UNIVERSITE DE DAKAR

ECOLE INTER-ETATS DES SCIENCES ET MEDECINE VETERINAIRES

ANNEE 1983 N° 23

ETUDE DE LA SEXUALITE ET DE LA REPRODUCTION DU LAPIN DOMESTIQUE Oryctolagus cuniculus A DES TEMPERATURES ELEVEES EN CORRELATION AVEC LA REGULATION THERMIQUE, LE COMPORTEMENT ALIMENTAIRE ET LE FONCTIONNEMENT THYROIDIEN ET SURRENALIEN EN PERIODE D'ADAPTATION AU STRESS THERMIQUE.

THESE

présentée et soutenue publiquement le 12 Novembre 1983,
devant la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Dakar
pour obtenir le grade de DOCTEUR VETERINAIRE
(Diplôme d'Etat)

par

MICHEL SABBAGH

Né le 12 Novembre 1957 à THIES (SENEGAL)

Président du Jury :
Monsieur François DIENG,
Professeur à la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Dakar

Rapporteur et Directeur de Thèse :
Monsieur Alassane SERE,
Maître de Conférences Agrégé à l'E.I.S.M.V de Dakar

Membres :
Monsieur Ahmadou Lamine NDIAYE,
Professeur à l'E.I.S.M.V. de Dakar

Monsieur Xavier MATTEI,
Professeur à la Faculté des Sciences de Dakar

LISTE DU PERSONNEL ENSEIGNANT POUR

L'ANNEE UNIVERSITAIRE 1982 - 1983

I - PERSONNEL A PLEIN TEMPS

1. PHARMACIE-TOXICOLOGIE

N.....	Professeur
François Adébayo ABIOLA.....	Maître-Assistant

2. PHYSIQUE MEDICALE - CHIMIE BIOLOGIQUE

N.....	Professeur
Germain Jérôme SAJADOGO.....	Maître-Assistant

3. ANATOMIE - HISTOIRE - EMBRYOLOGIE

N.....	Professeur
Charles Kondi AGBA.....	Maître-Assistant
François LAMARQUE.....	V. S. N.
Amadou ADAMOU.....	Moniteur
Adrien Marie Gaston BELEM.....	Moniteur

4. PHYSIOLOGIE - PHARMACODYNAMIE - THERAPEUTIQUE

Alassane SERE.....	Maître de Conférences Agrégé
Moussa ASSANE.....	Assistant
Olorounto Delphin KOUDANDE.....	Moniteur

5. PARASITOLOGIE - MALADIES PARASITAIRES - ZOOLOGIE

N.....	Professeur
Joseph VERCRUYSSE.....	Maître-Assistant
Louis Joseph PANGUI.....	Assistant
Désiré AHOMLANTO.....	Moniteur

6. HYGIENE ET INDUSTRIE DES DENREES D'ORIGINE ANIMALE

N.....	Professeur
Malang SEYDI.....	Maître-Assistant
Evariste MUSENGARUREMA.....	Moniteur

7. MEDECINE - ANATOMIE PATHOLOGIQUE - CLINIQUE AMBULANTE

N.....	Professeur
Théodore ALOGNINOUWA.....	Maître-Assistant
Roger PARENT.....	Assistant

8. REPRODUCTION ET CHIRURGIE

N.....	Professeur
Papa El Hassan DIOP.....	Maître-Assistant
Christophe LEPETIT.....	V. S. N.
Fidèle Molélé MBAIDINGATOLOUM.....	Moniteur

9. MICROBIOLOGIE - PATHOLOGIE GENERALE - MALADIES CONTAGIEUSES ET LEGISTATION SANITAIRE

N.....	Professeur
Justin Ayayi AKAKPO.....	Maître-Assistant
Francis FUMOUX.....	Maître-Assistant
Pierre BORNAREL.....	Assistant de Recherches

10. ZOOTECHNIE - ALIMENTATION - DROIT - ECONOMIE

Ahmadou Lamine NDIAYE.....	Professeur
Oumarou DAWA.....	Assistant
Bakary BADO.....	Moniteur

II - PERSONNEL VACATAIRE

BIOPHYSIQUE

René NDOYE.....	Maître de Conférences Faculté de Médecine & de Pharmacie UNIVERSITE DE DAKAR
Alain LECOMTE.....	Maître Assistant Faculté de Médecine & de Pharmacie UNIVERSITE DE DAKAR

PHARMACIE - TOXICOLOGIE

Mamadou BADIANE.....	Docteur en Pharmacie

BIOCHIMIE PHARMACEUTIQUE

Madame Elisabeth DUTRUGE.....	Maître-Assistant Faculté de Médecine & de Pharmacie UNIVERSITE DE DAKAR

AGRONOMIE

Simon BARRETO.....	Maître de Recherches O.R.S.T.O.M. DAKAR

BIOCLIMATOLOGIE

Cheikh BA.....	Maître-Assistant Faculté des Lettres et Sciences Humaines UNIVERSITE DE DAKAR

BOTANIQUE

Guy MAYNART.....	Maître-Assistant Faculté de Médecine & de Pharmacie UNIVERSITE DE DAKAR

DROIT ET ECONOMIE RURALE

Mamadou NIANG.....	Docteur en Sociologie Juridique Chercheur à l'IFAN UNIVERSITE DE DAKAR

ECONOMIE GENERALE

Oumar BERTE.....	Assistant Faculté des Sciences Juridiques et Economiques UNIVERSITE DE DAKAR

GENETIQUE

Jean Pierre DENIS.....	Docteur Vétérinaire Inspecteur Vétérinaire L.N.E.R.V. DAKAR/HANN

RATIONNEMENT

Ndiaga MBAYE.....	Docteur Vétérinaire L.N.E.R.V. de DAKAR/HANN

AGROSTOLOGIE

Jean VALENZA.....	Docteur Vétérinaire Inspecteur en Chef L.N.E.R.V. de DAKAR/HANN
GUERIN.....	Docteur Vétérinaire L.N.E.R.V. de DAKAR/HANN

III - PERSONNEL EN MISSION (prévu pour 1982-1983)

ANATOMIE PATHOLOGIQUE GENERALE

Michel MORIN.....	Professeur Faculté de Médecine Vétérinaire de SAINT-HYACINTHE-QUEBEC

ANATOMIE PATHOLOGIQUE SPECIALE

Ernest TEUSCHER..... Professeur Faculté de Médecine Vétérinaire de SAINT-HYACINTHE-QUEBEC

BIOCHIMIE VETERINAIRE

J.P. BRAUN..... Professeur E.N.V. TOULOUSE

CHIRURGIE

A. CAZIEUX..... Professeur E.N.V. TOULOUSE

PATHOLOGIE DE LA REPRODUCTION - OBSTETRIQUE

Jean FERNEY..... Professeur E.N.V. TOULOUSE

RHEOLOGIE

Jacques ROZIER..... Professeur E.N.V. ALFORT

PATHOLOGIE DES EQUIDES

Jean Louis POUCHELON..... Professeur E.N.V. ALFORT

PATHOLOGIE BOVINE

Jean LECOANET..... Professeur E.N.V. NANTES

PATHOLOGIE GENERALE - MICROBIOLOGIE - IMMUNOLOGIE

Jean OUDAR..... Professeur E.N.V. LYON

PHARMACIE - TOXICOLOGIE

G. LORGUE..... PROFESSEUR E.N.V. LYON

JE DEDIE CE TRAVAIL ....

A mes parents
A Yaye Samar DIENE et à Tante Marcelle GAYE
A la mémoire de Papa Gor Dob DIOH

A mes soeurs et à mes frères, en particulier à mon très cher Stanislas DIOH pour notre merveilleuse et loyale amitié et pour sa contribution inestimable à cette thèse.

A ma si grande et si belle famille de sang ou d'adoption que je voudrai assurer de mon meilleur sentiment sans oublier personne.

A tous mes compagnons
A tous mes promotionnaires et à mes cadets de l'Ecole Vétérinaire

A tous mes aînés vétérinaires, notemment au Docteur Bassirou NDAO pour son amitié
et aux Docteurs DIAMARA, DENIS et LHOST

Au Docteur et à Madame SALEY

Au Docteur et à Madame VERGER
A tous mes confrères du Bureau de Consultations Vétérinaires International

A tous mes amis
qui de par le monde me témoignent de leurs sentiments.

Au frère Marie Clément RENAUD dont l'enseignement et l'amitié m'ont valu d'être aujourd'hui un passionné du lapin en Afrique

A la World Rabbit Association

A l'Association des Eleveurs Français en Races de Géants, au Président René AMOUR et à la FRANCE qui m'ont élevé à la dignité d'Officier de l'Ordre des Eleveurs Français en Races de Géants

A mon pays le SENEGAL

A mes origines phéniciennes

Et à la Civilisation de l'Universum

A tous mes maîtres de l'Ecole Vétérinaire pour l'exemple donné et l'enseignement reçu,

En particulier

Au Professeur SERE et à sa famille en témoignage d'amitié, de gratitude et d'attachement

Au Docteur PARENT et à sa famille avec mes meilleurs sentiments

A mes maîtres de la Faculté des Sciences dont je garde un précieux enseignement.

A toute l'équipe de l'Institut d'Elevage, de Pathologie et d'Hygiène Alimentaire de Ploufragan

A L'AUGUSTE JURY QUI DOIT JUGER DE CE TRAVAIL

Au Professeur François DIENG

pour avoir accepté de présider le jury de cette thèse.

Votre dévouement et votre humanisme sont très appréciés de bien de générations de vétérinaires.

Hommages respectueux.

Au Professeur Alassane SERE

pour avoir dirigé avec bienveillence ce travail et avoir été un maître si dévoué.

Votre grandeur d'âme et votre générosité sont un bel hymne à l'Homme de Sciences.

Sentiments respectueux et dévoués.

Au Professeur A. Lamine NDIAYE

pour avoir soutenu matériellement l'expérimentation qu'a nécessité ce travail.

Profonde gratitude et Sentiments dévoués.

Au Professeur Xavier MATTEI

pour m'avoir toujours encouragé à persévérer.

Hommages respectueux.

"Par délibération, la Faculté et l'Ecole ont décidé que les opinions émises dans les dissertations qui leur seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elles n'entendent leur donner aucune approbation ni improbation".

Cette étude a été réalisée au Laboratoire de Physiologie, Pharmacodynamie et Thérapeutique Vétérinaire de l'EISMV sous la direction scientifique du Professeur agrégé Alassane SERE, de 1980 à 1982.

Les investigations scientifiques et bioclimatologiques pour la méthode du cuniclimogramme DIOH-SABBAGH ont été initialement menées au Service de Bioclimatologie du Centre National de la Recherche Agronomique (CNRA) de Bambey (Sénégal) en 1975 sous la critique scientifique de Monsieur Claude DANCETTE, Ingénieur agronome.

La collaboration de notre ami Stanislas DIOH, Diplômé de l'Ecole Nationale Supérieure et Universitaire de Technologie (ENSUT) de Dakar a été des plus utiles pour la mise au point de cette méthode de zoo-écologie.

Les collectes des données de terrain ont pu être réalisées grâce à la bienveillante collaboration :

- du Service Régional de la Santé et des Productions Animales (SRSPA) de Thiès (Sénégal) sous la conduite remarquable du Docteur vétérinaire Bassirou NDAO, Chef de Service ;

- du Service de Clinique Ambulante de l'EISMV que dirige le Docteur vétérinaire Roger PARENT ;

- de notre unité cunicole de Thiès (1974 à 1976) ;

- et enfin de l'Animalerie du Département de Physiologie, Pharmacodynamie et Thérapeutique Vétérinaire de l'EISMV qui nous a été confiée depuis 1980.

Ont participé à la réalisation des travaux de Recherches grâce à leur collaboration technique :

./.

- notre ami et collègue Alain ANGRAND, Etudiant vétérinaire,
- Monsieur Amadou C. BA, Technicien,
- Monsieur Ousseynou GAYE, Technicien,
- Monsieur Ablaye MBENGUE, Agent de service,

tous en service au Laboratoire de Physiologie, Pharmacodynamie et Thérapeutique Vétérinaire de l'EISMV.

Les travaux photographiques ont été réalisés grâce à la compétence du Docteur Pierre BORNAREL, chargé de Recherches au Laboratoire de Microbiologie, Immunologie et Pathologie Infectieuse de l'EISMV, de Monsieur FAYOLLES de la Faculté de Médecine de Dakar et de Monsieur GAYE de l'EISMV.

Les contrôles parasitologiques et bactériologiques de nos effectifs d'animaux ont été le fruit de la bienveillante attention que nous ont accordée :

- le Docteur vétérinaire Joseph VERCRYUSSE, Maître-Assistant, Chef de Département,
- le Docteur vétérinaire PANGUI, Assistant
- et Madame SAMB, Technicien Supérieur

tous du Département de Parasitologie de l'EISMV.

- le Docteur vétérinaire Justin A. AKAKPO, Maître-Assistant, Chef de Département,
- le Docteur vétérinaire Francis FUMOUX, Assistant,
- le Docteur vétérinaire Pierre BORNAREL, chargé de Recherches
- et Monsieur Mamadou DIENG, Technicien Supérieur

tous du Département de Microbiologie, Immunologie et Pathologie Infectieuse de l'EISMV.

./.

Le Docteur vétérinaire Pape Hassan DIOP, Maître-Assistant, Chef du Département de Chirurgie-Reproduction de l'EISMV et le Docteur vétérinaire Roger PARENT, Assistant, Chef du Département d'Anatomie-Pathologique et de Pathologie Médicale de l'EISMV ont prêté leur soutien à la maintenance sanitaire de nos animaux.

Le Docteur vétérinaire Charles K. AKBA, Maître-Assistant, Chef du Département d'Anatomie, Histologie et Embryologie de l'EISMV a contribué à parfaire nos connaissances d'anatomie et d'histologie du lapin.

Monsieur René DIENG, électronicien à la Faculté des Sciences de l'Université de Dakar, nous a prêté sa précieuse et amicale collaboration pour l'équipement de la salle d'expérimentation.

Enfin, nos recherches bibliographiques nous ont amené à demander la remarquable collaboration de Madame DIOUF et de Monsieur Ibrahima BA, respectivement documentaliste et aide-documentaliste à la Bibliothèque de l'EISMV.

De 1975 à nos jours, nous avons pu profiter dans le cadre de nos investigations préparatoires à ce travail de Recherches sur le lapin domestique et dans celui de notre bibliographie du concours aimable de nombreux scientifiques de divers pays ; qu'ils soient tous ici remerciés.

./.

A V A N T - P R O P O S

O

L'ordre des LAGOMORPHES ou DUPLICIDENTES est constitué de 2 grandes familles dont celle des LEPORIDES et celle des OCHOTONIDES.

La famille des LEPORIDES se subdivise en 2 sous-familles : les PALAEOLAGINES et les LEPORINES.

Les PALAEOLAGINES ont surtout un intérêt fossile bien que certains genres de cette sous-famille sont bien représentés. C'est le cas du genre PRONOLAGUS dont l'aspect est très proche du lièvre et du lapin. Sa localisation en Afrique du Sud-Est (4 espèces connues) fait que certains auteurs considèrent le genre sud-africain PRONOLAGUS comme une variété tropicale ou sub-tropicale de lapins. (Owen et Morgan, 1976).

Les LEPORINES constituent du point de vue zoologique la vraie sous-famille des lièvres et des lapins. On y compte 6 genres :

- le genre LEPUS
- le genre MACROTOLAGUS
- le genre ORYCTOLAGUS
- le genre SYLVILAGUS
- le genre POELAGUS
- le genre CAPROLAGUS.

Le genre LEPUS constitue celui des lièvres et les 5 autres regroupent les lapins. Cependant, le lapin domestique, utilisé généralement en élevage tant familial qu'industriel dans la quasi totalité

./.

des pays, provient de la domestication du lapin européen Oryctolagus cuniculus dont il existe encore un type sauvage, le lapin de garenne. A moins que la souche ne soit génétiquement très pure et parfaitement stabilisée, il existe souvent une évolution réverse vers le type sauvage comme l'attestent les 5 000 types de couleur dénombrés à Middleton Island en Alaska en 1962 sur la population cunicole établie à partir du lâcher d'un mâle et de 3 femelles en 1954. (O'Farrel, 1965).

Les grandes capacités d'adaptation du lapin à son environnement écologique sont remarquables comme l'atteste sa large diffusion dans le monde bien que numériquement restreinte sauf en Europe et en Australie. En effet, probablement originaire de la Péninsule Ibérique où il serait resté confiné jusque la fin de la dernière période des glaciers, il a pu migrer à travers le monde certainement sous l'impulsion des Phéniciens qui dès le 11ème siècle avant Jésus-Christ ont été les premiers à mentionner l'existence de ce petit mammifère des Côtes Ibériennes. Les premières tentatives de domestication ne datent toutefois que d'un siècle avant Jésus-Christ, en Italie, sous l'Empire Romain. Mais il faut attendre le 6ème siècle après Jésus-Christ pour qu'apparaissent réellement les premiers élevages de lapins dans les monastères français et l'année 1920 pour que cet élevage entre dans son ère commerciale (Zeuner, 1963).

Les aptitudes physiologiques d'Oryctolagus cuniculus à l'élevage moderne ont jusqu'ici éclipsé les potentialités des autres genres, notamment du genre POELAGUS ou lapin africain dont la répartition géographique est très limitée en Afrique Centrale (surtout en Ùganda), le genre SYLVILAGUS ou lapin brésilien (ou encore américain) et le genre CAPROLAGUS ou lapin asiatique.

Il existe au sein de l'espèce Oryctolagus cuniculus de nombreuses races dont la plupart sont européennes et américaines. Il existe toutefois dans nos états tropicaux et sub-tropicaux de

./.

très nombreuses souches de lapins génétiquement très hétérogènes quant à leurs couleurs et à leurs rendements zootechniques mais généralement bien adaptés aux conditions locales.

A l'heure où l'orientation majeure de l'élevage et des programmes de recherches tend à intégrer plus que jamais les aptitudes zootechniques des animaux à leur environnement écologique, l'enjeu que représente le lapin domestique pour nos pays en voie de développement d'Afrique, d'Asie et d'Amérique est grand tant pour la lutte contre le déficit protéinique de nos masses laborieuses, la recherche d'espèces d'élevage trypanotolérantes que pour freiner l'exode rural des jeunes paysans, occuper la main-d'oeuvre rurale d'une façon permanente et enfin trouver une source de viande de remplacement et/ou de diversification pour nos centres urbains et sub-urbains (Sabbagh, 1980) ; il importe d'orienter nos efforts vers nos souches locales de lapins.

Il importe enfin de dégager quelques grands axes de la recherche cunicole en fonction des problèmes liés à des impératifs bioclimatologiques car bon nombre de nos Etats viennent de démarrer ou vont prochainement démarrer un programme de développement cunicole sous l'impulsion d'institutions nationales ou internationales. L'importance et la répartition des projets africains que nous avons recencés nous laissent optimiste pour l'avenir de la cuniculture en Afrique mais posent l'urgence de mettre en oeuvre un moyen de coordonner les efforts de tout un chacun et de définir les grandes orientations d'un programme interafricain et les moyens de leur réalisation.

Il me reste à formuler le voeux que les pays francophones d'Afrique Occidentale sauront rapidement combler leur retard dans le domaine cunicole face à ceux d'expression anglaise ou à ceux d'Afrique Centrale et Orientale et que mon cher pays, le Sénégal, saura être au rendez-vous du lapin en Afrique.

./.

I N T R O D U C T I O N G E N E R A L E

----------oo O oo----------

I N T R O D U C T I O N

---------- O ----------

"The deficiency of protein in the diets of infants and pre-school children leads to poor physical and mental growth and development and in extreme cases causes death.

(...) Our problem at present is to teach rabbit owners management systems which can lead to maximum returns in terms of meat and pelts on labour and capital investment".

Dr. J.S. MALECELA
Minister of Agriculture of
Tanzania - Morozoro -
Dec. 18-12-1978.

La vulgarisation de l'élevage cunicole dans nos pays en voie de développement et l'essor du lapin domestique dans nos systèmes de production agricole passent par la réalisation de schémas d'exploitation et de modèles de gestion technico-économique, qui confrontés à nos réalités, doivent apporter la preuve de leur simplicité mais aussi de leur efficacité. C'est pourquoi l'étude que nous nous proposons aujourd'hui de présenter dans le cadre de notre thèse de Doctorat d'Etat ne se veut pas seulement une contribution scientifique purement théorique et de nature fondamentale à la physiologie de la reproduction d'Oryctolagus cuniculus, même fût-elle d'une souche locale.

Par delà un travail de laboratoire, dans des limites cartésiennes et souvent trop étroites pour englober toutes les réalités

./.

de terrain, il nous a fallu apporter une orientation critique mais objective à notre démarche et tenter une ouverture vers des applications pratiques éventuelles ou tout au moins poser des bases pour certaines démarches de terrain.

Aussi au cours de cette étude, nous avons eu le souci permanent d'orienter nos investigations vers les grands problèmes que connaît la reproduction du lapin et qui seraient liés aux conditions climatiques.

L'élevage de lapin au Sénégal connaît une répartition singulière liée aux conditions climatiques et à la proximité de grands centres urbains. Ainsi, malgré l'existence de quelques petits élevages disséminés à proximité de toutes les villes du Sénégal, il est remarquable de mentionner que les élevages cunicoles relativement importants sont uniquement localisés à la bande subcanarienne du pays, notamment à Saint-Louis, Thiès et Dakar et dans leurs environs.

Les observations réalisées dans les élevages situés hors de cette zone climatique, nous laissent supposer que le climat joue un rôle déterminant dans cette répartition géographique de nos élevages cunicoles en attendant que des modèles et des schémas d'exploitation soient proposés pour les conditions climatiques plus difficiles.

La zone climatique subcanarienne est situéeen bordure de l'océan, de la Mauritanie à la presqu'île du Cap-Vert. L'élément dominant et déterminant de son climat est l'existence d'un alizé maritime issu de l'anticyclone des Açores dont l'influence s'étend sur une bande parallèle à la côte nord du pays, délimitée par la ligne Dagana-Mbour.

./.

Les vents NW passant sur le courant froid des Canaries apportent dans toute cette zone un air plus frais et un état hygrométrique plus élevé comparativement aux régions avoisinantes soumises à l'influence de vents chauds et secs.

Ainsi, le maximum qui se manifeste entre avril et juin dans ces latitudes disparaît sous l'influence maritime. Toutefois lorsque l'alizé maritime cède la place à la mousson, l'originalité climatique de la zone subcanarienne s'efface : l'hivernage de Saint-Louis est alors sahélien, celui de Dakar nord-soudanien de même que celui de Thiès. Ainsi les pointes de température absolue sont relativement élevées ou basses dans cette région climatique.

Devant un tel tableau géographique et climatologique de l'élevage cuniculicole, il s'avère important de bien cerner l'impact des paramètres climatiques les plus importants sur la reproduction des lapins et la rentabilité de nos élevages.

Pour mener à bien cette étude, il était essentiel de commencer par une synthèse la plus complète possible de la bibliographie publiée sur la physiologie du lapin domestique et si possible d'orienter cette synthèse vers des connaissances capitales en milieu tropical. Jusqu'ici, une telle synthèse n'existait pas à notre connaissance et celles déjà publiées étaient très fragmentaires, incomplètes voire anciennes.

Ensuite nous avons orienté nos travaux à partir des données et des inconnues bibliographiques vers l'étude de corrélations reproduction-température-photopériode propres à des conditions tropicales, notamment sahélo-soudaniennes.

./.

P H Y S I O L O G I E
DE LA REPRODUCTION
DU LAPIN DOMESTIQUE
Oryctolagus cuniculus

SYNTHESES BIBLIOGRAPHIQUES

PHYSIOLOGIE DU MALE

I - ANATOMIE DU TRACTUS GENITAL MALE

Chez le lapin adulte en activité sexuelle les testicules sont ovoïdes, bien développés et flasques. Ils sont contenus dans des sacs scrotaux en communication avec la cavité abdominale par un large canal ingunal par lequel peuvent pénétrer les testicules dont les dimensions moyennes sont d'environ (35 x 15) mm.

Le pénis du lapin est dirigé postérieurement ; le prépuce s'ouvre juste ventralement à l'anus et il ne s'extériorise de l'organisme qu'en cas d'érection. Son diamètre est décroissant de la base à l'extrémité distale.

Il existe une paire de glandes préputiales en position latérale et légèrement dorsale par rapport au pénis.

Les glandes annexes sont nombreuses :

- une vésicule séminale impaire mais bilobée à son extrémité antérieure. Sa partie caudale fusionne avec les canaux déférents pour former un canal éjaculateur impair qui s'ouvre dorsalement dans l'urètre au niveau du colliculus séminalis.

- une glande vésiculaire (présente chez le genre Oryctolagus mais absente chez Sylvilagus) située dorsalement à la vésicule séminale et à la portion antérieure de l'urètre. Elle possède 2 canaux excréteurs qui s'ouvrent latéralement au colliculus.

./.

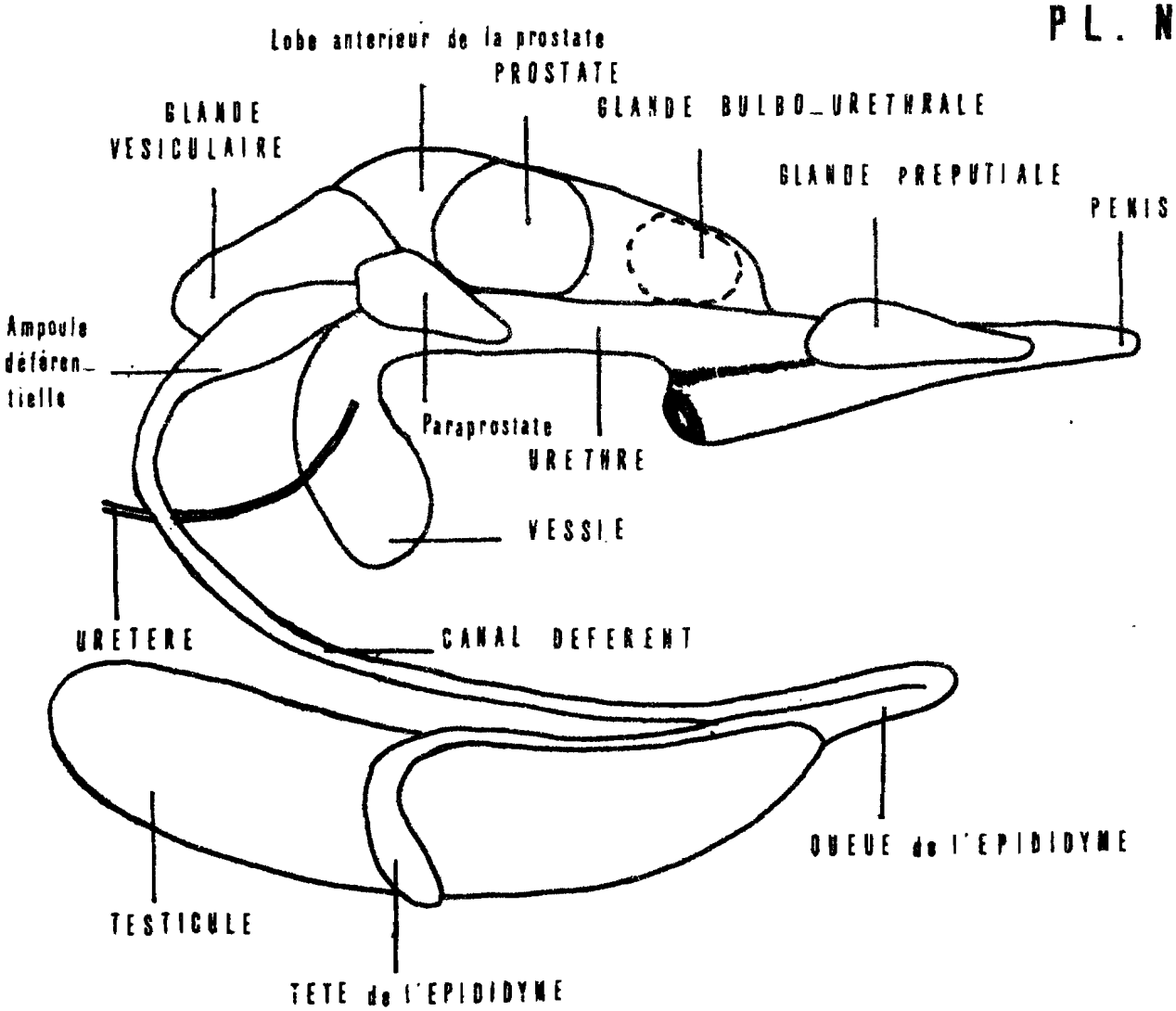


fig.1 : organes génitaux du lapin

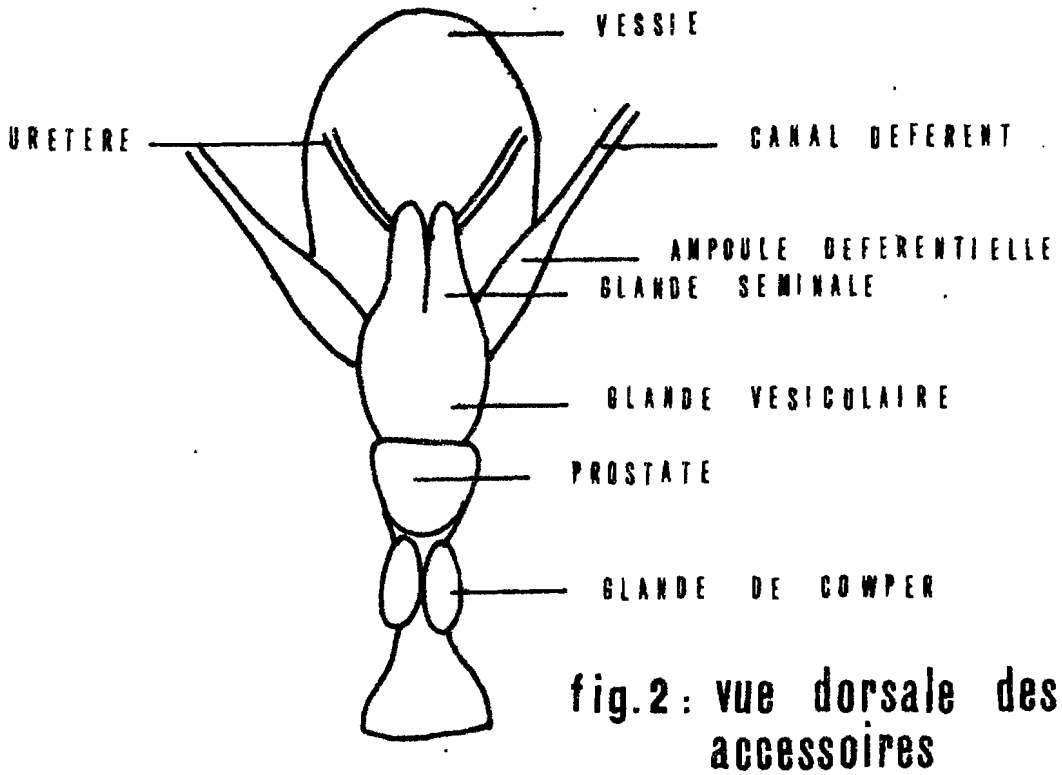


fig.2 : vue dorsale des glandes accessoires

- une glande prostatique avec 2 lobes distincts : l'antérieur, le postérieur, en position dorsale de l'urètre. La prostate possède de 4 à 6 canaux qui s'ouvrent sur les parois du colliculus.

- des glandes paraprostatiques latéralement aux ampoules déférentielles.

- une glande bulbo-urétrale bilobée, postérieure à la prostate et dorsalement à l'urètre dans lequel elle s'ouvre par au moins 4 canaux.

II - DEVELOPPEMENT DES GONADES

A la naissance les testicules sont dans la cavité abdominale. Ce n'est que lors de l'établissement de la puberté qu'ils migrent en direction des sacs scrotaux desquels ils peuvent remonter en position abdominale lorsqu'il y a arrêt de la reproduction.

D'après MARTINET (1973), "la croissance testiculaire a une allure sigmoïdale ; d'abord plus lente que celle du corps, elle subit une accélération vers 45 jours" au moment où commence la spermatogenèse (entre 40 et 50 jours).

Toutefois, la croissance testiculaire subit l'influence de nombreux facteurs d'environnement. Outre le facteur alimentaire, il faut remarquer le rôle de la photopériode. En effet, la croissance testiculaire des jeunes lapins est ralentie de manière significative à l'obscurité totale (RADNOT et STROBL, 1964). De même, il existe une influence négative des longues photopériodes (12 et 16 h de lumière par 24 heures)

./.

sur le poids testiculaire et le poids total du corps (WALTER et all., 1968) entre 4 et 10 mois.

Par contre, WU et all. (1962) n'observent aucune différence du poids des testicules chez des adultes après 16 semaines de lumière ou d'obscurité totales. MAQSOOD et PARSON (1954) également n'ont observé aucune modification du poids des testicules en fonction de la photopériode.

Dans les conditions naturelles, MAY et SIMPSON mentionnent de grandes variations du poids testiculaire en fonction des saisons. Les données fournies par différents auteurs (BRAMBEL, 1944 ; STEPHENS, 1952 ; WATSON, 1954 ; HUGHES et ROWLEY, 1966) ont permis à WALTER et all (1968) d'écrire que "le poids des testicules commence à augmenter peu avant le solstice d'hiver c'est-à-dire sous les jours les plus courts".

III - SPERMATOGENESE ET PRODUCTION DE SPERMATOZOIDES

Il existe peu de données dans la littérature à propos de la spermatogenèse chez le lapin.

Des publications anglaises (MAY et SIMPSON, 1975) mentionnent un début d'activité de la spermatogenèse vers 63 jours d'âge. Cependant, il faut attendre l'âge de 84 jours pour que tous les tubes séminifères soient concernés (SKINNER, 1967 et LEESON, 1970 cités par MARTINET, 1973).

Pour certains auteurs français, la spermatogenèse commence plus précocément vers l'âge de 40 à 50 jours. Mais les premières divisions zoniales ne donneront des spermatocytes que vers 60 jours (MARTINET, 1973).

./.

Les premiers spermatozoïdes n'apparaissent dans la tête de l'épididyme qu'à 112 jours (LEESON et LEESON, 1970). L'éjaculat contiendra des spermatozoïdes dès 120 jours au moins.

La durée de la spermatogenèse ou temps nécessaire pour une spermatogonie d'évoluer vers le stade final de spermatozoïde est de 38 à 41 jours (SWISTRA, 1965 cité par MARTINET, 1973).

La production de testostérone par le testicule commence vers le 42ème jour et se manifeste, entre autres, par une augmentation sensible des teneurs en fructose et en acide citrique de la glande séminale et de la prostate (MANN, 1946 ; DAVIES et MANN, 1947) que l'on abolit par la castration et que l'on restitue par un apport exogène de testostérone (MANN et PARSONS, 1947 ; AGMO, 1974).

Le développement des glandes sexuelles accessoires est plus lent que celui du testicule. Pour MAY et SIMPSON (1975), leur activité sécrétrice est en nette progression jusqu'à l'âge d'un an.

Les premières manifestations de comportement sexuel apparaissent dès l'âge de 60-70 jours mais il existe des données contradictoires quant à la puberté selon la définition que l'on accorde à ce terme.

Pour SKINNER et ASDELL, la puberté chez le mâle est le stade à partir duquel l'éjaculat possède les mêmes caractéristiques physiques et chimiques que chez l'adulte. Un tel stade est atteint à partir de l'âge de 24 semaines chez le lapin Néo-Zélandais blanc et coincide alors, en termes de reproduction, à la maturité sexuelle ou période d'apparition de spermatozoïdes tout à fait viables dans le sperme (MACARI et MACHADO, 1978).

./.

Par contre, les thèses de DONOVAN et VAN DER WERFF d'une part et celle de BOSCH d'autre part définissent la puberté comme le stade à partir duquel la fonction endocrine du testicule devient évidente. Dans ce cas, puberté et maturité sexuelle sont deux phases tout à fait distinctes. La puberté serait alors atteinte dès l'âge de 42 jours, bien avant l'apparition des premiers spermatozoïdes dans l'éjaculat du mâle (SKINNER, 1967).

En tout état de cause, il est devenu classique en cuniculture de considérer que la puberté est atteinte.:

- chez les petites races qui pèsent de 2 à 3 kg à partir de 4 mois (Petit Russe, Hollandais, Polonais) ;

- chez les races de format moyen qui pèsent de 4 à 5 kg à partir de 5 à 7 mois (Californien, Néo-Zélandais, Argenté de Champagne, Fauve de Bourgogne, Bleu et Blanc de Vienne, Bleu de Beveren, Blanc de Termonde, Chinchilla) ;

- chez les races géantes qui pèsent de 5 à 8 kg à partir de 8 à 12 mois (Papillon Français, Géant des Flandres, Géant blanc du Bouscat).

Aucune publication ne mentionne à l'heure actuelle des travaux sur la puberté chez nos souches tropicales ou subtropicales, encore moins chez les lapins des genres Sylvilagus, Poelagus, Caprolagus, Macrotolagus et Pronolagus.

Nous avons autrefois observé chez la souche Thiès (genre Oryctolagus) au cours d'un test d'aptitude à la reproduction des saillies fertiles entre mâles et femelles dès l'âge de 3 mois et pesant entre 1,500 kg et 2,000 kg. Il

./.

semble que cette souche soit très précoce. Toutefois, nous n'avons pas tenté de réaliser ce test sur des animaux de même âge mais d'un format inférieur.

IV - CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DU SPERME DE LAPIN ADULTE

- Volume éjaculé : 0,6 à 1 ml
- Concentration en spermatozoïdes : 10 à 1 000 x 10^6 spermatozoïdes/ml de sperme.
- Nombre moyen de spermatozoïdes par éjaculat : 200 x 10^6 spermatozoïdes.
- Pourcentage de spermatozoïdes mobiles : 80 %
- Pourcentage de spermatozoïdes morphologiquement normaux : 80 %.
- Nombre d'éjaculats possibles par semaine : 6.
- Nombre moyen de spermatozoïdes par testicule : 350 x 10^6 spermatozoïdes.
- Production de spermatozoïdes par jour : 170 x 10^6 spermatozoïdes.
- Production de spermatozoïdes par gramme de testicule : 24 x 10^6 spermatozoïdes.

(D'après ORGEBIN-CRIST, 1968 ; COLE et CUPPS, 1977)

La composition chimique du sperme de Néo-Zélandais de 24 semaines est donnée par MACARI et MACHADO (1978) :

./.

pH	Fructose mg/100 ml	Acid citrique mg/100 ml	Sodium mEq/l	Potassium mEq/l
722	117	256	138	40

V - SEXUALITE DU LAPIN MALE

Le comportement sexuel du lapin mâle est sous l'influence de nombreux facteurs ambiants ce qui contribue à donner au facteur "saisons" une importance capitale en reproduction chez cette espèce animale.

C'est ainsi que le volume des éjaculats et leur concentration en spermatozoïdes sont maximum en mars (FROLICH, 1948) et minimum en juillet (BRAMBELL, 1944). Ces variations s'accompagnent d'une réduction de la taille des testicules de mars à juillet, de l'ordre de 60 % du poids maximum et d'un accroissement testiculaire dès août. Il s'en suit une "stérilité estivale" associée à une augmentation du pH du sperme, une baisse de la motilité des spermatozoïdes, une diminution de la concentration en spermatozoïdes, une augmentation du pourcentage de spermatozoïdes anormaux et une baisse de la libido (HIROE et TOMIZUKA, 1965).

