

ANNEE 1983

N° 12

THESE

présentée

pour obtenir le grade de

DOCTEUR VETERINAIRE
(Diplôme d'Etat)

par

Madame CISSE née Ndèye Maïmouna NDIAYE
née le 7 février 1958 à KAOLACK (Sénégal)

**CONTRIBUTION à L'ETUDE des SECTEURS LIQUIDIENS
du MOUTON - DOSAGE de la VOLEMIE
au RADIOCHROME (⁵¹ Cr)**

Soutenue publiquement le 22 juin 1983
devant la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Dakar

Jury : Président : François DIENG
Directeur de Thèse : Alassane SERE
Membres A. Lamine NDIAYE
René NDOYE
I. Pierre NDIAYE

ECOLE INTER-ETATS
DES SCIENCES ET MEDECINE
VETERINAIRES DE DAKAR

/_ ISTE 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 SAWADOGO Maître-Assistant

3 - ANATOMIE - HISTOLOGIE -

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 Confé-
rences Agrégé

Moussa ASSANE Assistant
Olorounto Delphin KOUDANDE Moniteur

5 - PARASITOLOGIE - MALADIES PARASITAIRES-

ZOOLOGIE

N Professeur
Joseph VERCRUYSE 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 ALOGNINGUWA 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 LEGISLATION
SANITAIRE

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

10 - ZOOTECHE - ALIMENTATION - DROIT -
ECONOMIE

Ahmadou Lamine NDIAYE Professeur
Oumarou DAMA Assistant
Bakary BADO Moniteur

II - PERSONNEL VACATAIRE

BIOPHYSIQUE

René NDOYE Maître de Con-
férences
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
D.E.S.T.O.M. DAKAR

BIOCLIMATOLOGIE

Cheikh BA Maître-Assistant
Faculté des Lettres
& 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'I.F.A.N.
UNIVERSITE DE DAKAR

ECONOMIE GENERALE

Oumar BERTE Assistant
Faculté des Sciences
Juridiques & Econo-
miques
UNIVERSITE DE DAKAR

GENETIQUE

Jean Pierre DENIS Docteur Vétérinaire,
Inspecteur Vétéri-
naire L.N.E.R.V. de
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 1982-83)

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

DENREOLOGIE

Jacques ROZIER Professeur
E.N.V. - TOULOUSE

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 GUDAR Professeur
E.N.V. - LYON

PHARMACIE - TOXICOLOGIE

G. LORQUE Professeur
E.N.V. - LYON

J E

D E D I E

C E

M O D E S T E

T R A V A I L . . .

- A mon vénérable oncle Serigne Madior CISSE

Admirable guide spirituel

*Vos hautes qualités morales et votre abnégation
constituent pour nous un modèle de vie*

Profonde gratitude pour vos prières.

Hommages respectueux.

- A ma grand-mère

Pour ta bonté et ta générosité.

*Profonde reconnaissance pour la tendresse et
la sollicitude que tu nous a toujours manifestées .*

- A mon père

*En témoignage de ma reconnaissance pour tous les
sacrifices consentis et pour l'amour que tu nous
a toujours porté.*

Je te dois infiniment.

- A ma mère

*Bien faible témoignage de ma reconnaissance
pour tous les sacrifices que tu as consentis
pour mon avenir et celui de mes frères et soeurs.*

Puisse ce travail t'honorer.

- A mon mari

*Un fruit de ta confiance et de ta compréhension
Avec l'espoir que les vicissitudes de la vie
seront surmontées ensemble
Pour que s'éternise notre amour.*

- A mes beaux-parents

- A mes beaux-frères et belles-soeurs

*Exemple de bonté et de confiance
Avec la ferme volonté de ne jamais décevoir
Très vive affection.*

- A mes oncles

Boubacar, Mambaye, Diakha et Khalyl

- A mes tantes

N'Dèye Khar, N'Dèye Awa, Fatou Niang Siga

*Pour tout ce que vous avez fait pour moi
Vive affection et reconnaissance.*

- A mes frères

- A mes soeurs

L'union fait la force

Ne jamais démeriter

Mieux faire.

- A mes enfants : Faballa et Cheikh Tidiane

Avec l'espoir que vous ferez mieux.

- A mes cousins

- A mes cousines

- A toutes mes amies de la cité Claudel

- A Diogou et Fama

- A Marguerite

*Qu'ils trouvent dans ce travail le témoignage
de toute mon affection.*

- A ma famille

*Que tous ses membres et chacun en particulier
veillent bien trouver ici amour, affection,
amitié et reconnaissance*

Que l'unité existante s'éternise.

- A tous nos camarades de l'E.I.S.M.V.

En souvenir des moments difficiles passés ensemble.

- Au personnel de l'E.I.S.M.V.

- Au personnel de l'E.N.S.U.T.

- Au personnel de la Faculté de Médecine et de Pharmacie

- A tout le personnel de l'Université

*Pour leur aimable contribution à la réalisation
de ce travail.*

- *Nous remercions sincèrement*

- . *Mme Jacqueline Piquet*
- . *Mme Sylvie Gassama*
- . *Mme Assanatou Sow*

*du département de Biophysique de la Faculté de
Médecine et de Pharmacie de Dakar
pour leur contribution effective et efficace à
l'élaboration de ce travail.*

- *A Messieurs . Papa Fall*

- . *Bougaleb Omar : documentaliste au L.N.E.R.V.*

- *A Mesdames . Diop secrétaire en Biophysique*

- . *Fatoumata NDoye secrétaire à l'E.N.S.U.T.*
- . *Diouf documentaliste à l'E.I.S.M.V.*

- *A Mademoiselle Marie Noëlle MBengue secrétaire à l'E.N.S.U.T.*

Pour leur gentillesse et compréhension

*Pour leur amicale collaboration à l'exécution
de ce travail.*

- A nos maîtres

- . de l'Ecole Corniche Filles
- . des Lycées Ameth Fall et Charles de Gaulle
- . de la Faculté des Sciences
- . de la Faculté de Médecine et de Pharmacie
- . de l'Ecole Vétérinaire (E.I.S.M.V.)

Pour leur enseignement

Profonde gratitude .

A NOS MAITRES ET JUGES ...

- Le Professeur François DIENG

agrégé de Médecine Légale à la Faculté
de Médecine et de Pharmacie de Dakar

Vous nous faites un grand honneur en acceptant
la présidence de notre jury de thèse.

Soyez assuré de notre sincère reconnaissance.

Hommages respectueux.

- Le Professeur Alassane SERE

agrégé de Physiologie à l'E.I.S.M.V.

Vous avez bien voulu nous confier ce travail
et en suivre l'élaboration avec un soin particulier.

Soyez assuré que votre rigueur scientifique
et votre esprit critique nous ont profondément marqués.

Il nous est agréable de vous exprimer notre
reconnaissance pour votre enseignement, pour l'accueil
bienveillant et quasi paternel que nous avons toujours
trouvé auprès de vous et pour l'honneur que vous nous
faites en acceptant de siéger dans notre jury de thèse.

- Le Professeur Ahmadou Lamine NDIAYE

agrégé de Zootechnie à l'E.I.S.M.V.

Nous avons admiré vos hautes qualités intellectuelles et votre sens du travail bien fait.

Votre présence dans ce jury est un honneur auquel nous sommes très sensible.

Nous vous prions d'accepter l'hommage de notre profond respect et notre vive reconnaissance pour votre enseignement.

- Le Professeur Ibrahima Pierre NDIAYE

agrégé de Neurologie à la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Dakar

Nous ne dirons jamais assez la reconnaissance que nous vous devons pour le soutien et les marques de sympathie que vous nous avez toujours accordés.

Vous nous faites un grand honneur en acceptant de juger ce travail.

Nous voudrions mieux exprimer ce que nous ressentons pour vous témoigner notre reconnaissance et notre profonde gratitude.

- *Le Professeur René NDOYE*

*agrégé de Biophysique à la Faculté de
Médecine et de Pharmacie de Dakar*

*Nous avons trouvé auprès de vous aide et
compréhension.*

*Vous nous avez séduit par votre abord facile
et votre grande disponibilité.*

Vous avez accepté de juger ce travail.

Sincères remerciements.

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

"Dieu a créé tous les êtres vivants à partir de l'eau".

(Coran, Sourate XXIV, 45)

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

Dans les zones sahéliennes et sahélo-soudaniennes à climat chaud et sec où se situent la plupart de nos régions, le problème de l'eau revêt deux aspects :

- le premier est relatif au ravitaillement en eau des animaux, il est du ressort des services d'hydraulique pastorale et de l'éleveur,

- le deuxième concerne l'économie de l'eau chez l'animal, il est du ressort du physiologiste et du zootechnicien. En effet dans ces régions, "la mise en jeu des réactions thermolytiques déclenche une véritable concurrence pour l'eau disponible entre les différentes fonctions" (105) et compromet de ce fait toutes les productions.

C'est dans cet environnement considéré comme hostile à l'élevage que nous avons choisi comme animal d'étude le mouton, espèce si bien adaptée que les pouvoirs publics ont tendance à l'oublier dans les projets de développement de l'élevage.

En réalité, le mouton dispose de qualités à faire valoir :

- sur le plan socio-économique, le Sénégal est un pays à 80 pour cent musulman et le nombre d'ovins sacrifiés lors de l'Aïd el Kebir (Tabaski*) est considérable,

* *Tabaski* : fête religieuse musulmane.

sans compter lors des cérémonies familiales (mariage, baptême, ...). De plus en abattage contrôlé les quantités pondérales d'ovins sacrifiés par an sont très importantes.

- sur le plan zootechnique, le mouton est un animal sobre et sa production est supérieure à celle du bovin (42).

- sur le plan physiologique, la tolérance du mouton aux températures élevées est excellente :

. il est capable de sacrifier l'homéothermie en élevant rapidement sa température corporelle,

. la thermolyse par polypnée thermique et sudation sacrifie l'eau du "milieu intérieur" (14). Cependant le mouton est capable d'économiser l'eau et on a constaté que son pouvoir de concentration urinaire est supérieur à celui du bovin (96).

Cette présente thèse sera intitulée "Contribution à l'étude des secteurs liquidiens du mouton - Dosage de la volémie au radiochrome ^{51}Cr ", sujet dont l'importance se mesure au nombre et à la qualité des travaux qui lui ont été consacrés.

En effet le problème du métabolisme de l'eau n'est pas l'apanage de ce vingtième siècle en dépit des

multiples recherches en ce sens. Déjà en 1858, l'illustre physiologiste CLAUDE BERNARD (14) affirmait :

"Personne ne contestera l'importance de l'étude des différents liquides de l'organisme à l'état normal et pathologique. C'est en effet dans le sang et dans les liquides qui en dérivent que la physiologie trouve la plupart des conditions pour l'accomplissement des actes physicochimiques de la vie, et c'est dans les altérations de ces mêmes liquides que la médecine cherche les causes d'un très grand nombre de maladies".

Cette phrase saisissante de vérité est encore aujourd'hui irréfutable. En effet l'eau constitue "la base structurale et fonctionnelle des êtres vivants" (11).

En outre ses fonctions sont sous la dépendance de ses propriétés physiques et chimiques.

Son rôle est fondamental dans l'homéostasie de la température corporelle grâce à sa chaleur spécifique et chaleur latente de vaporisation très élevées.

Nous nous sommes proposé de déterminer l'eau du secteur plasmatique en raison de son rôle fondamental dans les mécanismes de lutte contre la chaleur.

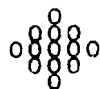
En particulier son étude présente un intérêt réel chez l'agneau en raison de sa toison peu développée et de l'immaturité de son mécanisme thermorégulateur.

Ce secteur assure en effet la liaison entre milieu extérieur et intérieur et subit le premier toutes les modifications de l'équilibre hydrique. En outre, toute modification de ce secteur entraîne des réactions correctrices par le mécanisme réflexe neuro-endocrinien et c'est à partir de sa composition et de son volume que se fait la régulation des autres secteurs hydriques de l'organisme.

Notre étude comprendra deux parties :

- dans la première nous présenterons les secteurs hydriques, les principes des méthodes de dosage et le choix des substances utilisées.

- la seconde partie sera consacrée à l'expérimentation et au commentaire des résultats obtenus.



P R E M I E R E P A R T I E

LES SECTEURS HYDRIQUES, EXAMEN DES PRINCIPES

GENERAUX DES METHODES DE DOSAGE ET

CHOIX DES SUBSTANCES

Dans l'étude de l'hydratation de l'organisme, il est plus intéressant de voir la répartition de l'eau corporelle en grands secteurs hydriques.

Cet artifice d'étude a permis de mieux cerner les désordres hydriques en mettant en évidence une répartition anormale du capital hydrique en vue d'en proposer une thérapeutique adéquate.

Nous étudierons ainsi dans cette partie :

- Les secteurs hydriques de l'organisme, ensuite seront successivement abordés :
- Les principes généraux des méthodes de dosage
- Le choix des substances utilisées.

CHAPITRE I - LES SECTEURS HYDRIQUES

Un certain nombre de considérations permet de diviser l'eau corporelle en deux grands secteurs :

- un secteur extracellulaire
- un secteur intracellulaire

Il s'agit de considérations :

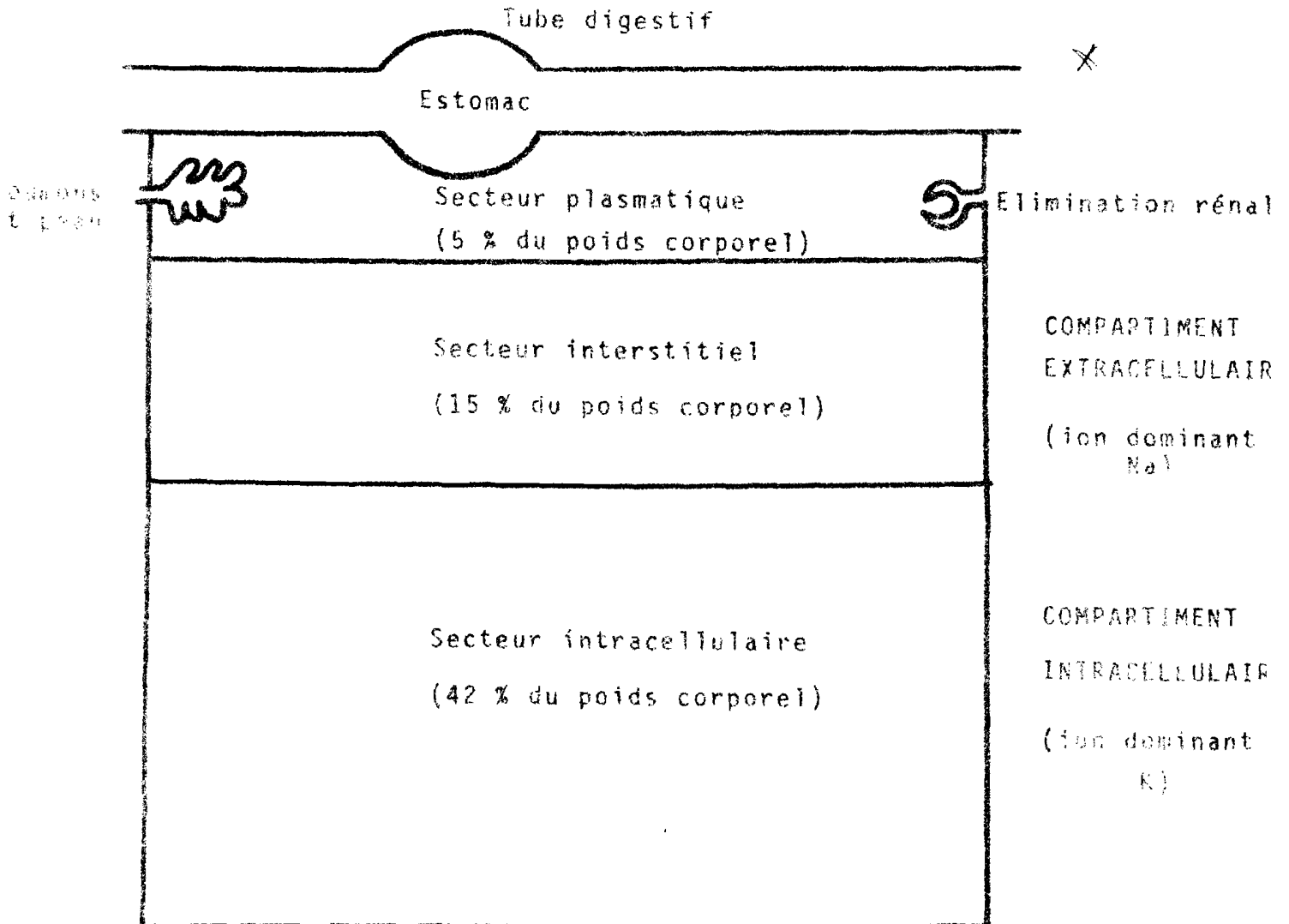
1) biochimiques : composition électrolytique différente.

2) anatomiques : les liquides de l'organisme sont contenus dans des formations anatomiques plus ou moins étanches.

3) fonctionnelles : la répartition d'un corps soluble, rarement uniforme dans tout l'organisme se fait dans un compartiment qui reconnaît des limites. Nous devons noter que ces compartiments encore appelés "espaces de diffusion ne coïncident pas exactement aux compartiments anatomiques" (72).

Importance relative des différents secteurs hydriques de l'organisme

(Cours Magistral de Physiologie, 1979, E.I.S.M.V.)



