

UNIVERSITE DE LIMOGES

SCD UNIV.LIMOGES



D 035 081236 8

FACULTE DE MEDECINE

ANNEE 2002

THESE N° 161/1

MESURE ET MODELISATION DE LA
GRAISSE ORBITAIRE DANS
L'ORBITOPATHIE DYSTHYROIDIENNE

THESE
POUR LE DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN MEDECINE

présentée et soutenue publiquement le 28 octobre 2002

PAR

Thierry MOURGUES
né le 27 avril 1973 à Villeneuve sur Lot

EXAMINATEURS DE LA THESE

M. le Professeur Jean-Paul ADENIS
M. le Professeur Bernard DESCOTTES
M. le Professeur Antoine MAUBON
M. le Professeur Jean-Louis MONTASTRUC
Madame le Docteur Marie-Paule BONCOEUR
M. le Docteur Frédéric MOURIAUX

- Président
- Juge
- Juge
- Juge
- Membre invité
- Membre invité

UNIVERSITE DE LIMOGES

FACULTE DE MEDECINE

ANNEE 2002

THESE N° 161.

MESURE ET MODELISATION DE LA
GRAISSE ORBITAIRE DANS
L'ORBITOPATHIE DYSTHYROIDIENNE

THESE
POUR LE DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN MEDECINE

présentée et soutenue publiquement le 28 octobre 2002

PAR

Thierry MOURGUES
né le 27 avril 1973 à Villeneuve sur Lot

EXAMINATEURS DE LA THESE

M. le Professeur Jean-Paul ADENIS
M. le Professeur Bernard DESCOTTES
M. le Professeur Antoine MAUBON
M. le Professeur Jean-Louis MONTASTRUC
Madame le Docteur Marie-Paule BONCOEUR
M. le Docteur Frédéric MOURIAUX

- Président
- Juge
- Juge
- Juge
- Membre invité
- Membre invité

LISTE DES PROFESSEURS A INSERER DANS VOTRE THESE

UNIVERSITE DE LIMOGES FACULTE DE MEDECINE

DOYEN DE LA FACULTE:

Monsieur le Professeur VANDROUX Jean-Claude

ASSESEURS:

Monsieur le Professeur LASKAR Marc
Monsieur le Professeur VALLEIX Denis
Monsieur le Professeur COGNE Michel

PROFESSEURS DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS:

* C.S = Chef de Service

ACHARD Jean-Michel (C.S)	PHYSIOLOGIE
ADENIS Jean-Paul * (C.S)	OPHTALMOLOGIE
ALAIN Jean-Luc	CHIRURGIE INFANTILE
ALDIGIER Jean-Claude (C.S)	NEPHROLOGIE
ARCHAMBEAUD-MOUVEROUX Françoise (C.S)	MEDECINE INTERNE
ARNAUD Jean-Paul (C.S)	CHIRURGIE ORTHOPEDIQUE ET TRAUMATOLOGIQUE
AUBARD Yves (C.S)	GYNECOLOGIE-OBSTETRIQUE
BARTHE Dominique	HISTOLOGIE EMBRYOLOGIE CYTOGENETIQUE
BEDANE Christophe (C.S)	DERMATOLOGIE
BERTIN Philippe	THERAPEUTIQUE
BESSEDE Jean-Pierre	OTO-RHINO-LARYNGOLOGIE
BONNAUD François (C.S)	PNEUMOLOGIE
BONNETBLANC Jean-Marie	DERMATOLOGIE
BORDESSOULE Dominique (C.S)	HEMATOLOGIE ET TRANSFUSION
BOUTROS-TONI Fernand	BIOSTATISTIQUE ET INFORMATIQUE MEDICALE
CHARISSOUX Jean-Louis	CHIRURGIE ORTHOPEDIQUE ET TRAUMATOLOGIQUE
CLAVERE Pierre	RADIOTHERAPIE
CLEMENT Jean-Pierre (C.S)	PSYCHIATRIE ADULTES
COGNE Michel	IMMUNOLOGIE
COLOMBEAU Pierre	UROLOGIE
CORNU Elisabeth	CHIRURGIE THORACIQUE ET CARDIO-VASCULAIRE
COURATIER Philippe	NEUROLOGIE
CUBERTAFOND Pierre	CLINIQUE DE CHIRURGIE DIGESTIVE
DANTOINE Thierry	GERONTOLOGIE CLINIQUE
DARDE Marie-Laure (C.S)	PARASITOLOGIE
DE LUMLEY WOODYEAR Lionel (C.S)	PEDIATRIE
DENIS François (C.S)	BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE-HYGIENE
DESCOTTES Bernard (C.S)	ANATOMIE - CHIRURGIE UROLOGIQUE
DUDOGNON Pierre (C.S)	REEDUCATION FONCTIONNELLE
DUMAS Jean-Philippe	UROLOGIE
DUMAS Michel	NEUROLOGIE
DUMONT Daniel	MEDECINE DU TRAVAIL
DUPUY Jean-Paul (C.S)	RADIOLOGIE ET IMAGERIE MEDICALE
FEISS Pierre (C.S)	ANESTHESIOLOGIE ET REANIMATION CHIRURGICALE
FEUILLARD Jean	HEMATOLOGIE BIOLOGIQUE
GAINANT Alain (C.S)	CHIRURGIE DIGESTIVE
GAROUX Roger (C.S)	PEDOPSYCHIATRIE
GASTINNE Hervé (C.S)	REANIMATION MEDICALE
JAUBERTEAU-MARCHAN Marie-Odile	IMMUNOLOGIE
LABROUSSE François (C.S)	ANATOMIE ET CYTOLOGIE PATHOLOGIQUE
LASKAR Marc (C.S)	CHIRURGIE THORACIQUE ET CARDIO-VASCULAIRE
LEGER Jean-Marie	PSYCHIATRIE D'ADULTES
LEROUX-ROBERT Claude	NEPHROLOGIE
LIENHARDT-ROUSSIE Anne	PEDIATRIE
MABIT Christian	ANATOMIE-CHIRURGIE ORTHOPEDIQUE ET TRAUMATOLOGIQUE
MARQUET Pierre	PHARMACOLOGIE ET TOXICOLOGIE
MAUBON Antoine	RADIOLOGIE
MELLONI Boris	PNEUMOLOGIE
MENIER Robert	PHYSIOLOGIE
MERLE Louis	PHARMACOLOGIE
MOREAU Jean-Jacques (C.S)	NEUROCHIRURGIE
MOULIES Dominique (C.S)	CHIRURGIE INFANTILE

NATHAN-DENIZOT Nathalie
PARAF François
PILLEGAND Bernard (C.S)
PIVA Claude (C.S)
PREUX Pierre-Marie
RIGAUD Michel (C.S)
ROUSSEAU Jacques
SALLE Jean-Yves
SAUTEREAU Denis
SAUVAGE Jean-Pierre (C.S)
STURTZ Franck
TEISSIER Marie-Pierre
TREVES Richard (C.S)
TUBIANA-MATHIEU Nicole (C.S)
VALLAT Jean-Michel (C.S)
VALLEIX Denis
VANDROUX Jean-Claude (C.S)
VERGNENEGRE Alain
VIDAL Elisabeth (C.S)
VIGNON Philippe
VIROT Patrice (C.S)
WEINBRECK Pierre (C.S)