On sait déjà que pour WALTER et all. (1968), il est possible de provoquer une diminution de la concentration en spermatozoïdes du sperme et une baisse du poids des testicules grâce à une photopériode de 16 heures de lumière pour 8 heures d'obscurité. Pour HIROE et TOMIZUKA (1965), mis à part la

./.

concentration du sperme en spermatozoïdes, il est possible d'influencer les différents facteurs qui accompagnent la "stérilité estivale" du lapin mâle par une baisse de la température ambiante. Toutefois aucune étude ne mentionne si, indépendamment de l'accroissement de la photopériode en été, l'augmentation de la température ambiante influe directement sur le poids testiculaire. Ce que nous allons explorer dans nos recherches qui suivent.

L'influence directe des fortes températures a toutefois donné lieu à quelques travaux. C'est ainsi que OLOUFA et all. (1951) mentionnent une détérioration de la fertilité du mâle Néo-Zélandais à une température constante de 32°8 nettement plus élevée que sous exposition intermittente à la même température. L'exposition des lapins mâles à une température de 36.1°C pendant 1 ou 2 jours provoque chez le Néo-Zélandais des lésions sur les spermatozoïdes affectant leur fertilité et provoquant chez les femelles inséminées des blastocystes et des embryons de taille réduite et une augmentation de la mortalité embryonnaire (RATHORE, 1970).

Pour EL SHEIKH et CASIDA (1955) la température maximale à laquelle les lapins peuvent être exposés pendant une heure sans dommage pour la motilité des spermatozoïdes et leur survie est de 43°3 avec une hygrométrie de 30 à 43 %. Toutefois, CHOU et all. (1974) démontrent que des lapins exposés pendant 20 mn par jour à 43°C durant 3 jours successifs ne présentent plus de spermatozoïdes ni de spermatides dans leurs tubes séminifères dès le 30ème jour après le traitement thermique et que le retour à la normale ne s'effectue que vers la 10ème et la 14ème semaine.

./.

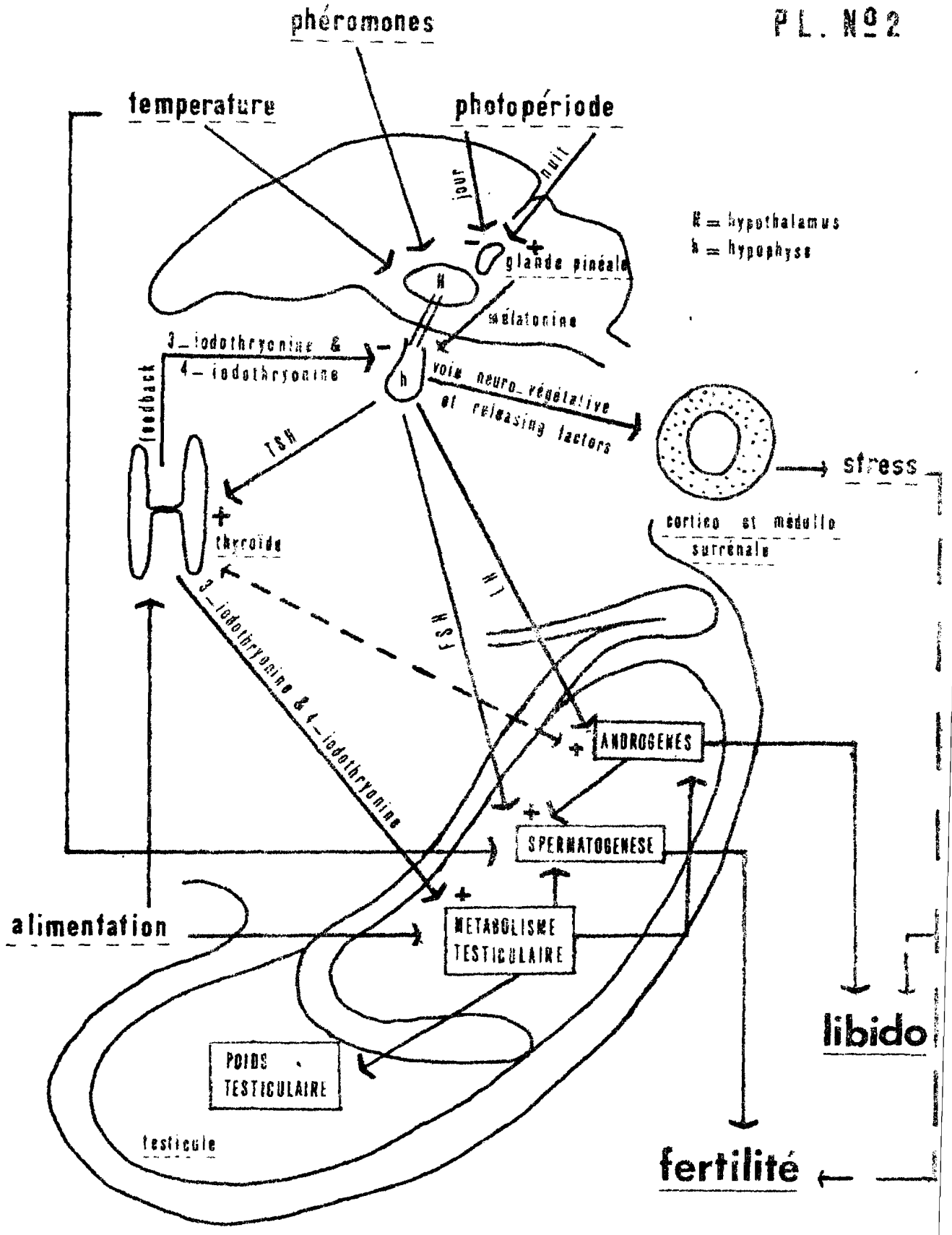


fig.3: Diagramme des corrélations entre composantes du milieu et sexualité chez le lapin

D'autres investigations sur la sexualité du lapin, ont permis à DOGGETT (1956) de prouver l'existence d'un cycle sexuel chez le mâle. Il existe en effet des variations cycliques de 2 à 7 jours dans la concentration du sperme, la motilité des spermatozoïdes et le volume éjaculé chez le lapin mâle.

Il existe des corrélations entre le comportement sexuel et le volume de l'éjaculat ainsi que la concentration en spermatozoïdes. Les mâles les plus agressifs ont un plus grand volume d'éjaculat, un taux de spermatozoïdes vivants plus élevé mais une concentration en spermatozoïdes moindre (KIHLSTROM, 1958 ; HAFEZ, 1960 ; DEGERMAN et KIHLSTROM, 1961).

Enfin, on doit à KIHLSTROM et DEGERMAN (1963) d'avoir montré l'existence d'un cycle de 3 à 8 jours dans la concentration du sang en androgènes et la teneur en substance gélatineuse du sperme de lapin. On sait avec les travaux de YOUNGLAI et all. (1976) que l'acte sexuel chez le lapin mâle ne provoque pas d'augmentation significative de la concentration plasmatique en LH et testostérone contrairement aux modifications hormonales induites chez la femelle par le même stimulus.

VI - CONCLUSIONS

Il est intéressant de résumer les interactions spécifiques entre les principaux facteurs du milieu et les deux composantes essentielles de la sexualité chez le lapin mâle : la libido et la fertilité directement liée au pouvoir fécondant de son sperme (figure 2).

Mis à part le facteur alimentaire et les différentes carences nutritionnelles d'apport ou d'assimilation qui interviennent soit directement sur le métabolisme testiculaire soit par le biais de la thyroïde et du métabolisme général de

./.

l'organisme, on peut résumer les différentes voies d'action en deux principales unités endocriniennes : l'axe hypothalamo-hypophysaire et la glande pinéale.

1. L'axe hypothalamo-hypophysaire

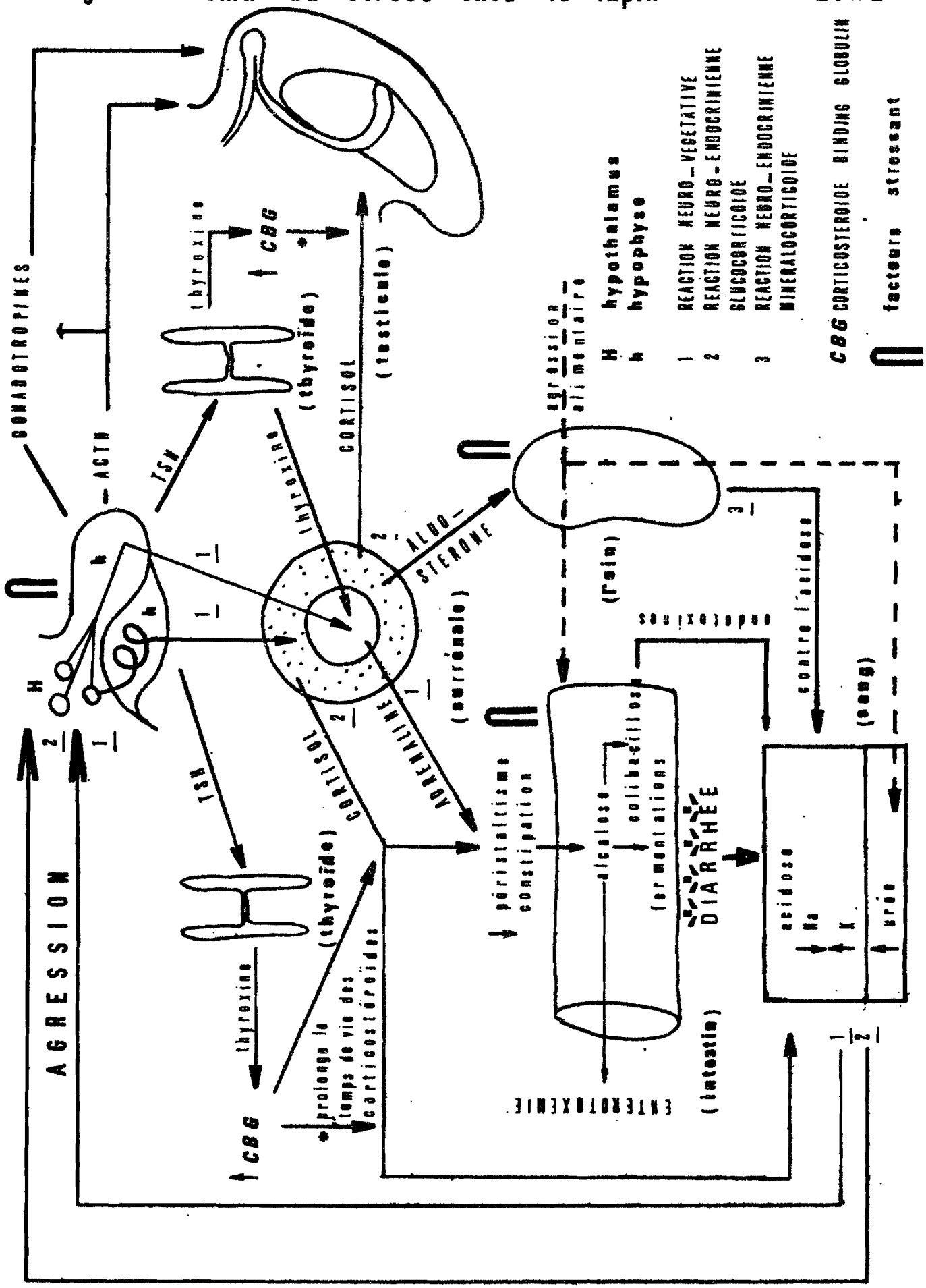
Il est constitué de 2 glandes endocriniennes : l'hypotalamus et l'hypophyse dont le rôle est essentiel en endocrinologie de la reproduction. Il subit l'influence de facteurs tels que la température et les phéromones et fonctionne sur le principe d'une intégration neuro-endocrinienne hypothalamo-hypophysaire conduisant à la sécrétion d'hormones gonadotrophiques (Luteinizing hormone et Follicle-stimulating hormone) et de Thyroïd-stimulating hormone.

Ainsi, outre une action directe de perturbation du phénomène de la spermatogenèse et de dégénérescence possible à long terme des tubes séminifères provoquée par une exposition locale du scrotum à de fortes températures (MOORE et OSLUND, 1923 ; MOORE, 1924), l'action de la température est souvent confondue à celle d'un stress comme le mentionnent FOX et LAIRD (1970). Elle interviendrait alors par une action indirecte par l'intermédiaire de l'hypophyse, via la thyroïde, dont la résultante serait un état d'hypothyroïdisme perturbant le métabolisme testiculaire et la spermatogenèse.

L'influence directe de la thyroïde et de son hormone sur l'endocrinologie de la reproduction est complexe et mal connue. On sait qu'un état d'hyper fonctionnement de la thyroïde peut conduire à une augmentation du taux de testostérone plasmatique (DRAY et all. 1967) par augmentation des testosterone-binding globulin qui se lient à la testostérone libre (OLIVO et all., 1970) la préservant des attaques chimiques et de l'inactivation par conjugaison en androstérone et étiocholanolone

./.

fig.4 : schéma du stress chez le lapin PL.Nº 3



d'après L. RENAULT, laboratoires Sanders. Complété par M. SABBAGH

(GORDON et all., 1969 ; HELLMAN et all., 1959). On notera également la possibilité d'une élévation de la sécrétion de LH par suite d'une chute du taux de testostérone libre (CHOPRA et all., 1972 ; RUDER et all., 1971).

Les travaux de SELYE (1939) sur la souris laissent penser qu'il puisse exister une influence des androgènes sur la cellule thyroïdienne par augmentation de la taille de son épithélium et une baisse du volume colloïdal (ce qui traduit une augmentation de l'activité de la thyroïde).

Enfin, il existerait un relais hypophyse-surrénales dont les interactions avec la libido et la fertilité du mâle ne sont pas encore toutes éludiciées. La complexité du schéma de l'agression physiologique dans des conditions de stress les plus diverses et les perturbations du milieu intérieur contribuent à renforcer l'importance de ce relais hypophyse-surrénales sur la sexualité du lapin soit par une série d'interactions non spécifiques sur l'état général de l'organisme, interférant avec la fonction de reproduction soit, au contraire, par une action directe probable mais encore très mal connue (fig. 3).

En effet, PARKES et DEANESLY (1966) mentionnent que les effets du stress sur les organes de reproduction chez les animaux en général sont dûs à la stimulation des gonades par l'ACTH et les gonadotropines libérés lors du stress par la glande pituitaire. Pour ZUCKERMAN (1952), cet ACTH peut stimuler directement les gonades dans certaines conditions quoiqu'induisant la sécrétion de corticoïdes surrénaliens dont les effets sur le testicule sont très contradictoires d'un auteur à un autre : COURRIER, BACLESSE et MAROIS (1953) mentionnent une action dépressive sur le testicule qui est abolie par l'injection de gonadotropines ; FRIEDMAN et NAKASHIMA (1950) et ANTOPOL (1950)notent une action dépressive sur la spermatogenèse ;

./.

mais JOST (1950), JOST et LIBMAN (1952) ne peuvent reproduire les résultats de COURRIER et all. avec des préparations purifiées de cortocoïdes ; LEROY (in COURRIER et all. 1953) obtient une hypertrophie du testicule avec de la cortisone : ATERMAN et GREENBERG (1952), GAUNT, HOWELL et ANTONCHAK (1952) mentionnent une action précoce sur la puberté. Ces résultats doivent toutefois être envisagés avec beaucoup de prudence du fait même des effets contradictoires et de l'absence d'expérimentation sur le lapin lui-même malgré la diversité des espèces animales testées, d'autant plus que pour certains auteurs comme SELYE l'effet d'une augmentation de la sécrétion d'ACTH est contrebalancée par une diminution de celle de gonadotropines lors du stress.

Enfin, l'hypothèse d'une corrélation biochimique par modification de la concentration du fluide séminal en groupements sulfhydriques non protéiques, responsable chez le cheval de variations de la motilité des spermatozoïdes et du pouvoir fécondant du sperme (in LABORATOIRE CENTRAL DE RECHERCHES VETERINAIRES, 1969) n'est pas à exclure de premier abord chez le lapin et mérite des recherches sur cet animal.

2. La glande pinéale

Son activité suit un rythme nyctéméral de même que les variations de poids de cette glande qui joue le rôle d'horloge biologique (WURTMAN et all., 1968). Elle sécrète, entre autres substances, la mélatonine (5 - méthoxy - N - acétyltryptamine) par O - méthylation de la N - acétylserotonine en présence de S - adénosylme - thionine et de l'enzyme hydroxyindole - O - méthyl transférase (HIOMT).

L'influence de la photopériode sur la sexualité des animaux mammifères se conçoit généralement grâce à des photorécepteurs localisés chez la plupart des espèces à la rétine

./.

et à un mécanisme non encore totalement élucidé d'intégration du SNC, par l'intermédiaire de la glande pinéale (DONOVAN et VAN DER WERFF, TEN BOSCH, 1956) d'une part et de l'axe hypothalamo-hypophysaire (CRITCHLOW, 1963) d'autre part. On sait que la sécrétion de mélatonine augmente à l'obscurité mais son mode d'action est inconnu ; il est possible, comme le mentionne KOVACIC (1970), qu'elle puisse modifier l'influence des hormones hypophysaires sur le testicule ou encore, comme le laissent penser FOX et LAIRD (1970), qu'elle puisse exercer une action humorale sur la glande pituitaire.

On peut encore moins, expliquer pourquoi et comment une obscurité totale puisse provoquer une influence négative sur le poids testiculaire de la même manière que des photopériodes claires de 16 heures de lumière.

./.

PHYSIOLOGIE DE LA FEMELLE

I - ANATOMIE DU TRACTUS GENITAL FEMELLE

Les deux ovaires de la lapine sont ovoïdes et de taille approximative de 1 à 1,5 cm dans leur plus grande dimension. Il n'existe pas de sac périovarien comme chez les rongeurs.

L'ovaire porte à sa surface des follicules de taille variable dont seuls les follicules de de Graaf ou follicule à antrum sont visibles à l'oeil nu.

Généralement ces follicules sont classés en fonction de leur taille :

- gros follicules dont le diamètre est supérieur ou égal à 1,5 mm. Ces follicules sont souvent hémorragiques ou atrésiques. Ils sont alors considérés comme étant des follicules en dégénérescence (COUDERT, 1968 cité par MARTINET, 1973).

On ne trouve toutefois de gros follicules que chez les femelles acceptant le mâle (BUTTNER, 1935). Chez les femelles saillies dont le phénomène de l'ovulation est en cours, on trouve des follicules de de Graff de très grande taille, faisant nettement saillie à la surface de l'ovaire (voir fig. 5). Ces follicules se mettent en place 1 à 2 heures avant l'ovulation (HILL et all., 1935).

La taille des gros follicules généralement dénommés préovulatoires est ainsi très large, de 571 000 μ^2 à 2 229 000 μ^2 chez des femelles de 20 semaines selon HULOT et all.(1982).

./.

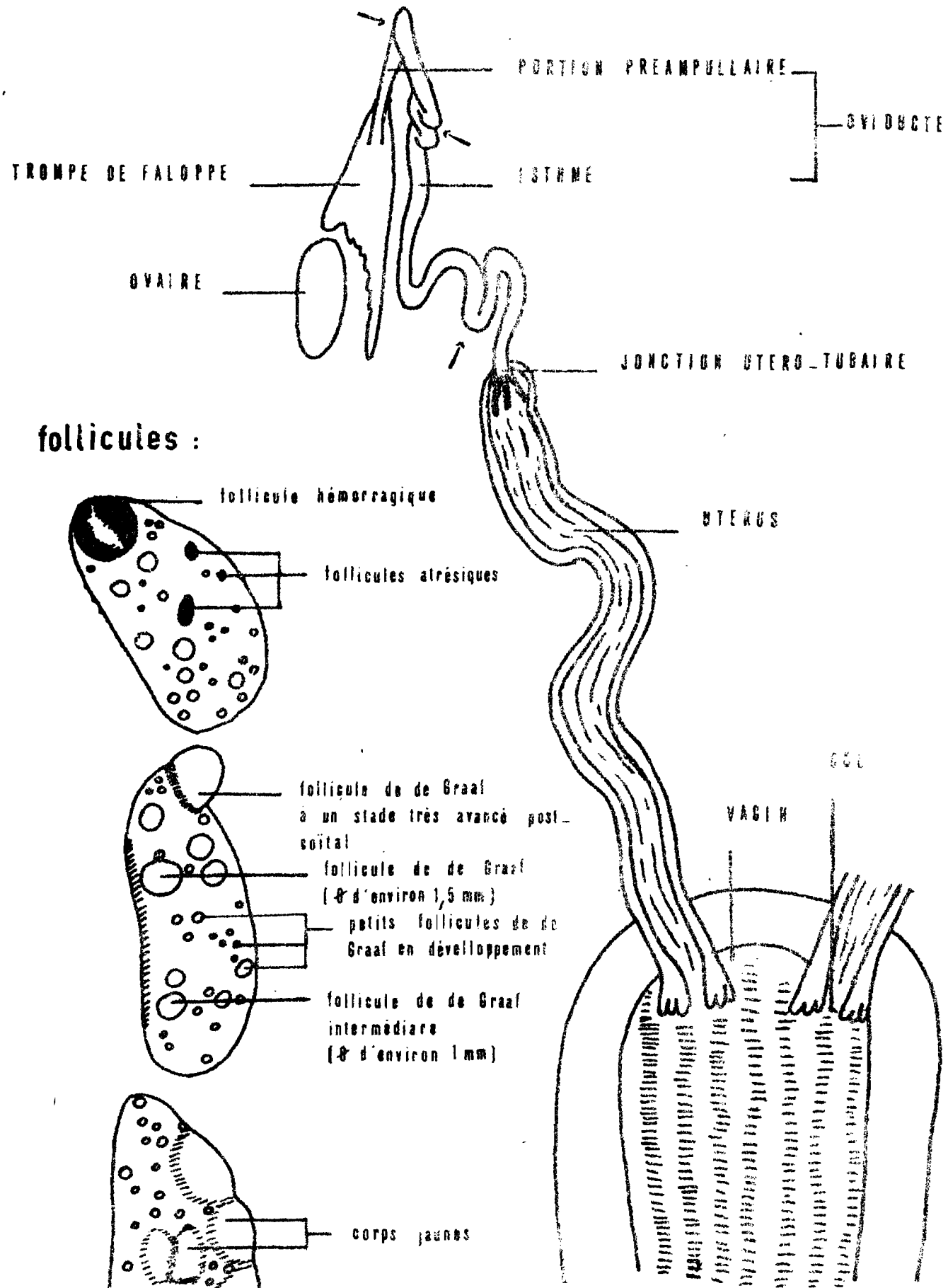


fig.5 : organes génitaux de la lapine

- follicules moyens dont le diamètre est compris entre 1,5 et 0,9 mm. Certains de ces follicules sont atrésiques. Ils constituent les classes de taille (146 000 u^2 à 407 000 u^2) les plus touchées par l'atrésie (HULOT et all., 1982).

- follicules de petite taille qui sont de jeunes follicules à antrum en développement.

Avec les follicules, il est possible de trouver des corps jaunes sur les ovaires des lapines en gestation ou en pseudogestation. En effet, chez cette espèce animale, la gestation ne provoque pas l'interruption de la croissance folliculaire (HAMMOND et MARSHALL, 1952 ; HILL et PARKES, 1932) ; le nombre de follicules augmente au fur et à mesure que la gestation se déroule (ADAMS, 1968) toutefois le nombre de gros follicules est nettement moins élevé en présence de corps jaunes (FLUX, 1967).

Le pavillon de Fallope est très développé chez la lapine et recouvre tout l'ovaire. L'oviducte présente de nombreuses circonvolutions caractéristiques. Sa jonction à l'utérus duplex est très complexe, avec une forme en rosette sans portion intramurale.

La duplication des cornes utérines est totale. Chaque corne mesure environ 7 cm, dessine 3 circonvolutions et s'ouvre séparément par un conduit cervical dans le vagin unique qui mesure 6 à 10 cm de long.

On trouve enfin une paire de glandes périnéales et une paire de glandes anales qui jouent un rôle de stimulus olfactif sexuel.

./.

II - DEVELOPPEMENT DES GONADES ET OVOGENESE

Le foetus de lapin, quel qu'en soit le sexe, débute la différenciation sexuelle au 16ème jour de la gestation.

L'épithélium germinatif proprement dit se met en place 36 heures après la naissance et donnera ultérieurement les cellules germinales. Les oogonies se transforment en oocytes dès la fin de la deuxième semaine (TEPLITZet OHNO, 1963 ; PETERS et all., 1965). Ces follicules entrent en phase stationnaire de leur meiose (stade diplotène) à la troisième semaine (PETERS et all. 1965). Les premiers follicules à apparaître à la surface de l'ovaire sont visibles vers l'âge de 90 jours (CRARY et SAWIN, 1960) ou un peu plus précocément, peu avant 11 semaines (ADAMS, 1954 ; MAULEON, 1961 ; LEVASSEUR, 1979). C'est le stade critique de l'ovaire mais le plein développement des follicules n'est atteint que vers 120 jours (CRARY et SAWIN, 1960).

Les travaux de FOX et all. (1964) sur la maturité sexuelle retiennent comme critère essentiel l'âge à partir duquel une première injection de PMS est en mesure de déclencher l'ovulation chez une lapine nullipare. Toutefois, en pratique, il est aisé d'établir un certain nombre de corrélations entre la maturité sexuelle et le poids corporel de la femelle et de s'en référer en conditions d'élevage (MAY et SIMPSON, 1975).

Des travaux récents ont montré que la règle classique chez de nombreuses espèces de mammifères de mettre à la reproduction les femelles ayant atteint les 3/4 de leur poids adulte est aussi applicable en cuniculture (HULOT et all., 1982) et qu'il existe une influence notable du poids corporel sur le nombre d'ovules pondus soit 2,6 ovules par kg pour les âges

./.

compris entre 11 et 20 semaines (HULOT et all., 1982). La relation poids-nombre d'ovules pondus fut mentionnée antérieurement par certains travaux qui notent un accroissement d'un ovule pondu pour un gain de poids de 434 g (GREGORY, 1932) ou de 394 g (VENGE, 1950).

Une telle corrélation subsiste chez les femelles primipares et multipares signifiant le rôle du poids corporel à des âges très variables (HULOT et MATHERON, 1981).

Toutefois l'existence de corrélations négatives doit aussi être mentionnée puisqu'il est de règle d'observer chez les lapines en excès d'embonpoint une détérioration de l'indice de fécondité et surtout de fertilité ou même quelquefois un comportement d'anoestrus permanent.

III - SEXUALITE DE LA LAPINE

La lapine est une espèce à ovulation provoquée, de type continu comme le mentionne BERTHELON (1939) dans sa classification du cycle oestral des femelles domestiques. En effet, le lapin domestique ne possède pas de période de reproduction nettement différenciée au cours de l'année bien que certains auteurs mentionnent des variations significatives dans différentes régions de l'hémisphère nord :

- 15 % des femelles sont en oestrus en octobre contre 80 % d'avril à juillet pour HAMMOND et MARSHALL (1952) ;

- 96 % des lapines manifestent un oestrus post-partum en février contre 50 % seulement en octobre-novembre d'après BRADBURY (1944) ;

./.

- le taux d'ovulation est maximum de mai à juillet et minimum en novembre (ORTAVANT, MAULEON et THIBAULT, 1964 ; KOEFOED-JOHNSEN et FULKA, 1966).

Par contre le lapin sauvage ou lapin de garenne (Oryctolagus cuniculus) possède une période de reproduction bien délimitée : de janvier àaoût dans l'hémisphère nord (BRAMBELL, 1944 ; STEPHENS, 1952) et de juillet à novembre dans l'hémisphère sud (WATSON, 1957 ; HUGHES et ROWLEY, 1966).

De nombreux travaux ont démontré l'absence d'un cycle oestral régulier chez la lapine (HAMMOND et MARSHALL, 1925 ; GALPERIN, 1937 ; ROBSON, 1947 ; BULLOUGH, 1951). Ces travaux, notamment ceux de HAMMOND et MARSHALL ont contribué à donner une vision un peu simpliste du phénomène qui se concevait comme un oestrus permanent à partir de l'âge de la puberté jusqu'au moment de l'accouplement, tant que les conditions d'environnement et de nutrition sont favorables. En réalité, il est beaucoup moins simple et reste de nos jours encore mal connu malgré de nombreux travaux.

La première mention d'un cycle oestral chez la lapine domestique est due aux travaux de BUTTNER et WIENERT (1935) malgré les larges limites données par les auteurs qui mentionnent un cycle allant de quelques jours à 15 jours ou même davantage. Auparavant, il fut démontré l'existence de larges follicules ovariens pendant une période allant de 7 à 10 jours avec un oestrus de 2 à 3 jours (HILL et WHITE, 1933 ; DWORZAK et PODLESCHKA, 1934).

La découverte d'un cycle de comportement sexuel chez la lapine (BRAMBELL, 1944) donnait aux recherches un nouvel essor. Le dosage des oestrogènes sanguins en corrélation avec les modifications cytologiques du vagin contribua à la découverte d'un cycle de variations de 4 à 6 jours (HAMILTON, 1949,

./.

1951). De plus, il fut prouvé que la lapine domestique est attractive vis-à-vis du mâle à des intervalles de 4 à 6 jours alors que la femelle du lapin sauvage est généralement attractive tous les 14 jours, quelquefois tous les 7 jours (MYERS et POOLE, 1958).

Actuellement, il est admis de nouvelles données depuis les travaux de TEMPLETON et KELLOG (1959) et d'IMAI (1960) et les observations d'HUEBNER et NAKANE (1967) : le cycle oestral de la lapine domestique serait approximativement de 15 jours, ce qui correspond généralement à la durée de la pseudogestation chez de nombreuses souches de lapins domestiques (MAY et SIMPSON, 1975). Mais, il existerait de grandes variations, qui conjuguées aux nombreuses inconnues qui subsistent, rendent la détermination du cycle oestral de la lapine encore très aléatoire et hypothétique.

Ainsi, après la découverte d'une augmentation de la température corporelle de 0,7°C 8 heures après induction de l'ovulation par la gonadotropine chorionique chez 90 % des femelles (PISCHINGER, 1951), les travaux se sont orientés sur une détermination de corrélations entre l'oestrus et la température corporelle (TSUTSUMI et all., 1968 ; KIHLSTROM et LUNDBERG, 1971) sans réussir à prouver l'existence du cycle des 15 jours (6 à 11 jours selon KIHLSTROM et LUNDBERG).

D'autre part, les recherches entreprises sur l'évolution des follicules ovariens et leurs incidences sur l'oestrus ont certes montré que la présence de gros follicules est accompagnée d'un état d'acceptation du mâle (BUTTNER, 1935) et que l'évolution de ces follicules se fait en 2 phases successives dont la première est caractérisée par la présence de follicules d'un diamètre supérieur ou égal à 1 mm et la seconde par la dégénérescence de ces follicules et la croissance d'une nouvelle vague de follicules qui ne sont pas encore prêts à

./.

ovuler (cités par MARTINET, 1973).

D'ailleurs les travaux de LEFEVRE et CAILLOL (1978) ont révélé que l'existence de ces gros follicules et d'un nombre restreint de follicules atrésiques chez les femelles en oestrus est la seule différence macroscopique entre femelles en oestrus et femelles en dioestrus et que le nombre d'ovules pondus post-coïtum est toujours compris dans le nombre des follicules des classes 0,9 mm à 1,5 mm. D'autre part, la concentration en oestradiol, oestrone et progestérone est nettement plus élevée dans le liquide folliculaire des femelles en oestrus que dans celui des femelles en dioestrus (LEFEVRE et CAILLOL, 1978). Mais toutes ces investigations n'ont pas résolu le problème du cycle oestral de la lapine.

De plus, les résultats des études entreprises sur frottis vaginaux en vue du diagnostic de l'oestrus ont été ininterprétables malgré l'importance des recherches (TSUTUMI, 1965 ; SHIBATA, 1931 ; HUMILTON, 1951...). Ceci s'explique par la structure même de l'épithélium du vagin de la lapine qui n'est pluristratifié que dans son tiers inférieur alors que toute sa portion supérieure est unistratifiée de type utérin ou cervical.

Toutefois un travail de RENARD (in MARTINET, 1973) sur des lapines en oestrus, abattues immédiatement après la saillie, a révélé sur coupes histologiques l'existence dans la portion inférieure du vagin de 4 à 5 couches de cellules avec de nombreux signes de dégénérescence (vacuolisation, diminution de coloration des noyaux...) mais sans kératinisation comme chez la ratte.

Peut-être faut-il voir dans toutes ces difficultés de cerner le cycle oestral de la lapine domestique et des résultats divergents d'un chercheur à un autre, l'importance primordiale

./.

et l'incidence majeure des facteurs d'environnement (température, photopériode, saisons, alimentation, schéma de reproduction...) sur toutes les composantes de la sexualité de cette femelle ?

Ainsi, il serait intéressant de faire le point des connaissances acquises dans ce domaine afin de justifier nos propres investigations.

L'influence de la température sur le comportement sexuel de la lapine a donné lieu à quelques travaux. SHAH (1955) mentionne d'importantes mortalités embryonnaires chez des lapines gestantes exposées à des températures suffisamment élevées pour provoquer une augmentation de la température corporelle de 1,2 à 1,7°C durant les 6 premiers jours de la gestation. Les travaux de RICH et ALLISTON (1970) montrent une diminution de la fertilité et de la survie embryonnaire chez des lapines soumises au stress thermique (32,2°C). Les tentatives d'élevage de lapins de laboratoire par TACHER (1970) en climat soudano-sahélien sec ne se sont révélées satisfaisantes que 5 mois sur 12.

L'influence de la photopériode est majeure chez la lapine. Ainsi, les femelles élevées sous photopériode claire de 16 heures par 24 heures montrent un comportement d'oestrus nettement au-dessus de celui des femelles sous 12 heures ou 8 heures de lumière par 24 heures avec un poids corporel moindre (WALTER et all. 1968). Une proportion élevée des femelles élevées sous photopériode claire de 8 heures par 24 heures est en anoestrus permanent (22 %) (WALTER et all. 1968). L'inversion des photopériodes entraîne selon les mêmes auteurs une inversion du pourcentage d'oestrus ; l'effet étant surtout sensible au bout du 2ème mois.

./.

L'utilisation de photopériodes différentes sur de courtes périodes ne permet donc pas d'en apprécier les différences comme d'ailleurs le laissaient entrevoir les travaux de SMELSER et all. (1934) qui ont expérimenté sans différences significatives des photopériodes d'intense luminosité et d'intense obscurité durant 30 jours.

Outre ces facteurs climatologiques, il faut mentionner l'influence probable de tout stress physiologique non spécifique sur la sexualité de la lapine.

En effet, après les vaines tentatives de MARSHALL et VERNEY (1936) de déclencher l'ovulation chez la lapine par une injection intra-veineuse d'adrénaline, les travaux de MARKEE et all. (1948) ont montré que l'injection d'hydrochloride d'adrénaline dans la glande pituitaire provoque l'ovulation de même que l'injection d'adrénaline, noradrénaline ou histamine dans le 3ème ventricule (SAWYER, 1952, 1955). Reprenant les travaux sur l'injection intra-veineuse d'adrénaline, SAWYER et all. (1950) ont montré la nécessité d'employer de fortes doses pour provoquer l'ovulation (1mg/kg) et la nécessité de protéger la lapine des effets mortels d'une telle dose par l'atropine.

En face de tels résultats, il est important de se demander si une décharge d'adrénaline sous l'action d'un stress majeur ne peut induire l'ovulation chez la lapine et donc un état de pseudo-gestation d'autant plus que SWINGLE et all. (1951) ont prouvé de telles corrélations chez la ratte adulte et que LEFEVRE et all. (1976) ont démontré chez la lapine qu'une simple modification de l'environnement influe sensiblement le comportement d'oestrus, la turgescence de la vulve et le taux d'ovulation qu'elle améliore nettement.

./.

Enfin, il convient de mentionner le rôle des phéromones et des stimuli visuels. On connaît l'importance des phéromones dans le marquage des femelles par les mâles à l'aide de leurs glandes mentonnières (TOUTAIN, 1975) ; leurs valeurs informatives sont grandes (reconnaissance de l'espèce et de la race, du sexe et de l'état sexuel, de l'individu, de l'âge et du territoire) de même que leurs significations physiologiques et leurs conséquences comportementales (âge de la puberté influencé par l'environnement odorant, le comportement sexuel influencé dans son déroulement, la régularité des cycles sexuels femelles...). En effet, on dénombre rien que sur l'organe voméronasal qui joue un rôle majeur dans la perception des phéromones (TOUTAIN, 1975) environ 2 millions de récepteurs olfactifs soit à peu près le 1/30ème des récepteurs olfactifs totaux du lapin.

IV - OVULATION

Lors de l'accouplement, le sperme du mâle est déposé dans le vagin. Il s'écoule environ 3 à 6 heures entre l'éjaculation et l'entrée des spermatozoïdes dans l'utérus de la lapine (BLANDEAU cité par COLE et CUPPS, 1977).

Dans le tractus génital femelle, la motilité des spermatozoïdes dure 43 à 50 heures et leur fertilité 30 à 36 heures contre 6 à 8 heures pour la fertilité des ovules (HAMMER, MCLAREN, DUKELOW et RIEGGLE cités par COLE et CUPPS, 1977).

Sous l'impulsion du coït, il se produit un réflexe ovulatoire démontré par les travaux de HEAPE (1905), d'HILLIARD et all. (1964) et de SAGINOR et HORTON (1968). FOX et LAIRD (1970) résument ainsi le mécanisme ovulatoire de la lapine : le coït provoque une stimulation qui se répercute à travers

./.

le SNC sur l'hypothalamus dont la décharge en RF (releasing factors) provoque la sécrétion de gonadotropines par la portion antérieure de l'hypophyse.

En réalité, ce mécanisme ovulatoire souffre d'exceptions puisque contrairement aux écrits de POOL et LIPNER (1964), SAWYER et EVERETT (1959) et BROOKS (1937), le coït ne peut pas toujours induire l'ovulation chez des femelles réceptives (FOX, 1968 ; HAMMOND et MARSHALL, 1925). Toutefois, il est vrai que la rupture du follicule de de graff peut s'accompagner d'une rétention de l'ovule (ZARROW et FOX, cités par KENNELLY et FOOTE, 1965) dont il faut tenir compte dans les investigations.

D'autres exceptions peuvent être corrélées à ce mécanisme d'ovulation. Ce sont notamment les états de pseudogestation (donc d'ovulation) provoquée par une autre femelle (STAPLES, 1967) ou par certaines autres circonstances encore mal définies.

Dans tous les cas, l'ovulation est essentiellement due à la sécrétion de LH par l'adrénohypophyse (FEE et PARKES, 1930 ; DEANESLY et all., 1930 : HILL et PARKES, 1931 ; HILL, 1934). Dans le cas d'une saillie, la stimulation de l'hypophyse survient 60 secondes après le coït (MARKEE et all., 1952) mais le taux de LH ovulatoire n'est en fait réellement atteint qu'entre 28 et 90 minutes après le coït pour FEE et PARKES (1929) et entre 35 et 50 minutes pour FIROR (1933).

Ainsi, le principe du mécanisme adrénergique via la pituitaire proposé par MARKEE et all. (1948) pour expliquer la décharge ovulatoire de LH est écarté depuis que DONOVAN et HARRIS (1956) aient entrepris d'analyser la probabilité d'un tel principe chez la lapine par une série d'investigations dont il convient de mentionner quand même que l'injection de bitartrate d'adrénaline dans la pituitaire a provoqué l'ovulation chez 3 lapines sur 26, proportion très faible mais existante

./.

quand même, tandis que celle de nor-adrénaline a donné 9 résultats positifs sur 12.

