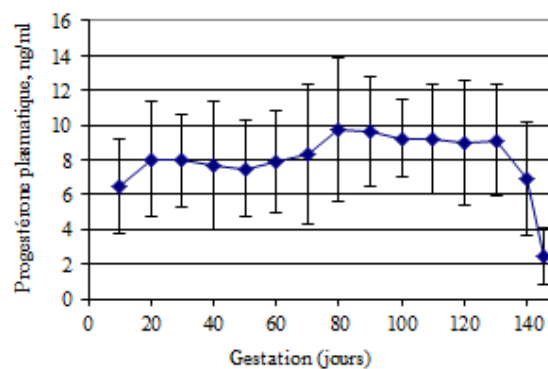


Figure 7 : Concentration moyenne de P4 dans le plasma chez les femelles à portées triples (n = 4).

Relations entre niveau de P4 et saison de mise bas

Les mises bas ont eu lieu presque toutes pendant la saison 1 (grande saison sèche) et la saison 2 (petite saison des pluies). Aucune influence de la saison de mise bas n'a été observée sur les concentrations plasmatiques de P4 au cours de la gestation ($p>0,05$).

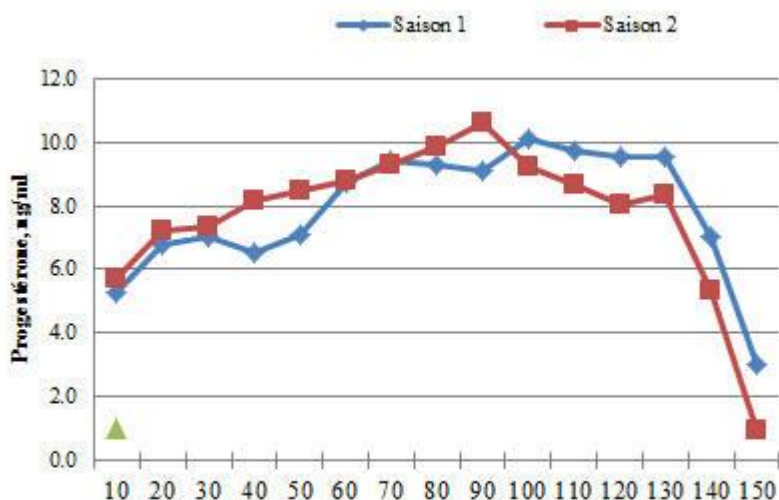


Figure 8 : Concentration moyenne de P4 dans le plasma pendant la gestation selon la saison de mise bas.

Les différences entre les concentrations de P4 au cours de la gestation (entre 80 et 140 jours de gestation) pour les mises bas dans les deux saisons (Figure 8) ne sont pas significatives ($p>0,05$) (la saison 3 - petite saison sèche - n'a pas été considérée du fait d'une seule donnée disponible).

Relations entre niveau de P4 et nombre de fœtus

Au cours du premier mois de gestation (30 premiers jours), on a noté une tendance générale d'augmentation des concentrations de P4 en fonction de la portée (nombre de fœtus), les portées triples présentant des valeurs moyennes supérieures à celles des portées doubles, elles mêmes supérieures à celles des portées simples ($p< 0,05$) (Figure 9). A partir du 30ème jour on note globalement une stabilisation du niveau de P4 plasmatique jusqu'au 40ème-50ème jour chez les portées multiples, alors que chez les portées il s'observe une baisse du niveau de P4 jusqu'au 40ème jour, puis une augmentation. Dans tous les trois groupes de chèvres le niveau de P4 plasmatique est croissant entre 50 et 60 jours de gestation. Au-delà de 60 jours de gestation, aucune influence nette de la portée sur le niveau de la P4 plasmatique n'a été relevée ($p>0,05$).

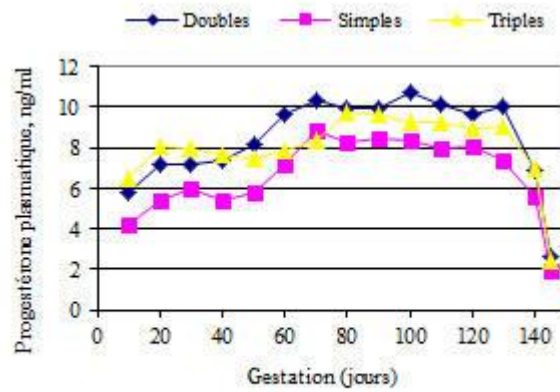


Figure 9 : Concentration moyenne de la P4 plasmatique pendant la gestation (chèvres avec fœtus simples, doubles ou triples)

Sur les 24 mises bas, 7 étaient simples avec un seul jeune à la naissance, 13 étaient doubles, et 4 étaient triples. Lorsque l'une des valeurs ponctuelles de concentration de P4 était supérieure à 13 ng/ml au cours de la gestation, il a toujours été observé qu'à la mise bas la chèvre donnait naissance à 2 ou 3 petits, jamais 1 seul. Mais des valeurs de P4 inférieures à 13 ng/ml pendant la gestation n'étaient par contre pas discriminantes puisque dans ce cas la chèvre pouvait indifféremment donner naissance à 1, 2 ou 3 petits.

Une grande variabilité inter individuelle du niveau de P4 plasmatique s'est observée chez les femelles ayant 2 fœtus, avec des concentrations assez faibles de P4 chez certaines. Au terme d'une analyse en composantes principales avec une classification ascendante hiérarchique par rapport aux concentrations de P4, il a été possible de mettre en évidence l'existence de deux classes distinctes: celles présentant des concentrations faibles (4 à 9 ng/ml entre 20 et 130 jours de gestation, n = 6) et celles qui présentant des concentrations fortes (9 à 14 ng/ml entre 20 et 130 jours de gestation, n = 7) (Figures 10, 11, 12).

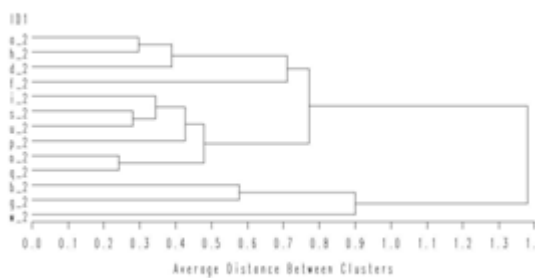


Figure 10 : Arbre hiérarchique de classification des femelles à portées doubles (n=13).