ANESTHESIOLOGIE ET REANIMATION CHIRURGICALE
ANATOMIE PATHOLOGIQUE
HEPATO-GASTRO-ENTEROLOGIE
MEDECINE LEGALE
INFORMATION MEDICALE ET EVALUATION
BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLECULAIRE
RADIOLOGIE ET IMAGERIE MEDICALE
MEDECINE PHYSIQUE ET READAPTATION
HEPATO-GASTRO-ENTEROLOGIE
OTO-RHINO-LARYNGOLOGIE
BIOCHIMIE ET GENETIQUE MOLECULAIRE
MEDECINE INTERNE B, ENDOCRINOLOGIE
RHUMATOLOGIE
CANCEROLOGIE
NEUROLOGIE
ANATOMIE
BIOPHYSIQUE ET TRAITEMENT DE L'IMAGE
EPIDEMIOLOGIE-ECONOMIE DE LA SANTE-PREVENTION
MEDECINE INTERNE
REANIMATION MEDICALE
CARDIOLOGIE
MALADIES INFECTIEUSES

PROFESSEUR ASSOCIE A MI-TEMPS

BUCHON Daniel

MEDECINE GENERALE

SECRETAIRE GENERAL DE LA FACULTE - CHEF DES SERVICES ADMINISTRATIFS

ROCHE Doriane

À mes grands parents,

À mes parents,

À Lucile et Matthieu,

À Thibaut,

Avec toute mon affection.

À Maria

Tout mon amour et ma profonde reconnaissance pour m'avoir soutenu sans fatigue et sans relâche.

À mon Maître et Président de thèse,
Monsieur le Professeur Jean-Paul ADENIS
Professeur des universités d'Ophtalmologie
Ophtalmologiste des hôpitaux
Chef de service

Les qualités de vos connaissances repoussent toujours plus loin les limites de la chirurgie traditionnelle.

Alliées à votre dynamisme, votre sagesse, votre humanisme, elles m'ont guidé dans l'apprentissage de l'ophtalmologie et resteront un exemple à jamais.

Fier de compter parmi vos élèves, je vous remercie de m'avoir fait confiance afin de poursuivre ce travail.

Soyez assuré de ma profonde gratitude et de ma respectueuse admiration.

À mon Maître et Juge,
Monsieur le Professeur Bernard DESCOTTES
Professeur des universités d'Anatomie
Chirurgien des hôpitaux
Chef de service

Je vous suis très reconnaissant d'avoir accepté de siéger à mon jury de thèse, c'est un grand honneur pour moi.

J'admire votre capacité de travail, vos qualités humaines et professionnelles, votre disponibilité qui malgré vos multiples devoirs est sans faille.

Soyez assurez de ma gratitude et de mon profond respect.

À mon Maître et Juge,
Monsieur le Professeur Antoine MAUBON
Professeur des universités de Radiologie
Radiologue des hôpitaux
Chef de service

Vous m'avez accueilli chaleureusement dans votre service pour la réalisation de cette étude. Votre soutien et vos conseils ont su me donner les moyens de réaliser ce travail. Puisse-t-il exprimer le témoignage de ma reconnaissance et de mon profond respect.

À mon Maître et Juge,
Monsieur le Professeur Jean-Louis MONTASTRUC
Professeur de Pharmacologie Clinique à la Faculté de Médecine de Toulouse
Chef du service de Pharmacologie Clinique des hôpitaux de Toulouse
Directeur du centre Midi-Pyrénées de Pharmacovigilance,
de Pharmaco-épidémiologie et d'information sur le médicament.

Tout au long de mes études médicales tes conseils ont été justes et profitables.
J'admire ton esprit droit et franc, la passion qui t'anime dans l'exercice de ton métier.
Ton foyer m'a toujours été ouvert pendant toutes ces études à Toulouse, où tu m'as
accueilli comme un fils. Aujourd'hui, c'est avec joie et honneur que je te compte
parmi les membres de ce jury. Puisses-tu trouver dans l'accomplissement de ce
travail le témoignage de ma profonde reconnaissance et de toute mon affection.

À mon juge,
Madame le Docteur Marie-Paule BONCOEUR
Docteur en Radiologie
Praticien des hôpitaux

Tu as été pour une grande part dans la réalisation de ce travail. Ta disponibilité à tout moment, et ton esprit clairvoyant m'ont initié au monde de l'imagerie par résonance magnétique.

J'ai eu grand plaisir à réaliser ce travail à tes côtés, et je suis heureux que tu sièges à ce jury.

Que ce travail soit le reflet de ma sincère reconnaissance.

À mon juge,
Monsieur le Docteur Frédéric MOURIAUX
Docteur en Ophtalmologie
Praticien des hôpitaux
Chef de service d'ophtalmologie du C.H. de Lens

C'est grâce à l'aide d'une équipe multidisciplinaire comme celle que vous avez mise en place au cours de travaux précédents que la réalisation de cette étude a été possible. Nous vous devons l'utilisation du logiciel ARTIMED de calcul de volume. Je serai heureux et fier de poursuivre cette étude avec vous. Vous êtes venu de Lens, nous y sommes très sensibles, votre présence parmi les membres de ce jury m'honore profondément. Soyez assuré de ma sincère gratitude.

À monsieur le Docteur Franck BARTHELEMY,

Vous avez guidé mes premiers pas en ophtalmologie, et j'ai pu ainsi apprécier vos connaissances et vos compétences cliniques et chirurgicales. Votre rigueur intellectuelle et votre dynamisme ont confirmé ma passion pour l'ophtalmologie. Je tiens à vous assurer toute ma reconnaissance et mon respect.

À monsieur le Docteur DOURLHES,

Ton habileté chirurgicale est un exemple pour moi. Ta vigueur et ta passion pour la rétine ont su m'intéresser. Crois en ma sincère amitié.

À monsieur le Docteur Pierre-Yves ROBERT,

L'étendue de tes connaissances, ta disponibilité, et ton esprit d'entreprise font mon admiration. Pour tout ce que tu m'as appris, crois en ma sincère reconnaissance.

À monsieur le Docteur Fabien VINCENT,

Ton expérience m'a été plus que profitable, je te dois une grande partie de ce travail. Ton accueil à Lille fût des plus chaleureux. Sois assuré de mon amicale reconnaissance.

A Christine et Jean-Yves, Bonnie and Clyde du service d'ophtalmologie...

Christine, rien ne peut te résister du tennis au golf en passant par la phako avec toi tout réussi.

Jean-Yves, tu as été un chef de clinique exemplaire, ta sagesse et ton esprit philosophique ont su me canaliser.

Soyez assurés de ma sincère amitié.

A Philippe, ton soutien et ta loyauté ont été sans faille pendant ces deux ans passés ensemble dans le service. Je suspecte chez toi un gène familial...

A Firas qui nous a rendu de multiples services.