Sans que cela puisse mettre en doute le schéma du réflexe ovulatoire admis actuellement chez la lapine, l'adrénaline peut posséder une incidence sur le mécanisme ovulatoire et contribuer à renforcer les incidences des facteurs du milieu et de l'environnement sur la reproduction de la lapine. Il reste à en éclaircir le mécanisme.

De nombreux travaux ont été publiés sur le moment de l'ovulation chez la lapine (BARRY, 1839 ; WALTON et HAMMOND, 1929 ; HILL et all., 1935 ; HARPER, 1961 ; HARPER, 1963). On peut toutefois retenir les dernières investigations de HARPER (1961, 1963) qui démontre de façon claire que l'ovulation survient en moyenne entre 10 heures 30 minutes et 10 heures 45 minutes après injection de LH mais confirme de même la majorité des variations enregistrées par les autres chercheurs, entre 9 heures 30 minutes et 14 heures après le coït puisque, d'après le même auteur, l'ovulation survient chez la lapine à des moments identiques, qu'elle soit induite par le coït ou par une injection de LH. Les marges de variations sont généralement comprises dans le même ordre de grandeurs.

20 à 30 minutes avant l'ovulation, il apparaît un engorgement sanguin au sommet du follicule et il se forme un cône secondaire sur le follicule lui-même (HILL et all. 1935). L'étude cinématographique de la rupture folliculaire par HILL et all. (1935) a montré la nature explosive du phénomène et a permis de calculer la durée de l'expulsion de tout le contenu folliculaire (30 à 60 secondes). En réalité, cette rupture folliculaire n'est explosive que dans certains cas et il existerait davantage de manifestations plus discrètes (WALTON et HAMMOND, 1929 ; HARPER, 1963).

./.

La cause primaire de la rupture folliculaire est la rapide distension du follicule sous l'effet d'une augmentation de son activité secrétoire (WALTON et HAMMOND, 1929) ou de l'augmentation de la pression du liquide folliculaire sous l'influence de la dégradation enzymatique de ses muccopolysaccharides par la hyaluronidase (JENSEN et ZACHARIAE, 1958 ; ZACHARIAE et JENSEN, 1958) ou encore de l'hydrolyse enzymatique des cellules épithéliales par leurs lysosomes (BJERSING et CAJANDER, 1974a; CAJANDER, 1976).

Toutefois l'expulsion de l'ovule après la rupture folliculaire serait sous l'influence de la contraction des fibres musculaires lisses de la thèque externe au moment de l'ovulation (LIPNER et MAXWELL, 1960).

En effet, pour BURDEN (1972) 50 % des cellules de la thèque externe sont des fibres lisses chez la lapine tandis que BJERSING et CAJANDER,(1974b) se contentent d'affirmer que les fibres lisses sont communes dans la thèque externe de la lapine et que OKAMURA et all. (1972) et ESPEY (1978) les trouvent plutôt rares.

Toutefois, il est admis que ces fibres sont à l'origine de fluctuations de la pression du liquide folliculaire (ESPEY et LIPNER, 1963 ; RONDELL, 1964 ; VIRUTAMASEN et all., 1976 ; WRIGHT et all., 1976) : 15 mm de Hg $\pm$ 10 mm de Hg avec 2 à 5 cycles de variations par minute (ESPEY et LIPNER, 1963). Pour WRIGHT et all. (1976), l'activité contractile de l'ovaire est irrégulière mais augmente sensiblement au moment de l'ovulation. Par contre, de la CRUZ et all. (1976) sont incapables de trouver une corrélation entre l'activité contractile induite et la période ovulatoire chez la lapine.

Cette activité de l'ovaire se trouve directement sous l'influence du système nerveux sympathique et parasympathique

./.

comme le prouvent les nombreuses études sur des espèces très diverses, notamment la lapine (JACOB OWITZ et WALLACH, 1967 ; BAHR et all. 1974 ; WALLES et all. 1974, 1975, 1976 ; WEINER et all. 1975b ; VIRUTAMASEN et all. 1976) ; grâce à l'existence de récepteurs adrénergiques et cholinergiques, l'activité contractile est sous l'influence d'agents adrénergiques et cholinergiques, les α adrénergiques et les cholinergiques augmentant les contractions et les β adrénergiques produisant un effet dépresseur (VIRUTAMASEN et all. 1972 ; COUTINHO et all. 1974 ; DE LA CRUZ et all. 1976). Mais, l'influence des médiateurs autonomes ne serait pas essentielle dans la stimulation de l'activité contractile de l'ovaire (DE LA CRUZ et all. 1976), tout comme la stimulation électrique de l'ovaire quelle qu'en soit la manière, est incapable de provoquer la rupture des follicules arrivés à maturité (KRAUS, 1947) et que la dénervation unilatérale des ovaires chez la lapine ne produit aucune incidence sur le nombre d'ovulations (WEINER et all. 1975a), n'empêche pas la gestation, ni ne réduit le nombre d'embryons (WEINER et all. 1975b).

On considère actuellement que le système nerveux autonome de l'ovaire ne possède pas de rôle majeur dans le processus ovulatoire (ESPEY, 1978).

Toutefois, l'incidence du système nerveux autonome sur l'ovaire ne doit pas être envisagé isolément. L'ovaire étant, comme mentionné précédemment sous l'influence du système neuro-végétatif sympathique et parasympathique, il est important à notre avis de ne pas dissocier le problème d'un contexte plus global et d'envisager des investigations qui tiennent compte d'interactions et de corrélations entre les effets induits par une même cause sur les systèmes sympathiques et parasympathiques, par exemple entre les modifications hémodynamiques induites sur l'activité vasomotrice et le processus ovulatoire comme le soulignent BAHR et all. (1974) à propos de l'incidence probable sur

./.

l'ovulation des catécholamines et des facteurs de l'environnement produisant un effet de stress.

Ainsi, on peut récapituler l'action probable du stress sur le phénomène ovulatoire :

- sécrétion d'ACTH par l'hypophyse qui aurait une action directe sur les gonades qu'elle stimule (ZUCKERMAN, 1952) ;

- production de corticostéroïdes par les surrénales sous l'influence de l'ACTH qui auraient une incidence sur les gonades ;

- secrétion de gonadotrophines corticales probable suite à la stimulation des surrénales par un stress quelconque (SWINGLE et all., 1951) et évoquant une décharge hypophysaire de LH ;

- incidence de l'adrénaline avec le réflexe ovulatoire ?

- mise en jeu de l'innervation sympathique et parasympathique de l'ovaire qui induirait diverses influences en corrélation avec le mécanisme ovulatoire ?

Il se pose de toute évidence une interrogation de première importance : les refus d'accouplement et la diminution de la fertilité chez les lapines sous l'influence des saisons chaudes observés sur le terrain ou mentionnés par certains auteurs ne sont-ils pas dus à un état de pseudo-gestation d'autant plus qu'une telle situation n'empêche nullement chez la lapine la possibilité de quelques saillies occasionnelles et quelque fois d'ovulation (HUGHES et MYERS, 1966) ?

La réponse à une telle interrogation changerait, si elle s'avère exacte, toutes les orientations dans nos tentatives d'un contrôle du cycle sexuel de la lapine en conditions tropicales.

./.

Avant de clore ce paragraphe sur l'ovulation, mentionnons quelques autres données physiologiques :

- le nombre de follicules ovulant simultanément est limité au maximum à 2 ou 3 follicules (WALTON et HAMMOND, 1929) mais le nombre total de follicules peut être très variable : chez les petites races, VENGE (1950) mentionne un nombre moyen de 5,52 par femelle et de 10,73 chez les races lourdes. ADAMS (1958) mentionne chez ces dernières une moyenne de 10,5 follicules par femelle (avec une fourchette de 5 à 18) et HARPER (1963) une moyenne de 11 follicules (avec une fourchette de 6 à 20). Le nombre d'ovulation à la seconde gestation est en général plus élevé qu'à la première (ADAMS, 1960a).

  La durée du moment ovulatoire de tous les follicules est d'environ 3 heures 30 minutes chez une même femelle (WALTON et HAMMOND, 1929).

- la quasi totalité des oeufs est fécondée 2 heures après ovulation (ADAMS et CHANG, 1962). Les oeufs non fécondés dans un délai de 6 heures ne le seront plus à cause de l'enveloppe de mucine qui se met en place (HAFEZ, 1970) mais les oeufs restent viables 8 à 9 heures après ovulation (ADAMS et CHANG, 1962).

  L'activité sexuelle de la femelle décline dès 12 à 24 heures après le coït (BEYER et RIVAUD, 1969) mais le procédé de la double saillie, 8 heures après le premier coït, améliore le taux d'ovulation.

- l'induction artificielle de l'ovulation est possible avec de préparations contenant des gonadotrophines (HERTZ et HISAW, 1934 ; FOSTER et FEVOLD, 1938 ; PINCUS, 1940 ; PARKES, 1943 ; HAFEZ, 1961 ; HARPER, 1963 ; VARIAN et all., 1967 ; FOX, 1968) dont les plus employées sont la PMS (pregnant mare serum) et

./.

l'HCG (human chorionic gonadotropin). Toutefois l'utilisation répétée de ces préparations provoque l'apparition d'anticorps bloquant l'efficacité de celles-ci (ADAMS, 1961; FOOTE et all., 1963). L'apparition de ces anticorps présente une grande variabilité, au bout de 2 à 4 injections pour FOOTE et all. (1963), au bout de 5 injections en moyenne pour GREENWALD (1970, cité par HULOT, 1975) et dureraient environ 5 mois selon ce dernier auteur.

Actuellement l'utilisation des RF (releasing factor) hypothalamiques LH et RH laissent entrevoir la possibilité d'injections répétées en plus grand nombre (AMOSS et all. 1972, HUMPHREY et all., 1973 ; YANAIHARA et all., 1973 ; WHITE et all. 1973 ; cités par HULOT, 1975).

La PMS a un effet inducteur de l'ovulation 5 fois plus faible que l'HCG (FOX et KRINSKY, 1968). Les doses habituellement usitées sont de 20 à 25 U.I. d'ACG (BERTRAND, 1976) mais les doses liminaires chez la lapine sont de 4 à 8 U.I. (FOX et KRINSKY, 1968 ; HENRY, 1962) ; à cette faible posologie, le nombre d'ovulations est réduit (BERTRAND, 1976). La dose usitée pour la LH est de 0,5 mg/kg de poids vif chez les femelles préparées avec une injection de 0,5 mg de FSH (VARIANet all. 1967).

L'induction artificielle de l'ovulation répond d'autant mieux que l'on est proche du poids adulte (HAFEZ, 1970) et se trouve directement influencée par les saisons, la réponse maximale étant obtenue en mars (SAWYER, 1959 ; HAFEZ, 1964a).

Outre l'emploi de gonadotrophines et l'effet de l'adrénaline sur l'ovulation (cf. supra), il est possible d'induire celle-ci par l'injection de solutions de cuivre (FEVOLD et all. 1936 ; PADUCHEVA et ESKIN, 1937 ; HARRIS, 1941), même chez des lapines en anoestrus (DURY et BRADBURY, 1943). Les travaux SAWYER et MARKEE (1950) suggèrent une action directe du cuivre

./.

sur les cellules de l'hypophyse à l'origine du mécanisme ovulatoire.

Enfin, il est possible de provoquer l'ovulation par stimulation électrique du vagin avec une réponse effective de janvier à juin (CARLYLE et WILLAMS, 1961 ; HAFEZ, 1964a).

V - GESTATION

Chez la lapine, il est remarquable de mentionner que le transport des ovules depuis la trompe de Fallope jusque dans l'oviducte se réalise en quelques minutes (HARPER, 1961b, 1965) tandis que le transport jusque dans l'utérus nécessite au total 3 à 4 jours (GREGORY, 1930 ; CHANG et HARPER, 1966).

Les oestrogènes endogènes chez les femelles en oestrus influencent positivement le transport des oeufs dans l'oviducte (CHANG et HARPER, 1966) de même que la progestérone endogène chez les femelles au 4ème jour d'une pseudo-gestation (WISLOCKI et SNYDER, 1933). Ces observations confirment les résultats ultérieurs de CHANG (1966a,b) sur l'administration d'hormones exogènes : l'injection d'éthinyl - estradiol avant ovulation ou de progestérone après ovulation favorise le transport des oeufs dans l'oviducte tandis que l'injection d'éthinyl - estradiol après ovulation et de progestérone avant ovulation le ralentit et entraîne la dégénérescence des oeufs.

Le développement de l'oeuf se déroule chronologiquement comme mentionné ci-après (BRINSTER, McLAREN, DAVIS, HESSEDAHL, cités par COLE et CUPPS, 1977) :

- stade 1 cellule : de 0 à 14 heures après ovulation,
- stade morula : 48 à 68 heures après ovulation,
- stade blastocyste : de 3 à 4 jours après ovulation.

./.

La durée de la gestation est en moyenne 30 jours. Toutefois, WILSON et DUDLEY (1952) ont montré sur un grand nombre de races et de souches que 72 % des gestations durent 31 à 33 jours et que 93 % des femelles mettent bas entre 30 et 33 jours. Certaines gestations ne durent que 29 jours ou au contraire 35 jours (TEMPLETON, 1952). Chez nos souches locales, nous avons estimé que la majorité des femelles ont une gestation de 32 à 33 jours (SABBAGH, non publié).

De nombreux travaux ont montré que le nombre de sites d'implantation embryonnaire chez la lapine gestante n'est pas influencé par le fait que la gestation utérine soit unilatérale ou bilatérale (ASDELL, 1924 ; ADAMS, 1962 ; HAFEZ, 1964b ; JOHNSON, 1970). Par contre, une super-ovulation réduit sensiblement le nombre de sites (HAFEZ, 1964c) et augmente le taux de résorption embryonnaire après nidation (PARKES, 1943 ; ADAMS, 1960b), surtout entre le 10ème et le 13ème jour de gestation (HAFEZ, 1964c).

Chez les lapines ayant ovulé normalement, la résorption embryonnaire constitue 29,7 % du nombre total d'embryons dont 11,4 % sont résorbés avant nidation et 18,3 % après nidation (ADAMS, 1960a). La résorption embryonnaire post-nidation est ainsi répartie : 7 % presque immédiatement après implantation, 66 % entre le 8ème et 17ème jour de la nidation et 27 % entre le 17ème et le 23ème jour.

La régression des corps jaunes se réalise au 17ème jour de gestation si la femelle ne porte pas au moins 2 foetus à ce moment (ADAMS, 1970).

La taille des foetus est directement influencée par leur position dans l'utérus ; ceux étant les plus proches des ovaires sont les plus développés (ROSAHN et GREENE, 1936). Enfin, on trouve le plus grand nombre d'embryons avortés dans les classes de poids les plus faibles (DUNCAN, 1969).

./.

HAMMOND (1965) a montré qu'un haut niveau nutritionnel améliore la ponte ovulaire chez la lapine mais augmente très sensiblement la mortalité embryonnaire. Ainsi les femelles maigres produisent en moyenne 6 lapereaux viables par portée contre 3,8 pour les femelles plus grasses.

D'autre part, ZICARELLI et all. (1977) démontrent des corrélations positives entre la taille de la portée et le taux plasmatique d'oestradiol. Par contre, il existe des corrélations inverses entre celui de progestérone et le nombre de petits à la naissance.

VENGE (1963) démontre des corrélations entre la taille de la portée et la durée de la gestation : chez le Bleu de Vienne, la gestation dure 31 jours et 19 heures et la taille moyenne de la portée est de 9 lapereaux ; chez l'Himalayan, elle dure 30 jours et 23 heures pour une portée de 4,4 ; enfin chez le lapin Polish, on note une gestation de 30 jours et 12 heures avec une portée de 3,7 lapereaux.

Le comportement sexuel d'une lapine en gestation est en général identique à celui d'une femelle en anoestrus. Toutefois, nous avons déjà rencontré en animalerie quelques cas de comportement d'oestrus chez des lapines au 14ème et 15ème jour de gestation, avec acceptation du mâle. Toutefois, nous n'avons pas vérifié si les saillies ont été ovulatoires. Dans tous les 2 cas rencontrés, la gestation en cours a été conduite jusqu'à son terme (31 et 32 jours de gestation).

Le dosage radio-immunologique des hormones plasmatiques chez des lapines en gestation ont prouvé que le taux de 17β oestradiol décroît entre le 10ème jour et le 25ème jour de gestation d'un seuil initial de 74,2 $\pm$ 61,5 pg/ml jusqu'à un taux de 18,8 $\pm$ 6,5 pg/ml tandis que le taux plasmatique de progestérone n'est à son maximum que le 18ème jour (1,07 $\pm$ 0,75 μg/ml) à partir duquel, il décroît (COPPOLA et all. , 1977).

./.

D'autres auteurs signalent l'existence de 2 pics oestrogéniques au cours de la gestation chez la lapine : peu après le 5ème jour et le 15ème jour (SECCHIARI et all., 1974). Ce qui, peut-être, expliquerait une possibilité de comportement d'oestrus au cours de la gestation dans certaines circonstances.

VI - PSEUDO-GESTATION

La pseudo-gestation se caractérise par un phénomène d'ovulation non suivi de fécondation. Les corps jaunes persistent alors pendant une durée variable, environ 17 jours (TEMPLETON, 1940 ; SPIES et all., 1968) au bout desquels la sécrétion de progestérone diminue. Toutefois, pour CHANG (1969), la fin de la pseudo-gestation se situe aux environs du 22ème jour après ovulation.

Les travaux de FUCHS et BELING (1974) prouvent que la sécrétion en progestérone est nettement moindre durant la pseudo-gestation par rapport à une gestation normale.

L'activité sexuelle d'une femelle pseudo-gestante montre la possibilité d'accouplements et d'ovulation en début et en fin de pseudo-gestation ; il existe aussi une certaine activité sexuelle au 6ème et au 12ème jour de pseudo-gestation (attraction hétérosexuelle, agressivité vis-à-vis des autres femelles, préparation du nid) nettement plus accentuée en automne et en hiver (HUGHES et MYERS, 1966).

Il peut exister quelques cas de fécondation durant la pseudo-gestation (CHANG, 1969) contrairement aux résultats mentionnés par MURPHREE et all. (1947) et AUSTIN (1949). La perméabilité du col utérin est conservée durant la pseudo-gestation (TSUTSUMI et TAKEDA, 1976) mais il existe de nombreuses perturbations dans le transport normal des oeufs (CHANG, 1969)

./.

et des spermatozoïdes (MURPHEE et all. 1947 ; AUSTIN, 1949 ; CHANG, 1967).

VII - COMPORTEMENT SEXUEL POST-PARTUM

Dès le lendemain de la parturition, les lapines peuvent être à nouveau fécondées et donner naissance à des portées de taille normale (PRUD'HON et BEL, 1968 ; SINSE-CAEL, 1968).

Toutefois, les travaux d'ADAMS (1967) ont montré une incompatibilité entre la lactation et la gestation lorsque les lapines ont un faible niveau nutritionnel dont dépend la conduite à terme de la gestation. HAFEZ et ISHIBASHI (1965) observent que l'accouplement des lapines après 15 jours de lactation provoque une diminution du nombre de blastocystes viables par rapport à des femelles n'ayant pas allaité au cours des 15 jours qui précèdent la saillie tandis que CASADY (1965) mentionne que les lapines peuvent accomplir une série de gestations successives sans altération de leur condition physique, ni diminution de fertilité ou de prolificité lorsque l'on tuait les petits à la naissance.

La diminution de l'indice de fertilité et de prolificité est mentionnée chez des lapines ayant mené plusieurs gestations successives en système intensif (PRUD'HON et all. 1969). Toutefois un délai de 10 jours est mentionné entre la parturition et la saillie pour rétablir un niveau normal de fécondité ; l'antagonisme entre lactation et gestation chez des femelles nourries ad libitum ne semble se manifester que dans le cas de saillies post-partum (PRUD'HON et all. 1969).

Il est difficile d'expliquer les raisons de la baisse de fertilité et de prolificité observée en saillies post-partum. Bien qu'en général, on considère chez la lapine que les non-

gestations sont le plus souvent liées à des non-ovulations (SAWIN, 1954 ; FOOTE et all., 1963), phénomène influencé par les saisons (HAMMOND et MARSHALL, 1952 ; FARREL et all., 1968 ; ADAMS, 1972 ; SELME et PRUD'HON, 1973), on peut exclure l'hypothèse d'un abaissement du taux d'ovulation chez ces femelles après que HAFEZ et RAJAKOSKI (1964) et HAFEZ et ISHIBASHI (1965) aient montré que la saillie post-partum ne possède aucune incidence sur l'ovulation.

Par contre, il est plus courant de constater une dégénérescence des embryons au stade blastocyste (HAMMOND et MARSHALL, 1925) ou l'interruption de la gestation (ADAMS, 1967), en corrélation avec l'effectif allaité et le niveau alimentaire.

Enfin, quelques travaux ont mentionné une influence néfaste de la lactation sur la nidation (SMIDT et all., 1968) qui est alors améliorée par l'injection de progestérone selon les mêmes auteurs. Mais comment expliquer dans ce cas que l'antagonisme lactation - gestation ne se produit plus avec un intervalle parturition-saillie de 10 jours alors qu'à ce moment la courbe de lactation passe par un maximum ? Ce qui fait dire à PRUD'HON et all. (1969) qu'il faille tenir compte d'une autre hypothèse liée à un état particulier de l'utérus après la mise-bas et qui provoque une moins bonne nidation dans le cas de saillies réalisées avant 10 jours post-partum.

D'autre part, l'importance du maintien des corps jaunes chez la lapine gestante sur le développement embryonnaire a été mise en évidence par JOUBLOT (1927), ANCEL et VINTEMBERGER (1929) qui jugent que 2 à 3 corps jaunes au moins sont nécessaires pour la suite de la gestation. Or, il est démontré chez la lapine que le maintien et le fonctionnement du corps jaune sont directement dépendants de la sécrétion d'oestrogènes (DESCLIN, 1953 ; KEYES et NALBANDOV, 1967) nettement déficitaire pendant la période de lactation chez la lapine (KLEIN, 1956 ; COPPOLA et

./.

all. 1979). Cette déficience est d'ailleurs attestée par la rapide involution de l'utérus chez la lapine parturiante.

L'utilisation d'oestrogènes exogènes, à des doses inférieures à celles abortives (doses abortives : 30 à 40 µg/kg ; CHAMBON, 1955), a permis de constater une action directe sur les corps jaunes des lapines gestantes (ROBSON, 1937a,b,c ; ROBSON, 1939) et pseudo-gestantes (WESTMAN et JACOBSOHN, 1937) mais n'a pas encore été l'objet d'expérimentation en saillie post-partum (doses et moment précis de l'injection pour ne pas interférer avec la nidation et la survie des oeufs).

Bien que certains auteurs (COURRIER, 1950 ; LYON, 1943) mentionnent en général davantage le rôle d'une déficience en oestrogènes plus marquée que celle en progestérone sous l'influence de la lactation, les récents travaux de COPPOLA et all. (1979) mettent l'accent sur une insuffisance endocrinienne ovarienne globale due au nombre de gestations et à l'intensification de la reproduction tout en indiquant l'existence d'un phénomène compensatoire dans le cas de la progestérone par hyperproduction placentaire.

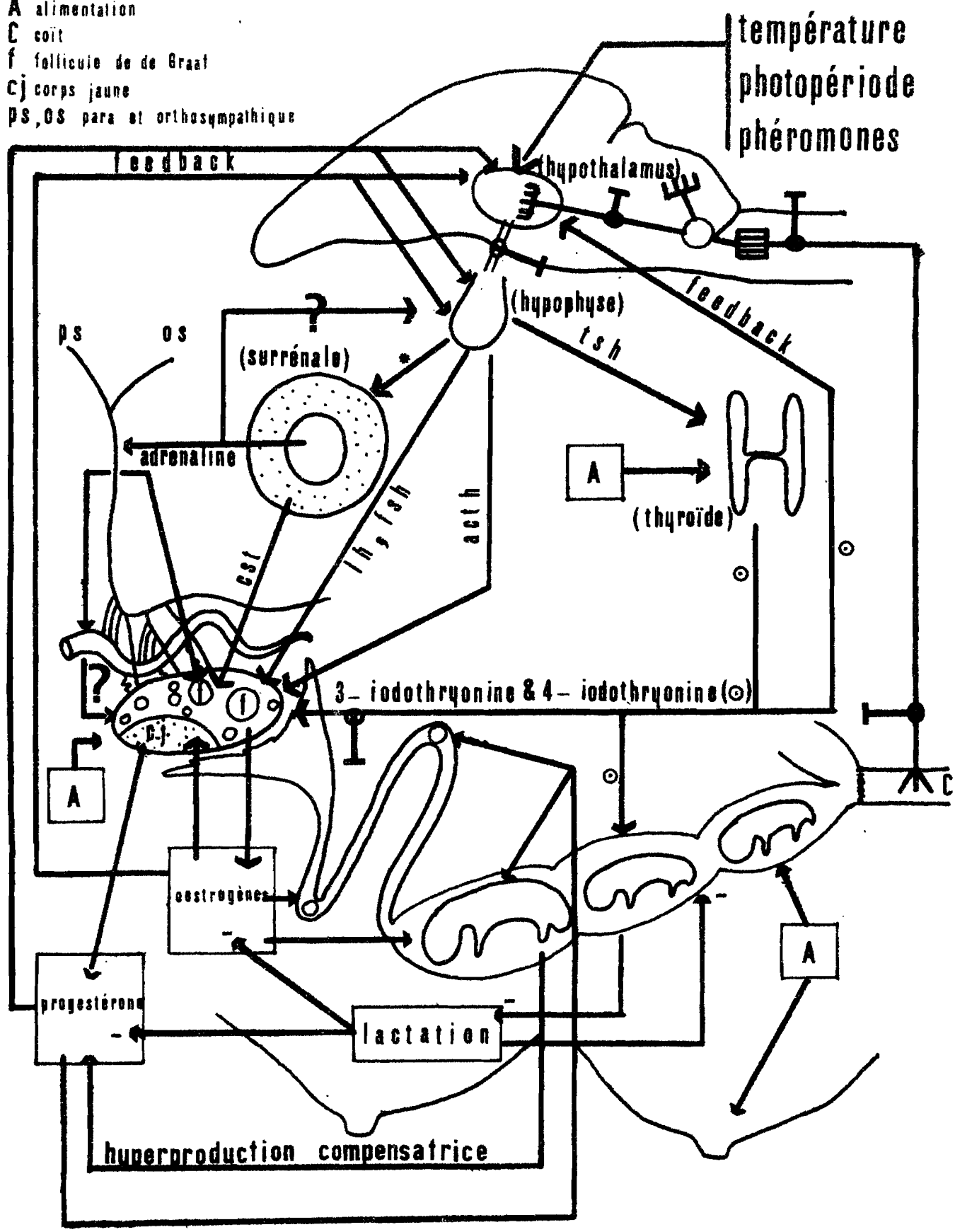
Il existe très peu de travaux sur le comportement sexuel post-partum en corrélations avec les saisons et les résultats probables que l'on peut espérer avec différents rythmes de reproduction confrontés à des conditions climatiques variables. Seul un travail de SELME et PRUD'HON (1973) réalisé sur des lapins Néo-Zélandais et des lapins communs souche "Montpellier" donne quelques indications à ce sujet : la baisse de la fertilité des femelles saillies post-partum par rapport à celles témoins est particulièrement marquée en automne où le pourcentage de femelles ovulant est très bas en saillie post-partum (56,1 %) tandis que la diminution du nombre de corps jaunes sous l'effet de la saillie post-partum est plus marquée en hiver et au printemps.

./.

fig.6 : facteurs du milieu et sexualité chez la lapine allaitante et gestante

PL N°5

site de blocage du réflexe ovulatoire
* voie neuro_végétative et releasing factor
A alimentation
C coït
f follicule de de Graaf
Cj corps jaune
PS, OS para et orthosympathique
CST corticostéroïdes



VIII - CONCLUSIONS

En se référant au diagramme qui schématise les influences des facteurs du milieu sur la sexualité de la lapine (cf celui de la lapine allaitante et gestante, fig. 6), il est aisé de souligner le rôle essentiel de l'axe hypothalamo-hypophysaire dans le réflexe ovulatoire, l'intégration neuro-endocrinienne du stimulus engendré par les facteurs du milieu et leur incidence.

Ainsi, en ce qui concerne le réflexe ovulatoire, l'intégrité du système nerveux central est nécessaire au mécanisme ovulatoire.

D'autre part, on retrouve comme chez le mâle, le rôle essentiel du relais hypophyse-surrénale et de la thyroïde.

Dans les conditions de stress, le rôle de l'ACTH déjà mentionné à maintes reprises se surajoute à celui de l'adrénaline et des corticostéroïdes. Le mécanisme d'action de l'adrénaline intervient probablement sur l'innervation sympathique de l'ovaire et sur l'hypophyse ainsi que nous l'avons discuté précédemment. Le rôle des corticostéroïdes se résume à celui de la cortisol et des gonadotrophines corticales qui dans les conditions basales est généralement faible en ce qui concerne les hormones sexuelles surrénaliennes.

L'influence de la thyroïde sur le mécanisme ovulatoire chez la lapine joue un rôle majeur puisque l'hypofonctionnement de cette glande peut bloquer l'ovulation, provoquer une réduction du nombre de grands follicules et chez la femelle immature, influencer la taille de l'ovaire et son fonctionnement, notamment sa sensibilité aux gonadotrophines (CHU, 1944 ; THØRSOE, 1962).

./.

Il existe des corrélations entre le taux plasmatique en hormones sexuelles et la nidation ou le développement embryonnaire. Il est remarquable chez la lapine allaitante et gestante qu'une insuffisance endocrinienne ovarienne soit à l'origine d'une diminution de la taille de la portée et qu'une hyperproduction compensatrice placentaire en progestérone assure le maintien de la gestation. L'antagonisme gestation-lactation est essentiellement sous le contrôle du niveau alimentaire qui d'ailleurs influe directement sur l'ovaire et sur la thyroïde. La prolactine sécrétée pendant la lactation ne joue chez la lapine aucun rôle lutéotrophique ; elle est essentiellement lactogène (DESCLIN, 1953 ; KILPATRICK et all. 1962).

Enfin, en ce qui concerne la glande pinéale et son fonctionnement, on ne peut guère expliquer par quel mécanisme elle exerce une action stimulatrice ovarienne alors que son action sur le testicule est dépressive. On retiendra certes son rôle dans l'influence de la photopériode sur la reproduction mais toute explication à l'heure actuelle serait purement hypothétique.

Notons avant de terminer cette conclusion que le schéma de l'agression physiologique en conditions de stress décrit chez le mâle est identique chez la femelle et l'influence du stress sur la reproduction est due, soit à une série de réactions non spécifiques sur l'état général de l'organisme, soit à une action directe sur l'ovaire, mieux connue que dans le cas du mâle.

./.

TRAVAUX REALISES AU LABORATOIRE DE PHYSIOLOGIE, PHARMACODYNAMIE ET THERAPEUTIQUE VETERINAIRE

GENERALITES ET METHODOLOGIE EXPERIMENTALE

I - INTRODUCTION

Les investigations antérieures à cette étude et notre propre expérience de la cuniculture sénégalaise qui remonte à presque 10 années nous ont permis de constater que la saison pluvieuse communément dénommée "hivernage" au Sénégal constitue la saison critique pour la reproduction des lapins, la survie des lapereaux et quelque fois l'état sanitaire de l'élevage.

En se référant à la répartition mensuelle des températures, notamment dans la zone subcanarienne, il est aisé de constater que les mois les plus chauds s'étalent de juin à octobre ou novembre tandis que le taux d'hygrométrie est en progression de janvier à septembre. Ainsi, en reconstituant un climat chaud en laboratoire et en contrôlant au mieux les facteurs photopériode et hygrométrie, il était aisé de déterminer l'influence directe de la température sur les paramètres de la reproduction du lapin commun du Sénégal.

Toutefois, une telle entreprise s'avérait extrêmement délicate en regard des moyens et du matériel dont nous disposions et il nous fallait d'abord résoudre le problème du conditionnement de la salle d'expérience avec le minimum d'équipement.

Par la suite, le choix du matériel animal s'est posé en raison de la grande hétérogénéité de nos souches locales et de leur grande variabilité génotypique et ainsi phénotypique. Notre choix s'est enfin porté sur la souche "Thiès" que nous entretenons dans notre propre élevage et dont il est bon de donner un bref historique.

./.

Initialement, les grands-parentaux qui ont constitué cette souche provenant de l'élevage du Juvénat de Ngazobil (aujourd'hui abandonné) et de celui du Monastère de Keur-Moussa avant d'être mis en reproduction au Juvénat de Thiès. Le premier travail de sélection fût mené par le frère Marie-Clément REMAUD (de la Congrégation des Frères de Saint-Gabriel) dont nous avons été l'élève instruit avec tant de dévouement et d'amitié. Avec l'expérience, nous avons entrepris un travail de sélection combiné à des croisements avec d'autres souches de lapins communs du pays dont nous avons détenu autrefois de nombreux exemplaires.

En 1980, 10 femelles et 2 mâles de la souche "THIES" sont introduits à l'animalerie du Laboratoire de Physiologie, Pharmacodynamie et Thérapeutique Vétérinaire de l'EISMV où la sélection et l'entretien de la souche se poursuivent. En 1981, nous avons eu le privilège de présenter cette souche au public et aux personnalités scientifiques et vétérinaires, venus visiter le "stand cuniculicole 81", lors de la première exposition vétérinaire EISMV/AEVD.

Les caractéristiques zootechniques de cette souche sont une aptitude relativement bonne à la reproduction intensive (en saillie 10 à 15 jours après la mise-bas) notamment pendant la première année de sa vie économique, une bonne prolificité (7 à 10 lapereaux par portée avec une moyenne de 9 en de bonnes conditions d'environnement et d'alimentation), une vitesse de croissance des lapereaux relativement satisfaisante comme en atteste l'échelle d'appréciation quantitative de la croissance de cette souche que nous avons établie provisoirement. Les caractéristiques de cette souche comme animal de laboratoire seront certainement apportées ultérieurement par l'EISMV.

./.

II - OBJECTIFS DU PROGRAMME DE RECHERCHES

L'objectif majeur de notre protocole expérimental est d'explorer les paramètres de reproduction et d'étudier le comportement sexuel sous conditions de températures élevées afin de cerner d'éventuelles adaptations de notre lignée aux conditions de chaleur. Toutefois, de telles investigations seraient nettement insuffisantes sans une étude du comportement alimentaire dans les mêmes conditions d'environnement en raison des corrélations "niveau alimentaire-reproduction" chez cette espèce et sans une exploration de la thyroïde et de la surrénale que nous avons réalisée sur coupes histologiques.

Le choix de la durée de l'expérimentation s'est limité à étudier les paramètres cités précédemment, uniquement durant la période critique nécessaire au lapin domestique Oryctolagus cuniculus pour une adaptation de sa thermogenèse à de nouvelles conditions de milieu lors d'un changement thermique dans le sens des températures fraîches vers les températures chaudes. D'après les travaux de GELINEO (1956) cette adaptation dure 3 à 4 semaines.

Nous avons de même recherché si durant cette période d'adaptation il pouvait exister une influence quelconque des longues photopériodes claires.

Enfin, nous avons en outre tenté de répondre à deux interrogations qui découlent de notre synthèse sur la physiologie du lapin mâle et femelle :

- la diminution du poids testiculaire mentionnée de mars à juillet peut-elle être due à une incidence directe de la température ou au contraire uniquement attribuée à une augmentation de la photopériode en cette saison comme cela a été jusqu'ici démontré ?

./.

- le stress thermique en excès est-il apte à provoquer un état de pseudo-gestation chez la lapine ou tout au moins de provoquer une modification ovarienne quelconque ?

III - MATERIEL ET METHODE

1. Protocole expérimental

Nous disposons de 60 lapins de la souche"Thiès" répartis en 3 lots :

- lot I ou Témoin : les animaux sont introduits dans une salle climatisée, à une température de $(18,4 \pm 1,8)°C$, avec un taux hygrométrique de $(74,5 \pm 6,5)$ % et sous une photopériode de 12 heures de lumière par 24 heures.

  On y dénombre 24 lapins répartis en 3 groupes :

  . M comprenant 6 mâles
  . FA contenant 6 femelles
  . et FB avec 12 autres femelles.

- lot II : les animaux sont introduits dans une salle chauffée à $(32,3 \pm 1,3)°C$ pendant 48 heures avec un taux d'hygrométrie de $(69,5 \pm 2,5)$ % et une photopériode claire de 12 heures par 24 heures. Puis la température de la salle est portée à $(34,9 \pm 2,1)°C$ avec une humidité relative de $(71,2 \pm 6,2)$ %. La photopériode est inchangée.

  Le lot II comporte 24 lapins en 3 groupes :

  . M ayant 6 mâles
  . FA avec 6 femelles
  . et FB avec 12 femelles.

./.

- lot III : les animaux sont introduits dans une salle ayant la même température et le même taux hygrométrique que pour le lot II. La photopériode est cependant de 16 heures de lumière par 24 heures.

Ce lot comporte uniquement 12 femelles réparties en un seul groupe FB dans le but d'étudier la reproduction.

Tous les lapins des lots I, II et III pèsent entre 2,5 kg et 3 kg et sont âgés de 5 à 6 mois.

L'alimentation est exclusivement composée d'un granulé industriel complet pour lapins, distribué ad libitum. L'eau de boisson est donnée à volonté à l'aide d'abreuvoirs-pipette gradués.

Tout au long de l'expérimentation les valeurs mesurées sont les suivantes :

- consommation d'aliment et d'eau : Les mesures sont effectuées journalièrement pendant 21 jours à compter de la date d'introduction des animaux en salle d'expérimentation et à heure fixe (8 heures).

Les femelles du groupe FB des lots I, II et III sont cependant enregistrées pendant une période plus longue mais seules les consommations des 7 jours qui précèdent l'acceptation de la saillie et celles des 28 jours qui suivent le jour de la saillie sont retenues.

- contrôle du poids corporel : Les animaux sont tous pesés au début et en fin d'expérimentation. Les femelles gestantes sont en outre pesées tous les 7 jours à compter de la date de saillie.

./.

- contrôle de la température rectale : La température rectale est prise toutes les semaines à heure fixe (7 heures) à l'aide d'un thermomètre médical classique.

- calcul de l'hématocrite à l'abattage

- comportement sexuel des femelles : Les 12 femelles de chaque groupe FB sont destinées à la reproduction et la saillie est réalisée par les 4 meilleurs géniteurs de notre animalerie élevés à (25 ± 3)°C. Nous pratiquons la méthode de la saillie unique par femelle, tôt le matin, entre 7 heures et 8 h 45. Pour ce faire, les mâles sont amenés dans le local contigu à la salle d'expérience dans leur cage et les femelles sorties une à une du local expérimental pour une durée de 15 minutes au maximum. La température de la salle où se déroule la saillie est celle de la température ambiante.

La première mise au mâle se déroule au 7ème jour d'expérimentation à compter de la date d'introduction dans le local conditionné ce qui permet aux femelles une certaine adaptation à leurs nouvelles cages. Les femelles refusant la saillie sont présentées au mâle toutes les 48 heures pendant une période maximale de 18 jours après laquelle elles sont éliminées si le refus d'accouplement persiste. A chaque présentation, nous avons noté l'état de la vulve.

Les femelles saillies sont contrôlées aux 7ème et 14ème jours par palpation trans-abdominale pour poser un diagnostic de gestation qui, s'il s'avère négatif, entraîne l'élimination de la femelle.