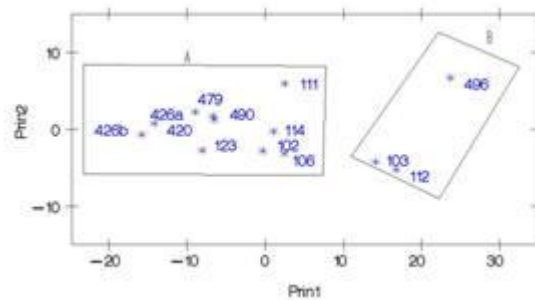


Figure 11 : Répartition graphique des femelles avec faibles concentrations et fortes concentrations de P4, respectivement (les numéros identifient les chèvres)

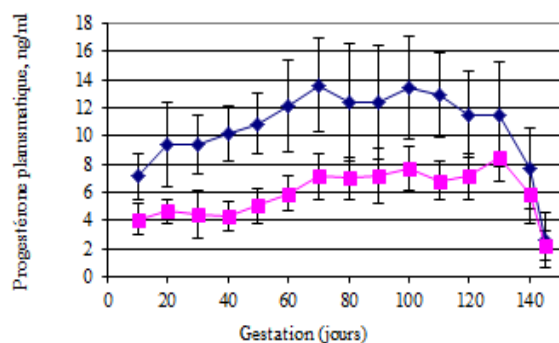


Figure 12: Concentrations moyennes de P4 dans le plasma de 2 classes de chèvres avec portées doubles. Les deux classes sont constituées de femelles dont les concentrations de P4 sont soit supérieures (n=6), soit inférieures (n=7) à la moyenne générale dans le groupe pendant la gestation.

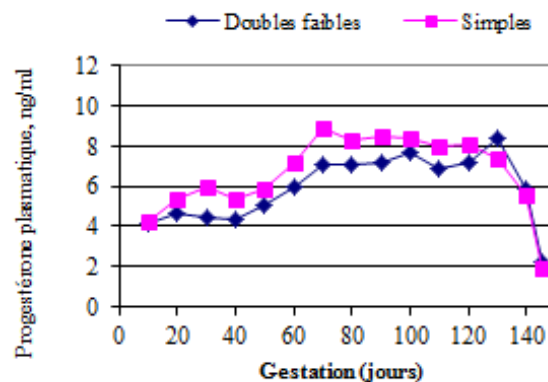


Figure 13: Concentrations moyennes de P4 dans le plasma de chèvres à portées simples et de chèvres à portées doubles appartenant à la classe des animaux à faibles concentrations de P4.

Enfin, aucune différence significative ($P > 0,05$) n'a été notée entre les concentrations de P4 pendant la gestation chez les femelles à portée simple et celles des femelles à portées doubles appartenant à la classe des animaux à faibles concentrations de P4 (Figure 13).

Relations entre niveau de P4 et sexe du fœtus

Les valeurs moyennes de concentrations plasmatiques de P4 à 60 jours de gestation étaient de $6,0 \pm 1,4$ ng/ml chez les femelles à portée simple porteuses d'un fœtus mâle et de $8,7 \pm 3,7$ ng/ml chez celles porteuses d'un fœtus femelle. Ces valeurs à 120 jours de gestation étaient de $7,7 \pm 2,8$ ng/ml pour les mâles et $8,6 \pm 3,0$ ng/ml pour les femelles. Malgré une tendance à des concentrations de P4 plus élevées chez les chèvres porteuses de fœtus femelles par rapport aux chèvres porteuses de fœtus mâles, aucune différence statistiquement significative ($p > 0,05$) n'a été notée entre les deux types de porteuses.

Relations entre niveau de P4 et parité de la chèvre

Dans notre étude, la parité n'a pas eu d'influence statistiquement significative sur les concentrations plasmatiques de P4 pendant la gestation chez la chèvre naine ($p > 0,05$). Il a été noté une plus grande fréquence de portées multiples chez les multipares. Ainsi, sur 7 mises bas simples, 4 l'ont été des primipares, 2 de femelles ayant mis bas une première fois et 1 seule d'une femelle ayant mis bas 2 fois. De même sur 13 mises bas doubles, seules 4 l'ont été de femelles primipares et 6 de femelles ayant mis bas une première fois. Enfin, 1 mise bas triple sur 4 l'a été d'une femelle primipare.

Discussion

Poids et état corporel des femelles

L'état physique de la chèvre, à l'instar des autres espèces animales, est l'un des premiers paramètres à contrôler pour une bonne réussite de l'activité reproductrice, ceci à tous les stades de son évolution : oestrus, fécondation, gestation, mise bas. Il s'apprécie à l'apparence physique et au poids.

Lors d'une étude antérieure sur la synchronisation naturelle de l'oestrus par l'effet mâle chez la chèvre naine, Djoko et al (2006) avaient déjà noté que l'activité oestrienne (survenue des chaleurs) dans cette race locale n'était guère observée chez des femelles ayant un poids corporel inférieur à 12 kg, quelque soit l'âge. Au cours de la présente étude, le poids moyen proche de la période de fécondation ($15 \pm 0,8$ kg, avec le minimum à 13,4 kg) était bien supérieur à ce poids « seuil » de 12 kg, en effet aucune gestation n'a été enregistrée dans le troupeau de départ en deçà de ce seuil. On pourrait dès lors penser qu'il existe effectivement un poids seuil chez la chevrette/chèvre en deçà duquel la gestation ne peut se dérouler normalement. En effet, Mbayahaca et al (1997), Thimonier (1975) ont montré que la fertilité augmentait avec le poids des femelles chez les caprins. Ce poids seuil correspondrait à environ 55 % du poids adulte dans la présente étude. Il pourrait dès lors être conseillé aux éleveurs de ne mettre les femelles en reproduction qu'à partir de 13 kg de poids vif pour une bonne croissance de la jeune chèvre et un bon développement du fœtus. Toutefois, une alimentation adéquate devrait être fournie aux jeunes femelles ainsi mises en reproduction.

Le gain de poids des chèvres était constant au cours des deux premiers mois de gestation. Il coïncidait avec la première phase de la courbe de production de la progestérone pendant la gestation qui va de la fécondation au 60^{ème} voire 70^{ème} jour, où les valeurs maximales sont atteintes. Le poids augmentait ensuite considérablement au-delà du deuxième mois jusqu'à une valeur maximum au quatrième mois. Ces deux phases correspondent à la mise en place des organes du fœtus et à leur développement. En effet, la maturation du fœtus une fois son développement achevé se traduit par une prise pondérale importante qui culmine au 4^{ème} mois et reste plus ou moins constante jusqu'au 5^{ème} mois de gestation. La croissance pondérale est un indicateur de l'intégrité de la gestation, donc du bon déroulement des processus physiologiques liés à la gestation. Au cours de la présente étude, la différence significative observée entre les poids des femelles à portée simple et les autres au moment de la fécondation et pendant la gestation jusqu'à la mise bas suggère que l'état corporel influence le nombre d'ovulations, et donc le nombre de fœtus après fécondation. En accord avec cette hypothèse, un effet de l'état corporel sur le nombre d'ovulations a été rapporté chez des chèvres soumises à des niveaux d'alimentation différents (Henniawati et Fletcher 1986; De Santiago-Miramontes et al 2009).