A l'ensemble du service d'ophtalmologie qui font que tous les jours nous sommes heureux de venir à l'hôpital.

A tous mes amis.

PLAN

INTRODUCTION	14
RAPPELS	17
I. ANATOMIE DE L'ORBITE	17
II. LA GRAISSE ORBITAIRE	24
III. L'ORBITOPATHIE DYSTHYROÏDIENNE	32
IV. TRAITEMENT DE L'ORBITOPATHIE DYSTHYROIDIENNE	48
V. VOLUMES NORMAUX DES STRUCTURES ORBITAIRES	52
MATERIELS ET METHODES	58
I. MATERIELS	58
II. METHODES	61
RESULTATS	73
I. MESURE DE LA GRAISSE ORBITAIRE	73
II. MESURE DU CONTENU DE LA CAVITE ORBITAIRE	75
III. RAPPORT VOLUMETRIQUE	77
IV. MODELISATION ET REPARTITION DE LA GRAISSE ORBITAIRE	78
V. EVOLUTION DES VOLUMES APRES LIPECTOMIE	81

DISCUSSION	83
I. CHOIX DE LA METHODE	83
II. LIMITES DE LA METHODE	87
III. DISCUSSION DES RESULTATS	89
IV. PERSPECTIVES	91
CONCLUSION	93
BIBLIOGRAPHIE	94
ANNEXES	101
LISTE DES FIGURES	101
TABLE DES MATIERES	102

INTRODUCTION

Bien qu'existant probablement depuis la plus haute Antiquité l'association entre hyperthyroïdie et orbitopathie a été décrite pour la première fois, en 1773 par le français DE SAINT YVES. En 1835 l'Anglais GRAVES, donne à la pathologie endocrinienne le rôle central ; alors que l'on doit à l'allemand Von BASEDOW, la description la plus complète pour des modifications oculaires rencontrées (1840).

La physiopathologie de l'orbitopathie basedowienne repose sur l'existence d'un antigène commun à la thyroïde et aux tissus orbitaires, ces derniers se retrouvent augmentés de volume par des infiltrats inflammatoires d'origine lymphocytaire qui provoquent l'exophtalmie.

Parmi les tissus les plus représentés au sein de l'orbite, on retrouve les muscles oculo-moteurs et la graisse orbitaire. Des études de mesures des volumes orbitaires ont retrouvé une augmentation prédominante du volume musculaire, ou une augmentation au dépend de la graisse orbitaire. Cette augmentation relative peut amener à une prise en charge différente sur le plan chirurgical des exophtalmies rebelles au traitement médical et radiothérapeutique.

Grâce à l'estime réciproque qui lie le professeur J.P ADENIS du C.H.U. de Limoges et le docteur F. MOURIAUX du C.H. de Lens, nous avons pu bénéficier du logiciel ARTIMED du groupement d'intérêt scientifique T.A.I. (Thérapie Assisté par l'Image) de l'institut de technologie médicale du C.H.R.U de Lille qui nous a permis de réaliser cette étude. Nous tenons à remercier très vivement toute l'équipe du C.H. de Lens et du C.H.U. de Lille :

Le docteur F. MOURIAUX et le docteur F.VINCENT qui nous ont été d'une grande aide dans l'apprentissage du logiciel et des techniques de mesure en nous donnant leur expérience sur une étude de mesure volumique orbitaire similaire à partir d'images scannographiques,

J. ROUSSEAU et D. GIBON qui sont venus jusqu'à Limoges pour paramétrer le logiciel ARTIMED sur l'appareil IRM du C.H.U. de Limoges.

Enfin, cette étude a pu être réalisée grâce à la mise à disposition de l'appareil d'IRM du service de radiologie du professeur A. MAUBON. Tous les examens ont été

réalisés par le docteur M.P. BONCOEUR. Nous tenons à les remercier chaleureusement ainsi que toute leur équipe pour leur patience et leur bienveillance dans la réalisation de ce travail.

Quatre patients sains, et quatre patients atteints d'orbitopathie dysthyroïdienne ont été étudiés pour mesurer le volume total de la graisse orbitaire, et le volume total du contenu orbitaire. Ces mesures ayant pour but de dégager un rapport volumétrique entre les différents tissus orbitaires afin de distinguer les exophtalmies d'origine musculaire, graisseuse, ou mixte, permettant ainsi de poser en fonction de ce rapport et de l'importance de l'exophtalmie, une indication chirurgicale de décompression osseuse, de lipectomie, ou de combiné.

RAPPELS

RAPPELS

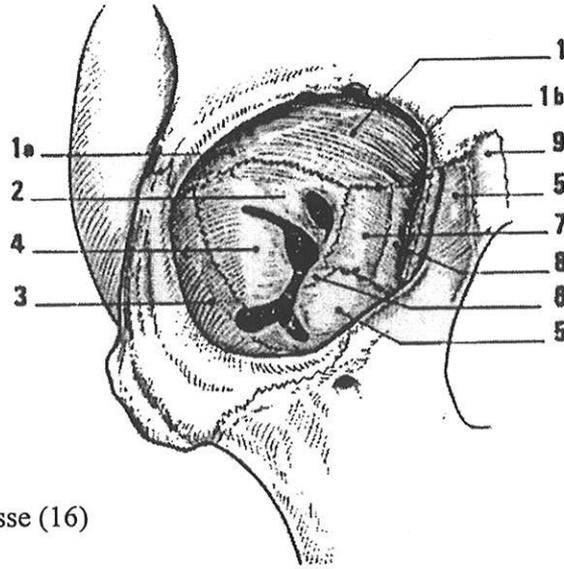
I. ANATOMIE DE L'ORBITE

Cavités paires creusées à la partie haute du massif facial de part et d'autre des fosses nasales et des cellules ethmoïdales, les orbites contiennent l'organe de la vision et communiquent avec l'endocrâne et le massif facial par de nombreux orifices.

On sépare le contenant : l'orbite osseuse tapissée de périoste, du contenu : globe oculaire, muscles oculomoteurs, glande lacrymale principale, graisse, vaisseaux et nerfs orbitaires (16).

1. L'orbite osseuse

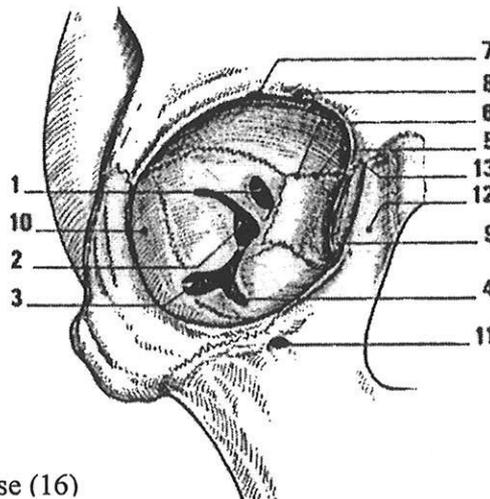
C'est elle qui délimite la cavité orbitaire, elle est de forme pyramidale quadrangulaire à base antérieure large et sommet postérieur étroit. Ouverte en avant et en dehors elle comporte 4 parois dans sa portion antérieure, trois dans sa portion postérieure du fait de la disparition de la paroi inférieure. Sept os participent à la formation de ses parois : frontal, sphénoïde, zygomatique, maxillaire, palatin, ethmoïde, lacrymal (fig.1). Ils délimitent cinq orifices principaux qui assurent la communication entre les structures intra-orbitaires la face et l'encéphale : foramen zygomatique orbitaire, foramen infra-orbitaire, canal optique, fissure orbitaire supérieure, fissure orbitaire inférieure (fig.2).