I - LE SECTEUR EXTRACELLULAIRE

Ce secteur comporte :

- l'eau plasmatique : compartiment plasmatique
- les liquides interstitiels et la lymphe :
compartiment interstitiel.

Il met en communication les cellules avec le milieu extérieur.

I.1 - Le compartiment plasmatique

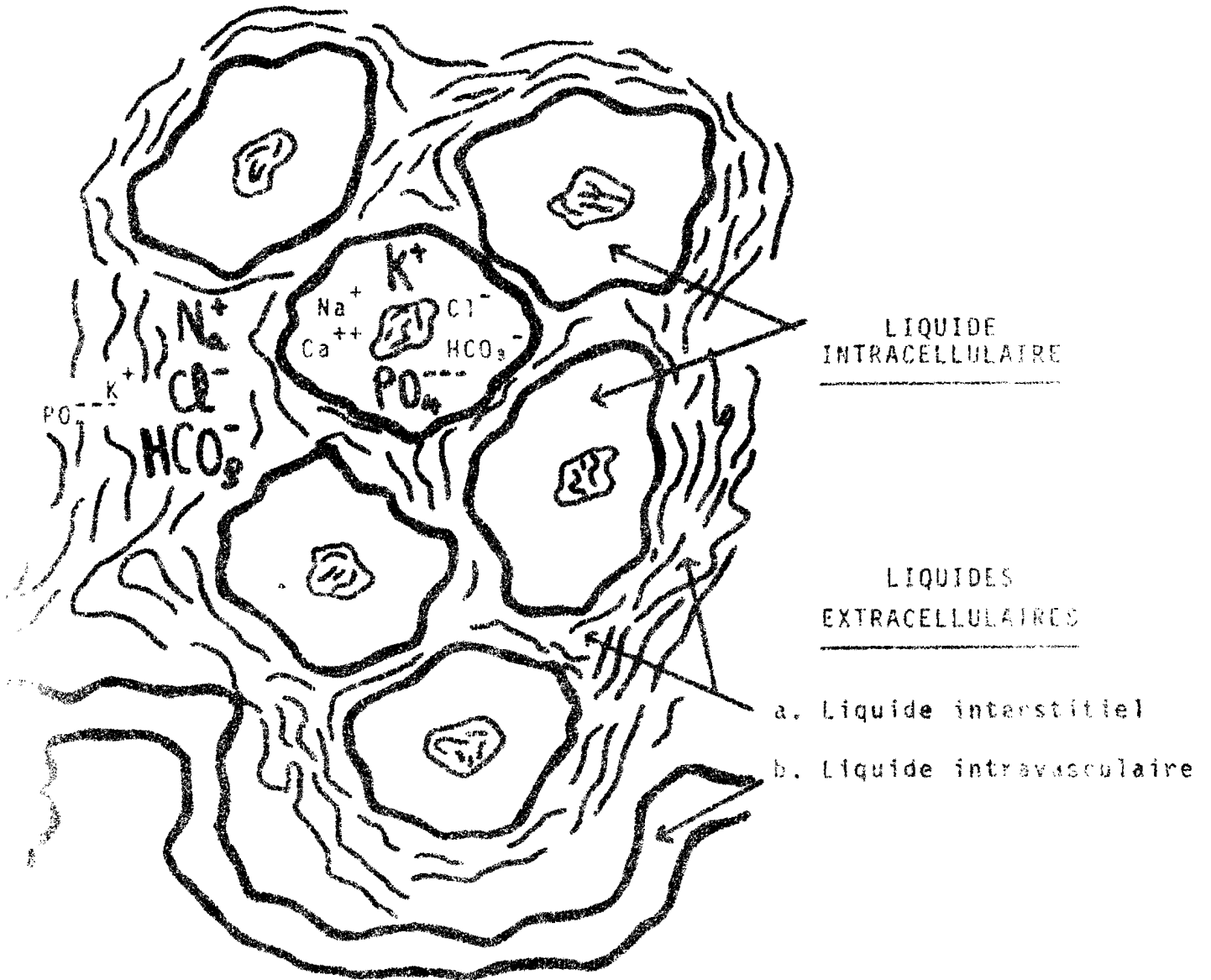
Le liquide plasmatique est un liquide intravasculaire circulant, en rapport avec le monde extérieur par l'intermédiaire des poumons, du rein, du tube digestif et de la peau.

C'est la circulation sanguine qui assure les échanges respiratoires et nutritifs indispensables à la vie ; c'est elle qui règle la constance du "milieu intérieur" (14).

Le plasma sanguin est riche en chlore, sodium, pauvre en potassium et une place à part doit être faite aux protéines dont la concentration très forte distingue ce secteur des autres compartiments du liquide extracellulaire.

Distribution de l'eau et des électrolytes dans
les tissus

(De VISSCHER, 1961, 128)



I.2 - Le compartiment interstitiel

C'est un liquide d'imbibition réalisant le bain où les cellules vivent, puisent leurs aliments et rejettent leurs déchets.

Il est séparé du plasma sanguin et lymphatique par la paroi des capillaires.

L'eau interstitielle est riche en chlore et sodium mais elle est beaucoup moins riche en protéines que l'eau du plasma. C'est une sorte d'ultrafiltrat du plasma.

A ce secteur extracellulaire, il faut ajouter "l'eau transcellulaire", dénomination suggérée par EDELMAN (49), pour celle qui est contenue dans des compartiments spéciaux de l'organisme, comme l'eau du tractus gastro-intestinal, les liquides céphalorachidien et synovial, l'urine contenue dans les tubes rénaux et la vessie, l'eau des cavités péritonéale, pleurale et péricardique ainsi que les sécrétions comprises dans la lumière des glandes et les humeurs oculaires.

II - LE SECTEUR INTRACELLULAIRE

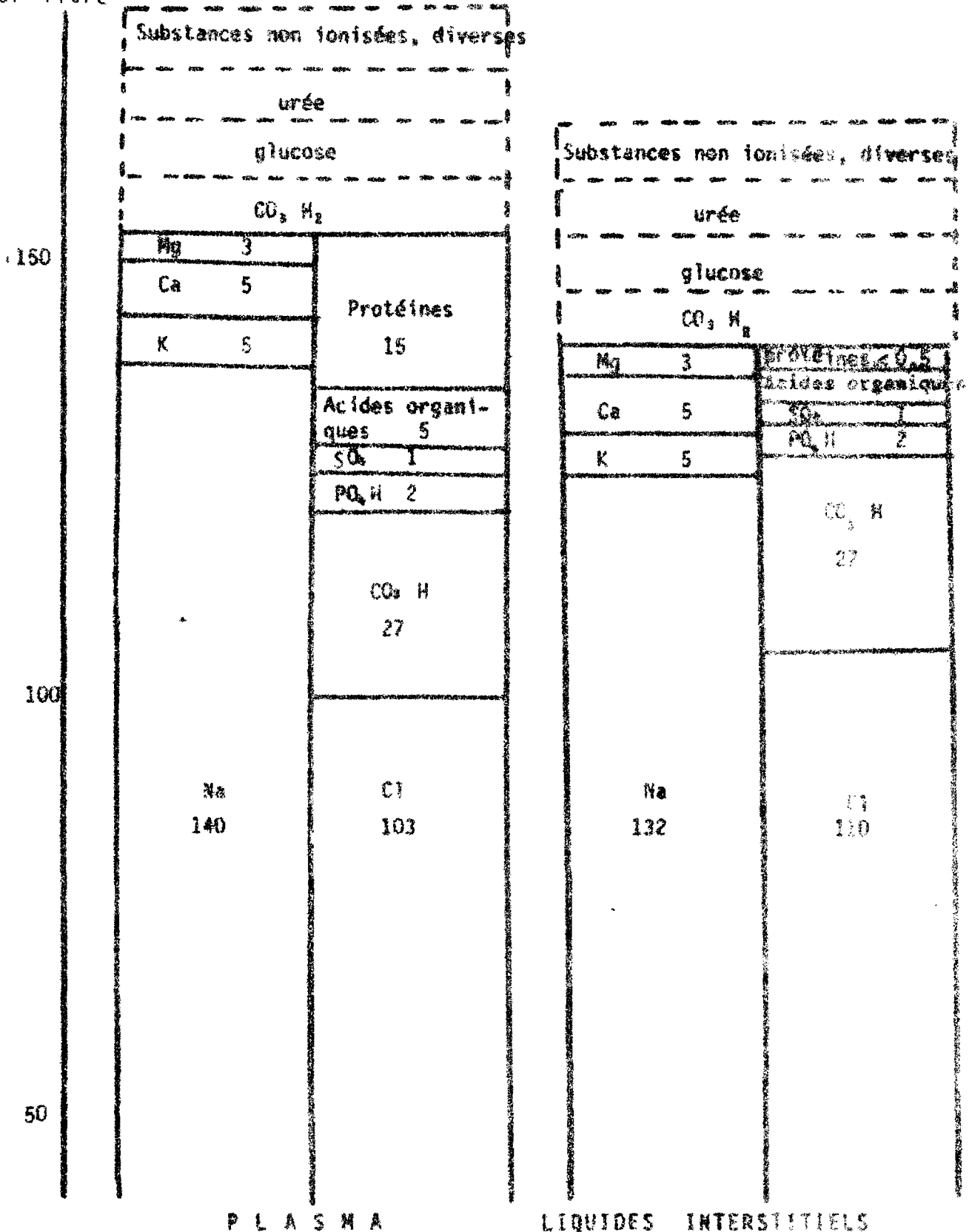
C'est l'eau protoplasmique, support du contenu cellulaire ; c'est dans ce secteur que se déroulent les différents processus métaboliques.

Les analyses de fragments tissulaires et tout

Structure électrolytique du secteur extracellulaire

(HAMBURGER, MATHE : Métabolisme de l'eau, Paris, 1957, 24.)

Milli-équivalents
par litre



spécialement des muscles striés ont apporté beaucoup de renseignements sur la composition du liquide contenu dans les cellules.

Sa composition électrolytique est différente de celle du secteur extracellulaire : le cation K^+ y prédomine. On y trouve également du magnésium, des sulfates, phosphates et protéinates.

Avec JUSTIN-BESANCON et LAMOTTE (90) on peut insister sur le fait que les substances dissoutes sont inégalement réparties dans les cellules. Ainsi le phosphore n'a pas une répartition homogène dans les muscles, le chlore également est particulièrement abondant dans les tendons, cartilages et muqueuse gastrique.

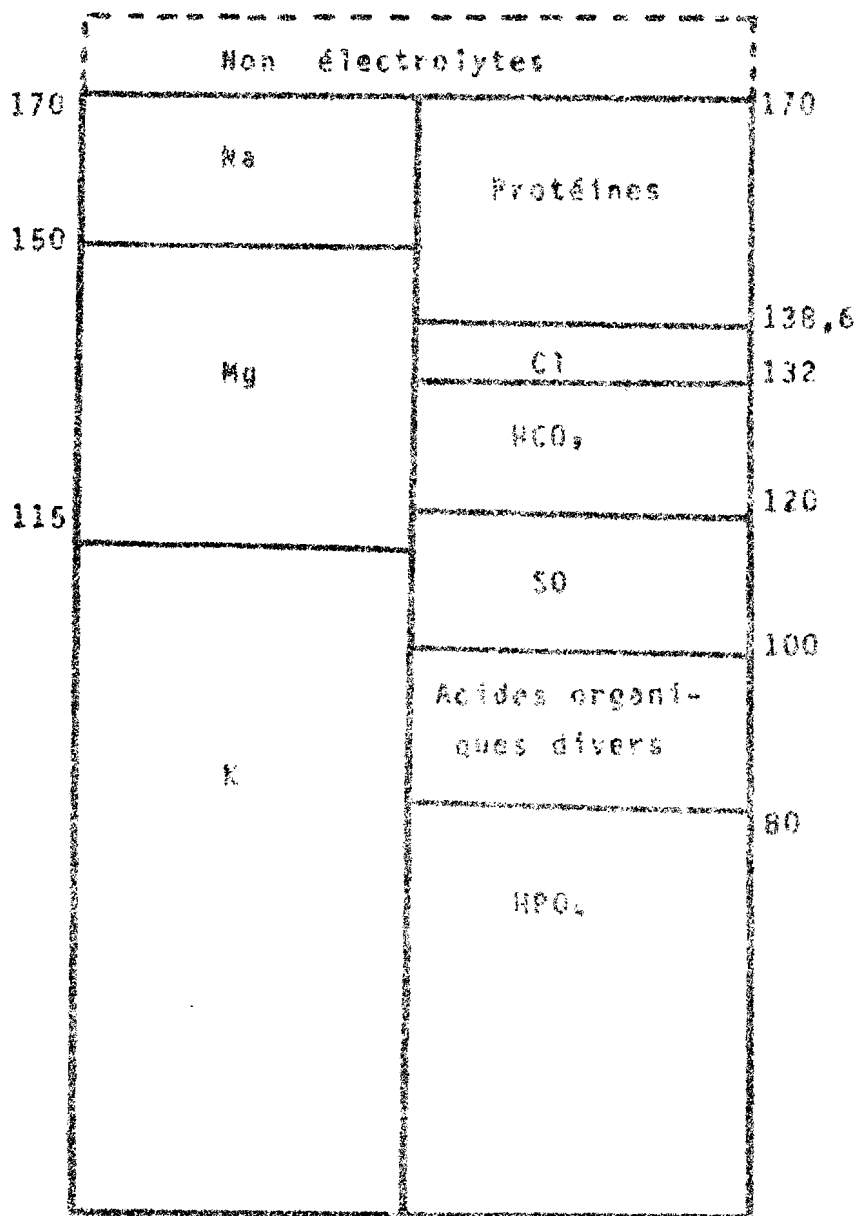
III - LES ECHANGES HYDRIQUES

On considère classiquement que les secteurs extracellulaire et intracellulaire sont séparés par la membrane de la cellule mais il convient de noter que le fait essentiel qui les distingue l'un de l'autre est une composition électrolytique différente déterminant la plupart des mouvements d'eau.

Nous verrons successivement les types d'échanges d'eau et le contrôle de ces échanges qui se font entre les différents secteurs hydriques.

Composition hypothétique moyenne
du liquide intracellulaire en milliéquivalents

(HAMBURGER, MATHE : Métabolisme de l'eau, Paris, 1952, 35)



III.1 - Les types d'échange entre ces secteurs

Des échanges d'eau s'effectuent à l'intérieur des divers secteurs de répartition hydrique puis entre ces secteurs et le milieu ambiant.

III.1.1 - Echanges entre cellules et liquide interstitiel

Ils se font à travers la membrane cellulaire et répondent en particulier à des phénomènes d'osmose. Le compartiment le plus hypertonique "pompe" (72), le compartiment le plus hypotonique. Ainsi toute hypertonie osmotique extracellulaire tend à faire passer de l'eau des cellules vers le secteur extracellulaire ; inversement toute hypotonie osmotique extracellulaire augmente l'hydratation cellulaire aux dépens du secteur extracellulaire.

Dans ce type d'échange, en dehors des facteurs extracellulaires qui se résument dans les modifications de la pression osmotique de ce secteur, des facteurs dits "cellulaires" encore fort mal connus, où lipides, protéines et métabolisme cellulaire jouent un rôle important, interviennent.

III.1.2 - Echanges entre liquide interstitiel et liquide plasmatique

C'est la présence d'un taux de protéines beaucoup plus élevé dans le plasma que dans les liquides interstitiels qui conditionne les échanges entre ces deux compartiments hydriques.

Dans le capillaire artériel, l'eau plasmatique tend à fuir vers les liquides interstitiels sous l'influence de la pression hydrostatique (P.H) sanguine qui est supérieure à la "pression oncotique" (P.O) exercée par les protéines plasmatiques ; dans le capillaire veineux l'eau est attirée à nouveau des liquides interstitiels vers le torrent circulatoire en raison de la pression oncotique qui est supérieure à la pression hydrostatique.