Les femelles gestantes sont abattues 29 jours après l'accouplement ce qui permet de travailler sur des embryons à terme récoltés de façon standard, absolument de même âge et n'ayant absorbé aucun aliment. Ces foetus sont pesés immédiatement après leur prélèvement.

./.

fig.7 Dispositif Expérimental

PL N° 6

T: Thermomètre

H: Hygromètre

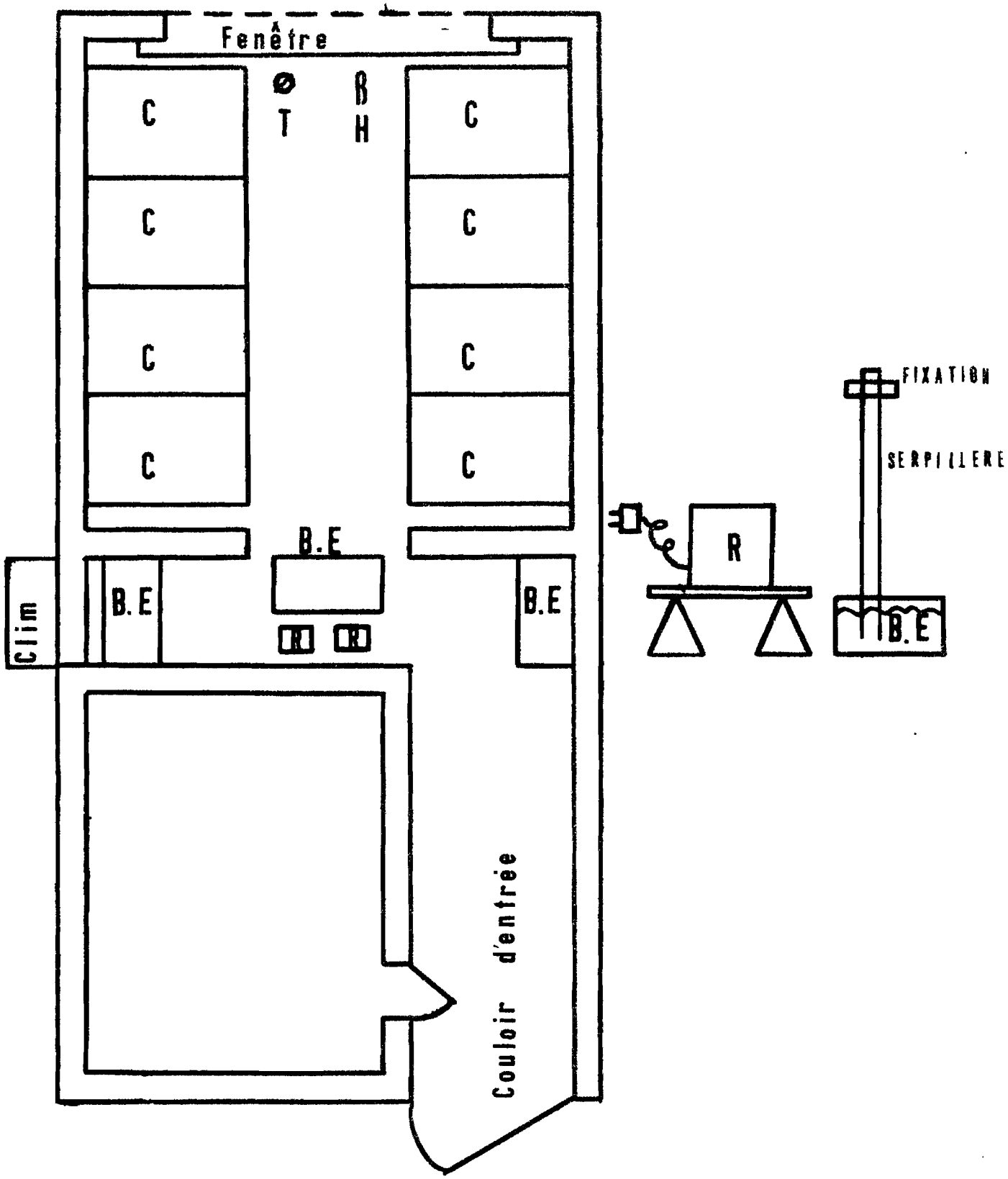
B.E: Bac d'évaporation

C: Cages

R: Radiateur

M: Moquette

CLIM: Climatiseur



- étude des gonades : Les lapins des groupes M et FA tués au bout de 21 jours d'expérience ont les gonades immédiatement prélevées et pesées avant d'être fixées au formol à 10 %. Les follicules des ovaires sont identifiés macroscopiquement et dénombrés après 48 heures de fixation au formol. 3 échantillons de testicules et d'ovaires sont envoyés à l'histologie pour chaque lot.

  Les ovaires des femelles des groupes FB subissent le même traitement dès l'abattage de celles-ci.

- étude des thyroïdes et des surrénales : Ces glandes sont prélevées dès l'abattage des animaux et pesées puis fixées au formol à 10 %. 3 prélèvements de thyroïdes et de surrénales de chaque groupe M et FA sont différemment envoyés à l'histologie.

  Toutes les coupes histologiques traitées au cours de cette expérimentation ont été colorées au Hémalun-éosine.

2. Conditionnement de la salle expérimentale

Nous avons pu occuper le nouveau local de l'animalerie de la Microbiologie que nous avons aménagé comme indiqué sur le schéma de la figure 7.

Le local dispose d'un climatiseur de marque Riello et de puissance 1 ch, d'un couloir d'accès et d'une large fenêtre vitrée que nous avons recouverte intérieurement d'une ancienne moquette réformée pour empêcher l'entrée de la lumière solaire. L'éclairement est assuré par un tube fluorescent de 20 W disposé directement au-dessus des cages, le chauffage par 2 radiateurs SIEMENS type 1800 - 2000 W.

./.

Les cages sont disposées de part et d'autre de la salle, sur 2 rangées étagées et sont munies chacune d'un bac rempli de sciure de bois pour absorber les urines. La sciure est changée tous les jours ce qui évite de gros ennuis avec le dégagement d'ammoniac.

Chaque cage possède les dimensions de 0,5 m^2 environ et est équipée d'un abreuvoir-pipette que nous avons étalonné et gradué et d'une mangeoire constituée d'un pot de conserve (boîte de 2 kg de concentré de tomate) rempli à moitié pour éviter le gaspillage. Les boîtes sont solidement fixées au plancher pour éviter leur renversement.

Le contrôle de la température se fait à l'aide d'un thermomètre à minima et maxima relevé à 19 heures et d'un thermomètre classique mural relevé à 7 heures, 15 heures et 19 heures. L'enregistrement de l'hygrométrie s'effectue à l'aide d'un hygromètre manuel relevé à 7 heures, 15 heures et 19 heures.

- lot I : le climatiseur est mis en marche à la puissance maximale (indice 6) en circuit fermé le jour et en circuit ouvert la nuit pour obtenir les températures les plus fraîches possibles. Le dégivrage doit s'effectuer aussi souvent que nécessaire pour un bon fonctionnement du dispositif.

  Le maintien de l'humidité relative est assuré par 5 bacs remplis d'eau dont 2 sont disposés au-dessus des cages et les 3 autres comme indiqué sur le schéma. Le bac central est placé devant 2 radiateurs de marque
  dont seule l'hélice de brassage de l'air est mise en marche. Une serpillière trempe dans le bac et accélère l'humidification de l'air en même temps qu'elle coupe le courant d'air évitant que le vent ne soit directement projeté sur les animaux et les appareils de contrôle placés à leur niveau.

./.

Chaque bac possède une surface évaporante de (40 x 25)cm environ.

La photopériode est assurée par l'allumage de la lampe à 7 heures et son extinction à 19 heures. Toutes ces opérations sont manuelles.

- lot II : le climatiseur fonctionne à la puissance minimale (indice 1) en circuit ouvert permettant une admission d'air de l'extérieur continuellement et un renouvellement plus rapide de l'atmosphère du local nettement plus chargée en gaz de décomposition de l'urine.

Les radiateurs sont mis en marche à leur puissance minimale le jour et à leur puissance maximale la nuit. L'hélice de brassage de l'air est continuellement en mouvement et le dispositif de la serpillière est conservé. Tous les autres bacs d'évaporation sont supprimés pour éviter une atmosphère trop humide.

L'admission d'air frais par le haut (le climatiseur est placé en hauteur) et le chauffage au sol par les radiateurs assure un excellent brassage de l'air dans la salle d'expérience.

La photopériode est inchangée.

- lot III : le dispositif est le même que précédemment. L'allumage de la lampe s'effectue à 7 heures et son extinction à 23 heures.

./.

ETUDE DU COMPORTEMENT ALIMENTAIRE, DE LA CONSOMMATION D'EAU ET DE L'EVOLUTION DU POIDS CORPOREL

I - RESULTATS

A - Comportement alimentaire

1. Chez les mâles : Le tableau 1 résume les moyennes de consommation d'aliment en g/jour des 6 mâles testés. Il existe une baisse significative du niveau de consommation chez les lapins exposés à des températures élevées : (39,1 ± 9,2) g/jour à (34,9 ± 2,1)°C contre (95,0 ± 12,5) g/jour à (18,4 ± 1,8)°C.

Le facteur de corrélation entre la quantité d'aliments consommée quotidiennement et la moyenne des températures nocturnes est négatif : $r = -0,29$ et l'estimation de l'évolution de la consommation alimentaire moyenne entre les températures +15 et +36°C a été calculée : $y = -3,5\ x + 160$ (fig. 8).

y = consommation d'aliments en g/jour
x = température moyenne nocturne en °C.

D'autre part la courbe de consommation alimentaire journalière moyenne (fig. 10) révèle en début d'exposition chaude une période de 3 jours environ de réduction très importante de la quantité consommée ($\leq$ 30 g/jour). Cette période anorexique a été constante chez tous les mâles. Elle est suivie d'un niveau d'ingestion plus élevé au cours du reste de l'expérience avec toutefois un niveau toujours très inférieur à la consommation alimentaire en exposition fraîche.

2. Chez les femelles nullipares : L'effet de réduction de la consommation alimentaire sous l'influence de la chaleur est significatif chez les femelles (tableau 2) : (37,1 ± 9,8) g/jour à (34,9 ± 2,1)°C contre (113,3 ± 13,6) g/jour à (18,4 ± 1,8)°C.

Le facteur de corrélation entre la consommation alimentaire quotidienne et la moyenne des températures nocturnes est négatif : r = -0,21 et l'équation signifiant l'évolution de la consommation alimentaire en fonction de la température nocturne, entre 15 et 36°C, est de type : $y = -4,8\ x + 200,2$ (fig. 12).

y = consommation alimentaire en g/jour
x = température moyenne nocturne en °C.

L'évolution de la consommation alimentaire au cours des 3 semaines d'exposition à une température élevée a permis de mettre en évidence une période de 3 jours environ d'anorexie très forte traduisant des perturbations graves avant qu'un nouvel "équilibre" alimentaire ne s'établisse.

Au cours de la période anorexique le niveau d'ingestion a été très bas 16,1 g/jour en moyenne ; la consommation alimentaire globale tout au long de l'exposition chaude a été nettement inférieure à celle en exposition fraîche.

3. Chez les femelles primipares gestantes : L'évolution de la consommation alimentaire au cours de la gestation est schématisée sur la figure 13.

Chez les 7 lapines gestantes que nous avons pu avoir en exposition fraîche, la consommation alimentaire connaît peu de variations en fonction du stade de la gestation (tableau 5) tout au moins au cours des 2 premiers tiers de la gestation.

./.

Il existe une diminution de la consommation alimentaire significative à partir de J21 (soit au 22ème jour de gestation) qui se maintient jusqu'à l'abattage des femelles. Cette baisse de l'ingéré alimentaire est de l'ordre de 70 % de la consommation moyenne au cours des deux premiers tiers de la gestation.

En exposition chaude, le comportement alimentaire de la femelle gestante est complètement perturbé. L'ingéré alimentaire est très faible et significatif : (46,1 ± 2,6) g/jour à (34,9 ± 2,1)°C contre (117,2 ± 16,2) g/jour à (18,4 ± 1,8)°C en moyenne pendant toute la durée de la gestation. En outre, l'évolution du comportement alimentaire est relativement constante et il n'existe aucune variation significative de la quantité d'aliment consommée en fonction du stade de la gestation. Ces constatations ont été de règle pour toutes les 4 lapines qui se sont révélées gestantes en exposition chaude.

Le facteur de corrélation entre la quantité d'aliments consommée quotidiennement et la moyenne des températures nocturnes est négatif : r = -0,22.

B - Consommation d'eau

1. Chez les mâles : La consommation moyenne d'eau est donnée dans le tableau 3. Il existe une augmentation significative de la consommation d'eau à (34,9 ± 2,1)°C par rapport à celle enregistrée à (18,4 ± 1,8)°C : (217,3 ± 75,9) ml/jour dans le premier cas et (193,0 ± 25,4) ml/jour dans le second.

Le facteur de corrélation entre la quantité d'eau ingérée quotidiennement et la moyenne des températures nocturnes est positif : r = +0,57 l'estimation de la consommation moyenne d'eau entre les températures 15 et 36°C a été calculée :

./.

$y = 1,8\ x + 157,6$. (fig. 9).

y = consommation d'eau en ml/jour
x = température moyenne nocturne en °C.

Cependant, l'évolution de la consommation d'eau pendant 3 semaines d'exposition à des températures fraîches et à des températures chaudes a montré une courbe en dents de scie dans les deux cas signifiant une grande variation dans les quantités d'eau ingérées par jour, de nature tout à fait aléatoire avec une forte augmentation de l'amplitude des variations en exposition chaude surtout par l'existence de pics de consommation supérieurs à 300 ml/jour (fig. 15).

D'autre part, la forte diminution de la consommation d'eau le premier jour d'exposition à des températures chaudes (température moyenne enregistrée le premier jour = 33°C) est rapidement compensée le lendemain. En fin d'expérience, nous avons aussi noté une chute très importante de la consommation d'eau.

2. Chez les femelles nullipares : Contrairement à ce qui a été observé chez les mâles, le tableau 4 révèle une diminution significative de la consommation d'eau chez les femelles sous l'influence de la température : (178,6 ± 49,8) ml/jour à (34,9 ± 2,1)°C contre (258,9 ± 30,4) ml/jour à (18,4 ± 1,8)°C.

Il existe une corrélation négative ($r = -0,21$) entre la quantité d'eau ingérée quotidiennement et la moyenne des températures nocturnes.

On remarquera sur la courbe d'évolution de la consommation en eau moyenne au cours des 3 semaines d'exposition à des températures fraîches et à des températures chaudes que

./.

le caractère aléatoire de la consommation d'eau se retrouve aussi chez les femelles. Toutefois l'amplitude des variations est moins élevée. Mais le phénomène de forte réduction de la consommation d'eau au premier jour d'exposition à une forte température (33°C) est plus accentué chez les femelles et le pic de consommation compensateur du lendemain est moins important (fig. 16).

3. Chez les femelles primipares gestantes : La consommation en eau au cours de la gestation connaît de grandes variations de nature tout à fait aléatoire. Les amplitudes des variations sont également de nature aléatoire comme on peut le voir sur la figure 14. Toutefois, il existe en fin de gestation une légère diminution de la quantité d'eau ingérée aussi bien chez les femelles en exposition fraîche que chez celles en exposition chaude.

Il n'existe pas de différence significative entre les moyennes de consommation en eau à (34,9 ± 2,1)°C et à (18,4 ± 1,8)°C : (216,1 ± 26,2) ml/jour en exposition chaude et (227,5 ± 22,8) ml/jour en exposition fraîche (tableau 5). Il semble tout simplement que seules les amplitudes de variations de la consommation d'eau sont légèrement plus fortes en exposition chaude (r = 26,2 ml/jour).

C - Corrélations entre le comportement alimentaire et la consommation d'eau

Ces corrélations sont étudiées à travers le rapport matière sèche/eau (MS/Eau) ; l'aliment employé au cours de l'expérimentation possède une teneur en eau moyenne proche de 10 %

Les valeurs du rapport MS/Eau sont résumées dans le tableau 6 pour les 3 types de lapins testés : mâles, femelles nullipares, femelles primipares gestantes.

./.

D - Poids corporel

Le contrôle du poids corporel des lapins au cours de l'expérience est donné dans le tableau 7.

On notera un gain de poids en exposition fraîche : (0,08 ± 0,09) kg chez les mâles et (0,09 ± 0,12) kg chez les femelles nullipares. En exposition chaude, on a un amaigrissement plus spectaculaire : (0,54 ± 0,18) kg chez les mâles et (0,53 ± 0,10) kg chez les femelles.

Chez les femelles gestantes, l'évolution du poids corporel au cours de la gestation est donnée par la figure 17. A (18,4 ± 1,8)°C, le gain de poids moyen a été de (0,44 ± 0,03) kg au cours de la gestation tandis qu'à (34,9 ± 2,1)°C la perte de poids a été de (0,20 ± 0,06) kg uniquement.

II - DISCUSSIONS

1. Comportement alimentaire

Cette étude confirme tout d'abord l'existence d'un mécanisme thermostatique de régulation du comportement alimentaire chez le lapin domestique comme l'ont démontré les travaux de PRUD'HON (1976) après que BROBECK (1948) ait suggéré l'existence d'un tel mécanisme chez les mammifères. Cependant, nos travaux sont à notre connaissance les premiers à mettre l'accent sur les variations liées au sexe et à la gestation de même que les premiers à apporter des éléments sur le comportement du mâle.

En effet l'augmentation de la température du milieu ambiant provoque une réduction significative de la quantité

./.

d'aliment consommée journalièrement et cette diminution de l'ingéré alimentaire est plus importante dans notre expérience chez les femelles (-76,2 g/jour) que chez les mâles (-55,9 g/jour). Ce qui donne en p.100 une réduction de l'ingéré alimentaire de 68 % pour les femelles et de 59 % pour les mâles. Les variations individuelles enregistrées sur la consommation alimentaire de lapins de même sexe en exposition fraîche sont peu importantes quelque soit le sexe et coïncident avec les résultats d'autres travaux (PRUD'HON, 1967) : le coefficient de variation (rapport de l'écart-type à la moyenne) est de 13 % pour les mâles et de 12 % pour les femelles. Cependant, en exposition chaude à (34,9 ± 2,1)°C le coéfficient de variation traduit des variations individuelles plus importantes : 24 % pour les mâles et 26 % pour les femelles.

Cependant, il existe des différences liées au sexe. En effet le niveau d'ingestion a été significativement plus élevé chez les femelles que chez les mâles en exposition fraîche. Cette différence liée au sexe n'est plus significative à une température élevée malgré une augmentation du coefficient des variations individuelles chez les deux sexes.

En outre, les perturbations du comportement alimentaire chez les lapins des deux sexes par passage de la température ambiante (25 à 27°C) à la température expérimentale (32,3°C puis 34,9°C) se sont manifestées par une période d'anorexie très grave qui a duré 3 jours en moyenne dans les deux sexes suivie d'une augmentation du niveau de l'ingéré alimentaire qui est resté malgré tout significativement moins élevé qu'en exposition fraîche. Une telle période d'anorexie a déjà été décrite par PRUD'HON (1976) chez des femelles Néo-Zélandaises blanches lors d'un changement thermique de 20 à 30°C. Mais dans le cas rapporté par cet auteur, l'équilibre alimentaire a nécessité 5 jours pour s'établir alors que nos animaux plus adaptés aux conditions de chaleur ont réagi plus rapidement à cette perturbation thermique.

./.

Quant aux investigations chez les femelles gestantes, nos travaux en exposition fraîche sont en accord avec ceux de LEBAS (1975) en ce qui concerne la consommation alimentaire "ad libitum" au cours des deux premiers tiers de la gestation où la quantité ingérée a été variable et relativement élevée en comparaison à celle ingérée au cours du dernier tiers (+30 %). Par contre, en ce qui concerne cette diminution de l'ingéré alimentaire, nos conclusions se rapprochent davantage de ceux de REYNE et all. (1977) pour qui cette diminution survient 7 à 8 jours avant la mise-bas alors que pour LEBAS, elle survient beaucoup plus tardivement. Nous n'avons pas observé le pic de consommation anté-partum encore hypothétique décrit par REYNE et all. (1977) et qui surviendrait 4 jours avant la mise-bas.

L'absence de différences significatives entre le niveau d'aliment consommé par jour par les lapines primipares gestantes au cours des deux premiers tiers de la gestation et celui consommé par les lapines nullipares exclut d'ores et déjà la possibilité d'un anabolisme gravidique très important chez la lapine. En outre, le coefficient de variations individuelles (13 %) est faible et non significativement différent de celui des lapines nullipares.

L'incidence des températures élevées sur le comportement alimentaire des lapines en gestation se traduit par une baisse du niveau de consommation d'environ 61 %, plus faible que chez les femelles nullipares probablement en raison des besoins de gestation et d'embryogenèse.

Le coefficient de variations individuelles s'est avéré beaucoup plus faible que précédemment : 6 % sans que nous puissions en tirer des conclusions en raison du nombre limité de femelles gestantes. Toutefois, il est permis de supposer que le faible niveau de consommation des lapines gestantes (exposées

./.

à la chaleur) malgré des besoins de gestation et d'embryogenèse ne puisse pas permettre de variations spectaculaires et notamment la baisse de la consommation alimentaire au cours du dernier tiers de gestation.

En d'autres termes, le système de régulation thermostatique du comportement alimentaire posséderait un impact non seulement sur la quantité consommée mais aussi sur l'évolution alimentaire au cours de la gestation.

2. Consommation d'eau et rapport MS/Eau

L'étude de la consommation d'eau a révélé de nombreuses singularités liées à des variations que l'on peut attribuer à des paramètres tels que l'individu, le sexe et la température ambiante.

En exposition fraîche à une température (18,4 ± 1,8)°C, la consommation d'eau a été significativement plus élevée chez les femelles que chez les mâles et le rapport MS/Eau plus faible chez les premières, mais le coefficient de variations individuelles reste réduit dans les deux cas : 13 % pour les mâles et 12 % pour les femelles. Ce qui coïncident avec d'anciennes observations de PRUD'HON (1967) qui signale de faibles variations de consommation d'eau chez des individus de même souche alors que celles entre individus de souches différentes peuvent être très importantes (25 %).

En exposition chaude à (34,9 ± 4,9)°C les valeurs des coefficients de variations individuelles augmentent considérablement : 35 % pour les mâles et 28 % pour les femelles traduisant à notre avis des aptitudes très variables d'adaptation à la chaleur d'un individu à l'autre.

./.

On sait que chez le lapin, se sont surtout les pertes de chaleur par convection au niveau des oreilles sous l'action d'une vasodilatation intense qui permettent de maintenir l'homéothermie (MC EWEN et HEATH, 1973), le système sudoripare étant peu développé chez cette espèce animale. On sait également avec les travaux de JOHNSON et all. (1957) que la température provoque une augmentation du phénomène de soif uniquement jusqu'à un certain seuil thermique encore mal connu et qu'au-delà de ce seuil, il se produit une diminution de la prise d'eau.

Grâce à ces conclusions de MC EWEN et HEATH et à ceux de JOHNSON et all., il est parfaitement compréhensible de noter que la consommation d'eau est très significativement diminuée à (34,9 $\pm$ 2,1)°C chez les femelles. Toutefois, les travaux de JOHNSON et all. nous interdisent de faire une estimation linéaire de la régression de la consommation d'eau et de son évolution entre 15 et 36°C comme nous avons procédé pour la consommation alimentaire.

Chez les mâles, les résultats sont tout à fait opposés aux précédents puisqu'il existe encore à (34,9 $\pm$ 2,1)°C une corrélation positive entre la température et la quantité d'eau absorbée journalièrement ($y = 1,8\ x + 157,6$) et que le rapport MS/Eau est devenu plus faible que chez les femelles.

S'agit-il d'une différence liée au sexe qui traduirait des besoins accrus de thermorégulation chez le mâle et des difficultés d'adaptation à la chaleur en raison de certaines particularités physiologiques du système sympathique en rapport avec les surrénales ? De nombreuses inconnues demeurent.

Au cours de tests pré-expérimentaux, nous avons eu l'occasion de remarquer une sensibilité très élevée des mâles au stress thermique. Ainsi, en introduisant brutalement 6 lapins et 6 lapines de même âge et de poids homogènes dans une salle

./.

à 40°C (avec 70 % d'humidité relative) nous avons enregistré au bout de 5 heures la mort de tous les mâles alors que seule une femelle est morte dans les mêmes délais. Nous avons repris le test de résistance avec 12 nouveaux animaux et à une température de 35°C et nous avons obtenu la mort de tous les mâles au bout de 9 heures avec à nouveau une seule femelle morte dans les mêmes délais.

Enfin, mentionnons l'existence d'une très faible consommation d'eau durant les premières 24 heures d'exposition chaude suivie d'un pic de consommation quelque peu compensateur le lendemain. L'adaptation à un nouvel "équilibre" de consommation hydrique se réalise beaucoup plus rapidement que pour la consommation alimentaire.

Chez les femelles gestantes en exposition fraîche, il n'y a pas de différences significatives entre le niveau de consommation d'eau au cours de la gestation et celui des femelles nullipares. Le coefficient de variations individuelles reste faible au cours de la gestation : 10 %.

L'influence de la chaleur sur la consommation d'eau des femelles gestantes se traduit presque exclusivement par une légère augmentation (non significative) du coefficient de variations individuelles (12 %). Il n'y a pas de modifications significatives du niveau de consommation d'eau ni du rapport MS/Eau.

3. Poids corporel

Au cours des 3 semaines d'expérimentation, l'effet de la chaleur sur le poids corporel des mâles et des femelles s'est traduit par un amaigrissement de 20 à 21 % en moyenne du poids initial. Chez les femelles gestantes, il est remarquable de voir que l'amaigrissement ne fait que 8 % du poids à la saillie

./.

malgré une baisse de la consommation alimentaire (61 %) peu différente de celle enregistrée chez les femelles nullipares.

Cette observation tient du fait que la consommation d'eau a été peu perturbée chez les femelles en gestation qui se sont moins déshydratées que celles nullipares et à l'existence d'une certaine action métabolique hormonale gravidique.

En ce qui concerne l'effet de la gestation, nous excluons avec PRUD'HON (1967) l'existence chez la lapine d'un anabolisme gravidique important comme chez certaines femelles mammifères. En effet, le gain de poids total des lapines gestantes en exposition fraîche s'élève à 16 % de leur poids initial à la saillie alors que le gain net de gestation (gain de poids corporel de la mère, foetus et enveloppes non compris) n'est que de 6 % environ comme nous l'espérions précédemment en étudiant l'influence de la gestation sur la consommation alimentaire.

III - CONCLUSIONS

L'augmentation de la température ambiante provoque chez le lapin domestique un mécanisme de régulation thermostatique de la consommation alimentaire qui se traduit par une diminution de la quantité d'aliment ingérée, une uniformité du niveau de consommation moyen à la chaleur entre les deux sexes mais une augmentation du coefficient de variations individuelles au sein d'un même sexe tant pour la consommation alimentaire que pour la consommation hydrique traduisant à notre avis des facultés d'adaptation très variables selon les individus.

La diminution significative de la consommation d'eau observée chez les femelles en exposition chaude à (34,9 $\pm$ 2,1)°C est un élément en faveur de l'existence d'un certain seuil thermique décrit par JOHNSON et all. (1957) en-dessous duquel

il existe des corrélations positives entre élévation de température et consommation d'eau et au-dessus duquel ces corrélations deviennent négatives ainsi qu'un élément en faveur du rôle primordial de la vaso-dilatation capillaire au niveau des oreilles dans la thermorégulation chez le lapin.

Mais l'augmentation que nous avons observée chez le mâle traduirait-elle une différence dans le seuil thermique de JOHNSON et all. liée au sexe et une plus forte difficulté d'adaptation au stress thermique par excès chez ce dernier ?

En outre, les perturbations graves des comportements alimentaire et hydrique chez le lapin et la lapine lors d'un changement brutal de température nécessitent un certain délai avant que l'animal ne retrouve un nouvel "équilibre" du niveau de consommation. Ce délai est plus long pour l'ingéré alimentaire.

Chez les femelles gestantes, on observe en exposition chaude le même phénomène de régulation thermostatique de l'ingéré alimentaire mais il n'y a aucune perturbation de la consommation d'eau ce qui explique entre autre, malgré l'absence d'un métabolisme gravidique important chez la lapine, que l'amaigrissement des femelles en gestation ait été beaucoup moins important que chez les femelles nullipares et les mâles.

./.

Tableau 1 : Niveau de consommation d'aliments (g/j) chez les lapins mâles soumis à des températures de (18,4 ± 1,8)°C et de (34,9 ± 2,1)°C : moyenne ± écart-type.

N° ♂ / °C	1	2	3	4	5	6	Moyenne
18,4 ± 1,8	85,0 ± 18,5	105,5 ± 10,8	105,2 ± 10,7	84,5 ± 16,3	104,8 ± 11,8	84,8 ± 13,5	95,0 ± 12,5
34,9 ± 2,1	45,7 ± 13,7	35,7 ± 13,3	35,5 ± 13,5	35,5 ± 16,0	42,9 ± 10,3	-	39,1 ± 9,2

Tableau 2 : Niveau de consommation d'aliments (g/j) chez les lapines soumises à des températures de (18,4 ± 1,8)°C et de (34,9 ± 2,1)°C : moyenne ± écart-type.

N° ♀ / °C	1	2	3	4	5	6	Moyenne
18,4 ± 1,8	96,6 ± 13,3	127,1 ± 23,2	96,7 ± 18,1	119,3 ± 15,1	122,1 ± 26,9	121,2 ± 22,4	113,3 ± 13,6
34,9 ± 2,1	36,0 ± 13,1	39,3 ± 10,4	32,4 ± 13,0	39,8 ± 13,1	37,4 ± 10,3	37,4 ± 9,3	37,1 ± 9,8

Tableau 3 : Niveau de consommation d'eau (ml/j) chez les lapins mâles soumis à des températures de (18,4 ± 1,8)°C et de (34,9 ± 2,1)°C : moyenne ± écart-type.

N° ♂ → / °C	1	2	3	4	5	6	Moyenne
18,4 ± 3,4	190,2 ± 44,2	194,8 ± 29,4	198,8 ± 20,1	189,5 ± 40,0	191,0 ± 37,7	193,8 ± 43,1	193,0 ± 25,4
34,9 ± 4,9	239,0 ± 62,0	175,3 ± 74,3	231,2 ± 100,7	198,6 ± 72,4	242,9 ± 104,3	-	217,3 ± 75,9

Tableau 4 : Niveau de consommation d'eau (ml/j) chez les lapines soumises à des températures de (18,4 ± 1,8)°C et de (34,9±2,1)°C moyenne ± écart-type.

N° ♀ / °C	1	2	3	4	5	6	Moyenne
18,4 ± 3,4	198,1 ± ± 34,7	271,4 ± 54,3	196,4 ± 26,0	277,9 ± 61,5	300,2 ± 55,9	309,5 ± 45,6	258,9 ± 30,4
34,9 ± 4,9	202,4 ± 74,7	170,7 ± 65,0	203,1 ± 80,1	174,3 ± 64,3	160,7 ± 59,1	160,3 ± 54,6	178,6 ± 49,8

Tableau 5 : Moyennes de consommation alimentaire et d'eau pendant la durée de la gestation chez des lapines en exposition fraîche et en exposition chaude.

Températures °C	Consommation alimentaire g/jour	Consommation d'eau ml/jour
18,4 ± 1,8	117,2 ± 16,2	227,5 ± 22,8
34,9 ± 2,1	46,1 ± 2,6	216,1 ± 26,2

Tableau 6 : Valeurs des rapports MS/Eau chez les lapins mâles, femelles nullipares et femelles primipares gestantes soumis à des températures fraîches et à des températures chaudes.

Type de lapins	Températures en °C		Différences entre les 2 rapports
	(18,4 ± 1,8)	34,9 ± 2,1)	
Mâles	0,44	0,16	0,28
Femelles nullipares	0,39	0,19	0,20
Femelles primipares gestantes	0,46	0,19	0,25

Tableau 7 : Evolution du poids corporel chez les lapins mâles et femelles nullipares au cours de l'exposition à des températures fraîches et à des températures chaudes.

°C	18,4 ± 1,8			34,9 ± 2,1		
N° des mâles	Poids initial à J0 (kg)	Poids final à J21 (kg)	Gain de poids (kg)	Poids initial à J0 (kg)	Poids final à J21 (kg)	Gain de poids (kg)
1	2,60	2,60	0,00	2,80	2,10	-0,70
2	2,55	2,80	+0,25	2,50	1,95	-0,55
3	2,50	2,60	+0,10	3,00	2,80	-0,20
4	2,60	2,60	0,00	2,85	2,20	-0,65
5	2,65	2,80	+0,15	2,60	2,00	-0,60
6	3,00	3,00	0,00	-	-	-
Moyenne (x ± s)	2,65 ± 0,16	2,73 ± 0,15	0,08 ± 0,09	2,75 ± 0,18	2,21 ± 0,31	0,54 ± 0,18
N° des femelles						
1	2,90	2,90	0,00	2,50	1,90	-0,60
2	2,50	2,60	+0,10	2,55	2,00	-0,55
3	2,50	2,50	0,00	2,50	2,15	-0,35
4	2,85	3,20	+0,35	2,55	1,90	-0,65
5	2,60	2,70	+0,10	2,70	2,25	-0,45
6	2,90	2,90	0,00	2,50	1,90	-0,60
Moyenne (x ± s)	2,71 ± 0,18	2,80 ± 0,23	0,09 ± 0,12	2,55 ± 0,07	2,02 ± 0,14	-0,53 ± 0,10

CORRELATIONS ENTRE CONSOMMATIONS MOYENNES JOURNALIERES D'ALIMENT ET D'EAU ET TEMPERATURES NOCTURNES CHEZ LE LAPIN MALE.

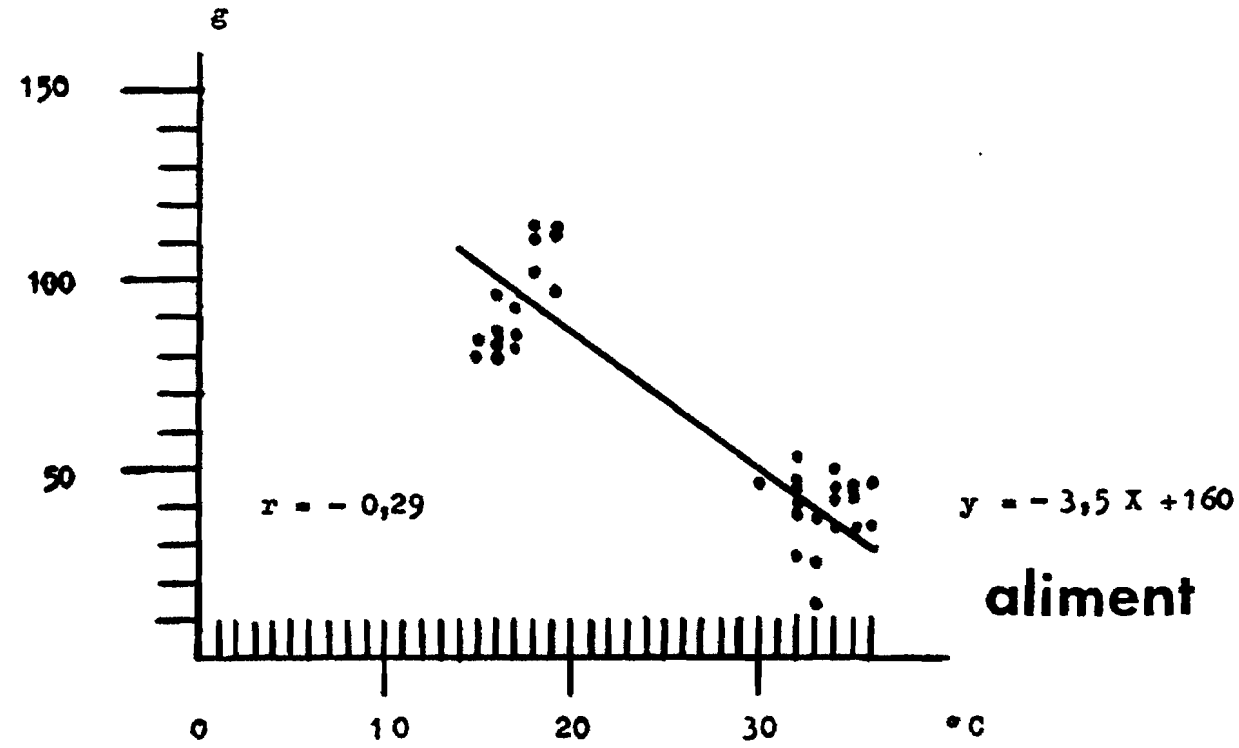


fig. 8

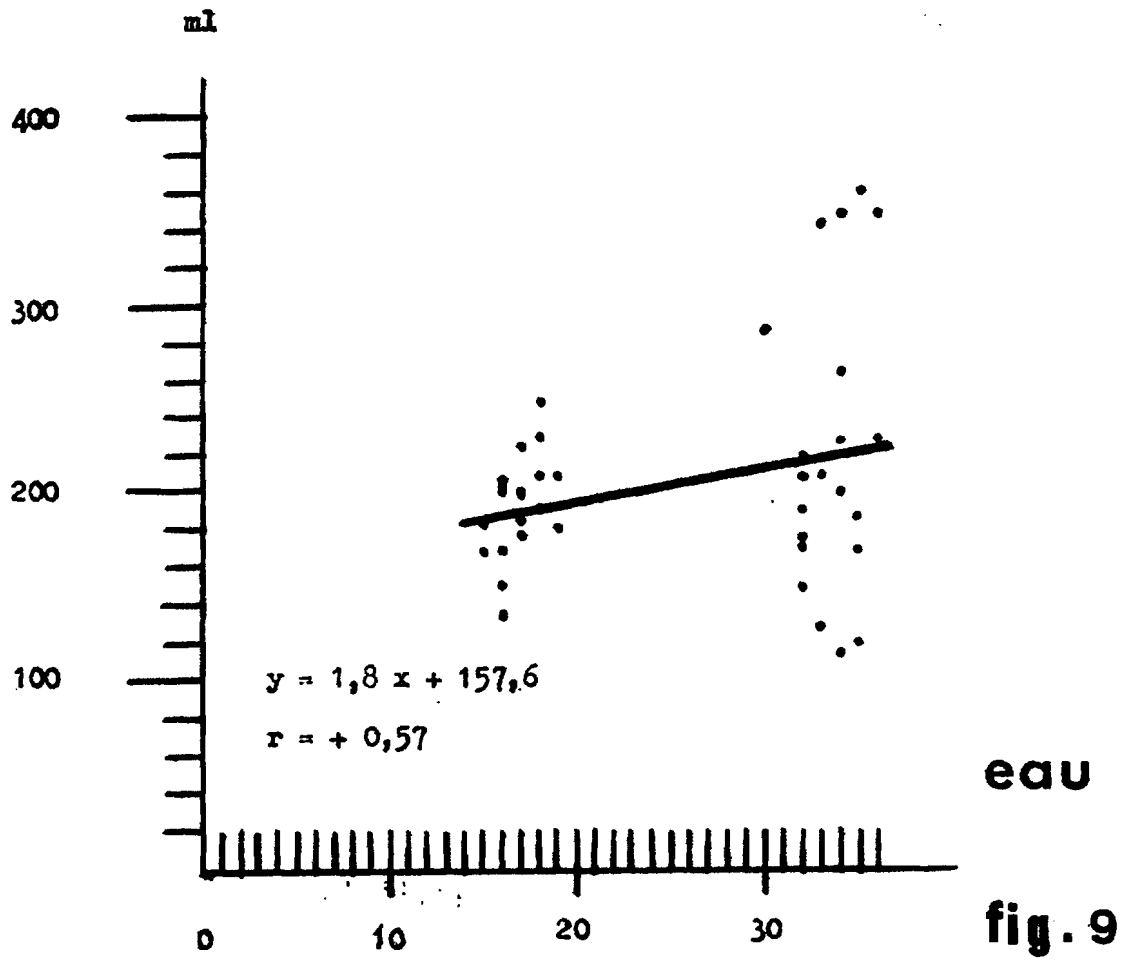


fig. 9

EVOLUTION DE LA CONSOMMATION ALIMENTAIRE JOURNALIERE MOYENNE AU COURS DE 3 SEMAINES D'EXPOSITION A DES TEMPERATURES FRAICHES ET A DES TEMPERATURES CHAUDES CHEZ LE LAPIN.

