

UNIVERSITE DE DAKAR

ECOLE INTER-ETATS DES SCIENCES ET MEDECINE VETERINAIRES
(E. I. S. M. V.)

ANNEE 1984

N° 8

**ENZYMOLOGIE SEMIOLOGIQUE DU FOIE
DES ANIMAUX DOMESTIQUES :**

**Etude Bibliographique chez le chien, le cheval,
le bovin et les petits ruminants**

T H E S E

présentée et soutenue publiquement le 14 juin 1984
devant la Faculté de Médecine et de Pharmacie de DAKAR
pour obtenir le grade de DOCTEUR VETERINAIRE
(DIPLOME D'ETAT)

par

Godefroy PODA

né en 1956 à DALGANE (Haute-Volta)

J U R Y :

- Président : Monsieur François DIENG,
Professeur à la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Dakar
- Rapporteur : Monsieur Ahmadou Lamine NDIAYE,
Professeur à l'E.I.S.M.V. de Dakar
- Membres : Monsieur Francis LEGAILLARD,
Professeur Agrégé à la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Dakar
- Monsieur Alassane SERE,
Professeur Agrégé à l'E.I.S.M.V. de Dakar

TD8 7-8
ECOLE INTER-ETATS
DES SCIENCES ET MEDECINE
VETERINAIRES DE DAKAR
BIBLIOTHEQUE

ECOLE INTER-ETATS
DES SCIENCES ET MEDECINE
VETERINAIRE DE DAKAR

LISTE DU PERSONNEL ENSEIGNANT
POUR L'ANNEE UNIVERSITAIRE
1983 - 1984

I - PERSONNEL A PLEIN TEMPS

1.- PHARMACIE-TOXICOLOGIE

François Adébyo ABIOLA
Marcel NAGALO

Maître-Assistant
Moniteur

2.- PHYSIQUE MEDICALE - CHIMIE BIOLOGIQUE

Germain Jérôme SAWADOGO
Godefroy PODA

Maître-Assistant
Moniteur

3.- ANATOMIE-HISTOLOGIE-EMBRYOLOGIE

Charles Kondi AGBA
Mme Marie-Rose ROMAND
Jean-Marie AKAYEZU
Denis Boniface AKPLOGAN

Maître-Assistant
Assistante de Recherches
Moniteur
Moniteur

4.- PHYSIOLOGIE-PHARMACODYNAMIE-THERAPEUTIQUE

Alassane SERE
Moussa ASSANE
Herménégilde TWAGIRAMUNGU

Maître de Conf. Agrégé
Assistant
Moniteur

5.- PARASITOLOGIE-MALADIES PARASITAIRES-ZOOLOGIE

Louis Joseph PANGUI
Jean BELOT
Yalacé KABORET

Maître-Assistant
Assistant
Moniteur

II - PERSONNEL VACATAIRE

BIOPHYSIQUE

René NDOYE

Maître de Conférences
Faculté de Médecine et
de Pharmacie - UNIVERSITE DE
DAKAR

Alain LECOMTE

Maître-Assistant
Faculté de Médecine et
de Pharmacie -
UNIVERSITE DE DAKAR

AGRONOMIE

Simon BARRETO

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

BIOCLIMATOLOGIE

Cheikh BA

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

BOTANIQUE

Guy MAYNART

Maître-Assistant
Faculté de Médecine et
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 et Economiques
UNIVERSITE DE DAKAR

GENETIQUE

Jean Pierre DENIS

Docteur Vétérinaire
Inspecteur Vétérinaire
I.N.E.R.V.
DAKAR/HANN

RATIONNEMENT

Ndiaga MBAYE

Docteur Vétérinaire
I. N.E.R.V.
DAKAR/HANN

AGROSTOLOGIE

Jean VALENZA

Docteur Vétérinaire
I.N.E.R.V.
DAKAR/HANN

GUERIN

Docteur Vétérinaire
I.N.E.R.V.
DAKAR/HANN

III - PERSONNEL EN MISSION (prévu pour 1983-1984)

ANATOMIE PATHOLOGIQUE GENERALE

Michel MORIN

Professeur
Faculté de Médecine
Vétérinaire
SAINT-HYACINTHE-QUEBEC

ANATOMIE PATHOLOGIQUE SPECIALE

Ernest TEUSCHER

Professeur
Faculté de Médecine
Vétérinaire
SAINT-HYACINTHE-QUEBEC

PARASITOLOGIE

Ph. DORCHIES

Professeur
E.N.V. - TOULOUSE

BIOCHIMIE VETERINAIRE

F. ANDRE

Professeur
E.N.V. - NANTES

CHIRURGIE

J.P. GENEVOIS

Professeur
E.N.V. - TOULOUSE

PATHOLOGIE DE LA REPRODUCTION - OBSTETRIQUE

Daniel TINTURIER

Professeur
E.N.V. - NANTES

DENREOLOGIE

Jacques ROZIER

Professeur
E.N.V. - ALFORT

PATHOLOGIE DES EQUIDES

R. MORAILLON

Professeur
E.N.V. - ALFORT

PATHOLOGIE BOVINE

Jean LECOANET

Professeur
E.N.V. - NANTES

PATHOLOGIE GENERALE-MICROBIOLOGIE-IMMUNOLOGIE

Jean OUDAR

Professeur
E.N.V. - LYON

PATHOLOGIE INFECTIEUSE

Jean CHANTAL

Professeur
E.N.V. - TOULOUSE

PHARMACIE-TOXICOLOGIE

Philippe JAUSSAUD

Maître-Assistant Agrégé
E.N.V. - LYON

CE MODESTE TRAVAIL EST DEDIE

A LA MEMOIRE DE MES GRANDS PARENTS
=====

-PODA Eloi et MEDA Antoinette

--SOMDA Moïse et Poda Fabienne

A MON PERE .

A MA MERE : Toi qui nous dis de ne jamais
avoir le complexe de Pauvreté...
"...Ô Toi Ma Mère
Je pense à Toi"

A MON ONCLE ISIDORE

Tu ne cesses de dire que ton seul
souci c'est que les enfants de chez
toi apprennent à lire et à écrire...
Tu y mets tout ton savoir et tous tes
avoirs...
Nous espérons que tu ne seras pas déçu

A MON ONCLE ISAIE .

Seul Dieu te rendra tes bienfaits.

A MON ONCLE JEAN-LOUIS

"KOFFI de Ouaga" courage !

A MON ONCLE L'ABBE ANASTHASE

Que le CHRIST te vienne en aide
dans ta très difficile mission.

A TONTON GILBERT

Tu as fait tomber les barrières de générations
pour nous rapprocher de toi et nous adopter.

Il n'y a pas de mots pour exprimer mon
attachement à SYLVAIN et à toi

Je souhaite que notre famille soit à l'image
de la votre.

A TANTY CATHERINE

Tu es venue nous donner des leçons
Nous te souhaitons une éternité
parmi nous.

A MA CHERIE

Tu seras le cataly SEUR de ma vie...
... et moi aussi !

A MES CHERES SOEURS

Ma porte vous restera grande ouverte
Je suis votre premier mari.

A MON FRERE L'ABBE BAUDOUIN PODA

J'espère pouvoir suivre tes conseils.

A MON PETIT FRERE FREDERIC

Instituteur, tu as le métier le plus noble
N'échoue pas dans la vie.

.../-

A JEAN-CLAUDE DABIRE ET FAMILLE

En reconnaissance de tout ce que vous
avez fait pour moi.

A TOUS MES COUSINS ET COUSINES

Pour un grand rapprochement

A TOUS MES PETITS NEUVEUX

Soyez plus sérieux que Tonton GODY
et sachez que seul le travail paie.

A TOUS CEUX DE DALGANE ET DE BOZO

A MONSIEUR ET MADAME HIEN FIDELE

Nous ne savons quoi vous dire ?
Sans votre présence ici, nous nous serions
noyés dans cet océan qu'est DAKAR.
Nous espérons que FRANCO, FIDOU et...
Coco deviendront des GRANDS
Sincères reconnaissances

A MONSIEUR MEDAH MARTIN

"Mon neveu.!..."
Nous regretterons beaucoup de vous,
Nous sommes consolés que nos liens
soient perpétuels
Nous attendrons toujours vos conseils.
Sincères reconnaissances.

A JEAN-EMMANUEL

A MES CONDISEIPLES DE : OUESSA, BABORA, DISSIN, NOUNA, BOBO,
OUAGA et DAKAR.....

Pour un meilleur combat.

A MES AMIS

AUX VOLTAIQUES

AUX AFRICAINS

AU MONDE ENTIER

Pour une VIE DE PAIX.....

A NOS MAITRES

A TOUS NOS MAITRES DE L'E.I.S.M.V.

Qui nous ont transmis sans relâche
leur message, malgré les difficultés de
réception.

Veillez trouver ici un signe de notre reconnaissance.

AU DOCTEUR SAWDOGO GERMAIN J.

Maître-Assistant à L'E.I.S.M.V.

Vous avez inspiré et guidé ce travail,
malgré les difficultés qu'il y a à
travailler avec un certain Godefroy.

Nous ne serions vous remercier
pour vos bienfaits,

Sincères reconnaissances,

AU PROFESSEUR FRANCOIS ANDRE

de l'E.N.V. de NANTES

Malgré un emploi de temps chargé,
vous vous êtes intéressé à notre
travail, vous nous avez conseillé et
fourni une importante documentation.

Grand merci.

.../-

~~..A... NOS ... JUGES.~~

~~-MONSIEUR FRANCOIS SIENG :~~

Professeur à la faculté de Médecine et de Pharmacie de Dakar
Vous nous faites un Grand Honneur en présidant notre Jury
de thèse.

Puisse Dieu vous garder pour le
bonheur des Etudiants vétérinaires
très profonde gratitude et Hommages respectueux.

~~-MONSIEUR AHMADOU LAMINE NDIAYE,~~

Professeur à l'E.I.S.M.V. de Dakar
Vos qualités pédagogiques nous ont
laissés dans l'admiration.

Votre rigueur inspire un grand respect
Vous avez trouvé le temps pour rapporter ce travail, très
vive reconnaissance.

~~-MONSIEUR FRANCIS LEGAYLLARD,~~

Professeur ~~Aggrégé~~ à la Faculté de Médecine et de Pharmacie de
Dakar.

Votre abord très facile, nous a étonnés.
Vous avez accepté Juger ce travail
Sincères remerciements.

~~-MONSIEUR ALASSANE SERE.~~

Professeur agrégé à l'E.I.S.M.V. de Dakar
Nous avons trouvé en vous quelqu'un
de plus que le maître : un homme.

Nous vous disons "BARIKA" pour
tout notre séjour à DAKAR
Vous avez accepté Juger notre travail.
Sincères remerciements.

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

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

Les enzymes sont des composés de nature protéinique, produits par la cellule vivante et doués d'activité catalytique. Ce sont donc des catalyseurs biologiques. Un catalyseur est une substance qui sans éprouver de transformation visible, et à faible dose, modifie la cinétique d'une réaction chimique. Il n'agit pas en provoquant une réaction ou en rendant possible une réaction qui ne l'est pas sur le plan thermodynamique. Il agit en augmentant la vitesse de la réaction et se retrouve intact à la fin de la réaction.

Les enzymes sont connues depuis l'Antiquité où on les utilisait pour obtenir des artifices à émerveiller le commun des mortels. Elles sont une partie intégrante de notre vie courante et entrent dans la préparation des alcools, du pain et du fromage.

Avec l'évolution des sciences on a découvert leur structure, leur milieu et mécanisme d'action. Les premières recherches cohérentes sur la nature de ces activités biologiques datent de REAUMUR qui, en 1713 étudie la digestion des viandes par le suc gastrique de la buse. SPALLANZANI reprend des travaux identiques en 1783 sur le suc gastrique de corneille et observe une activité biologique en l'absence de cellules animales vivantes.

En 1833, PAYEN et PERSOZ isolent à partir d'un précipité alcoolique d'orge germé, une substance qui, remise en solution aqueuse est capable de séparer les produits solubles de l'enveloppe du grain d'amidon et d'autre part de transformer l'amidon en sucre : ils lui donnent le nom de diastase. C'est l'**amylase**.

En 1835, BERZELIUS signale que l'hydrolyse de l'amidon est catalysée plus efficacement par la diastase du malt que par l'acide sulfurique.

En 1860, PASTEUR affirme que les ferments sont inextricablement liés à la structure et à la vie des cellules de levure; mais les frères BUCHNER réussissent à extraire de la levure les

enzymes responsables de la fermentation alcoolique en 1897. Il faut signaler que le terme enzyme avait été proposé pour la première fois en 1878 par VON KUHNE.

Ce mot vient du GREC : EN, dans, et ZUME, levain

J.B. SUMMER purifie et cristallise pour la première fois l'uréase de la fève de Jack. Il constate que ces cristaux sont de nature protéinique; mais il faudra attendre 1930 et 1936 pour voir acceptée l'idée de la nature protéinique des enzymes avec les travaux de NOR THOP qui isole sous forme cristalline la pepsine, la trypsine et la chymotrypsine.

A l'heure actuelle, toutes les enzymes identifiées (plus de 2.000) sont de nature protéinique. Elles sont formées de longues chaînes d'acides aminés (124 pour la plus courte, soit la ribonucléase A). Ces protéines sont essentielles à la vie et leur absence dans l'organisme animal lui serait fatal.

L'exercice de la médecine moderne a conduit au développement des diagnostics expérimentaux et le clinicien a de plus en plus recours aux examens de laboratoire que sont la microbiologie, l'immunologie... et la biochimie. Dans ce domaine, l'enzymologie est une dominante et c'est pourquoi nous estimons que pour un travail préliminaire dans un département qui est toujours au stade de démarrage dans notre jeune école, il serait intéressant de faire une synthèse de ces enzymes qui gouvernent notre vie...

Nous n'avons pas la prétention d'aborder l'enzymologie de tout le règne animal, aussi nous nous limitons à cinq espèces domestiques que sont le chien, le cheval, le bovin, le mouton et la chèvre. Ce premier exposé du genre est réservé à la pathologie du foie, organe impliqué dans les grands métabolismes et qui est de plus en plus à la "mode" tant chez le clinicien que chez le pharmacien...

Ce travail, Enzymologie, Sémiologie Hépatique des Animaux domestiques, se divise en trois parties.

Dans la première partie, nous éluciderons les bases de l'utilisation et la mesure des enzymes. Dans la seconde partie abusivement intitulée " les enzymes hépatiques", nous ferons un inventaire détaillé des principales enzymes utilisées en sémiologie sémiologique du foie. Enfin, nous nous exercerons dans la troisième partie intitulée " Intérêt clinique de l'enzymologie en pathologie hépatique chez NOS animaux" au diagnostic enzymatique des principales maladies du foie.

0 0 0
0 0

..../-

La sémologie enzymatique ne se conçoit bien, que lorsqu'on a compris deux de ses aspects fondamentaux à savoir les bases de l'utilisation et la mesure des enzymes.

Nous étudierons ces deux aspects fondamentaux en envisageant successivement :

-Les bases de l'utilisation des enzymes ;

-La mesure des enzymes

•

CHAPITRE I :

LES BASES DE L'UTILISATION DES ENZYMES

Elles tiennent à deux principes qui sont que les enzymes sont des marqueurs de lésions cellulaires, qu'elles ont une localisation particulière en fonction des organes et des espèces.

1- LES ENZYMES, MARQUEURS DE LESION CELLULAIRE

L'exploitation de ce principe permet deux types de diagnostic :

- le diagnostic de la souffrance cellulaire ;
- le diagnostic d'intoxication par les modificateurs cellulaires.

1-1- LE DIAGNOSTIC DE LA SOUFFRANCE CELLULAIRE

L'origine des enzymes rencontrées dans les différents prélèvements biologiques est variée.

A cet égard, deux volets différents doivent être envisagés :

- le sérum
- les autres prélèvements. (à citer)

1-1-1- LES ENZYMES DU SERUM

Le sérum sanguin comporte trois types d'enzymes qui

.../-

se différencient par les origines(104, 126)

1-1-1-1- LES ENZYMES SPECIFIQUES DU SERUM

Leur lieu normal d'action est le sérum sanguin. Il s'agit par exemple des enzymes intervenant dans la coagulation sanguine telle que la prothrombine.

1-1-1-2- LES ENZYMES SECRETEES

Elaborées par les glandes exocrines, principalement les glandes annexes du tube digestif, elles ne sont pas présentes dans le sérum dans les conditions physiologiques.

1-1-1-3 LES ENZYMES CELLULAIRES

Leur site normal d'action est le milieu intracellulaire et physiologiquement leur présence dans le sérum sanguin est quantitativement très limitée. Ce fait est lié à leur taille : macromolécules, élaborées à l'intérieur des cellules, elles sont incapables de diffuser à travers la membrane cellulaire.

Cependant, il existe un renouvellement cellulaire physiologique ~~quotidien~~ qui se traduit par la lyse d'un nombre non négligeable de cellules, dont le contenu se trouve libéré dans les espaces lacunaires de l'organisme et par conséquent passe en partie dans le sang. On peut expliquer ainsi les très faibles quantités d'enzymes présentes normalement dans le sérum : celles-ci constituent pour tous les dosages les "valeurs de référence sériques".

Une augmentation importante de cette activité n'est rendue possible que par une altération membranaire telle qu'elle permet le passage de macro olécules :

- soit une lyse cellulaire
- soit une altération membranaire telle que la perméa-

bilité soit considérablement augmentée.

En tout état de cause, une telle augmentation sérique d'activité est le reflet d'une souffrance cellulaire (6, 60, 126, 130)

1-1-2- 2 EVALUATION DE LA GRAVITE DE LA LESION CELLULAIRE

Les enzymes ont des localisations Intracellulaires différentes, schématisées sur la figure 1-A, page 11

On retient principalement dans un but sémiologique, la différence entre les enzymes du cytosol ^{et} ~~est~~ les enzymes mitochondriales.

La connaissance de la localisation Intracellulaires des différentes enzymes permet dans une certaine mesure d'évaluer l'intensité de la lésion . On établit un parallèle . entre l'augmentation du taux sérique des enzymes mitochondriales et des enzymes à localisation cytoplasmique. L'accroissement des premières est généralement consécutif à une lésion plus grave de la cellule sans que pour autant elle soit plus étendue au niveau tissu.

Cet aspect est schématisé à la figure 1 - B , page 11.

1-1-1-3 EVALUATION DE L'EVOLUTION DU PROCESSUS

Les enzymes sont des protéines et comme telles, des molécules fragiles. Leur demi-vie dans l'organisme est courte; de

ECOLE INTERNATIONALE
DES SCIENCES ET MEDECINE
VETERINAIRES DE DAKAR
BIBLIOTHEQUE

.../-

X

l'ordre de quelques heures. Ainsi une augmentation de leur **taux sérique** est-elle toujours le reflet d'une souffrance cellulaire récente

Enzyme	Espèce	Demie-vie	Référence
GOT	Chien	12h	Fleisher et Wakim (1956)
GOT	Chien	263mn	Zinkle et Al (1970)
GPT	Chien	20h	Reichard (1959)
GPT	Chien	149 mn	Zinkle et Al (1970)
LDH	Chien	6h	Standjord et Al (1959)
LDH	Chien	105mn	Zinkle et Al (1970)
ICD	Chien	60mn	Standjord et Al (1959)
SDH	Chien	232mn	Zinkle et Al (1970)
CPK	Chien	210mn	Cardin et Al (1970)
Argmase	Bovin	80mn	Cornellins et Al (1963)
CPK	Cheval	108mn	Cardinet (1967)

TABEAU 1 = Demie-vie des enzymes (60)

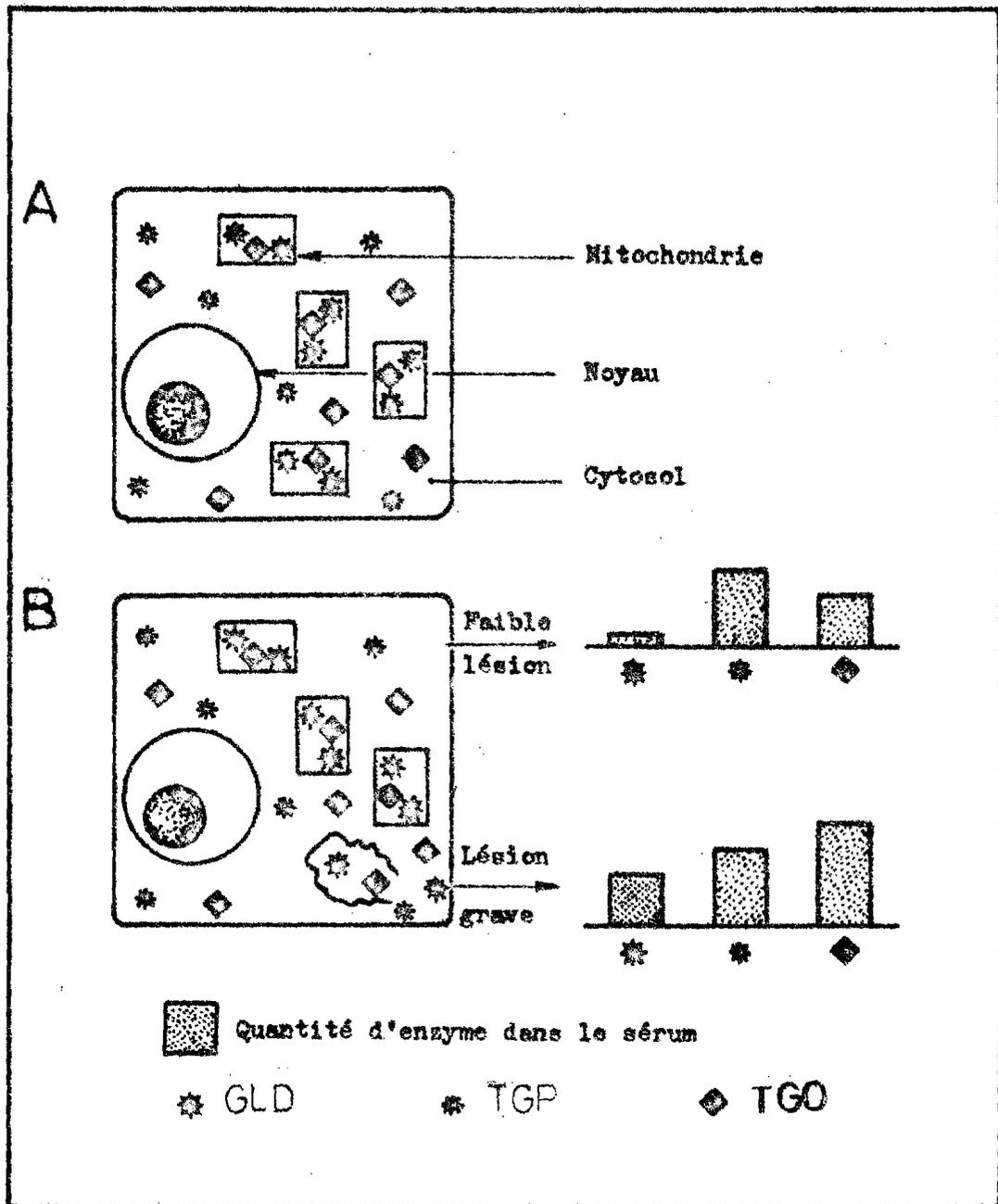


Figure I. Modification du "profil enzymatique" sérique en fonction de la gravité de la lésion cellulaire

Par conséquent, on peut, à la faveur des mesures répétées, observer l'évolution du processus lésionnel. En cas de guérison, le taux sérique tend peu à peu à diminuer. Au contraire, le maintien d'un taux élevé ou son augmentation signe une évolution moins favorable de la lésion (141)

On voit ainsi toute la valeur que la connaissance des taux enzymatiques sériques normaux et leur variation peut offrir, tant pour le diagnostic que pour le pronostic de certaines affections.