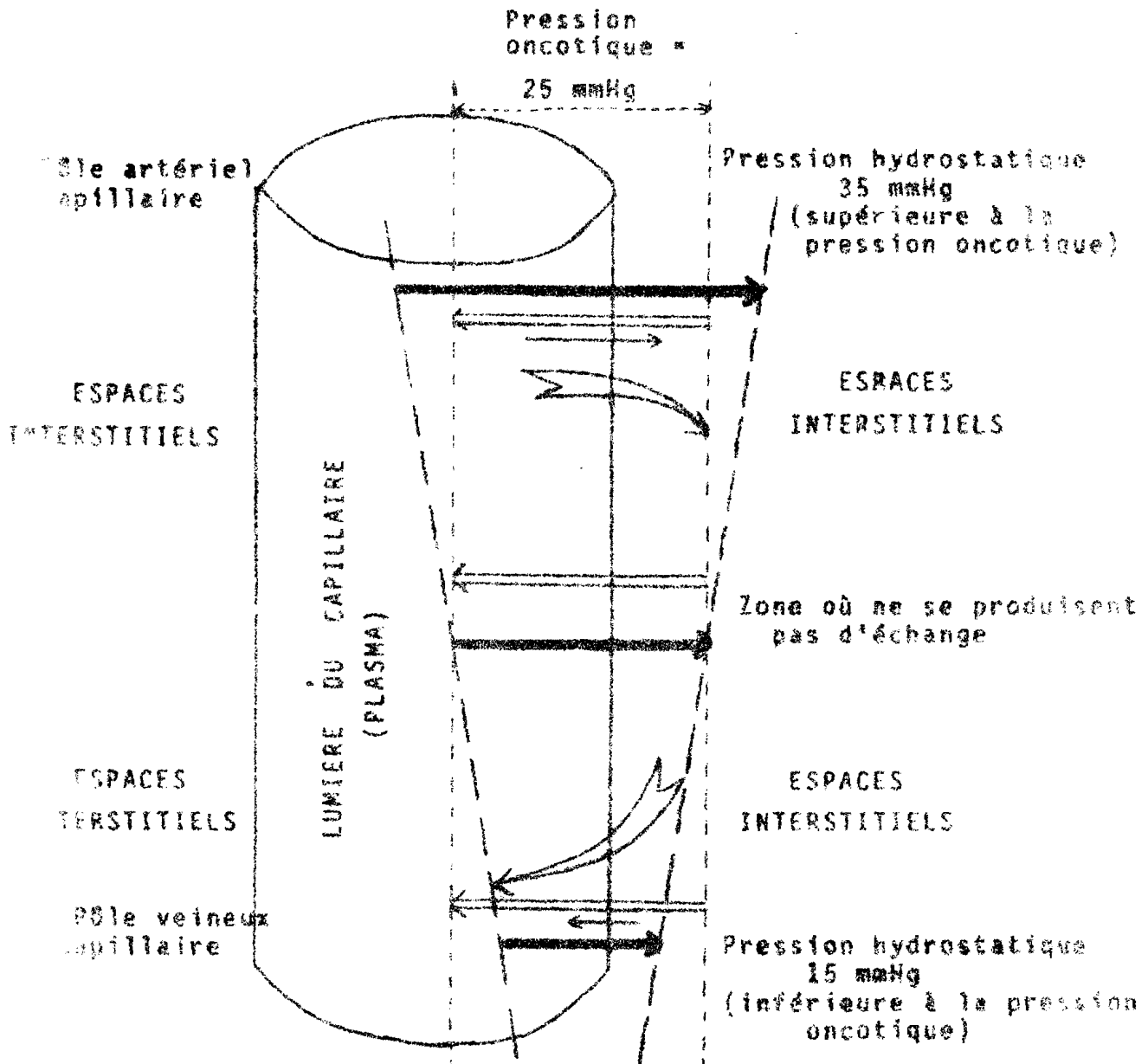
III.1.3 - Echanges entre liquide plasmatique et monde extérieur

Le liquide plasmatique reçoit du monde extérieur, par l'intermédiaire du tube digestif l'eau ingérée et absorbée au niveau des capillaires intestinaux, de même que les aliments rendus assimilables par le foie.

Grâce aux poumons, il reçoit également l'oxygène nécessaire aux combustions.

En outre, du fait de la disposition de l'appareil circulatoire, il est directement branché avec plusieurs

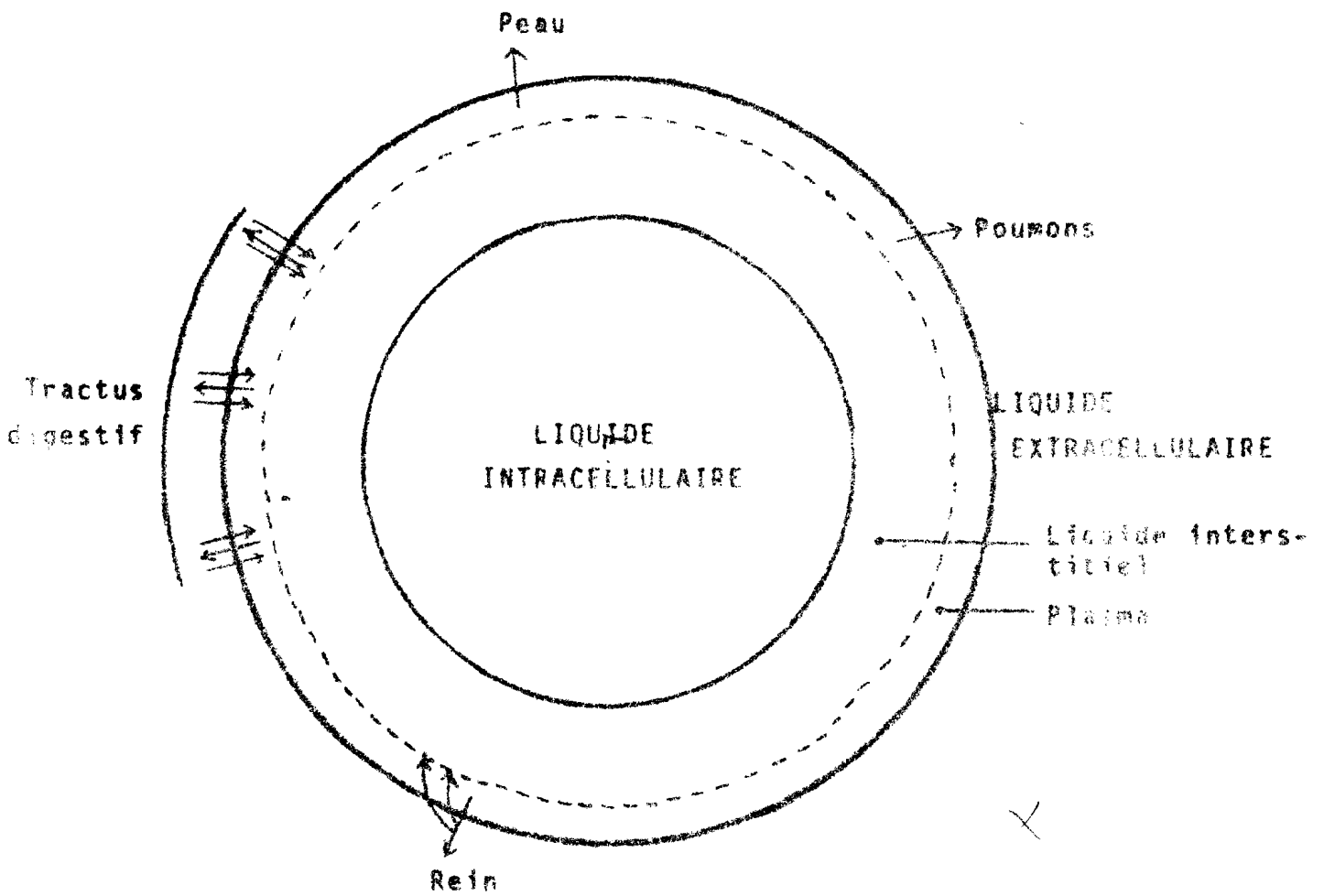
Représentation schématique du sens des échanges d'eau entre le plasma et les liquides interstitiels, en fonction de la pression hydrostatatique dans le capillaire
(HERMANN, CIER, Précis de Physiologie, Masson éd, 1976, 161)



- Pression hydrostatatique
- Pression oncotique
- Différence entre les deux (flux net)
- Sens général des échanges

Compartiments liquidiens du corps : échanges avec le milieu extérieur

DANOWSKI and ELKINTON, Body Fluids, 1955, 5



organes éliminateurs de déchets à savoir :

- le rein
- le tube digestif
- les poumons
- la peau

Dans l'étude du comportement, de l'adaptation des animaux au climat chaud et sec, ce type d'échange mérite une attention particulière.

En effet le liquide plasmatique est le plus mobile et subit les perturbations initiales lors d'exposition à la chaleur.

Lors de perte abondante d'eau par sudation ou polypnée consécutive à l'exposition au chaud, le plasma devient hypertonique. Il y aura appel d'eau du liquide interstitiel vers le plasma hypertonique. Il s'ensuit un passage d'eau du liquide intracellulaire vers le secteur interstitiel.

Ainsi tous les secteurs encaissent ce déficit hydrique. Mais cette correction d'urgence de la perturbation ne suffit pas. Il faut que la perte par les divers émonctoires de l'organisme soit comblée par l'apparition d'une sensation spéciale, la soif et par la réduction du volume urinaire.

Soif (pour les entrées d'eau) et sécrétion urinaire (en ce qui concerne les sorties d'eau) sont donc les deux postes les plus importants et ajustables du bilan hydrique qui est un indicateur pour l'équilibre hydrique.

Dans la pratique, l'économie de l'eau chez les animaux adaptés à la sécheresse se jouera essentiellement sur ces deux postes ajustables du bilan hydrique à savoir :

- résistance à la déshydratation
- réduction de la diurèse.

Les animaux résistants à la déshydratation perdent un peu de leur poids en un temps relativement plus long que pour les autres. Ainsi MC FARLANE (107) rapporte qu'une perte de poids de 20 % s'observe en

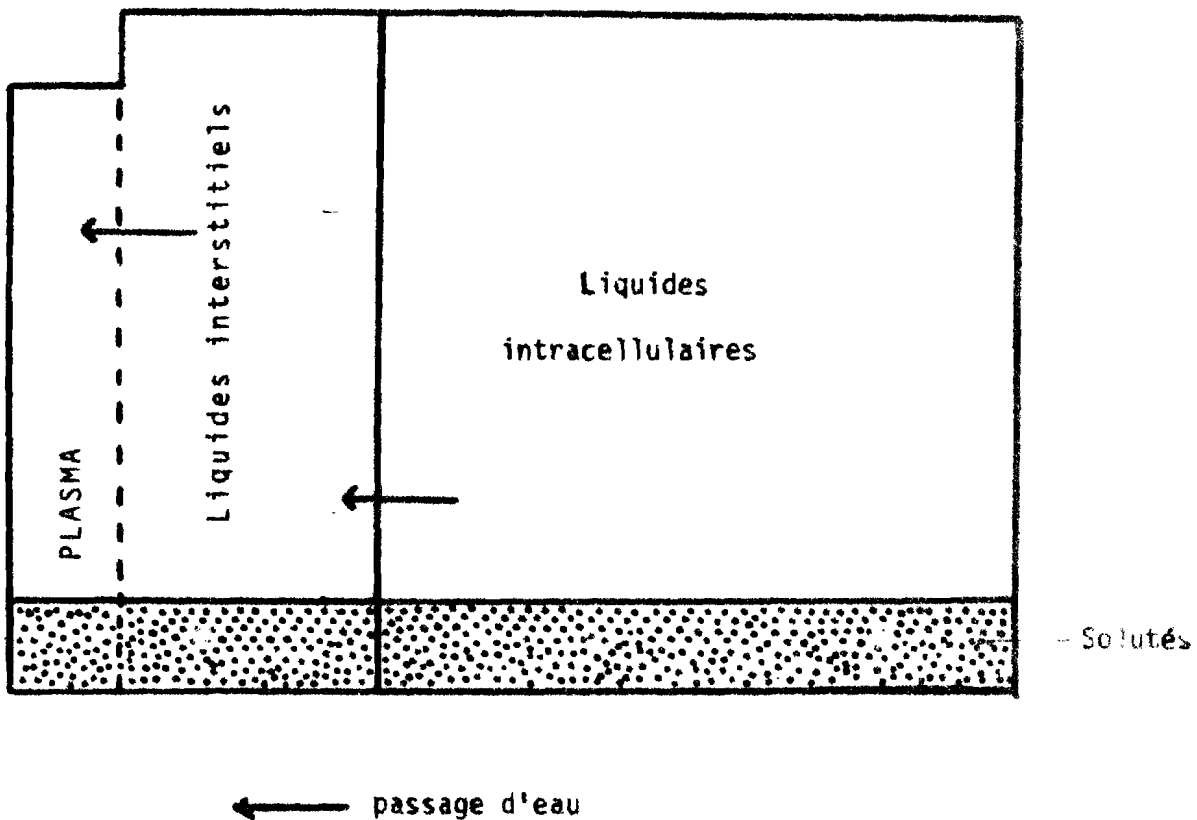
- 7 à 10 jours chez le chameau
- 5 à 4 jours chez le mouton
- 2 à 3 jours chez le bovin

lorsque la température maximale diurne dépasse 40 °C.

D'autre part le rein du mouton a un potentiel de concentration qui représente 2 à 3 fois ce qu'il utilise dans les conditions normales. La concentration urinaire d'un mouton hydraté est de 1200 mosm/l comparée à 3800 mosm/l lorsqu'il est privé d'eau pendant 6 à 8 jours (96).

Mouvement d'eau lors de la diminution de l'hydratation

(Cours magistral de Physiologie, 1979, E.I.S.N.V.)



Une diminution de la teneur en eau du plasma \Rightarrow augmentation de la concentration de solutés \Rightarrow élévation de la pression osmotique \Rightarrow passage d'eau des liquides interstitiels vers le plasma \Rightarrow le secteur interstitiel devient hypertonique par rapport au secteur intracellulaire \Rightarrow appel d'eau du secteur intracellulaire vers le liquide interstitiel, d'où déshydratation cellulaire et apparition du phénomène de soif.

En pathologie également, le bilan hydrique est positif (c'est-à-dire que les entrées d'eau sont supérieures aux sorties) lors de rétention hydrique lorsque des épanchements se forment dans les séreuses ou dans le tissu conjonctif (oedèmes) ; il est par contre négatif (c'est-à-dire que les sorties d'eau sont plus importantes que les entrées) dans les déshydratations : c'est ce qui se produit lors d'importantes déperditions hydriques par exemple dans les diarrhées ou lorsque les pertes d'eau par vaporisation ne sont pas compensées par un apport d'eau suffisant.

III.2 - Régulation des échanges hydriques

Le contrôle des échanges hydriques est humoro-neuro-endocrinien.

- Premièrement des centres diencephaliques sont sensibles :

- . par des volorécepteurs à la quantité
- . par des osmorécepteurs à la composition des liquides extracellulaire et intracellulaire.

Les impressions reçues sont transmises aux centres coordinateurs hypothalamiques et déclenchent la sensation de soif.

Ce phénomène de soif joue un rôle essentiel dans la régulation de l'équilibre hydrique en permettant d'ajuster l'apport liquidien à la quantité excrétée.

Sur le plan physiologique donc la soif apparaît comme un signal indiquant la nécessité de remplacer l'eau perdue par l'organisme.

On lui reconnaît en général une cause locale : (CANNON et GREGERSEN) (29) la sécheresse buccopharyngienne sous la dépendance d'une insuffisance de la sécrétion salivaire, une cause générale (CLAUDE BERNARD) (15) qui est l'appauvrissement général de l'organisme en eau.

Cependant BELLOWS (10) estime qu'on peut combiner ces deux théories car un appauvrissement de l'organisme en eau a pour première conséquence un tarissement de la sécrétion salivaire.

- Deuxièmement le système endocrinien règle les excréta :

. La post-hypophyse agit sur le rein par son hormone antidiurétique (ADH). La sécrétion de cette hormone a pour conséquence l'exagération de la réabsorption active de l'eau au niveau du segment distal du tube urinifère. Il en résulte une réduction rapide de la diurèse et, par suite, une diminution des déperditions aqueuses susceptibles de se produire au niveau du rein. Ce phénomène aboutit donc à favoriser la dilution du plasma.

. L'anté-hypophyse met en jeu les surrénales qui, par leurs minéralocorticoïdes en particulier l'aldostérone, régulent la réabsorption de l'eau et des ions. L'aldostérone, hormone de l'épargne sodée agit au niveau du tube contourné distal du rein et empêche une élimination hydrique importante.

. A un degré moindre, la thyroïde, les oestrogènes agissent sur la déperdition ou la rétention hydrominérale.

Ce contrôle a pour but de maintenir dans l'organisme un équilibre hydrique normal mais il suffit qu'un des multiples facteurs de l'équilibre : tube digestif, appareil respiratoire, circulatoire, nerveux, endocrinien, rein, n'assume plus ses fonctions qu'il apparaisse un trouble du métabolisme de l'eau qu'il conviendra de corriger.

II HAPITRE II - PRINCIPES GENERAUX DES METHODES
DE MESURE

I - DEFINITION

Le principe de toutes les méthodes de mesure des secteurs hydriques de l'organisme est basé sur le fait que l'espace de diffusion de certains corps, qui est "le volume hydrique apparent dans lequel cette substance s'est répandue de façon homogène lorsque sa diffusion est complète" (HAMBURGER) (72), semble avoir des frontières grossièrement superposables à celles des différents secteurs.

Ce principe est simple et HAXHE (79) le définit ainsi :

"Si une quantité Q d'une substance indicatrice quelconque est introduite dans un système clos et que cette substance se distribue uniformément pour atteindre un équilibre, le volume total V du système peut se calculer à partir de la concentration finale C . En effet $Q = CV$ ".

L'équilibre suppose que l'indicateur ne puisse être détruit ou formé dans l'organisme et qu'on puisse connaître la quantité excrétée ou perdue pendant la période d'équilibre.

Cependant les substances utilisées comme indicateur dans ces dosages doivent présenter un certain nombre de conditions qu'exigent l'expérimentation et leur usage chez des êtres vivants.

II - CONDITIONS EXIGEABLES POUR LE CHOIX DE LA SUBSTANCE

Elle doit :

- diffuser uniformément et rapidement dans son espace de distribution (114)
- ne pas pénétrer dans les autres compartiments
- s'éliminer très lentement
- ne pas subir d'altération dans l'organisme
- ne pas être toxique
- se prêter à un dosage facile, rapide et précis.

Toutes ces conditions sont très difficiles à réunir, voire même impossibles. Aussi si l'une d'entre elles fait défaut la méthode doit être considérée comme un procédé clinique approximatif.

Dans tous les cas, il est donc nécessaire que la technique utilisée soit précisée dans l'exposé des résultats.

III - MODE DE CALCUL D'UN ESPACE DE DIFFUSION

Après l'injection d'une substance diffusant dans un secteur bien déterminé, on fait des prélèvements à des intervalles de temps donnés en vue de déterminer la concentration de la substance.