En référence aux poids à la naissance (1,1 kg à 1,6 kg) et à la puberté récemment déterminés chez la chèvre naine (Djoko et al soumis pour publication), l'évolution pondérale des femelles au cours des deux premiers mois de gestation dans notre étude pourrait être utilisé comme un indicateur pratique de détermination précoce du type de gestation. En effet, pour tout gain de poids vif supérieur ou égale à 1,5 kg sur une période de 30 jours consécutifs au cours des 2 premiers mois (60 jours) de gestation, une mise bas multiple a été obtenue. Ce gain pondéral entre 30 à 60 premiers jours de gestation indiquerait donc la présence de plusieurs fœtus. Il peut dès lors être recommandé aux éleveurs pour les cas avérés l'apport d'un supplément alimentaire dès ce stade jusqu'au 4^{ème} mois de gestation, afin de garantir une bonne croissance des fœtus.

Profil plasmatique de la progestérone au cours de la gestation des chèvres locales

La courbe de progestérone décrite pendant la gestation chez la chèvre naine de la zone de forêt du Cameroun présente globalement les caractéristiques classiques décrites chez les caprins (Catchpole 1977). Les valeurs maximales de progestérone ont été obtenues vers le 70^{ème} jour de gestation ou légèrement au delà, soit globalement à mi-parcours de la gestation qui dure environ 145 jours comme observé chez les caprins par Catchpole (1977). Les valeurs observées dans notre étude sont similaires à celles rapportées par Khanum et al (2007 et 2008) chez la chèvre naine du Pakistan (*Capra hircus*) en période de reproduction (oestrus) et pendant la gestation.

L'augmentation irrégulière du niveau de progestérone observée pendant la gestation chez la chèvre pourrait être liée à l'augmentation de taille des cellules lutéales stéroïdogéniques qui a été constatée pendant la gestation chez la chèvre (Robertson 1977; Yigit 2003). En effet, il a été noté chez les caprins qu'après une augmentation initiale au cours des 40 premiers jours de la gestation, la taille des cellules lutéales se réduit, puis augmente jusqu'au 110^{ème} jour de gestation, avant une légère diminution jusqu'à la parturition. La courbe générale d'évolution de la progestérone au cours de la gestation dans notre étude (Figure 3) présente un profil très similaire.

Par ailleurs, chez la chèvre le placenta produit des métabolites de la progestérone tels que la 20 α -dihydroprogestérone et le 5 β -prégnanediol (Sheldrick et al 1981 ; Wango et al 1991 ; Sawada et al 1994). Cette sécrétion de progestagènes placentaires pourrait expliquer le décrochement de la courbe observé entre les 40^e et 70^e jours de gestation. Néanmoins, il faudrait étudier le croisement de ces composés dans le dosage de progestérone utilisé pour valider cette hypothèse. Chez les ovins, un décrochement se produit vers les 50-60^e jours de gestation, en relation avec le développement du placenta qui devient le lieu principal de synthèse de la progestérone en plus des corps jaunes (Emady et al 1974). Mais contrairement à la chèvre où le pic est observé vers la moitié de la gestation, les valeurs maximales de la progestérone sont atteintes vers la fin de la gestation (dernier tiers) chez la brebis (Catchpole 1977).

Notons qu'une infection de la chèvre pendant la gestation, pouvant se traduire par un avortement, perturbe la fonction endocrinienne et diminue le niveau de progestérone (Engeland et al 1997). Tous les cas douteux ou présentant de graves perturbations au cours de la gestation ont été éliminés de notre étude. Par ailleurs, Fasanya et al (1992) ont trouvé au Nigeria un niveau de progestérone plus élevé pendant la gestation dans le groupe des chèvres Savanna Brown les plus lourdes, complémentées au maïs. Nous n'avons pas constaté une influence sensible de l'apport en maïs au cours de notre étude, toutes les chèvres étant soumises au même régime alimentaire avec entre autres des apports fréquents en grains de maïs en substitution au complément alimentaire de base.

Relations entre niveau de progestérone et nombre de fœtus

Pendant la gestation chez les mammifères, la progestérone peut être sécrétée par le(s) corps jaune(s) ovarien(s), par le placenta et/ou par les glandes surrénales. Chez les petits ruminants, les glandes surrénales en sécrètent très peu: environ 2 % ou moins de la production ovarienne (Linzell et Heap 1968 ; Kolb 1975). Chez la brebis, l'ovaire et le placenta produisent de la progestérone, et le niveau de progestérone pendant la gestation est en relation avec la masse du placenta (Butler et al 1981). Il augmente avec la taille du fœtus et de ses annexes (Boly et al 1993). Ainsi, Benyounes et al (2006) ont observé une variation significative du niveau de progestérone pendant la gestation en fonction du stade de gestation et non pas en fonction du nombre de fœtus chez la brebis Ouled Djellal en Algérie (Ozpnar et al 1992 ; El Amiri et al 2003). Chez la chèvre, le placenta ne produit pas ou très peu de progestérone et, à la différence de la brebis, une ovariectomie pratiquée en 2^e moitié de gestation entraîne toujours l'avortement. La brebis est donc une espèce dépendant du placenta pour la gestation et la chèvre est une espèce dépendant des corps jaunes (Linzell et Heap 1968 ; Thorburn et Schneider 1972 ; Kolb 1975 ; Catchpole 1977 ; Robertson 1977 ; Hafez 1987).

Beaucoup d'auteurs ont déjà signalé que le niveau de progestérone à certains moments pendant la gestation était en relation avec le nombre de fœtus chez les caprins (Jarrel et Dziuk 1991 ; Abou-el-Roos et Abdel-Ghaffar 2000) et surtout chez les ovins (Emady et al 1974 ; Butler et al 1981 ; Rawlings et al 1983 ; Dobeli et Schwander 1983 ; Ozpnar et al 1992 ; Ranilla et al 1997). Abou-El-Roos et Abdel-Ghaffar (2000) signalent même une augmentation significative chez les chèvres avec triplets par rapport aux chèvres avec fœtus doubles. Dans notre étude, une influence

significative de la portée a été observée pendant le premier mois de gestation, le niveau de progestérone étant d'autant plus grand que la taille de la portée était large. Ainsi, au 30^{ème} jour de gestation il existe une différence significative entre les niveaux de progestérone chez les femelles portant trois fœtus et celles n'ayant que deux ou un. Cette influence n'était plus nette au-delà de cette période. Ces résultats sont en accord avec les travaux de Jarrel et Dziuk (1991) dans l'Illinois. Ces auteurs ont montré que les chèvres ayant plusieurs corps jaunes ont entre le 7^{ème} et le 30^{ème} jour de gestation une concentration de progestérone plus élevée que celles n'ayant qu'un seul. De plus, d'après ces auteurs, les chèvres portant deux fœtus à 45 jours de gestation ont au 13^{ème} jour de gestation une plus forte concentration plasmatique de progestérone que celles ne portant qu'un seul fœtus. Néanmoins, le nombre de corps jaunes ou de fœtus n'influence pas la concentration plasmatique de progestérone au-delà du 30^{ème} jour de gestation. On pourrait donc penser que la quantité de P4 produite pendant la gestation dépendrait plus de la fonctionnalité des cellules lutéales que de leur nombre. Notons que les informations sur la relation entre le nombre d'ovulations, le nombre d'embryons en début de gestation ou de fœtus, et la portée lors de la mise bas, ne sont pas encore disponibles chez la race étudiée.