1-1-2- LES ENZYMES DES AUTRES PRELEVEMENTS

Si la mesure des enzymes dans le sérum est la plus envisagée, il faut savoir que ^{qu'on les} ~~l'on les~~ retrouve dans d'autres prélèvements que constituent les matières fécales, les urines, le liquide céphalo-rachidien et la synovie. *ok*

1-1-2-1 LES ENZYMES DES MATIERES FECALES

Il s'agit essentiellement des enzymes des glandes annexes du tube digestif et les enzymes de la flore intestinale. *insuffisant*

1-1-2-2- LES ENZYMES DES URINES

Les enzymes de faible poids moléculaires qui peuvent être filtrées à travers les glomérules rénaux et éliminées par la voie urinaire (60, 126, 139). C'est le cas de l'amylyase qui est souvent considérée comme le reflet l'amylyasémie.

Des enzymes qui appartiennent au tissu de l'appareil urogénital : lors de la lésion rénale ce sont principalement les structures tubulaires qui libèrent les enzymes dans l'urine.

.../-

1-1-2-3- LA SYNOVIE

Les taux des enzymes augmentent dans le liquide synovial lors des lésions articulaires.

Leur mesure est fréquente chez le cheval (60, 115, 129)

1-1-2-4- LE LIQUIDE CEPHALO-RACHIDIEN

L'augmentation de taux enzymatiques dans le liquide céphalo rachidien signe des lésions du système nerveux.

La mesure des enzymes dans les prélèvements autres que le sérum sanguin est sans grande importance en sémiologie hépatique. Pour les études de la pathologie du foie on ne considère que les enzymes sériques.

1-2- DIAGNOSTIC D'INTOXICATION PAR LES MODIFICATEURS ENZYMATIQUES

Des substances médicamenteuses ou toxiques manifestent des toxicités tissulaires telles que les enzymes des cellules de ce tissu soient libérées dans le milieu extracellulaire comme nous venons de l'exposer.

D'autres, au contraire, peuvent agir comme des modificateurs d'activité enzymatique :

.../-

- soit en l'augmentant : c'est l'activation enzymatique ;
- soit en la diminuant : c'est l'inhibition enzymatique ;

1-2-1 L'ACTIVATION ENZYMATIQUE

Les effets d'activation sont en général peu spécifiques et se manifestent notamment vis à vis des activités microsomiales hépatiques.

Parmi les substances toxiques, nous pouvons citer le phénobarbital et le DDT qui exercent une activation au niveau des oxydases en particulier celles des hépatocytes. Ces effets dits d'induction enzymatique sont abondamment décrits chez le rat. (94)

1-2-2 L'INHIBITION ENZYMATIQUE

Les inhibitions de l'action enzymatique sont très nombreux.

Nous en citons deux : le plomb et les organophosphorés qui possèdent une spécificité intéressante mise à profit en médecine vétérinaire.

-Le plomb est un inhibiteur de la delta-amino-lévu-
linate déshydrase (ALA - D) érythrocytaire. Cet effet est bien connu chez de nombreuses espèces et tout particulièrement chez l'homme. La mesure de son activité est même considérée comme un des témoins les plus précoces et les plus sensibles d'un saturnisme débutant.

-Les organophosphorés insecticides largement utilisés en médecine vétérinaire inhibent les cholinestérases, en particulier l'acétyl-cholinestérase érythrocytaire et la pseudo-cholinestérase sérique.

La baisse d'activité de ces enzymes ou de l'une d'entre elles, rattachée à des symptômes cliniques peut permettre de conclure à un diagnostic d'intoxication par ces produits (123,126).

2-LOCALISATION PARTICULIÈRE DES ENZYMES EN FONCTION DES ORGANES ET DES ESPECES

Largement répandues dans l'organisme animal, les enzymes n'ont pas la même localisation. Si par leur mesure on peut mettre en évidence une souffrance cellulaire, elles permettent aussi :

-d'identifier le tissu lésé par l'établissement de ce qu'il conviendra de nommer "profil enzymatique".

-ce profil enzymatique est différent d'une espèce à l'autre.

2-1-IDENTIFICATION DU TISSU LESE

Les différents tissus spécialisés de l'organisme possèdent un équipement enzymatique caractéristique reflétant leur orientation métabolique dominante (83,93,113,126).

On distingue deux groupes d'enzymes :

-Celles qui sont impliquées dans les réactions générales du métabolisme cellulaire et qui ne possèdent pas une étroite spécificité d'organes. C'est le cas des ~~transaminases~~ ou de la lactico-déhydrogénase(LDH).

-Celles qui n'interviennent que dans une chaîne métabolique caractéristique d'un organe. De telles enzymes possèdent une spécificité tissulaire assez étroite. L'augmentation de l'OCT fait suspecter une atteinte hépatique.

Par ailleurs, les Isoenzymes, variétés moléculaires d'une enzyme ayant la même activité catalytique mais hétérogène sur le plan analytique peuvent contribuer au diagnostic du tissu lésé.

Elles peuvent être séparées soit par électrophorèse soit par chromatographie. Leur identification dans le sérum présente parfois un grand intérêt pour le diagnostic des organes lésés, car en règle générale, une isoenzyme donnée peut être considérée comme pratiquement spécifique d'un tissu donné (21,87,91,113; 125).

2-2 REPARTITION TISSULAIRE DES ENZYMES CHEZ LES ESPECES

Elles sont résumées dans le tableau 2 et illustrées par les FIGURES II, III, IV, page 18.

Nous nous limiterons au chien, au cheval et au bovin. Les activités sont exprimées en pourcentage de l'activité du tissu le plus riche pris pour base 100.

Les abréviations sont ainsi définies :

PAL	: Phosphates alcaline	E.C.2.6.1.1
TGO	: Aspartate aminotransférase	E.C.2.6.1.1.
TGP	: Alanine aminotransférase	E.C.2.6.1.2
CPK	: Créatine	E.C.2.7.3.2.
LDH	: Lactico-déhydrogénase	E.C.1.1.1.27
MDH	: Malico-déhydrogénase	E.C.1.1.1.37
SDH	: Sorbit déhydrogénase	E.C.1.1.1.14
GLD	: Glutamate déhydrogénase	E.C.1.4.1.12
ALD	: Fructose 1.6.di-P-aldolase	E.C.4.1.2.13

.../-

18/-

		PAL	TGO	TGP	CPK	LDH	MDH	SDH	GLD	ALD
SERVEAU	Cheval	1,7	9,1	3,9	27,6	13,7	32,0	2,5	-	4,5
	Chien	-	31,6	-	11	16,6	-	-	-	-
	Bovin	9,9	33,8	15,8	2,2	26,6	23,8	2,8	16,0	100
COEUR	Cheval	0,7	59	39,8	70	100	100	3,5	0,7	2,9
	Chien	-	40,3	27	26	41,7	-	9	34	-
	Bovin	1,4	70,0	67,4	40,9	100	100	3,2	2,1	69,6
MUSCLE	Cheval	1,0	100	100	100	43,6	98,5	0	0,8	100
	Chien	-	100	6	100	100	-	3	9	-
	Bovin	2,3	100	100	100	99,9	94,7	0,1	3,4	61,4
RATE	Cheval	8,5	6,5	3,6	1,6	12,2	31,7	0	2,2	9,1
	Chien	-	13,4	1	-	26,9	-	5	7	-
	Bovin	21,0	9,0	9,3	0,03	16,4	11,6	0,5	7,5	16,0
FOIE	Cheval	7,2	62,2	20	1,5	23,1	65,4	100	100	9,6
	Chien	-	86,0	100	-	93,1	-	100	100	-
	Bovin	11,6	59,3	21,1	1,1	33,7	21,5	100	100	34,8
PANCREAS	Cheval	21,1	41	15,9	8,9	14,6	54,0	4,2	3,1	7,1
	Chien	-	23,9	4	-	20,6	-	3	7	-
	Bovin	8,2	13,6	10,5	0,7	18,5	17,9	13,9	3,7	12,8
REIN	Cheval	100	12,7	8,6	1,0	34,4	66,7	19,1	7,1	7,2
	Chien	-	55,2	9	-	22,9	-	56	75	-
	Bovin	100	35,7	22,5	0,4	59,5	48,5	25,3	17,2	39,1

TABLEAU 2.-

Activités enzymatiques tissulaires

chez le chien, le cheval et le bovin (62, 119, 128, 129, 130, 139).

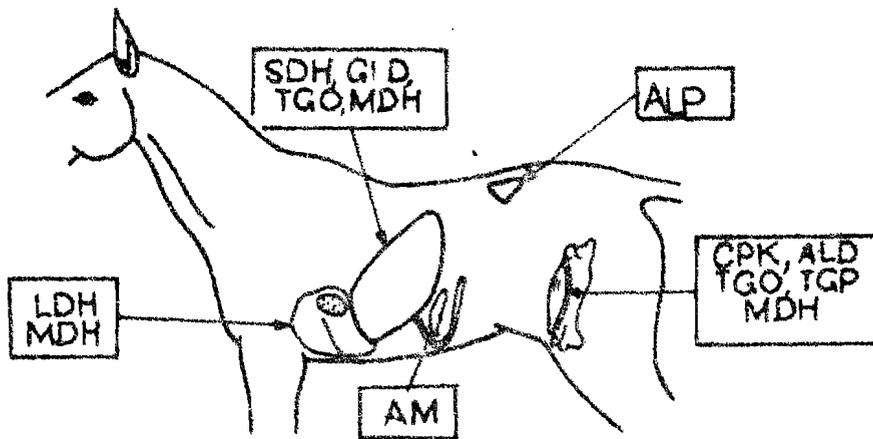


Figure II. Répartition tissulaire des enzymes chez le cheval.

(129) 34

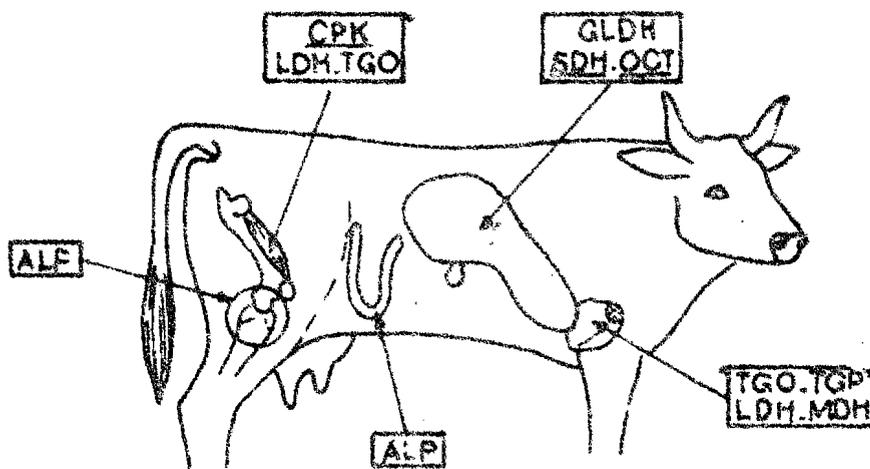


Figure III. Répartition tissulaire des enzymes chez le bovin

(128)

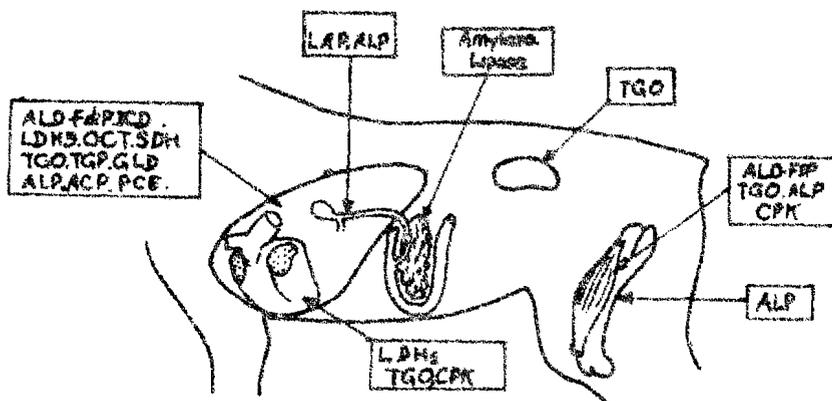


Figure IV. Répartition tissulaire des enzymes chez le chiens.

(130)

La localisation particulière des enzymes en fonction des organes fait d'elles des **auxiliaires** diagnostiques et pronostiques dont il serait regrettable de se priver.

.../-

C H A P I T R E II MESURES DES ENZYMES

Les résultats donnés par la mesure des enzymes ne sont fiables que si le prélèvement est bien fait, bien traité et la technique bien maîtrisée.

Il convient donc de nous informer sur :

- le prélèvement
- les techniques de mesures employées et
- l'expression de résultats.

1 - LE PRELEVEMENT

1-1 LA NATURE DU PRELEVEMENT

En règle générale, on utilise du sérum.

Il est déconseillé d'utiliser le plasma (83,84,60,126) car de nombreux anticoagulants manifestent un pouvoir inhibiteur vis à vis de certaines enzymes. Par contre certains autres n'affectent aucunement l'activité de ces mêmes enzymes (tableau 3 page 21).

1-2 LA FRAICHEUR DU PRELEVEMENT

Le sérum doit être frais : les enzymes sont des molécules fragiles et leur perte d'activité in vitro est rapide.

Pour certaines enzymes, elle peut être supérieure 50p 100 en 24 heures à la température ambiante. Certaines telles que les transaminases perdent peu d'activité pendant les 24 premières heures si le sérum est conservé à + 4° C.

.../-

Il est conseillé d'effectuer les dosages immédiatement et de ne pas conserver les prélèvements plus de 6 heures à la température ambiante, ou plus de 48 heures dans le réfrigérateur sinon il convient de congeler les liquides à -20°C dans des tubes bouchés (83,91, 126).

1-3 LA PROPRETE DU PRELEVEMENT

Le prélèvement doit être recueilli aussi aseptiquement que possible. On évite ainsi toute interférence d'enzymes microbiennes. En plus certains composés chimiques tels que les anticoagulants manifestent des modifications sur les activités des enzymes (Tableau 3, page 22).

1-4 L'HEMOLYSE D'UN PRELEVEMENT SANGUIN

Le sérum ne doit présenter aucune trace d'hémolyse : on évite ainsi les éventuelles contaminations par les enzymes globulaires. On note par exemple que les globules rouges contiennent cinq (5) fois plus de transaminases que le sérum (60, 83, 126, 139).

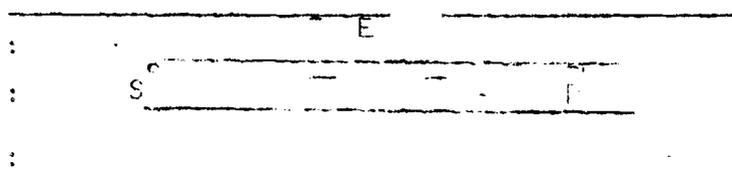
2- MESURE DE L'ACTIVITE ENZYMATIQUE

2-1 Le Principe Général

Quelle que soit l'enzyme considérée, sa concentration sérique est si faible qu'en pratique il est impossible de l'isoler d'un milieu aussi riche en protéines variées que l'est le plasma : puis de le purifier et enfin de le doser.

Pour tous les dosages enzymatiques classiques on met à profit l'étroite spécificité de chaque enzyme pour un substrat donné et l'on mesure la vitesse de la réaction catalysée. On réalise donc une mesure d'activité" et non un dosage au sens strict du terme.

Nous considérons, par exemple, une enzymes E catalisant la réaction :



ig/ml de sang	CITRATE		OXALATE		FLUORURES		EDTA		HEPARINE	
	1	10	1	10	2	20	1	10	0,2	2,0
ldolase Test UV	-	+	-	-	-	-	-	(+)	-	(+)
ldolase Test colorimétrique	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
cholinestérase	-	+	+	+++	++	+++	-	-	+	++
thymotrypsine	+	++	-	-	-	-	-	-	-	-
CPK	-	-	+	++	-	++	+++	+++	-	-
GLDH	-	+	(+)	+	+	++	-	-	-	-
GOT Test UV	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
GOT TEST colorimétrique	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
GPT TEST UV	-	-	-	+	-	-	-	-	-	(+)
GPT TEST colorimétrique	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+
G-6-PDH	-	+	-	+	+	++	-	+	-	+
ICDH	-	+	+	++	+	++	-	-	++	+++
LAP	+	+	-	-	+	+	++	++	-	-
LDH	-	-	+	++	-	-	-	-	-	++
LDH-1-Isoenzyme	-	-	+	++	-	-	-	-	-	++
IDH	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+
PAC	-	+	+	++	++	+++	-	-	-	-
PAL	-	-	-	-	-	-	+++	+++	-	-
SDH	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-
TRYPISINE	+	+	-	-	-	-	+	+++	++	+++

TABLEAU 3

Effets d'anticoagulants sur l'activité de certaines enzymes (TEST MEMO Behring)

L'expérience montre que l'héparine (et ses sels de Li et NH_4) est le moins gênant

sans Interférence

(+) Interférence légère

++ Interférence

+++ forte Interférence

Dans cette réaction, S est le substrat et P le produit.

La vitesse V de réaction est alors définie comme le nombre de molécules de substrat S dégradé ou de produit P apparu par unité de temps sous l'action de l'enzyme E.

$$V = - \frac{d(S)}{dt} = \frac{d(P)}{dt}$$

La vitesse d'une réaction enzymatique dépend considérablement du milieu réactionnel. Afin de pouvoir comparer les différentes mesures, il importe donc de contrôler cet environnement. A cet égard, on tente de se placer, autant qu'il est possible de le faire dans des conditions réactionnelles optimales permettant d'obtenir une vitesse maximale d'action (V_m) pour l'enzyme.

Les facteurs qui influencent cette vitesse sont les proportions relatives d'enzymes et du substrat ; la température de la réaction et le pH du milieu réactionnel.

2-1-1 LES PROPORTIONS RELATIVES D'ENZYMES ET DU SUBSTRAT

La vitesse d'une réaction enzymatique est proportionnelle à la quantité de complexe enzyme-substrat (E-S.) formé :

$$v = k(E-S)$$

En présence d'une quantité déterminée d'enzymes, on constate en faisant varier la concentration en substrat que la vitesse

de réaction tend vers un maximum : la vitesse maximale v_m , ainsi qu'on peut le voir sur la FIGURE V, page 25 correspondant à la saturation des sites enzymatiques par le substrat : $v_m = K(E)$.

Une vitesse maximale est obtenue en présence d'un excès modéré de substrat alors qu'un excès trop important se traduit par une inhibition dite "par excès de substrat" FIGURE VI, page 26.

La FIGURE V permet en outre de définir la concentration en substrat permettant d'obtenir 50 p 100 de la vitesse maximale. Celle-ci est appelée constante de MICHAELIS (K_m) et permet d'évaluer l'affinité de l'enzyme pour son substrat c'est la constante de dissociation du complexe enzyme-substrat (E-S).

La valeur de la constante de MICHAELIS est d'autant plus élevée que la dissociation du complexe enzyme-substrat est d'autant plus forte, donc que l'affinité de l'enzyme E pour le substrat S est plus faible (83, 87, 91, 113).

2.1.2 LA TEMPERATURE DE LA REACTION

La température a une double action (96) : elle accélère d'une part la réaction enzymatique et dénature l'enzyme d'autre part à mesure qu'elle augmente.

Cet aspect est illustré à la FIGURE VII, page 27.

Il faut donc réaliser un compromis entre ces deux aspects. Bien que pour nombre d'enzymes, la température optimale soit de 50 à 60°C, aucune température standard n'a été retenue sur le plan international. Actuellement les mesures sont effectuées à 25, 30, 32 et 37° C.

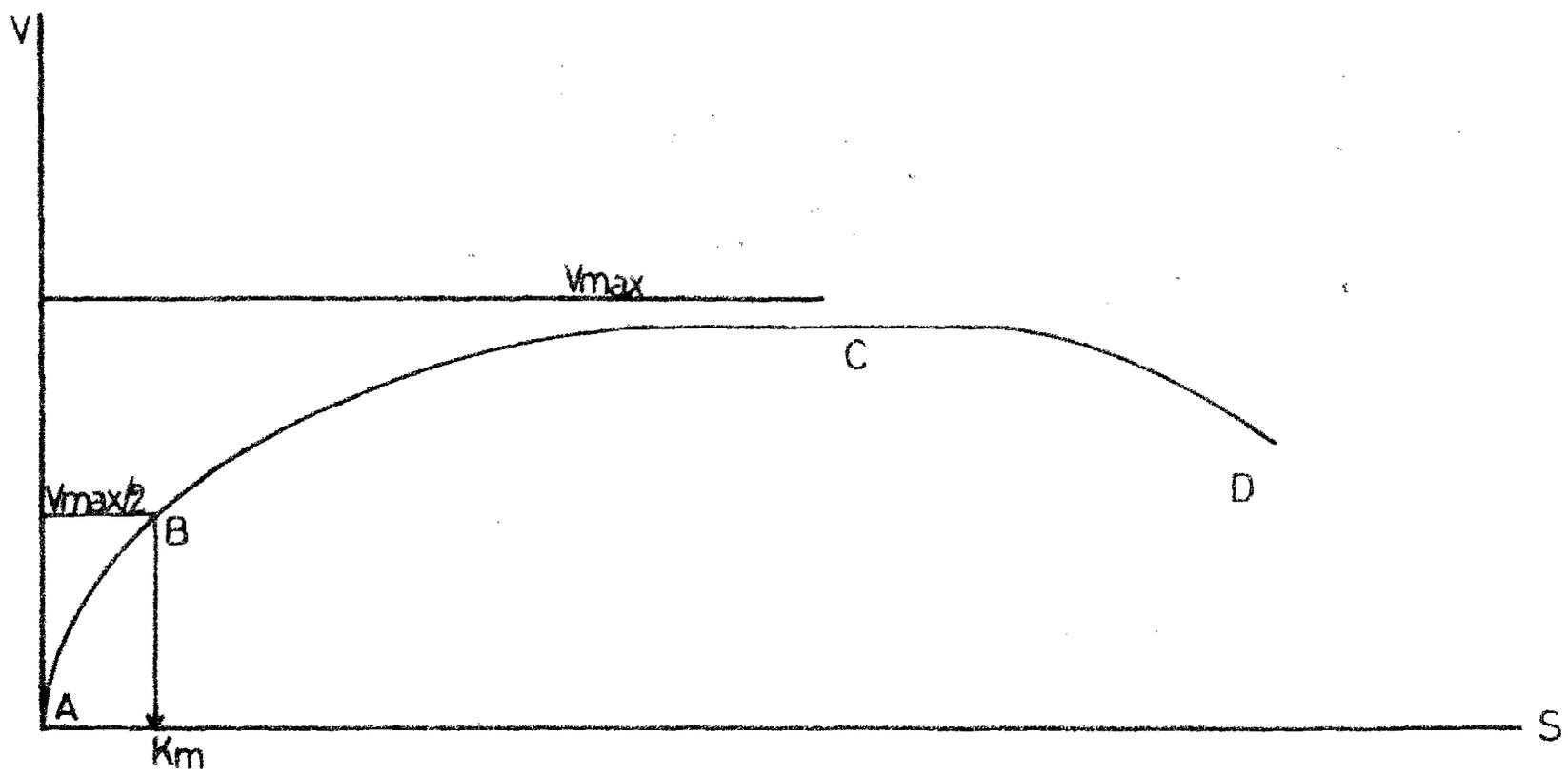


Figure V. Variation de la vitesse initiale en fonction de la concentration en substrat (73)
A, B, C, D, correspondant à la légende la figure V.