La concentration plasmatique, en fonction du temps passe par deux phases :

- une période de diffusion à pente rapide
- une période d'élimination représentée par une droite sur du papier logarithmique.

Pour faire un calcul correct il faut pouvoir déterminer avec certitude le moment où la diffusion de la substance est complète et homogène, ce qui n'est guère facile.

Trois méthodes sont proposées pour contourner cette difficulté :

- la méthode du prélèvement unique
- la méthode d'extrapolation de CACHERA et BARBIER
- la méthode de perfusion continue

III.1 - Méthode du prélèvement unique

L'expérimentation permet de déterminer pour chaque substance un délai suffisant pour que la diffusion soit complète. Et, c'est passé ce délai qu'on effectue et

dose le prélèvement.

Deux cas sont alors à envisager :

1) Si le corps ne s'élimine pas par l'urine, on admet que le dosage effectué reflète exactement la concentration C réelle de cette substance.

Et la formule $V = \frac{Q}{C}$ permet de calculer le volume de diffusion V , Q étant la quantité de substance injectée.

2) Si le corps s'élimine rapidement dans les urines, il faudra doser la quantité E excrétée dans l'urine entre le moment de l'injection et le moment du prélèvement sanguin.

La formule sera $V = \frac{Q - E}{C}$

Cette méthode simple et rapide manque de précision car elle néglige les pertes extrarénales et ne fait appel qu'à un seul dosage sanguin.

III.2 - Méthode d'extrapolation établie par CACHERA et BARBIER (25-27)

Ces auteurs ont proposé la construction de la courbe théorique d'élimination de la substance étudiée de façon à pouvoir établir le taux virtuel qu'elle aurait atteint si l'élimination avait été nulle.

La courbe est établie sur papier semi-logarithmique et les prélèvements sanguins successifs de la période d'élimination fournissent des taux plasmatiques se situant sur une droite.

On prolonge le segment rectiligne de la courbe vers l'axe des ordonnées à gauche et on obtient un point désigné par C_0 qui "fournit la valeur idéale de la concentration telle qu'elle apparaîtrait si la diffusion du produit était instantanée au moment de l'injection" (CACHERA) (24).

Le volume de la diffusion V sera fourni par la formule

$$V = \frac{Q}{C_0} \quad \text{où}$$

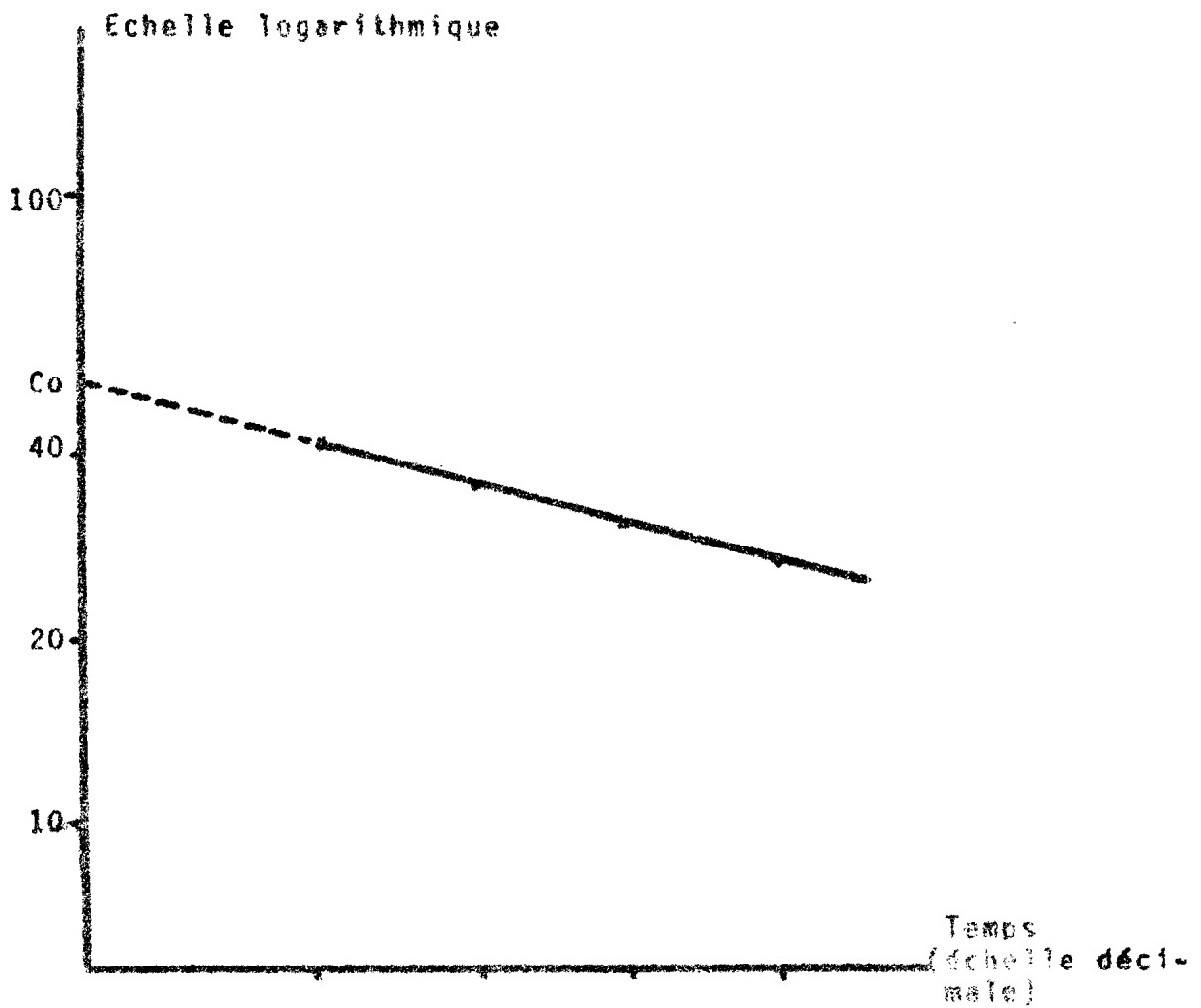
Q est la quantité injectée et

C_0 la concentration virtuelle lue sur la courbe au temps 0.

La courbe d'élimination étant légèrement en pente, C_0 sera supérieure à la valeur fournie par la première méthode. Aussi on obtiendra, par cette méthode des espaces de diffusion plus réduits que ceux déterminés par la méthode du prélèvement unique.

Cette méthode est d'autant meilleure que la pente d'élimination est constante. Elle est plus sûre que la précédente mais n'est pas à l'abri de toute critique

Détermination de C_0 par la méthode d'extrapolation
de CACHERA et BARBIER



notamment en ce qui concerne les corps ayant, comme l'urée (72), une clearance élevée et variable avec la diurèse aqueuse et dont la pente d'élimination ne peut être considérée comme constante. De ce fait "il devient arbitraire d'extrapoler vers la gauche le segment d'élimination".

En effet pour l'urée la quantité éliminée par unité de temps dépend de sa concentration dans le sang et du volume de la diurèse aqueuse.

III.3 - Méthode de perfusion continue

On réalise une perfusion prolongée et continue de la substance afin de compenser l'excrétion du produit. Puis on arrête la perfusion lorsque, par dosages successifs, on obtient un taux plasmatique constant, tout en admettant alors que la dispersion de la substance est totale dans l'espace à mesurer.

Toutes les urines sont ensuite recueillies de façon à déterminer la quantité totale Q éliminée par l'organisme jusqu'à disparition totale de la substance dans les humeurs.

N.B. : *La clearance exprime l'élimination plasmatique de la substance par unité de temps ; c'est une "mesure de l'épuration plasmatique".*

L'espace de diffusion V est alors donné par la formule :

$$V = \frac{Q}{C}$$

dans laquelle C est la concentration plasmatique du corps étudiée aussitôt avant l'arrêt de la perfusion.

Cette méthode a l'inconvénient d'être longue et délicate.

D'autre part on ne maîtrise pas avec certitude le moment où la diffusion est complète et homogène car l'espace de diffusion peut ne pas être complètement occupé même si les pertes par voie urinaire sont compensées par la perfusion continue.

Aussi DEANE (40) propose de déterminer "non plus le moment où la concentration plasmatique C devient constante mais celui où elle devient proportionnelle à la somme des quantités injectées par voie veineuse diminuée de la somme des quantités excrétées par voie rénale".

Cette proportionnalité suppose que tout l'espace de diffusion soit occupé.

Selon HAMBURGER et MATHE (72) "un tel procédé est relativement rapide mais exige une rigueur extrême dans la constance de la quantité de produit perfusée par minute".

CHAPITRE III - CHOIX DES SUBSTANCES

De très nombreuses substances ont été utilisées pour la détermination des secteurs liquidiens. Ces substances encore appelées "traceurs" sont de deux ordres principaux :

1) - traceurs chimiques où l'indicateur est une molécule ou un ion, dosé par une de ses réactions caractéristiques.

2) - traceurs radioactifs dont la concentration est évaluée par la mesure de leur activité.

Cependant nous devons souligner qu'actuellement les traceurs radioactifs trouvent dans l'étude de l'eau et des électrolytes un vaste champ d'application en raison de leur utilisation facile nécessitant cependant un matériel onéreux et fragile.

Leur emploi est basé sur le principe général des techniques de dilution.

I - SECTEUR EAU TOTALE

A la fin du 19^e siècle, des auteurs comme VOLKMANN (165) et ENGELS (54) fournissent les premières données sur l'hydratation totale de l'organisme en desséchant des cadavres.

Ils ont alors montré que l'eau totale du corps représentait entre 58 et 72 pour cent du poids du corps.

Mais devant l'impossibilité de réaliser cette méthode de dessiccation sur le vivant de l'animal et son imprécision, des techniques applicables *in vivo* furent mises au point.

Il s'agit de la méthode de dilution qui consiste à administrer une substance chimique, en quantité connue, par la voie sanguine et à déterminer son espace de diffusion (ou dilution) lorsque sa répartition dans le secteur est complète et homogène.

De nombreuses substances ont un espace de dilution qui se superpose au volume de l'eau totale du corps et par suite ont été proposées comme traceur pour la mesure de l'eau totale, chacune dans une technique particulière.

Il s'agit de :

- l'urée (2 - 30 - 89 - 114 - 115 - 125)
- la thiourée (31 - 39 - 170)
- la sulfanilamide (53 - 80 - 125)
- l'antipyrine (12 - 19 - 47 - 98 - 135 - 153 -
154 - 159 - 168)
- la 4-amino antipyrine (87)
- la N-acétyl-4-amino antipyrine (12 - 135 - 136 -
160 - 168)
- la 4 iodo-antipyrine (75)

- l'oxyde de deutérium ou (eau lourde) (21 - 49 - 82 - 106 - 127 - 145 - 146 - 158)

- l'oxyde de tritium ou (eau tritiée) (3 - 8 - 17 - 57 - 72 - 74 - 100 - 115 - 117 - 122 - 126 - 131 - 135 - 139 - 147 - 161 - 163 - 172)

-

I.1 - L'urée

Différents travaux ont montré qu'elle tend à se répartir dans les divers tissus de l'organisme proportionnellement à leur teneur en eau {JAVAL et BOYET (89), MARSHALL et DAVIS (114), AMBARD (2)}

Elle présente certains avantages tels la facilité de dosage, le prix de revient peu élevé et la possibilité de nombreux contrôles pour la répétition de l'épreuve.

Cependant elle reste inapplicable :

- quelle que soit l'espèce, aux sujets atteints d'insuffisance rénale élevée,
- sous sa forme la plus simple (urée ordinaire) chez les ruminants qui métabolisent l'urée dans leur tractus digestif.

I.2 - La thiourée

Il apparaît des travaux de DANOWSKI (39) chez le chien que les variations dans les volumes de diffusion de la thiourée correspondent en gros aux variations du

volume d'eau corporelle mais CHESLEY (31), WILLIAMS et col. (170) mettent en doute chez le rat et chez l'homme l'homogénéité de la distribution de cette substance dans la totalité de l'eau du corps.

I.3 - La sulfanilamide

A la suite des travaux de PAINTER (125) chez le chien, on considère qu'actuellement ce traceur est un indicateur de diffusion assez grossier. D'une façon générale l'espace sulfonamide est supérieur au volume d'eau totale. De plus son usage n'est possible que chez le chien car chez l'homme et les autres animaux, elle est conjuguée dans le foie sous forme d'acétyl-sulfanilamide et elle donne avec les protéines des composés à distribution irrégulière (80).

I.4 - L'antipyrine

Proposée par SOBERMAN et col. (153-154) dans la mesure de l'eau totale tant chez l'homme que chez l'animal, l'antipyrine satisfait bien aux conditions imposées à un indicateur d'espace de diffusion.

Elle est dosée de façon précise au spectrophotomètre U-V (47-154), mais on doute de l'homogénéité de sa distribution dans la totalité des espaces d'eau et sa vitesse d'élimination est rapide.

I.5 - La 4-amino-antipyrine (4-A.A)

Proposée comme indicateur d'eau totale par HUCKABEE (87), d'après cet auteur, cette substance présenterait des avantages certains par rapport à l'antipyrine et devrait progressivement se substituer à cette dernière.

La comparaison des résultats fournis par la mesure simultanée de l'eau corporelle au moyen de l'antipyrine et de la 4-A.A montre que les espaces de dilution de la 4-A.A. sont égaux ou légèrement inférieurs à ceux de l'antipyrine.

I.6 - La N-acétyl-4-amino-antipyrine

BERGER, BRODIE et col. (12) la proposent comme indicateur d'eau totale.

TALSO (160), l'utilise chez l'homme, REID et col. (136) chez le boeuf, puis GLASCOK et col. (135) chez le lapin.

Son dosage est plus facile que celui de l'antipyrine (ne nécessitant pas un dispositif U.V) mais en raison du nombre limité de travaux réalisés avec cette substance, il est difficile de porter un jugement de valeur sur son intérêt et sa précision.

I.7 - La 4-iodo-antipyrine

Elle a été utilisée chez l'homme (160) et chez le mouton par HANSARD et LYKE (75), où elle a fourni des résultats comparables à ceux de l'antipyrine.

Des données plus détaillées manquent à son sujet mais il semble qu'elle ait un dosage plus simple que celui de l'antipyrine (75).

I.8 - L'eau lourde

HEVESY et HOFER (82) proposent son usage chez l'homme. Elle a l'avantage de ne pas être toxique pour l'organisme aux doses utilisées et se mélange parfaitement à toute l'eau extracellulaire y compris l'eau intracellulaire car sa pénétration cellulaire semble identique à celle de l'eau ordinaire (21 - 127).

On lui reproche cependant de nécessiter des méthodes de dosage délicates et onéreuses et de surestimer la quantité d'eau corporelle (145).

I.9 - L'eau tritiée

La détermination de l'eau totale nécessite l'emploi d'un traceur se répartissant uniformément dans tous les espaces d'eau.

L'accord de tous les auteurs est fait actuellement sur le choix de l'indicateur le plus adéquat pour la mesure de l'eau totale. La présence d'un radio-isotope dans la molécule même de l'eau, constitue en effet un indicateur idéal, réalisé par l'eau lourde et l'eau tritiée.

En outre l'eau tritiée présente de nombreux avantages :

- emploi à des doses traceuses,
- prix de revient faible,
- pur émetteur de rayonnement β (béta) très mou.

Le faible pouvoir de pénétration des β facilite les mesures de protection contre les dangers d'irradiation,

- injectée par voie intraveineuse, elle diffuse rapidement et de façon homogène dans la totalité de l'eau corporelle. Sa concentration finale permet de calculer l'eau totale par la méthode classique de dilution isotopique,

- son dosage est facile pour tout laboratoire équipé en compteur à scintillation liquide.

Néanmoins cette substance présente les inconvénients de tout corps radioactif. Certes les radiations émises sont faibles, très peu énergétiques, ce qui d'ailleurs rend le dosage assez délicat, mais il existe un danger potentiel dans l'introduction dans l'organisme de ce produit radioactif à période de vie relativement

longue (12, 3 années) (72).

Concernant le mouton, la littérature fournit quelques données :

- ANAND et PARKER (3) trouvent une valeur d'eau totale égale à $54,6 \pm 1,8$ % du poids du corps et une demi-vie biologique d'eau tritiée de $5,4 \pm 0,4$ jours.

- HANSARD (74) montre respectivement chez des moutons jeunes et adultes que le secteur "eau tritiée" est égal à $64,9 \pm 4,9$ et $57,1 \pm 5,4$ %.

- TILL et DOWNES (161) obtiennent une valeur de 48,0 à 78,0 % avec une moyenne de 62,0 %.

- PANARETTO (126) trouve 34,6 à 72,2 %.

- Plus récemment AGASSE (1) obtient trois séries de résultats :

. Chez des agneaux non sevrés il trouve un secteur d'eau totale égal à

* $70,07 \pm 2,79$ % par la méthode de CACHERA et BARBIER (26)

* $71,03 \pm 2,97$ % par la méthode du prélèvement unique.

. Chez des agneaux sevrés et des moutons adultes, en considérant l'eau du tractus digestif comme faisant partie de l'eau totale, il trouve respectivement 74,25 % et 67,54 % du poids du corps.

et 67,54 % du poids du corps.

II - SECTEUR RUMEN-RESEAU

L'eau des réservoirs gastriques ne représente qu'une réserve très minime chez les monogastriques ; elle est plus importante chez les herbivores mais "la quantité d'eau physiologiquement disponible est faible car la résorption de cette eau entraîne rapidement une dessiccation du contenu gastrique des réservoirs incompatibles avec leur fonctionnement normal" (149).