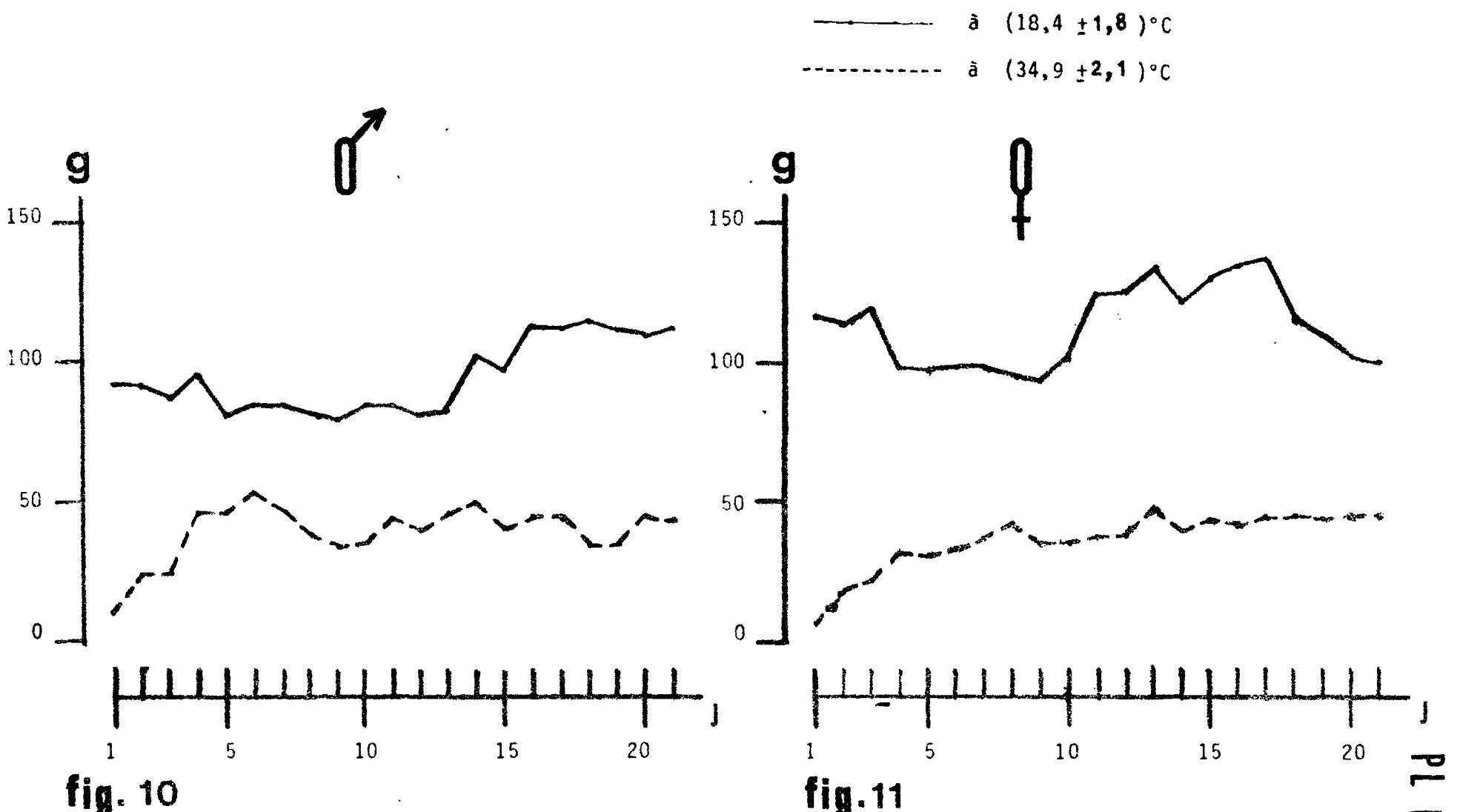


fig. 10

fig.11

PL N° 8

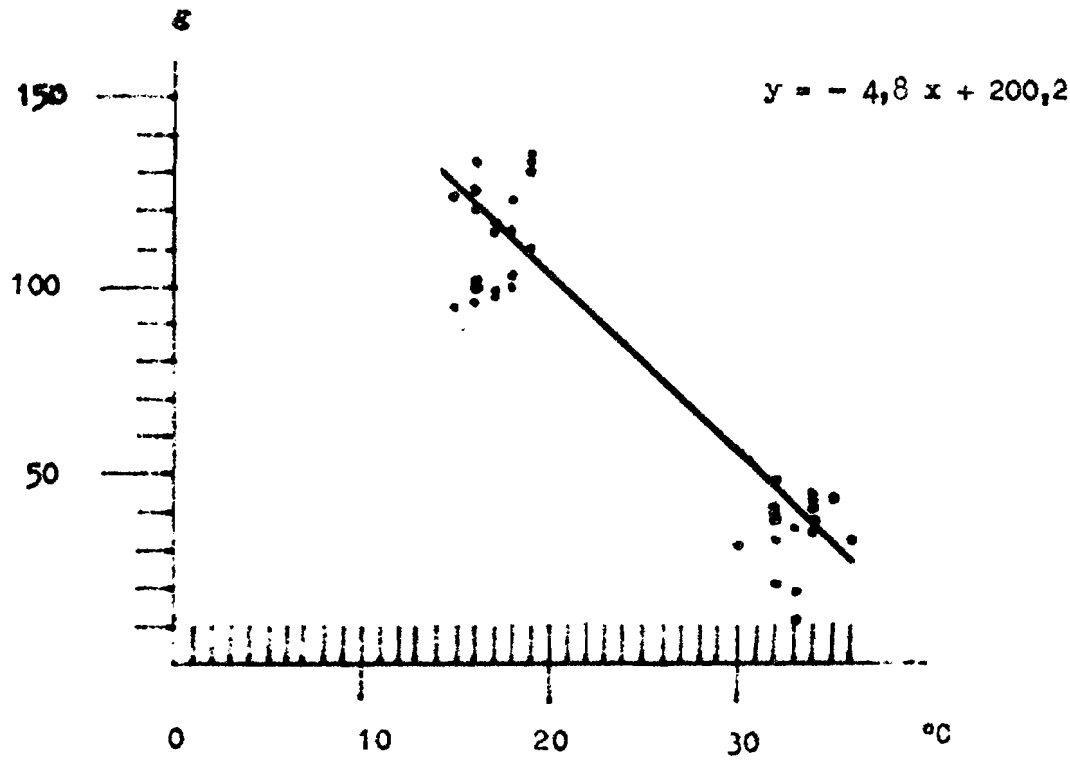
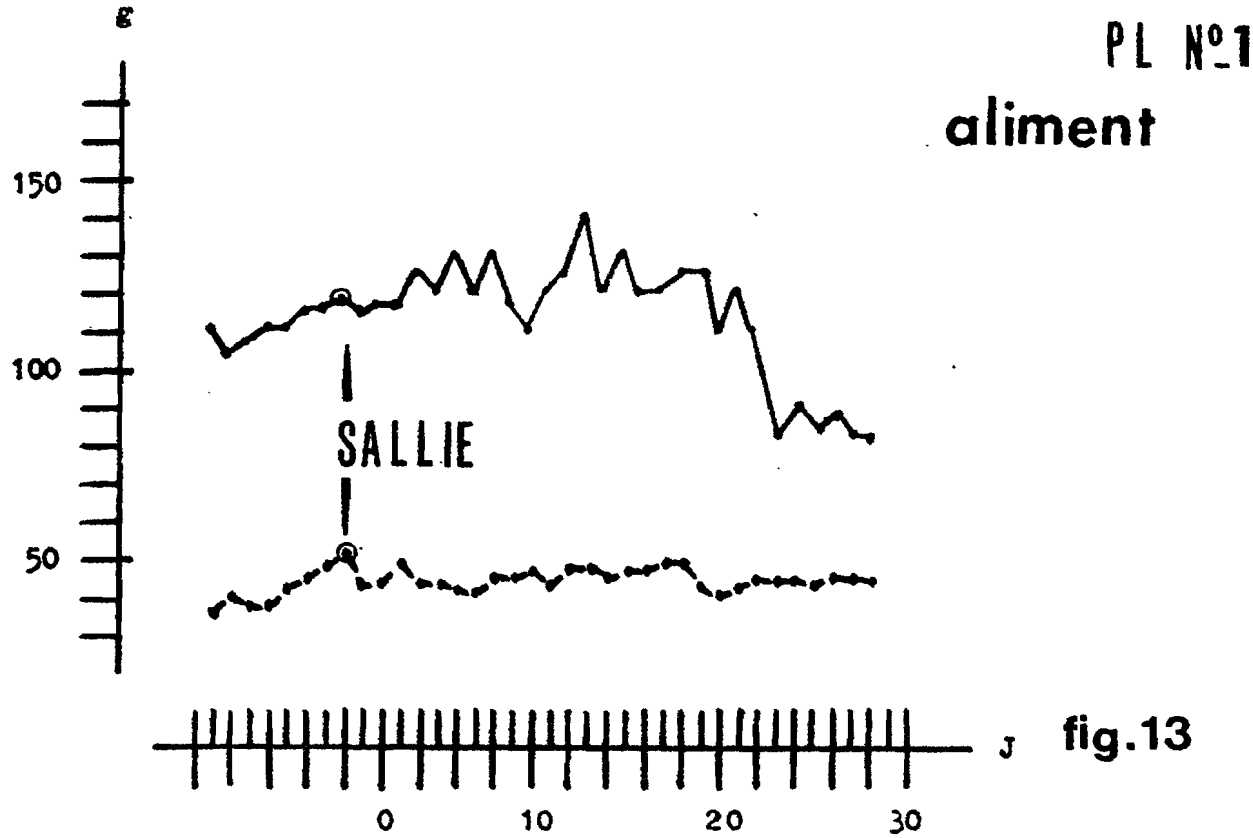


fig.12 Corrélations entre consommations moyennes journalières d'aliment et températures nocturnes chez la lapine.

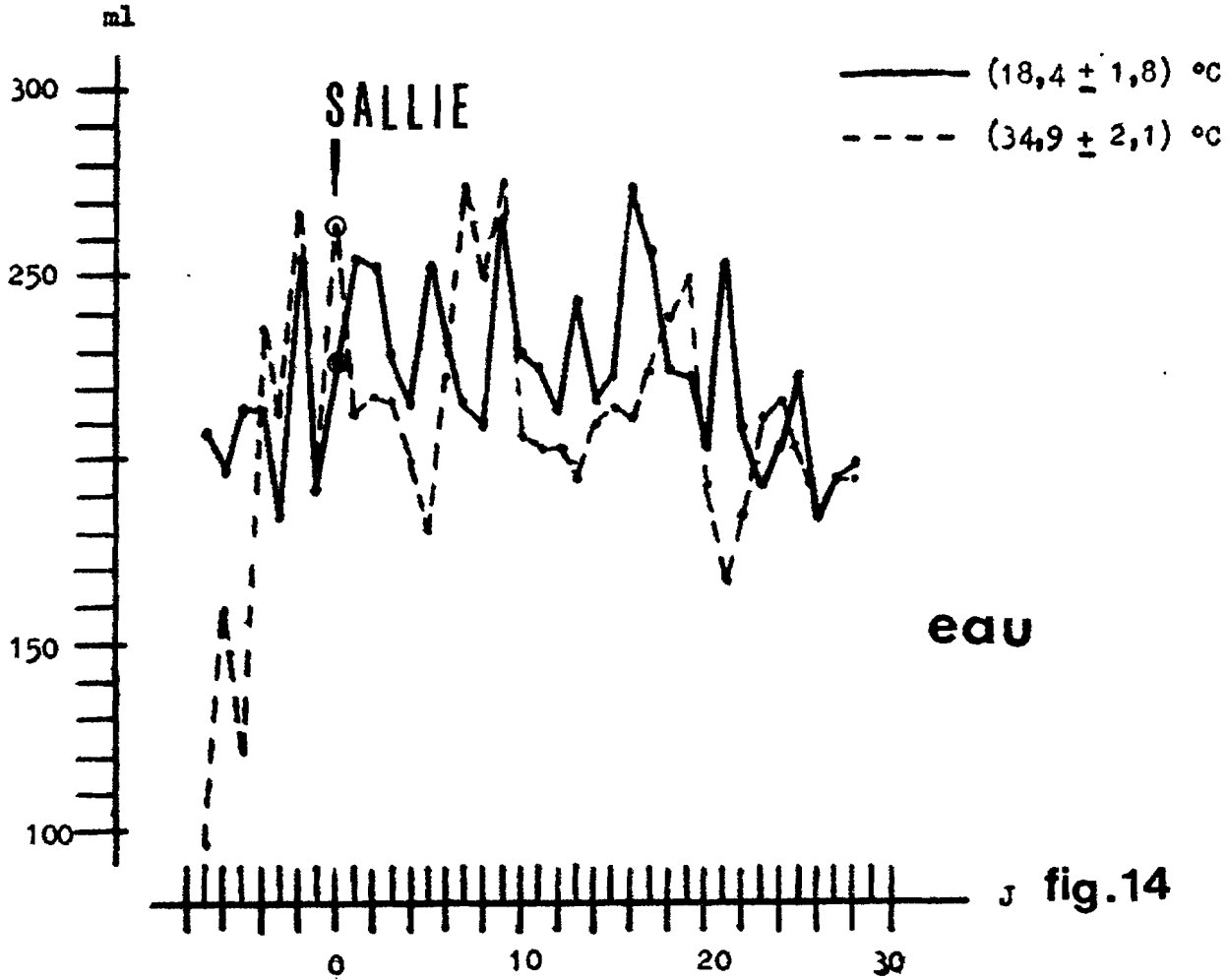
PL N°10



aliment

fig.13

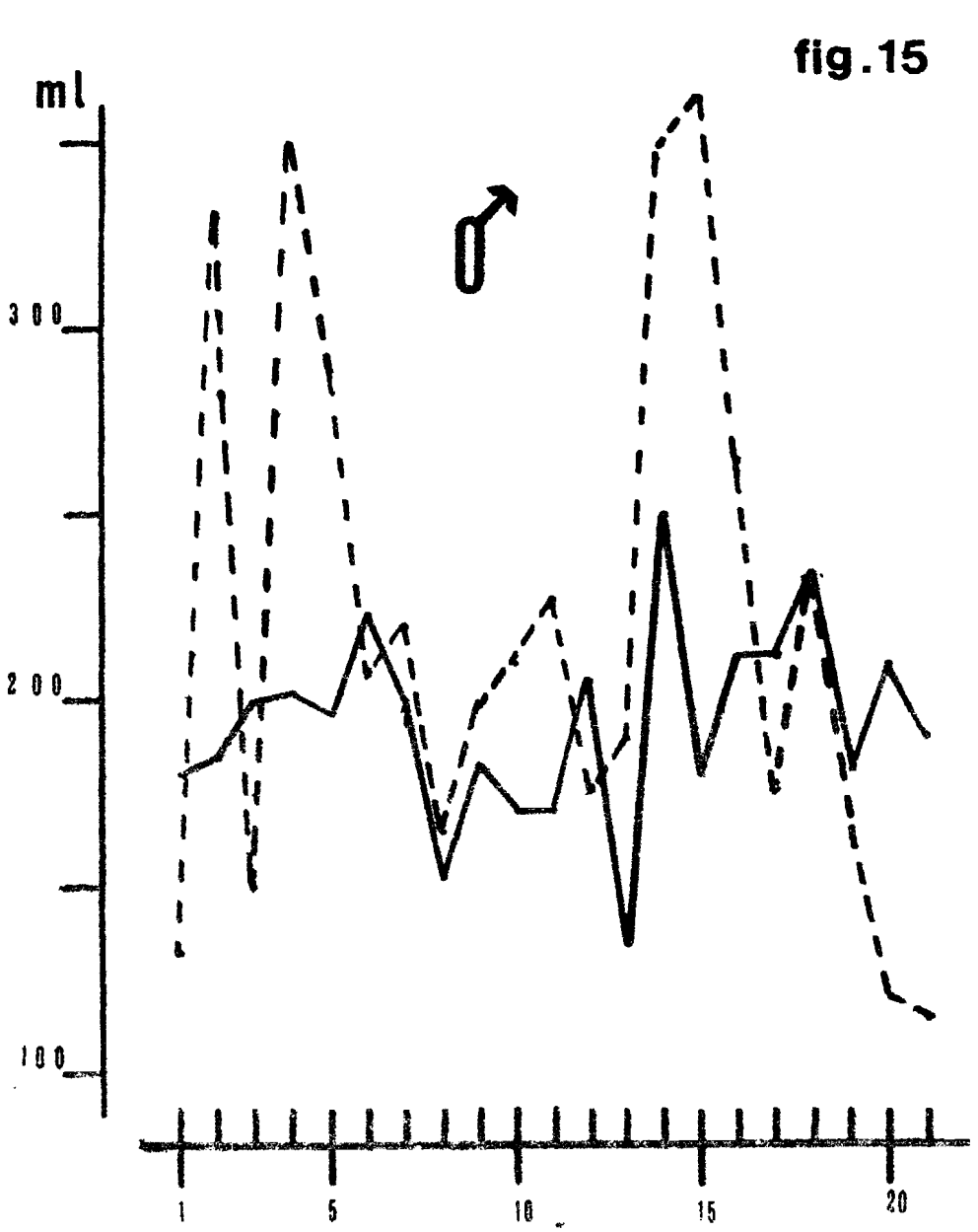
EVOLUTION DE LA CONSOMMATION D'ALIMENTS ET D'EAU CHEZ DES LAPINES GESTANTES SOUMISES A DES TEMPERATURES FRAICHES ET A DES TEMPERATURES CHAUDES.

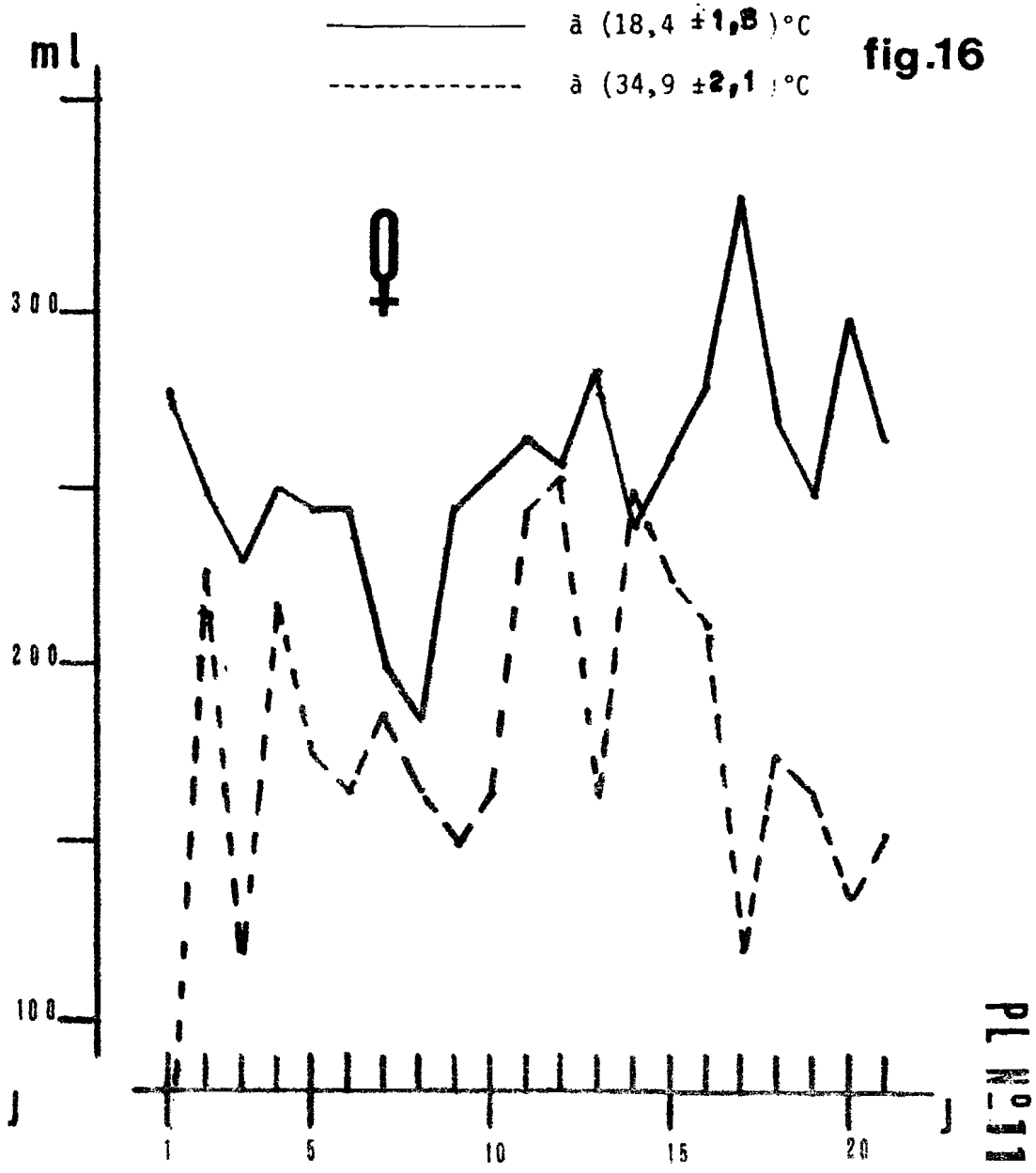


eau

fig.14

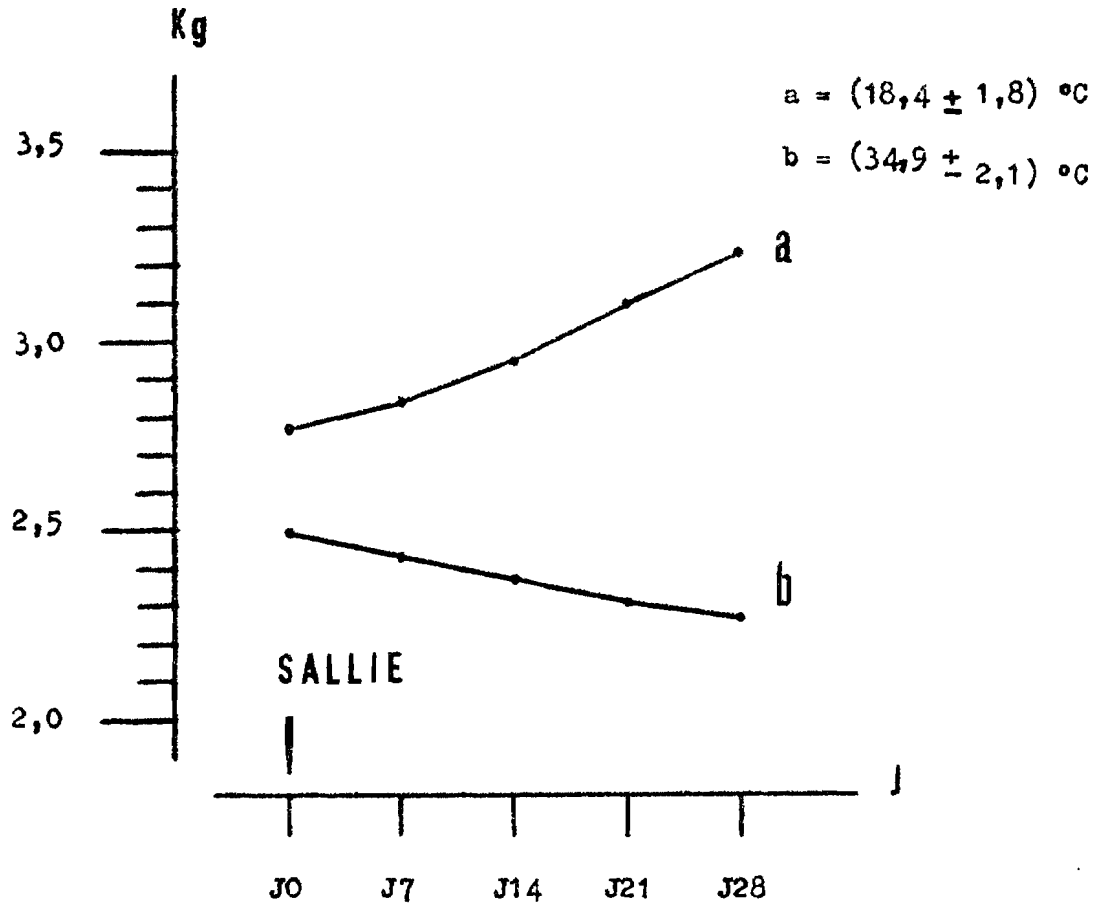
EVOLUTION DE LA CONSOMMATION EN EAU JOURNALIERE MOYENNE AU COURS DE 3 SEMAINES D'EXPOSITION A DES TEMPERATURES FRAICHES ET A DES TEMPERATURES CHAUDES CHEZ LE LAPIN





PL N°11

fig. 17 EVOLUTION DU POIDS CORPOREL AU COURS DE LA GESTATION CHEZ DES LAPINES PRIMAIRES SOUMISES A DES TEMPERATURES FRAICHES ET A DES TEMPERATURES CHAUDES.



ETUDE DE LA TEMPERATURE CORPORELLE ET DU TAUX D'HEMATOCRITE

I - RESULTATS

La température corporelle a été explorée par la méthode de la prise de la température rectale. Les résultats sont exprimés dans le tableau 8 ainsi que la mesure du taux d'hématocrite.

Il n'y a pas de différences significatives entre la température rectale des mâles et celle des femelles quelque soit la température ambiante. Par contre, l'influence de cette dernière sur la température interne est claire : il existe une augmentation significative de la température rectale en exposition chaude (+1,3°C).

En exposition fraîche, il n'existe pas de différences significatives liées au sexe en ce qui concerne le taux d'hématocrite. En exposition chaude, les différences deviennent significatives et le taux d'hématocrite des femelles est plus élevé que celui des mâles. D'autre part, l'incidence de l'augmentation de la température s'est traduite par une hémoconcentration dans les deux sexes.

II - DISCUSSIONS

1. Température corporelle

Les travaux de GONZALEZ et all. (1971) ont montré que c'est entre 15 et 30°C que la température corporelle interne du

./.

lapin domestique est la plus basse : 39 à 39,1 °C (tableau 9) et qu'en dehors de cet intervalle, on assiste à une augmentation de la température rectale sous l'influence de la température ambiante.

Un tel phénomène a été peu décrit chez les mammifères domestiques. Chez les mammifères sauvages, il a été observé chez le lièvre Lepus americanus (HART et POHL, 1965) et le singe Saimir sciureus (STITT et HARDY, 1971).

L'élévation de la température rectale mentionnée par GONZALEZ et all. chez des lapins Néo-Zélandais à 35 °C est légèrement supérieure à celle que nous avons enregistrée mais la différence n'est pas statistiquement significative pour que nous puissions supposer une meilleure adaptation à la thermo-régulation en exposition chaude de notre souche dont la température rectale léthale est voisine de 45°C, température léthale déjà décrite par BERNARD (1859).

En étudiant la température cutanée du corps chez le lapin et la température des oreilles (tableau 9), on peut remarquer que ces deux mesures progressent presque linéairement avec la température ambiante. Le rôle de thermorégulation joué par les oreilles est démontré par ces mesures de GONZALEZ et all., la vaso-constriction intense des vaisseaux sanguins des oreilles chez les lapins exposés au froid explique dans une certaine mesure la différence élevée entre la température des oreilles et celle de la peau tandis que cette différence s'estompe en exposition chaude du fait d'une grande vaso-dilatation des oreilles.

2. Taux d'hématocrite

A notre connaissance, les travaux jusqu'ici publiés sur les paramètres hématologiques chez le lapin ne font état de

./.

variations du taux d'hématocrite qu'en fonction de la souche, du sexe, de l'âge et de variations nyctémérales (FOX et LAIRD, 1970 ; LAIRD et all. 1970).

Nous avons, en outre, trouvé une différence significative liée à la température ambiante et qui se traduit par une augmentation du taux d'hématocrite chez les animaux exposés à des températures élevées par suite probablement d'une hémoconcentration due à la déshydratation d'autant plus que l'hématocrite est significativement plus élevé chez les femelles dont la consommation d'eau est minimale. Ce qui traduit des difficultés dans la thermorégulation des lapins car comme l'explique DELAVEAU (1980), "la perte d'eau par le sang au profit du tissu sous-cutané et des organes profonds, permet à la périphérie de l'organisme, ainsi libérée de cette eau, de mieux se protéger contre le refroidissement" et ne favorise pas la déperdition de chaleur.

A (18,4 $\pm$ 1,8)°C, nous n'avons pas mis en évidence de différences d'hématocrite liées au sexe contrairement aux auteurs précédents qui veulent que l'hématocrite du mâle soit plus élevé dans les conditions physiologiques normales.

III - CONCLUSIONS

L'exposition à des températures élevées provoque chez le lapin domestique une élévation de la température rectale de 1,3°C à 1,4°C pour des températures voisines de 35°C.

Nous n'avons pas pu déceler de différences d'adaptation à une meilleure régulation thermique en exposition chaude de notre souche et dont la température rectale reste voisine de celle déjà décrite pour d'autres souches ou races de lapins (45°C).

./.

Enfin, nous avons mis en évidence un nouveau paramètre qui intervient dans les variations du taux d'hématocrite chez le lapin domestique. Il s'agit de la température ambiante qui agirait par l'intermédiaire du phénomène de déshydratation et d'hémoconcentration, tout au moins pour les températures élevées.

./.

Tableau 8 : Mesures de la température rectale et du taux d'hématocrite en fonction du sexe en exposition fraîche et en exposition chaude.

MESURES	SEXE	T = (18,4 ± 1,8)°C	T = (34,9 ± 2,1)°C
Température rectale (°C)	M	38,9 ± 0,3	40,2 ± 0,2
	F	39,0 ± 0,2	40,3 ± 0,3
Taux d'hématocrite	M	0,30 ± 0,06	0,35 ± 0,02
	F	0,30 ± 0,04	0,38 ± 0,02

Tableau 9 : Mesures de la température rectale, de la température moyenne cutanée, de la température des oreilles en fonction de la température ambiante (d'après GONZALEZ et all. 1971).

T. ambiante °C	5	10	15	20	25	30	35
T. rectale °C	39,3 ± 0,28	39,2 ± 0,21	39,1 ± 0,11	39,0 ± 0,25	39,1 ± 0,36	39,1 ± 0,30	40,5 ± 0,76
T. cutanée °C	29,9 ± 2,91	31,3 ± 2,47	32,9 ± 1,87	34,4 ± 1,30	35,6 ± 0,88	37,3 ± 0,75	39,5 ± 0,41
T. oreilles °C	9,6 ± 0,97	14,1 ± 0,75	18,7 ± 0,62	23,2 ± 0,85	30,2 ± 2,46	37,2 ± 0,65	39,4 ± 0,67

ETUDE DES GLANDES THYROIDES ET DES GLANDES SURRENALES

I - RESULTATS

Le contrôle de poids des thyroïdes n'a pas montré de différences significatives liées au sexe tant en exposition fraîche qu'en exposition chaude (tableau 10). Par contre, sous exposition chaude, nous avons enregistré dans les deux sexes une augmentation du poids moyen des tyroïdes et du pourcentage du poids des thyroïdes par rapport au poids total du corps.

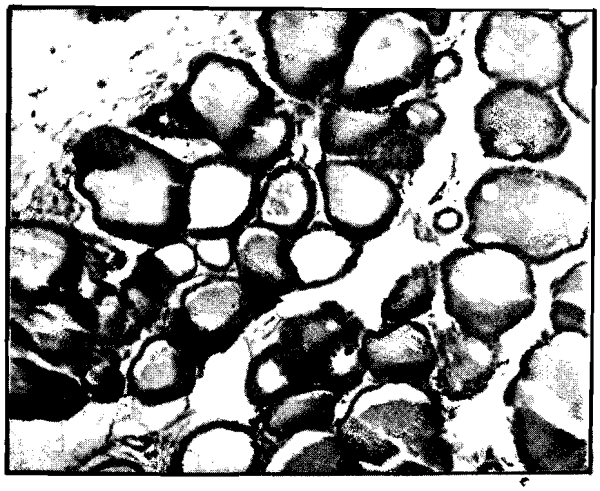
Le coefficient de variations individuelles est très élevé pour le pourcentage du poids des thyroïdes par rapport au poids total du corps : 41 % chez les mâles et 57 % chez les femelles en exposition fraîche. En exposition chaude, nous n'avons trouvé que 17 % dans les deux sexes.

A l'histologie, nous avons trouvé dans les coupes provenant des animaux soumis à $(34,9 \pm 2,1)°C$ l'apparition de vésicules thyroïdiennes de grande taille avec des cellules aplaties (planche photographique n° 1).

Quant aux surrénales, nous n'avons pas enregistré de différences significatives de poids entre les sexes à $(18,4 \pm 1,8)°C$. Par contre, les surrénales des mâles soumis à l'influence des températures élevées sont plus lourdes que celles des femelles et le pourcentage du poids des surrénales par rapport au poids total du corps est significativement plus élevé chez les mâles (tableau 10).

Les coefficients de variations individuelles du pourcentage du poids des surrénales par rapport au poids total du

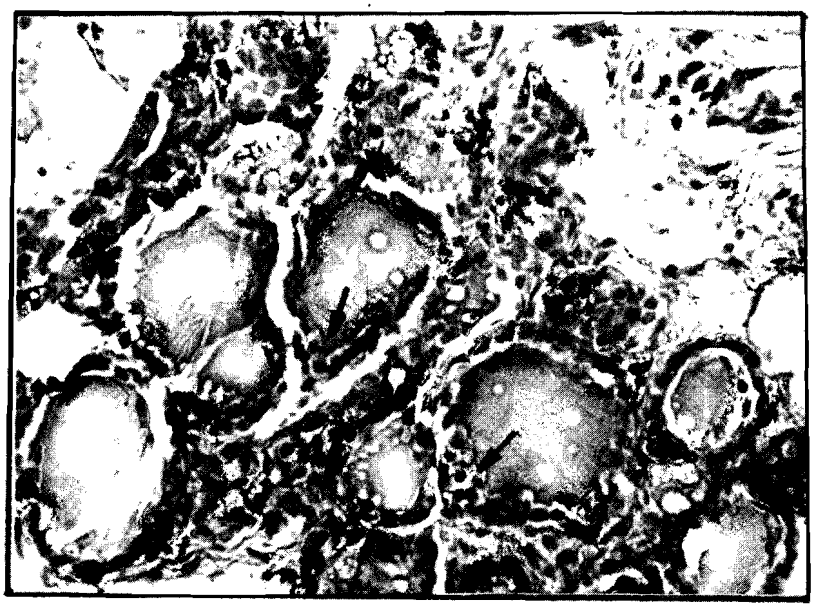
./.



A

B

Coupes de thyroïdes de lapins élevés en températures fraiches
(A) ou chaudes (B) « X 30 »



C

Détail des Vésicules
thyroïdiennes « X80 »

DE LA COUPE (A)

D

DE LA COUPE (B)

corps sont relativement faibles et constants chez les mâles (18 %) quelque soit le lot expérimental. Ils sont fluctuants et plus élevés chez les femelles : 23 à 27 % selon les lots.

L'influence des fortes températures ambiantes a été une diminution du poids moyen des surrénales, surtout chez les femelles (tableau 10).

A l'étude des coupes histologiques, nous avons trouvé chez quelques lapins mâles ou femelles l'existence d'enclaves lipidiques bien individualisées (planche photographique n° 2) en zones fasciculée et réticulée de la cortico-surrénale des animaux en exposition fraîche à (18,4 ± 1,8)°C.

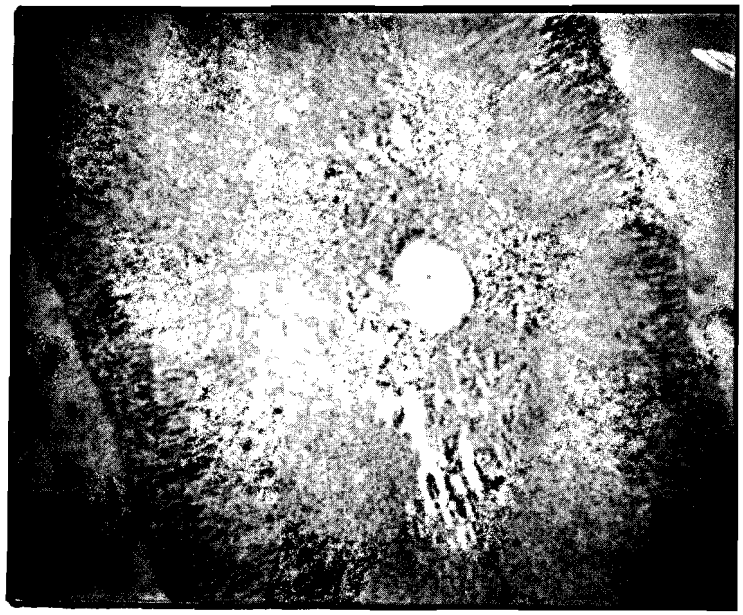
En exposition chaude à (34,9 ± 2,1)°C, nous avons noté des plages de destruction cellulaire au niveau de la médullo-surrénale de quelques animaux mâles ou femelles.

II - DISCUSSIONS

Le poids moyen des thyroïdes et le rapport du poids des thyroïdes sur le poids total du corps sont très variables chez le lapin. Selon HOFFMANN (1963), les thyroïdes représentent 0,002 à 0,01 % du poids total du corps avec une moyenne de 0,006 %. Ce qui est proche de nos résultats.

L'influence des températures élevées sur la glande thyroïdienne se traduit par une diminution de son activité (que nous avons décélée à l'histologie) et donc par un état proche de l'hypothyroïdisme avec augmentation de la taille des thyroïdes dans les deux sexes. Il s'agit d'un phénomène qui vise à réduire le métabolisme basal des animaux exposés à la chaleur et à limiter la thermogenèse à un seuil minimum.

./.