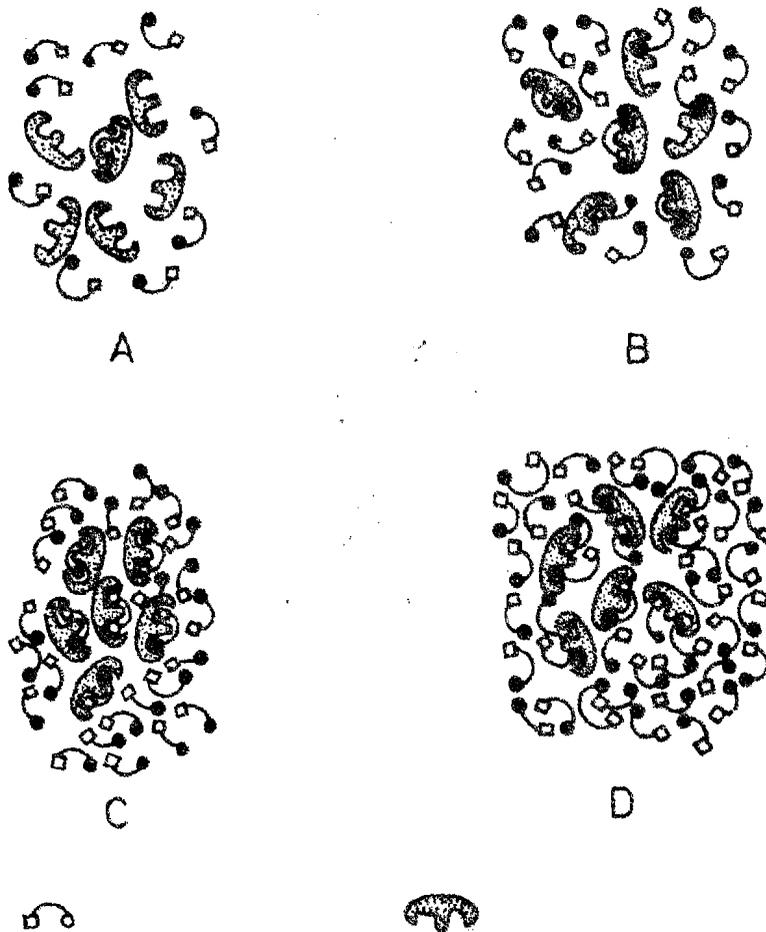


Figure VI. Saturation de l'enzyme par son substrat (73)

A. (S) faible. Seuls quelques sites enzymatiques sont occupés ; la vitesse de la réaction est faible

B. (S) supérieure. La majorité des sites enzymatiques sont occupés ; la vitesse de la réaction augmente

C. (S) est telle que tous les sites enzymatiques soient occupés ; vitesse maximale V_{max} .

D. (S) en large excès. Inhibition par excès de substrat : vitesse inférieure V_{max}

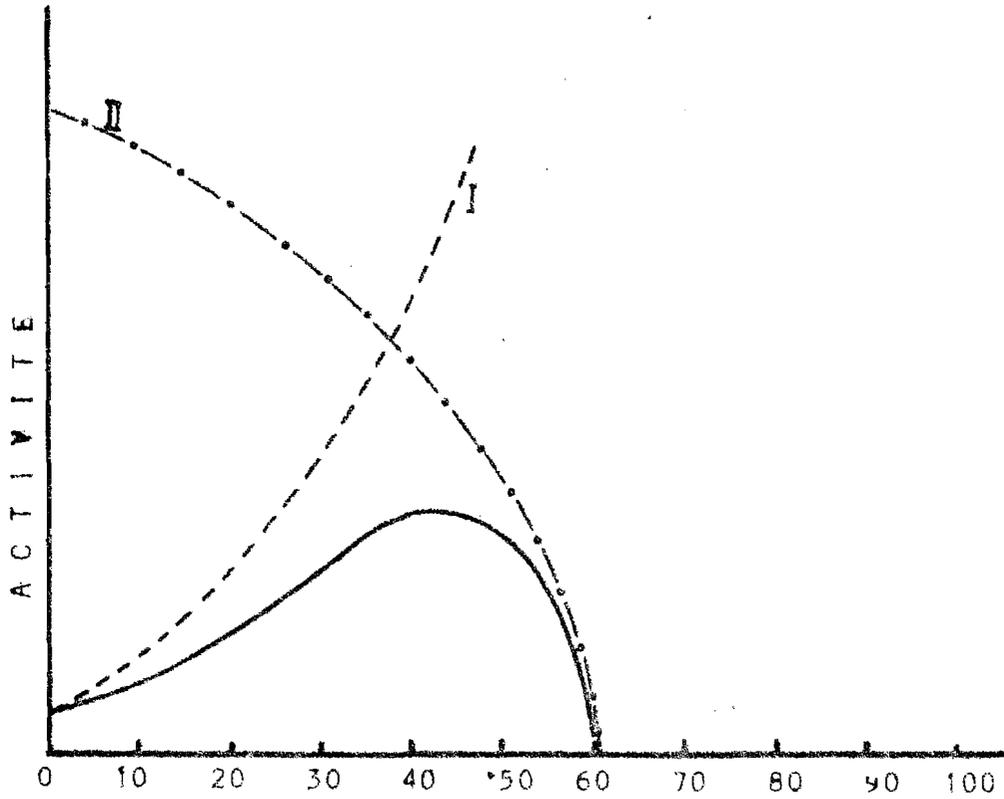


Figure VII. Effets de la température sur l'activité enzymatique (113)
 I. Activation par l'augmentation de la température
 II. Dénaturation de la protéine enzymatique en fonction de la température.

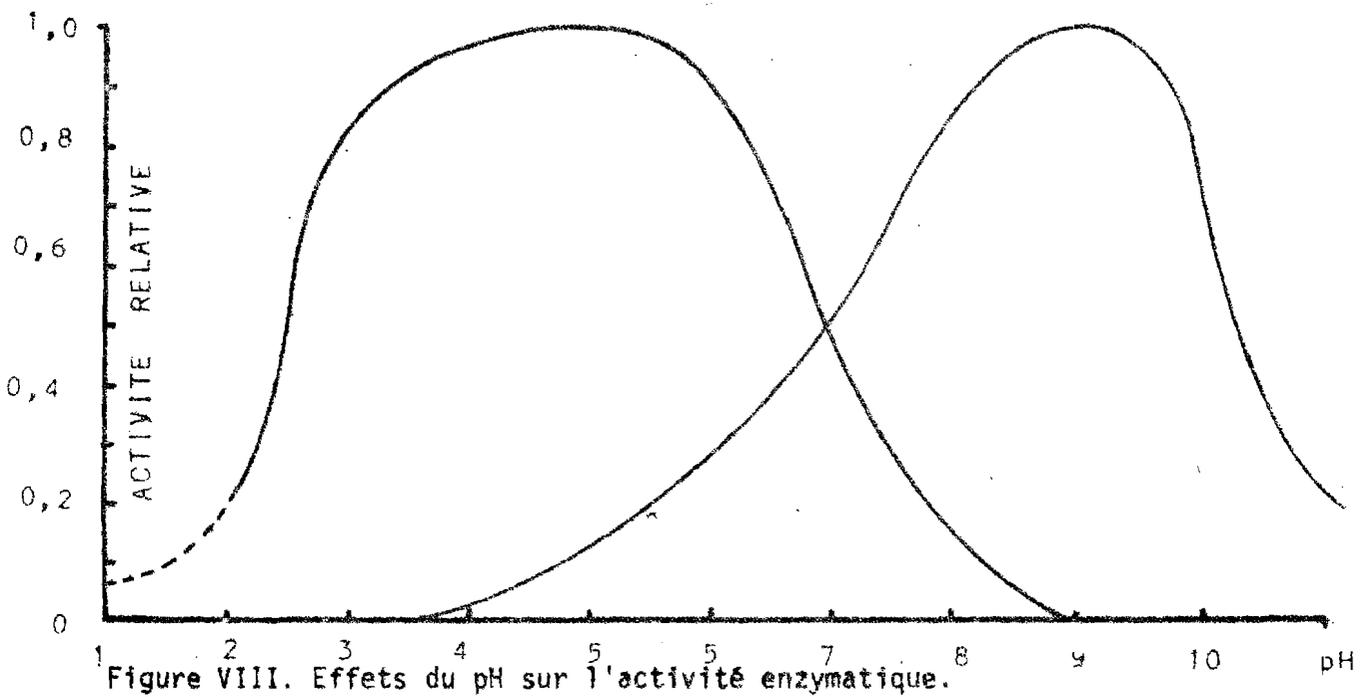


Figure VIII. Effets du pH sur l'activité enzymatique.

La Société Française de Biochimie Clinique préconise la température de 30° C (126).

2-1-3 LE pH DU MILIEU REACTIONNEL

De part et d'autre du pH optimal d'action, l'activité enzymatique diminue : FIGURE VIII , page 27.

Il convient donc d'utiliser un système tampon efficace contre diverses causes de perturbations telles que l'atmosphère du laboratoire riche en gaz carbonique, le sérum qui est lui-même un milieu tampon, la réaction enzymatique elle-même.

Pour faciliter les mesures, on se place dans des conditions telles que la vitesse de réaction soit maximale grâce à un excès modéré de substrat, à une température, à un pH, une force ionique du milieu et à des concentrations en cofacteurs optimaux.

Ainsi, la vitesse de réaction ne dépend plus que de la quantité d'enzyme présente et est proportionnelle à cette dernière, c'est à dire en pratique à la concentration de l'enzyme dans le milieu à analyser : le sérum.

2-2 LES METHODES EMPLOYEES

Nous examinerons successivement les techniques et leurs applications.

2-2-1 LES TECHNIQUES

Elles sont au nombre de deux :

- les mesures en deux points ou Two-Points méthode
- les mesures en continu ou Kinetic Methods.

2-2-1-1 MESURES EN DEUX POINTS

On peut mesurer les concentrations de substrat ou de produit au début de la réaction, puis après un temps de réaction donné. La possibilité de l'existence de cinétique non linéaires n'est pas détectable par cette

méthode qui ne permet pas de s'assurer que la cinétique est d'ordre nul.

2.2.1. . . MESURE EN CONTINUE

On suit l'évolution des concentrations directement par spectrophotométrie pendant plusieurs minutes. Cela donne un avantage décisif à cette méthode d'enregistrement en continu qui apparaît de choix en enzymologie .

On peut contrôler chaque étape, reproduire exactement les conditions de réaction et de mesure, ce qui facilite le contrôle de qualité(17,104).

2-2-2- LES APPLICATIONS :

Toutes mesures d'activité enzymatique reposent sur l'utilisation de la spectrophotométrie et donc des mesures de densité optique, soit dans l'ultra-violet, soit dans le visible.

Pour illustrer les méthodes nous prendrons deux exemples :

2-2-2-1 Premier exemple : MESURES EN COLORIMETRIE, DOSAGE DES PHOSPHATASES

Ici le substrat (le paranitrophényl phosphate disodique) présente un spectre d'absorption différent de celui du produit de la réaction : le paranitrophénol jaune qui montre un maximum d'absorption pour $\lambda_{\text{max}}=405\text{nm}$ (FIGURE IX). Ainsi l'augmentation de la densité optique 405nm est elle proportionnelle à l'activité de l'enzyme dans le prélèvement. Elle peut être mesurée soit en deux points, soit en continu .

.../-

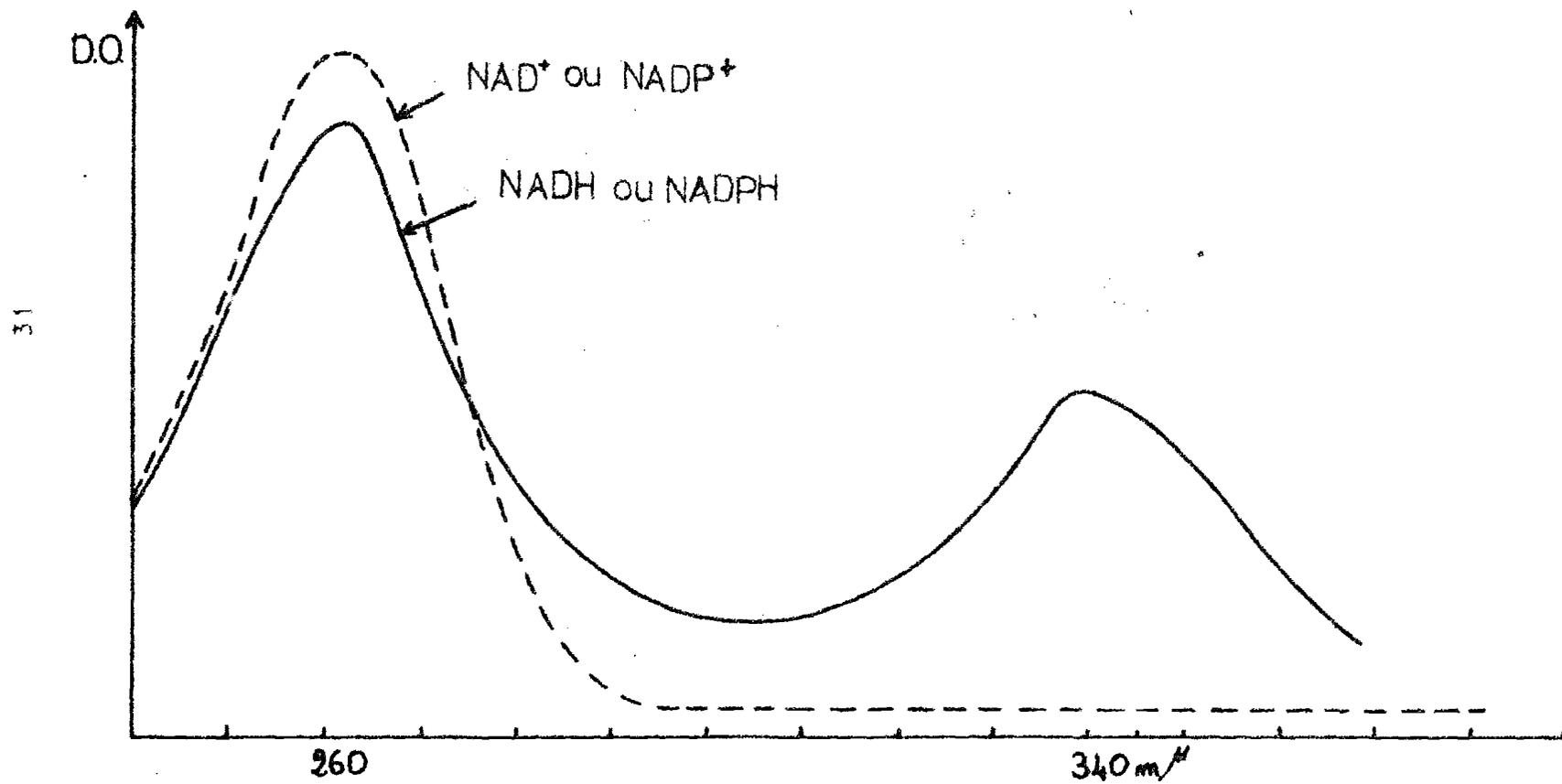


Figure XI. Spectres d'absorption des coenzymes pyridiniques dans l'uv (113).

3-L'EXPRESSION DES RESULTATS

Les résultats des dosages enzymatiques sont exprimés dans des systèmes d'unités trop hétérogènes. En 1958, la Commission des enzymes de l'Union Internationale de Biochimie a recommandé l'expression des résultats en Unités Internationales : U (120).

3-1 L'UNITE INTERNATIONALE

Une unité internationale (U) d'activité enzymatique est la quantité d'enzyme qui provoque la dégradation (ou l'apparition) d'une micro-mole de substrat (ou produit) par minute dans les conditions réactionnelles optimales. On utilise aussi une sous-unité : la milli-unité internationale (mU) que l'on rapporte à 1 ml de sérum. Une mU équivaut alors à $1 \mu\text{mole}$ de substrat (ou produit) disparu (ou apparu) par minute dans les conditions réactionnelles optimales.

1 mU - 1 m mole	(S dégradé)	
	(P apparu)	par minute

Malgré ces recommandations, les résultats sont encore souvent exprimés en de nombreuses unités dont la liste est impressionnante.

CENTINORMALIZED UNITS

Certains auteurs ont proposé des méthodes de standardisation.

LEDERER et GERSBERG (194) (86 b, 86c) préconisent l'utilisation de "C.U" (Centnormalized Units). Il consiste à prendre la valeur maximale physiologique de l'enzyme dans une unité quel conque et la diviser par 100 pour obtenir un facteur par lequel on multipliera toute valeur de ce système pour obtenir des résultats en C.U. Ce système n'apparaît pas applicable en

pratique vétérinaire où les valeurs de référence sont mal déterminées et donc à fortiori les valeurs maximales physiologiques.

3-3- LE KATAL

En 1972, l'Union Internationale de Chimie Pure et Appliquée, ainsi que l'Union Internationale de Biochimie définissent une nouvelle unité : le KATAL (KAT) (50,91,120).

Un Katal est la quantité d'enzyme qui dégrade (ou fait apparaître) une mole de substrat (ou de produit) par seconde. Il est fort peu utilisé et le problème demeure.

$$1 \text{ Kat} = 6.10^7 \text{ et } 1 \text{ U} = 16,67 \text{ nkat}$$

REMARQUES :

Une comparaison des résultats fournis par deux laboratoires différents reste délicate, même si les résultats sont exprimés en Unités Internationales. En effet, les différentes firmes fabricant des réactifs d'analyse ne fournissent pas de méthodes standardisées.

Les techniques de dosage qui sont identiques dans leurs grandes lignes diffèrent par les concentrations des réactifs, ou par la température de réaction dont le contrôle étroit est un facteur essentiel de la reproductibilité. Il est souhaitable d'utiliser des réactifs standardisées, aussi bien sur le plan du substrat que celui des cofacteurs, activateurs, du tampon et des enzymes des réactions couplées qui sont définies aussi qualitativement que quantitativement. Il sera indispensable de faire préciser au laboratoire d'analyses les valeurs de référence et leur moyen

.../-

de détermination en plus de la méthode utilisée (7, 49, 60, 130).

Actuellement, une technique de pointe, la radio-immunologie permet de mesurer des concentrations enzymatiques et non des activités grâce à des procédés délicats nécessitant un matériel lourd utilisé seulement dans des laboratoires de recherche. Elle associe la sensibilité des dosages radio-isotopiques à la spécificité des méthodes immunologiques. Elle supprime toute possibilité d'interférence de substances telles que les inhibiteurs et les activateurs enzymatiques, mais nécessite un très haut degré de pureté enzymatique pour la préparation des anticorps spécifiques (51).

La radio-immunologie permet notamment à l'heure actuelle, la mesure d'enzymes biologiquement inactives telles que les pro-enzymes par exemple : la plasminogène, la trypsinogène, la chymotrypsinogène.

Si les enzymes sont des auxiliaires diagnostiques et pronostiques d'un grand intérêt, un dosage isolé, surtout chez nos animaux domestiques, est très délicat à interpréter. On doit effectuer des mesures répétées dans les conditions optimales de température et de pH.

0 0 0
0 0

.../-

:	DEUXIEME PARTIE	:
:		:
:		:
:		:
:	LES ENZYMES HEPATIQUES	:
:		:
:		:
:		:

Dans cet inventaire des enzymes utilisées pour le diagnostic des maladies du foie, nous distinguons deux groupes d'enzymes :

-Les enzymes sériques étroitement spécifiques de l'hépatocyte ou considérées comme telles.

-Les enzymes ubiquitaires qui sont couramment utilisées en sémiologie hépatique.

Pour chaque enzyme nous donnerons la définition, les réactions catalysées, puis nous ferons un tableau récapitulatif des valeurs de référence sériques chez chaque espèce.

CHAPITRE 1- LES ENZYMES SERIQUES
SPECIFIQUES DE L'HEPATOCYTE
 OU CONSIDEREES COMME TELLES
 =====

Ce sont des enzymes qui se trouvent presque exclusivement au niveau de la cellule hépatique. Leur dosage est rarement demandé en pratique courante par le clinicien malgré cette grande spécificité, compte tenu du coût de l'analyse.

Parmi elles, nous citerons :

- l'ornithine carbamyl-transférase
- la sorbitol-déhydrogénase
- la glutamate-déhydrogénase

1- L'ORNITHINE-CARBAMYL-TRANSFERASE (OCT)

1-1- DEFINITION

L'Ornithine-carbamyl-transférase
 ou carbamoylphosphate : L'Ornithine carbamoyl transférase
 ou E.C.2.1.3.3.

est l'enzyme qui catalyse la réaction de condensation du carbamyl phosphate sur la L-Ornithine dans le cycle de KREBS - HENSELEIT

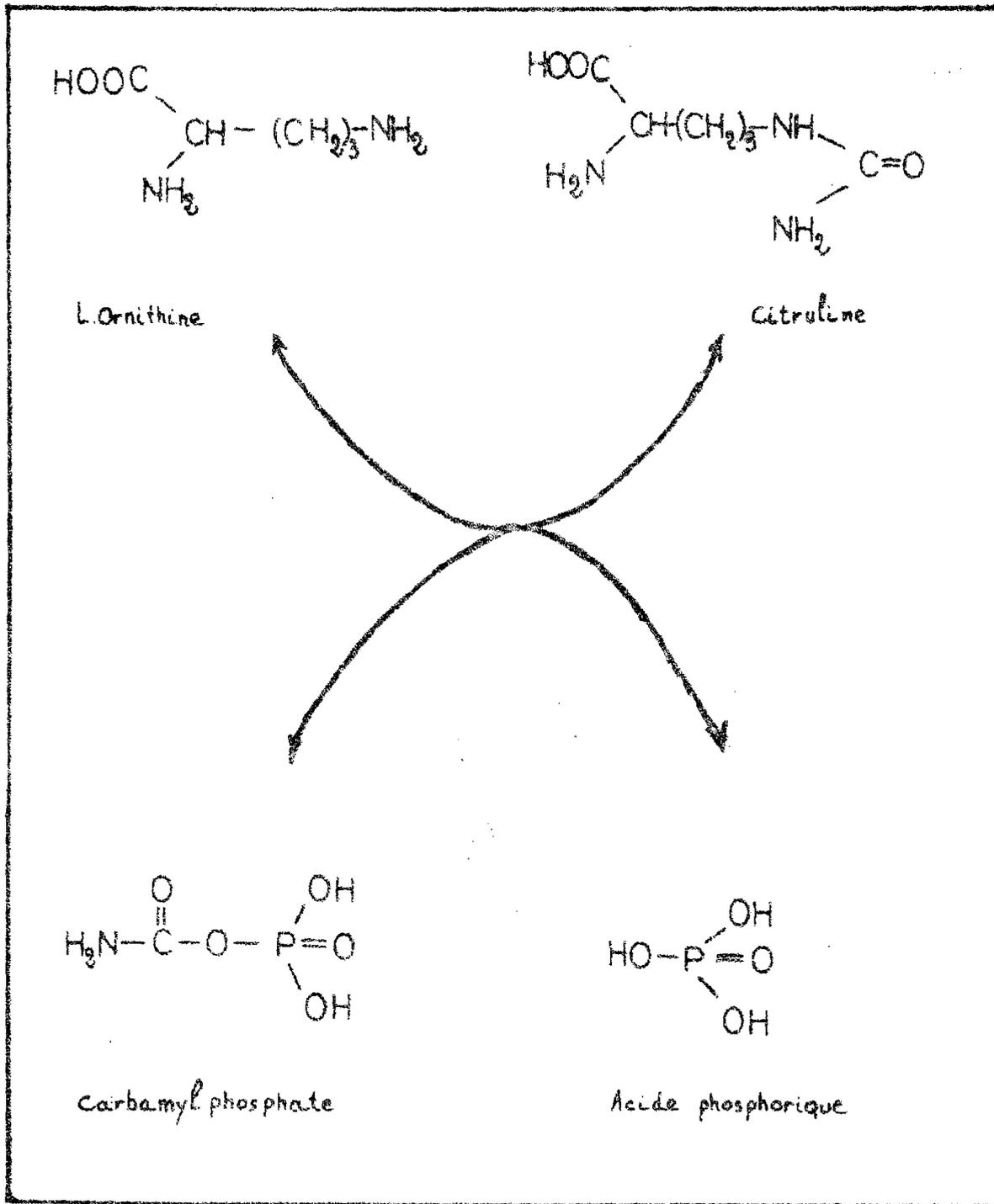


FIGURE XII

Schéma de la réaction catalysée par l'OCT.

3- L'OCT CHEZ LES DIFFERENTES ESPECES

1-3-1- L'OCT chez le Chien (30,33,60,102,139,130,153)

C'est une enzyme très spécifique de l'hépatocyte. Elle n'existe que sous forme de trace dans le rein et l'encéphale.