Ce secteur propre aux ruminants n'a été étudié que récemment ; et un certain nombre de substances ont été proposées pour effectuer le dosage *in vivo*.

C'est ainsi qu'en 1874 WILDT (169) utilise la silice. En 1953, SPERBER, HYDEN et EKMAN (156) trouvent que le P.E.G. (polyéthylène glycol) est la substance appropriée pour mesurer le volume ruminal mais SMITH, (151) en 1958, montre que des substances interférentes présentes dans le duodénum précipitent avec le P.E.G. et surévaluent le volume du rumen.

En 1963 l'usage des sels de lithium s'impose grâce aux travaux de HARRISSON, HILL et MANGAN (78). En effet le sulfate de lithium (Li_2SO_4) a l'avantage de pouvoir être utilisé à de faibles concentrations pour la mesure du volume ruminal.

De plus le lithium est facilement dosé par le spectrophotomètre de flamme avec une bonne précision.

Un peu plus récemment DOWNES et Mc DONALD (45) (1964) utilisent le chrome radioactif ^{51}Cr associé à l'acide tétraacétique éthylène diamine (^{51}Cr -E.D.T.A) et un an plus tard TILL et DOWNES (160) montrent que l'usage du P.E.G. marqué au tritium facilite le dosage.

Nous avons peu de données sur le secteur rumen-réseau des ovins.

- Mc FARLANE (108) rapporte, chez des moutons Mérinos, que l'eau ruminale représente 4 à 14 % du poids du corps.

- MANGAN et WRIGHT (112), en utilisant le sulfate de lithium comme traceur, trouvent respectivement sur deux moutons différents un volume ruminal de 4,79 et 5,94 litres.

- AGASSE (1) trouve respectivement chez des agneaux sevrés et des moutons adultes un secteur rumen-réseau égal à $10,7 \pm 1,32$ et $9,44 \pm 1,01$ % du poids corporel.

III - SECTEUR EXTRACELLULAIRE

Jusqu'à nos jours, la mise au point d'une méthode pouvant déterminer ce secteur s'est avérée difficile. En effet on n'a pas encore trouvé la substance qui doserait uniquement ce secteur sans jamais pénétrer dans la cellule.

Différentes substances ont été proposées, cependant nous nous intéresserons à celles d'un emploi plus courant.

III.1 - Thiocyanate de sodium

Il a connu le plus de faveur parmi les substances proposées pour la mesure des liquides extracellulaires.

Son avantage réside dans sa répartition rapide (45 minutes) et son dosage facile (38-65-66).

En outre il a pour inconvénient de pénétrer dans certaines cellules (érythrocytes et cellules de la muqueuse gastrique) (38), et d'être éliminé par la voie digestive et urinaire ; raison qui a conduit CACHERA et BARBIER à proposer la méthode d'extrapolation définie auparavant.

III.2 - Mannitol

C'est un alcool dérivé par hydrogénation d'un sucre : la mannite.

En 1947, ELKINTON (51) démontre que cette substance permet de déterminer simultanément le volume extracellulaire et la clearance glomérulaire mais elle a le grave inconvénient d'être partiellement métabolisée dans l'organisme.

III.3 - Inuline

KRUHOFFER (99) le propose le premier. Il semble qu'en raison de son poids moléculaire élevé, elle ne pénètre pas dans les cellules et constitue alors la substance idéale mais elle présente deux inconvénients majeurs : une lente diffusion et une rapide élimination rénale (58, 144, 151).

III.4 - Sodium radioactif

Le sodium radioactif ^{24}Na a été proposé pour la mesure du liquide extracellulaire par de nombreux auteurs (55,91). Ces derniers montrent que le meilleur moment pour doser le volume de ce secteur se situerait entre 1 heure 30 minutes et 3 heures après l'injection. Passé ce délai, les chiffres seraient majorés sans doute par un certain degré de pénétration intracellulaire (91, 110).

III.5 - Radiochlore

Etudié par MAMERY et HAEGE (111), il a été utilisé dans la détermination des secteurs extracellulaires par de nombreux auteurs (68 - 166 - 171). Mais sa technique s'est avérée difficile à cause de la période relativement courte de cet isotope ^{36}Cl (37,3 minutes).

III.6 - Radiobrome et Radiosoufre

De nombreux auteurs (20 - 66 - 166) montrent que l'ion brome se répartit dans les tissus exactement comme l'ion chlore. On l'a utilisé avec l'ion soufre ^{35}S pour faire une comparaison dans le dosage de ce secteur (102).

III.7 - Radiosulfate

SAVOIE et JUNGERS (142) montrent que l'ion sulfate radioactif permet de déterminer le secteur extracellulaire, chez l'homme. Son dosage est facile en scintillation liquide. Mais le sulfate, indique-t-on, passe dans l'estomac, les intestins, la moelle et donc, son espace de diffusion n'est pas strictement extracellulaire.

IV - SECTEUR SANGUIN, SECTEUR PLASMATIQUE

La saignée fut d'abord utilisée puis rapidement la méthode de dilution s'impose.

La composition singulièrement riche du sang peut se schématiser en une phase liquide, dispersante, le plasma, et une phase solide, dispersée dans tout l'organisme, constituée par les globules rouges, leucocytes et plaquettes encore appelés "éléments figurés" du sang.

Aussi, la mesure du volume de l'eau plasmatique peut se faire selon deux procédés différents :

1) - soit en déterminant l'espace de diffusion de substances à grosses molécules qui vont se diluer plus ou moins parfaitement avec le plasma. Il s'agit :

- du bleu de Chicago (94)
- de la polyvinylpyrrolidone (subtosan) (46 - 132)
- de la tétraiodophénolphtaléine (133)
- du rouge vital (77)
- du rouge brillant vital (85)
- du rouge Congo (115)
- du bleu trypan (148)
- du bleu Evans (62 - 63 - 64 - 95 - 143).

2) - soit en mesurant de façon indirecte le volume plasmatique à partir du volume globulaire total sachant que la concentration des globules est fixe et donnée par l'hématocrite.

Les méthodes principales utilisent l'oxyde de carbone (37 - 86), puis les radioéléments tels

- le ^{59}Fe (60 - 70 - 71)
- l' ^{131}I (92)
- le ^{32}P (5 - 22 - 120 - 121 - 142)
- le ^{51}Cr (1 - 61 - 95 - 157).

Parmi toutes ces substances dont l'espace de diffusion a été préconisé pour estimer le volume plasmatique, les plus intéressantes sont :

IV.1 - Bleu de Chicago

Proposé par CACHERA et BARBIER (23), son usage est facile. Une simple lecture photométrique permet de déterminer la teneur en colorant du plasma.

Cette technique comporte cependant des difficultés lorsque le plasma est trouble, ce qui se produit notamment lors d'hyperlipidémie.

IV.2 - Polyvinylpyrrolidone

POULAIN et PIETTE (132), DULONG de ROSNAY et LABADIE (46) ont signalé que l'espace de diffusion de cette substance était superposable au volume plasmatique.

Sa lecture est aisée au photomètre mais son dosage manque de précision. D'autre part le subtosan n'est pas un corps défini. Il est constitué d'un mélange

de molécules de taille différente parce que diversement polymérisées.

IV.3 - Tétraiodophénolphtaléine

POZNANSKI (133) l'utilise chez le chien en raison de sa faible élimination rénale, de sa répétabilité et de sa faible toxicité pour l'organisme.

Les résultats obtenus concordent avec ceux des autres méthodes.

IV.4 - Bleu Evans ou T-1824

Ce colorant injecté *in vivo* se fixe parfaitement sur la molécule d'albumine (63). Il y a cependant des difficultés dans la mesure de la densité optique du colorant lors d'hémolyse et de turbidité post prandiale.

L'équilibre apparent est atteint en 10 à 15 minutes.

Un autre inconvénient de la méthode résulte de la coloration bleuâtre gardée par les téguments après l'épreuve.

IV.5 - Fer radioactif

Il a été proposé par HANN et col. (70-71) mais surtout étudié par GIBSON et col. (60). Le marquage a lieu *in vivo*. On injecte du radiofer ^{55}Fe (période : 4 ans)

ou ^{59}Fe (période : 37 jours) chez un sujet. Ce dernier fabrique alors des hématies marquées dont le maximum est atteint vers le 21^e jour. Les hématies marquées serviront de traceur chez un autre sujet après dosage au préalable de leur radioactivité.

IV.6 - Phosphore radioactif

Le marquage des hématies a lieu *in vitro* à 37°C (5) mais cette méthode n'est pas couramment employée car le phosphore radioactif (^{32}P) quitte les hématies à une vitesse trop importante (6 pour cent en une heure).

IV.7 - Chrome radioactif

Le chrome radioactif ^{51}Cr est actuellement le traceur de choix car la technique de marquage est très simple (157). Emetteur de rayonnement γ (gamma), sa période est de 27,7 jours.

D'autre part le ^{51}Cr a la propriété de franchir les membranes globulaires en changeant de valence c'est-à-dire en passant de l'état pentavalent à l'état trivalent. Le marquage a lieu *in vitro*.

Son avantage comme traceur du globule résulte du fait qu'une fois libéré dans la circulation, après la mort de la cellule, il ne peut plus marquer de nouveaux globules ; il circule alors sous forme trivalente, laquelle ne franchit pas la membrane globulaire.

Le site de liaison de l'érythrocyte avec l'isotope ^{51}Cr sous forme de chromate se trouve au niveau de la portion globine de l'hémoglobine (157). Cette liaison dont le processus est complexe reste suffisamment stable durant vingt quatre heures.

Chez le mouton la littérature fournit une valeur moyenne de 6,5 pour cent du poids corporel pour le secteur sanguin et 4,5 pour cent du poids du corps pour le secteur plasmatique.

Nous préciserons ces valeurs chez nos animaux d'expérience.

DEUXIEME PARTIE

EXPERIMENTATION

MESURE DE L'EAU PLASMATIQUE

CHAPITRE I - MATERIEL D'ETUDE

I - MOUTONS D'EXPERIENCE

I.1 - Provenance

Nous disposions d'un lot initial de 12 moutons de race maure dont 7 d'entre eux appartenaient au service de Physiologie. Les 5 autres nous ont été cédés par le département de Microbiologie de l'Ecole Vétérinaire.

Livrés à eux-mêmes lors des ruptures de stock d'aliment, à base de fane d'arachide et de concentré, les animaux s'attardaient devant les immondices si bien qu'en Novembre certains eurent une diarrhée sévère qui emporta un agneau.

Au moment de l'expérimentation, de nouvelles naissances étaient enregistrées. Le lot expérimental comportait alors 14 moutons dont :

- 3 agneaux à la mamelle
- 2 agneaux sevrés
- 6 brebis dont 2 gestantes
- 3 béliers

I.2 - Préparation des animaux

Les animaux sont gardés dans la salle de manipulations et pesés au début de chaque expérience.

La région jugulaire est ensuite soigneusement rasée pour la désinfection et la mise en place du catheter qui sera relié au robinet à trois voies. Il s'agit d'un catheter intraartériel stérile avec guide spiralé (Seldicath N.D.).

II - TRACEUR UTILISE

Le radiochrome nous a été fourni par le Commissariat à l'Energie Atomique pour compte International C.I.S. sous forme d'une solution isotonique stérile de chromate de sodium d'activité égale à 1 millicurie.

III - MATERIEL D'INJECTION ET DE PRELEVEMENT

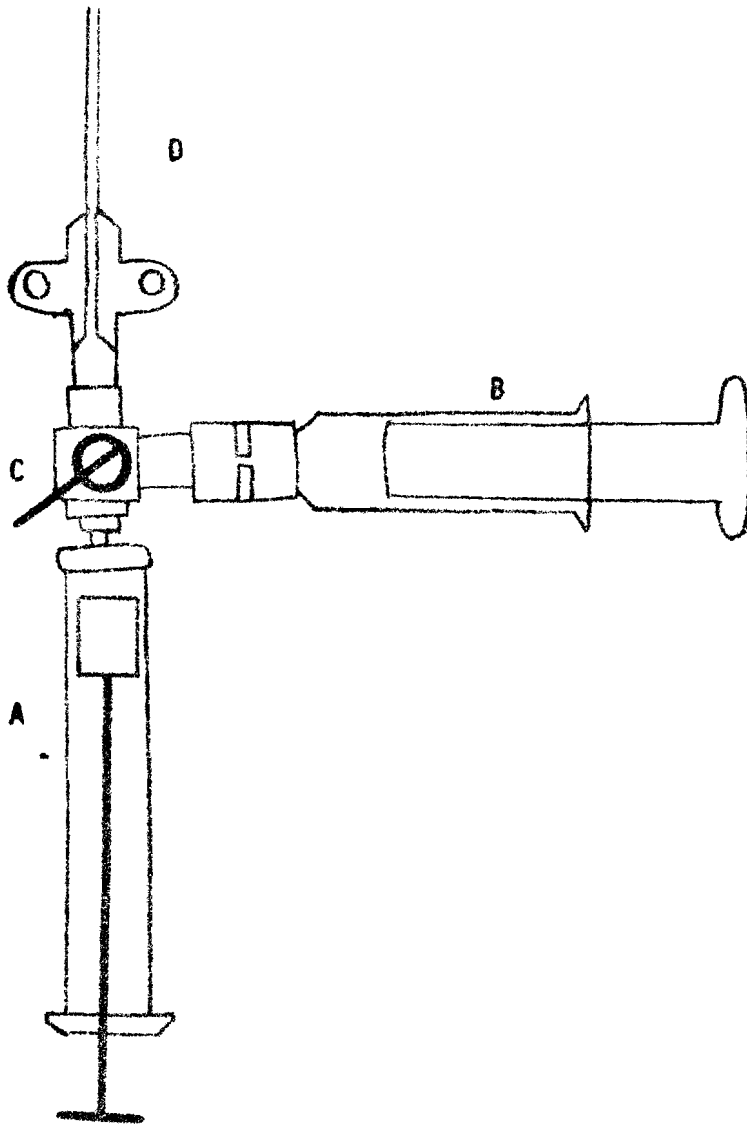
Un dispositif comportant deux seringues de 10 ml permet d'injecter et de prélever le sang :

- une seringue renferme l'eau physiologique
- l'autre contient le produit marqué.

Ces seringues sont reliées à un robinet à trois voies lui-même relié au catheter.

Ce dispositif permet d'une part d'injecter le sang marqué et de rincer la seringue d'injection par aspiration et refoulement successifs, puis d'effectuer un rinçage final par de l'eau physiologique dont le volume est le double de celui du sang injecté.

Dispositif utilisé pour les injections intraveineuses



A : Seringue calibrée de 10 ml renfermant le produit marqué

B : Seringue de 10 ml renfermant le soluté isotonique de chlorure de sodium

C : Robinet à trois voies

D : Catheter

Tous les prélèvements se font sur des tubes contenant des grains d'héparinate de sodium.

Pour chaque injection et prise de sang, du matériel différent, parfaitement stérile a été employé.

Au total, pour l'ensemble des animaux, ce matériel a été utilisé :

- 14 catheters (Seldicath N.D.)
- 14 seringues de 10 ml pour le prélèvement avant marquage
- 14 tubes héparinés de 10 ml pour le marquage
- 14 seringues de 10 ml pour les injections de sang marqué
- 14 seringues de 10 ml pour l'eau physiologique
- 2^e seringues de 10 ml pour le prélèvement après marquage
- 56 tubes à hémolyse pour la lecture au compteur.

IV - LE COMPTEUR DE LA RADIOACTIVITE

Le comptage de la radioactivité se fait au moyen d'un compteur gamma à cristal-puits du type ABBOT-Laboratories Auto-LOGIC.

Le cristal détecteur présente une excavation cylindrique, ou puits, dans laquelle l'échantillon est introduit : le rendement de détection est ainsi très grand, permettant

le comptage de prélèvements de faible activité. Le comptage est totalement automatisé : un dispositif mécanique introduit l'échantillon dans l'enceinte de comptage et l'y maintient durant un temps prédéterminé. Les résultats du comptage sont imprimés.

Le vernier réglé sur le sommet de la masse globulaire permet de lire directement l'hématocrite.

III - SECTEUR PLASMATIQUE

Le calcul direct permet de connaître le volume sanguin. Pour obtenir le volume plasmatique, il suffit de faire intervenir l'hématocrite.

Sachant que l'hématocrite mesure la proportion entre la masse globulaire et le volume sanguin total, nous pouvons en déduire la relation :

$$SS = \frac{100 \text{ SP}}{100-h} , \text{ d'où}$$

$$SP = \frac{SS \times (100 - h)}{100}$$

où

SS = secteur sanguin

SP = secteur plasmatique

h = hématocrite.

CHAPITRE III - RESULTATS - DISCUSSION

I - RESULTATS

I.1 - Agneaux non sevrés

(Tableau n° 3)

Sur un lot de trois agneaux non sevrés, nous obtenons :

- pour le secteur sanguin : $6,35 \pm 0,37$ pour cent du poids du corps.

- pour le secteur plasmatique : $4,36 \pm 0,24$ pour cent du poids corporel.

I.2 - Agneaux sevrés

(Tableau n° 2)

Le lot de deux agneaux sevrés donne :

- un secteur sanguin égal à 4,93 pour cent du poids du corps.

- un secteur plasmatique de 3,41 pour cent du poids du corps.

I.3 - Moutons

(Tableau n° 1)

Avec le lot de 9 moutons, on obtient :

- pour le secteur sanguin : $5,39 \pm 0,48$ pour cent du poids corporel

- pour le secteur plasmatique : $3,98 \pm 0,28$ pour cent du poids corporel.