D'après Ducasse (16)

Figure 1-les parois orbitaires

1 os frontal	5 os maxillaire
1a processus zgomatique	6 apophyse orbitaire de l'os palatin
1b apophyse orbitaire médiale	7 ethmoïde
2 petite aile de l'os sphénoïde	8 os lacrymal
3 os zgomatique	9 os nasal
4 grande aile de l'os sphénoïde	



D'après Ducasse (16)

Figure 2-les orifices orbitaires

1 canal optique	8 incisure frontale
2 fissure orbitaire supérieure	9 orifice supérieur du canal lacrymo-nasal
3 fissure orbitaire inférieure	10 foramen zgomatique
4 sillon infra-orbitaire	11 foramen intra-orbitaire
5 foramen ethmoïdal antérieur	12 crête lacrymale antérieure
6 foramen ethmoïdal postérieur	13 crête lacrymale postérieure
7 échancrure supra-orbitaire	

2. Le contenu orbitaire

a. Définition des limites de l'orbite.

Le contenu orbitaire se trouve dans l'espace délimité par l'orbite osseuse et par le septum orbitaire en avant qui marque par convention la limite entre l'orbite et les paupières. Cette lame fibro-élastique est tendue du rebord orbitaire au bord périphérique des tarse supérieur et inférieur. En bas et en dedans le septum longe la crête lacrymale postérieure laissant la loge du sac lacrymal en avant, celle-ci est donc extra-orbitaire. A la partie supérieure de l'orbite, le septum est traversé par le muscle releveur de la paupière supérieure 3 à 4 mm au-dessus du bord périphérique du tarse supérieur. Il sépare la graisse intra-orbitaire de la couche fibro-adipeuse sous-musculaire de la paupière, plan fibro-adipeux triangulaire à sommet inférieur qui se situe sous l'orbiculaire (6). En arrière le sommet de la pyramide orbitaire ou apex correspond à l'extrémité médiale de la fissure orbitaire supérieure. En dedans et au-dessus si situe le canal optique.

b. Contenu

□ Globe oculaire

L'organe noble intra-orbitaire est le globe oculaire, de forme sphérique, de 24 mm de diamètre antéro-postérieur en moyenne, il est situé à la partie antérieure de l'orbite dont il déborde en avant dans le plan horizontal. En effet, la ligne unissant les bords latéral et médial de l'orbite osseuse coupe le globe oculaire au niveau de l'angle irido-cornéen en dedans et au niveau de la sclère en dehors. Cela a pour conséquence une mauvaise protection du lobe latéralement. Dans le plan sagittal la ligne unissant le rebord supérieur et inférieur est tangente au sommet de la cornée. Par ailleurs le globe n'est pas centré dans l'orbite, il est plus près du bord latéral (6 mm) et supérieur (9 mm) que du bord inférieur et médial (11 mm) .

□ Éléments vasculo-nerveux

▪ Le nerf optique

Prenant naissance au niveau de la papille optique, à la partie postérieure du globe oculaire, trois millimètres en dedans de la fovéa, le nerf optique relie le globe oculaire au chiasma optique. Les deux nerfs optiques constituent la deuxième paire des nerfs crâniens, mais ils ne sont pas à proprement parler des nerfs mais une extension extra-crânienne du système nerveux central. En effet ils sont constitués du regroupement des axones des cellules ganglionnaires de la rétine qui représentent le premier centre d'intégration des voies visuelles. Ils n'ont pas de gaine de Schwann (72). Chaque nerf optique à trois portions : intra-orbitaire, intra-canalair et intra-crânienne. Sa portion intra-orbitaire longue de 2,5 cm décrit une double courbure en « S », et est en rapport étroit avec l'artère ophtalmique. Le nerf optique quitte l'orbite par le canal optique, creusé entre les deux racines de la petite aile du sphénoïde et le corps du sphénoïde en dedans.

▪ Autres éléments vasculo-nerveux

Les autres éléments vasculo-nerveux intra-orbitaires sont les collatérales de l'artère ophtalmique (artères ciliaires, artère centrale de la rétine, artère lacrymale, artère supra-orbitaire, artères ethmoïdales, artères musculaires, artères palpébrales), le réseau veineux, les vaisseaux lymphatiques, les nerfs oculomoteurs, et les branches intra-orbitaires du trijumeau ou cinquième nerf crânien.

□ Muscles intra-orbitaires

Les muscles intra-orbitaires sont au nombre de sept. Six d'entre eux s'insèrent sur le globe pour le mobiliser, ce sont les muscles oculomoteurs. Le dernier se termine en avant dans la paupière supérieure il s'agit du releveur de la paupière supérieure. A l'exception de l'oblique inférieur dont l'origine est située sur le plancher orbitaire antérieur, ils prennent tous naissance au fond de l'orbite au niveau du tendon de Zinn.

Les muscles oculomoteurs sont répartis en 4 muscles droits et deux muscles obliques.

Les muscles droits longs de 4 cm, s'insèrent en avant de l'équateur à une distance du limbe variable pour chaque muscle, allant en croissant du droit médial au droit supérieur. La ligne fictive réunissant le milieu des insertions musculaires réalise la spirale de Tillaux. Ils délimitent un espace conique à base antérieure, fermé par le globe oculaire en avant.

Les muscles obliques supérieur et inférieur s'insèrent eux en arrière de l'équateur du globe.

Il existe parfois des muscles surnuméraires dont le plus fréquent est le muscle élévateur de la trochlée tendu entre le releveur de la paupière supérieure et la trochlée (56;59).

□ Glande lacrymale principale.

L'orbite contient également dans sa partie supéro-latérale la glande lacrymale principale. Cette glande est délimitée en deux portions par l'extension latérale du releveur de la paupière supérieure. La partie intra-orbitaire est la plus volumineuse, de forme ovale et aplatie, elle est d'axe oblique en arrière en bas et latéralement. Elle est située dans une loge creusée dans la portion orbito-nasale horizontale de la face externe de l'os frontal, au niveau de sa partie antéro-latérale : la fosse de la glande lacrymale. La partie palpébrale est moins développée, elle prolonge la partie orbitaire en bas et en avant, en contournant le faisceau latéral du releveur de la paupière supérieure et est située dans l'épaisseur même de la paupière.

□ Graisse orbitaire.

Le dernier élément de ce contenu est la graisse orbitaire, sujet de ce travail et qui va donc bénéficier d'un chapitre à part entière.

□ Fascia et gaines

Le globe oculaire et les muscles intra-orbitaires sont entourés de gaines et de fascias qui forment avec la graisse orbitaire une unité fonctionnelle indissociable et créent des espaces de glissement entre les différentes structures.