Les femelles ayant deux fœtus ont présenté en moyenne des niveaux de progestérone plus élevés que ceux des femelles ne portant qu'un seul fœtus. Par contre, il semble bien y avoir dans notre étude 2 classes distinctes dans le groupe de chèvres à portée double (deux fœtus), certaines avec des niveaux élevés de progestérone pendant la gestation, d'autres avec des niveaux aussi bas que ceux des chèvres à portée simple (un fœtus) ; ceci ne nous semble pas encore avoir été signalé. Ces 2 classes ne peuvent pas être expliquées par le fait que les jumeaux seraient univitellins ou non, les 2 sexes étant souvent présents lors des mises bas. L'existence des deux classes pourrait résulter de l'existence d'une variabilité génétique au sein de la race.

Chez la chèvre, contrairement au mouton, certains auteurs ont signalé que le plus souvent le nombre total de corps jaunes sur les 2 ovaires correspond au nombre de fœtus. Nous ne pouvons pas envisager cette correspondance pour la chèvre naine ici étudiée, du fait de la présomption d'une possible mortalité embryonnaire assez fréquente chez la race. De même nous ne pouvons pas affirmer que la portée est un indicateur fiable du nombre d'embryons en début ou en cours de gestation. Les fluctuations des concentrations de progestérone au cours de la gestation pourraient, comme signalé plus haut, correspondre à des variations de la taille des cellules lutéales (Robertson 1977). Elles pourraient également résulter des réactions métaboliques que subit la progestérone plasmatique au niveau du foie. Elles pourraient enfin résulter d'une dégénérescence d'un certain nombre de corps jaunes gestatifs.

Dans la présente étude il n'a pas été possible de prédire le nombre de fœtus d'après les seuls niveaux de progestérone mesurés pendant la gestation. Ceci s'explique par le fait que chez la chèvre c'est le corps jaune qui est la source principale de la progestérone au cours de la gestation. La masse placentaire a ici un rôle négligeable dans la production de la progestérone. Toutefois, toutes les chèvres ayant présenté des valeurs de progestérone supérieures à 13 ng/ml ont eu une mise bas multiple sans exception. Cette indication pourrait, une fois confirmée, permettre de distinguer dans un lot de femelles en gestation celles porteuses d'un fœtus de celles en portant plusieurs.

Relations entre niveau de progestérone et saison de mise bas

La distribution des mises bas au cours de l'année dans les systèmes d'élevage étudiés est tributaire aussi bien de la fertilité des boucs que de l'activité ovarienne chez les femelles. Le regroupement ici de la quasi-totalité des mises bas pendant la saison 1 (grande saison sèche) et la saison 2 (petite saison des pluies) suggère l'existence de périodes plus favorables à la fécondation naturelle chez la race (Djoko et al soumis pour publication). Cette période se situe à

environ cinq mois plus tôt par rapport aux saisons de mises bas enregistrées. L'absence d'influence de la saison de mise bas sur les concentrations plasmatiques de progestérone au cours de la gestation s'expliquerait par le fait que la saison n'influence pas l'activité lutéale qui assure le maintien la gestation chez les caprins comme relevé plus haut. En revanche la saison de mise bas, comme l'année de naissance et la parité, aurait un effet significatif ($p < 0,05$) sur la portée (Odubote 1994).

Relations entre niveau de progestérone et sexe du fœtus

Le sexe du fœtus pourrait avoir une influence sur le niveau de progestérone. En effet, Dobeli et Schwander (1985) ont montré chez le mouton alpin que s'agissant du sexe du fœtus, 2 mâles sont accompagnés d'un niveau de progestérone moins élevé que 2 femelles. De même, ils observent également une différence entre femelle à portée simple et celles à portée double avec au moins un mâle. Par contre, Kalkan et al (1996) n'ont pas trouvé de différence significative selon le sexe des fœtus chez le mouton Iwassi. Au cours de la présente étude les valeurs de la progestérone dans le groupe des chèvres à portées simples portant un fœtus femelle étaient faiblement supérieures à celles obtenues chez les femelles portant un fœtus mâles entre 60 et 120 jours de gestation, mais cette différence n'était toutefois pas significative. Dans le cas des portées multiples (doublets et triplets), le sexe des petits au cours de la gestation n'a pas influencé de façon significative les concentrations de P4 plasmatique.

Relations entre niveau de progestérone et la parité de la chèvre

Aucune influence significative de la parité sur le niveau de progestérone au cours de la gestation n'a été enregistrée au cours de notre étude. Dans un autre travail sur l'effet de la parité sur la réponse oestrienne et ovulatoire des chèvres à l'effet mâle, Luna-Orozco et al (2008) ont trouvé que la parité n'influence pas la réponse endocrinienne des femelles soumises à cette étude. Il a été toutefois noté ici que la taille de la portée augmente avec la parité. Les mises bas simples ont été en effet obtenues en majorité chez les primipares et sont exceptionnelles chez les multipares. Notons qu'il a été montré (Clément et al 1997) que l'âge à la première mise bas a un effet significatif sur la prolificité: les femelles qui mettent bas tardivement ont des tailles de portée plus élevées et l'intervalle entre mises bas diminue lorsque le rang de mise bas augmente. De nombreux résultats allant dans ce sens ont été rapportés : le taux d'ovulation et la prolificité augmentent avec l'âge des femelles (Lajous 1987, Waldron et Thomas 1992). Cette observation est certainement liée à la croissance des femelles, puisque les premières naissances se produisent avant que celles-ci n'aient atteint leur poids adulte et il a été montré que la fertilité augmentait avec le poids des femelles (Thimonier 1975, Mbayahaca et al 1997).

Conclusion

- Les résultats de la présente étude ont permis de déterminer les différents profils de progestérone dans le plasma au cours de la gestation chez la chèvre naine de la zone de forêt du Cameroun, et de souligner quelques particularités qui marquent la différence avec l'endocrinologie de la gestation chez les ovins. Les niveaux plasmatiques de progestérone déterminés pour les différents types de gestation rencontrés dans la race ont confirmé les résultats de certains travaux antérieurs sur d'autres races de caprins. Ils ont permis de mettre en évidence l'existence de classes distinctes parmi les femelles à gestations doubles. Un suivi échographique de l'activité ovarienne et des différentes étapes de la gestation apporterait certainement plus d'informations sur cette réalité. Pour une perspective plus pratique, il a été trouvé que chez cette race, une valeur de progestérone plasmatique supérieure à 13 ng/ml entre le 20^e et le 140^e jour de gestation indique que la femelle porte deux ou trois fœtus. De même, une variation pondérale supérieure ou égale

à 1,5 kg sur une période de 30 jours consécutifs au cours des 2 premiers mois de gestation, est un indicateur de gestation multiple; ce qui implique une supplémentation alimentaire conséquente pour une bonne gestation.