1-3-2- L'OCT chez le Cheval (60,102,115,129)

Elle est étroitement spécifique de l'hépatocyte chez le cheval.

1-3.3. L'OCT chez le Bovin (6,86,119,128)

Chez le bovin, le foie renferme 100 fois plus d'OCT que les autres tissus.

1-3-4 L'OCT chez les Petits Ruminants (6,62,86)

Très spécifique de l'hépatocyte, elle est présente à l'état de traces dans les autres tissus.

MOYENNES (U/L)	DISPERSIONS	REFERENCE
2	-	130
350	190	"
29,2	18,21	"
0,2	0,2	139
0,06 F	0,01	"
0,06 M	0,02	"

Tableau 4 Valeurs de référence sériques de l'OCT chez le Chien.

F = Femelle

M = Mâle

Toutes les valeurs sont en unités Internationales par litre U/L.

MOYENNES	DISPERSIONS	REFERENCE
15	-	6
3,89	0,2 - 10,2	115

Tableau 5 Valeurs de référence sériques de l'OCT chez le cheval.

MOYENNE	DISPERSION	REFERENCE
30	-	6
205	135	128

TABLEAU 6 Valeurs de référence sériques de l'OCT chez les bovins

MOYENNE	DISPERSION	REFERENCE
13	-	62
6,00	4,0	75

TABLEAU 7 Valeurs de référence sériques de l'OCT chez les ovins

MOYENNE	DISPERSION	REFERENCE
6,20	-	62

TABLEAU 8 Valeurs de référence sérique de l'OCT chez les caprins

2-1 DEFINITION

La Sorbitol-déhydrogénase

ou L-Iditol : NAD^+ oxydoréductase

ou E.C. 1.1.1.44

est une enzyme qui catalyse la réaction de déhydrogénation du D-sorbitol en D- Fructose (ou L-Iditol).

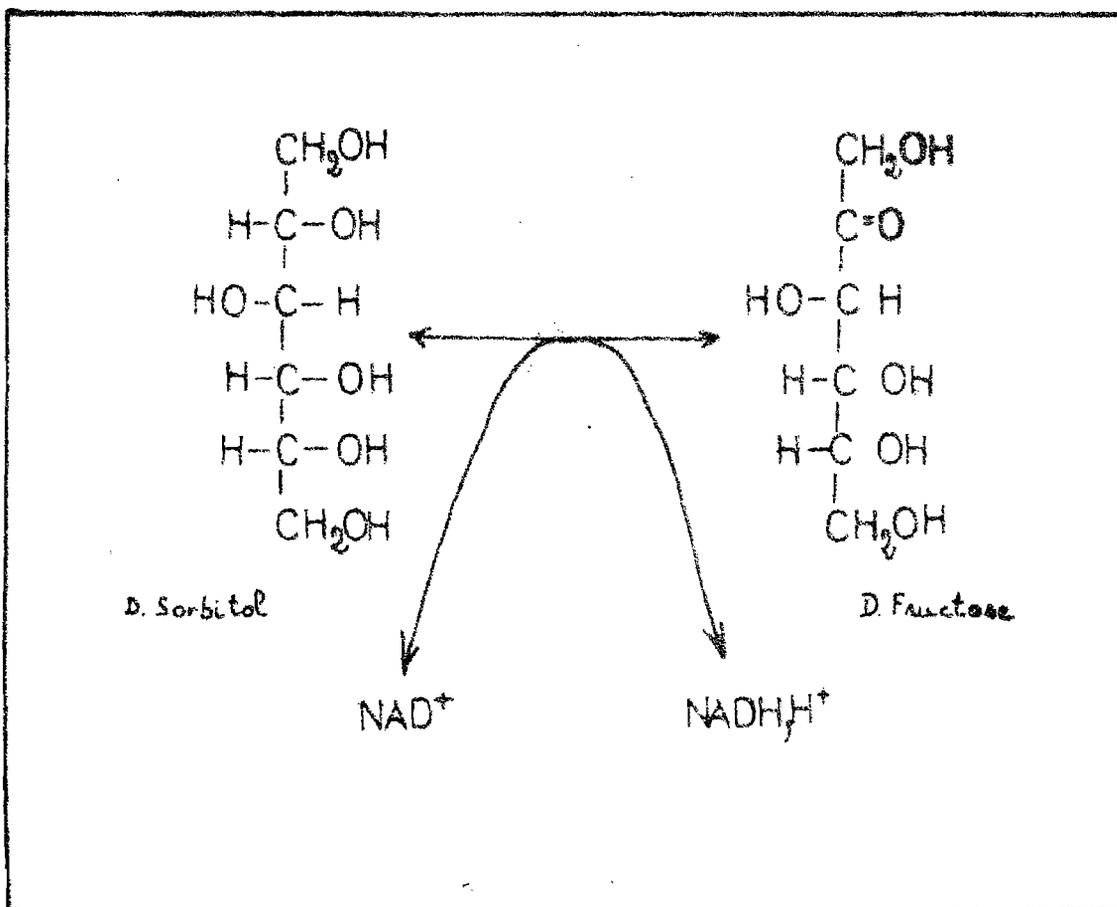
2.2. LA REACTION CATALYSEE PAR LA SDH

FIGURE : 3111

Schéma de la réaction catalysée par la SDH

2-3 LA SDH CHEZ LES DIFFERENTES ESPECES

2-3-1-La SDH chez le Chien (33,60,130,153)

Enzyme cytoplasmique, la SDH est considérée comme étroitement spécifique de l'hépatocyte chez le chien.

2-3-2- La SDH chez le Cheval (16,60,115,129)

Elle est très spécifique du foie, mais le rein et le pancréas en contiennent une quantité non négligeable.

2-3-3 La SDH chez le Bovin (119,128,143)

Elle est essentiellement présente dans le foie. On le retrouve aussi dans le rein où son activité est trois ou quatre fois inférieure.

2-3-4 La SDH chez les Petits Ruminants (62)

C'est une enzyme hépatique. En plus aussi du rein, on le retrouve dans l'intestin grêle où son activité est d'environ le quart de celle du foie.

MOYENNES	DISPERSIONS	REFERENCES
2,15	0 à 7,9	130
1,5	$\sigma = 0,6$	153

Tableau 9

Valeurs de référence sûr que
de la SDH chez le chien

MOYENNES	DISPERSIONS	REFERENCES
0,67	0,0 à 1,83	60
0,09	0 à 2	129
-	0 à 2	"
-	1,9 à 5,8	"

Tableau 10

Valeurs de référence sûr que
de la SDH chez le cheval

MOYENNES	DISPERSIONS	REFERENCES
2,9	0,8 à 5,8	128
5,2	81	"
0,36	133	"
3,6	$C = 1,1$	128
3,2	$C = 10$	143

Valeurs de référence sériques
de la SDH chez les *lvins*

0,99	$C = 0,091$	62
2,50	$C = 1,20$	143

TABLEAU 12

Valeurs de référence sériques
de la SDH chez les *cyins*

3-LA GLUTAMATE-DEHYDROGENASE (GLD)

3-1 DEFINITION

La glutamate-déhydrogénase
ou L-glutamate : NAD(P)⁺-oxydoréductase (désaminante)
est une enzyme qui catalyse la réaction de désamination oxydative du
L-Glutamate en α -cétoglutarate après hydrolyse du dérivé intermédiaire
 α -iminoacide

3-2 LA REACTION CATALYSEE PAR LA GLD

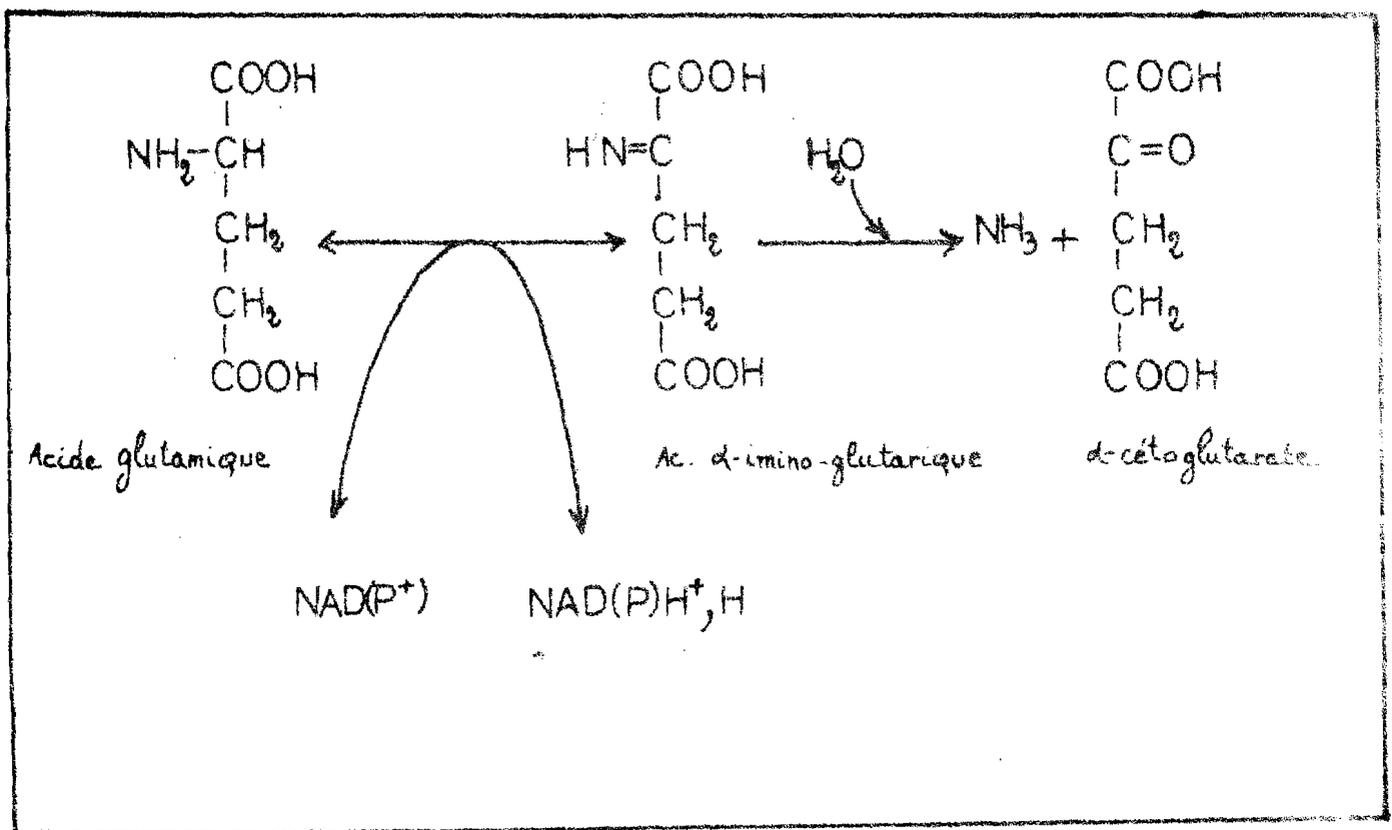


FIGURE : XIV schéma de la réaction catalysée par la GLD

3-3 LA GLD CHEZ LES DIFFERENTES ESPECES

3-3-1 La GLD chez le Chien (130,139)

Elle a une localisation mitochondriale et signera une lésion grâve.

Elle est considérée comme spécifique de l'hépatocyte.

3-3-2- La GLD chez le Cheval (59,79,115,129)

Chez le cheval cette enzyme est moins spécifique de l'hépatocyte. Toutefois elle signe la gravité des lésions hépatiques.

3-3-3-La GLD chez le Bovin (5,86,119,128,147)

Elle est principalement spécifique de l'hépatocyte. Présente dans les reins à un taux inférieur, elle est absente dans les autres tissus.

3-3-4 La GLD chez les Petits Ruminants (62,86)

Elle est spécifique du foie. Son taux dans le rein est de trois fois inférieur de celui du foie.

Elle présente à l'état de trace dans les autres organes.

.../-

0,4 2,79 3,4	$C = 0,3$ 0 à 9,7 $C = 0,5$	130 " "

TABLEAU 13

Valeurs de référence sériques
de la GLD chez le chien

10 0,07 0,24	- 0 à 2 0,0 à 0,64	5 129 "

TABLEAU 14

Valeurs de référence sériques
de la GLD chez les chevaux

MOYENNES	DISPERSIONS	REFERENCES
10	-	5
-	0,8 à 32	24
-	0,8 à 5,8	128
-	$\sigma = 0,7$	"
1,6	0,56 à 3,62	"

TABLEAU 15

Valeurs de référence sériques
de la GLD chez les bovins

MOYENNES	DISPERSIONS	REFERENCES
2	-	5
112,3	$\sigma = 2,9$	24
5	-	142
1	-	"

TABLEAU 16

Valeurs de référence sériques
de la GLD chez les ovins

CHAPITRE II- LES ENZYMES UBIQUITAIRES
*****UTILISEES EN SEMIOLOGIE
*****HEPATIQUE

Ces enzymes sont difficiles à rattacher à un organe. Elles se retrouvent dans plusieurs organes à la fois. Leur localisation peut varier aussi selon les espèces. C'est le cas de la TGP qui est relativement hépatocytaire chez le chien mais musculaire chez les animaux tels que le cheval.

Nous citerons :

- les transaminases
- la phosphatase alcaline
- la lactico-déhydrogénase
- la gamma-glutamyl-transpeptidase
- l'aldolase
- l'isocitrico-déhydrogénase
- la leucine amino-peptidase.
- les cholinestérases.

..../-

1-LES TRANSAMINASES

1-1 DEFINITION

Les transaminases, aminotransférases sont des enzymes qui interviennent dans le métabolisme des acides aminés pour catalyser l'échange de la fonction aminé d'un acide α -aminé donneur avec la fonction carbonyle d'un acide α -cétonique receveur selon le schéma général représentée à FIGURE XV, page 52.

Dans l'organisme, l'acide aminé donneur est souvent l'acide glutamique ainsi transformé en acide α -cétoglutarique pouvant, lui, s'insérer dans le cycle de Krebs.

De nombreuses transaminases sont connues mais deux d'entre elles revêtent un intérêt en sémiologie.

.../-

- La transaminase glutamo-oxaloacétique (TGO)
ou Aspartate-aminotransférase
ou L Aspartate : 2 oxoglutarate aminotransférase
ou E.C.2.6.1. 1
- La Transaminase glutamo-pyruvique (TGP)
ou Alanine aminotransférase
ou L-Alanine : 2 oxoglutarate amino-tranférése
ou E.C. 2.6.1.2.

1.2. LES REACTIONS CATALYSEES PAR LES TRANSAMINASES

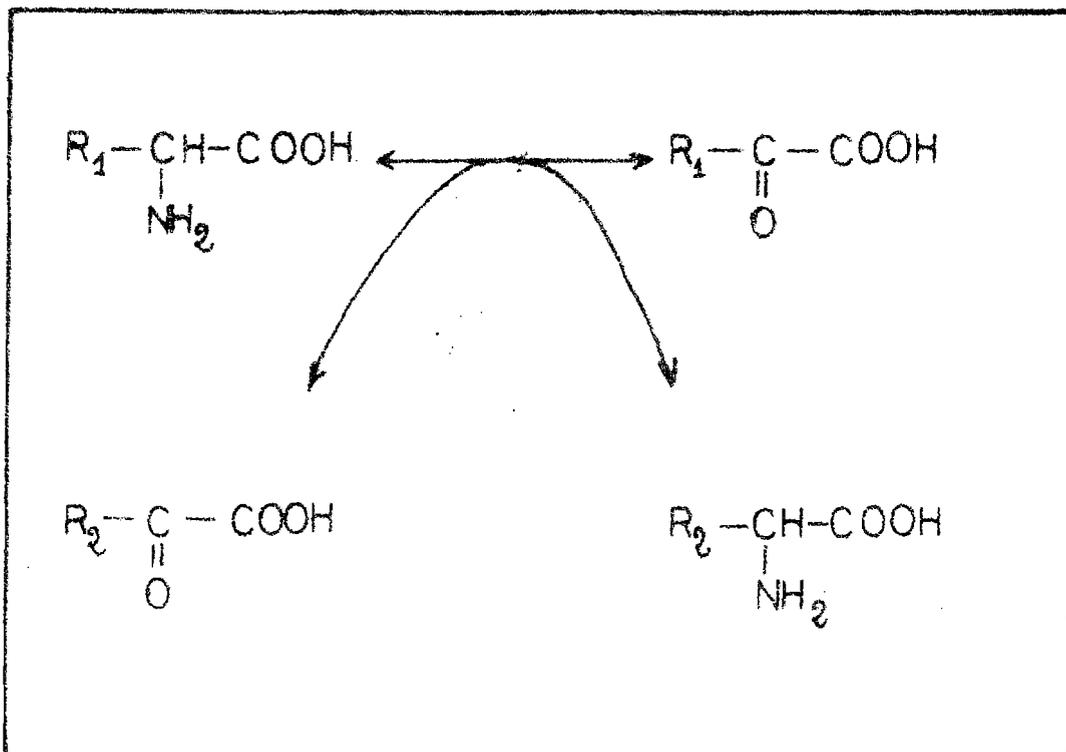


FIGURE : XV

Schéma général de la réaction catalysée par les transaminases.

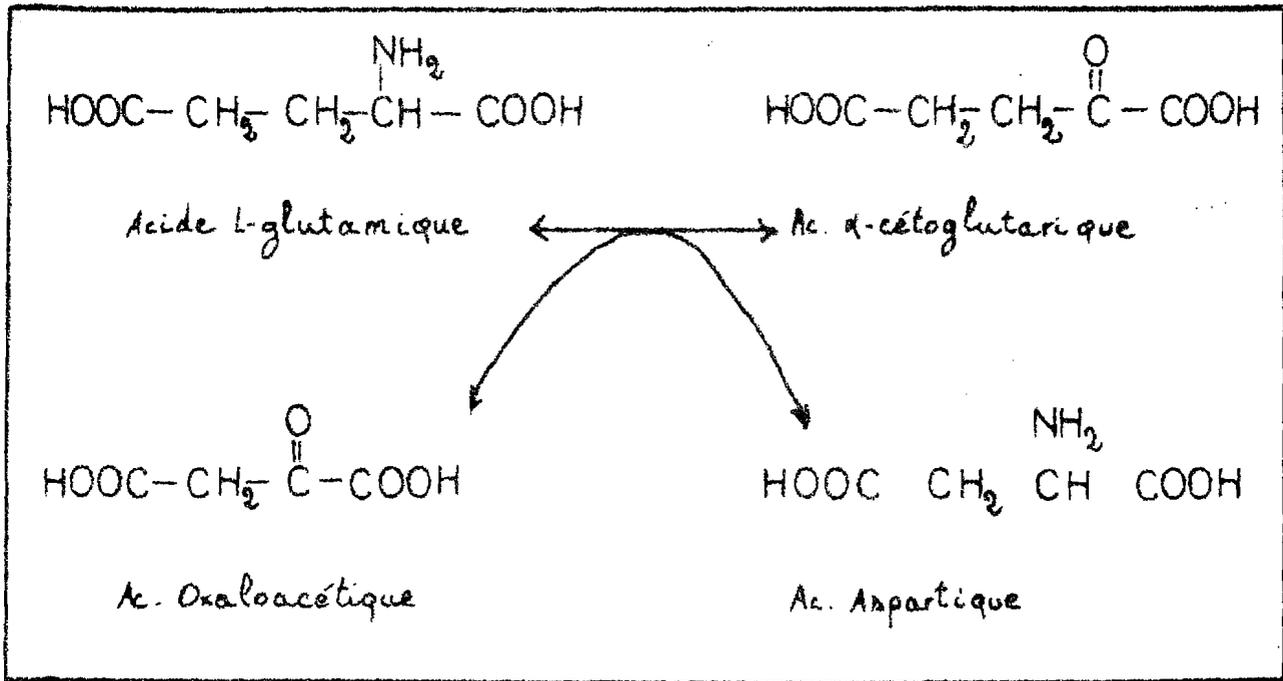


FIGURE : XVI

Schéma de la réaction catalysée par
la TGO

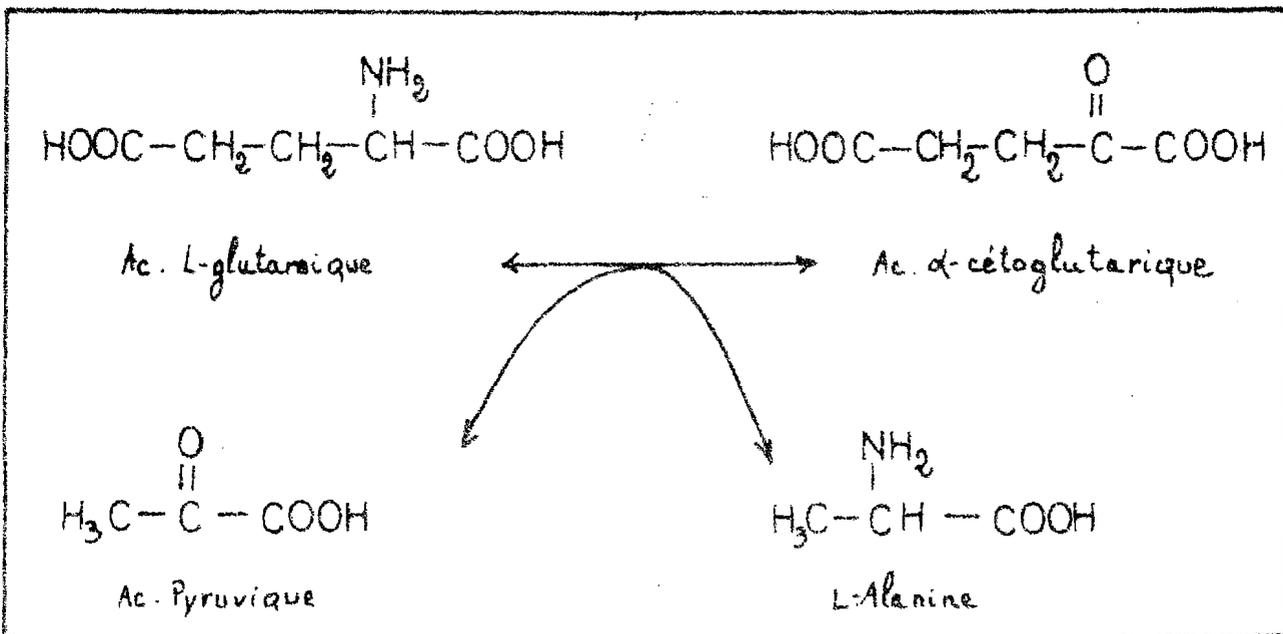


FIGURE : XVII

Schéma de la réaction catalysée
par la GTP

1-3-LES TRANSAMINANSES CHEZ LES DIFFERENTES ESPECES

1-3-1-La TGP

1-3-1-1 La TGP chez le chien (1,17,38,53,54,60,79,94,130,139)

La TGP est une enzyme à localisation cytoplasmique. Elle est considérée comme spécifique de l'hépatocyte chez le chien, mais on la retrouve aussi dans le coeur et dans les reins.

1-3-1-2-La TGP chez le Cheval (31,36,44,58,60,65,115,129)

La TGP n'est pas spécifique de l'hépatocyte chez le cheval. Elle est très ubiquitaire, c'est surtout le muscle qui possède une forte activité TGP.

1-3-1-3-La TGP chez le Bovin (2,6,60,84,86,119,129)

Les activités observées au niveau du foie sont assez négligeables, elle domine surtout dans le muscle.

1-3-1-4-La TGP chez les Petits Ruminants (2,39,60,62)

Elle est peu spécifique : ses activités sont assez importantes dans le foie, le rein et l'encéphale.

Elle prédomine au niveau du myocarde et du muscle squelettique.