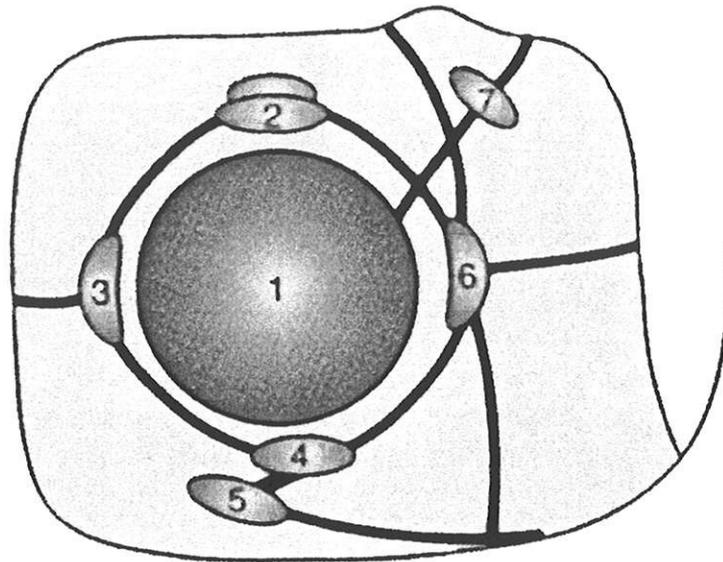
Le globe oculaire est entouré d'une gaine blanche et résistante, appelée capsule de Tenon. Il s'agit d'un organe de glissement constitué de deux feuillets dont le plus superficiel est en rapport avec la graisse orbitaire (36).

Chaque muscle oculomoteur ainsi que le releveur de la paupière supérieure sont entourés d'une gaine ou fascia musculaire qui leur est propre. Le fascia qui entoure chaque muscle droit est relié aux fascias des muscles droits adjacents par une expansion : la membrane ou fascia inter-musculaire (34). Ces fascias inter-musculaires sont minces en arrière et de consistance inégale. Celui situé entre les droits supérieur et latéral est le plus développé. Des expansions relient les fascias des muscles droits aux autres muscles. La gaine du muscle droit supérieur est reliée à celle du releveur de la paupière supérieure par des attaches fibreuses, plus épaisses en avant et plus marquées sur son bord médial. De même des expansions relient le complexe droit supérieur-releveur de la paupière supérieure et le fascia du muscle oblique supérieur. Enfin le fascia du muscle droit inférieur est uni de façon étroite à celui du muscle oblique inférieur, cette adhérence épaisse constituant le ligament de Lockwood (41).

Des fascias musculaires et de la gaine du globe oculaire partent des expansions aponévrotiques vers la conjonctive, les paupières et les parois orbitaires (fig.3 et 4). L'ensemble de ces structures, gaine du globe oculaire, fascias musculaires et intermusculaires, expansions aponévrotiques, constituent les fascias de l'orbite qui contribuent à la mobilité du globe. Ceux-ci constituent un véritable appareil suspenseur intra-orbitaire reliant les différents muscles et entourant le globe en hamac (37).

Koornneef subdivise ces réseaux en une partie antérieure, à orientation circonférentielle et une partie postérieure à orientation radiaire (35).

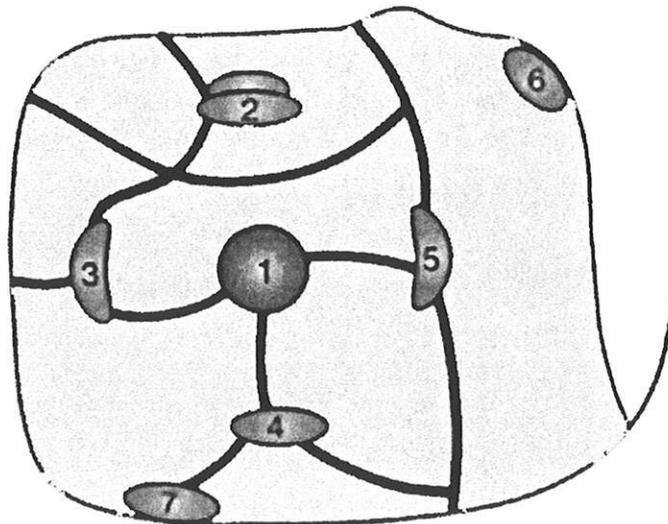
LES FASCIAS ORBITAIRES ET LEURS EXTENSIONS



D'après Koornneef (37)

Figure 3-Fascias orbitaires. Coupe antérieure

- | | |
|--------------------------|----------------------------|
| 1 bulbe de l'œil | 5 muscle oblique inférieur |
| 2 muscle droit supérieur | 6 muscle droit médial |
| 3 muscle droit latéral | 7 muscle oblique supérieur |
| 4 muscle droit inférieur | |



D'après Koornneef (37)

Figure 4-Fascias orbitaires. Coupe postérieure

- | | |
|--------------------------|----------------------------|
| 1 nerf optique | 5 muscle droit médial |
| 2 muscle droit supérieur | 6 muscle oblique supérieur |
| 3 muscle droit latéral | 7 muscle de Muller |
| 4 muscle droit inférieur | |

II. LA GRAISSE ORBITAIRE

La graisse orbitaire est constituée de deux graisses : l'organe en rouleau ou graisse jaune, et la graisse orbitaire proprement dite ou graisse blanche. Cette dernière, la plus importante, occupe l'espace laissé libre entre le périoste orbitaire et les éléments du contenu orbitaire avec lesquels elle forme une unité fonctionnelle indissociable. Elle joue un rôle important dans l'oculomotricité et la physiologie oculaire. Elle est également essentielle dans l'esthétique orbitaire (22).

1. Embryologie

Classiquement, il est admis que les muscles intra-orbitaires se développent de l'apex orbitaire vers l'avant et l'ébauche oculaire. En fait, l'origine, le corps et le tendon d'insertion de chaque muscle se développent simultanément (61). L'absence de système aponévrotique à la partie postérieure de l'orbite est en faveur de cette théorie. Ce système, développé en regard du globe oculaire au niveau de la capsule de Tenon et des tendons des muscles, se différencie, à partir du tissu mésenchymateux, plus tardivement que les muscles oculomoteurs (36). La capsule de Tenon dans sa partie postérieure et le septum, résulteraient d'une condensation et du tassement du système conjonctif intra-orbitaire lors de la différenciation graisseuse (33).

Les tendons des muscles oculomoteurs, les gaines et la capsule de Tenon proviennent de cellules dérivées des crêtes neurales, contrairement aux fibres musculaires.

L'organe en rouleau, vraisemblablement d'origine faciale, est incorporé secondairement dans l'orbite (22;48). Après le second mois de vie intra-utérine, la partie terminale aponévrotique du muscle releveur non seulement s'adosse et fusionne avec le septum, mais le repousse au-delà du bord supérieur du tarse, en avant de sa face antérieure. Finalement, au quatrième mois, le muscle releveur s'insère par son aponévrose sur le tiers inférieur du tarse et par des tractus conjonctifs sur le muscle orbiculaire dans sa partie pré-tarsale. En regard du tarse, aponévrose et septum sont fusionnés (27).