Remerciements

Les auteurs expriment leur profonde gratitude à l'endroit du gouvernement camerounais, des responsables de l'Institut de Recherche Agricole pour le Développement (IRAD) et de l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA-Département PHASE/PRC-Tours Nouzilly). C'est grâce à leur soutien financier et matériel que cette étude a été initiée et menée à son terme.

Bibliographie

Abou-El-Roos M E A and Abdel-Ghaffar A E 2000. Monitoring the postpartum ovarian activity and pregnancy in she goats with normal and abnormal parturition by measuring milk and faecal progesterone. *Assiut Veterinary Medical Journal* **42**: 310-327.

Akusu M O and Ajala O O 2000. Reproductive performance of West African Dwarf goats in the humid tropical environment of Ibadan. *Israel Journal of Veterinary Medicine* **55** (2) http://www.isrvma.org/article/55_2_6.htm: onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1748-5967.2007.00048.x/full

Benyounes A, Lamrani F, Melo de Sousa N, Sulon J, Folch J, Beckers J-F and Guellati M A 2006. Suivi de la gravidité chez la brebis Ouled Djellal par dosage de la protéine associée à la gestation et de la progestérone. *Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux (FRA)* **59** (1-4): 65-73. http://remvt.cirad.fr/cd/derniers_num/2006/EMVT06_065_073.pdf

Boly H, Koubaye A, Viguier-Martinez M C and Yenikoye A 1993. Gestation et reprise de l'activité sexuelle après le part chez la brebis Djallonké, variété "Mossi". *Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux (FRA)* **46** (4): 631-636. http://remvt.cirad.fr/cd/EMVT93_4.pdf

Butler W R, Fullenkamp S M, Cappiello L A and Handwerger S 1981. The relationship between breed and litter size in sheep and maternal serum concentrations of placental lactogen, estradiol and progesterone. *Journal of Animal Science* **53** (4): 1077-1081. <http://jas.fass.org/cgi/reprint/53/4/1077.pdf>

Canépa S, Lainé A-L, Bluteau A, Fagu C, Flon C et Monniaux D 2008. Validation d'une méthode immunoenzymatique pour le dosage de la progestérone dans le plasma des ovins et des bovins. *Cahier Technique de l'INRA* **64**, 19-30.

Catchpole H R 1977. Hormonal Mechanisms in Pregnancy and Parturition. 341-368. In "Reproduction in domestic animals" (Cole H. H. and Cupps P T, eds) 3rd ed. Academic Press, New York, 665 p.

Chemineau P, Baril G, Leboeuf B, Maurel M C, Roy F, Pellicer-Rubio M, Malpoux B et Cognié Y 1999. Implication des progrès récents en physiologie de la reproduction pour la conduite de la reproduction dans l'espèce caprine. *INRA Productions Animales* **12** (2) 135-146. http://granit.jouy.inra.fr/productions-animales/1999/Prod_Anim_1999_12_2_05.pdf

Clément V, Poivey J P, Faugère0, Tillard E, Lancelot R, Gueye A, Richard D, Bibé B 1997. Etude de la variabilité des caractères de reproduction chez les petits ruminants en milieu d'élevage traditionnel au Sénégal. *Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux* **50** (3) : 235-249. <http://www.sist.sn/gsd/collect/publi/index/assoc/HASH015a/47d11402.dir/doc.pdf>

De Santiago-Miramontes M A, Malpoux B and Delgadillo J A 2009. Body condition is associated with a shorter breeding season and reduced ovulation rate in subtropical goats. *Animal Reproduction Science* **114**: 175–182

Dobeli M and Schwander B 1983. Pregnancy diagnosis in a sheep flock from 3 estimations of plasma progesterone. *Kleinviehzüchter* **31**: 27-28.

Dobeli M and Schwander B 1985. Pregnancy diagnosis in a flock of sheep by means of three blood plasma progesterone assays. *Zuchthygiene* **20**: 192-199.

Djoko T D, Kamtchouing P, Mbah D A et Meyer C 2006. Induction et synchronisation naturelles par l'effet mâle de l'oestrus chez la chèvre naine de la zone de forêt du Cameroun. *Cameroon Journal of Agricultural Science* (2006) Vol. **2** N°1 pp 31-37.

ElAmiri B, Karen A, Cognie Y, Sousa N M, Hornick J L, Szenci O and Beckers J F 2003. Diagnostic et suivi de gestation chez la brebis: réalités et perspectives. *INRA Productions Animales* **16** (2) : 79-90.
http://granit.jouy.inra.fr/productions-animales/2003/Prod_Anim_2003_16_2_01.pdf

Emady M, Hadley J C, Noakes D C and Arthur G H 1974. Progesterone level in the peripheral blood of pregnant ewes. *Veterinary Record* **95**: 168-169.

Engeland I V, Waldeland H, Ropstad E, Kindahl H and Andresen O 1997. Effect of experimental infection with *Listeria monocytogenes* on the development of pregnancy and on concentrations of progesterone, oestrone sulphate and 15-ketodihydro-PGF2 alpha in the goat. *Animal Reproduction Science* **45** (4): 311-327.

Fasanya O O A, Molokwu E C I, Eduvie L O and Dim N I 1992. Dietary supplementation in the Savanna Brown goat. II. Gestation and postpartum activity in primiparous does. *Animal Reproduction Science* **29** (1-2): 167-174.

Guignot F 2005. Cryoconservation des embryons des espèces domestiques. *INRA Productions Animales* **18** (1) 27-35.
http://granit.jouy.inra.fr/productions-animales/2005/Prod_Anim_2005_18_1_02.pdf

Hafez E S E 1987. Reproductive behaviour. In *Reproduction in farm animals*, fifth edition (ed. E S E Hafez), pp. 260-294. Lea and Febiger, Philadelphia.

Henniawati and Fletcher I C 1986. Reproduction in Indonesian sheep and goats at two levels of nutrition. *Animal Reproduction Science* (12) 77-84.

Hervieux J et Morand-Fehr P 1999. Comment noter l'état corporel des chèvres. *Réussir La Chèvre – Mars-Avril 1999 – N° 231*. p 26-33.

Institut de Recherche Agricole pour le Developpement (IRAD) 2005. Cartes agroécologiques du Cameroun.

Jarrel V L et Dziuk P J 1991. Effect of number of corpora lutea and foetuses on concentrations of progesterone in blood of goats. *Journal of Animal Science* **69**: 770-773.

Kalkan C, Cetin H, Kaygusuzoglu E, Yilmaz B, Ciftci M, Yildiz H, Yildiz A, Deveci H, Apaydin A M and Ocal H 1996. An investigation on plasma progesterone levels during pregnancy and at parturition in Ivesi [Awassi] sheep. *Acta Veterinaria Hungarica* **44**: 335-340.

Khanum S A, Mujahid H and Rehana K 2007. Assessment of reproductive parameters in female Dwarf goat (*Capra hircus*) on the basis of progesterone profiles. *Animal Reproduction Science* **102** (3/4): 267-275.

Khanum S A, Hussain M and Kausar R 2008. Progesterone and estradiol profiles during estrous cycle and gestation in Dwarf goats (*Capra hircus*). *Pakistan Veterinary Journal* **28**:1-4.