..../-

MOYENNES	DISPERSIONS	REFERENCES
80	-	5
-	10 à 30	63
45,17	21 à 85	83
11,0	$\sigma = 3,6$	89
F 9,9	$\sigma = 2,5$	89
36 000	= 8 000	126
-	24,5-60	100
-	7 à 34	130
64,14	30 à 86	"
12	-	"
15	-	"
4,1	$\sigma = 0,8$	"
14,2	= 1,3	139
10	$\sigma = 2$	153
10	$\sigma = 5$	"
11	$\sigma = 4$	"

TABLEAU 17

Valeurs de référence sériques
de la TGP chez le chien

MOYENNES	DISPERSIONS	REFERENCES
30	-	5
-	20 à 40	63
-	33,9-113	100
-	3 à 8	129
-	1 à 10	"
1	0,1 à 4	"
7	0 à 18	"

TABLEAU 18

Valeurs de référence sériques
de la TGP chez le cheval

MOYENNES	DISPERSIONS	REFERENCES
-	3 à 12	25
11,0	$\sigma = 1,9$	"
-	9 à 22	60
-	20 à 76,8	84
13,6	5 à 60	119
3,2	1,3 à 6,7	128
7,5	5,8 à 11,1	"
-	6 à 13	"
9	$\sigma = 4$	128
-	6,8 à 9,8	"
9,3	4,5 à 22	"

TABLEAU N° 19

Valeurs de référence sériques de la
TGP chez le bovin.

7,40 4,80 15,0 5,00	4- 13 0,8- 12 25,0 -70,0 σ =9 -	2 " 100 62 153
------------------------------	---	----------------------------

TABLEAU 20

Valeurs de référence sériques
de la TGP chez les ovins

5,35 5,65	0,80 à 15 0,00 à 12	2 2
--------------	------------------------	--------

TABLEAU 21

Valeurs de référence sériques
de la TGP chez les caprins

1-3-2 LA TGO

1-3-2-1 La TGO chez le Chien (1,60,107,130,139)

Elle a une localisation mitochondriale et cytoplasmique.

Elle est moins spécifique de l'hépatocyte. Elle peut être même considérée comme caractéristique du muscle squelettique.

1-3-2-2- La TGO chez le cheval (31,38,45,60,77,88,94,96,115)

Elle est très ubiquitaire : c'est une enzyme principalement hépatique, pancréatique et musculaire. On la relève dans les érythrocytes, la synovie, les surrénales et l'oeil. Cependant, certains auteurs notent des activités hépatiques supérieures à celles du muscle et des autres tissus(60-82).

1-3-2-3- La TGO chez le bovin(2,60,84,128,119)

Son activité au niveau du foie est pratiquement nulle. Comme la TGP, elle domine dans le muscle, le rein et le pancréas.

1-3-2-4- La TGO chez les Petits Ruminants(2,60,62)

Sa spécificité est très faible.

On la retrouve en quantité non négligeable dans le foie, le rein et l'encéphale.

MOYENNES	DISPERSIONS	REFERENCES
-	13 à 27	63
45,17	21 à 85	82
19,9	$\sigma = 6,1$	89
F 21,5	$\sigma = 4,7$	89
8,5	$\sigma = 1,6$	130
12	1 à 23	"
6	30 à 94	139
59,6	-	"
20	$\sigma = 4$	"
10	36,0 à 77,5	100
-	$\sigma = 2$	153
9	$\sigma = 3$	"
15	$\sigma = 12\ 000$	153
39 000		

TABLEAU 22

Valeurs de référence sériques
de la TGO chez le chien

MOYENNES	DISPERSIONS	REFERENCES
86	48 à 171	31
-	120 à 400	63
-	133-216	100
-	70 à 101	129
-	60 à 100	"
-	58 à 94	"
93,3	51,5 à 134,4	"
92	50 à 138	"
148	110 à 199	"
124	$\sigma=30$	"

TABLEAU 23

Valeurs de référence sériques de la
TGO chez le cheval

MOYENNES	DISPERSIONS	REFERENCES
-	20 - 62	25
-	25 à 67	60
129	$\sigma = 54$	95
14,5	6,9 à 29	119
-	24,4 à 39,1	"
28	8,5-93	100
21,6	$\sigma = 12$	119
116	11,2 à 36	128
53	53 à 160	"
17,3	$\sigma = 5,3$	128
	$\sigma = 5,3$	"

TABLEAU 24

Valeurs de référence sériques
de la TGO chez les bovins

MOYENNES	DISPERSIONS	REFERENCES
21,64	16 - 25	2
21,40	15 - 24	"
36,00	$\sigma = 21,0$	60
-	40,0 - 12,3	100

Tableau 25 Valeurs de référence sériques
de la TGO chez les ovins

MOYENNES	DISPERSIONS	REFERENCES
16,73	11 - 23	2
13,5	9 - 19	2
19,00	-	153

Tableau 26 Valeurs de référence sériques de la
TGO chez les caprins.

2- LA PHOSPHATASE ALCALINE - (PAL)

2-1 DEFINITION

La phosphatase alcaline
ou phosphohydrolase de monoesters orthophosphoriques
ou E.C.3.1.3.1

est une enzyme qui scinde une liaison ester phosphorique à partir de substrats très variés et libère ainsi de l'acide orthophosphorique.

Son pH optimum d'action est voisin de 10

N.B. Il existe une autre phosphatase, la phosphatase acide (PAC) qui agit à un pH voisin de 5.

2-2- LES REACTIONS CATALYSEES PAR LA PAL

La PAL catalyse la réaction d'hydrolyse d'esters phosphoriques variés selon le schéma de la FIGURE

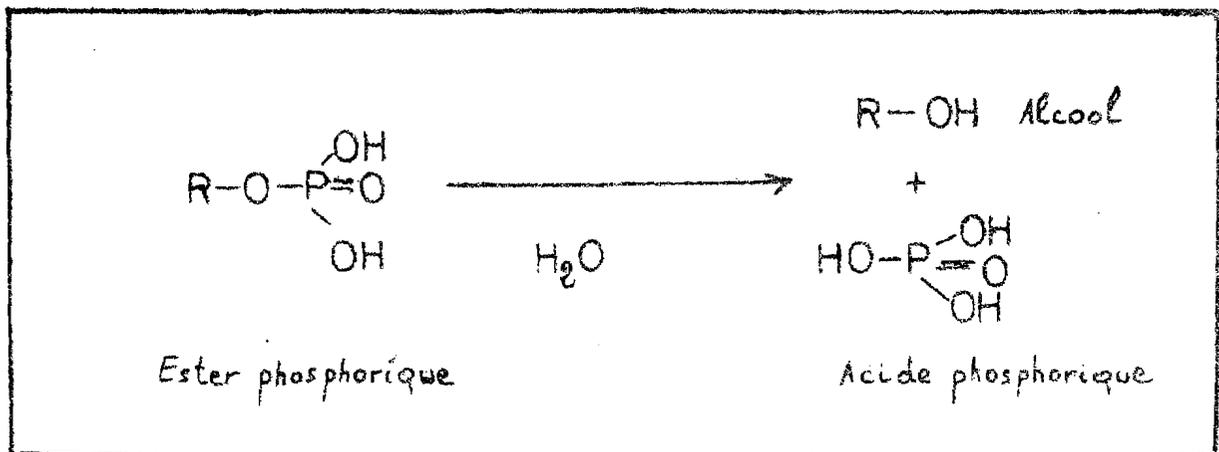


FIGURE XVIII

Schéma de la réaction catalysée par les phosphatases.

2-3- -LA PAL CHEZ LES DIFFERENTES ESPECES

2-3-1 La PAL chez le chien(5,54,50,107,130,139)

Elle est essentiellement présente dans le foie, mais on la retrouve dans les organes aussi variés que le cerveau, la mamelle, le rein, les os et les globules sanguins.

Bien que fréquemment dosée, elle aura une valeur sémiologique faible.

2-3-2 La PAL chez le Cheval (5,60,115,129)

Sa répartition est identique à celle observée chez le chien.

2-3-3- La PAL chez le Bovin(2,6,50,86,119)

Elle est très ubiquitaire.

2-3-4 La PAL chez les Petits Ruminants(2,6,62,75,86)

Elle est abondante dans le foie, les surrénales, le rein, l'intestin grêle. Certains auteurs notent des activités importantes dans l'utérus où elles évoluent avec le corps jaune.

.../-

Moyennes	Dispersion	Références
60 adultes	-	5
100 Jeunes	-	5
-	7,9 - 26,3	100
-	0,4 - 1,9	139
105	33	"
48	-	"
27,7	23,1 à 32,3	"

Tableau 27 Valeurs de référence sériques de la PAL chez le Chien.

MOYENNES	DISPERSIONS	REFERENCES
-	60,5 à 115	100
-	11 à 31	129
-	45 à 50	"
51	17 à 87	"

Tableau 28 Valeurs de référence sériques de la PAL chez le Cheval.

MOYENNES	DISPERSIONS	REFERENCES
-	94,0 -170	100
4,6	1,5 à 8,7	128
14,8	$\sigma = 5$	"
14	6,4 à 33	128
3,3	$\sigma = 1,4$	"
-	4,0 à 12	"

TABLEAU 29

Valeurs de référence sériques
de la PAL chez le bovin

MOYENNES	DISPERSIONS	REFERENCES
101,7	-	62
82,7	64,6 à 103	"
126	$\sigma = 13$	75
131	$\sigma = 16$	"
96,0	$\sigma = 21$	"
159,0	44	"
-	69,5-125	100

TABLEAU 30

Valeurs de référence sériques de la
le PAL chez les ovins

3- LA LACTICO-DEHYDROGENASE (LDH)3-1- DEFINITION

La lactico-déhydrogénase
 ou L-lactate : NAD^+ oxydoréductase
 ou E.C. 1.1.1.27

est une enzyme qui catalyse la réaction d'oxydoréduction qui transforme l'acide pyruvique en acide lactique. Cette réaction constitue la dernière étape de la glycolyse anaérobie.

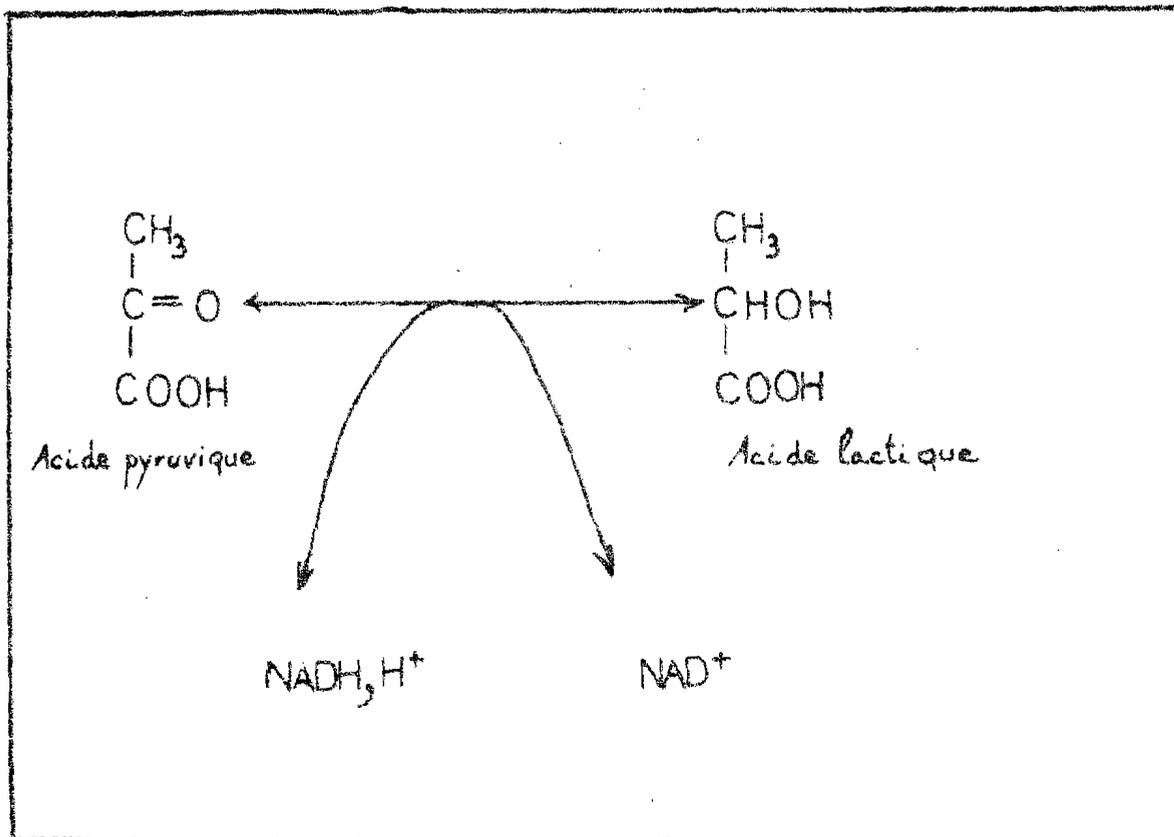
3.2. LA REACTION CATALYSEE PAR LA LDH

FIGURE : XIX

Schéma de la réaction catalysée par la LDH

3-3 LA LDH CHEZ LES DIFFERENTES ESPECES

3-3-1- La LDH chez le chien (60,99,107,139)

C'est une enzyme cytoplasmique. Elle est abondante dans le foie, ainsi que dans les muscles cardiaque et squelettique. On la retrouve aussi dans le rein, le thymus, la muqueuse intestinale, la rétine et la peau. Elle possède plusieurs isoenzymes à localisation différentes :

LDH₁ et LDH₂ dans les érythrocytes

LDH₃ dans les poumons

LDH₄ et LDH₅ sont plus abondantes dans le foie et le muscle squelettique.

3.3.2- La LDH chez le cheval (50,51,77,96,98,115,129)

Elle est ubiquitaire.

Seule la LDH₄ aura une localisation hépatique assez spécifique.

3-3-3- La LDH chez le bovin (2,5,60,86,119,128)

Les isoenzymes spécifiques du foie sont la LDH₁, la LDH₂ et la LDH₅

L'enzyme se retrouve dans la rate, le rein et l'encéphale.

3-3-4 La LDH chez les petits ruminants (5,60,62,86,146)

On note des activités importantes dans le foie c'est surtout une enzyme musculaire. La fraction la plus spécifique de l'hépatocyte est la LDH₄

MOYENNES	DISPERSIONS	REFERENCE
75,2	$\sigma = 20$	130
59,0	$\sigma = 70$	"
53,32	15,28 à 95,5	"
	21 à 260	139
38	$\sigma = 8$	139

Tableau 31 Valeurs de référence sériques de la LDH totale chez le Chien

MOYENNES	DISPERSIONS	REFERENCES
-	200 à 400	61
320	-	98
275	152 à 435	99
374	186 à 632	129
196,9	92,5 à 436,4	129
241	100 à 200	"
-	181 à 205	

Tableau 32 Valeurs de référence sériques de la LDH totale chez les chevaux

MOYENNES	DISPERSIONS	REFERENCES
473	$\sigma = 97$	60
-	779 à 1066	119
490	-	128
1094		"
670	$\sigma = 163$	"
772	$\sigma = 80$	"
870	180	"
528	286 à 793	"
213	119 à 323	128

TABLEAU 33

Valeurs de références sériques
de la LDH totale chez les bovins

MOYENNES	DISPERSIONS	REFERENCES
181	13,8	62
462	82,8	"
115	35,4	75
64,5	-	153
302	$\sigma = 58$	153

TABLEAU 34

Valeurs de référence sériques de la
LDH totale chez les ovins

4- LA GAMMA-GLUTAMYL-TRANSFERASE - (GGT)4-1 DEFINITION

La Gamma-glutamyl transférase

ou (γ -Glutamyl) peptide : amino-acide γ -glutamyl
transférase

ou E.C.2.3.2.2.

est une enzyme qui catalyse les réactions de transfert et d'hydrolyse schématisée à la FIGURE.

4-2

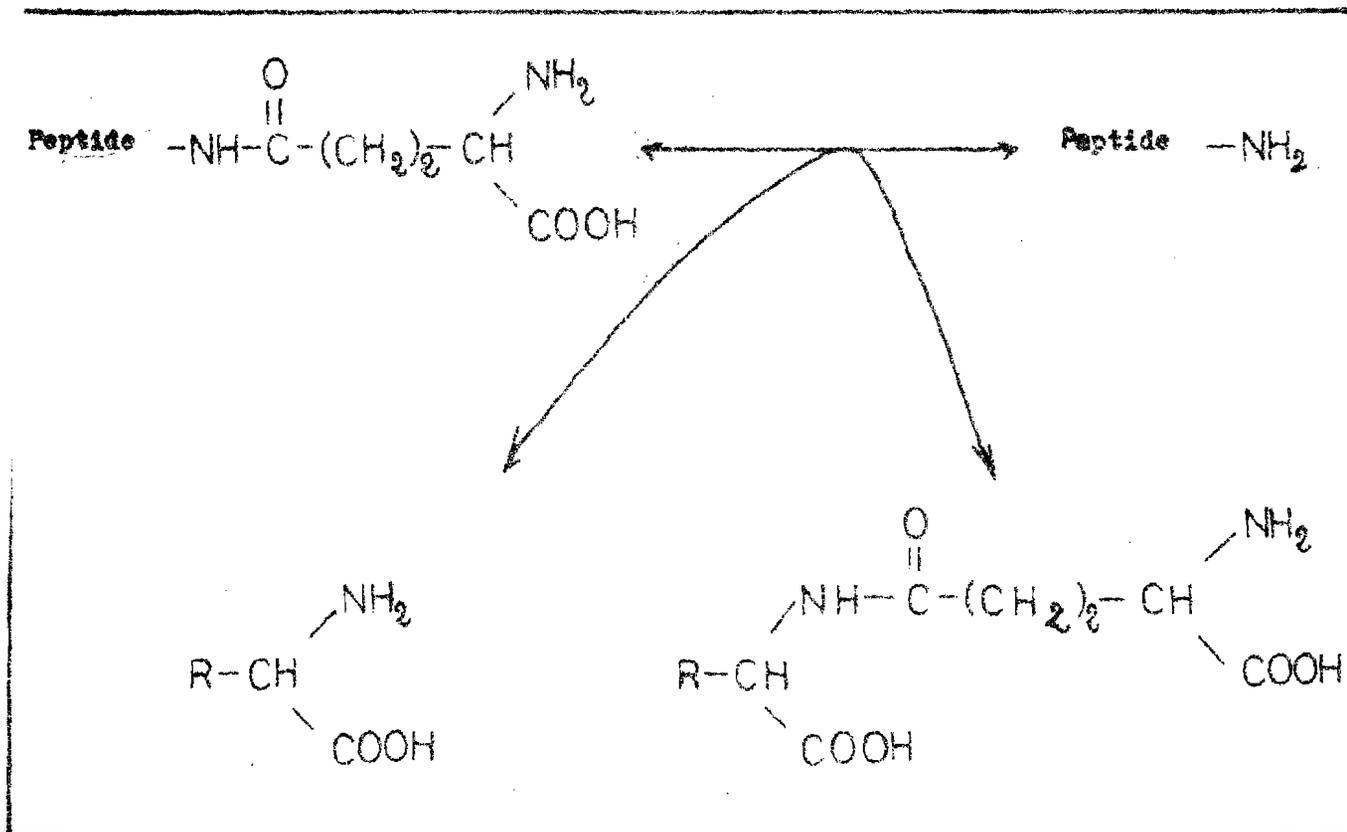
LA REACTION CATALYSEE PAR LA GGT

FIGURE • XX

Schéma de la réaction catalysée par la GGT

4-3-LA GGT CHEZ LES DIFFERENTES ESPECES

4-3-1-La GGT chez le cheval (5,11,129)

C'est une enzyme ubiquitaire avec une relative spécificité pour la cellule hépatique.

On l'utilise fréquemment en sémiologie hépatique.

4-3-2 La GGT chez le bovin(5,60,86,115,128)

Elle a une activité faible au niveau du foie et aussi au niveau du pancréas.

Sa localisation principale est le rein.

Elle se présente sous forme de trace dans les autres tissus.

4-3-3- La GGT chez les petits ruminants(55,60,62)

Le foie est très riche en GGT mais sa localisation principale est le rein. Au niveau du foie elle est surtout abondante dans les cellules des canaux biliaires.

MOYENNES	DISPERSIONS	REFERENCES
1,5	-	5
4,2	9,2 - 63	16
39,5	12, -84	16
12,2	4,3 -32,4	115
9,4	5,0-14,3	"
6,3	3 - 10	129
12,7	-	
13	-	131

TABLEAU 35

Valeurs de référence sérique de la GGT
chez le cheval

MOYENNES	DISPERSIONS	REFERENCES
30	-	5
10,7	-	119
15,5	-	"
26,13	$\sigma=8,81$	144
17,	$\sigma=4,7$	"
18,6	$\sigma=7,7$	"
25	$\sigma=7,3$	"

TABLEAU 36

Valeurs de référence sériques de la
GGT chez le bovin .

MOYENNES	DISPERSIONS	REFERENCE
23,5	$\sigma = 1,9$ (27-41)	62
Agneaux		
44,00	$\sigma = 11$	62
Brebis		
33,00	7	62
22,7	-	"
19,1	-	"
37,8	-	"
30,2	-	"
24,9	-	"
35,5	-	"

TABLEAU 37

Valeurs de référence sériques
de la GGT chez les ovins

5 - L'ALDOLASE (ALD)5-1 DEFINITION

L'Aldolase

ou **D-F** ructose L-1,5 diphosphate D-glycéraldéhyde-3 phosphate-lyase

ou E.C. 4.1.2.1 3

est une enzyme qui catalyse la réaction de scission de fructose 1,6-diphosphate en deux trioses phosphates : le 3-phospho-D-glycéraldéhyde et le phospho-déhydroxy-acétone.

N.B. Une Isoenzyme catalyse une réaction analogue à partir du fructose 1-phosphate. On la représente par le sigle "ALD-F-1-P"

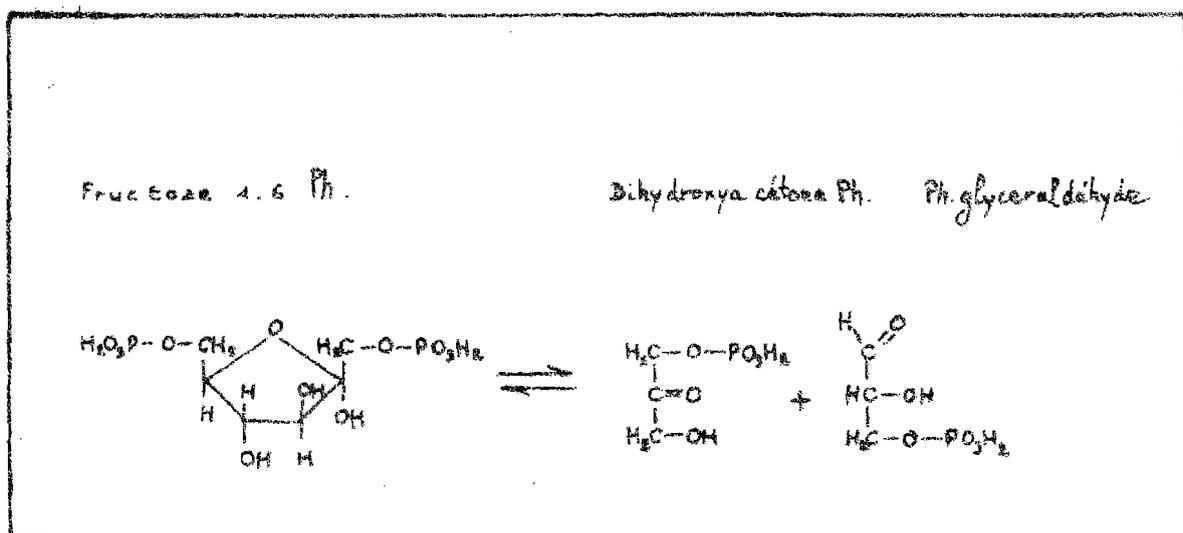
5-2- LA RÉACTION CATALYSÉE PAR L'ALD

FIGURE : XXI

Schéma de la réaction catalysée par l'ALD

5-3 L'ALD CHEZ LES DIFFERENTES ESPECES

5-3-1 L'ALD chez le chien (130,133,139)

L'ALD est une enzyme cytoplasmique des hépatocytes.