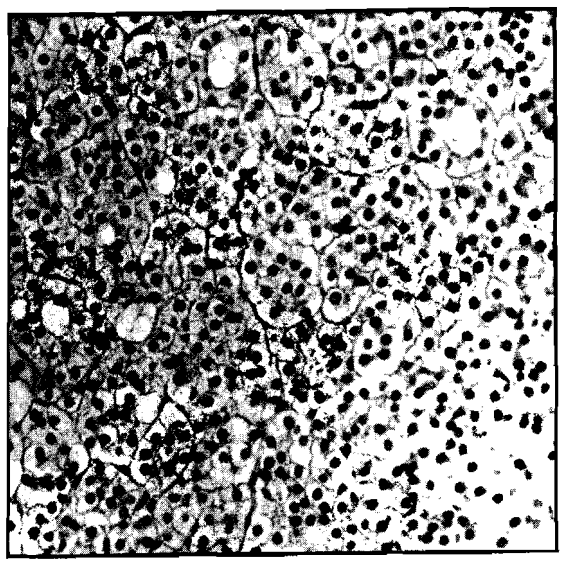


A

B

P2

Coupe de surrénales de lapins en exposition chaude (A&B) montrant des plages de destructions cellulaires médullaires « X 8 »



C

Détail des enclaves lipidiques de la Cortico-surrénale chez des lapins en exposition fraîche « X80 »

C ZONE RETICULEE

D ZONE FASCICULEE

D

En effet, on connaît à l'hormone thyroïdienne un rôle de synergie avec les catécholamines dans la thermogenèse chez les animaux exposés au froid (LEBLANC et VILLEMAIRE,1970).

Quant aux surrénales, il semble que celles des mâles soient plus développées chez les lapines, notamment la cortico-surrénale comme le mentionne HOFFMANN (1963) dans un paragraphe de synthèse de son ouvrage sur les animaux de laboratoire. Si dans nos recherches nous n'avons pas pu mettre en évidence un tel dimorphisme dans le lot témoin I, par contre la différence a été nette pour le lot II tant en contrôle de poids qu'en histologie.

L'influence du stress thermique chez les lapins exposés à de fortes températures pendant la période d'adaptation à la chaleur s'est traduite par une augmentation de taille significative des surrénales tant chez les mâles que chez les femelles. Mais il nous est impossible d'affirmer si le dimorphisme sexuel noté à propos des surrénales dans le lot II peut être attribué à l'action de la température en raison du nombre d'animaux restreint que nous avons employé et des coefficients de variations individuelles.

L'étude histologique de la cortico-surrénale des lapins a montré la présence d'enclaves lipidiques nombreuses au niveau de la zone fasciculée et de la zone réticulée responsables respectivement de la sécrétion de glucocorticoïdes (dont la cortisol) et des hormones sexuelles sous le contrôle de l'ACTH (planche photographique n° 2). Ces enclaves lipidiques n'existent plus chez les animaux exposés à la chaleur et dont la cortico-surrénale est supposée être en état de fonctionnement intense sous l'effet de la sécrétion d'ACTH et du stress thermique.

De telles observations nous permettent d'apporter de nouvelles précisions dans la classification de VERNE (citée par

CHEVREMONT, 1975) des cortico-surrénales de mammifères dont il existe deux types essentiels :

- type 1 possédant des enclaves lipidiques nombreuses mais pouvant disparaître lors d'un fonctionnement intense (homme, rat et chat).

- type 2 ne possédant pas d'enclaves nettes en général mais une soudanophilie diffuse (ruminants surtout).

Ainsi outre les espèces citées par VERNE, le type 1 coïncide avec nos observations chez le lapin dont nous proposons la classification dans ce même type.

L'étude de la médullo-surrénale responsable de la sécrétion des catécholamines a permis de noter des zones de destructions cellulaires dont la disposition est proche de celle des cordons cellulaires médullo-surrénaliens.

Dans l'état de nos connaissances actuelles, il ne nous est pas possible d'apporter une explication à ce phénomène. S'agit-il d'une conséquence d'une hyper-sollicitation de la médullo-surrénale sous l'influence du stress thermique et de la sécrétion d'ACTH qui provoquerait initialement un état d'hyperfonctionnement et d'augmentation de taille de la surrénale suivie d'une dégénérescence cellulaire prématurée ? Cette explication serait en accord avec l'abaissement très important de la consommation alimentaire par mobilisation des acides gras, hypothèse émise par LE MAGNEN (1970) pour expliquer l'existence probable d'un cycle métabolique journalier chez le lapin comportant la nuit une importante sécrétion d'insuline et haut niveau d'ingestion et le jour une grande sécrétion d'adrénaline et un faible niveau d'ingestion.

./.

III - CONCLUSIONS

L'exposition à des températures élevées provoque chez le lapin un phénomène d'adaptation par diminution de l'activité thyroïdienne.

Quant aux surrénales, les effets du stress thermique et de la sécrétion d'ACTH inhérante au stress ont provoqué un état de fonctionnement intense de la cortico-surrénale pour la sécrétion de cortisol dont un des rôles est d'augmenter la résistance au stress de l'organisme. La sécrétion d'ACTH a aussi engendré un fonctionnement intense de la zone réticulée (sécrétion d'hormones sexuelles) dont atteste la disparition des enclaves lipidiques et aurait probablement occasionné un hyperfonctionnement des cellules médullo-surrénaliennes et une hypersécrétion de catécholamines, phénomènes responsables probablement d'une dégénérescence prématurée de certaines cellules de la médullo-surrénale.

Enfin, nos travaux nous ont permis de situer le lapin dans la classification de VERNE des cortico-surrénales de mammifères aux côtés d'espèces telles que l'homme, le rat et le chat dont la cortico-surrénale est caractérisée par l'existence d'enclaves lipidiques nombreuses mais pouvant disparaître lors d'un fonctionnement intense.

./.

Tableau 10 : Poids moyens des thyroïdes et des surrénales et proportions par rapport au poids total du corps chez des lapins mâles et des lapins femelles en exposition fraîche et en exposition chaude.

Températures (°C)	Glandes	Sexe	Poids moyen (g)	$\frac{\text{Poids glande}}{\text{Poids corps}} \times 100$ (%)
18,4 ± 1,8	Thyroïdes	M M	0,1885 ± 0,0849	0,0068 ± 0,0028
		F	0,1824 ± 0,1123	0,0063 ± 0,0036
	Surrénales	M	0,3313 ± 0,0585	0,0122 ± 0,0023
		F	0,3485 ± 0,0724	0,0127 ± 0,0035
34,9 ± 2,1	Thyroïdes	M	0,2513 ± 0,0440	0,0114 ± 0,0018
		F	0,2541 ± 0,0448	0,0126 ± 0,0022
	Surrénales	M	0,3229 ± 0,0845	0,0145 ± 0,0026
		F	0,2255 ± 0,0654	0,0111 ± 0,0025

ETUDE DE QUEEQUES PARAMETRES DE LA FONCTION DE REPRODUCTION

Les paramètres sur lesquels nous avons orienté nos investigations sont :

- évolution du poids des gonades sous l'effet des fortes températures,
- incidence de la température sur le nombre de follicules ovariens,
- étude du comportement sexuel en exposition chaude,
- influence de la température sur l'ovulation et la survie embryonnaire,
- influence de la température sur le poids moyen d'une portée,
- incidence des longues photopériodes claires sur le comportement sexuel des femelles exposées à de fortes températures.

I - RESULTATS

1. Poids des testicules et des ovaires

Les résultats sont regroupés dans le tableau 11.

Il faut noter la faible proportion du poids des ovaires par rapport au poids total du corps, ce qui représente environ le 1/10ème de la proportion occupée par les testicules. (0,17 % environ contre 0,019 % pour les ovaires). Cependant, les coefficients de variations individuelles sont assez semblables : 22 % pour le poids des testicules et 23 % pour celui des ovaires.

./.

L'influence des fortes températures s'est traduite par une diminution significative du poids des testicules de l'ordre de 70 % du poids à (18,4 ± 1,8)°C et du poids des ovaires de l'ordre de 30 %. Il n'y a pas eu de modification de la proportion du poids des ovaires par rapport au poids total du corps contrairement à la proportion des testicules.

L'étude histologique des coupes de testicules a montré un blocage du phénomène de la spermatogenèse sous l'influence des fortes températures. Ce blocage survient au stade de la spermatogonie et on note la disparition de tous les stades ultérieurs tandis que sur la coupe de tube séminifère de mâle exposé à (18,4 ± 1,8)°C nous avons pu photographier tous les différents stades de la spermatogenèse, depuis la spermatogonie jusqu'au spermatozoïde (planche photographique n° 3).

Les coupes des ovaires n'ont montré aucune différence histologique en fonction de la température sinon qu'une augmentation du nombre de follicules en dégénérescence dont la différence avec un corps jaune et un follicule a été photographié sur la planche n° 3). Cette augmentation des follicules en dégénérescence confirme les résultats macroscopiques ci-après.

2. Nombre de follicules ovariens

En se référant au tableau 12, on constate qu'il n'y a pas de différences significatives sur le nombre total de follicules ovariens, tous types confondus. Par contre, les différences sont significatives quant au nombre de follicules en dégénérescence dont la proportion est doublée à (34,9 ± 2,1)°C. Elles le sont aussi quant au nombre total de follicules de de Graaf viables dont la valeur est plus faible en exposition chaude. En outre, nous avons noté une diminution significative à la chaleur du nombre de follicules de de Graaf d'un diamètre supérieur à 1 mm.

./.

A

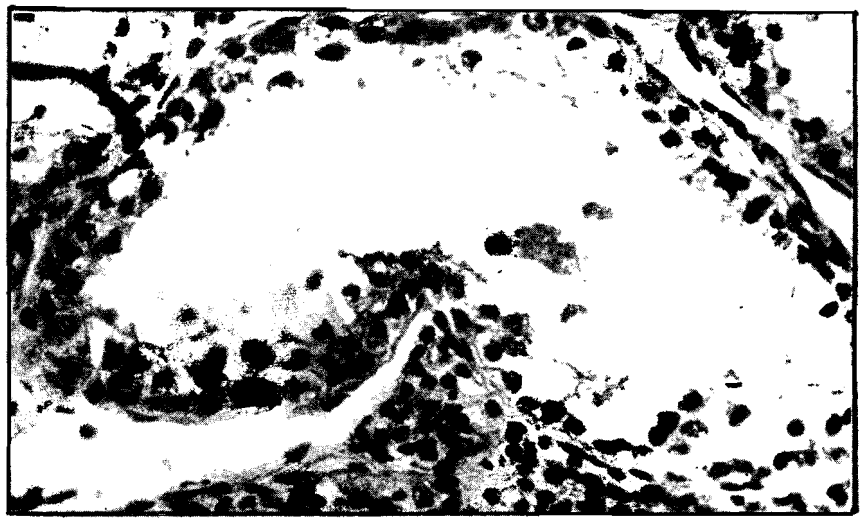
Coupe de testicule de lapin élevé en températures fraîches « X 30 »

B

Détail d'un tube séminifère de la coupe A « X 80 »

C

Coupe de testicule de lapin élevé en tempétatures chaudes « X30 »



D

Détail d'un tube séminifère de la coupe C « X 80 »

Aucun corps jaune n'a été retrouvé chez les femelles à (34,9 ± 2,1)°C.

3. Comportement sexuel des femelles

Les premiers tests dont les résultats sont exposés dans le tableau 13 ont été réalisés sous photopériodes identiques (12 heures de lumière).

Toutes les femelles en exposition fraîche à (18,4 ± 1,8)°C ont accepté le mâle dès la première présentation, cependant le taux de fertilité n'a été que de 58 %. Les signes de chaleurs ont été très satisfaisants sur l'ensemble des femelles : couleur de la vulve rose à rouge, recherche de la saillie dès la présentation au mâle.

En exposition chaude, le pourcentage de femelles a été faible : 50 % avec 3 femelles ayant accepté la saillie à la première présentation, 1 femelle à la troisième présentation et 2 femelles à la septième présentation. Le taux de fertilité a été de 67 %. Les signes de chaleurs ont été médiocres tant pour la coloration de la vulve dont la majeure partie des femelles avaient une vulve pâle à rosée que pour la recherche de la saillie lors de la présentation au mâle.

Les 6 femelles qui n'ont pas été saillies, ont été autopsiées après 9 tentatives. Nous avons retrouvé des corps jaunes chez deux femelles ce qui atteste d'une pseudo-gestation (moyenne des corps jaunes : 3,5 ± 0,5).

4. Ovulation et survie embryonnaire

L'ovulation a été estimée par le nombre de corps jaunes ovariens, méthode généralement usitée chez la lapine. Quant à

./.

la mortalité embryonnaire, l'estimation a été faite par excès en calculant la différence entre le nombre de corps jaunes et le nombre de foetus à J28. Cette méthode en effet ne tient pas compte des ovules non fécondés.

L'incidence de la chaleur s'est traduite par une baisse significative du nombre de corps jaunes et donc du nombre de foetus à J28 (tableau 14); Par contre, il n'y a pas eu de variations sensibles sur le taux de survie embryonnaire (70 % dans les deux cas).

5. Poids de la portée

Il n'existe pas de différence significative sur le poids moyen d'un foetus sous l'influence de la température comme en attestent les résultats du tableau 15 et la photo D (planche photographique n° 4) dont le foetus 1 provient du lot à (18,4 ± 1,8)°C et le foetus 2 du lot à (34,9 ± 2,1)°C.

Cependant chez une femelle, nous avons trouvé deux foetus (2) qui accompagnaient six autres foetus tout à fait normaux. Ces foetus se trouvaient à un stade de développement nettement inférieur à celui de leurs voisins au moment du prélèvement à J28, probablement à un stade assez voisin de J12 à J15 de la gestation.

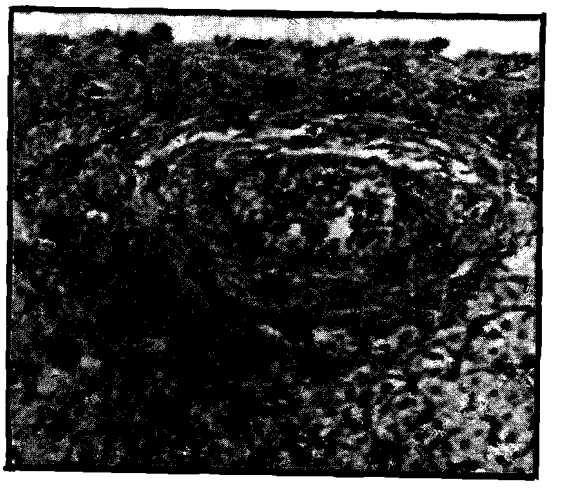
Quand au poids moyen de la portée, il existe une diminution significative sous l'influence des températures élevées (tableau 15) soit une baisse d'environ 21 % du poids moyen à (18,4 ± 1,8)°C mais le rapport poids moyen d'une portée / poids moyen d'une femelle est légèrement augmenté sans que cela ne soit statistiquement significatif.

6. Comportement sexuel sous l'impact d'une longue photopériode claire

On se reportera au tableau 16 qui résume les résultats obtenus avec une température de (34,9 ± 2,1)°C et une photopériode

./.

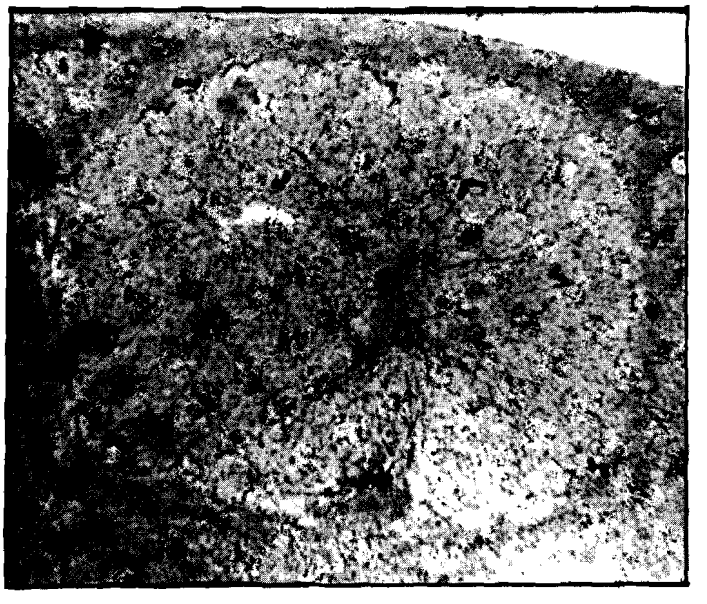
A



P_4

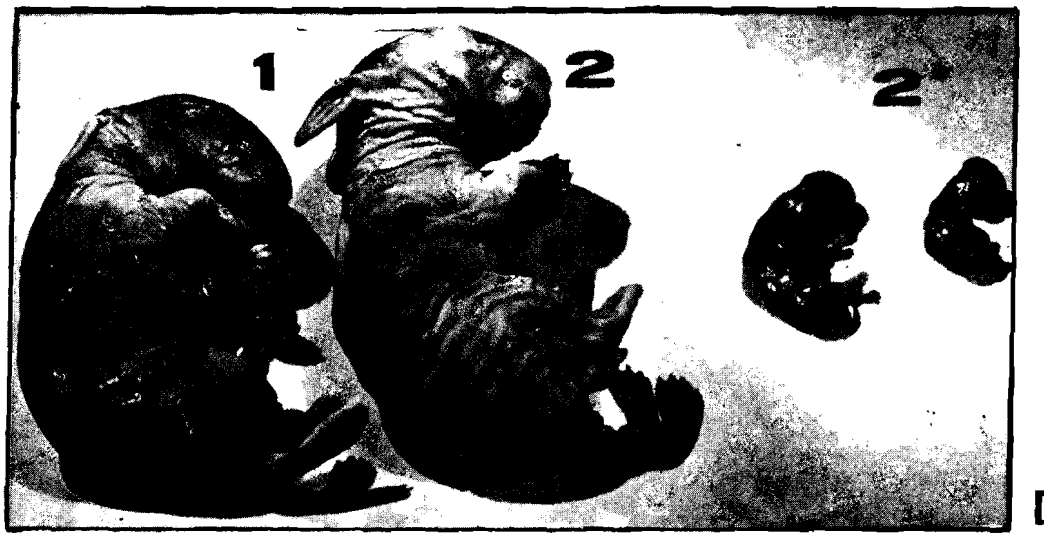
B

Coupe d'un follicue de Graaf atrésique (A), comparée à celle d'un



C

Coupe d'un follicule de Graaf atrésique(A) comparée à celle d'un follicule sans antrum (B) et d'un corps jaune (C) « A & B , X40 . C, X 15 »



D

Fœtus de lapines au même stade de gestation (voir texte)

de 16 heures de lumière.

Il y a eu une légère augmentation du pourcentage de femelles ayant accepté le mâle : 58 % contre 50 % dans les mêmes conditions de température mais avec une photopériode de 12 heures de lumière.

Le taux de fertilité est augmenté : 71 %. Mais il n'y a pas eu d'amélioration sensible des signes de chaleurs des femelles.

L'autopsie des 5 femelles n'ayant pas été saillies a révélé la présence d'un corps jaune chez l'une d'elle.

II - DISCUSSIONS

1. Etude du poids testiculaire et de la spermatogenèse

Il ressort de nos expériences, qu'indépendamment de toute influence de la photopériode, l'accroissement de la température possède une action dépressive sur le poids testiculaire chez le lapin. Ce phénomène peut donc être responsable, outre l'action des longues photopériodes, de la diminution du poids testiculaire observée chez les mâles de mars à juillet et déjà décrit dans notre synthèse sur la sexualité du lapin mâle. En outre, la seule influence de l'accroissement de la température jusque 35°C occasionne à elle seule une fonte testiculaire aussi importante que celle décrite dans les conditions naturelles. C'est donc dire que le rôle joué par la température est au moins aussi important que celui de l'accroissement de la longueur du jour sur le poids testiculaire.

L'explication d'un tel phénomène peut se concevoir par la diminution de l'ingéré alimentaire très importante en exposition chaude et par une diminution de l'activité thyroïdienne

./.

que nous avons également mise en évidence. Un tel mécanisme d'action perturbe le métabolisme testiculaire, la production de testostérone-binding globulin dont le rôle est de fixer la testostérone plasmatique libre (OLIVO et all. 1970 ; GORDON et all. 1969 ; HELLMAN et all. 1959) et enfin la production de LH (CHOPRA et all. 1972 ; RUDER et all. 1971).

Les répercussions de cette réaction en chaîne dont le point de départ est une diminution de l'activité thyroïdienne influent également sur la sécrétion d'androgènes qui se répercuterait à nouveau sur l'activité thyroïdienne (SELYE, 1939), laissant supposer l'existence d'un cycle vicieux régit par les interactions "température et activité thyroïdienne" (fig. 12).

Le rôle stimulateur éventuel de l'ACTH et des corticostéroïdes sur le testicule sous l'effet du stress thermique décrit précédemment n'est pas perceptible. Ce qui justifie davantage le rôle de la chaleur dans la "stérilité estivale" du mâle décrite par HIROE et TOMIZUKA (1965) chez le lapin d'autant plus que nous avons montré un blocage total de la spermatogenèse à (34,9 $\pm$ 2,1)°C au stade spermatogonie.

2. Etude du poids des ovaires et des follicules ovariens

La diminution du poids ovarien sous l'influence des fortes températures est un paramètre qui était demeuré jusqu'ici inexploré. A notre avis, le phénomène est dû au même mécanisme que celui de la "fonte" testiculaire. Il est cependant plus modéré du fait probablement de sa situation anatomique qui fait que le testicule outre une influence du niveau alimentaire et du fonctionnement thyroïdien, subit aussi une action directe et localisée de la température (MOORE et OSLUND, 1923 ; MOORE, 1924) et qui se révélerait ainsi très importante.

./.

L'absence d'une influence significative de la chaleur sur le nombre total de follicules ovariens chez la lapine, tous types confondus, reflète mieux à notre avis le rôle éventuellement stimulateur de l'ACTH et des cortico-stéroïdes surrénaliens sur les gonades que précédemment d'autant plus que nous avons montré un état de fonctionnement intense de la cortico-surrénale à (34,9 ± 2,1)°C.

La diminution du nombre de gros follicules de de Graaf sous l'impact de la chaleur et l'augmentation du nombre de follicules en dégénérescence pourraient être attribuées au faible niveau de consommation alimentaire à (34,9 ± 2,1)°C, à la diminution de l'activité thyroïdienne et à la baisse de sensibilité de l'ovaire aux gonadotrophines décrite par CHU (1944) et THØRSOE (1962).

L'absence de femelles en état de pseudo-gestation chez les lapines en exposition chaude à (34,9 ± 2,1)°C ne nous a pas permis de mettre en évidence une influence directe de la chaleur sur le phénomène de pseudo-gestation chez la lapine.

3. Etude du comportement sexuel des lapines

La sous-consommation alimentaire et la baisse de l'activité thyroïdienne en exposition chaude possèdent respectivement une action qui tend à réduire le nombre de follicules de de Graaf de diamètre supérieur à 1 mm comme nous l'avons constaté dans nos travaux et comme l'ont démontré ceux HAMMOND (1965) pour le niveau nutritionnel et ceux CHU (1944) et THØRSOE (1962) pour la thyroïde.

Or, on sait avec les travaux de LEFEVRE et CAILLOL (1978) le rôle de ces follicules sur le comportement d'oestrus de la lapine et que nous avons déjà exposé

./.

; ce qui explique que des lapines soumises à des fortes températures puissent être dans un état physiologique proche du di-oestrus ou encore que les manifestations des chaleurs soient médiocres. Cet état n'est pas amélioré par des photopériodes claires de 16 heures de lumière malgré une légère augmentation du nombre de femelles ayant accepté le mâle (1 femelle de plus).

Quant au taux de fertilité, les variations sont des plus surprenantes : 58 % à (18,4 ± 1,8)°C, 67 % à (34,9 ± 2,1)°C lorsque la photopériode est de 12 heures de lumière et 71 % à (34,9 ± 2,1)°C mais avec une photopériode de 16 heures de lumière. Nous attribuons ces modifications au fait que dans le premier cas, les lapins mâles ont dû assurer un service plus intense (3 saillies successives par mâle) du fait du nombre très limité de géniteurs mâles ayant déjà fait leurs preuves de fertilité dont nous disposions et des impératifs de tester toutes les femelles en même temps. Dans le dernier cas, les variations ne sont pas statistiquement significatives.

Enfin, l'interprétation de l'existence de femelles en état de pseudo-gestation doit être très nuancée. Il n'est pas prouvé que l'exposition aux fortes températures soit directement à l'origine de la pseudo-gestation qui peut être considérée comme un mécanisme ovulatoire déclenché par des stimuli autre que le coït (stimuli olfactifs par exemple). Cette ovulation sans manifestations apparentes d'oestrus est à notre avis probablement due à l'existence d'un très faible nombre de follicules d'un diamètre d'au moins 1 mm d'autant plus que toutes les femelles en pseudo-gestation n'ont présenté que 1 à 4 corps jaunes à l'autopsie.

En outre, il n'est pas exclu que le nombre de femelles en pseudo-gestation soit en réalité plus élevé que ce que nous avons trouvé à l'autopsie et que certaines femelles saillies

./.

après la première présentation au mâle aient déjà été en pseudo-gestation au moment de l'accouplement. En effet, il existe chez la femelle pseudo-gestante la possibilité d'accouplements et d'ovulation entre autres en début de pseudo-gestation et une certaine activité sexuelle du 6ème au 12ème jour de pseudo-gestation (HUGHES et MYERS, 1966).

4. Etude de l'ovulation, de la survie embryonnaire et du poids de la portée

L'impact de la chaleur sur l'ovulation et le nombre de foetus s'explique par la diminution du nombre de follicules de de Graaf de diamètre supérieur à 1 mm du fait que le nombre d'ovules émis est toujours compris dans celui des gros follicules (LEFEVRE et CAILLOL, 1978).

Quant au taux de survie égal à 70 %, il est proche dans les deux cas de celui généralement décrit pour la lapine par ADAMS (1960). On sait, en outre, que le taux de résorption embryonnaire est croissant en fonction du taux d'ovulation (HAFEZ, 1964c ; PARKES, 1943) ce qui explique dans une certaine mesure que malgré les conditions de températures élevées, le taux de résorption embryonnaire reste proche de celui à (18,4 $\pm$ 1,8)°C par diminution du taux d'ovules pondus. En outre, l'absence de diminutions significatives sur le poids individuel moyen des foetus possède une incidence du fait que l'on trouve généralement le plus grand nombre d'embryons avortés dans les classes de poids les plus faibles (DUNCAN, 1969).

La diminution du poids moyen de la portée est due à une diminution du nombre de foetus par portée. Ainsi, malgré une baisse du niveau de consommation alimentaire, il n'existe pas d'influences sur le poids moyen individuel des foetus. Ce qui, dans une certaine proportion, met en évidence la priorité sur le plan métabolisme que la lapine en gestation accorde à

./.

ses foetus et l'utilisation intensive de ses propres réserves pour conduire à bien la gestation. Ceci est confirmé par l'existence de maladies nutritionnelles post-partum liées à l'épuisement des réserves organiques de la lapine.

D'autre part, il est remarquable de souligner la différence de l'impact des températures élevées sur les femelles en comparaison avec les résultats mentionnés par RATHORE (1970) suite à une exposition des mâles à la chaleur. En effet, ces mâles ayant inséminé des femelles maintenues en ambiance fraîche, ont néanmoins donné des embryons de taille réduite et une mortalité embryonnaire accrue. A notre avis, une telle différence est liée au fait que la chaleur provoque des lésions organiques sur les spermatozoïdes (d'ailleurs décrites par RATHORE), affectant leurs aptitudes tandis que sur les ovules de telles lésions seraient inexistantes ou peu importantes.

Enfin, en ce qui concerne l'existence des deux embryons d'un stade peu avancé parmi des foetus normaux au stade J28 de la gestation, il s'agirait d'une difficulté de nidation ou d'une anomalie d'embryogenèse liée à de nombreux facteurs possibles dont les fortes températures mais qui, ne modifiant en rien les moyennes enregistrées et restant un cas isolé, doit être envisagée avec beaucoup de nuances.

III - CONCLUSIONS

Les effets de la diminution de la consommation alimentaire et ceux d'une réduction de l'activité thyroïdienne sous l'influence d'une augmentation de la température ambiante mettent en relief le rôle de plaque tournante jouée par la thyroïde et l'alimentation sur la fonction de reproduction et des paramètres tels que le poids testiculaire et la spermatogenèse, le poids des ovaires et la croissance folliculaire, la présence de gros follicules de de Graaf et de là partant le comportement sexuel de la lapine et l'ovulation.

./.

L'influence du stress thermique par excès sur ces paramètres a permis de souligner des effets jusqu'ici inexplorés pour la plupart :

- diminution du poids des gonades mâles et femelles même sans influence de la photopériode avec une incidence plus importante sur le testicule du fait certainement de sa situation anatomique et d'une action locale de la température.

- blocage de la spermatogenèse au stade spermatogonie tandis que les effets sur la folliculogenèse se traduisent uniquement par une plus grande dégénérescence des follicules de de Graaf et une diminution du nombre de gros follicules (donc du taux d'ovulation ultérieur).

- apparition d'un état physiologique sexuel proche du di-oestrus et une médiocrité des signes de chaleurs chez les femelles en oestrus sans que l'incidence d'une photopériode claire de 16 heures puisse en améliorer les résultats.

Les cas de pseudo-gestation ne sont pas directement liés au stress thermique mais à un comportement d'oestrus médiocre avec ovulation sans saillie chez des femelles ayant un nombre très réduit de follicules de de Graaf d'un diamètre supérieur ou égal à 1 mm.

- absence d'une incidence significative sur le taux de survie embryonnaire et le poids individuel moyen des foetus mais réduction du poids moyen des portées par baisse de la prolificité.

D'autre part, l'influence du stress thermique sur le fonctionnement surrénalien a été important mais l'impact d'un mécanisme surrénalien reste relativement limité sur les paramètres de reproduction étudiés, mis à part ses effets sur la consommation alimentaire et qui se répercuttent indirectement sur ces paramètres.

./.

Tableau 11 : Poids moyens des testicules de lapins et des ovaires de lapines nullipares en exposition fraîche et en exposition chaude et proportions par rapport au poids total du corps.

Température (°C)	Organes	Poids moyen (g)	$\frac{\text{Poids organe}}{\text{Poids corps}} \times 100$ (%)
18,4 ± 1,8	Testicules	4,7068 ± 1,0450	0,1715 ± 0,0348
	Ovaires	0,5199 ± 0,1195	0,0186 ± 0,0041
34,9 ± 2,1	Testicules	1,4108 ± 0,2449	0,0636 ± 0,0024
	Ovaires	0,3639 ± 0,0729	0,0180 ± 0,0029

Tableau 12 : Comptage du nombre moyen de follicules ovariens chez les lapines nullipares en exposition fraîche et en exposition chaude.

Types de follicules	T = (18,4 ± 1,8)°C	T = (34,9 ± 2,1)°C
Follicules de de Graaf de diamètre < 1 mm	17,0 ± 2,8	15,0 ± 5,1
Follicules de de Graaf de diamètre ≥ 1 mm	9,0 ± 3,1	5,0 ± 2,6
Total Follicules de de Graaf viables	26,0 ± 4,1	20,0 ± 7,3
Follicules atrésiques ou hémorragiques	5,1 ± 4,2	10,6 ± 3,3
Total Follicules	31,1 ± 5,5	30,6 ± 6,6

Tableau 13 : Etude du comportement sexuel des lapines en exposition fraîche et en exposition chaude (légende des couleurs de la vulve : R = rouge, r = rose, F = foncé, P = pâle).

T	N° femelles	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
(18,4 ± 1,8)°C	Nombre de présentations au mâle	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Identification du mâle copulateur	B	A	B	B	A	A	C	C	D	C	D	D
	Couleur de la vulve au moment de la saillie	RF	R	R	R	RF	r	r	R	R	R	r	R
	Résultats de la saillie	-	-	+	-	+	+	-	+	+	+	+	-
(34,9 ± 2,1)°C	Nombre de présentations au mâle	9	7	9	1	3	9	7	9	1	9	9	1
	Identification du mâle copulateur		B		A	A		D		D			D
	Couleur de la vulve au moment de la saillie ou variations de couleur au cours des présentations au mâle	P à r	P	r à R	P à r	r à R	P à r	P à r	r	r	P à r	P à r	P
	Résultats de la saillie		-		+	+		+		+			-

Tableau 14 : Evaluation du nombre de corps jaunes et de la survie embryonnaire chez des lapines primipares gestantes en exposition fraîche et en exposition chaude.

T en °C	18,4 ± 1,8	34,9 ± 2,1
Nombre de corps jaunes à J28	12,0 ± 1,9	9,8 ± 0,2
Nombre de foetus à J28	8,2 ± 0,9	7,3 ± 0,9
$\frac{\text{Nombre de foetus}}{\text{Nombre de corps jaunes}}$	0,7 ± 0,1	0,7 ± 0,1

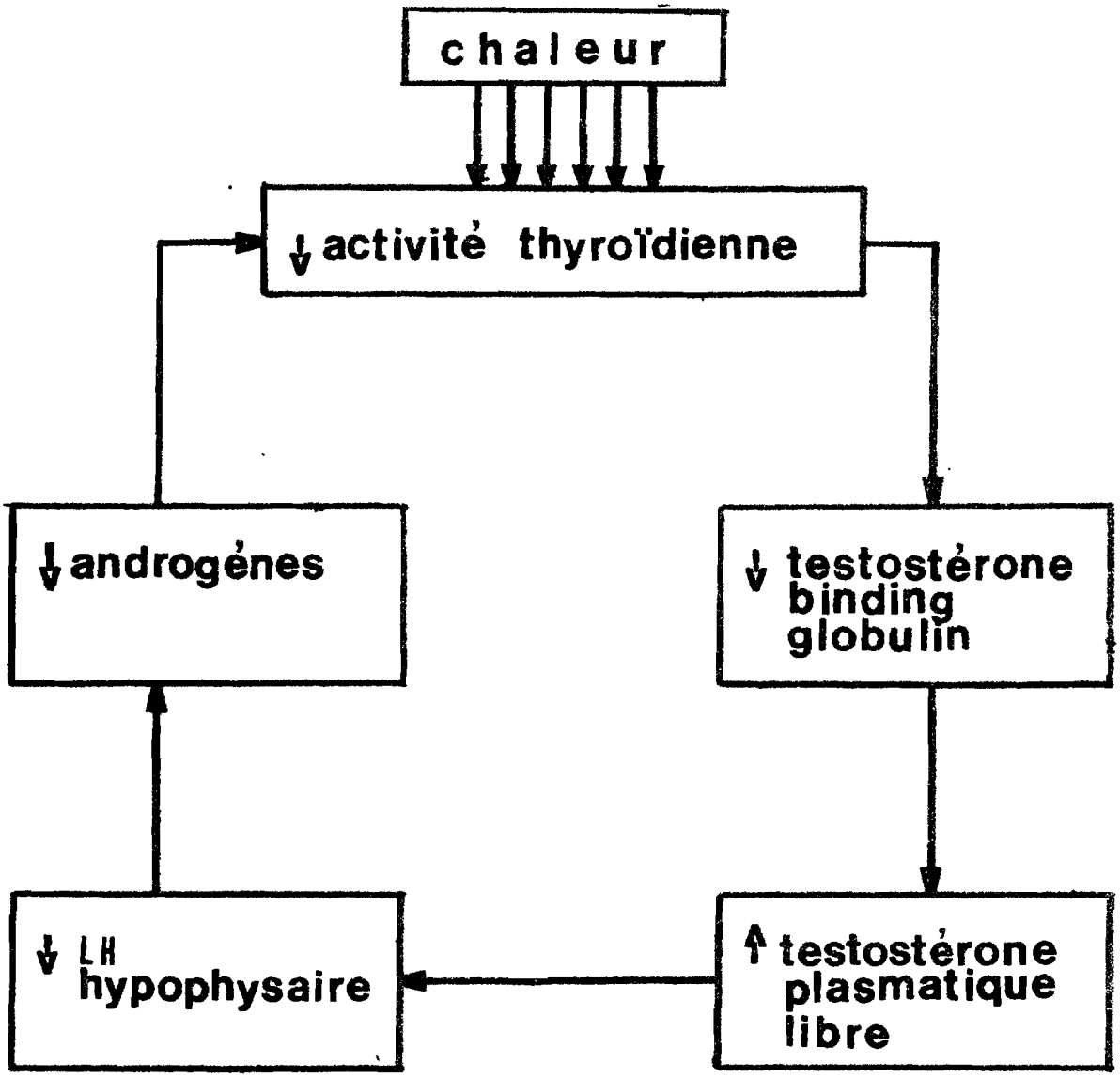
Tableau 15 : Poids des foetus chez des lapines primipares élevées au cours de la gestation à (18,4 ± 1,8)°C ou à (34,9 ± 2,1)°C.

T (°C)	Poids moyen d'un foetus (g)	Poids moyen d'une portée (g)	$\frac{\text{P.m. d'1 portée}}{\text{P.m d'1 femelle}}$
18,4 ± 1,8	29,0 ± 0,8	237,4 ± 25,8	0,07 ± 0,01
34,9 ± 2,1	28,0 ± 3,1	187,2 ± 20,1	0,09 ± 0,02

Tableau 16 : Etude du comportement sexuel des lapines en exposition chaude sous une photopériode claire de 16 heures (légende des couleurs de la vulve : R = rouge, r = rose, F = foncé, P = pâle).

N° femelles	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Nombre de présentations au mâle	1	4	9	3	9	1	9	9	1	9	2	9
Identification du mâle copulateur	A	A		B		B		C	C		D	
Couleur de la vulve au moment de la saillie ou variations de couleur au cours des présentations au mâle	r	P à r	P à r	R	r à R	P à r	P	r	P		r à R	r
Résultats de la saillie	-	+		+		-		+	+		+	

fig. 18 **cycle des interactions thyroïde–hormones sexuelles mâles sous l'influence de la chaleur**



APPLICATIONS PRATIQUES

L'exploitation des résultats obtenus en expérimentation doit nous permettre d'envisager un certain nombre de considérations pratiques en élevage cuniculicole et une orientation des schémas et structures d'exploitation cuniculicole au Sénégal.

Nous allons successivement envisager différents points qui concernent :

- les structures d'élevage et la conduite de l'élevage,
- le contrôle des cycles sexuels de la lapine en période de fortes températures,
- le contrôle de la sexualité du mâle,
- l'aménagement du territoire national.

I - STRUCTURES D'ELEVAGE ET CONDUITE DE L'ELEVAGE

1. Conception et construction des locaux d'élevage

Il ressort des expériences précédentes un rôle majeur de la température sur le comportement alimentaire, l'abreuvement, la reproduction et donc la productivité de l'élèvage. Sans vouloir nous étendre sur de normes de bâtiments cunicculicoles en milieu tropical et qui ne sont pas ici de notre propos, il n'en est pas moins important de souligner que tout éleveur doit rechercher d'abord un bâtiment qui répond aux exigences physiologiques du lapin et aux conditions d'ambiance optimales. De ce fait, nous rappelons les points essentiels qui doivent retenir l'attention :

./.

- le choix de l'emplacement du bâtiment dont la proximité d'un couvert végétal procure fraîcheur et humidité.
- le choix des matériaux de construction qui doivent être isothermes entre autres qualités.
- l'orientation des locaux pour assurer une ventilation optimale et l'équipement du bâtiment en fonction de son type.

Il est cependant des éléments sur lesquels nous souhaitons nous apesantir davantage et qui concernent des conditions d'ambiance liées au sexe, des conditions d'ambiance liées à l'âge et enfin de l'intérêt d'une variation du photopériodisme en période de grosses chaleurs.

- Variations des conditions d'ambiance optimales liées au sexe : Sans avoir systématiquement mis en évidence des différences de confort thermique chez la lapine et chez le lapin, nos travaux nous ont cependant permis de mesurer l'impact, donc les conséquences de l'élévation de la température ambiante sur les deux sexes et d'y associer dans leur interprétation des travaux tels que ceux de RATHORE (1970) et de WALTER et all. (1968).