Kolb E 1975. *Physiologie des animaux domestiques*. Paris, Vigot Frères ed, 1 vol, 974 p.

Lajous D 1987. Mesure du taux d'ovulation et de la mortalité embryonnaire chez la brebis Romanov. Utilisation et intérêt de la coelioscopie. Thèse de doctorat, Institut national polytechnique, Toulouse, France, 71 p.

Linzell J L and Heap R B 1968. A comparison of progesterone metabolism in the pregnant sheep and goat: sources of production and an estimation of uptake by some target organs. *Journal of Endocrinology* **41**: 433-NP.

- Luna-Orozco J R, Fernandez IG, Gelez H and Delgadillo J A 2008.** Parity of female goats does not influence their estrous and ovulatory responses to the male effect. *Animal Reproduction Science*, **106** (3-4) : 352-360.
- Manjeli J, Tegua A, Njwe R M, Tchoumboue J et Ayong E E 1994.** Enquête sur l'élevage caprin dans les Hauts-Plateaux de l'Ouest Cameroun. In: *Small Ruminant Research and Development ILRI*, pp 99-103.
- Mbayahaca J, Baudoux C, Mandiki S N M, Bister J L, Branckaert R et Paquay R 1997.** Paramètres de reproduction et de production des petits ruminants au Burundi. *Animal Genetic Resources Information* **20**: 55-69.
- Meyer C et Djoko Teinkam D 2010.** L'effet mâle chez les petits ruminants : Synthèse. *Livestock Research for Rural Development* **22** (09).
<http://www.lrrd.org/public-lrrd/proofs/lrrd2209/meye22173.htm>
- Odubote I K 1994.** Genetic analysis of the reproductive performance of West African Dwarf goats in the humid tropics (pp 33-35). In *Small Ruminant Research and Development in Africa* (Lebbie S H B and Kagwini Eeds). Proceedings of the Third Biannual Conference of the African Small Ruminants Research Network, UICC, Kampala, Uganda, 5-9 December.
- Ozpnar A, Ozpnar H, Frat A, Pabuccuoglu S, Alkan S and Ledl W 1992.** Investigations on the relationship between the blood progesterone profile and lambing rate in Turkgedli sheep under different conditions of management and nutrition. *Hayvanclk Arastrma Dergisi* **2**: 35-38.
- Paterson L, De Sousa P, Ritchie W, King T and Wilmut I 2003.** Application of reproductive biotechnology in animals: implications and potentials applications of reproductive cloning. *Animal Reproduction Science* **79**:137-143.
- Ranilla M J, Sulon J, Mantecon A R, Beckers J F and Carro M D 1997.** Plasma pregnancy-associated glycoprotein and progesterone concentrations in pregnant Assaf ewes carrying single and twin lambs. *Small Ruminant Research* **24**: 125-131.
- Rawlings N C, Jeffcoate I S, Savage D M K and Stuart L H M 1983.** Pregnancy diagnosis and assessment of fetal numbers in the ewe in a commercial setting. *Theriogenology* **19**: 655-663.
- Robertson H A 1977.** Reproduction in the ewe and the goat: 477-496. In "Reproduction in domestic animals" (Cole H H and Cupps P T, eds) 3rd ed. Academic Press, New York, 665 p.
- Sawada T, Nakatani T, Tamarda H and Mori J 1994.** Secretion of progesterone and 20alpha-dihydroprogesterone during pregnancy in goats. *Steroids* **59** (august): 468-471.
- Sheldrick E L, Ricketts A P and Flint A P F 1981.** Placental production of 5beta pragnane-3alpha, 20alpha-diol in goats. *Journal of Endocrinology* **90**: 151-158.
- Thimonier J 1975.** Etude de la puberté et de la saison sexuelle chez les races prolifiques et leurs croisements avec des races françaises. In : *lères Journées de la recherche ovine et caprine*, Paris, France, 2-4 décembre 1993. Paris, France, INRA-ITOVIC, p18-37.
- Thorburn G D et Schneider W 1972.** The progesterone concentration in the plasma of the goat during the oestrous cycle and pregnancy. *Journal of Endocrinology* **52**, 23-28.
- Waldron D F, Thomas D L 1992.** Increased litter size in Rambouillet sheep: 1. Estimation of genetic parameter. *Animal Science* **70**: 3333-3344.
- Wango E O, Heap R B and Wooding F B P 1991.** Progesterone and 5beta-pregnanediol production by isolated fetal placental binucleate cells from sheep and goats. *Journal of Endocrinology* **129**: 283-289.
- Yigit A 2003.** Changes in the size distribution of goat steroidogenic luteal cells during pregnancy. *Small Ruminants Research* **47**: 227-231.

Received 10 October 2010; Accepted 23 February 2011; Published 1 April 2011

ANNEXES

UNIVERSITE DE YAOUNDE I
FACULTE DES SCIENCES



UNIVERSITY OF YAOUNDE I
FACULTY OF SCIENCE

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE ET PHYSIOLOGIE ANIMALES
DEPARTMENT OF ANIMAL BIOLOGY AND PHYSIOLOGY

LABORATOIRE DE PHYSIOLOGIE ANIMALE
LABORATORY OF ANIMAL PHYSIOLOGY

**Détermination des principaux
paramètres pour le contrôle de la
reproduction chez la chèvre naine
(*Capra hircus*) de la zone de forêt
humide du Cameroun**

THESE

Présentée en vue de l'obtention du Doctorat/PhD en
Biologie des Organismes Animaux
Option : Physiologie Animale

Par

DJOKO TEINKAM Denis

DEA Biologie Animale
(Matricule : 791222)

Sous la Direction de

KAMTCHOUING Pierre

Professeur

Année 2019

ENQUETE SUR LES POPULATIONS DE MOUTONS ET CHEVRES DE LA ZONE DE FORÊT HUMIDE DU CAMEROUN

L'objectif général de cette enquête est de décrire, identifier et classifier les races locales de moutons et chèvres de la zone de Forêt Humide (à pluviométrie bimodale) du Cameroun (Provinces du Centre, du Sud et de l'Est) et d'obtenir des estimations fiables sur la taille des populations, leur distribution, les pratiques managériales et socio-culturelles chez les éleveurs de petits ruminants. Les informations collectées serviront de base de données sur la production des petits ruminants dans la Zone V et leur environnement. Les informations obtenues seront utiles pour une sélection des races (individus) en vue d'une amélioration génétique en station.