La graisse orbitaire proprement dite est le dernier élément à apparaître lors de l'embryogenèse. Elle se différencie à partir du mésenchyme embryonnaire lors du quatrième mois de la vie intra-utérine. Après un stade d'ébauche graisseuse, les vacuoles de graisse augmentent de volume puis confluent pour occuper tous les espaces laissés libres entre orbite ostéopériostée, globe, muscles oculomoteurs et nerf optique.

2. Anatomie

a. L'organe en rouleau

Ce corps graisseux de couleur jaune, effilé en pointe en dehors, renflé en dedans, peu vascularisé occupe une loge bien individualisée dont les limites sont les suivantes :

- le toit de l'orbite en haut
- l'aponévrose du releveur de la paupière supérieure en bas
- la glande lacrymale en dehors
- une expansion de la gaine du releveur au périoste en arrière

D'après les limites orbitaires définies plus haut, l'organe en rouleau n'est donc pas intra-orbitaire. Cependant, Il est subdivisé en deux lobules par le passage du nerf supra-orbitaire et donne souvent un prolongement postérieur, s'insinuant au-dessus du globe.

b. La graisse orbitaire proprement dite

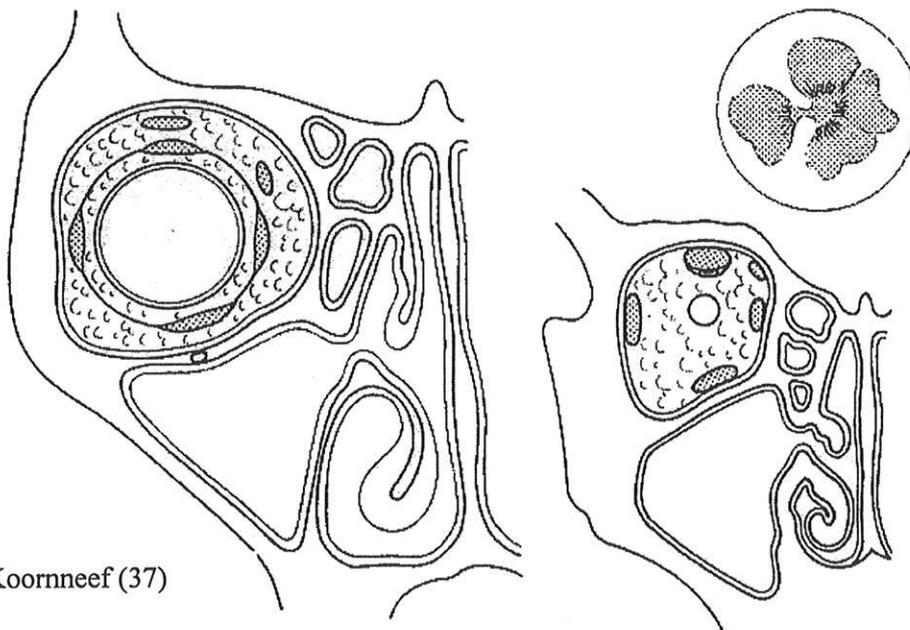
De couleur blanche, c'est elle qui occupe les espaces libres entre les structures orbitaires. Elle se répartit classiquement en deux compartiments (46):

- la graisse extra-conique, de 2 à 3 centimètres cubes, située entre le cône musculaire et le périoste, est présente principalement à la partie antérieure de l'orbite.

- la graisse intra-conique, de 6 à 8 centimètres cubes entre le pôle postérieur du globe et la face bulbaire des muscles droits.

Il résulte de cette répartition que dans la partie postérieure de l'orbite les muscles sont pratiquement au contact des parois osseuses. Ceci est particulièrement vrai pour le muscle droit inférieur qui n'est séparé du plancher que par le périoste.

En fait cette séparation en deux compartiments est arbitraire, elle est nette en regard du globe, mais n'existe pas en arrière de ce dernier (14;36;74). A ce niveau elle constitue un seul et même organe qui en coupe a un aspect de trèfle à quatre feuilles (fig.5), le centre représentant la graisse située autour du nerf optique, et les quatre feuilles les prolongements inter-musculaires qui atteignent la paroi orbitaire.(48).



D'après Koornneef (37)

Figure 5-aspect en trèfle de la graisse orbitaire en coupe coronale.

3. Histologie

Histologiquement la graisse de l'organe en rouleau et la graisse orbitaire proprement dite sont identiques entre elles et à celle du reste de l'organisme (62). Du point de vue macroscopique la graisse de l'organe en rouleau est jaune, fluide et homogène. Sa coloration provient de sa richesse en lutéine et bêta carotène 4 fois plus importante que celle de la graisse blanche (63). La graisse orbitaire proprement dite est blanche et finement lobulée. Du point de vue microscopique la seule différence est la plus grande richesse en tissu fibreux de la graisse blanche, qui est également particulièrement riche en fibres nerveuses sensibles et neurovégétatives, sympathiques et parasympathiques, ce qui explique le risque d'amaurose lors des lipectomies orbitaires (29). Sur le plan biochimique elle se compose des acides gras suivants : acide palmitique (22-24.6 %) acide oléique (45-51.5 %) et acide linoléique (5-18.6%).(62).