Tableau n° 1 - Moutons adultes : volumes sanguin et plasmatique

N°	Sexe	Poids kg	Volume sanguin		héma- tocrite %	Volume plasma- tique	
			ml	%poids		ml	%poids
1	F	34,6	1745	5,04	25	1039	3,00
3	M	44,5	2473	5,55	23	1904	4,27
4	F	39,6	2417	6,10	25	1812	4,57
8	F	23,2	1151	4,96	28	828	3,56
9	F	40,4	2388	5,91	22,5	1851	4,58
10	F	30,6	1632	5,33	24	1240	4,05
11	M	55,8	2512	4,57	25	1884	3,37
12	F	24,8	1467	5,91	26	1112	4,48
14	M	31,0	1592	5,13	23	1226	3,95
Moyenne				5,39	24,6		3,98
Ecart-type				0,48	1,63		0,28

- . Ces résultats sont exprimés en millilitres (ml) et en pourcentage du poids corporel (% poids)
- . F signifie femelle
- . M signifie mâle

Tableau n° 2 - Agneaux sevrés : Volumes sanguin et plasmatique

N°	Sexe	Poids kg	Volume sanguin		héma- tocrite %	Volume plasma- tique	
			ml	% poids		ml	% poids
2	M	10,4	502	4,82	31,5	344	3,30
13	F	13,2	667	5,05	30	467	3,53
Moyenne				4,93	30,7		3,41

- . Ces résultats sont exprimés en millilitres (ml)
et en pourcentage du poids corporel (% poids)
- . F signifie femelle
- . M signifie mâle

Tableau n° 3 - Agneaux non sevrés : Volumes sanguin et plasmatique

N°	Sexe	Poids kg	Volume sanguin		héma- tocyte %	Volume plasma- tique	
			ml	%poids		ml	%poids
5	M	8,3	542	6,53	35	359	4,32
6	M	7,1	476	6,70	30	333	4,69
7	M	5,4	315	5,83	30	221	4,09
Moyenne				6,35	31,6		4,36
Ecart-type				0,37	2,35		0,24

. Ces résultats sont exprimés en millilitres (ml)
et en pourcentage du poids corporel (% poids)

. F signifie femelle

. M signifie mâle

II - DISCUSSION

Nous n'avons pas appliqué la formule :

$$Edc = \frac{R \times n}{r}$$

En effet, dans la pratique, des corrections sont nécessaires sur la valeur de l'activité injectée. Pour ce faire, il faut tenir compte de l'activité restant dans la seringue.

La formule devient alors :

$$Edc = \frac{R_i \times n - r_s}{r_m}$$

où

R_i = activité injectée

n = volume injecté

r_s = activité restant dans la seringue

r_m = activité du sang prélevé.

II.1 - Secteur sanguin

Pour ce secteur, les valeurs obtenues sont de

. 6,35 \pm 0,37 pour cent du poids corporel chez
les agneaux non sevrés

. 4,93 pour cent du poids du corps chez les agneaux
sevrés

. $5,39 \pm 0,48$ pour cent du poids corporel chez les moutons.

Les agneaux non sevrés ont donc un volume sanguin beaucoup plus important. Ce volume connaît une baisse considérable chez les agneaux sevrés pour ensuite augmenter légèrement avec l'âge adulte.

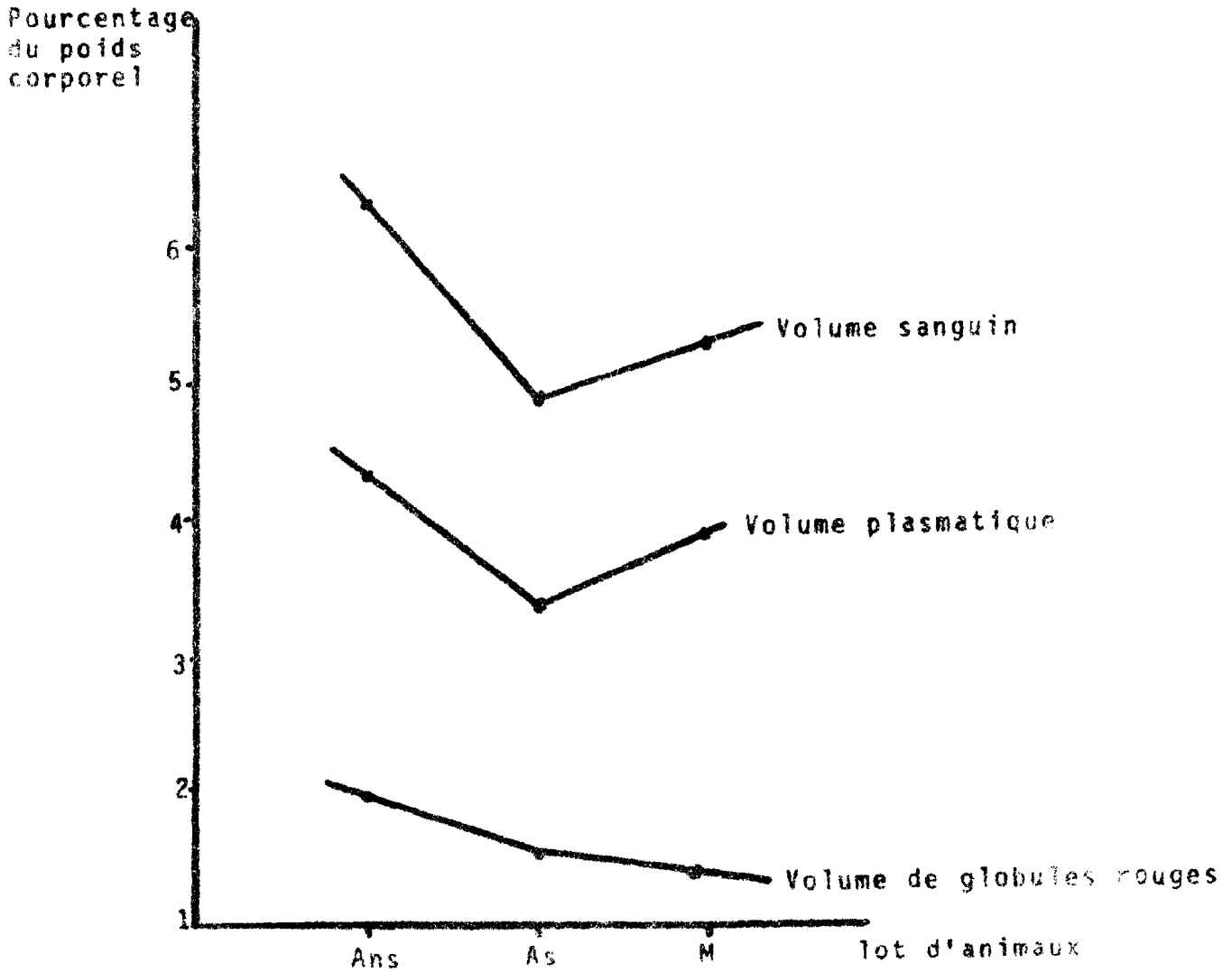
Les valeurs obtenues chez les moutons sont légèrement supérieures à celles de la littérature (1) qui donne :

. $4,92 \pm 0,61$ et $3,33 \pm 0,44$ pour cent du poids du corps respectivement pour les secteurs sanguin et plasmatique contre $5,39 \pm 0,48$ et $3,98 \pm 0,28$ pour cent chez nos animaux d'expérience.

Par contre chez les agneaux et en particulier chez ceux qui sont sevrés, cette même littérature fournit des chiffres plus élevés. En France, sur des lots expérimentaux de 13 agneaux non sevrés et 10 agneaux sevrés, les chiffres suivants ont été obtenus avec les mêmes conditions de dosage :

	Secteur sanguin	Secteur plasmatique
Agneaux non sevrés	$7,16 \pm 1,19 \%$	$4,50 \pm 0,97 \%$
-----	-----	-----
Agneaux sevrés	$7,36 \pm 0,78 \%$	$4,58 \pm 0,5 \%$

d'où une augmentation de la volémie avec le sevrage.



Ans = lot d'agneaux non sevrés
As = lot d'agneaux sevrés
M = lot de moutons

Pourtant notre expérimentation a été menée sur des agneaux en parfait état de santé, ayant présenté un hématoците normal.

Cette baisse du volume sanguin pourrait donc traduire soit un phénomène d'adaptation au climat, soit des conditions d'élevage particulier non adapté se manifestant pendant le sevrage qui représente une période assez critique dans la vie de ces animaux dont les besoins nutritionnels alors importants ne sont pas correctement couverts.

Certes, il serait prématuré de porter un jugement de valeur, une appréciation juste sur cette chute brutale de la valeur de ce secteur au moment du sevrage dans la mesure où ces résultats n'ont été obtenus que sur deux agneaux sevrés et sont donc statistiquement insuffisants.

Il serait souhaitable d'élucider cette question qui pourrait aboutir si nos hypothèses de départ se vérifient, à rechercher ces causes pour y apporter les solutions qui s'imposent.

Nous avons d'autre part remarqué que le sang des jeunes animaux se liait plus avidement avec le chrome que celui des adultes car avec une demi-dose de chrome, le nombre de coups émis par leur sang marqué était peu différent de celui des adultes. Ce phénomène pourrait avoir une liaison avec l'hématoците plus important des agneaux.

II.2 - Hématocrite

L'hématocrite connaît des variations appréciables avec l'âge des animaux. Sa valeur moyenne est de :

- . $31,6 \pm 2,35$ chez les agneaux non sevrés
- . 30,7 chez les agneaux sevrés
- . $24,6 \pm 1,63$ chez les moutons.

RAWNSLEY et MITRUKA (134) fournissent des moyennes respectives d'hématocrite de :

- . $31,7 \pm 0,92$ chez le mâle
- . $34 \pm 1,30$ chez la femelle.

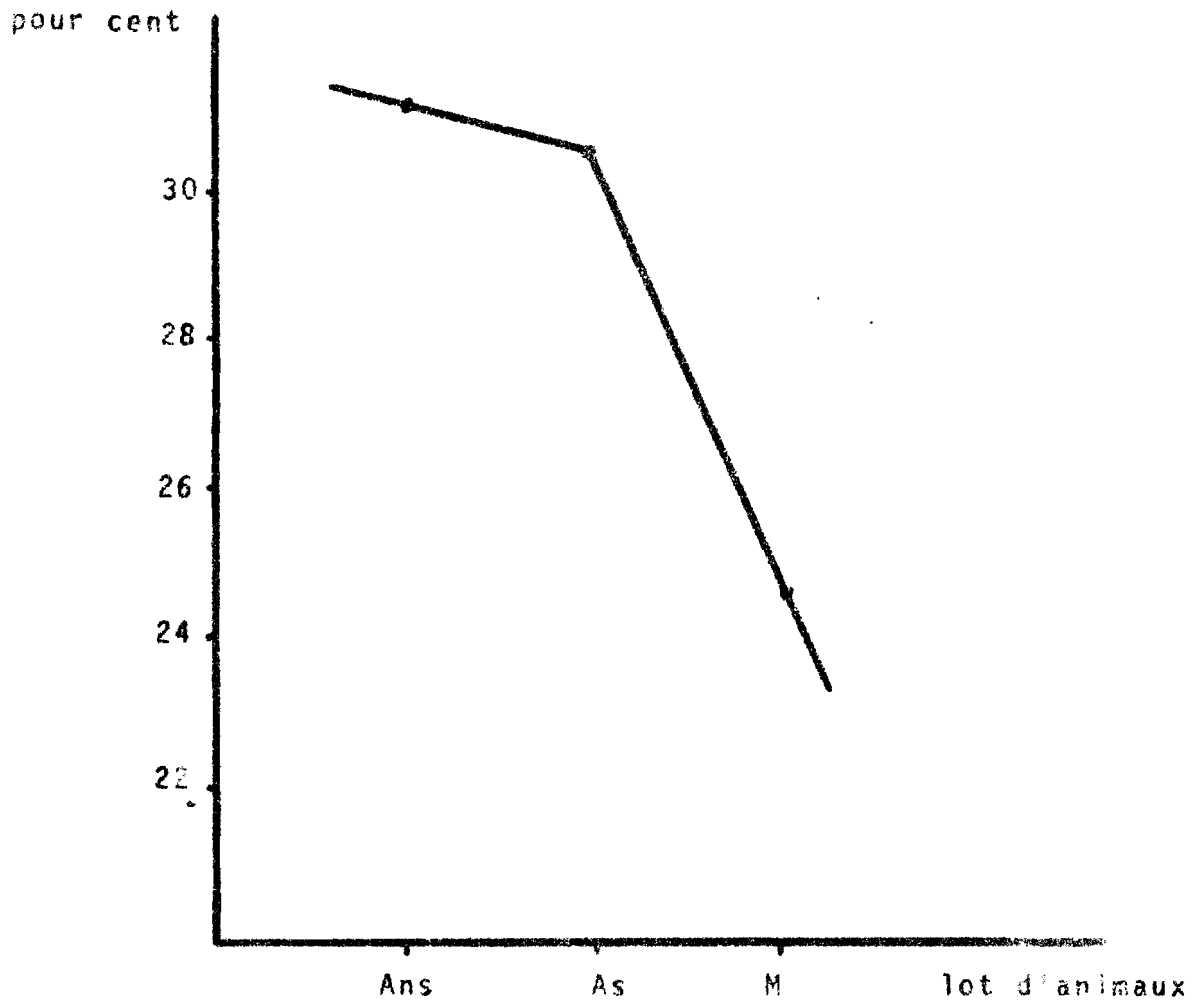
L'hématocrite trouvé chez les moutons adultes est donc relativement bas.

II.3 - Secteur plasmatique

Il est de : (en pourcentage du poids corporel)

- . $4,36 \pm 0,24$ chez les agneaux non sevrés
- . 3,41 chez les agneaux sevrés
- . $3,98 \pm 0,28$ chez les moutons.

Ce secteur connaît donc les mêmes variations que le secteur sanguin, en ce qui concerne l'âge des animaux.



Courbe de variation de l'hématocrite selon l'âge des animaux

Ans = lot d'agneaux non sevrés

As = lot d'agneaux sevrés

M = lot de moutons

II.4 - Volume des hématies

Chez le mouton la littérature fournit un pourcentage de globules rouges égal à 2 pour cent du poids corporel.

Nous l'avons calculé en faisant la différence :

Volume des hématies = Volume sanguin - Volume plasmatique

et ces chiffres ont été obtenus (en pourcentage du poids du corps) :

. $1,99 \pm 0,19$ chez les agneaux non sevrés

. 1,52 chez les agneaux sevrés

. $1,41 \pm 0,24$ chez les moutons.

On remarque donc une décroissance progressive dans le pourcentage globulaire avec l'âge des animaux et un certain degré d'anémie.

Tableau récapitulatif

	Agneaux non sevrés	Agneaux sevrés	Moutons
Volume sanguin	6,35 ± 0,37	4,93	5,39 ± 0,48
Volume plasmatique	4,36 ± 0,24	3,41	3,98 ± 0,28
Hématocrite	31,6 ± 2,35	30,7	24,6 ± 1,63
Pourcentage d'hématies	1,98 ± 0,19	1,52	1,41 ± 0,24

C O N C L U S I O N

L'eau est le constituant le plus abondant de l'organisme vivant.

Elle est indispensable à la vie.

Elle représente environ 65 % du poids corporel chez les êtres vivants.

Cette eau se répartit en deux grands compartiments :

- un compartiment intracellulaire : 45 % du poids du corps. C'est l'eau contenue dans la cellule.

- un compartiment extracellulaire : 20 % du poids du corps. C'est l'eau qui est en dehors de la cellule. Ce compartiment est divisé en :

- . secteur interstitiel : 15 % du poids du corps
- . secteur plasmatique : 5 % du poids corporel.

Nous avons dosé l'eau par la méthode classique de dilution isotopique utilisant comme traceur des globules rouges marqués au ^{51}Cr dans un secteur qui est quantitativement le moins important mais dont le rôle physiologique est tout aussi considérable que celui des autres compartiments de répartition hydrique.

Il s'agit du secteur plasmatique qui, grâce à sa position d'intermédiaire entre le milieu extérieur et le milieu intérieur intervient de façon primordiale dans

les phénomènes de la thermorégulation. En effet dans ces régions chaudes, le maintien d'un haut niveau de production est difficile à cause de l'importante quantité d'excédent de chaleur métabolique produite, en plus de la chaleur imposée par l'environnement comme si la charge totale de chaleur à dissiper est considérable.

Cette thermolyse sacrifie l'eau de l'organisme, et le plasma est le récepteur initial de toute perturbation de l'équilibre hydrique. Il s'ensuit des répercussions sur les autres secteurs liquidiens. On perçoit donc toute la mobilité de cette eau plasmatisée entre les différents secteurs de répartition hydrique.

Donc, il conviendra d'améliorer les conditions d'abreuvement des moutons de manière à couvrir les besoins d'entretien et de production. En effet la croissance, le travail musculaire, la gestation, la sécrétion lactée entraînent d'importantes pertes d'eau.

Nous avons obtenu des résultats différents selon le stade de développement de l'animal :

- premièrement, en pourcentage de poids corporel, le secteur sanguin est égal à :

- . $6,35 \pm 0,37$ chez les agneaux non sevrés
- . 4,93 chez les agneaux sevrés
- . $5,39 \pm 0,48$ chez les moutons.

- deuxièmement, le secteur plasmatique est égal en pourcentage du poids du corps à :

- . 4,36 \pm 0,24 chez les agneaux non sevrés
- . 3,41 chez les agneaux sevrés
- . 3,93 \pm 0,28 chez les moutons.