INFORMATIONS GENERALES

1. **Personne interviewée**----- Département-----Arrondissement-----Village-----

2. Ménage

Position dans le ménage (Cocher une case) 1. Chef de famille 2. Epouse du chef de famille 3. Parent 4. Fils 5. Fille 6. Autre (préciser)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Sexe : Masculin Feminin	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		Age (années) <31	<input type="checkbox"/>
		31-40	<input type="checkbox"/>
		41-50	<input type="checkbox"/>
		51-60	<input type="checkbox"/>
		61-70	<input type="checkbox"/>
		>70	<input type="checkbox"/>

3. **Nombre de personnes composant le ménage par âge et par sexe**

Nombre	4. Terres possédées (ha)	En propre	En location
Homme < 15 ans	Superficie totale 1. Cultures (inclure les jachères) 2. Pâturages 3. Autre (préciser)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Homme > 15 ans			
Femme > 15 ans			

5. **Usage des pâturages communaux** 6. **Types de pasturage et possession**

(Cocher une case) Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>	1. Prairie ouverte 2. Prairie boisée 3. Prairie buissonneuse/arbustive 4. Prairie rocailleuse	Propre <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Location <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Communale <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
---	--	---	---	--

Cocher une ou plusieurs cases dans la première moitié des cases dans chaque colonne. Puis classer les trois premiers dans la seconde moitié des cases en fonction de leur importance.

7. **L'élevage est-elle la principale activité de votre ferme?** 8. **Nombre de têtes de bétail possédées**

N° Classer 3 Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>	Bovins Ovins Caprins Volailles (poulets) Porcins Ânes Mulets Equins	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
---	--	--	--

SYSTEME DE PRODUCTION

1. Système de production (Cocher une case)	2. Type de management (Cocher une case)	3. Mobilité (Cocher une case)	Family	Livestock
1. Cultures-Bétail	1. Extensif/pastoral	1. Sédentaire	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Agro-pastoralisme	2. Semi-intensif	2. Transumant	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Pastoralisme	3. Intensive/basse-cour	3. Nomade	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Autre (préciser)	4. Autre (préciser)	Autre (préciser)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4. Raisons d'élevage de moutons/chèvres

	Homme	Femme
Viande	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lait	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Laine/Poil	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Reproduction	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Engrais	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Peau	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Epargne (Réserve)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Signe de richesse	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dot	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cérémonies	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Autre (préciser)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5. Membres du ménage propriétaires de moutons/chèvres

Mari	<input type="checkbox"/>
Epouse	<input type="checkbox"/>
Mari et femme	<input type="checkbox"/>
Fils	<input type="checkbox"/>
Filles	<input type="checkbox"/>
Famille entière	<input type="checkbox"/>
Autre (préciser)	<input type="checkbox"/>

Cocher toute raison dans la première moitié des cases dans chaque colonne. Puis classer les trois premières dans la seconde moitié des cases en fonction de leur importance.

6. Pâturage/Alimentation (Cocher une ou plusieurs cases)

	Saison sèche	Saison des pluies
1. Non gardé	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Gardé	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Champ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Attaché	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Etable/cour	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

7. Logement (Cocher une ou plusieurs cases)

Avec toiture	1. Dans la maison familiale	<input type="checkbox"/>
	2. Logement séparé	<input type="checkbox"/>
	3. vérandah	<input type="checkbox"/>
Sans toiture	4. Kraal	<input type="checkbox"/>
	5. Cour	<input type="checkbox"/>
	6. Aucun	<input type="checkbox"/>
	7. Autre (préciser)	<input type="checkbox"/>

8. Type de matériels pour logement

	Toiture	Murs	Plancher
1. Tôle ondulée	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Paille/Nattes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Bois	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Pierres/briques	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Terre battue	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Ciment (parpaing)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Autre (préciser)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

9. Les petits cohabitent-ils avec les adultes ?

Oui Non

10. Moutons et chèvres sont-ils élevés avec les bovins ?

Oui Non

11. Complémentation

(Cocher une ou plusieurs cases dans chaque colonne)

	Saison sèche	Saison des pluies
1. Fibres/résidus post-récolte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Minéraux/vitamines	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. concentrés alimentaires	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Aucun	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Autre (préciser)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

12. Animaux recevant un complément alimentaire

(Cocher une ou plusieurs cases)

1. Mâles adultes (>1 an)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Femelles adultes (> 1 an)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Jeunes animaux	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Cocher les cases appropriées dans la première moitié et classer les 3 premiers par ordre d'importance dans la seconde

13. Origine de l'eau

	Saison sèche	Saison des pluies
1. Forage/puits	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Barrage/piscine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Rivière	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Source	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Eau de robinet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Eau de pluie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Autre (préciser)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Cocher une ou plusieurs cases

14. Distance du point d'eau le plus proche

	Saison sèche	Saison des pluies
1. l'eau est puisée/cherchée	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. < 1 km	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. 1-5 km	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. 6-10 km	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. >10 km	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

15. Fréquence d'approvisionnement en eau

	Saison sèche	Saison des pluies
1. disponible et accessible	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Une fois par jour	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Tout autre jour	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Une fois tous les 3 jours	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Autre (préciser)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Cocher une case dans chaque colonne

16. Qualité de l'eau

	Saison sèche	Saison des pluies
1. Bonne/Claire	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Boueuse	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Salée	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Nauséabonde	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

SANTE ANIMALE

1. Accès aux services vétérinaires

1. Service publique/Service de vulgarisation	<input type="checkbox"/>
2. Vétérinaire privé	<input type="checkbox"/>
3. Pourvoyeur de produits vétérinaires	<input type="checkbox"/>
4. Autre (préciser)	<input type="checkbox"/>

2. Distance par rapport au service vétérinaire le plus proche

1. < 1 km	<input type="checkbox"/>
2. 1-5 km	<input type="checkbox"/>
3. 6-10 km	<input type="checkbox"/>
4. >10 km	<input type="checkbox"/>

3. Maladies prévalentes

1
2
3

Type de traitement

Code	Traditionnel	Moderne
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Si traditionnel, préciser

Code
<input type="checkbox"/>

4. Nommer quelques maladies pour vaccination/traitement préventif

Noms de la maladie (symptômes en l'absence de nom)

- 1.
- 2.
- 3.

Code	Fait Routinièrement	Fait en cas de Besoin
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5. Contrôle des parasites externes

Methode	Pas fait Routinièrement	Fait Routinièrement
1. Aucun	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Plonge	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Pulvérisation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Versement	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Traditionnel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Autre (préciser)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Si traditionnel, quelle méthode? (préciser)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Code	<input type="checkbox"/>

6. Si pas fait de façon routinière, donner les raisons

1. Manque d'argent	<input type="checkbox"/>
2. Absence de médicaments locaux	<input type="checkbox"/>
3. Fait en cas de besoin	<input type="checkbox"/>
4. Médicaments disponibles très éloignés	<input type="checkbox"/>

7. Parasites internes

Méthode	Pas fait Routinièrement	Fait Routinièrement
1. Aucun	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Drench	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Traditionnelle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Autre (préciser)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Si traditionnel, quelle méthode? (préciser)		code <input type="checkbox"/>

8. Si pas fait, donner les raisons

1. Manque d'argent
2. Absence de médicaments locaux
3. Fait en cas de besoin
4. Médicaments disponibles très éloignés
5. Manque d'argent