Il ressort donc de toutes nos conclusions que l'impact des températures élevées est plus important chez le lapin mâle (lésions des spermatozoïdes affectant leur aptitude si l'exposition à la chaleur est limitée dans le temps ou blocage systématique de la spermatogenèse au stade spermatogonie si l'exposition est plus prolongée) que chez la femelle, chez laquelle il ne se produit qu'un état physiologique proche du di-oestrus dont la maîtrise peut être envisagée et une diminution du taux d'ovulation dont le contrôle est aussi possible dans certaines conditions.

Sur le terrain, de telles influences se manifestent par des cas de frigidité des femelles en particulier avec dans

./.

le meilleur des cas des saillies infécondes malgré toute une thérapeutique hormonale dans le but d'exercer un contrôle et une maîtrise des cycles sexuels et de la reproduction au moment des périodes très chaudes. La cause des échecs, lorsque la technique de contrôle des cycles sexuels est fiable, doit être attribuée aux géniteurs mâles.

Il importe donc en élevages rationnels d'apporter une attention toute particulière à la maîtrise des conditions d'ambiance et d'élevage des mâles dont l'idéal serait de les séparer du local des femelles et de pouvoir en raison du nombre plus réduit de mâles (1 mâle pour 10 femelles) assurer une meilleure homogénéité et un meilleur contrôle de la température qui ne doit pas excéder 25°C et de la photopériode en cas de programme lumineux artificiel (12 heures de lumière par 24 heures pour les mâles et 16 heures pour les femelles).

Dans les petites unités artisanales, il serait souhaitable que les emplacements les plus frais et les plus ombragés soient réservés aux mâles.

- Variations des conditions d'ambiance optimales liées à l'âge :
Après que nous ayons montré l'incidence de la température sur des paramètres de la reproduction et que les travaux de GONZALEZ et all. (1971) semblent situer le point de neutralité thermique du lapin à une température voisine de 25°C, il est important de se demander quelle pourrait être l'influence de pareilles températures sur le jeune lapereau dont il semble que le point de neutralité thermique soit proche de 40°C et que la dépendance vis-à-vis de la température ambiante soit grande (LEBARS, 1972). En effet, la myélinisation du système nerveux né s'effectue chez le lapereau qu'après la naissance et l'état normal d'homéothermie n'est atteint que lorsque la fonction de mobilité spontanée est complètement installée. En outre, le lapereau a une forme plutôt cylindrique ce qui augmente les surfaces de déperdition

./.

calorifique; il est sans poils à la naissance et son poids est faible ce qui augmente son coefficient d'échange convectif (MONTEITH, 1973).

Dans de telles conditions, la survie du lapereau est étroitement liée à certains aménagements dont la boîte à nid où la lapine construit avec des matériaux variés (paille, copeaux, papier hâché...) un nid en y ajoutant des poils qu'elle s'arrache sur la région abdominale (DENENBERG et all. 1963). Le confort thermique de ce nid permet au lapereau de lutter contre le refroidissement qui guetterait autrement le dès les premiers jours de sa vie malgré la présence chez le lapereau de graisses brunes caractérisées par un taux important d'hémoglobine, de porphyrines en particulier de cytochromes, et des composés flaviniques (cités par DELAVEAU, 1980) et qui sont destinés à des fins énergétiques.

En outre, il est important que la femelle parturiante puisse accéder facilement au nid sans être dérangée afin d'assurer une prise de la tétée précoce et convenable dont l'importance est capitale car la privation du lait empêche le déroulement normal de la thermogenèse (MEYER, 1973).

- Variations du photopériodisme en présence de températures élevées

Ces variations seront envisagées dans les deux sexes.

Chez les femelles, nous avons vu que le comportement sexuel n'est pas amélioré par une photopériode de 16 heures de lumière au cours de la période d'adaptation à la chaleur. Ainsi l'intérêt d'une telle technique est relativement très réduit. Par contre, il serait intéressant de tester les effets de longues photopériodes claires en dehors des périodes d'adaptation, dans des conditions naturelles de chaleur et d'hygrométrie sur une période plus longue afin d'en connaître la portée et les limites en milieu tropical.

./.

Une telle expérience est en cours à Saint-Louis mais nous ne possédons pas suffisamment de recul pour en juger et les résultats communiqués par les promoteurs sont encore fragmentaires.

Chez les mâles, nous supposons sans l'avoir réellement testé qu'il serait intéressant de réduire la durée des photopériodes claires à 8 ou 12 heures de lumière par 24 heures au moment des fortes chaleurs notamment si celles-ci surviennent en avril, mai, juin et juillet c'est-à-dire au moment où la durée du jour est relativement longue. En effet, on pourrait supposer une action dépressive sur la fonction testiculaire encore plus grande par synergie de la longueur du jour et de la température.

Un tel rationnement lumineux est strictement à déconseiller chez les lapines chez lesquelles on connaît précisément le rôle stimulateur de la lumière sur la fonction ovarienne. Ainsi, une telle méthode ne peut être employée à bon escient que si les mâles sont isolés des femelles, les aménagements doivent être prévus à cet effet.

2. Alimentation des reproducteurs

Les perturbations du comportement alimentaire sous l'influence de la température doivent faire envisager un contrôle plus rationnel de l'alimentation du lapin en milieu tropical dont l'équilibre doit être bien étudié et les normes définies tant pour la teneur énergétique que pour les autres constituants nutritionnels de la ration.

En outre, nous avions envisagé de tester l'influence de certaines substances extraites de végétaux qui augmentent la flaveur et l'appétence des aliments sur le comportement alimentaire du lapin en exposition chaude et d'en mesurer les incidences. Malheureusement, nous n'avons pas pu être approvisionné à temps par le laboratoire concerné.

./.

Nous avons dû également suspendre les essais avec l'acide ascorbique et l'acide acétylsalicylique en supplémentation de l'alimentation en périodes chaudes.

3. Abreuvement des reproducteurs

Au moment des fortes températures, il est évident qu'il faille éviter d'aggraver les perturbations de la consommation hydrique par des oublis de distribution d'eau, des pannes de circuits de distribution, des coupures d'eau ou enfin par l'emploi de substances médicamenteuses inappétantes pour lesquelles il est conseillé de faire les traitements aux heures les plus fraîches.

4. Calendrier de vaccinations

En raison des risques d'hyperthermie post-vaccinale qui se surajouteraient à ceux d'une hyperthermie due à une température ambiante élevée, il est important que le calendrier de vaccinations, des reproducteurs tout au moins, puisse permettre le maximum d'interventions vaccinales en saison fraîche.

5. Choix de la race à élever

Les orientations actuelles doivent tendre davantage à intégrer les potentialités zoo-techniques des animaux élevés à leur environnement d'élevage et au milieu physique naturel, donc à rechercher des animaux rustiques, adpatés aux conditions climatiques notamment.

Les importations de races améliorées doivent être bien raisonnées notamment en ce qui concerne le schéma classique d'importation de géniteurs mâles utilisés dans des croisements d'absorption avec les races ou souches locales en raison de la

./.

sensibilité des mâles à la chaleur et des difficultés d'adaptation.

Il est important de souligner que plus les conditions climatiques sont rudes, plus le choix de la race élevée conditionne la rentabilité de l'élevage.

L'adaptation de notre souche locale THIES pourrait se traduire par un raccourcissement de la période anorexique en début d'exposition chaude à 3 jours au lieu de 5 généralement décrits (PRUD'HON, 1976) avant que ne s'établisse un nouvel équilibre de consommation. Le raccourcissement de la période d'adaptation à un nouvel équilibre hydrique à 1 journée au lieu de 5 décrits par le même chercheur est aussi probablement un autre élément d'adaptation qui se conjuguerait à un coefficient d'échange convectif plus élevé de nos lapins en raison d'un poids corporel plus faible que les races améliorées étrangères.

En outre, il est probable que la différence d'adaptation puisse se traduire au niveau d'autres paramètres notamment ceux de reproduction pour lesquels nous manquons d'éléments de comparaison mis à part l'échec des essais d'acclimatation du Géant Blanc du Bouscat au niveau de l'ancien projet cunicole (aujourd'hui abandonné) du Service Régional de la Santé et des Productions Animales de THIES.

II - CONTROLE DES CYCLES SEXUELS DE LA LAPINE EN PERIODE DE FORTES TEMPERATURES

Pour obtenir une production planifiée malgré des conditions climatologiques défavorables, il est essentiel de tenter un contrôle des cycles sexuels et de rompre l'état de di-oestrus provoqué par des températures excessives dans le but de déclencher des cycles ovulatoires plus rapides.

./.

Les travaux de DAVID et all. (1963) ont montré la possibilité de favoriser l'accouplement par une injection de 20 mcg de benzoate d'oestradiol 48 heures avant la présentation au mâle. Mais les résultats que nous avons enregistrés sur le terrain sont sans intérêt en raison du nombre élevé d'oestrus anovulatoires qui sont suivis de modifications perturbatrices graves et prolongées du comportement sexuel que nous attribuons à un blocage du réflexe hypothamo-hypophysaire et qui se traduit par un prolongement dans le temps du di-oestrus (4 à 8 semaines dans certains cas graves que nous avons enregistrés).

L'explication d'un tel mécanisme semble être donnée par des écrits du Professeur M. BERTRAND (1976) qui montrent que le contrôle des cycles sexuels de la lapine ne doit "intervenir que sur le centre hypothalamique de la cyclicité, en ménageant le centre de la tonicité et le niveau gonadotrope de base" tout en ne perdant pas de vue certaines particularités physiologiques sexuelles de la lapine qui veulent que lorsque cesse l'effet freinateur du centre de la cyclicité assuré par les progestagènes ou la progestérone durant la gestation ou la pseudo-gestation, il se produit une haute fécondité (HAMMOND et MARSHALL, 1925).

En d'autres termes, "la sécrétion gonadotrope de la lapine est très sensible à l'arrêt de l'effet freinateur progestéronique bien que cette sensibilité intervienne peu dans les conditions naturelles : il est toutefois possible d'en tirer profit pour régulariser la fécondité" (BERTRAND, 1976).

L'injection de 1 mg de médroxy-progestérone constitue une dose suffisante pour inhiber l'ovulation (PINCUS, 1961) et occasionner le rebond gonadotrope à l'arrêt de la période d'imprégnation progestéronique qui peut être raccourcie par une administration par voie sous-cutanée.

Le traitement est complété au 7ème ou au 8ème jour qui

./.

suit l'injection de progestérone par l'administration parentérale en sous-cutanée de PMSG dont le rôle est d'activer la croissance folliculaire mais dont les modifications génitales ne sont possibles que si les ovaires sont aptes à réagir. Les chaleurs sont induites dans les 48 heures mais l'ovulation n'est pas déclenchée dans la majorité des cas. Celle-ci sera provoquée par le coït lors de la présentation au mâle dans les 48 heures qui suivent l'injection de PMSG à la dose de 25 U.I.

Notre protocole diffère de celui de BERTRAND (1976) qui associe à la PMSG (10 U.I) de la HCG à la dose de 1 U.I et dont le rôle est de déclencher l'ovulation. Nous avons dissocié les deux hormones par commodité (conservation des flacons entamés) et surtout pour éviter une inactivation immunologique simultanée des deux hormones par fabrication d'anticorps. Ainsi, la technique pourrait utiliser de façon alternée 25 U.I. de PMSG ou 25 U.I. d'HCG, à raison de 2 injections au maximum de chaque hormone ce qui permet de couvrir en moyenne les six mois les plus chauds de l'année et donc la période critique qu'une reproductrice peut connaître au cours de sa vie économique si toutefois la technique doit être appliquée systématiquement au cours de ces six mois.

Toutefois, nous ne saurons préconiser un emploi systématique de ce contrôle hormonal des cycles sexuels en saison chaude car nous manquons de données expérimentales et de recul à ce sujet et nous préférons réserver son emploi à une utilisation ponctuelle sur des femelles dont la période de di-oestrus se prolonge.

Il serait intéressant que des expériences puissent préciser sur le terrain l'intérêt d'une systématisation de ce contrôle hormonal sur toutes les femelles d'un effectif, pendant toute la durée de la saison chaude, en tant que technique d'élevage et de planification de la production. Il serait en outre

./.

intéressant de déterminer avec exactitude un protocole optimal de cette technique et de savoir notamment à partir de quel moment après la mise-bas il faut intervenir. Enfin, il faut comparer cette technique à d'autres méthodes.

III - CONTROLE DES APTITUDES SEXUELLES DU MALE EN PERIODES CHAUDES

Il ressort du cycle des interactions thyroïdes-hormones sexuelles sous l'influence de la chaleur (fig. 18) expliqué précédemment que la production de LH hypophysaire connaît un défaut qui se répercute sur la sécrétion d'androgènes et la spermatogenèse, donc sur les aptitudes des géniteurs mâles.

Dans une certaine mesure et à condition que les lésions génitales ne soient pas occasionnées par des conditions de fortes températures exceptionnelles, il serait possible d'améliorer l'impulsion sexuelle des mâles et leurs aptitudes par l'injection parentérale de gonadotrophines urinaires H.C.G ou mieux de gonadotrophines sériques P.M.S.G à des doses de 10 à 25 U.I.

IV - AMENAGEMENT DU TERRITOIRE NATIONAL

Il est important après les résultats obtenus d'envisager d'orienter l'implantation des projets cuniculicoles en fonction des conditions bioclimatologiques de chaque région du Sénégal et de trouver une méthode quantitative rationnelle et objective d'estimation.

Nous travaillons depuis 1975 sur une méthode que nous avons mise au point et qui est dénommée "cuniclimogramme Dioh-Sabbagh" dont nous allons exposer le principe de base et d'indexation ainsi que les applications pratiques.

./.

1. Principe de la méthode du cuniclimogramme Dioh-Sabbagh

C'est une méthode d'écologie agricole basée sur le même principe que les climogrammes utilisés en agronomie et qui consiste à caractériser une région par le tracé dans un repère (O, x, y) du graphique des normales mensuelles de températures et d'hygrométrie relative HR (fig. 19). Toutefois cette méthode diffère du climogramme dans la mesure où elle lui associe des notions de physiologie animale qui tendent à délimiter dans le plan (Ox, Oy) des zones de confort physiologique thermo-hygrométrique.

On connaît maintenant l'importance du facteur température sur la physiologie du lapin et les travaux de GONZALEZ et all. (1971) sur l'évolution de la température rectale (que nous considérons comme un excellent indicateur du phénomène de l'homéothermie et par conséquence du confort physiologique de l'organisme) nous ont permis de délimiter une zone de tolérance thermique entre 15 et 30°C. Cependant, lorsque l'hygrométrie devient élevée (supérieure à 60 %), il est important de s'octroyer une marge de sécurité de 2°C. Ce qui ramène le seuil thermique à 28°C car on sait que les hygrométries élevées aggravent les effets de la température. D'ailleurs, il est généralement admis en élevage cuniculicole rationnel que 28°C constitue un seuil à ne pas dépasser dans les locaux d'élevage.

Le choix de l'hygrométrie dans notre méthode à la place de la pluviométrie comme deuxième paramètre d'étude est édicté par le caractère généralement d'élevage hors-sol de la cuniculiculture et par les interactions température-hygrométrie. Les normes d'élevage du lapin mentionnent une hygrométrie optimale de 60 à 70 % mais soulignent la tolérance du lapin à une hygrométrie de 50 à 80 %.

./.

Le facteur photopériode n'est pas pris en considération du fait qu'il s'agit d'un paramètre facilement contrôlable et dont l'impact est faible en période d'adaptation à un stress thermique.

Ainsi, il est aisé de délimiter à partir de ces données plusieurs zones de confort physiologique (fig. 19):

- zone de confort thermo-hygrométrique : elle correspond à la zone b sur la figure 19.
- zones d'inconfort thermique : ou zones a de la même figure.
- zones d'inconfort hygrométrique : ou zones c.

Après le tracé du cuniclimogramme, il faut indexer les potentialités de la région étudiée par un index dénommé indice D.S.

$$D.S. = \frac{(0,25 \times A) + (B) + (0,5 \times C)}{12}$$

A = nombre de mois situés dans les zones d'inconfort thermique a.

B = nombre de mois situés dans la zone de confort thermo-hygrométrique b.

C = nombre de mois situés dans les zones d'inconfort hygrométrique c.

2. Applications pratiques de la méthode du cuniclimogramme

Les applications se situent au niveau des élevages d'une région et au niveau de l'aménagement du territoire national.

Au niveau des élevages d'une région, le cuniclimogramme peut s'avérer comme un outil de prévision à court terme qui indique les périodes critiques de l'année, permet une interprétation de certaines difficultés d'élevage et assure une plani-

./.

fication des opérations et des interventions dans l'élevage : vide sanitaire, rotation des bandes...

Au niveau de l'aménagement du territoire, les indices D.S. nous ont permis de tracer les isopotentialogrammes cuniculicoles du Sénégal c'est-à-dire la courbe qui unit des zones de même indice. Plus cet indice est élevé, plus la région présente des aptitudes, du point de vue bioclimatologique, à l'élevage du lapin. Cette technique cartographique est unique en son genre en élevage et présente l'avantage de déboucher sur une détermination des régions les plus aptes à un type de production animale. Son application peut être généralisée à d'autres espèces animales.

V - CONCLUSIONS

Les travaux que nous avons réalisés et les synthèses bibliographiques menées sur la physiologie sexuelle du lapin et son adaptation aux conditions de températures élevées mettent en évidence le rôle primordial de l'éleveur dans le contrôle de l'ambiance d'élevage en particulier chez le mâle qui s'est avéré plus sensible et chez le jeune lapereau nouveau-né dont les exigences thermiques ne peuvent être conciliées à ceux de sa mère que grâce à la boîte à nid.

En outre, le rôle du photopériodisme en période d'adaptation à la chaleur serait probablement d'un certain intérêt, notamment chez les mâles grâce à une diminution des photopériodes claires. Chez les femelles, l'augmentation des photopériodes claires généralement propices à la fonction ovarienne de la lapine a été peu significative en période d'adaptation.

L'alimentation des reproducteurs et leur abreuvement sont conditionnés par la température ambiante et il convient

./.

d'y attacher une importance capitale pour une bonne adaptation. Le calendrier de certaines interventions notamment des vaccinations doit aussi être étudié en fonction des variations saisonnières de température et il convient d'orienter, en milieu tropical certainement plus qu'ailleurs, les objectifs de production et donc le choix des races à élever en corrélation avec les conditions climatiques.

Quant au contrôle des cycles sexuels de la lapine en vue d'intensifier les cycles ovulatoires, il est important de n'intervenir que sur le centre hypothalamique de la cyclicité par un effet freinateur par la progestérone qui en cessant occasionne un rebond gonadotrope très important et qui peut être amélioré par la PMSG. Mais de nombreuses inconnues demeurent encore.

Chez les mâles, on peut aussi envisager les aptitudes sexuelles par des gonadotrophines dans une certaine mesure.

Enfin, nous avons pu déboucher sur une méthode d'estimation, d'évaluation et de prévision des potentialités en élevage cuniculicole d'une région ou d'un pays par la technique du "cuniclimogramme Dioh-Sabbagh" et l'indexation des données par un indice D.S. a permis de porter un jugement chiffré objectif et de proposer une cartographie des potentialités du Sénégal par le tracé des isopotentielogrammes cuniculicoles.

PL N° 14

fig. 19 cuniclimogramme dioh-sabbagh de thiès et podor

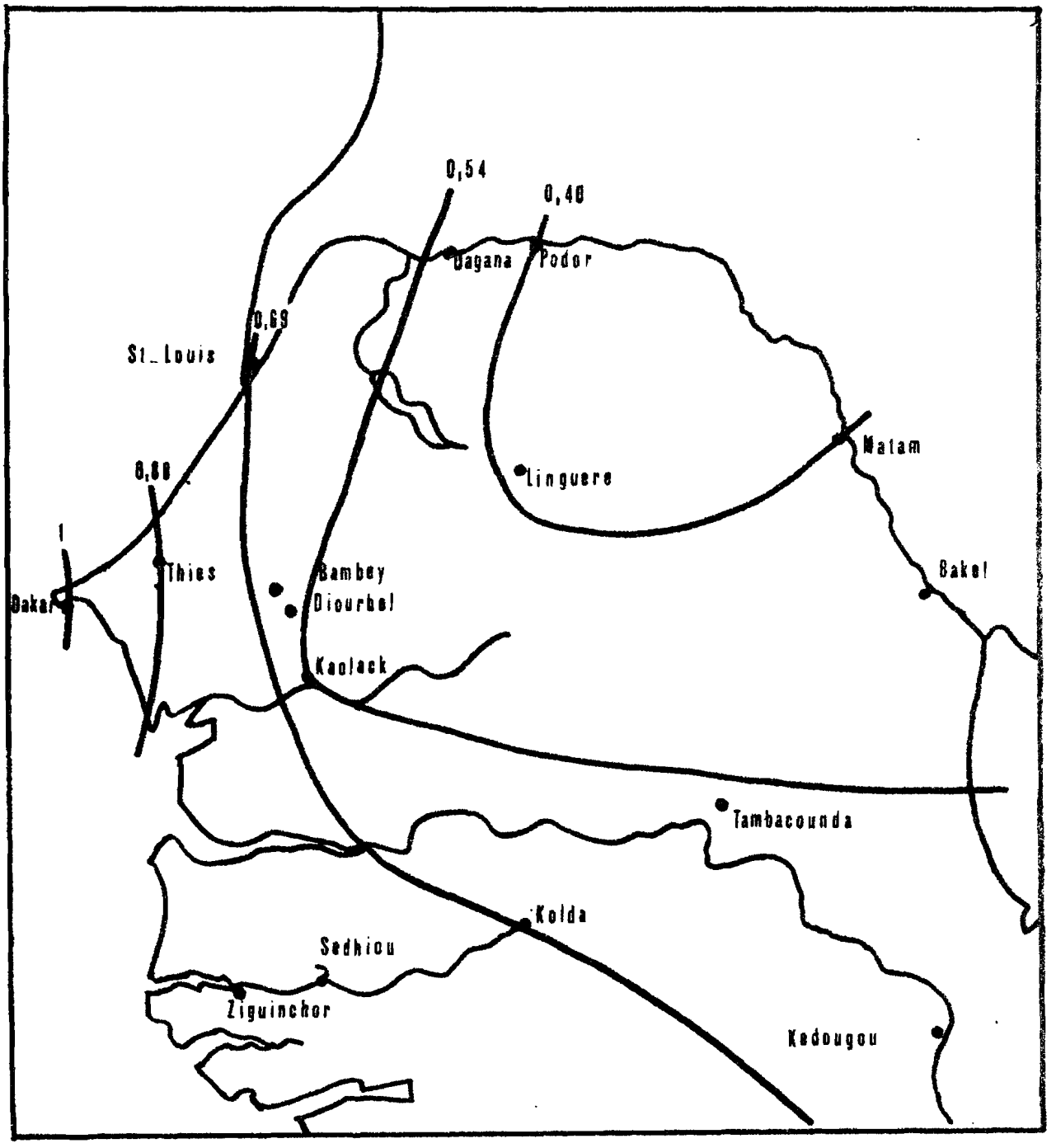


fig.20 isopotentielogrammes cuniculicoles

méthode dioh_sabbagh

C O N C L U S I O N S G E N E R A L E S

---------- oOo ----------

L'extension des projets de développement d'élevage du lapin domestique Oryctolagus cuniculus en milieu tropical et sub-tropical, notamment en Afrique et plus particulièrement au Sénégal, nous a amené à étudier sous l'angle de la physiologie un problème crucial qui conditionne toute la rentabilité d'un élevage cuniculicole. Il s'agit tout simplement de la fonction de reproduction sous l'influence de nos conditions climatologiques sahélo-soudaniennes, en particulier du facteur température qui, à certaines époques de l'année, constitue un paramètre majeur.

Il ressort des études publiées sur la physiologie de la reproduction du lapin et dont nous avons tenté une synthèse que toute la fonction de reproduction est conditionnée, tant chez le mâle que chez la femelle, par l'influence des facteurs du milieu qui agissent par un mécanisme d'intégration neuro-endocrinienne de l'axe hypothalamo-hypophysaire tout en mettant en évidence le rôle majeur des relais "hypophyse-surrénales" et "hypophyse-thyroïde". Ce qui explique les difficultés d'étude de la physiologie sexuelle chez le lapin et les nombreuses inconnues qui demeurent.

Expérimentalement, nous avons exploré différents paramètres de la sexualité et de la physiologie de la reproduction chez le lapin et chez la lapine en corrélation avec le comportement alimentaire, la thermorégulation et le fonctionnement thyroïdien et surrénalien sur des animaux de souche locale du Sénégal, en l'occurrence la souche "THIES".

Nous avons pu estimer chez les lapins de notre souche l'évolution du mécanisme de régulation thermostatique de la consommation alimentaire suggéré par BROBECK (1948) et démontré chez le lapin par PRUD'HON (1976). En effet, la consommation alimentaire y régresse en fonction de la température x selon une équation du type :

./.

$y = -4,8x + 200,2$ chez la femelle et
$y = -3,5x + 160$ chez le mâle.

L'étude du comportement hydrique a montré que la consommation d'eau régresse chez le lapin à partir d'un certain seuil thermique comme l'ont montré JOHNSON et all. (1957), ce qui soulignerait le rôle joué par la vaso-dilatation des vaisseaux de l'oreille chez le lapin dans la thermorégulation.

Cependant nos travaux nous laissent supposer des différences dans le comportement hydrique liées au sexe et à l'état physiologique tel que la gestation, surtout en ce qui concernerait le seuil thermique décrit par JOHNSON. De telles corrélations n'ayant jusqu'ici fait l'objet d'aucune investigation par d'autres chercheurs, il est important que le seuil thermique soit déterminé avec exactitude pour chaque sexe et pour les lapines gestantes d'autant plus qu'à notre avis un tel phénomène possède un impact sur la thermorégulation et sur certains paramètres hématologiques tel que le taux d'hématocrite.

L'exploration histologique des glandes surrénales nous a permis de préciser la place du lapin dans la classification de VERNE des cortico-surrénales de mammifères, aux côtés d'espèces telles que l'homme, le rat et le chat dont le type est caractérisé par l'existence d'enclaves lipidiques nombreuses mais pouvant disparaître lors d'un fonctionnement intense comme en atteste l'adaptation au stress thermique par la chaleur.

En outre, l'étude de la médullo-surrénale a montré chez quelques lapins des plages de destruction cellulaire médullo-surrénaliennes que nous interprétons comme une dégénérescence cellulaire occasionnée par un hyperfonctionnement et une hypersécrétion de catécholamines.

./.

Enfin, l'étude histologique de la thyroïde a permis de mettre en évidence un effet d'hypofonctionnement thyroïdien sous l'action des températures élevées que nous avons tenté d'expliquer, outre un phénomène métabolique d'adaptation à la chaleur par des interactions de nature cyclique avec les hormones sexuelles et donc avec la fonction endocrine testiculaire mais dont le cycle reste régi par l'influence de la chaleur sur la thyroïde. Un tel cycle peut avoir un impact pratique sur le comportement sexuel du mâle et ses aptitudes en tant que géniteur.

Nous attribuons de toute évidence un rôle majeur à la fonction thyroïdienne et au comportement alimentaire sous l'action des températures élevées et de la fonction surrénalienne.

Enfin, nous avons pu souligner de nombreux effets du stress thermique par la chaleur jusqu'ici demeurés inexplorés pour la plupart :

- diminution du poids des gonades même sans modification de la photopériode.
- blocage de la spermatogenèse au stade spermatogonie tandis que la folliculogenèse n'accuse qu'une simple réduction du nombre de gros follicules par dégénérescence plus importante des follicules de de Graaf.
- apparition d'un état physiologique sexuel proche du di-oestrus et une médiocrité des signes de chaleur chez les femelles en oestrus.
- réduction du poids moyen des portées par baisse de la prolificité des femelles et de l'ovulation sans incidence significative sur la survie embryonnaire.

L'exploitation pratique des résultats que nous avons obtenus et des connaissances que nous avons dégagées des synthèses bibliographiques nous conduisent à accorder aux géniteurs,mâles en particulier, une attention soutenue dans

./.

le contrôle de l'ambiance d'élevage du fait que se sont les mâles qui se sont révélés plus sensibles à l'influence des fortes températures.

En outre, les différences des exigences thermiques de la femelle et du jeune lapereau nouveau-né qui se plaît en température élevée doivent faire concilier des impératifs thermiques opposés. Ceci n'est possible que par l'usage d'une boîte à nid lors de la mise-bas qui permet de créer un micro-climat avec un confort thermique qui puisse assurer la survie du lapereau.

Outre l'attention particulière qui doit être accordée à l'alimentation et à l'abreuvement des animaux exposés à des températures élevées, il convient d'accorder le calendrier de certaines interventions stressantes aux variations journalières et saisonnières de la température ambiante pour éviter des agressions physiologiques surajoutées. C'est le cas de certaines interventions thérapeutiques et des vaccinations.

Il est évident que l'orientation essentielle de l'élevage doit tendre, dans les conditions climatiques de nos régions, davantage à intégrer les potentialités zoo-techniques des animaux à leur milieu écologique.

Le contrôle des cycles sexuels de la lapine en conditions de températures élevées doit essentiellement porter à rompre un état de di-oestrus qui se prolonge, en intervenant sur le centre hypothalamique de la cyclicité. A cet effet, nous avons essayé d'adapter une méthode du Professeur BERTRAND qui s'appuie sur une action d'abord freinatrice de ce centre à l'aide de la médroxy-progestérone qui en cessant de s'exercer occasionne un rebond gonadotrope spontané et que nous potentialisons par de faibles doses de gonadotrophines sériques PMSG. Cependant, de nombreuses investigations doivent encore préciser le contrôle des cycles sexuels de la lapine en conditions de températures élevées.

./.

Chez les mâles, le cycle des interactions "thyroïde-hormones sexuelles" développés sous l'impact de la chaleur doit permettre d'envisager dans une certaine mesure l'emploi de gonadotrophines sériques pour relancer la sécrétion de LH en défaut.

Enfin, l'impact de la température sur la physiologie de la reproduction du lapin domestique, son adaptation au milieu physique et donc ses aptitudes zoo-techniques font sentir la nécessité de disposer d'un outil fiable d'estimation, d'évaluation et de prévision des potentialités cuniculicoles d'une région ou d'un pays.

Nous avons essayé de mettre au point une telle méthode et de la développer avec notre ami Stanislas Dioh grâce au "cuniclimogramme Dioh-Sabbagh" et au calcul de l'indice D.S. Ce qui, aujourd'hui, nous a permis de proposer une cartographie des potentialités du Sénégal par le tracé des isopotentielogrammes cuniculicoles qui nous ont permis de mettre en évidence les grandes potentialités de la région subcanarienne du Sénégal, de la bande littorale au Sud du Cap-Vert et qui correspond à la Petite-Côte ainsi que celles de la région de la Casamance.

BIBLIOGRAPHIE

1. ASDELL S.A. (1924). *Some effects of unilateral ovariotomy in rabbits.* British Journal of Experimental Biology, 1, 473-483.

2. ANCEL P., WINTEMBERGER P. (1929). *De l'action du corps jaune sur l'évolution des oeufs chez la lapine.* C.R. Soc. Biol., Paris, 100,852.

3. AUSTIN C.R. (1949). J. Endocr., 6, 63.

4. ANTOPOL W. (1950). *Anatomic changes in mice treated with excessive doses of cortisone.* Proc. Soc. exp. Biol., N.Y., 73, 262.

5. ATERMAN K., GREENBERG S.M. (1952). *Cortisone-induced "precocious puberty" in rats.* Lancet, i, 545.

6. ADAMS C.E. (1954). *The experimental shortening of the generation interval.* Proc. B.S. A.P. 97-108.

7. ADAMS C.E. (1958); *Egg development in the rabbit : the influence of post-coital ligation of the uterine tube and of ovariectomy.* J. Endocrin., 16, 283.

8. ADAMS C.E. (1960a). *Studies on prenatal mortality in the rabbit, Oryctolagus cuniculus : the amount and distribution of loss before and after implantation.* J. Endocrin., 19, 325-344.

9. ADAMS C.E. (1960b). *Prenatal mortality in the rabbit, Oryctolagus cuniculus.* Journal of Reproduction and Fertility, 1, 36-44.

10. ADAMS C.E. (1961). J. Reprod. Fertility, 2, 521.

11. ADAMS C.E. (1962). *Studies on prenatal mortality in the rabbit, Oryctolagus cuniculus. The effect of transferring varying numbers of eggs.* Journal of Endocrinology 24, 471-490.

12. ADAMS C.E., CHANG M.C (1962). *The effect of delayed mating on fertilisation in the rabbit.* Journal of Experimental zoology, 151, 155-158.

13. ADAMS C.E. (1967). *Concurrent lactation and pregnancy in the rabbit.* J. Reprod. Fert., 13, 351-352.

14. ADAMS C.E. (1968). *Ovarian response to HCG and egg transport in the pregnant and post-parturient rabbit.* J. Endocr. 40, 101-105.

15. ADAMS C.E. (1970). *Maintenance of pregnancy in relation to the presence of few embryos in the rabbit.* Endocrinology, 48, 243-249.

16. ADAMS C.E. (1972). *Induction of ovulation and A.I. techniques in the rabbit.* Vet. Rec., 91, 194-197.

./.

16'. AGMO A.J. (1974). *The relation between sexual behaviour and seminal fructose in intact and castrated rabbits.* Physiology and Behaviour 13, 41-46.

17. BARRY M. (1839). Phil. Trans. 129, 307.

18. BERNARD C. (1859). *Sur la cause de la mort chez les animaux soumis à une haute température.* Mem. Soc. Biol. II, 51-53.

19. HERTZ R., HISAW F.L (1934). *Effects of follicle-stimulating and luteinizing pituitary extracts on the ovaries of the infantile and juvenile rabbit.* American Journal of Phisiology 108, 1-13.

20. BUTTNER W. WIENERT K. (1935). *Danerbrunst und Follikelpersistenz (Experimentelle untersuchungen an Kaninchen).* Arch. Gynäkol. 159, 64-83.

21. BROOKS C.M. (1937). Am. J; Physiol. 120, 544.

22. BERTHELON M. (1939). *Le cycle oestral chez les femelles des mammifères domestiques.* Recueil de Médecine Vétérinaire tome CXV - n° 2. Février 1939.

23. BRADBURRY J.T. (1944). *Seasonal incidence of anoestrous in the post-partum rabbit.* Anat. Rec., 88, 424.

24. BRAMBELL F.W.R (1944). *The reproduction of the wild rabbit, Oryctolagus cuniculus.* Proc. Zool. Soc., Lond. 114, 1-114.

25. BROBECK J.R. (1948). *Food intake as a mechanism of temperature regulation.* Yalc J. Biol. Med. 20, 545.

26. BULLOUGH W.S. (1951). *Vertebrate sexual cycles.* London, UK, Methuen and Co., Ltd. New-York, USA, John Wiley and sons, inc., 117 pp.

27. BEYER C., RIVAUD N. (1969). *Sexual behaviour in pregnant and lactating domestic rabbits.* Physiology and Behaviour, 4, 753-757.

28. BURDEN H.W. (1972). *Ultrastructural observations on ovarian perifollicular smooth muscle in the cat, guinea pig and rabbit.* Amer. J. Anat., 133, 125-142.

29. BJERSING L., CAJANDER S. (1974a). *Ovulation and the mecanism of follicle rupture. III. Transmission electron microscopy of rabbit germinal epithelium prior to induced ovulation.* Cell. Tissu Res., 153, 313-327.

30. BJERSING L., CAJANDER S. (1974b). *Ovulation and the mechanism of follicle rupture V. Ultrastructure of theca externa and the inner vascular network surrounding rabbit Graafian follicles prior to induced ovulation.* Cell. Tiss. Res. 153, 15-30.

31. BAHR J., KAO L., NALBANDOV A.V. (1974). *The role of catecholamines and nerves in ovulation.* Biol. Reprod. 10, 273-294.

32. BERTRAND M. (1976). *Le contrôle des cycles sexuels chez les rongeurs de laboratoire.* Révue Méd. Vét., 127, 1705-1721.

./.

33. CHU J.P. (1944). *Influence of the thyroïd gland on pituitary gonadotrophic activity in the rabbit.* Endocrinology, 34, 90-102.

34. COURRIER R. (1950). *Interactions between oestrogens and progesterone.* Vitamins and Hormones, 8, 179.

35. COURRIER R., BACLESSE M., MAROIS M. (1953). *Rapports de la Cortico-surrénale et de la sexualité.* J. Physiol., Paris, 45, 327.

36. CRARY D.D., SAWIN P.B. (1960). *Genetic differences in growth rate and maturation of rabbits.* Growth 24, 111-130.

37. CARLYLE A., WILLIAMS T.D. (1961). *Artificially induced ovulation in the rabbit.* Journal of Physiology, 157, 42P-44P.

38. CRITCHLOW V. (1963). *The role of light in the neuroendocrine system.*Chap. 12. in : Advances in Neuroendrocrinology, A.V. NALBANDOV (ed.), Urbana, Illinois, University of Illinois Press.

39. CASADY R.B. (1965). *Onze portées par an.* Vos lapins, 85, 14-20

40. CHANG M.C. (1966a). *Transport of eggs from the Fallopian tube to the uterus as a function of oestrogen.* Nature, Vol. 212, n° 5066, 1048-1049.

41. CHANG M.C. (1966b). *Degeneration of rabbit eggs following the administration of progesterone or ethinyl-estradiol.* Int. Conf. Physiology of Human Reproduction (Ford Fundation), Venice, p.22-23.

42. CHANG M.C., HARPER M.J.K. (1966). Endocr., 78, 860.

43. CHANG. M.C. (1967). J. Reprod. Fertil., 13, 173.

44. CHANG M.C. (1969). *Fertilization, Transportation and Degeneration of eggs in pseudopregnant or progesterone-Treated rabbits.* Endocrinology, vol. 84, n°2, 356-361.

45. CHOPRA I.J., ABRAHAM G.E., CHOPRA U., SOLOMON D.H., ODELL W.D. (1972). *Alterations in circulating oestradiol 17β in male patients with Graves' disease.* New Engl. J. Med. 286 : 124-129.

46. CHOU J.P., YI-CH'UAN L., CHEN-CH'AO C. (1974). *Effect of heating on rabbit spermatogenesis.* Chin. Med. J. 6, 365-367.

47. COUTINHO E.M., MAIA H., MAIA Jr. H. (1974). *Ovarian contractility.* Basic Life Sci., 4B, 127-137.

48. CHEVREMONT M. (1975). *Cytologie et Histologie, Tome II.* Desoer Maloine, p. 985.

49. CAJANDER S. (1976). *Structural alterations of rabbit ovarian follicles after mating with special reference to the overlying surface epithelium.* Cell. Tissu. Res., 164, 279-289.

50. De la CRUZ A., WRIGHT K.H., WALLACH E.E. (1976). *The effects of cholinergic agents on ovarian contractility in the rabbit.* Obstet. Gynecol., 47, 272-278.

./.

51. COLE H.H., CUPPS P.T. (1977). *Reproduction in domestics animals, third edition,* Academic Press, p. 265, 290.

52. COPPOLA A., ZICARELLI L., CAROTENUTO N., BARLETTA D., LUISI M. (1977). *Valutazione dell'estradiolo 17β e del progesterone nel plasma di coniglie in gravidanza. (Evaluation du taux plasmatique en 17β oestradiol et en progestérone chez les lapines gestantes).* Acta Med. Vet., 23, 83-88.

53. COPPOLA A., ZICARELLI L., BERTINI G.P., GASPERI M., FRANCHI F., PELLEGRINI S., LUISI M. (1979). *Reproductive Rythm and Ovarian Activity in Rabbits.* Zbl. Vet. Med. A, 26, 590-597.