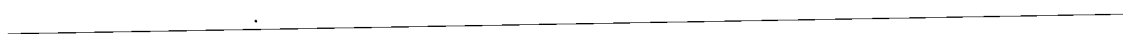
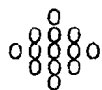
D'une façon générale, ces résultats sont insuffisants car établis sur un petit nombre d'animaux. Néanmoins ils permettent d'avoir une certaine idée sur l'ordre de grandeur.

Aussi, nous souhaitons que des recherches ultérieures viennent enrichir ce travail, améliorer l'échantillonnage pour établir des statistiques plus précises, en ce qui concerne les valeurs de tous les secteurs hydriques et les variations selon l'âge, le sexe, l'état d'engraissement, les diverses productions, voire même étudier ces variations dans les situations pathologiques.

De plus, depuis plus d'un siècle, de nombreuses méthodes de détermination ont été mises au point aussi bien pour le volume du sang, important indicateur des modifications physiologiques et pathologiques dans l'organisme, que pour les autres secteurs de répartition hydrique. Actuellement, l'étude de leur précision respective doit être abordée de façon urgente. Ceci permettrait d'avoir

une idée correcte sur le "physiologique" pour mieux comprendre le "pathologique".

En effet l'évaluation judicieuse des changements ne pourrait être appréciée qu'en fonction de valeurs normales précises.



B I B L I O G R A P H I E

- 1 - AGASSE J.C.
Contribution à l'étude des secteurs hydriques du mouton à l'aide des radio-éléments
Thèse, Toulouse, n° 9, 1971.
- 2 - AMBARD L.
Physiologie normale et pathologique des reins
I Vol., Paris, 1920, Masson éd.
- 3 - ANAND R.S. and PARKER H.R.
Total body water and water turnover in sheep
Am. J. Vet. Res., 1966, 27, 899 - 902.
- 4 - ANDERSON R.S.
Observation on the water and electrolyte metabolism in the goat.
Z.C.T.A. Physiol. Scand. 1955, 33 (1), 50-6.
- 5 - ANDERSON R.S.
The use of radioactive phosphorus for determining circulation erythrocyte volumes
Am. J. Physiol., 1942, 137, 539.
- 6 - ANDERSON R.S. and ROGERS E.
Hematocrit and Erythrocyte Volume Determination in the goat as related to spleen behavior
Am. J. Physiol., 1957, 188, 178.
- 7 - Application des isotopes dans la Recherche et la production
Principes techniques, 1967, Edition Leipzig
- 8 - ASCHBACHER P.W., KAMAL T.H., and CRAGLE R.G.
Total body water estimations in dairy cattle using Tritiated water.
J. Anim. Sci., 1965, 24, 430.
- 9 - BANCROFT J., KENNEDY J.A. and MASON M.F.
The blood volume and Kindred properties in pregnant sheep
J. Physiol., 1939, 95, 159.
- 10 - BELLOWS R.T. et VAN WAGENEN W.P.
The effect of resection of the olfactory, gustatory, and trigeminal nervers on water drinking in dogs without and with diabetes insipidus
Am. J. Physiol., 1939, 126, 13
- 11 - BENEZECH C.
L'eau : base structurale et fonctionnelle des êtres vivants
1 vol, Paris, 1962, Masson et C^{ie} éd.

- 12 - BERGER E.Y., BRODIE B.B., AXELROD J., DUNNING M.F., POROSOWSKA Y. et STEELE J.M.
Fed. Proc., 1950, 9, 11.
- 13 - BERGER E.Y. et STEELE J.M.
Electrolyte and water metabolism. Physiologic considerations.
Med. clin. North. Amer., 1952, 36, 829.
- 14 - BERNARD CL.
Leçons sur les propriétés physiologiques et les altérations pathologiques des liquides de l'organisme
Baillière éd., Paris, 1859, p. 371.
- 15 - BERNARD CL.
Leçons de Physiologie expérimentale
1 vol., Paris, 1855, Baillière éd.
- 16 - BINET L.
Esquisses et notes de travail inédites de CLAUDE BERNARD
Masson éd., Paris, 1952.
- 17 - BIRD P.R., FLINN P.C., CAYLEY J.W.D. et WATSON M.J.
Body composition of live cattle and its prediction from Fasted Liveweight, Tritiated water space and Age
Aust. J. Agric. Res., 1982, 33, 375-87.
- 18 - BONVALLET M. et DELL O.
Métabolisme de l'eau et thermorégulation physique
Ann. Nutr. Alim. 1949, 3, 185-243.
- 19 - BRODIE B.B., AXELROD I., SOBERMAN R. et LEVY B.B.
The estimation of antipyrine in biological materials
J. Biol. Chem. 1949, 179, 25.
- 20 - BRODIE B.B., BRAND E. et LESHIN S.
The use of bromide as a measure of extracellular fluid
J. Biol. Chem., 1939, 130, 555.
- 21 - BROOKS S.C.
The permeability of erythrocytes to deuterium oxide (heavy water)
J. Cell. Comp. Physiol., 1935, 7, 163.
- 22 - BROWN F.A., HEMPELMAN L.H. et ELMAN R.
The determination of blood volume with red cells containing radioactive phosphorus (³²P)
Science, 1942, 96, 323.

- 23 - CACHERA R. et BARBIER P.
Concentration sanguine et volume du sang
Paris, méd., 1945, 35, 93.
- 24 - CACHERA R.
La répartition et les migrations de l'eau dans l'organisme
Presse méd., 1942, 20, 241.
- 25 - CACHERA R. et BARBIER P.
Etude de la diffusion dans l'organisme humain des
solutions de rhodanate de sodium introduites par voies
veineuses
C.R. Soc. Biol., 1941, 135, 1180.
- 26 - CACHERA R. et BARBIER P.
La notion de volume globulaire total
Paris, méd., 1945, 35, 101.
- 27 - CACHERA R. et BARBIER P.
L'épreuve du Rhodanate de Na. Méthode de mesure des
liquides interstitiels
C.R. Soc. Biol., 1941, 135, 1175.
- 28 - CANNON W.B.
Les bases physiologiques de la soif
Rev. gén. Sc., 1919, 3, 69.
- 29 - CANNON W.B. et GREGERSEN M.I.
Studies on regulation of water intake, effect of extir-
pation of salivary glands on water intake of dogs while
jauting.
Am. J. Physiol., 1932, 102, 336.
- 30 - CHAUFFARD A., BRODIN P. et GRIGAUT A.
Diffusibilité clinique comparée de l'acide urique et
de l'urée
C.R. Soc. Biol., 1922, 86, 335.
- 31 - CHESLEY L.C.
Observations on the absorption, apparent volume of distri-
bution and excretion of thio-urea
J. Clin. Investig., 1944, 23, 856.
- 32 - CLARK R. and QUIN J.J.
Studies on the water requirements of farm animals in
South Africa. II The relation between water consumption
and a atmospheric temperature as studied on merino sheep.
Onderstepoort J.L. Vet. Sc., 1949, 22, 345-356.

- 33 - CLARK R. and QUIN J.J.
Studies on the water requirements of farm animals in South Africa. I. The effect of intermittent watering on merino sheep
Onderstepoort J.L. Vet. Sc., 1949, 22, 335-343.
- 34 - Compartiments liquidiens. Le sang
Chaire de Physiologie. Faculté de Médecine de Paris.
- 35 - Constantes biologiques et explorations fonctionnelles
Le concours médical Sup. n° 4-52, 1965
- 36 - COURTICE F.C.
The blood volume of normals animals
J. Physiol., 1943, 102, 290.
- 37 - COURTICE F.C. et GUNTOM R.W.
The determination of the blood volume in man by the carbon monoxide and dye methods
J. Physiol., 1949, 108, 142.
- 38 - CRANDALL L.A. et ANDERSON M.X.
Estimation of the state hydration of the body by the amount of water available for the solution of sodium thiocyanate.
Am. J. Digest. Dis. Nut., 1934, 1, 126.
- 39 - DANOWSKI T.S.
Use of thiourea as a measure of change in body water
J. Biol. Chem., 1944, 152, 207.
- 40 - DEANE M., SCHREINER G.E. et ROBERTSON J.S.
The velocity of distribution of sucrose between plasma and interstitial fluid, with reference to the use of sucrose for the measurement of extracellular fluid in man
J. Clin. Investig., 1951, 30, 1463.
- 41 - DESGREZ A., MORETTI J.L., ROBERT J. et VINOT J.M.
Abrégé de Médecine nucléaire.
- 42 - DIA P. IBRAHIMA
L'élevage ovin au Sénégal : Situation actuelle et perspectives d'avenir.
Thèse, Dakar, n° 4, 1979.
- 43 - DILL D.B., ADOLPH E.F. et WILBERG C.G.
Adaptation to the Environment, 1964.
- 44 - DONNELLY J.R. et FRER M.
Prediction of body composition in live sheep
Aust. J. Agric. Res., 1974, 25, 825-35.

- 45 - DOWNES A.M. et Mc DONALD I.W.
Br. J. Nutr., 1964, 18, 153.
- 46 - DULONG DE ROSNAY C. et LABADIE P.
La mesure du volume plasmatique par le Subtosan 25
(L'eau en biologie et en thérapeutique, IIIe Congrès
médical international d'Evian, 1951, vol. I, Paris.
- 47 - DUMONT B.L.
L'utilisation de l'antipyrine pour la mesure in vivo
de l'eau totale du corps chez les ovins.
Ann. Zootechnie, 1955, 4, 315-319.
- 48 - EBAUGH F.G., EMERSON C.P. et ROSS J.F.
J. Clin. Invest., 1953, 32, 1260.
- 49 - EDELMAN I.S., OLNEY J.M., JAMES A.H., BROOKS L. et
MOORE F.D.
Science, 1952, 115, 447.
- 50 - ELKINTON J.R.
Water metabolism
Ann. Rev. Biochem., 1950, 12, 145.
- 51 - ELKINTON J.R.
The volume of distribution of mannitol as measure of
the volume of extra-cellular fluid, with a study of the
mannitol method
J. Clin. Investig., 1947, 26, 1088.
- 52 - ELKINTON J.R. et DAMOWSKI T.S.
The Body Fluids : Basic physiology and practical
therapeutics
The williams and Wilkins company, Baltimore, 1955.
- 53 - ELKINTON J.R. et TAFFEL M.
The apparent volume of distribution of sulfocyanate
and of sulfanilamide in the dog.
Am. J. Physiol., 1942, 138, 126.
- 54 - ENGELS W.
Die Bedeutung des Gewebe als Wasser Depots
Arch. f. exper. Pathol. u. Pharmacol., 1904, 51, 346.
- 55 - FAUVERT R. et LOVERDO A.
Etude des mouvements du sodium dans l'organisme au
moyen du sodium radioactif
Sem. Paris, 1950, 65, 132.

- 56 - FLEISCHER
L'eau et les électrolytes dans l'organisme
Physiologie - Pathologie - Thérapeutique.
- 57 - FOOT J.Z., SKEDD E., and Mc FARLANE D.N.
Body composition in lactating sheep and the indirect
measurement in the live animal using tritiated water
J. Agric. Sci., 1979, 92, 69-81.
- 58 - GAUDINO M., SCHWARTZ I.L. et LEVITT M.F.
Inulin volume of distribution as a measure of extra-
cellular fluid in dog and man
Proc. Soc. Exp. Biol. Med., 1948, 68, 507.
- 59 - GENEVIEVE J. Marie Brizay
Contribution à l'étude des compartiments hydriques
chez le cobaye à l'aide des radio-éléments
Thèse, Toulouse n° 19, 1973.
- 60 - GIBSON J.G., PEACOCK W.C., SELIGMAN A.M. et SACK T.
Circulating red cell volume measured simultaneously
by the radioactive iron and dye methods
J. Clin. Investig., 1946, 25, 839.
- 61 - GRAY S.J. et STERLING K.
The tagging of red cells and plasma proteins with
radioactive chromium
J. Clin. Investig., 1950, 20, 1604.
- 62 - GREGERSEN M.I.
A practical method for the determination of blood
volume with the dye T-1824
J. Lab. Clin. Med., 1944, 29, 1266.
- 63 - GREGERSEN M.I. et RAWSON R.A.
The disappearance of T-1824 and structurally related
dyes from the blood stream
Am. J. Physiol., 1943, 138, 608.
- 64 - GREGERSEN M.I. et SCHIRO H.
The behavior of the dye T-1824 with respect to its
absorption by red blood cells and its fate in blood
undergoing coagulation
Am. J. Physiol., 1938, 121, 284.
- 65 - GREGERSEN M.I. et STEWART J.D.
Simultaneous determination of the plasma volume with
T-1824, and the "available fluid" volume with sodium
thiocyanate.
Am. J. Physiol., 1939, 125, 142.

- 66 - GOUDSMIT A., LOUIS L. et SCOTT J.C.
Bromide space, thiocyanate space and the measurement
of extra-cellular fluid volume
Am. J. Physiol., 1941, 133, 297.
- 67 - GUY LORGUE
Contribution à l'étude de l'eau totale en Médecine
Vétérinaire
Méthodes de mesure . Résultats
Thèse, Toulouse, 1964, 44.
- 68 - HAEGE L.F. et MANERY J.F.
The extent to which radioactive chloride penetrates
tissues and its significance
Am. J. Physiol. 1941, 134, 83.
- 69 - HAFEZ E.S.E.
Adaptation of Domestic Animals.
- 70 - HAHN P.F., BALE W.F. et BALFOUR W.M.
Radioactive iron use to study red blood cells over
long periods
Am. J. Physiol., 1942, 135, 600.
- 71 - HAHN P.F., BALFOUR W.M., ROSS J.F., BALE W.F. et WHIPPLE
G.H.
Red cell volume circulating and total as determined by
radio-iron.
Science, 1941, 93, 87.
- 72 - HAMBURGER J. et MATHE G.
Physiologie normale et pathologique du Métabolisme de l'eau.
Paris (VI^e) éd. Flammarion, 1952.
- 73 - HAMWI G.F. et URBACH S.T.
Body compartments. Their measurement and application to
clinical medicine.
Metabolism ; 1953, 2, 391.
- 74 - HANSARD S.L.
Total body water in farm animals
Am, J. Physiol., 1964, 106, 1369.
- 75 - HANSARD S.L. et LYKE W.A.
Proc. Soc. Biol. Med., 1956, 93, 263.
- 76 - HARDY J.D. et DRABKIN D.L.
Measurement of body water : technics and complications.
J. Am. Med. Ass., 1952, 149, 1113.

- 77 - HARRIS D.T.
The value of the vital red method as a clinical means for the estimation of the volume of blood
Brit. Y. Exper. Pathol., 1920, 1, 142.
- 78 - HARRISON F.A., HILL K.J. et MANGAN J.L.
Absorption and Excretion of Lithium and Magnesium in the sheep
J. Biol., 1963, 89, 99.
- 79 - HAXHE I.I.
Mesures des compartiments corporels. Méthodes et Résultats
J. Physiol., Paris, 1964, 56, 7 - 109.
- 80 - HEINEMAN M.J.
Distribution of sulfonamide compounds between cells and serum of human blood
J. Clin. Invest., 1943, 22, 29.
- 81 - HERMANN H. et CIER J.F.
1 - Bioénergétique et rations alimentaires. Sang - Lymph. Compartiments liquidiens de l'organisme - Circulation du sang - Respiration.
- 82 - HEVESY G.V. et HOFER E.
Die verweilzeit des wassers in menschlichen Körper, untersucht mit Hilfe von "schwerem" wasser als indicator.
Klin. Wschnschr. , 1943, 2, 1524.
- 83 - HIX E.L., UDERBJERG G.R.L. et HUGUES J.J.
The body fluids of ruminants and their simultaneous determination
Amer. J. Vet. Res., 1959, 20, 184-191.
- 84 - HODGETTS V.E.
The Dynamic Red Cell storage Function of the spleen in sheep. III Relationship to determination of blood volume, Total red cell volume, and plasma volume.
Aust. J. Exp. Biol. and Med. Sci., 1961, 39, 187.
- 85 - HOOPER C.W., SMITH H.P., BETT A.E. and WHIPPLE G.H.
Blood volume studies
I. Experimental control of a dye blood volume method
Am. J. Physiol., 1920, 51, 205.
- 86 - HOPPER J., WINKLER A.W. et ELKINTON J.R.
Simultaneous measurements of the blood volume in man and dog by means of carbon monoxide.
II. Under abnormal conditions, including secondary shock.
J. Clin. Investig., 1944, 29, 636.