9. Mortalité de l'année précédente

Mâle intègre
Castré

Femelle

N°

10. Causes de mortalité

Cocher 1 ou plusieurs cases et classer les 3 premiers

1. Prédateurs
2. Maladie
3. Accident
4. Empoisonnement
5. Inconnu
6. Autre (préciser)

REPRODUCTION

1. Raison d'avoir un (des) bélier(s)

1. Croisement
2. Socio-culturel
3. Autre (préciser)

2. Raison du choix de bélier(s)

1. Taille/forme
2. Couleur
3. Cornes
4. Tempérament
5. Disponibilité (pas de choix)
6. Performance (préciser)
7. Autre (préciser)

3. Reproduction/croisement

1. contrôlé
2. Non contrôlé

Question 2. Cocher les cases appropriées dans la première moitié et classer les 3 premiers par ordre d'importance dans la seconde

4. Provenance des béliers pendant les 12 derniers mois

- Propre (Croisement) Propre (Achat) Don Emprunt Voisin Communal Inconnu

CASTRATION/ENTREES/REFORMES

1. Castration

- Mâle Femelles
- Castrez-vous ?
- Oui
- Non
- Si oui, à quel âge
- < 3 mois
- 3-6 mois
- > 6 mois

2. Raisons de la Castration

1. Contrôle de la reproduction
2. Amélioration qualité/gras de la viande
3. Tempérament plus doux
4. Bon prix
5. Autre (préciser)

3. N° d'entrées en 12 mois

1. Naissances
2. Achat
3. Don/présent
4. Echange/emprunt

4. N° de sortie les 12 derniers mois

- Mâles Femelles
- Vendus
- Abattus
- Echangés/lent
- Morts
- Volés
- Donné/Cadeau

5. Méthode de vente

1. Vendu au marché
2. Vendu localement
3. Vendu chez le marchand/boucher
4. Autre (préciser)

6. Raison de vente

1. Besoin de cash
2. Réforme/rebut

7. Si à abattre (réforme), quelles en sont les raisons

- Males Females
1. Taille/forme
 2. Couleur
 3. Tempérament
 4. Santé
 5. Etat corporel
 6. Performance
 7. Vieillesse
 8. Fertilité
 9. Autre (préciser)

8. Echange

Vos moutons/chèvres pourraient-ils être échangés contre une vache ?

- Oui
- Non

Si oui, combien de moutons/chèvres contre :

- Taureau
- Vache
- Veau

Pour la question 7, cocher la (es) raison(s) dans la première moitié et classer les 3 premiers par ordre d'importance dans la seconde

INFORMATIONS SPECIFIQUES SUR LA RACE

1. Nom commun /local de la race

code

2. Nombre par âge et par sexe

	N°	< 1 an	> 1 an
Intact	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>
Castré	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>
femelle	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>
Age du plus vieux mâle			
Age de la plus vieille femelle			

3. Tendance de la race

Croissante	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>
Stable	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>
Décroissante	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>
Inconnue	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>

4. Causes de la tendance de la population

1. Intérêt décroissant de l'éleveur	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>
2. Intérêt croissant de l'éleveur	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>
3. Race très disponible	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>
4. Race très rare	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>
5. Compétition avec les races exotiques	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>
6. Compétition avec d'autres races locales	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>
7. Autre (préciser)	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>

5. Prolificté

1. Singletons	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>
2. Doublets	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>
3. Triplets	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>
4. Quadruplets	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>

Cocher dans la première colonne en cas de besoin. Classer les 3 premiers dans la seconde colonne par ordre d'arrivée

6. Origine/source de la race

1. Héritage	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>
2. Voisinage	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>
3. Ferme d'Etat	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>
4. Marché	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>
5. ONG/projet	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>
6. Don/pot de vin	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>
7. Croisement propre	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>
8. Autre (préciser)	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>

CHARACTERISTIQUES DE PRODUCTION

1. Moyenne d'âge à la maturité sexuelle 2. Moyenne d'âge à la mise bas 3. Intervalle moyen de mise bas

Mâle	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>	Mois	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>	Mois
Femelle	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>	Mois	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>	Mois

4. Modèle de mise bas, survenue des naissances

Janvier	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>	Juillet	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>
Février	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>	Août	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>
Mars	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>	Septembre	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>
Avril	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>	Octobre	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>
Mai	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>	Novembre	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>
Juin	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>	Décembre	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>

5. Age moyen des jeunes (agneaux/chevreaux) à la vente

Mâle	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>	Mois
Femelle	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>	Mois

6. La race est-elle traitée ?

Oui	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>
Non	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>

7. Moyenne de production laitière par animal

Litres par jour	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>
-----------------	---

8. Période moyenne de lactation

Mois	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>
------	---

9. Fréquence de traite

Une fois par jour	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>
Deux fois par jour	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>
Trois fois par jour	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>

10. Age moyen de sevrage

< 3 mois	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>
3-4 mois	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>
5-6 mois	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>
>6 mois	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>

11. Elevage des petits jusqu'au sevrage

Non restraint	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>
Restrained	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>
Alimentation autonome	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>
Autre (préciser)	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>

DESCRIPTION PHENOTYPIQUE

1. Couleur principale de la livrée :

Corps-----

Tête-----

Queue-----

2. Description de la couleur de la livrée

		Femelles	Mâles			Femelles	Mâles
Modèle	Uniforme	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>	Type de fibre	Poils	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>
	Bigarré (panaché)	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>		Course wool	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>
	Tacheté	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>		Fine wool	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>
	Sombre	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>			<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>
Longueur des poils	Court	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>	Type de poil	Droit	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>
	Moyen	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>		Bouclé	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>	<input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>

Long

— —

3. Corps (adultes)

		Femelles	Mâles			Femelles	Mâles
Hauteur au garrot	Courte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Forme	Court/trapu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Moyenne	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Grand/Haut sur patte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Grande	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Intermédiaire	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4. Profil facial

		Femelles	Mâles			Femelles	Mâles
Profil	Plat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Barbe	Présente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Convexe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Absente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Concave	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				

		Femelles	Mâles			Femelles	Mâles
Barrettes	Présentes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Museau	Pigmenté	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Absentes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Non pigmenté	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
					Barbillon	Présent	<input type="checkbox"/>
						Absent	<input type="checkbox"/>

5. Cornes

		Femelles	Mâles			Femelles	Mâles
Présence	Oui	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Longueur	Rudimentaire	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Non	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Moyenne	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Forme	Droite	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Orientation	Longue	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Enroulée	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Dressée	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Spiralée	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Vers l'avant	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
					Vers l'arrière	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
					Latérale	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6. Oreille

		Femelles	Mâles			Femelles	Mâles
Taille	Rudimentaire	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	7. Queue	Longue et fine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Médiane	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Longue et épaisse	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Large	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Gros croupion	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Orientation	Dressée	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Enroulée	Oui	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Latérale	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Non	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Tombante	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	8. Mamelles	Petites	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Vers l'avant	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Moyennes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Testicules	Petits	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Grosses	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Moyens	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10. Distribution de la laine	Sur tout le corps	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Gros	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Absente sur les pattes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
					Absence de laine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>