Au niveau musculaire on a une activité ALD-F-1P très active et certains pensent que la comparaison des activités de l'ALD et de l'ALD -F-1P doit pouvoir contribuer au diagnostic différentiel des affections hépatiques et musculaires.

5-3-2- L'ALD chez le cheval (4,26,96,128)

Chez le cheval l'ALD est une enzyme ubiquitaire avec une relative spécificité dans le foie et le muscle squelettique.

On a aussi relevé une faible activité dans la synovie, le pancréas et la rate.

.../-

MOYENNES	DISPERSIONS	REFERENCE
15,3	=2,8	139
3	1,6 à 4,0	130

TABLEAU 38

Valeurs de référence sériques
de l'ALD chez le chien

MOYENNES	DISPERSIONS	REFERENCE
15	6 à 24	129
4,4	0,9 à 13	129

TABLEAU 39

Valeurs de référence sériques de
l'ALD chez le cheval

6- L'ISOCITRICO-DEHYDROGENASE (ICD)6-1 DEFINITION :

L'ISOCITRICO-Déhydrogénase

ou Théo-D₅-Isocitrate : NAD (P)⁺ oxydoréductase

(décarboxylante)

ou E.C.1.1.1.42

est une enzyme qui catalyse la déhydrogénation de l'acide isocétnique dans le cycle de KREBS, en acide oxalosuccinique instable qui subit une décarboxylation et donne l'acide α-cébooglutarique

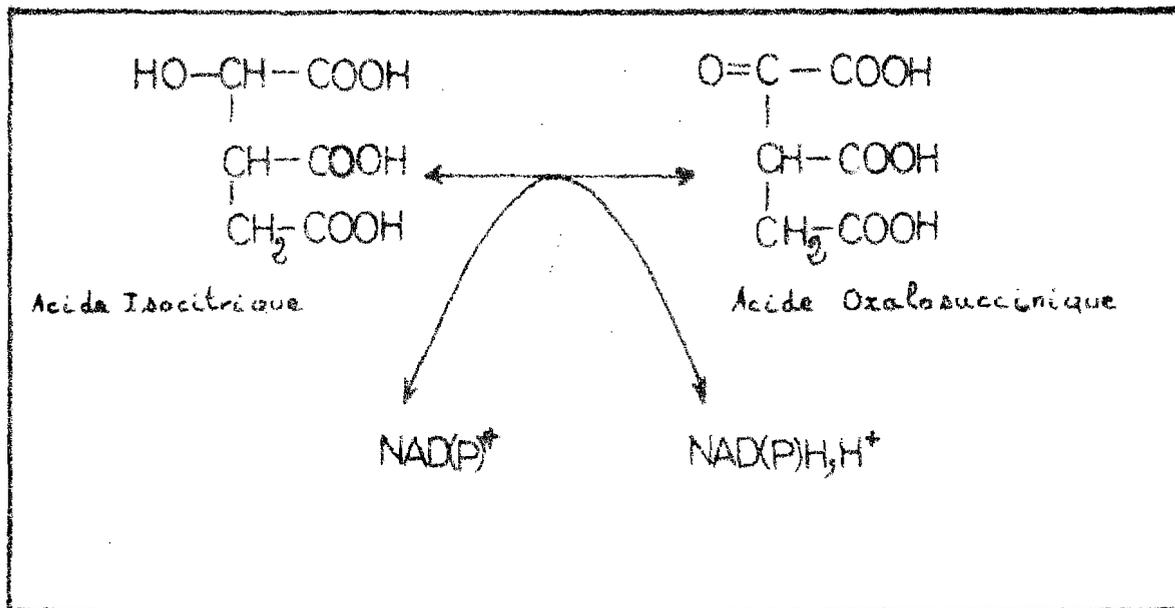


FIGURE XXII Schéma de la réaction catalysée par l'ICD

6-3 L'ICD CHEZ LES DIFFERENTES ESPECES

6-3-1-L'ICD chez le chien (33,60,130,139,153)

Elle est peu spécifique du foie. C'est une enzyme cytoplasmique présente également dans de nombreux autres tissus et en particulier dans le rein.

6-3-1 - L'ICD chez le cheval (33,38,60,102,115,129)

Son activité est importante dans le foie, mais elle domine surtout dans les reins. Les muscles squelettiques et cardiaques ont des activités voisines de celles du foie. L'activité des autres tissus est faible.

6-3-1-L'ICD chez le bovin(5,60,86)

L'ICD a été peu étudiée chez le bovin. On constate cependant qu'elle est peu spécifique de l'hépatocyte.

MOYENNES	DISPERSIONS	REFERENCES
6,4 10	$\sigma=0,5$ -	128 153

TABLEAU 40

Valeurs de référence sériques
de l'ICD chez le

MOYENNES	DISPERSIONS	REFERENCES
11,1	3,2	115

TABLEAU

Valeurs de référence sériques
de l'ICD chez le cheval

MOYENNES	DISPERSIONS	REFERENCE
64	=17	60
21,5	= 5,5	128
2,1	= 0,6	"
9	4,8 à 16	"
14,9	5,6 à 23,8	"

TABLEAU 42

Valeurs de référence sérique
de l'ICD chez le bovin.

7- LA LEUCINE AMINOPEPTIDASE - (LAP)7-2 DEFINITION

La Leucine aminopeptidase

ou α -aminoacyl-peptide hydrolase

ou E.C. 3.4.1.1.1

est une peptidase agissant préférentiellement sur les liaisons peptidiques dans lesquelles est engagée la fonction COOH d'un résidu de leucine

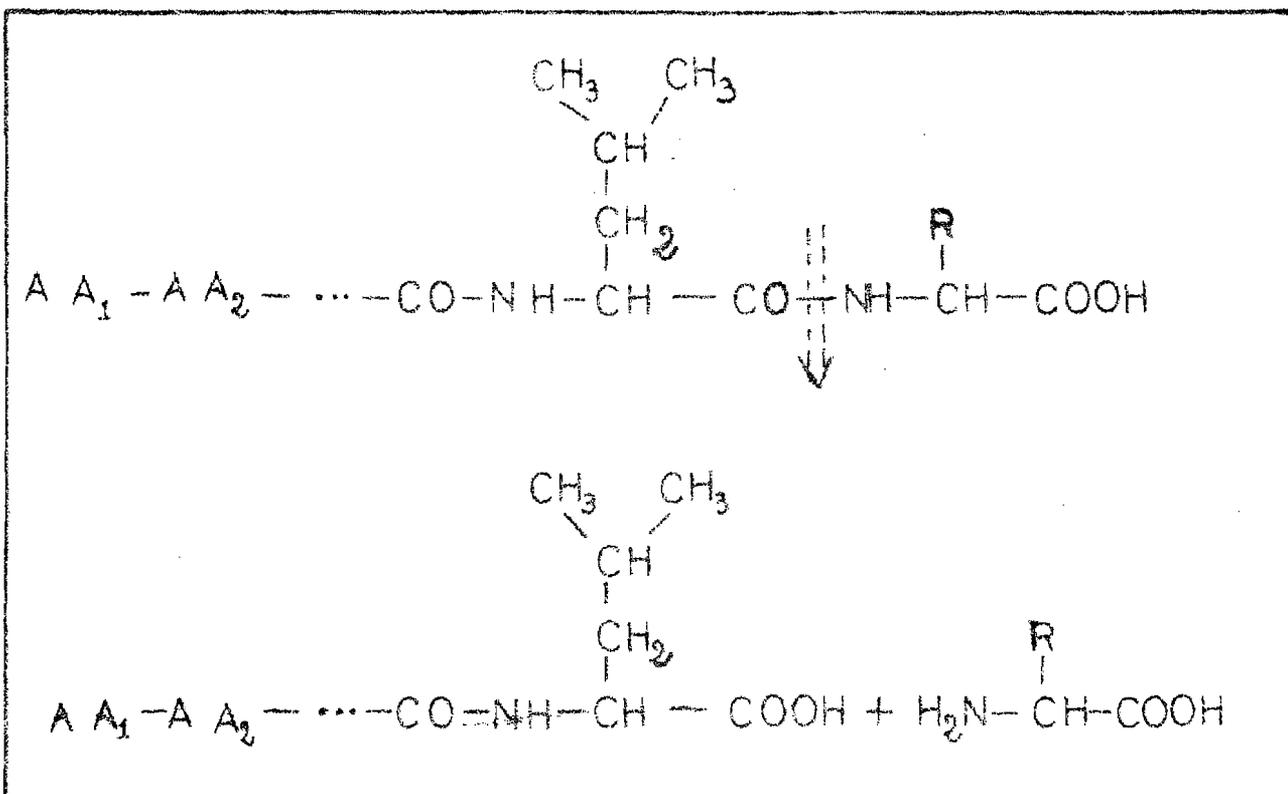
7-2 LA REACTION CATALYSEE PAR LA LAP

FIGURE : XXIII Schéma de la réaction catalysée par la LAP

AA=acide aminé

7-3 LAP CHEZ LES DIFFERENTES ESPECES7-3-1 LAP chez le chien(35,107,130,139)

Elle est principalement localisée dans les canaux biliaires et pancréatiques.

On la retrouve en petite quantité dans la muqueuse intestinale et dans le rein

7-3--2- LAP chez le cheval(115)

Elle est très ubiquitaire avec cependant une forte activité dans les voies biliaires

MOYENES	DISPERSIONS	REFERENCE
7,7	$\sigma = 1,55$ 96 à 737	30
9,36 ²⁵	"	139
461	4,54 à 14,32	130
312	$\sigma = 31$	139
231	$\sigma = 23$	139
	$\sigma = 18$	139

TABLEAU 43

Valeurs de référence sériques de la LAP chez le chien

MOYENNES	DISPERSIONS	REFERENCE
3,2	1 à 5	115

TABLEAU 44

Valeurs de référence sérique de la LAP chez le cheval

8- LES CHOLINESTÉRASES

8 -1 DEFINITION

Il existe deux cholinestérases

La cholinestérase vraie ou acétyl cholinestérase
ou acétyl choline hydrolase

ou E.C.3.1.1.7

La Pseudocholinestérase

ou Acyl choline acyl hydrolase

ou E.C.3.1.1.8

8-2 LA REACTION CATALYSEE PAR LES CHOLINESTÉRASES

Les cholinestérases hydrolysent les esters de la choline,
l'acétyl choline en particulier.

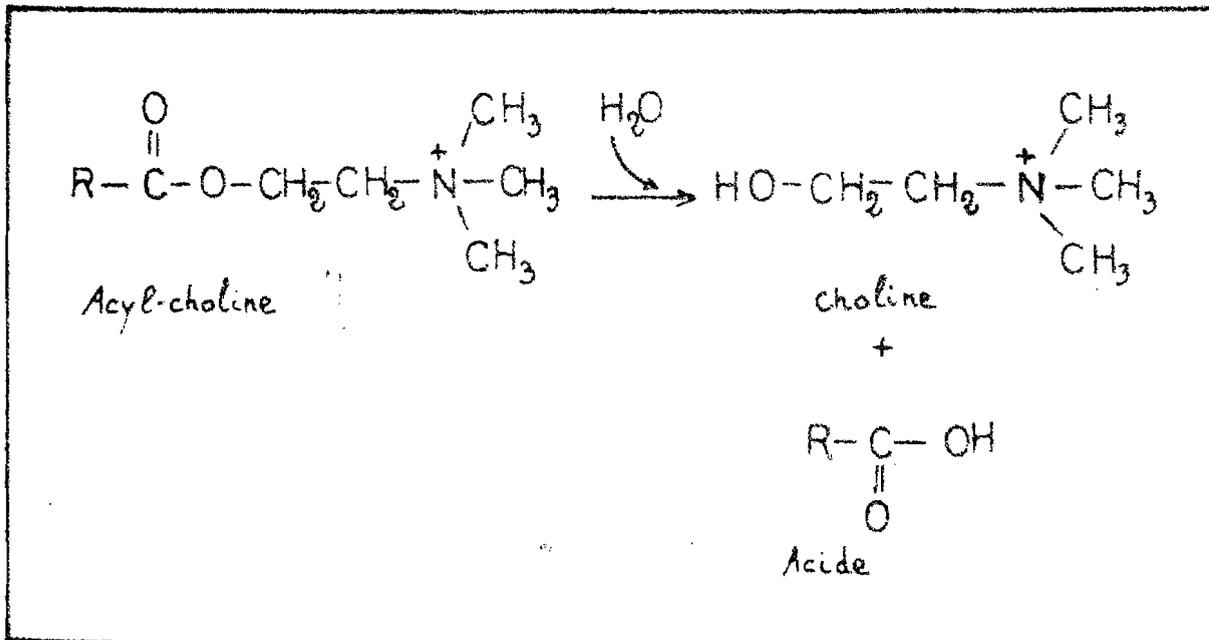


FIGURE : XXIV

Schéma de la réaction catalysée par les cholinestérases

R = CH₃ : Cholinestérases vraie

R ≠ CH : Pseudocholinestérase.

8-3- LES CHOLINESTERASES CHEZ LES DIFFERENTES ESPECES

8-3-1 La cholinestérase chez le chien(60,79,130,139)

C'est la pseudocholinestérase ou cholinestérase plasmatique qui est synthétisée par le foie.

La cholinestérase a une localisation érythrocytaire et nerveuse.

8-3-2 Les cholinestérases chez le cheval(60,84,115)

La pseudocholinestérase est produite par le foie et se trouve en faible quantité dans le sérum.

La cholinestérase vraie est présente dans la plus part des cellules et surtout dans les érythrocytes.

8-3-3 La Cholinestérase chez les petits ruminants (62)

La pseudocholinestérase est produite par le foie et est libérée dans le torrent circulatoire.

La cholinestérase vraie se trouve dans les synapses, le liquide céphalo-rachidien et en faible quantité dans le sérum.

MOYENNES	DISPERSTONS	REFERENCE
1.000	=	139

TABLEAU 45

Valeurs de référence plasmique
des cholinestérases chez le chien

1,07 2300,0	$\sigma = 0,008$ $\sigma = 850$	62 92
----------------	------------------------------------	----------

TABLEAU 46

Valeurs de référence sériques
des cholinestérases chez les ovins

MOYENNES	DISPERSIONS	REFERENCE
0,093	$\sigma = 0,021$	82

TABLEAU 47

Valeurs de référence sériques
de cholinestérases che les caprins

88/-

AUTRE ENZYME

--L'ARGINASE TRES UTILISEE

CHEZ L'HOMME(91)

89/-

0 0 0
0 0

De cet inventaire loin d'être exhaustif, il ressort que les enzymes pouvant être utilisés en sémiologie hépatique sont variées. Leur spécificité pour le foie n'est pas toujours évidente et leur distribution dans les tissus n'est pas la même pour toutes les espèces animales. Cet aspect est récapitulé dans le tableau 48 ci-après indiqué, page 90.

Si le dosage des transaminases est couramment demandé au laboratoire, les déhydrogénases et l'OCT sont plus spécifiques de l'hépatocyte chez la plupart de nos espèces.

ENZYMES	CHIEN	CHEVAL	BOVIN	PETITS RUMINANTS
OC T	++++	++++	++++	++++
SDH	++++	++++	++++	++++
GLD	++++	++++	+++	+++
TGP	+++	-	-	+
TGO	+	+	-	-
PAL	++	++	++	++
LDH	+	+	+	+
GGT	+	++	+	++
ALD	++	+	0	0
ICD	+	+	+	+
LAP	++	+	0	0
Cholinestérases	+	+	0	+

TABLEAU 48

Spécificité des enzymes citées vis à vis de l'hépatocyte.

- ++++ :étroitement spécifique de l'hépatocyte
- +++ : très spécifique
- ++ : spécifique
- +
- 0 : pas de renseignements suffisants

IIIe PARTIE:: INTERET CLINIQUE DE
L'ENZYMLOGIE EN PATHOLOGIE HEPATIQUE

A chaque fois que l'on est en face de crises digestives mal définies on les rattache à la pathologie hépatique.

A l'heure actuelle, il y a plus de 300 spécialités pharmaceutiques pour soigner les maladies du foie.

Il apparaît nécessaire d'avoir le maximum d'informations sur la sémiologie de cet organe. Nous recueillerons ici les données de diagnostic enzymatique qui peuvent aider à la confirmation de grands syndrômes d'insuffisance hépatique et à l'établissement d'un pronostic.

Nous nous limiterons toujours :

- au chien
- au cheval
- au bovin
- et aux petits ruminants.

Pour chaque espèce, nous énumérons les affections hépatiques couramment rencontrées et les enzymes dont les activités subissent une évolution au cours de la maladie.

Cette partie, bien que très importante, sera courte.

CHAPITRE I

INTERET CLINIQUE DE L'ENZYMOLOGIE
EN PATHOLOGIE HEPATIQUE DU CHIEN

Les principales affections du foie chez le chien sont :

- L'insuffisance hépatique aiguë
- L'insuffisance hépatique chronique
- La maladie de RUBARTH
- Les Intoxications hépatiques
- Les hépatites par rétention
- La rupture du canal cholédoque
- Les cancers du foie.

I-L'INSUFFISANCE HEPATIQUE AIGUE

.Les transmissions

Les enzymes les plus souvent recherchées dans le sérum, lorsque l'on suspecte une atteinte du foie et que l'on désire connaître l'intensité de la lésion cellulaire sont la TGP et la TGO.

-La TGP : Son activité augmente de façon très importante, plus de 10 fois la normale. Cette augmentation sérique précède les troubles cliniques et la modification d'autres activités enzymatiques et est durable sur plusieurs mois (1,7,33,54,60,77,79,102,130,139, 153).

-La TGO : On utilise la TGO à un degré moindre parce qu'elle est peu spécifique de l'hépatocyte. Son activité augmente moins intensément et revient très rapidement à la normale lors de l'évolution vers la guérison (1,7,33,60, 130,139).

.../-

Il sera indiqué de demander simultanément l'évolution de la TGP et de la TGO(33,60).

.L'OCT : On sait peu de choses de son intérêt en médecine vétérinaire, en particulier en raison des difficultés de son dosage qui est relativement long à mettre en oeuvre (6).

Nous pouvons constater que toutes les hépatites aiguës entraînent une augmentation massive d'OCT. Dans ces hépatites aiguës le maximum est noté entre le 5^e et le 12^e jour et le retour à la normale se fait sur plus d'un mois (127,130,139).

.La SDH Son activité augmente énormément.

CORNELIUS (40) suggère que le taux de la SDH du sérum pourrait être utilisé comme seul dosage enzymatique pour déceler les affections hépatiques. Il est toutefois à noter que c'est une enzyme instable qui nécessite un dosage immédiat(98).

. La PAL : L'augmentation de son activité est faible.

Elle serait plutôt impliquée dans les troubles de la fonction biliaire(6).

Il faudrait associer à ce dosage celui des enzymes "plus hépatiques" (54,60,130,139).

. La LDH : La LDH₄ et la LDH₅ subissent une augmentation sensible (30,35,60,125,130,139).

.../-

Le dosage de ces isoenzymes n'est pratiquement pas demandé en pratique vétérinaire(6).

.La GLD-L'ICD et L'ALD subissent une augmentation sensible (30,30,60,79,130,153).

. La pseudocholinestérase

Parce qu'elle est synthétisée par le foie, son activité décroît contrairement à celle des autres enzymes (153)

2-L'INSUFFISANCE HEPATIQUE CHRONIQUE

- Les transaminases

.La TGP : Son activité augmente de façon modérée.

Certains auteurs font part de fortes élévations jusqu'à 100 fois la normale lors de la cirrhose accompagnée d'hypertension portale (30,34).

Le retour à la normale se fait entre la cinquième et la huitième semaine, puis il y a une stabilisation à un niveau élevé (6,71,77,130,153 ?

CORNELIUS(38) rapporte que le taux de TGP augmente dans la nécrose hépatique suppurée dans l'hémangiome hépatique rupturée, dans la surcharge graisseuse grave et dans la nécrose hépatique secondaire au pyocéphale.

.La PAL : Son activité augmente de façon graduelle durant la première semaine de l'évolution de la maladie, puis se stabilise à un taux élevé vers la septième semaine (38,40,116,130,139).

. L'ALD et L'ALD-F1P subissent de légères augmentations (35,130,139). Elles sont rarement dosées en pratique vétérinaire(6).

. L'ICD est controversée

Selon certains auteurs, il n'y a pas de variation d'activité ICD lors des hépatites chroniques.

D'autres (153) au contraire notent une augmentation pendant la phase initiale d'une cirrhose. CORNELIUS (37) suggère que l'activité de l'ICD suit celle de la TGP sérique.

Tous les tissus examinés chez l'homme, le chien, le cheval et les ruminants contiennent de très fortes quantités d'ICD(33). L'augmentation de cette enzyme dans le sérum peut ne pas être spécifique de lésion hépatique. Il faudrait des recherches supplémentaires pour apprécier le dosage de l'ICD en rapport avec les nécroses hépatiques (30,153)

3-LA MALADIE DE RUBARTH

. LA TGP Son activité augmente de façon importante jusqu'à 5 fois la valeur normale entre le troisième et le cinquième jour. Le retour à la normale se fait dans un délai de 10 à 14 jours(35,60,77, 130,139).

.LA LDH totale atteint une valeur sérique maximale entre le 3e et le 5e jour (130,125).

. L'ALD Elle voit son taux multiplié par 6 ou même par 10 dans les cinq premiers jours (35,130).

.L'ALP subit une augmentation modérée (130).

N.B. Dans tous les cas, seule la virologie ou l'immunologie permet de confirmer à 100p100.cette hépatite contagieuse spécifique au jeune chien, due à un adénovirus : l'Adénovirus canin n°1 (CAV₁).

..../-

4-LES HEPATITES TOXIQUES

. LA TGP En cas d'intoxication au CC₁, il se produit chez le chien une élévation sérique de TGP (30,82,90,130,139) qui atteint un pic en 24 heures(d'environ 300 fois la valeur normale). On retrouve un taux physiologique au bout de dix jours (60).

Certains auteurs font état d'une forte augmentation qui peut atteindre 1600 fois la valeur initiale entre le deuxième et le troisième jour(90).

Ceci est dû au fait que l'élévation est proportionnelle aux dégâts histologiques.

-L'intoxication à l'HCC entraîne une augmentation du taux sérique qui est multipliée par 5 ou par 10 (77).

-Le DiphénoI provoque une augmentation maximale vers le 5e jour(130)

-Les Inhalations répétées d'ozone provoquent de légères augmentations, alors que l'acide polyinosinique induit une forte augmentation (130, 139).

-Le Rafoxanide provoque une augmentation très forte chez les chiots de 7 à 9 mois.

L'acide polyinosinique à forte dose provoque une élévation importante du taux sérique de TGO (139).

. L'Arginase : C'est une enzyme dont l'utilisation en sémiologie humaine a été confirmée(91). Chez le chien, certains auteurs signalent l'élévation de son taux sérique en phase de guérison d'une intoxication à l'arsenic(60).

5-LES HEPATITES PAR RETENSION.

Nous distinguerons deux types de retention :

- les **cholélithiases**
- La cholestase intrahépatique.

5-1 LES CHOLELITHIASES :

. LA TGP Les cholélithiases sont rares chez le chien et provoque une augmentation modérée du taux sérique de TGP vers le 7^e jour de l'évolution (21,38,130,139,153).

Après une intervention chirurgicale, le retour à la normale s'effectue très rapidement(130).

.LA PAL Elle est particulièrement impliquée dans les troubles de la fonction biliaire. Dans les obstructions biliaires par défaut d'élimination, son taux sérique augmente (33,60,79,130).

Cette activité s'accroît dès le 2^e jour de la stase et atteint un maximum (entre 10 à 30 fois la valeur initiale) entre le 6^e et le 10^e jour. Après une progression régulière le taux reste élevé (33).