- 87 - HUCKABEE W.E.
J. Appl. Physiol., 1956, 9, 157.
- 88 - INGRAM D.L. et MOUNT L.E.
Man and Animals in Hot Environments.
- 89 - JAVAL A. et BOYE T.
La rétention de l'urée et sa diffusion dans les liquides de l'organisme.
C.R. Soc. Biol., 1910, 68, 527.
- 90 - JUSTIN BESANCON L., LAMOTTE M., LAMOTTE-BARILLON S. et BARBIER P.
Les hormones cortico surrénales et le métabolisme de l'eau et des électrolytes.
Congrès Français médical, 28e session, Bruxelles, 1951, 1 vol, ch. Lorie éd.
- 91 - KALTREIDER N.L., MENEELY G.R., ALLEN J.R. et BALE W.F.
Determination of the volume of the extracellular fluid of the body with radioactive sodium
J. Exper. Med., 1941, 74, 569.
- 92 - KANEKO J.J. et CORNELIUS C.E.
Clinical biochemistry of Domestic Animals
Second Edition vol. II, 1971.
- 93 - KEITH M.M.
Water metabolism
Ann. Rev. Physiol., 1953, 15, 63.
- 94 - KEITH M.M., ROWNTREE L.G. et GERAGHTY
A method for the determination of plasma and blood volume
Arch. Med. Int., 1915, 16, 547.
- 95 - KLEMENT A.W., AYER D.E. et ROGERS E.B.
Simultaneous Use of ^{51}Cr and T-1824 Dye in blood volume studies in the Goat.
Am. J. Physiol., 1955, 181, 15.
- 96 - KOMLAN DJABAKOU
Aspects de la lutte contre la chaleur chez certains homéothermes en Afrique
Thèse, Dakar, n° 7, 1979.
- 97 - KORNITZER M., DELCROIX C. et CLEEMPOEL H.
Rev. franç. Etudes clin. et biol., 1966, 11, 632.
-

- 98 - KRAYBILL H.F., HANKINGS O.G., BITTER H.L.
Body composition of cattle estimation of body fat from measurement in vivo of body water by use of antipyrine
J. Appl. physiol., 1951, 3, 681-689.
- 99 - KRUHOFFER P.
Inulin as an indicator for the extra-cellular space
Acta Physiol. Scandinav., 1946, 11, 16.
- 100 - HUMAR I. et BERGER E.Y.
Preparation of samples for liquid scintillation analyses of tritiated water
Int. J. Appl. Radiat. Isot., 1968, 19, 805-7.
- 101 - LABOUCHE CL. et MAINGUY P.
Aspects physiologiques et nutritionnels de l'alimentation du bétail en Afrique tropicale
Rev. Elev. Med. Vet. Pays trop., 1954, 221.
- 102 - LACROIX M., BUSSET R. et MACH P.S.
Utilisation comparative du soufre-35 et du brome -82 pour la détermination du volume de l'eau extracellulaire
Helv. Med. Acta., 1965, vol. 32, 87.
- 103 - LEE D.H.K. et ROBINSON K.
Reactions of the sheep to hot atmospheres
Proc. Roy. Soc. Queensland., 1941, 53, 180-200.
- 104 - LEITCH et THOMPSON
Economy of water of farm animals
Nutr. Abst. and Rev., 1944, 45.
- 105 - Le MAGNEN J.
Consommations spontanées d'eau et de sels minéraux dans la régulation de l'équilibre hydrominéral. Les mécanismes périphériques.
Colloque du CNRS
CNRS, Paris C 265 - C 281, 1954.
- 106 - LUCKE B. et HARVEY E.M.
The permeability of living cells to heavy water (deuterium oxide)
J. Cell. Comp. Physiol., 1934, 5, 475.
- 107 - MAC FARLANE et col.
Water and electrolyte changes in tropical merino sheep exposed to dehydration during summer
Aust. J. Agric. Res., 1961, 12, 889 - 912.

- 108 - MAC FARLANE W.V., MORIS et HOWARD B.
Water economy of tropical Merino Sheep
Nature - London, 1956, 178, 304 - 305.
- 109 - MACH R.S.
Les troubles du métabolisme du sel et de l'eau.
Masson et Cie éd. Paris, 1946
F. Roth et Cie éd. Lausanne.
- 110 - MANERY J.F. et BALE W.F.
The penetration of radioactive sodium and phosphorus
into the extra- and intra-cellular phases of tissues
Am. J. Physiol., 1941, 132, 215.
- 111 - MANERY J.F. et HAEGE L.F.
The extent to which radioactive chloride penetrates
tissues and its significance
Am. J. Physiol., 1941, 134, 83.
- 112 - MANGAN J.L. et WRIGHT P.C.
The measurement of rumen volumes of sheep and cattle
with lithium salts.
Res. Vet. Sci., 1968, 9, 366.
- 113 - MARCHALL G. et DUHAMEL G.
Le sang
Collection "Que sais-je".
- 114 - MARSHALL E.K. et DAVIS D.M.
Urea ; its distribution in and its elimination from
the body
J. Biol. Chem., 1914, 18, 53.
- 115 - MEISNER H.H., VAN STADEN J.H. et PRETORIUS E.
In vivo estimation of body composition in cattle
with tritium and urea dilution. I. Accuracy of prediction
equations for the whole body
S. Afric. J. Anim. Sci., 1980, 10, 165-173.
- 116 - MELIK T.
Recherches sur l'évaluation de la masse du sang par
l'injection intraveineuse de Rouge-Congo
Thèse, Paris, 1934.
- 117 - MOENS R.S., BUSSET R., COLLET R.A., MAGANT DE DEUX
CHAINES et MACH R.S.
Détermination de l'eau totale par la méthode à l'eau
tritiée
Schweizerische Medizinische Wochenschrift, 1963, 26,
932.

- 118 - MONTASTRUC P.
Régulation des mouvements d'eau. La miction
Ed. Flammarion, 1971, Paris 1^e.
- 119 - MOORE F.D.
Determination of total body water and solids with
isotopes
Science, 1946, 104, 157.
- 120 - MACHMAN H.M. JAMES G.W., MOORE J.W. et EVANS E.I.
Comparative study of red cells volumes in human
subjects with radioactive phosphorus tagged red cells
and T-1824 dye
J. Clin. Investig., 1950, 29, 258.
- 121 - MYLIN G.
Blood volume determination with radio active phosphorus
Brit. Heart J., 1941, 7, 81.
- 122 - PACE N., KLINE L., SCHACHMAN H.K. et HARFENIST M.
Studies on body composition. IV Use of radioactive
hydrogen for measurement in vivo of total body water
J. Biol. Chem., 1947, 168, 459.
- 123 - PACE N. et RATHBUN E.N.
Studies on body composition. III. The body water and
chemically combined nitrogen content in relation to
fat content.
J. Biol. Chem., 1945, 158, 685.
- 124 - PAINTER E.E.
Total body water in the dog
Am. J. Physiol., 1940, 129, 6744.
- 125 - PAINTER E.E.
Simultaneous determinations of the body water available
for dilution of exogenous urea and sulfanilamide in an
anesthetized dog.
Am. J. Physiol., 1938, 123, 159.
- 126 - PANARETTO B.A.
Body composition in vivo. IX. The relation of body
composition to the tritiated water spaces of ewes
and wethers fasted for short periods
Aust. J. Agric. Res., 1968, 19, 267-272.
- 127 - PARPART A.K.
The permeability of the mammalian erythrocyte to
deuterium oxyde (heavy water)
J. Cell. Comp. Physiol., 1935, 7, 153.

- 128 - PETERS J.P.
Water exchange
Physiol. Rev., 1944, 24, 491-531.
- 129 - PICART P. et CALVET H.
Mesure des compartiments liquidiens corporels chez
des bovins de l'Ouest-Africain.
Méthodes et résultats.
Rev. Elev. Med. Vet. Pays tropicaux, 1967, 20, 2, 311.
- 130 - PINSON E.A.
Water exchanges and barriers as studied by the use of
hydrogen isotopes
Physiol. Rev., 1952, 32, 123 - 134.
- 131 - PINSON E.A. et LANGHAM W.H.
Physiology and Toxicology of tritium in man.
J. appl. Physiol., 10, 108-126, 1952.
- 132 - POULAIN P. et PIETTE M.
Détermination de la masse sanguine par la polyvinyl-
pyrrolidone (Subtosan)
Bull. Soc. Chem. Biol., 1948, 7 et 8, 496.
- 133 - POZNANSKI W.J.
Dosage volumétrique du plasma sanguin
Ann. Biol. Clin., 1950, 3, 250.
- 134 - RAWNSLEY M.H. et MITRUKA
Clinical and Hematological reference values in Normal
Experimental Animals
Masson Publishing USA, Inc, 1977.
- 135 - REID J.T., BALCH C.C. et GLASCOK R.F.
The use of tritium, of antipyrine and of N-acetyl-4-
amino-antipyrine in the measurement of body water in
living rabbits
Brit. J. Nutr., 1958, 12, 43.
- 136 - REID J.T., BALCH C.C., HEAD M.J. et STRAUD J.W.
Use of antipyrine and N-acetyl-4-amino-antipyrine in
the measurement of body water and the intraruminal
water of the gastrointestinal tract of living cattle.
Nature., 1957, 170, 1034.
- 137 - REYNOLDS M.
Measurement of bovine plasma and blood volume during
pregnancy and lactation
Am. J. Physiol., 1953, 175, 118.

- 138 - RICHET G., ARDAILLOU R., AMIEL C. et PAILLARD
Equilibre hydroélectrolytique normal et pathologique
Précis du praticien, 4° éd., Baillière, Paris.
- 139 - RICO A.G., LORGUE G. et KPITTLE J.P.
Etude de l'eau totale chez le lapin à l'aide de l'eau tritiée.
Rev. Med. Vet., 1967, 118, 12, 949.
- 140 - ROBINSON J.R et Mc CANCE R.A
Water metabolism.
- 141 - SAMSON WRICHT
Physiologie appliquée à la Médecine 13 p.
- 142 - SAVOIE J.C et JUNGERS P.
Mesure de l'espace extracellulaire chez l'homme à l'aide du radiosulfate ³⁵S
Rev. franc. Et. Clin. et biol., 1965, vol 10, 99.
- 143 - SCHAMBYE P.
The circulating blood volume of sheep as determined by means of ³²P-tagged erythrocytes and T-1824
Nordisk. Vet. Med., 1952, 4, 929.
- 144 - SHANNON J.A.
The excretion of inulin by the dog
Am. J. Physiol., 1935, 112, 405.
- 145 - SCHOENHEIMER R.
Dynamic state of body constituents
Cambridge, 1946.
- 146 - SCHLOERB P.R., FRIIS-HANSEN B.J., EDELMAN I.S., SOLOMON A.K. et MOORE F.D.
The measurement of Total Body Water in the human subject by Deuterium oxyde dilution
J. Clin. Invest., 1950, 20, 1296.
- 147 - SEARLE T.W.
Body composition in lambs and young sheep and its prediction in vivo from tritiated water space and body weight
J. Agric. Sci., 1970, 74, 357-62.
- 148 - SEYDERHELM R. et LAMPE W.
Zur Frage der Blutmengenbestimmung. II. Colorimetrische Blutmengenbestimmung mit Trypanblau
Ztschr. f.d. Ges. Exp. Med., 1923, 35, 177.

- 149 - SIMONNET H.
L'eau, besoins de l'organisme, Métabolisme
Influence de l'abreuvement sur la production animale.
- 150 - SIMONNET H., JACQUOT R. et LE BARS H.
Données générales sur la nutrition et l'alimentation
Tome I : Métabolismes et transits, vol. II, 1960.
- 151 - SMITH W.W., FINKELSTEIN M. et SMITH H.W.
Renal excretion of hexitols (sorbitol, mannitol and
dulcitol) and their derivatives and of endogenous
creatinine-like chromogen in dog and man
J. Biol. Chem., 1940, 135, 231.
- 152 - SMITH B.S.W. and SIKES A.R.
The effect of route of dosing and method of estimation
of tritiated water space on the determination of total
body water and the prediction of body fat in sheep.
J. Agric. Sci., 1974, 82, 105-112.
- 153 - SOBERMAN R.J.
Use of antipyrine in measurement of total body water
in animals
Proc. Soc. Exp. Biol. Med., 1950, 74, 789.
- 154 - SOBERMAN R.J., BRODIE B.B., LEVY B.B., AXELPOD J.,
HOLLANDER V. et STEELE J.M.
The use of antipyrine in the measurement of total
body water in man
J. Biol. Chem., 1949, 179, 31.
- 155 - STEELE J.M., BERGER E.Y., DUNNING M.F. et BRODIE B.B.
Total body water in man
Am. J. Physiol., 1950, 162, 313.
- 156 - SPERBER I., HYDEN S. et EKMAN J.L.
Lantbr. Högsk. Ann., 1953, 20, 337.
- 157 - STERLING K. and GRAY S.J.
Determination of the circulating Red cell volume in
man by radioactive chromium
J. Clin. Investig., 1950, 20, 1614.
- 158 - STOLL G., EDELMAN I. et MOORE F.
L'utilisation de l'oxyde de deutérium dans les détermi-
nations de l'eau totale du corps et dans l'étude de
la perméabilité.
Congrès d'EVIAM ; 1951, vol. II

- 159 - SWANSON E.W. et NEATHERY H.W.
Body water estimations with identical dairy cattle
using antipyrine
J. Anim. Sci., 1956, 15, 1300 - 1301.
- 160 - TALSO P.J., LAHR T.N., SPAFFORD N., FERENZI G. et
JACKSON H.R.
J. Lab. Clin. Med., 1955, 46, 619.
- 161 - TILL A.R. et DOWNES A.M.
Brit. J. Nutr. 1965, 19, 435.
- 162 - TOURNADRE D. JEAN-PIERRE
Détermination à l'aide des radioéléments des volumes
des secteurs hydriques chez le lapin
Thèse, Toulouse, n° 3, 1973.
- 163 - UDERK WU F.A.O., KOZOLL D.D. et MEYER K.A.
Determination of total body water with tritium
Oxyde (H_2O_3)
J. Nucl. Med. USA, 1963, 4, 60-9.
- 164 - VISSCHER (DE) M. et BECKERS C.
Les isotopes radioactifs en Médecine
Collection "Applications des sciences nucléaires", 1961.
- 165 - VOLKMANN A.
Untersuchungen über das Mengenverhältniss des Wassers
und der Grundstoffe des menschlichen Körpers
Gesellsch. d. Wissensch., Math. Phys. Klasse, 1874,
26, 202.
- 166 - WALLACE G.B. et BRODIE B.B.
The distribution of administred bromide in comparison
with chloride and its relation to body fluids
J. Pharm. Exper. Therap., 1939, 65, 214.
- 167 - WALKER J.J.R. et DZIEMIAN A.J.
Biochemical and Physiological Date on the normal goat
Cml. C Medical Division Research Report, 1950, 31.
- 168 - WHITING F., BALCH C.C. et CAMPLONG R.C.
Some problems in the use of antipyrine and N acetyl-4-
amino-antipyrine in the determination of body water
in cattle
Brit. J. Nutr., 1960, 14, 519-533.

- 169 - WILDT E.
J. Landw., 1879, 27, 177.
- 170 - WILLIAMS R.H. et KAY G.A.
Absorption, distribution and excretion of thiourea
Am. J. Physiol., 1945, 143, 715.
- 171 - WINKLER A.W., ELKINTON J.R. et EISEMAN A.J.
Comparison of sulfocyanate with radioactive chloride
and sodium in the measurement of extracellular fluid
Am. J. Physiol., 1943, 139, 239.
- 172 - YOLL B. GUY
Contribution à l'étude de l'eau totale chez le poulet
par la méthode de dilution à l'eau tritiée
Thèse, Toulouse, n° 1, 1971.

T A B L E D E S M A T I E R E S

	<u>Pages</u>	
<u>INTRODUCTION</u>	1	
 <u>PREMIERE PARTIE : LES SECTEURS HYDRIQUES</u>		
 <u>EXAMEN DES PRINCIPES GENERAUX DES</u> <u>METHODES DE DOSAGE ET CHOIX DES</u> <u>SUBSTANCES</u>		5
 <u>Chapitre I : Les secteurs hydriques</u>	7	
I - Le secteur extracellulaire.....	9	
II - Le secteur intracellulaire	11	
III - Echanges hydriques	13	
 <u>Chapitre II : Principes généraux des méthodes</u> <u>de mesure</u>	25	
I - Définition	25	
II - Conditions exigibles pour le choix des substances	26	
III - Mode de calcul d'un espace de diffusion	27	
 <u>Chapitre III : Choix des substances</u>		
I - Secteur Eau totale	33	
II - Secteur Rumen-Réseau	41	
III - Secteur extracellulaire	43	
IV - Secteur sanguin, secteur plasmatique	46	

DEUXIEME PARTIE : EXPERIMENTATION

MESURE DE L'EAU PLASMATIQUE 51

Chapitre I : Matériel d'étude

I - Moutons d'expérience 52

II - Traceur utilisé 53

III - Matériel d'injection et de prélèvement 53

IV - Compteur de la radioactivité 55

Chapitre II : Protocole expérimental

I - Secteur sanguin 57

II - Détermination de l'hématocrite 60

III - Secteur plasmatique 61

Chapitre III : Résultats. Discussion

I - Résultats 62

II - Discussion 66

CONCLUSION 75

BIBLIOGRAPHIE 79

T A B L E D E S I L L U S T R A T I O N S

	Pages

1 - Importance relative des différents secteurs hydriques de l'organisme	8
2 - Distribution de l'eau et des électrolytes dans les tissus	10
3 - Structure électrolytique du secteur extracellulaire	12
4 - Composition hypothétique moyenne du liquide intracellulaire en milliéquivalents	14
5 - Représentation schématique du sens des échanges d'eau entre le plasma et les liquides interstitiels, en fonction de la pression hydrostatique dans le capillaire	17
6 - Compartiments liquidiens du corps : échanges avec le milieu extérieur	18
7 - Mouvements d'eau lors de la diminution de l'hydrémie	21
8 - Détermination de C_0 par la méthode d'extrapolation de CACHERA et BARBIER	30
9 - Dispositif utilisé pour les injections intraveineuses	54
10 - Variation des volumes sanguin, plasmatique et globulaire en fonction de l'âge des moutons	68
11 - Variation de l'hématocrite en fonction de l'âge .	71

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 grand 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".

Le Candidat

Vu
LE DIRECTEUR
de l'Ecole Inter-Etats des
Sciences et Médecine Vétérinaires

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