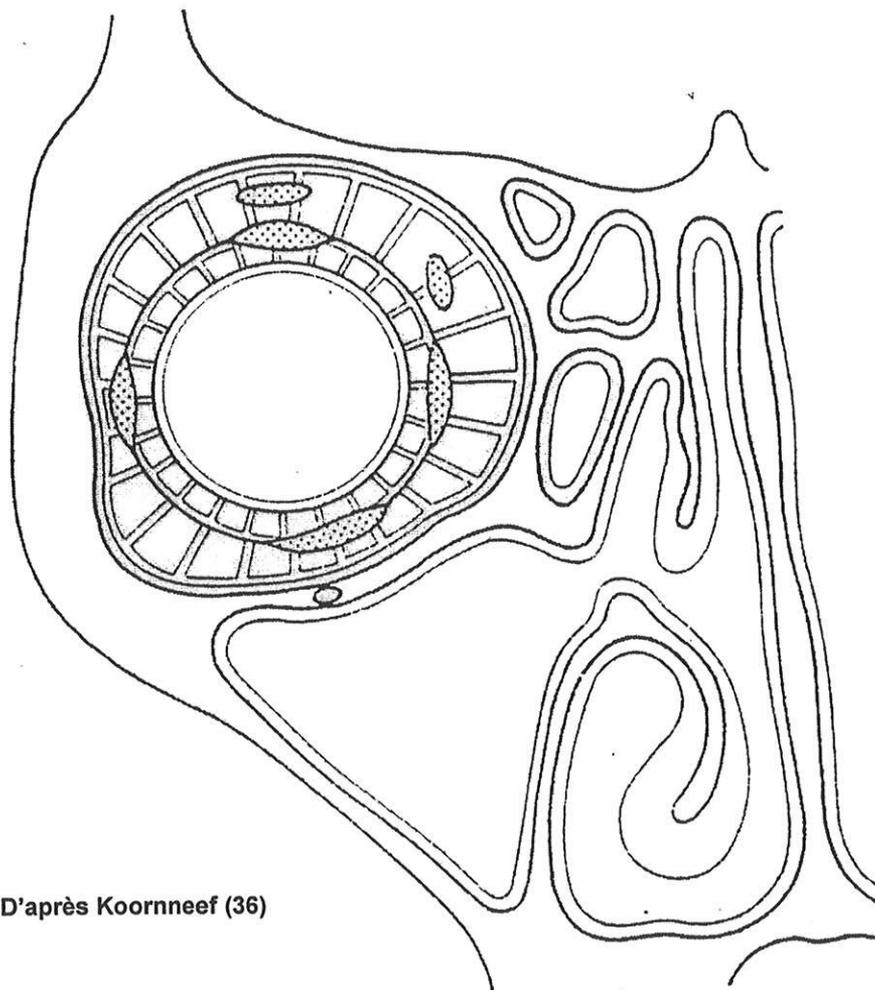
4. Physiologie

Longtemps considérée uniquement comme un tissu de remplissage la graisse orbitaire assure plusieurs fonctions essentielles (12):

- Expansion : elle participe au même titre que le globe à la croissance et à l'expansion orbitaire.
- Protection : elle permet d'amortir les traumatismes orbitaires en opposant une résistance élastique aux chocs et complète ainsi l'action de l'orbite osseuse et des sinus péri-orbitaires (4).
- Soutien du globe oculaire : le ligament suspenseur de Lockwood n'est efficace qu'en présence de graisse (53).
- Syssarcose : elle favorise le glissement des éléments nobles du contenu orbitaire. Elle est subdivisée en lobules par des septas conjonctifs. Chaque lobule est orienté selon l'axe du mouvement de l'organe avec lequel il est en rapport créant ainsi des espaces de glissement (37).

- Transit : elle livre passage aux vaisseaux et aux nerfs de l'orbite, destinés au globe, au nerf optique et aux muscles oculomoteurs. Dans la graisse intra-conique se trouvent également le ganglion et les nerfs ciliaires.

Ainsi la graisse orbitaire joue un rôle fondamental dans la physiologie oculaire et oculomotrice. Le globe, prolongé du nerf optique, les muscles oculomoteurs, et la graisse forment une unité fonctionnelle indissociable (fig.6).



D'après Koornneef (36)

Figure 6-coupe frontale de l'orbite : l'unité fonctionnelle.

5. Facteurs de modification de la graisse orbitaire

a. Augmentation du volume de la graisse

Elle peut se rencontrer en pathologie et notamment dans la maladie de Basedow, mais également en l'absence de pathologie endocrinienne.

□ Maladie de Basedow

La pathogénie de l'orbitopathie dysthyroïdienne est complexe. L'atteinte oculaire survient en association avec un trouble hormonal thyroïdien (hypo, hyper, voire euthyroïdie) et avec un trouble de l'immunité thyroïdienne (38;51;68). Le schéma du mécanisme de l'atteinte orbitaire le plus souvent admis est le suivant : les lymphocytes T circulants, dirigés selon un mécanisme encore imprécis contre un antigène des cellules folliculaires de la thyroïde, reconnaissent cet antigène au niveau des fibroblastes orbitaires, et vraisemblablement aussi au niveau des monocytes extra-oculaires (5).

L'augmentation du volume graisseux dans la maladie de Basedow n'est pas retrouvée systématiquement. On l'observe toutefois dans les résultats de plusieurs études tomodensitométriques et IRM (20;57;69). Pour certains auteurs son augmentation est péjorative, car elle accroît le risque statistique de neuropathie optique (21;55). Pour d'autres son augmentation est secondaire et insignifiante en comparaison des modifications musculaires (17;69). Forbes et Coll. dans une étude portant sur 72 patients atteints de maladie de Basedow, retrouvent cette augmentation du volume de la graisse orbitaire chez 46% des patients avec ophtalmopathie patente et chez 8% des patients dont le compartiment musculaire n'est pas altéré (20).

Le mécanisme de cette augmentation de volume n'est pas clairement établi (75). Celle-ci n'est pas forcément liée à une augmentation de la quantité de graisse mais à un œdème ou une infiltration, ou à une stase veineuse par compression de la veine ophtalmique supérieure dans la gaine du muscle droit supérieur (21;26).

Cette augmentation du compartiment graisseux justifie la décompression orbitaire par lipectomie orbitaire (1;2;52).

□ Autres causes

On peut également rencontrer une augmentation du volume du compartiment graisseux orbitaire chez les obèses et les patients atteints de maladie ou de syndrome de Cushing (10;13;53;58). Peyster et coll. à partir d'un groupe de 50 patients présentant une exophtalmie clinique et tomодensitométrique, sans processus expansif intra-orbitaire ni anomalie musculaire intra-orbitaire, retrouvent une maladie de Basedow chez 4 patients, 2 cas de maladie de Cushing et 15 obésités (52). Ils constatent par ailleurs une bonne corrélation entre l'épaisseur du pannicule graisseux mesuré au niveau de la nuque et l'augmentation du volume graisseux orbitaire.

Enfin, le volume graisseux orbitaire peut également augmenter dans certaines lipodystrophies (22).

b. Diminution du volume graisseux

- En cas d'amaigrissement.
- Liée au vieillissement, c'est l'énoptalmie involutionnelle du sujet âgé (30).
- En pathologie inflammatoire, notamment dans les sclérodermies systémiques et orbitaires et dans la pathologie sinusienne (23;25;32;55;57).
- En traumatologie avec fracture de la paroi inférieure ou médiale, mais dans ce cas il n'existe pas de réelle perte volumétrique mais plutôt une augmentation du volume orbitaire total ou une hernie graisseuse à travers la paroi fracturée (15). On peut cependant en cas de traumatisme pénétrant orbitaire constater une fonte graisseuse semi-retardée, consécutive à la réaction inflammatoire locale.
- Iatrogène : post-radique (55;57), après chirurgie mutilante du globe oculaire (70).

- Certains cas plus anecdotiques sont rapportés dans la littérature comme après injection latéro-bulbaire de corticoïde, ou en cas de métastase orbitaire rétractile (39;49).

III. L'ORBITOPATHIE DYSTHYROÏDIENNE

Sous le nom de maladie de GRAVES pour les anglo-saxons, ou de maladie de BASEDOW pour les Germaniques et les Latins ; les multiples signes cliniques de cette affection ont été abondamment décrits, et sa pathogénie a fait l'objet de nombreuses recherches et controverses.

Les premiers articles concernant l'atteinte oculaire se limitaient à la principale description de l'exophtalmie. En fait, une observation minutieuse permet de dégager des anomalies palpébrales, oculomotrices, voire une neuropathie optique. On préférera donc au terme « d'exophtalmie basedowienne » celui « d'orbitopathie dysthyroïdienne » (5).