Il a aussi été rapporté une augmentation du taux de PAL chez le chien après intoxication au CCl_4 (33), mais en cas d'ictère par obstruction, les augmentations sont généralement bien plus élevées que celles se produisant lors de lésions hépato-cellulaires.

.L'ICD Son augmentation serait modérée(130).

. L'OCT. Elle subit une augmentation beaucoup plus lente (130)

.../-

- . LA LAP Son taux s'élève de façon importante (153).

5-2 LA CHOLESTASE INTRA-HEPATIQUE

ECOLE INTER ETATS
DES SCIENCES ET MEDICIN
VETERINAIRES DE DAKAR

BIBLIOTHEQUE

- . LA TGP Elle subit une augmentation (153).
- . LA SDH ET L'ALD voient leur taux légèrement augmenter (130,153).
- . LA GLD connaît une forte élévation (130)
- . L'ICD : Certains auteurs notent des élévations d'activités sériques lors de cholestases extra ou intra-hépatique (33,130,139).

6-LA R PTURE DU CANAL CHOLEDOQUE

Il est rarement fait cas de cette affection chez le chien. Elle est surtout propre au chat.

- . LA TGP Son augmentation est constatée une semaine avant l'apparition des symptômes(112)

Cette valeur est de 5 fois supérieure à la normale.

- . LA PAL Son taux est souvent multiplié par 50(12,130).

7-LES CANCERS DU FOIE

- . LA TGP Son activité enzymatique subit une augmentation dans les cas de tumeurs malignes volumineuses du foie(33).

. L'Arginase En cas de nécrose hépatique résultant de métastases hépatiques, d'une tumeur maligne, l'augmentation de son taux accompagne celle de la TGP (33).

. L'OCT et L'ALD : Leur taux augmente fortement.

0 0 0
0 0

Lors de suspicion de lésions hépato-cellulaires chez le chien, le clinicien pourrait demander le dosage de trois types d'enzymes.

-Les dosages simultanés de la TGP (couplé avec celui de la TGO pour un diagnostic différentiel d'atteinte musculaire) et de SDH aideront à spécifier et à confirmer le diagnostic.

-La PAL est impliquée dans les cholestas.

.../-

CHAPITRE II- INTERET CLINIQUE DE L'ENSYMOLOGIE

EN PATHOLOGIE HEPATIQUE EQUINE

Les maladies du foie les plus fréquentes chez le cheval sont :

- L'insuffisance hépatique aiguë.
- L'insuffisance hépatique chronique
- Les intoxications hépatiques
- Les hépatites par rétention
- Les cancers du foie.

1-L'INSUFFISANCE HEPATIQUE AIGUE

. LA TGF Elle est très peu utilisée pour le diagnostic des lésions hépatiques parce qu'elle n'est pas spécifique de l'hépatocyte (52, 60,88,129,145).

Néanmoins son taux évolue avec un niveau élevé (3 à 5 fois la normale) pendant 7 jours ou même plus.

. LA TGO Elle évolue de la même façon que la TGF (52, 60,88,129,145). Les élévations fortes sont en fonction du degré lésionnel.

Une dystrophie provoque des accroissements supérieurs aux causes infectieuses, cette élévation serait davantage liée à l'hémolyse qu'à la lésion hépatique(129).

. LA LDH Son taux subit une augmentation modérée (98). Les souffrances des hépatocytes sont à l'origine d'une augmentation de la LDH et particulièrement de la LDH₅.

.../-

Cette augmentation de l'activité sérique de la LDH₅ n'est pas spécifique de tissu hépatique mais s'observe aussi dans les lésions des muscles squelettiques. Pour confirmer ou infirmer la nature de la lésion, des tests complémentaires sont réalisables.

. L'ICD Son utilisation est à peu près abandonnée (37,129). Néanmoins il est à noter que son taux sérique augmente.

. LA SDH Elle apparaît comme une des enzymes de choix pour la détection de dégénérescence hépato-cellulaire. Toutefois sa valeur retourne à la normale au bout de 4 à 5 jours(33,60,115,129).

. LA GLD Elle est le témoin d'une lésion cellulaire grave du foie. La variation de son taux peut être comparé à celle de la SDH(129).

. L'ARGINASE Décrite comme spécifique de l'hépatocyte chez le cheval, son taux sérique est élevé lors de l'hépatite. Cette élévation est rapide mais son retour à la normale aussi rapide n'en fait pas un indicateur efficace à moins que son dosage soit très précoce(129).

. LA GGT(115,129) Son taux subit une augmentation qui n'est toutefois pas significative.

2-L'INSUFFISANCE HEPATIQUE CHRONIQUE

. LA TGP Son taux est égal à la normale et lui serait même inférieur (129).

. LA TGO Son niveau subit une augmentation modérée. Comme la TGP, certains auteurs trouvent des valeurs inférieures à la normale.

Les dosages de la TGP et de la TGO en tant que témoins de la lésion hépatique chronique sont limités du fait de leur manque de spécificité (108).

. LA PAL Son activité sérique est de 1,5 fois la normale.

. LA LDH totale a une valeur normale ou légèrement augmentée (98).

3- LES INTOXICATIONS HEPATIQUES

. LA TGP Bien qu'elle n'ait pas une grande valeur diagnostique chez le cheval, la TGP subit des modifications en cas d'intoxication.

Le CCl_4 entraîne une augmentation faible de 2 à 3 fois en moyenne. En cas d'intoxication expérimentale l'activité sérique est à un pic au 3e jour après le début de l'administration et regresse 2 jours après la dernière ingestion (39,82,115,129).

. LA TGO Quelque soit le produit toxique en cause, on constate une élévation de TGO sérique variable en fonction du degré d'agression.

L'administration expérimentale de CCl_4 montre un pic de TGO dans le 48 à 72 heures suivant l'ingestion, le retour à la normale se faisant en 12 jours (39,52,77,115,129).

. LA LDH totale est fortement élevée (98)

. LA SDH Son taux sérique s'élève dans les 12 heures qui suivent l'ingestion d'un toxique tel que le CCl_4 avec un pic, et peut atteindre 400 à 600 fois la valeur normale un à trois jours après (33,115,129). Le retour à la normale se fait en 4 jours.

.../-

. Les Cholinestérases(115)

Les toxiques tels que les organophosphorés inhibent de façon incomplète les cholinestérases.

Par exemple, une dose non toxique de Trichlorphon provoque 58 p100 d'inhibition.

. L'Arginase Son taux sérique augmente en 12 heures, atteint 5 fois la valeur normale, mais chute rapidement en 3 à 4 jours(77,115,129).

4 LES HEPATITES PAR RETENTION

. LA GLD Son taux sérique augmente dans un premier temps puis baisse(77).

. L'Arginase Son niveau sérique augmente dans toutes les occlusions.

. LA PAL Elle a une grande valeur dans la détection des occlusions des voies biliaires.

Son taux sérique augmente de façon importante (54,115, 129).

5-LES CANCERS DU FOIE(78)

Il est signalé une augmentation des taux sériques de TGO et de PAL en cas de carcinome hépatique avec métastases.

0 0 0
0 0

Chez le cheval les enzymes témoins de la souffrance cellulaire du foie sont la SDH et la GLD. Leur différence de répartition intracellulaire permet d'évaluer la gravité de la lésion cellulaire. Dans certains cas on fera appel à la PAL et à la TGO, bien qu'elles manquent de spécificité,

.../-

105/-

quitte à utiliser d'autres tests de diagnostic différentiel.

0 0 0
0 0

.../-

C H A P I T R E I I I - I N T E R E T C L I N I Q U E D E L ' E N Z Y M O L O G I E
EN PATHOLOGIE HEPATIQUE DES BOVINS

Nous nous limiterons à trois groupes d'affections de foie :

- l'insuffisance hépatique aiguë ;
- Les hépatites parasitaires
- Les hépatites toxiques.

1 - L'INSUFFISANCE HEPATIQUE AIGUE

. Les Transaminases

Elles sont peu utilisables pour la détection des lésions hépatiques chez les bovins.

. La TGP n'est pas affectée ou elle l'est très peu du fait qu'elle est peu abondante dans le foie (2,60,95,119).

. La TGO Etant donné sa très large répartition, elle ne pouvait servir au diagnostic ; cependant, certains auteurs trouvent qu'elle permet de suivre l'évolution des troubles du foie à condition d'utiliser simultanément d'autres tests d'exploitation fonctionnelle (6,86). Son taux sanguin se trouve alors élevé.

. La PAL Elle offre peu d'intérêt en sémiologie hépatique bovine si elle est dosée seule. Ses variations physiologiques rendent son interprétation délicate(6). Pour suivre les troubles de la fonction biliaire il faut lui associer le dosage d'enzymes plus hépatoc-spécifiques (128).

. La LDH Elle subit une modification dans le sens de l'élévation ; mais cette augmentation pour des causes hépatiques est presque toujours inférieure à celle des autres enzymes. Elle est surtout intéressante en sémiologie musculaire(6).

. L'ICD Elle est relativement peu utilisée car très peu spécifique. (85)

. LA SDH Son taux subit une augmentation sensible et rapide(143).

Pour certains auteurs, elle serait pratiquement le témoin le plus sensible et le plus fidèle de la lésion hépatique (86).

. LA GLD Ses variations sont tardives et modérées du fait de sa localisation mitochondriale.

Comparée aux transaminases, elle révélera des troubles hépatiques beaucoup plus importantes. Son retour à des taux normaux se fera beaucoup plus lentement que celui des autres enzymes mais sera d'un bon pronostic(6).

. LA GGT Son intérêt réside dans le fait que après une élévation précoce, son taux sanguin reste généralement élevé après le retour à la normale des autres enzymes (6). Elle permet surtout le dépistage des troubles chroniques.

. L'ALD Son taux subit une augmentation lors d'hépatites aiguës sans qu'elle ne soit très spécifique du foie.

. L'OCT Toutes les hépatites aiguës se manifestent par une augmentation de l'activité sérique de l'OCT. Son retour à la normale est très précoce(86).

2-LES HEPATITES PARASITAIRES

. LA TGO On note une augmentation de son taux sérique dans toutes les hépatites parasitaires(95).

. L'ICD et la SDH L'augmentation de leur taux sérique se fait de façon précoce et fidèle(6,86).

LA GGT Elle semble surtout spécifique des membranes limitantes : canalicules biliaires, ductiles rénaux... Son étude est intéressante lors des troubles hépato-biliaires.

Ce test est très sensible en particulier lors de fasciolose évolutive (144).

3-LES HEPATITES TOXIQUES

. LA TGO Son taux augmente lors d'hépatites toxiques (86,105).

. L'ICD On remarquera une augmentation du taux sérique d'ICD(86).

. LA SDH Son activité est accrue de façon fidèle, rapide et sensible lors d'hépatites toxiques(128).

. L'OCT Ses variations sont importantes mais le retour à la normale se fait de façon précoce(86,119,128).

0 0 0
0 0

Les transaminases seront d'un faible intérêt chez le bovin en pathologie hépatique. La SDH et la GLD seront les témoins les plus fiables de toute lésion hépatique, toutefois on fait appel à la mesure de la GGT, dans les processus lésionnel d'origine parasitaire telle que la fasciolose.

0 0 0
0 0

.../-

C H A P I T R E IV INTERET CLINIQUE DE L'ENZYMOLOGIE
EN PATHOLOGIE HEPATIQUE DES
PETITS RUMINANTS

Dans ce chapitre, nous citerons les principales enzymes dont les variations sont significatives lors d'hépatite quelle qu'en soit l'origine. Ceci est dû au fait que peu d'auteurs se sont intéressés à cet aspect du problème. Ces enzymes sont :

- La PAL
- La GLD
- La SDH
- L'OCT
- La GGT
- et la pseudocholesterase.

. La PAL Son taux sérique serait augmenté lors d'hépatite mais ses grandes variations physiologiques constituent un obstacle majeur à sa large utilisation à des fins diagnostiques(62).

. La GLD Elle est un indicateur de choix pour le diagnostic des hépatites(6,62).

Comme chez les autres espèces, elle signe une lésion grave du fait de sa localisation mitochondriale. (6,62).

. La SDH Elle demeure le témoin le plus fidèle des diagnostics des hépatites(33,62). Il est à noter qu'elle est abondante dans le rein ; mais cette abondance n'est pas un obstacle car les lésions rénales sont accompagnées d'augmentations massives des enzymes urinaires (117).

. L'OCT Lors d'hépatite de quelle que cause que ce soit, son taux sérique augmente rapidement en moins de 24 heures puis baisse jusqu'au cinquième jour si la lésion retrocède. Dans le cas contraire, elle

reste élevée mais n'augmente pas de manière cumulative(56,62).

Les variations de l'OCT et de la GLD sont parallèles dans les hépatites aiguës mais dans les affections chroniques l'OCT persiste davantage et est plus spécifique(56).

. La GGT. Pour le foie, il est montré que la GGT augmente de façon importante(60,62).

. La PSEUDOCOLINESTERASE

Son activité diminue lors d'insuffisances hépatiques massives en particulier lors de cirrhose(92) à cause d'une baisse dans certaines lésions du foie : hépatite aiguë, cholangite.

0 0 0
0 0

L'évolution des taux sériques des enzymes en pathologie hépatique chez les petits ruminants est superposable à celle des bovins. La SDH et la GLD augmentent lors des lésions hépato-cellulaires et la GGT intervient dans les cholangites d'origine parasitaire ..

0 0 0
0 0

.../-

C O N C L U S I O N

Les enzymes, catalyseurs biologiques de nature protéique produits par la cellule vivante, existent dans le sérum d'un sujet sain à des taux relativement constants. Lors de lésions cellulaires, les enzymes solubles présentes dans la cellule passent dans le sérum. Il en résulte une augmentation du taux des enzymes sériques dont la nature dépend de l'organe ou du tissu lésés.

L'enzymologie est devenue un auxiliaire diagnostique et pronostique très important en sémiologie et exploitée par le praticien en médecine humaine. En médecine vétérinaire, le manque de données valables et le coût des analyses ont considérablement limité son utilisation.

En ce qui concerne l'enzymologie sémiologique du foie, le chien a bénéficié des recherches effectuées chez l'homme ; les localisations des enzymes chez l'homme et chez le chien sont superposables. En cas de suspicion de lésions hépatocellulaires, on demandera le dosage des transaminases, dont la transaminase-glutamo-pyruvique est spécifique du foie et de la phosphatase alcaline.

La pratique vétérinaire équine s'intéresse de plus en plus à l'enzymologie du fait de la grande valeur financière que représente le cheval aujourd'hui. Chez cette espèce, la sorbitol déshydrogénase et la glutamate déshydrogénase seront les témoins les plus fiables en enzymologie sémiologique du foie. Dans certains cas on fera appel à la phosphatase alcaline et à la transaminase-glutamo-oxaloacétique bien qu'elles manquent de spécificité.

.../-

Chez les ruminants, les données relatives à l'enzymologie sont limitées. Chez les animaux de grande valeur ou dans le cadre d'une recherche, la sorbitol déhydrogénase sera d'un grand intérêt. La Gamma Glutamyl Transférase sera impliquée dans les hépatites d'origine parasitaire telle que la fasciolose.

La seule enzyme qui pourrait lever toute équivoque chez tous les animaux est l'Ornithine carbamyl transférase, malheureusement sa technique de dosage difficile à mettre en oeuvre et le coût de l'analyse limitent sa demande.

Ainsi nous constatons que pour un diagnostic comme pour un pronostic, la mesure des activités enzymatiques est un auxiliaire très précieux dont il serait regrettable de se priver.

Avant toute demande d'analyse, seule la clinique pourra guider le praticien... au commencement de la médecine était clinique.

L'enzymologie vétérinaire peut paraître du domaine du luxe : surtout pour nos pays où les éleveurs n'ont pas de grands moyens.

D'aucuns trouveront alors qu'elle est à reléguer à l'arrière plan. Nous avons d'énormes problèmes. "Notre champ" est très vaste et dur à cultiver certes... néanmoins nous devons songer à ne laisser "nulle place où la main ne passe et repasse".

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

- 1 - ABDERHALDEN (J.).-
Intérêt clinique du dosage des transaminases sériques chez le Chien.
Th. Vét., Alfort, 1972.
- 2 - ADAM (S.E.I.), OBEID (H.M.) et TARTOUR (G.).-
Serum enzyme activities and haematology of normal and disease ruminants in the Sudan.
Acta Vet., 1974, 43, p.255-231.
- 3 - ANDERSON (M.G.).-
The effect of exercise on the LDH and creatine kinase isoenzyme composition of horse serum.
Res. Vet. Sci., 1976, 20, p.191-196.
- 4 - ANDERSON (M.G.).-
The influence of exercise on serum enzymes in the horse.
Eq. Vet. J., 1975, 7, p.160-164.
- 5 - ANDRE (F.).-
Mémento de biochimie clinique vétérinaire.
E.N.V. NANIE, 1984, 22 pages.
- 6 - ANDRE (F.).-
Intérêt du dosage des enzymes sériques en pathologie des animaux de rente. Le point Vét., 1981, 58, p.47-53.
- 7 - ANDRE (F.).-
Fiche Technique : dosage des transaminases sériques.
Rec. Méd. Vét., 1974, 150, p.243.
- 8 - ANRONSEN (K.F.), HAGERSTRAND (I.) et NORDEN (J.C.).-
Enzymes studies in dogs with extrahepatic biliary obstruction.
Scand. J. Gastro-enterol., 1968, 3, p.355-368.
- 9 - BANTIING (A.L.) et LE BARS (H.).-
Influence de deux douvicides à bases de tétrachlorure de carbone et de MM'diphényl P'-phénylène diamine (C 1372) sur la fonction hépatique de moutons infestés artificiellement avec Fasciola hepatica.
Rev. Méd. Vet., 1975, 126, p.801-812.

- 10 - BARDIES (J.).-
Gamma-glutamyl-transférase sérique des Equidés. Valeurs de référence
et variations pathologiques.
Th. Vét., Toulouse, 1980.
- 11 - BARON (D.N.).-
Abbreviations for names of enzymes of diagnostic importance.
J. Clin. Path., 1971, 24, p.656.
- 12 - BELLENGER (C.R.).-
Surgery for bile duct rupture and obstruction in the dog.
Austr. Vet. J., 1973, 49, p. 298-306.
- 13 - BENOIT (G.).-
Contribution à l'étude des transaminases sériques.
Th. Méd., Toulouse, 1963.
- 14 - BERTHARD (M.); PITON (Y.) et DESCHANEL (J.P.).-
Le Chien : réactif biologique.
Rév. Méd. Vét., 1973, 124, p.1201-1210.
- 15 - BINNS (R.M.).-
Cholelithiasis causing obstructive jaundice in a Boxer dog.
Vet. Rec., 1964, 76, p.239-243.
- 16 - BLACKMORE (J.) et KENT (J.K.).-
Serum enzyme and protein concentrations in English Shire horses.
Vet. Rec., 1977, 100, p.91-92.
- 17 - BLOOD (D.C.) et HENDERSON (J.A.).-
Médecine Vétérinaire.
Ed. VIGOT Paris, 1976, 1100 pages.
- 18 - BLODDIE (G.F.).-
Diagnostic methods in veterinary medicine.
London, 1962, 420 pages.

- 19 - BOLNOT-DELMAS (D.).-
Les isoenzymes de la LDH et leurs applications chez le Cheval.
Th. Vét., Alfort, 1982.
- 20 - BONI (P.) et GIORDANI (L.).-
Les isoenzymes de la LDH dans la leucose du Chien.
Atti. Soc. Ital. Sci. Vet., 1970, 24, p.427-430.
- 21 - BORTH (R.), Mc KENZIE (C.P.), LEWIS (N.D.) et al.-
Rupture of the bile duct in a dog.
Vet. Rec., 1973, 92, p.356-359.
- 22 - BOST (J.), FONTAINE (M.), BLAIN (J.M.) et al.-
Evaluation de certains constituants du sang chez les chevaux
cliniquement sains.
Ann. Rec. Vét., 1970, 1, p.63-91.
- 23 - BOUCHERAT (M.).-
L'acide delta-aminolévulinique déshydratase du sang des globules
rouges. Intérêt de sa détermination en chimie clinique.
Lyon Pharmaceutique, 1975, 26, p.19-26.
- 24 - BOWERS (G.N.).-
Expressing results for enzymes.
Clin. Chem., 1975, 21, p.1042-1044.
- 25 - BOYD (J.W.), DOUGLAS (C.M.), GOULD (C.M.) et al.-
The interpretation of serum enzyme essays in cattle.
Vet. Rec., 1964, 16, p.567.
- 26 - BRAUN (J.P.).-
Enzymologie sémiologique du muscle chez le Cheval.
Prat. Vét. Eq., 1981, (13), 1, p.45-49.
- 27 - BRAUN (J.P.).-
Gamma-glutamyltransférase et cancer.
Ann. Biol. Clin., 1981, 39, p.53-59.

- 28 - BROBST (D.F.), SLATTER (D.H.) et DAVIS (G.D.).-
Leucine aminopeptidase intestinal necrosis.
Aust. Vet. J., 1973, 49, p.495-496.
- 29 - CACH (J.).-
Etude comparative de certains enzymes sériques dans l'ictère par
hépatite virale, par cirrhose et par obstruction de la voie biliaire
principale.
Acta Gastro-Entérol. Belgica, 1968, 31, p.738-757.
- 30 - CHALIFOUX (A.).-
Enzymes sériques pour le diagnostic des hépatopathies canines.
Info. Vét., 1972, 14, p.1-207.
- 31 - CHATELUS (P.).-
Contribution à l'étude des transaminases sériques chez le Cheval
de sport.
Th. Vét., Alfort, 1981.
- 32 - CHRISTENSEN (H.N.).-
Cinétique enzymatique, cours programmé à l'usage des étudiants en
biologie et en médecine.
Ediscience, Paris 1970, 134 pages.
- 33 - COLES (E.H.).-
Le laboratoire en clinique vétérinaire.
Ed. Vigot Paris, 1979, 641 pages.
- 34 - COLL (J.L.).-
Variations des transaminases sériques dans les affections hépatiques
et cardiaques du Chien.
Th. Vét., Lyon, 1965.
- 35 - COMPAGNUCCI (M.), PILET (C.), CHEVETA et al. -
Contribution à l'étude de l'hépatite contagieuse du Chien.
III. Essai de diagnostic enzymatique de l'infection expérimentale
du Chien. Bull. Acad. Vét., 1963, 36, p.35-39.

- 36 - CORBELLA (E.), AMADASI (M.), BARILLI (F.).-
Clinical significance of some serum enzymes in the horse.
La Clinica Veterinaria, 1977, 110, p.308-331.
- 37 - CORNELIUS (C.E.).-
Serum isocitric dehydrogenase (SIC-D) activities in domestic animals
with experimental hepatic necrosis and in equine hepatopathy.
Corn. Vet. 1961, 51, p.559-568.
- 38 - CORNELIUS (C.E.).-
Canine diseases of liver.
Med. Vet. Pract., 1958, 39, p.57-64.
- 39 - CORNELIUS (C.E.), BISHOP (J.), SWITZER et al.-
Serum and tissue transaminase activities in domestic animals.
Corn. Vet., 1959, 49, p.116-126.
- 40 - CORNELIUS (C.E.) et HIMES (J.A.).-
New concepts in canine hepatic function.
Am. Vet. J., 1973, 9, p.147-150.
- 41 - COURCEL (B.).-
Constantes biochimiques sanguines chez la Vache laitière.
Th. Vét., Lyon, 1972.
- 42 - COURTOIS (J.E.).-
L'enzymologie dans la recherche médicale, quelques perspectives
de son évolution.
Gaz. Méd. Fr., 1971, 17, p.2647-2651.
- 43 - CRISTOL (P.), MACABIES (J.) et AYAVOU (T.).-
Etude comparée de quelques activités enzymatiques du sang chez
le Chien avant et après intoxication au CCl₄.
C.R. Soc. Biol., 1964, 15, p.1703-1704.