54. DEANESLY R., FEE A.R., PARKES A.S. (1930). J. Physiol. 70, 38.

55. DWORZAK H., PODLESCHKA K. (1934). *Uber die Anheilungs - und Wachstums - vorgänge autoplastich in die Augenvorder-kammer de Kaninchens verpflanzter Ovarien, Uterus - und Tubenstücke.* Z. Geburtshilfe, 108, 354-375.

56. DOGGETT V.C. (1956). *Periodicity in the fecundity of male rabbits.* American Journal of Physiology 187, 445-450.

56! DURY A., BRADBURY J.T. (1942). *Copper-induced pseudopregnancy in the adult estrous rat.* Amer. J. Phisiol., 135, 587.

57. DESCLIN L. (1953). *Les facteurs qui déterminent la longueur de vie des corps jaunes et conditionnent leur activité fonctionnelle.* IIème réunion des Endocrinologistes de langue française, 1, 32. Masson, Paris;

58. DONOVAN B.T., HARRIS G.W. (1956). *Adrenergic agents and the release of gonadotrophic hormone in the rabbit.* J. Physiol. 132, 577.

59. DONOVAN B.T., VAN DER WERFF TEN BOSCH J.J. (1956). *The cervical sympathetic system and light induced oestrus in the ferret.* J. Physiol. (London) 132, 123-129.

60. DEGERMAN G., KIHLSTRÖM J.E. (1961). *Brief cyclic variations in some sexual functions of the male rabbit.* Acta Physiologica Scandinavica 51, 108-115.

61. DAVID A., EDWARDS K., FELLOWES K.P., PLUMMER J.M. (1963). *Antiovulatory and other biological properties of megestrol acetate 17α - acetoxy - 6 methyl pregna 4 : - diene - 3 : 20 - dione (B.D.H. 1298),* Reprod. Fert., 5, 531.

62. DENENBERG H.V., HUFF R.L., SAWIN P.B., ZARROW M.X. (1963). *Maternal behaviour in the rabbit : the quantification of nest building.* Ann. Behaviour, 11, 494-499.

62! DELAVEAU A. (1980). *Environnement des lapereaux et mortalité, cuniculture* Supplément au n° 31, 24-28.

63. DRAY F., SEBAOVN J., MOWSZOWICZ I., DELZANT G., DESGREZ P., DREYFUS G. (1967). *Facteurs influençant le taux de testostérone plasmatique chez l'homme : rôle des hormones thyroïdiennes.* Compt. Rend. 264 : 2578-2653.

64. DUNCAN S.L.B. (1969). *The partition of uterine blood flow in the pregnant rabbit.* Journal of Physiology, 204, 421-433.

./.

65. EL SHEIKH A.S., CASIDA L.E. (1955). *Motility and fertility of spermatozoa as affected by increased ambient temperature*. J. Anim. Sci. 14, 1146-1150.

66. ESPEY L.L., LIPNER H. (1963). *Measurements of intrafollicular pressures in the rabbit ovary*. Amer. J. Physiol. 205, 1067-1072.

67. ESPEY L.L. (1978). *Ovarian contractility and its Relation ship to ovulation :* A review. Biology of Reproduction, 19, 540-551.

68. FEE A.R., PARKES A.S. (1929). J. Physiol. 67, 383.

69. FEE A.R. PARKES A.S. (1930). J. Physiol. 70, 385.

70. FIROR W.M. (1933). Amer. J. Physiol. 104, 204.

71. FEVOLD H.L., HISAW F.L., GREEP P. (1936). *Augmentation of the gonad stimulating action of pituitary extracts by inorganic substances, particularly copper salts.* American Journal of Physiology 117, 68-74.

72. FOSTER M.A., FEVOLD H.L. (1938). *The inter relation ship of the pituitary gonadotrophic hormones in follicular development and ovulation of the juvenile rabbit.* American Journal of Physiology, 121, 625-632.

73. FRÖLICH A. (1948). *Some factors affecting semen production in rabbits*. Primo. Cong. intern. Fisiopat. Riprod. animal Fecond, artif., Milano.

74. FRIEDMAN S.M., FRIEDMAN C.L., NAKASHIMA M. (1950). *Action of cortisone on cardiovascular-renal effects of desoxy-corticosterone acetate*. Amer. J. Physiol. 163, 319.

75. FOOTE R.H., HAFS R.E., STAPLES R.E., GREGOIRE A.T., BRATTON R.W. (1963). *Ovulation rates and litter sizes in sexually receptive and non receptive artificially inseminated rabbits given varying dosages of luteinizing hormone*. J. Reprod. Fert., 5, 59-66.

76. FOX R.R., CAVANAUGH J.L. Jr., ZARROW M.X. (1964). *Influences of age on the response of the immature rabbit ovary to pregnant mare's serum (PMS)*. Endocrinology 75, 411-416.

77. FLUX E.C. (1967). *Reproduction and body weights of the hare, Lepus europaeus Pallas, in New Zealand*. N. Z. Jl Sci. 10, 357-401.

78. FARRELL G., POWERS D., OTANI T. (1968). *Inhibition of ovulation in the rabbit : seasonal variation and the effects of indoles*. Endocrinology, 83, 599-603.

79. FOX R.R. (1968). *Coitus as an ovulation stimulant in the laboratory rabbit*. Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine, V 128, 639-642.

80. FOX R.R., KRINSKY W.L. (1968). *Ovulation in the rabbit related to dosage of human chorionic gonadotrophin and pregnant mare's serum*. Proc. Soc. exp. Biol. Med., 127, 1222.

./.

81. FOX R.R., LAIRD C.W. (1970a). *Sexual cycles, in :* Reproduction and Breeding Techniques for laboratory animals, HAFEZ E.S.E., Chap. 5, 107-122,

82. FOX R.R., LAIRD C.W. (1970). *Diurnal variations in the rabbits : hematological parameters.* American Journal of Physiology, vol. 218, N° 6, 1609-1612.

83. FUCHS A.R., BELING C. (1974). Endocrinology, 95, 1054-1058.

84. GREGORY P.W. (1930). Contrib. to Embryol., 21, 141.

85. GREGORY P.W. (1932). *Potential and actual fecondity of some breeds of rabbit.* J. Exp. Zool. 62, 271-285.

86. GALPARIN S.J. (1937). *Is there a spontaneous oestrous cycle in rabbit ?* Bulletin de Biologie et de Médecine Expérimentale de l'URSS 4, 300-302.

87. GAUNT R., HOWELL C., ANTONCHAK N. (1952). *The effect of other steroïds on the response to cortisone.* J. Clin. Invest., 12, 958.

88. GELINEO S. (1956). *Contribution à la connaissance de la calorification du lapin.* Bull. Acad. Serbe Sci. 16 : 1-16.

89. GORDON G.G., SOUTHREN A.L., TOCHIMOTO S., RAND J.J., OLIVO J. (1969). *Effect of hyperthyroïdism and hypothyroïdism on the metabolism of testosterone and androstenedione in man.* J. Clin. Endocrinol. Metab. 29 : 164-170.

90. GONZALEZ R.R., KLUGER M.J., HARDY J.D. (1971). *Partitional calorimetry of the New-Zealand White rabbit at temperatures 5-35°C.* Journal of Applied Physiology Vol. 31, n°5, 728-734.

91. HEAPE W. (1905). *Ovulation and degeneration of ova in the rabbit.* Proceedings of the Royal Society, B76, 260-268.

92. HAMMOND J., MARSHALL F.H.A. (1925) *Reproduction in the rabbit.* Oliver and Boyd, London.

93. HILL M., PARKES A.S. (1931). J. Physiol 71, 36.

94. HILL M., PARKES A.S. (1932). *The relation between the anterior pituitary body and the gonads. IV. Induction of ovulation during pregnancy and its effects on fœtuses.* Proc. R. Soc. B. 110, 180-186.

95. HILL M., WHITE W. (1933). *The growth and regression of follicles in the oestrus rabbit.* J. Physiol. 80, 174-178.

96. HILL R.T. (1934). J. Physiol 83, 129.

97. HILL R.T., ALLEN E., KRAMER T.C. (1935). *Cinemicrographic studies of rabbit ovulation.* Anatomical Record 63, 239-245.

98. HARRIS G.W. (1941). *Further evidence concerning the role of the hypothalamus in the induction of ovulation in the rabbit following injections of copper acetate.* Journal of Physiology 100, 231-232.

./.

99. HAMILTON C. (1949). *Some indications of cyclic reproduction activity in the non-ovulating rabbit.* Abst. in American Journal of Physiology, 159, 573.

100. HAMILTON C.E. (1951). *Evidences of cyclic reproductive phenomena in the rabbit.* Anatomical Record 110, 557-572.

101. HELLMAN L., BRADLOW H.L., ZUMOFF B., FUKUSHIMA D.K., GALLAGHER T.F. (1959). *Thyroïd adrenal inter relations and the hypocholesterolemic effect of androsterone.* J. Clin. Endocrinol. Metab. 19 : 936-948.

102. HAFEZ E.S.E (1960). *Sex drive in rabbits.* Southwestern Veterinarian 14, 46-49.

103. HAFEZ E.S.E. (1961). *Procedures and problems of manipulation, selection, storage and transfer of mammalian ova.* Cornell Veterinarian 51, 299-333.

104. HARPER M.J.K. (1961a). *The time of ovulation in the rabbit following the injection of luteinizing hormone.* J. Endocrin., 22, 147-152.

105. HARPER M.J.K. (1961b). Proc. Fourth Intern. Congr. Anim. Reprod. The Hague, 375.

106. HENRY R. (1962). *Etude générale sur le dosage des gonadotrophines.* in : les gonadotrophines en gynécologie, XXIe Assises Franç. Gyn. Clermont-Ferrand. Masson Ed., p. 75.

107. HARPER M.J.K. (1963). *Ovulation in the rabbit :the time of follicular rupture and expulsion of the eggs, in relation to injection of luteinizing hormone.* J. Endocrin. 26, 307-316.

108. HOFFMANN C. (1963). *Les animaux de laboratoire.* Vigot éditeurs.

109. HAFEZ E.S.E. (1964a). *Seasonal fluctuations in ovulation rate and superovulatory response of domestic rabbit (Oryctolagus cuniculus).* Acta zoologica, Sweden 45, 123-131.

110. HAFEZ E.S.E. (1964b). *Ecology and Fertility.* 5th. International Congress on Animal Reproduction and Artificial Insemination, Trento, Vol.11, 7-26.

111. HAFEZ E.S.E. (1964c). *Effects of overcrowding in utero on implantation and fetal development in the rabbit.* Journal of Experimental Zoology, 156, 269-287.

112. HAFEZ E.S.E., RAJAKOSKI E. (1964). *Growth and survival of blastocysts in the domestic rabbit. I. - Effect of maternel factors.* J. Reprod. Fert., 7, 229-249.

113. HILLARD J., HAYWARD J.N., SAWYER C.H. (1964). *Postcoital patterns of secretion of pituitary gonadotrophin and ovarian progestin in the rabbit.* Endocrinology 75, 957-963.

114. HAFEZ E.S.E., ISHIBASHI I. (1965). *Effects of lactation and age at first bredding on size and survival of rabbit blastocysts.* Int. J. Fert., 10, 47-55.

115. HAMMOND J., Jr (1965). *The effects of hight and low planes of nutrition on reproduction in Rabbit.* New-Zealand Journal of Agricultural Research, 8, 708-717.

./.

116. HARPER M.J.K. (1965). Endocr., 77, 114.

117. HART J.S., POHL H. (1965). *Seasonal acclimatization in varying hare (Lepus americanus)*. Can. J. Zool. 43, 731-744.

118. HIROE K., TOMIZUKA T. (1965). *(Effets d'un environnement à température élevée sur la production de sperme chez les animaux domestiques)*. (Jap.) - Bulletin of the National Institute of Animal Industry, Japan n° 9, 27-35.

119. HUGHES R.L., ROWLEY I. (1966). *Breeding season of female wild rabbits in natural populations in the riverina and southern table-land districts of New South Wales, CSIRO, Wild.* Res., 11, 1-10.

120. HUGHES R.L., MYERS K. (1966). *Behavioural cycles during pseudopregnancy in confined populations of domestic rabbits and their relation to the histology of the female reproductive tract.* Australian Journal of Zoology 14, 173-183.

121. HUEBNER - NAKANE - (1967). Cités par THOMSEN, 1970.

122. HAFEZ E.S.E. (1970). *Reproduction and bredding techniques for laboratory animals.* Philadelphia, Pensylvania, USA ; Lea and Febiger, Chapter 15, 277.

123. HULOT F. (1975). *L'insémination artificielle ne peut encore être généralisée.* Numéro spécial de la revue l'Elevage : une production d'avenir : le lapin, 51-54.

124. HULOT F. et MATHERON G. (1981). *Effet du génotype, de l'âge et de la saison sur les composantes de la reproduction chez la lapine.* Ann. Génét. Sél. anim. 13, 131-150.

125. HULOT F., MARIANA J.C., LEBAS F. (1982). *L'établissement de la puberté chez la lapine (Folliculogenèse et ovulation). Effet du rationnement alimentaire.* Reprod. Nutr. Dévelop., 22 (3), 439-453.

126. IMAI I. (1960). *Study on smear specimens of the vaginal content of non-pregnant mature rabbits.* Hiroshima Journal of Medical Sciences 9, 61-81.

127. JOUBLOT J. (1927). *Sur la quantité de corps jaunes indispensable pour réaliser la préparation de l'utérus à la nidation de l'oeuf chez la lapine.* Arch. Anat. Strasbourg, 7, 437.

128. JOST A. (1950). *Recherches sur le contrôle hormonal de l'organogenèse sexuelle du lapin et remarques sur certaines malformations de l'appareil génital humain.* Gynec. Obstet., 49, 44.

129. JOST A., LIBMAN E. (1952). *Atrophie testiculaire sous l'action combinée de la désoxycorticostérone et de l'oestradiol chez le rat.* Ann. Endocrin., 13, 651.

130. JOHNSON H.D., RAGSDALE A.C., CHENG C.S. (1957). *Environmental physiology and shelter engineering with special reference to domestic on rabbits cattle. 1. Influence of constant environmental temperature (50° fand 80° f) on the growth responses and physiologicala reactions of rabbits and cattle.* Missouri Agric. Exp. Sta. Res. Bull. n° 646.

./.

131. JENSEN C.E., ZACHARIAE F. (1958). *Studies on the mechanism of ovulation. Isolation and analysis of acid mucopolysaccharides in bovine follicular fluid.* Acta endocr., Copenhagen, 27, 356.

132. JACOBOWITZ D., WALLACH E.E. (1967). *Histochemical and chemical studies of the autonomic innervation of the ovary.* Endocrinology, 81, 1132-1139.

133. JOHNSON A.D. (1970). *Limitation of fetus number in the rat, mouse and rabbit.* Journal of animal science, 30, 978-983.

134. KRAUS J.D. (1947). *Observations on the mechanism of ovulation in the frog, hen and rabbit.* Western. J. Surg., 55, 424-437.

135. KLEIN M. (1956). *Interférences entre gestation et lactation.* Ann. Endocr., Paris, 17, 553.

136. KILPATRICK R., ARMSTRONG D.T., GREEP R.O. (1962). *Maintenance of the corpus luteum.* Lancet, ii, 462.

137. KIHLSTRÖM J.E., DEGERMAN G. (1963). *Hormonally regulated cyclic variations in the sexual functions of the male rabbit.* Arkiv för zoologi 15, 357-358.

138. KENNELLY J.J., FOOTE R.H. (1965). J. Reprod. Fertility, 9, 177.

139. KOEFOED - JOHNSEN H.H., FULKA J. (1966). *(Quelques observations concernant la stérilité chez la lapine).* Ann. Rep. Roy. Veterin. Agric. Coll. Steril. Res. Inst., Copenhagen, 205-212. (Dan.).

140. KEYES P.L., NALBANDOV A.V. (1967). *Maintenance and function of corpora lutea in rabbits depend on oestrogen.* Endocrinology, 80, 938-946.

141. KOVACIC N.M.I. (1970). Endocrinology of Reproduction - chap. 1, in : *Reproduction and Breeding Techniques for Laboratory animals,* HAFEZ E.S.E., 5-35.

142. KILSTROM J.E., LUNDBERG C. (1971). *Cyclic variation of body temperature in female rabbits before and after ovariectomy.* Acta Physiologica Scandinavica 82, 272-276.

143. LYON R.A. (1943). *Studies on the production of secondary deciduomata during lactation in the rat.* Anat. Rec., 86, 417.

144. LIPNER H.J., MAXWELL B.A. (1960). *Hypothesis concerning the role of follicular contractions in ovulation.* Science, 131, 1737.

145. LABORATOIRE CENTRAL DE RECHERCHES VETERINAIRES - MAISONS-ALFORT (1969). *Les facteurs météorologiques et la production animale* . Bull. Tech. d'Inf. n° 237, fév. 1969, p. 105-110.

146. LAIRD C.W., FOX R.R., MITCHELL B.P., BLAU E.M., SCHULTZ H.S. (1970). *Effect of strain and age on some hematological parameters in the rabbit.* American Journal of Physiology, Vol. 218, n°6, 1613-1617.

147. LEBLANC J., VILLEMAIRE A. (1970). *Thyroxine and noradrenaline on noradrenaline sensitivity, cold resistance, and brown fat.* Am. J. Physiol. 218, 1742-1745.

./.

148. LEESON C.R., LEESON T.S. (1970). *The postnatal development of the ductus epididymidis in the rabbit.* Canadian Journal of Zoology 48, 1147-1153.

149. LE MAGNEN J. (1970), in KLÖTZ H.B., *Les hormones et le comportement.* L'expansion, Paris, 7-28.

150. LE BARS H. (1972). *Physiologie animale - Régulation thermique - Cours polycopié - Institut National Agronomique* - Paris-Grignon.

151. LEBAS F. (1975). *Etude chez la lapine de l'influence du niveau d'alimentation durant la gestation. I- Sur les performances de reproduction.* Ann. Zootech., 24 (2), 267-279.

152. LEFEVRE B., MARTINET L., MORET B. (1976). *Environnement et comportement d'oestrus chez la lapine.* 1er congrès international cunicole - Dijon (France) 1976 - communication n° 61.

153. LEFEVRE B., CAILLOL M. (1978). *Relationship of oestrus behaviour with follicular growth and sex steroid concentration in the follicular fluid in the domestic rabbit.* Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys. 18 (6), 1435-1441.

154. LEVASSEUR M.C. (1979). *Thoughts on puberty. The gonads,* Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys. 19, 321-335.

155. MOORE C.R., OSLUND R. (1923). *Experiments on the sheep testis - cryptorchidism, vasectomy and scrotal insulation.* Ann. J. Physiol. 67 : 595.

156. MOORE C.R. (1924). *Properties of the gonads as controllers of somatic and physical characte ristics. VII. Heat application and testicular degeneration : the function of the scrotum.* Am. J. Anat. 34 : 337.

157. MARSHALL F.H.A., VERNEY E.B. (1936). *Occurence of ovulation and pseudopregnancy in the rabbit as a result of central nervous stimulation.* J. Physiol., 97, 128.

158. MANN T. (1946). *Studies on the metabolism of semen. 3. Fructose as a normal constituent of seminal plasma. Site of formation and function of fructose in semen.* Biochemical Journal 40, 481-491.

159. MANN T., PARSONS U. (1947). *Effect of testicular hormone on the formation of seminal fructose.* Nature, London 160, 294.

160. MURPHREE R.L., WARWICK E.J., CASIDA L.E., McSHAN W.H. (1947). *Influence of reproductive stage upon the fertility of gonadotrophin - treated female rabbits.* Endocrinology, 41, 308-311.

161. MARKEE J.E., SAWYER C.H., HOLLINSHEAD W.H. (1948). *Adrenergic control of the release of luteinising hormone from the hypophysis of the rabbit.* Recent Progr. in Hormone Res., 2, 117.

162. MARKEE J.E., EVERETT J.W., SAWAYER C.H. (1952). Recent Progr. Hormone Res. 7, 139.

163. MAQSOOD M., PARSON N. (1954). *Influence of continous light or darkness on sexual development in the male rabbit.* Experientia 10, 188-189.

./.

164. MAULEON P. (1961). *Déroulement de l'ovogenèse comparé chez différents mammifères domestiques*. Proc. 4th int. Congr. anim. Reprod. The Hague, 2, 348-354.

165. MARTINET Lise (1973). *Quelques aspects de la physiologie de la reproduction du lapin*. Conférence, Session ITAVI Toulouse, sept. 1973.

166. MC EWEN G.N., HEATH J.E. (1973). *Resting metabolism and thermoregulation in the unrestrained rabbit*. J. Appl. Physiol., 35, 884-886.

167. MEYER C. (1973). *Evolution du contenu stomacal chez le lapereau non sevré au cours d'un jeûne total prolongé*, in DELAVEAU (1980).

168. MONTEITH J.L. (1973). *Principles of environmental physics*. Edward Arnold Ltd. London, 241 p.

169. MAY D., SIMPSON B. Kathleen (1975). *Reproduction in the rabbit*. Animal Breeding Abstracts vol. 43, n° 6, 253-261.

170. MACARI M., MACHADO C.R. (1978). *Sexual maturity in rabbits defined by the physical and chemical characteristics of the semen*. Laboratory animals 12, 37-39.

171. OLOUFA M.M., BOGART R., McKENZIE F.F. (1951). *Effect of temperature and thyroid gland on fertility in male rabbits*. Steril., 2, 223-228.

172. ORTAVANT R., MAULEON P., THIBAULT C. (1964). *Photoperiodic control of gonadal and hypophysal activity in domestic mammals*. Ann. N.Y Acad. Sci., 117, 157-195.

173. O'Farrel T. (1965). *The rabbits of Middleton Island, Alaska*. J. Mammal., 46, 525-527.

174. ORGEBIN - CRIST (1968). J. Reprod. Fertil. 15 : 5.

175. OLIVO J., SOUTHREN A.L., GORDON G.G., TOCHIMOTO S. (1970). *Studies of the protein binding of testosterone in plasma in disorders of thyroid function : effect of therapy*. J. Clin. Endocrinol. Metab. 31 : 539-545.

176. OKAMURA H., VIRUTAMASEN P., WRIGHT K.H., WALLACH E.E. (1972). *Ovarian smooth muscle in the human being, rabbit and cat*. Amer. J. Obstet. Gynecol. 112, 183-191.

177. OWEN J.E., MORGAN D.S. (1976). *Rabbit production for meat in developing and tropical countries : a review*. 1er Congrès International cunicole, Dijon (France) Communication n° 82.

178. OWEN J.E., Morgan D.J., Barlow, J. (1977). *The rabbit as a producer of meat and skins in developping countries*. Tropical Products Institute, G 108.

179. PADUCHEVA A.L., ESKIN J.A. (1937). *Ovulation in rabbits induced by copper acetate*. Bulletin de Biologie et de Médecine expérimentale de l'URSS, 4, 438-440.

180. PINCUS G. (1940). *Super ovulation in rabbits*. Anatomical Record, 77, 1-8.

181. PARKES A.S. (1943). *Induction of super ovulation and super fecundation in rabbits*. Journal of Endocrinology, 3, 268-279.

./.

182. PISCHINGER K. (1951). *Unter suchun gen über die Basalte temperatur vor und nach der ovulation beim Kaninchen. (Température basale avant et après ovulation chez le lapin). Dissertation, Tierärztliche Hochschule, Vienna, Austria.* Abst. in Wiener Tierärztliche Monatsschrift 40, 191-192.

183. POOL W.R., LIPNER H. (1964). Nature 203, 1385.

184. PETERS H., LEVY E., CRONE M. (1965). *Oogenisis in the rabbits.* Journal of Experimental Zoology 158, 169-180.

185. PARKES A.S., DEANESLY R. (1966). *Relation between the gonads and the adrenal glands.* Marshall's physiology of Reproduction - Vol. 3 - Third edition. 1064-1111.

186. PRUD'HON M. (1967). *L'appétit du lapin alimenté à sec.* Bulletin technique d'Information n° 219.

187. PRUD'HON M., BEL L. (1968). *Le sevrage précoce des lapereaux et la reproduction des lapines.* Ann. Zootech., 17, 23-30.

188. PRUD'HON M., ROUVIER R., CAEL J., BEL L. (1969). *Influence de l'intervalle entre la parturition et la saillie sur la fertilité et la prolificité des lapins.* Ann. Zootech., 18, (3), 317-329.

189. PRUD'HON M. (1976). *Comportement alimentaire du lapin soumis aux températures de 10, 20 et 30°C.* 1er Congrès International cunicole - Dijon (France) - communication n° 14.

190. ROSAHN P.D., GREENE H.S.N (1936). *The influence of intrauterine factors on the fetal weight of rabbits.* Journal of Experimental Medecine, 63, 901-921.

191. ROBSON J.M. (1937a). *Maintenance of ovarian and luteal function in the hypophysectomized rabbit by gonadotropic hormones.* J. Physiol., 90, 125.

192. ROBSON J.M. (1937b). *Maintenance of pregnancy and of the luteal function in the hypophysectomized rabbits.* J. Physiol., 90, 145.

193. ROBSON J.M. (1937c). *Maintenance by oestrin of the luteal function in hypophysectomized rabbits.* J. Physiol., 90, 435.

194. ROBSON J.M. (1947). *Recent advances in sex and reproductive physiology.* London, U.K. J. and A. Churchill. Ed. 3, 336 pp.

195. RADNOT M., STROBL G. (1964). *(Effet de la suppression de la lumière chez les jeunes lapins) (all.)* Klin. Mbl. Augenheilk., 145, 676-680.

196. RONDELL P. (1964). *Follicular pressure and distensibility in ovulation.* Amer. J. Physiol. 207, 590-594.

197. RATHORE A.K. (1970). *Hight temperature exposure of male rabbits : fertility of doses mated to bucks subjected to 1 and 2 days of heat treatment.* Br. Vet. J. 126, 168-178.

198. RICH T.D., ALLISTON C.W. (1970). *Influence of programmed circadian temperature changes on the reproductive performance of rabbits acclimated to two different temperatures.* J. Anim. Sci., 30, 960-965.

199. RUDER H., CORVOL P., MAHOUDEAU J.A., ROSS G.T., LIPSETT M.B. (1971). *Effects of induced hyperthyroidism on steroid metabolism in man.* J; Clin. Endocrinol. Metab. 33 : 382-387.

200. RENAULT L. (1976). *La pathologie digestive du lapin.* Document Sanders.

201. REYNE Y., PRUD'HON M., DEBICKI Anne-Marie, GOUSSOPOULOS J. (1977). *Caractéristiques des consommations d'aliments solide et liquide chez la lapine gestante puis allaitante nourrie ad libitum.* Ann. Zootech. 27 (2), 211-223.

202. SMELSER G.K., WALTON A., WHETHAM E.O. (1934). *The effect of light on ovarian activity in the rabbit.* Journal of Experimental Biology 11, 352-363.

203. SELYE H. (1939). *The effects of testosterone on the kidney.* J. Urol., 42, 637.

204. SAWYER C.H., MARKEE J.E. (1950). *The differential mechanisms by which picrotoxin and copper acetate induce ovulation in the rabbit.* Endocrin., 46, 177.

205. SAWYER C.H., MARKEE J.E., EVERETT J.W. (1950). *Activation of the adenohypophysis by intravenous injections of epinephrine in the atropinized rabbit.* Endocrinology, 46, 536.

206. SWINGLE W.W., FEDOR E.J., BARLOW G., COLLINS E.J., PERLMUTT J. (1951). *Induction of pseudopregnancy in rat following adrenal removal.* Amer. J. Physiol., 167, 593.

207. SAWYER C.H., (1952). *Stimulation of ovulation in the rabbit by the intraventricular injection of epinephrine or nor-epinephrine.* Anat. Rec., 112, 385.

208. STEPHENS M.N. (1952). *Seasonal observations on the wild rabbit, Oryctolagus cuniculus in West Wales,* Proc. Zool. Soc., Lond. 122, 417-434.

209. SAWIN P.B. (1954). *The influence of age of mother on pattern of reproduction.* Ann. N.Y. Acad. Sci., 57, 564-574.

210. SAWYER C.H. (1955). *Rhinencephalic involvement in pituitary activation by intraventricular histamine in the rabbit under nembutal anaesthesia.* Amer. J. Physiol. 180, 37.

211. SHAN M.K. (1955). *The effect of raised body temperature on pregnancy in the female rabbit and the study of its failure by the technique of egg transplantation.* Ph. D. thesis, University of Queensland, Australia.

212. SAWYER C.H. (1959). *Seasonal variation in the incidence of spontaneous ovulation in rabbits following estrogen treatment.* Endocrinology, 65, 523-525.

213. SAWYER C.H., EVERETT J.W. (1959). Endocrinology, 65, 644.

215. STAPLES R.E. (1967). *Behavioural induction of ovulation in the oestrous rabbit.* Journal of Reproduction and Fertility, 13, 429-435.

216. SAGINOR M., HORTON R. (1968). *Reflex release of gonadotrophin and increased plasma testosterone concentration in male rabbits during copulation.* Endocr. 82, 627-630.

./.

217. SINSE-CAEL J. (1968). *Etude des possibilités d'utilisation zootechnique du rythme de reproduction accéléré des lapines et du sevrage précoce des lapereaux.* Communication personnelle in PRUD'HON et all. (1969).

218. SMIDT D., THOMSEN J.J., HAFEZ E.S.E. (1968). *Untersuchungen zum emfluh der laktation auf implantation und fotalentwicklung beim kaninchen.* Z. Tierzücht Zücht Biol., 84, 115-126

219. STITT J.T., HARDY J.D. (1971). *Thermoregulation in the squirrel monkey (Saimini sciureus).* J. Appl. Physiol. 31, 48-54.

220. SELME M., PRUD'HON M. (1973). *Comparaison, au cours de différentes saisons des taux d'ovulation, d'implantation et de survie embryonnaire chez des lapines allaitantes saillies à l'oestrus post-partum et chez des lapines témoins.* Journées de recherches avicoles et cunicoles, 12-13-14 décembre 1973, 55-58, ITAVI.

221. SABBAGH M. (1980). Rapport de stage E.I.S.M.V/S.R.S.P.A. Thiès.

222. SABBAGH M. (1982). *Modélisation d'un écosystème artificiel d'élevage hors-sol.* Exemple de l'élevage cuniculicole (en préparation).

223. TEMPLETON G.S. (1940). *Pseudopregnancy in domestic rabbits.* Wildlife Circular, United States Department of the interior, n° 4, 13 pp.

224. TEMPLETON G.S. (1952). *Lenght of rabbit gestation period.* American Rabbit Journal 22 (6), 93.

225. TEMPLETON G.S., KELLOG C.E. (1959). *Raising rabbits.* Farmers'Bulletin, U.S. Department of Agriculture n° 2131, 48 pp.

226. THØRSOE, H. (1962). *Inhibition of ovulation and changes in ovarian mycopolysaccharides induced by thyroidectomy in rabbits.* Acta Endocrin. 41, 441-447.

227. TEPLITZ R., OHNO S. (1963). *Postnatal induction of ovogenesis in the rabbit (Oryctolagus cuniculus).* Experimental Cell. Research. 31, 183-189.

228. TSUTSUMI Y., TAKASHASHI M., OGURI N., HACHINOHE Y. (1968). *Variations in body temperature associated with reproductive state in the female rabbit.* Journal of Faculty of Agriculture, Hokkaido Imperial University 55, 363-381.

229. TACHER G. (1970). *Results of breeding laboratory animals in some tropical conditions.* Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop., 23, 109-117.

230. THOMSEN J.J. (1970). *Praktische - Aspekte und Möglichkeiten der Zyklus - synchronisierung beim Kaninchen. (Aspects pratiques et possibilités de synchronisation d'oestrus chez la lapine).* Tierzüchter 22 (3), 79-80.

231. TOUTAIN P.L. (1975). *Phéromones et communications olfactives chez les mammifères.* Revue de Médecine Vétérinaire, Tome CXXVI, n° 6 juin.

232. TSUTSUMI Y., TAKEDA T. (1976). *Evidence of expulsion of unfertilized ova into the vagina in pseudopregnant rabbits.* Jap. J. Zootech. Sci., 47 (9), 509-517.

./.

233. VENGE O. (1950). *Studies of the maternal influence on the birth weight in rabbits.* Acta. Zool. 31, 1-48.

234. VENGE O. (1963). *A note on a the length of gestation and the changes in weight at parturition in the rabbit.* Journal of the Animal Technicians Association, 13, 81-83.

235. VARIAN N.B., MAURER R.R., FOOTE R.H. (1967). *Ovarian response and cleavage rate of ova in control and FSH-primed rabbits receiving varying levels of luteinizing hormone.* Journal of Reproduction and Fertility, 13, 67-73.

236. VIRUTAMASEN P., WRIGHT K.H., WALLACH E.E. (1972). *Effects of prostaglandins E2 and F2a on ovarian contractility in the rabbit.* Fertil. Steril. 23, 675-681.

237. VIRUTAMASEN P., SMITASIRI Y., FUCHS A.R. (1976). *Intra ovarian pressure changes during ovulation in rabbits.* Fertil. Steril. 27, 188-196.

238. WALTON A., HAMMOND J. (1929). *Observations on ovulation in the rabbit.* J. Brit. exp. Biol. 6, 190.

239. WISLOCKI G.B., SNYDER F.F. (1933). Bull. Johns Hopkins Hosp. 52, 379.

240. WESTMAN A., JACOBSOHN D. (1937). *Uber Oestrin-Wirkungen auf die Corpus-luteum - funktion.* Acta Obstet. Gynec. Scand. 17, 1, 13.

241. WILSON W.K., DUDLEY F.J. (1952). *The duration of gestation in rabbit breeds and crosses.* Journal of Genetics 50, 384-391.

242. WATSON J.S. (1957). *Reproduction of the wild rabbit (Oryctolagus cuniculus) in Hawke's bay New-Zealand.* N.Z.J. Sci. Techn., 38B, 451-482.

243. WU C.V., ERCANBRACK S.K., BLACKWELL R.C., HUMPHREY R.D. (1962). *Effect of light and darkness on growth and reproduction in rabbits.* J. anim. Sci. 21, 658 (abstr.).

244. WALTER Marie-Rose, MARTINET Lise, MORET B., THIBAULT C. (1968). *Régulation photopériodique de l'activité sexuelle chez le lapin mâle et femelle.* Archives d'Anatomie, d'Histologie et d'Embryologie normales et expérimentales, Tome 51, Fasc.1/8, 775-780.

245. WURTMAN R.J., AXELROD J., KELLY D.E. (1968). *Light, the pineal and the biological rythms. in :* the pineal gland, p. 108-144. New-York, Academic Press.

246. WALLES B., EDVINSSON L., FALCK B., NYBELL G., OWMAN C., SJOBERG N.O., SVENSSON K.G. (1974). *Modifications of ovarian and follicular contractility by amines. A machanism involved in ovulation ?* Europ. J. Obstet. Gynecol. 4, S103-S107.

247. WALLES B., EDVINSSON L., FALCK B., OWMAN C., SJOBERG N.O., SVENSSON K.G. (1975). *Evidence for a neuromuscular mechanism involved in the contractility of the ovarian follicular wall : fluorescence and electron microscopy and effects of tyramine on follicle strips.* Biol. Reprod. 12, 239-248.

248. WEINER S., WRIGHT K.H., WALLACH E.E. (1975a). *Studies on the function of the denervated rabbit ovary : human chorionic gonadotropin - induced ovulation.* Fertil. Steril. 26, 363-368.

./.

249. WEINER S., WRIGHT K.H., WALLACH E.E. (1975b). *Lact of effect of ovarian denervation on ovulation and pregnancy in the rabbit.* Fertil. Steril. 26, 1083-1087.

250. WALLES B., EDVINSSON L., OWMAN C., SJOBERG N.O., SPORRONG B. (1976). *Cholinergic nerves and receptors mediating contraction of the Graafian follicle.* Biol. Reprod. 15, 565-572.

251. WRIGHT K.H., WALLACH E.E., FROMM E., JEUTTER D.C. (1976). *Studies of rabbit ovarian contractility using chronically implanted transducers.* Fertil. Steril. 27, 310-318.

252. YOUNGLAI E.V., MOOR B.C., DIMOND P. (1976). *Effects of sexual activity on luteinizing hormone and testosterone levels in the adult male rabbit.* J. Endocr. 69, 183-191.

253. ZUCKERMAN S. (1952). *The adrenogenital relationship.* Proc. Colston Res. Soc.5, 69. Ed. J.M. Yoffey.

254. ZACHARIAE F., JENSEN C.E. (1958). *Studies on the mechanism of ovulation. Histochemical and physio-chemical investigations on guenuine follicular fluids.* Acta endocr., Copenhagen, 27, 343.

255. ZUNER F.E. (1963). *A history of domesticated animals, London U.K. ;* Hutchinson and Co. (Publishers) Ltd. Chapter 19, 409-415.

256. ZICARELLI L., COPPOLA A., CAROTENUTO N., LUISI M. (1977). *Su alcune interdipendenze tra steroidi sessuali, LH e numero dei nati in coniglie gravide. (Quelques corrélations concernant les stéroïdes sexuels, la LH et la taille des portées chez la lapine gestante).* Acta. Med. Vet. 23, 161-168.

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS ; I

AVANT - PROPOS 4

INTRODUCTION GENERALE 7

PHYSIOLOGIE DE LA REPRODUCTION DU LAPIN DOMESTIQUE Oryctolagus cuniculus; SYNTHESES BIBLIOGRAPHIQUES II

Physiologie du mâle I2
Physiologie de la femelle 25

TRAVAUX REALISES AU LABORATOIRE DE PHYSIOLOGIE, PHARMACODYNAMIE ET THERAPEUTIQUE VETERINAIRE 5I

Généralités et méthodologie expérimentale .. 52
Etude du comportement alimentaire, de la consommation d'eau et de l'évolution du poids corporel 6I
Etude de la température corporelle et du taux d'hématocrite 74
Etude des glandes thyroïdes et des glandes surrénales 78
Etude de quelques paramètres de la fonction de reproduction 83
Applications pratiques 94

CONCLUSIONS GENERALES I08

VU :
LE DIRECTEUR
de l'Ecole Inter-Etats des
Sciences et Médecine
Vétérinaires

LE CANDIDAT
LE PROFESSEUR RESPONSABLE
de l'Ecole Inter-Etats des
Sciences et Médecine
Vétérinaires

VU :
LE DOYEN
de la Faculté de
Médecine et de
Pharmacie

LE PRESIDENT DU JURY

VU et permis d'imprimer.....
DAKAR, le.....

LE RECTEUR : PRESIDENT DU CONSEIL PROVISOIRE DE L'UNIVERSITE
DE DAKAR.

SERMENT DES VETERINAIRES DIPLOMES DE DAKAR

"Fidèlement attaché aux directives de Claude BOURGELAT, fondateur de l'Enseignement vétérinaire dans le monde, je promets et je jure devant mes maîtres et mes aînés :

- D'avoir en tous moments et en tous lieux le souci de la dignité et de l'honneur de la profession vétérinaire.

- D'observer en toutes circonstances les principes de correction et de droiture fixés par le code déontologique de mon pays.

- De prouver par ma conduite, ma conviction, que la fortune consiste moins dans le bien que l'on a, que dans celui que l'on peut faire.

- De ne point mettre à trop haut prix le savoir que je dois à la générosité de ma patrie et à la sollicitude de tous ceux qui m'ont permis de réaliser ma vocation.

QUE TOUTE CONFIANCE ME SOIT RETIREE S'IL ADVIENNE QUE JE ME PARJURE".