- 44 - DALTON (J.R.F.) et HILL (F.W.G.).-
Intrahepatic cholestiasis in a dog : a clinicopathological study.
Vet. Rec., 1975, 97, p.383-386.
- 45 - DASTUGUE (G.), BASTIDE (P.), PLAT (P.M.) et al.-
De la répartition de quelques activités enzymatiques (aspirine
estérase, leucine amino-peptidase, TGO, TGP, LDH, phospho-hexose
isomérase) au niveau des différents constituants du sang du Cheval :
érythrocytes, leucocytes, thrombocytes, plasma.
C.R. Soc. Biol. Paris, 1964, 158, p.1517-1520.
- 46 - DAUCHY (F.).-
Les enzymes du sérum en pratique médicale courante.
Gaz. Méd. Fr., 1972, (78), 17, p.2651-2655.
- 47 - DOIGE (C.E.) et FURNEAUX (R.W.).-
Liver disease and intrahepatic portal hypertension in the dog.
Can. Vet. J., 1975, 16, p.209-214.
- 48 - DUCUING (J.).-
Sémiologie clinique et paraclinique.
Art du diagnostic.
Ed. Doin Paris, 1965, 839 pages.
- 49 - DYBCAR (R.) et METAIS (P.).-
Nomenclature en chimie clinique. Recommandations internationales
concernant les quantités, les unités et les résultats de laboratoire.
Ann. Biol. Clin., 1972, 30, p.99-112.
- 50 - ENZYME NOMENCLATURE.-
Recommandations (1972) of the International Union of Pure and
Applied Chemistry and the International Union of Biochemistry.
Elsevier Ed. Amsterdam, 1973, 446 pages.
- 51 - FELBER (J.P.).-
Radioimmunoassay of enzymes -
Métabolisme, 1973, 22, p.1089-1095.

- 52 - FELIZOT (C.).-
Les transaminases sériques chez le Cheval.
Th. Vét. Lyon, 1969.
- 53 - FLORIO (R.), LAPRAS (M.), VAN HAVERBECKE (G.) et al.-
Des transaminases sériques chez le Chien.
Bull. Soc. Sc. Vét. Méd. Comp. Lyon, 1966, 69, p.209-219.
- 54 - FLORIO (R.), LESCURE (F.), GUELFY (J.F.) et al.-
Renseignements fournis par l'examen biochimique du sang chez les
carnivores et les équidés domestiques.
Rev.Méd. Vét., 1971, 2, p.95-117.
- 55 - FORD (E.J.H.).-
Activity of SDH in the serum of sheep and cattle with liver
damage. J. Comp. Path., 1967, 77, p.405-411.
- 56 - FORD (E.J.H.).-
Changes in the activity of OCT in the cattle and sheep with
hepatic lesions.
J. Comp. Path., 1965, 75, p.299-308.
- 57 - FOSTER (R.L.) et ENTWHISTLE (P.A.).-
Are optimum conditions routinely necessary in enzyme assay ?
Clin. Chem., 1975, 21, p.1845.
- 58 - FOWLER (M.E.).-
Clinical manifestations of primary hepatic insufficiency in the
horse. J. Am. Vet. Med. Ass., 1965, 147, p.55-64.
- 59 - FREEDLAND (R.A.), HJERDE (C.A.), CORNELIUS (C.E.) et al.-
Comparative studies on plasma enzyme activities in experimental
hepatic necrosis in the horses.
Res. Vet. Sc., 1965, 6, p.18-23.
- 60 - FREEDLAND (R.A.) et KRAMER (J.W.).-
Use of serum enzyme as aid to diagnostic.
Adv. Vet. Sc. Comp. Med., 1970, 14, p.61-106.

- 61 - GARIN (J.J.).-
Connaissance du taux de LDH en médecine équine sportive.
Prat. Vét. Eq., 1981, (13), 1, p.37-41.
- 62 - GAROUACHI (M.).-
Enzymologie sémiologique chez les petits ruminants.
Th. Vét., Toulouse, 1978.
- 63 - GAUTIER (A.).-
Les examens de laboratoire en pratique vétérinaire.
Ed. Maloine Paris, 1979, 151 pages.
- 64 - GIRARD (M.L.).-
La détermination de l'OCT sérique par voie automatique.
Etude et Technique.
Ann. Biol. Clin., 1963, 21, p.557-572.
- 65 - GOGNY-GOUBERT (M.).-
Bandelettes réactives et analyseur sanguin : Utilisation en médecine canine et équine. Comparaison avec des résultats des techniques classiques de laboratoire.
Th. Vét., Alfort, 1974.
- 66 - GRIFFAULT (F.).-
Valeur du dosage de l'ornithine-carbamyl-transférèse du sérum en pathologie digestive.
Th. Méd. Lyon, 1965.
- 67 - GROULADE (P.).-
Propos sur la biologie clinique du Chien (hématologie et biochimie).
Animal de Comp., 1973, 32, p.221-235.
- 68 - GROULADE (P.).-
Clinique canine, 2 vol., 394 pages et 395 pages.
Lib. Maloine, Paris 1965.
- 69 - GROULADE (P.) et PEKER (J.).-
Les transaminases chez le Chien normal (ses variations avec l'âge).
Bull. Acad. Vét., 1973, 46, p.263-267.

- 70 - GUELFY (J.F.)-
Fiches de médecine canine. Syndromes et symptômes majeurs.
I. Les ictères. Rev. Méd. Vét., 1975, 126, p.1733-1740.
- 71 - GUELFY (J.F.)-
Fiches de médecine canine. Syndromes et symptômes majeurs.
I. Les ictères. (suite et fin). Rev. Méd. Vét., 1976, 127, p.153-162.
- 72 - HAMILTON (J.M.) et KNIGHT (D.)-
Alkaline phosphatase levels in canine mammary neoplasia.
Vet. Rec., 1973, 93, p.121-123.
- 73 - HARPER (H.)-
Précis de biochimie.
Presses de l'Université laval Québec, 1982, 838 pages.
- 74 - HARVEY (D.G.)-
Some observations on the estimation of serum glutamic pyruvic
(SGPT) in the dog. J. Small. An. Pract., 1969, 10, p.13-24.
- 75 - HEALY (P.J.)-
Values of some biochemical constituents in the serum of clinically
normal sheep.
Aust. Vet. J., 1954, 50, p.302-305.
- 76 - HJERE (C.A.)-
Serum hepatitis in the Horse.
J. Am. Vet. Med. Ass., 1964, 144, p.734-740.
- 77 - HOE (C.M.) et HARVEY (D.G.)-
An investigation into liver function tests in dogs.
Part I. Serum transaminases.
J. Small. An. Pract., 1961, 2, p.22-31.
- 78 - JEFFCOTT (L.B.)-
Primary liver-cell carcinoma.
J.Path., 1969, 97, p.394-397.

Fiches Antua

- 79 - KANEKO (J.J.) et CORNELIUS (C.E.).-
Clinical biochemistry of domestic animals.
Academic Press London, 1970, 2 vol., 439 pages et 352 pages.
- 80 - KELLY (W.R.).-
Diagnostic clinique vétérinaire.
Lib. Maloine Paris, 1971, 364 pages.
- 81 - KING (J.S.).-
Abbreviations of names of enzymes.
Clin. Chem., 1972, 18, p.319.
- 82 - KUTAS (F.) et KARSAI (F.).-
The diagnostic value of transaminase and cholinesterase determinations in hepatic diseases of domestic animals.
Acta Vet., 1961, 11, p.277-288.
- 83 - LABADIE (P.).-
Les enzymes. Notions théoriques et pratiques.
Rev. du Praticien, 1971, 8, p.1276-1299.
- 84 - LECERVOISIER (A.).-
Contribution à l'étude de l'insuffisance hépatique chez les bovins.
Th. Vét. Lyon, 1974.
- 85 - LECLERC (M.) et COSSON (G.).-
Les isoenzymes en biologie clinique, G.M.Fr, 1971, 78, p.2683-2690.
- 86 - LECOANET (J.).-
Application des dosages enzymatiques en pathologie du bétail et des animaux de basse-cour.
Le point Vét., 1981, 58, p.39-44.
- 86b - LEDERER (W.H.) et GERSTBREIN (H.L.).-
Expressing results of enzyme assays.
Clin. Chem., 1974, 20, p.916-917.

- 86c - LEDERER (W.H.) et GERSTBREIN (H.L.).-
Our solution to the enzyme numbers game.
M.L.O., 1974, March-April, p.87-91.
- 87 - LEHNINGER (A.L.).-
Biochimie, Paris Flammarion, 1979, 1088 pages.
- 88 - LE PRINCE (M.).-
Etude des transaminases chez le cheval pur-sang à l'entraînement.
Th. Vét., Toulouse, 1970.
- 89 - LITCHFIELD (M.H.) et GARTLAND (C.J.).-
Plasma enzyme activity and hepatocellular changes in the Beagle dog
after single or repeated administration of CCl_4 .
Toxicol. Appl. Pharmacol., 1974, 30, p.117-128.
- 90 - LITIERST (C.L.), FARBER (T.M.) et VAN LCON (E.J.).-
Potentiation of CCl_4 induced hepatotoxicity in dog by chronic expo-
sure to phenobarbital.
Toxicol. Appl. Pharmacol., 1973, 25, p.354-362.
- 91 - LOUISOT (P.).-
Biochimie générale et médicale, structurale, métabolique,
séméiologique.
Ed. Simep, Paris, 1983, 1008 pages.
- 92 - MARQUEZ (A.G.), FRATTINI (J.F.), GRIMOLDI (R.F.) et al.-
Serum enzyme profiles of cattle and sheep; LDH, GGT, Aldolase, LAP
and Cholinesterase.
Gaceta Vet., 1977, 39, p.35-42.
- 93 - MASSART (L.).-
Acquisitions récentes dans le domaine de l'enzymologie.
Liège, 1946, 602 pages.
- 94 - MAZEAUD (M.T.).-
Quelques variations d'activités enzymatiques du foie au cours
d'intoxications expérimentales chez la souris.
Th. Ph. Clermond-Ferrand, 1967.

- 95 - MEISSONNIER et ROUSSEAU (P.).
 Les tests enzymatiques dans l'exploration fonctionnelle du foie
 chez les bovins.
 9èmes Congrès International sur les maladies du bétail, Paris,
 6-7 Sept. 1976, 1185 pages.
- 96 - MERCIER (J.).-
 Les enzymes sériques témoins de la pathologie et de la physiologie
 de la fibre musculaire striée squelettique.
 Th. Vét., Toulouse, 1975.
- 97 - METAIS.-
 Biochimie clinique.
 Ed. Simpep., 1979, 196 pages.
- 98 - MICHAUX (J.M.), LAUZE (M.), ROCHE-FONDEUR (S.) et al.-
 La lactate déshydrogénase et la créatine kinase. Leur intérêt dans
 la surveillance du cheval de sport.
 Prat. Vét. Eq., 1983, (15), 3, p.103-108.
- 99 - MICHEL (C.), CROMBE (C.), GODARD (J.L.) et al.-
 Contribution à l'étude des constantes biologiques en médecine vétérinaire.
 La LDH sérique : valeurs globales normales chez le chien et le cheval.
 Rec. Méd. Vét., 1969, 145, p.433-453.
- 100 - MITRUKA (B.M.) et RAWNSLEY (H.).-
 Clinical biochemical and hematological reference values in normal
 experimental animals.
 Ed. Masson USA, New York, Paris, 1977, 272 pages.
- 101 - MONNEROT-DUMAIRE (M.).-
 Tous les diagnostics et tous les traitements.
 Ed. Maloine Paris, 1950, 683 pages.

102 - MORAILLON (R.) -

Principaux examens biochimiques utilisés en médecine vétérinaire du cheval et des carnivores.

Bull. Assoc. Fr. Vét. Microbiol. Immunol., 1973, 12, p.39-49.

103 - MORETTI (G.F.), MAHON (R.), STAFFEN (J.) et al. -

Supériorité du dosage de l'OCT du sérum sur le dosage des transaminases pour la mise en évidence de la souffrance hépatique liminaire. Etude au cours de l'anesthésie au chloroforme en obstétrique.

Ann. Biol. Clin., 1963, 21, p.573-582.

104 - MOSS (D.W.) -

The relative merits and applicability of kinetic and fixed-incubation methods of enzyme assay in clinical enzymology.

Clin. Chem., 1972, 18, p.1449-1454.

105 - MOUTHON (G.), CHANTIEGRELET (G.), CUNY (D.) et al. -

Activités sériques de la CPK et de la GOT chez les jeunes bovins.

Bull. Soc. Sc. Vét. Méd. Comp., 1972, 74, p.55-61.

106 - MULLER (C.) et VERNIER (J.) -

De l'examen biochimique au diagnostic. Interprétation des examens de biochimie en pathologie humaine.

Ed. Maloine, Paris, 1972, 171 pages.

107 - NAGODE (L.A.), FRAJOLA (W.J.) et LOEB (W.F.) -

Enzyme activities of canine tissues.

Am. J. Vet. Res., 1966, 27, p.1385-1393.

108 - NYSSSEN (M.) et DORCHE (J.) -

Enzymes et foie.

Gaz. Med. Fr., 1971, 17, p.2657-2666.

109 - PENASSE (L.) -

Les enzymes : cinétique et mécanisme d'action.

Ed, Masson Paris, 1974, 229 pages.

- 110 - PETIT (.P.) et QUEVAL (R.).-
Le polymorphisme biochimique chez les bovins : étude de la GLD.
Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop., 1972, 25, p.375-381.
- 111 - PILET (C.).-
Contribution à l'étude de l'hépatite contagieuse du Chien.
III. "Essai de diagnostic enzymatique de l'infection expérimentale
du chien".
Bull. Acad. Vét., 1963, 36, p.35-39.
- 112 - PIN (A.).-
Contribution à l'étude des modificateurs de quelques constituants
sanguins chez le veau, de la naissance à l'âge de trois mois.
Th. Vét. Toulouse, 1974.
- 113 - POLONOVSKI (M.).-
Biochimie médicale : sang, humeurs, tissus, organes : biochimie
physiologique et sémiologique.
Ed. Masson Paris, 1973, Fascicule 3, 739 pages.
- 114 - POSTOLLEC (G.).-
L'OCT chez le cheval : Intérêt du dosage.
Th. Vét. Toulouse, 1976.
- 115 - POUVREAU (E.).-
Enzymologie sémiologique des équidés.
Th. Vét. Toulouse, 1980.
- 116 - QUINTON (G.).-
Diagnostics expérimentaux réalisables par le praticien en pathologie
bovine.
Th. Vét. Toulouse, 1973.
- 117 - RAAB (W.P.).-
Diagnostic value of urinary enzyme determinations.
Clin. Chem., 1972, 18, p.5-25.
- 118 - RAJAONA (H.).-
Questions de sémiologie et de pathologie médicales.
Ed. Maloine Paris, 1972, 10 fascicules.
I. Appareil digestif, foie et voies biliaires, Pancréas, 365 pages.

- 119 - RASOLONIRAINY (E.S.)-
Enzymologie sérique des bovins.
Th. Vét. Toulouse, 1977.
- 120 - Recommandations pour l'utilisation du système international S.I.
au laboratoire de biochimie clinique.
Ann. Biol. Clin., 1973, 31, p.1-2.
- 121 - Revue de Médecine Vétérinaire, 126, p.1733-1740.
- 122 - RICH (L.J.) et DUNAVANT (M.L.)-
Serum enzymes in bovine practice.
The Bovine Pract., 1972, 7, p.8.
- 123 - RICO (A.G.)-
Toxicologie expérimentale : métabolisme et toxicité.
Bull. Acad. Méd., 1982, (165), 5, p.649-653.
- 124 - RICO (A.G.), BRAUN (J.P.), BENARD (P.) et al.-
Valeurs usuelles et valeurs de référence en biochimie clinique
vétérinaire.
Rec. Méd. Vét., 1979, (155), 7-8, p.645-647.
- * 125 - RICO (A.G.), BRAUN (J.P.) et BENARD (P.) et al.-
Activités enzymatiques sériques en sémiologie biochimique.
La lactate déshydrogénase du chien.
Animal Comp., 1977, 2, p.97-101.
- * 126 - RICO (A.G.), BRAUN (J.P.), BENARD (P.) et al.-
Activités enzymatiques sériques en sémiologie biochimique.
L'animal de Comp., 1976, 1, p.31-40
- 127 - RICO (A.G.), BRAUN (J.P.), BENARD (P.) et al.-
Activités enzymatiques sériques en sémiologie biochimique.
L'ornithine-carbonyl-transférase du Chien.
An. de Comp., 1976, 5, p.453-455.
- * 128 - RICO (A.G.), GOLTRAIN (J.C.), BRAUN (J.P.) et al.-
Dosages enzymatiques en clinique bovine.
Rev. Méd., 1975, 1, p.53-68.

- 129 - RICO (A.G.), GODFRAIN (J.C.), BRAUN (J.P.) et al.-
Dosages enzymatiques sériques en clinique équine.
Rev. Méd. Vét., 1974, 125, p.781-794.
- 130 - RICO (A.G.), GODFRAIN (J.C.), BRAUN (J.P.) et al.-
Dosages enzymatiques sériques en clinique canine.
Rev. Méd. Vét., 1973, 124, p.1299-1310.
- 131 - RICO (A.G.), HASSAN (A.D.), BRAUN (J.P.) et al.-
Tissus distribution and blood levels of gamma-glutamyltransferase
in the horse.
Eq. Vet. J., 1977, 9, p.100-101.
- 132 - RICO (A.G.), THOUVENOT (J.P.), BRAUN (J.P.) et al.-
High performance auto-analyzers in veterinary medicine : study of race
horse fitness-
Jerusalem, 1977, April, p.10-15.
- 133 - RODIER (J.) et MALLEIN (R.).-
Manuel de biochimie pratique à l'usage des laboratoires d'analyses
médicales.
4ème Ed., Lib. Maloine Paris, 578 pages.
- 134 - ROTH (M.).-
At what temperature should enzymes of clinical interest be essayed ?
Clin. Chem., 1972, 18, p.739.
- 135 - RUCKEBUSCH (Y.).-
Physiologie, pharmacologie, thérapeutique.
Lib. Maloine Paris, 1981, 611 pages.
- 136 - RUCKEBUSCH (Y.).-
Etude expérimentale des corrélations biochimiques, histologiques,
électrographiques et comportementales de l'hépatotoxicité médicamenteuse.
Rev. Méd. Vét., 1966, 117, p.667-693.
- 137 - RULLIER (J.) et PARODIE (A.).-
Laboratoire et diagnostic en médecine vétérinaire.
Ed. Vigot Paris, 1968, 711 pages.

- 138 - SAINTE-CROIX (A.S.L.).-
Etude comparative de quelques tests d'insuffisance hépatocellulaire
chez le chien.
Th. Vét., Toulouse 1971.
- 139 - SAUJET (J.Y.).-
Enzymologie sémiologique canine.
Th. Vét. Toulouse, 1976.
- 140 - SCHMIDT (E.) et SCHMIDT (F.W.).-
Diagnostic enzymatique en pratique médicale.
Boehringer Mannheim Paris, 1976, 46 pages.
- 141 - SCHMIDT (E.) et SCHMIDT (F.W.).-
Les principes du diagnostic enzymatique.
Boehringer Mannheim, Paris, 1972, 56 pages.
- 142 - SEWELL (M.M.H.).-
Serum enzyme activities in acute fasciolosis.
Vet. Rec., 1967, 80, p.577-578.
- 143 - SHAW (F.D.).-
Sorbitol dehydrogenase in the diagnosis of liver disease of ruminants.
Austr. Vet., 1974, 50, p.277-278.
- 144 - SIMESSEN (M.G.), NIELSEN (K.) et NANSEN (P.).-
Some effects of experimental Fasciola hepatica infection in cattle
on the serum activities of -glutamyltranspeptidase and glutamic oxalo-
acetic transaminase.
Rev. Vet. Sci., 1973, 15, p.32-36.
- 145 - SOVA (Z.).-
Laboratory diagnostic of an acute liver damage in horses
Med. Vet., 1965, 33, p.465-476.
- 146 - TOLLERSRUD (S.) et RIBE (O.).-
Enzymes sériques chez les brebis en gestation recevant une ration
pauvre en vitamine E.
Acta Vet., 1967, 8, p. 1.

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	1
<u>PREMIERE PARTIE</u> : LES BASES DE L'UTILISATION ET LA MESURE DES ENZYMES	5
<u>CHAPITRE I</u> : LES BASES DE L'UTILISATION DES ENZYMES	7
1 - Les enzymes marqueurs de lésions cellulaires	7
1.1. - Le diagnostic de la souffrance cellulaire	7
1.1.1. - Les enzymes du sérum	7
1.1.2. - Les enzymes des autres prélèvements	12
1.2. - Le diagnostic d'intoxication par les modificateurs cellulaires.	13
1.2.1. - L'activation enzymatique	14
1.2.2. - L'inhibition enzymatique	15
2 - Localisation particulière des enzymes en fonction des organes et des espèces.	15
2.1. - Identification du tissu lésé	15
2.2. - Répartition tissulaire des enzymes chez les espèces	16
<u>CHAPITRE II</u> : LA MESURE DES ENZYMES	20
1 - Le prélèvement	20
1.1. - La nature du prélèvement	20
1.2. - La fraîcheur du prélèvement	20
1.3. - La propreté du prélèvement	21
1.4. - L'hémolyse d'un prélèvement	21
2 - Mesure de l'activité enzymatique	21
2.1. - Le principe général	21
2.1.1. - Les proportions relatives d'enzyme et du substrat.	23
2.1.2. - La température de la réaction	24
2.1.3. - Le pH du milieu réactionnel	28

2.2. - Les méthodes employées	28
2.2.1. - Les techniques	28
2.2.2. - Les applications	29
3 - L'expression des résultats	32
3.1. - L'unité internationale	32
3.2. - Centrinormalized units	33
3.3. - Le katal	33
<u>DEUXIEME PARTIE</u> : LES ENZYMES HEPATIQUES	35
<u>CHAPITRE I</u> : LES ENZYMES SERIQUES SPECIFIQUES DE L'HEPATOCYTE OU CONSIDEREES COMME TELLES	37
1 - L' O. C. T	38
2 - La S. D. H	42
3 - La G. L. D	46.
<u>CHAPITRE II</u> : LES ENZYMES UBIQUITAIRES UTILISEES EN SEMILOGIE HEPATIQUE	50
1 - Les transaminases	51
2 - La PAL	64
3 - La LDH	68
4 - La GGT	72
5 - L'ALD	76
6 - L'ICD	79
7 - La LAP	83
8 - Les cholinestérases	85
A N N E X E	
Arginase	88

<u>TROISIEME PARTIE</u> :	INTERET CLINIQUE DE L'ENZYMOLOGIE EN PATHOLOGIE HEPATIQUE	91
<u>CHAPITRE I</u> :	INTERET CLINIQUE DE L'ENZYMOLOGIE EN PATHOLOGIE HEPATIQUE DU CHIEN	92
1 -	L'insuffisance hépatique aiguë	92
2 -	L'insuffisance hépatique chronique	95
3 -	La maladie de Rubarth	96
4 -	Les hépatites toxiques	97
5 -	Les hépatites par rétention	98
6 -	La rupture du canal cholédoque	99
7 -	Les cancers du foie	99
<u>CHAPITRE II</u> :	INTERET CLINIQUE DE L'ENZYMOLOGIE EN PATHOLOGIE HEPATIQUE EQUINE	101
1 -	L'insuffisance hépatique aiguë	101
2 -	L'insuffisance hépatique chronique	102
3 -	Les intoxications hépatiques	103
4 -	Les hépatites par rétention	104
5 -	Les cancers du foie	104
<u>CHAPITRE III</u> :	INTERET CLINIQUE DE L'ENZYMOLOGIE EN PATHOLOGIE HEPATIQUE DES BOVINS	106
1 -	L'insuffisance hépatique aiguë	106
2 -	Les hépatites parasitaires	107
3 -	Les hépatites toxiques	108
<u>CHAPITRE IV</u> :	INTERET CLINIQUE DE L'ENZYMOLOGIE EN PATHOLOGIE HEPATIQUE DES PETITS RUMINANTS	109
C O N C L U S I O N		110
B I B L I O G R A P H I E		113

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