L'exophtalmie est cliniquement décelable chez 20 à 30 % des patients porteurs d'une dysthyroïdie Basedowienne. Les patients chez lesquels le diagnostic d'orbitopathie est porté, ont une exophtalmie dans 40 à 70 % des cas pour BURCH et coll., dans 40 à 90 % des cas pour AMINO et coll. (5), ce qui fait de ce signe « le signe cardinal mais le plus souvent absent » de l'orbitopathie (50).

Il semble également que l'exophtalmie soit l'anomalie rattachée à l'orbitopathie dysthyroïdienne qui persiste le plus souvent à long terme, se résolvant rarement spontanément ;

.Dans 10 % des cas elle apparaît dans des hypothyroïdies ou dans les thyroïdites auto-immunes. Fait capital pour le clinicien dans 5 % des cas, aucune anomalie endocrinienne n'est retrouvée, ce qui n'infirmes pas le diagnostic. La gestion de la pathologie va comporter celle de la congestion, de la myopathie, de la rétraction palpébrale et de l'exophtalmie avec pour corollaire l'aspect cornéen, enfin et surtout l'état du nerf optique.

1. Définition

L'exophtalmie se caractérise par une protrusion du globe en avant du cadre orbitaire osseux avec pour corollaire l'élargissement de la fente palpébrale. C'est le contraire de l'enophtalmie où le globe est en retrait sur sa position normale.

L'interrogatoire et l'analyse sémiologique (uni ou bilatéralité, réductibilité, pulsatilité, direction, rétraction palpébrale...) et les données issues de l'imagerie (tomodensitométrie, échographie, résonance magnétique nucléaire) ont permis de faciliter le diagnostic étiologique des exophtalmies. Celle-ci représente une augmentation de volume du contenu orbitaire. Le cadre orbitaire osseux représenté par quatre parois inextensibles ne permettant pas d'extension intra-orbitaire, la protrusion du globe en résulte. Elle est normalement inférieure à 12 mm (entre le sommet de la cornée et le canthus latéral). La pathologie survient au-delà de 20 à 21 mm ou lors d'une asymétrie supérieure à 2 mm entre les deux yeux.



Figure 7 : Exophtalmie dysthyroïdienne



Figure 8 : Exophtalmie dysthyroïdienne Maligne, après corticothérapie, après décompression orbitaire.

2. Pathogénie (3)

Le mécanisme pathogénique actuellement admis de l'orbitopathie dysthyroïdienne repose sur l'existence d'un trouble auto-immunitaire, suggéré par l'association fréquente d'une maladie thyroïdienne auto-immune, d'une infiltration lymphocytaire des muscles extra-oculaires et des réponses auto-immunitaires de type cellulaire et humorale à l'examen microscopique de différentes préparations de tissus orbitaires de patients dysthyroïdiens. Ce trouble immunitaire n'a pu cependant être prouvé de manière formelle, d'autant que l'auto-antigène responsable n'a pu encore être identifié et que le transfert de la maladie par des anticorps ou par des lymphocytes activés n'a pu encore être réalisé .

Le schéma du mécanisme pathogénique (5) de l'orbitopathie dysthyroïdienne le plus couramment admis est le suivant : les lymphocytes T circulants, dirigés selon un mécanisme encore imprécis contre un antigène des cellules folliculaires de la thyroïde, reconnaissent cet antigène au niveau des fibroblastes orbitaires et pré-tibiaux . L'antigène visé par les anticorps circulants au niveau de la thyroïde est le récepteur de l'hormone TSH. L'étroite relation entre le début de l'hyperthyroïdie et les manifestations non thyroïdiennes sont le meilleur argument actuel pour penser qu'il existe une communauté antigénique entre le récepteur de la TSH et un antigène orbitaire et cutané (responsable de l'œdème pré-tibial). Ce deuxième antigène est porté par les fibroblastes, mais il est encore impossible de savoir s'il est strictement identique et s'il est fonctionnel sur ces cellules . Il en résulte une infiltration de l'orbite et des téguments pré-tibiaux par les lymphocytes T. L'interaction entre les lymphocytes T et les fibroblastes provoque la libération des cytokines qui stimulent alors l'activité de certaines protéines immunomodulatrices des fibroblastes orbitaires, perpétuant ainsi la réponse auto-immunitaire dans le tissu orbitaire .

Certaines de ces cytokines, telles que l'interféron, l'interleukine, le facteur b de croissance, peuvent aussi stimuler la prolifération des fibroblastes et l'accumulation de glycosaminoglycanes par ces derniers au niveau des muscles oculo-moteurs et des tissus conjonctivaux orbitaires(50,50). Chez le sujet normal, la répartition cellulaire dans l'orbite est la suivante :

- Les lymphocytes sont rares

- Les lymphocytes T sont nombreux dans les muscles, le tissu conjonctif voisin et la graisse intra-orbitaire. Le macrophage est la cellule la plus courante à ce niveau.

Dans l'orbitopathie dysthyroïdienne, on assiste à une inversion des populations cellulaires. La population des macrophages et des fibroblastes HLA-DR- est augmentée dans l'orbitopathie dysthyroïdienne par rapport à la population des macrophages HLA-DR+ qui est plus élevée dans un groupe de population normale

Les fibroblastes HLA-DR+ reflètent une activation par les cytokines sécrétées par les macrophages ou cellules T au stade précoce de la maladie. Beaucoup de cytokines ont été identifiées au niveau de l'ARN messager et dans les protéines du tissu orbitaire de patients atteints d'orbitopathie sévère.

Certains anticorps, comme les anticorps antirécepteurs TSH et certaines immunoglobulines de type IgG, pourraient également avoir un effet direct sur les fibroblastes et les myocytes. C'est d'ailleurs l'augmentation du tissu conjonctif intra-orbitaire et la fibrose progressive des muscles extra-oculaires qui sont à l'origine des symptômes ophtalmologiques bien connus.

Des différences dans la régulation des interleukines IL-1TA intra-cellulaires et solubles interviennent aussi dans l'orbitopathie dysthyroïdienne.

Ainsi le déficit à générer sous l'influence de la stimulation des cytokines, des quantités suffisantes d'interleukines IL-1RA intracellulaires et solubles pour contrebalancer l'action antagoniste des récepteurs des interleukines pourrait faciliter les actions inflammatoires et fibrogéniques des interleukines IL1 dans le tissu orbitaire au cours de l'orbitopathie(47)

Des facteurs non immunitaires, génétiques et/ou liés à l'environnement sont susceptibles en outre d'influencer l'apparition et la sévérité des signes et symptômes de l'ophtalmopathie thyroïdienne

Parmi eux :

L'Influence génétique

La présence plus élevée que la normale d'HLA B8, BW35, DR3, et de groupe sanguin P1 a été décrite chez les patients atteints d'orbitopathie dysthyroïdienne (50,51).

Les patients européens ont un risque 6,4 fois plus important de développer l'OD que les patients asiatiques (66) Il reste que pour l'instant il existe une faible corrélation entre la prédisposition génétique, l'orbitopathie dysthyroïdienne et l'hyperthyroïdie.

Le Tabac

La proportion de sujets fumeurs apparaît plus élevée chez les patients où coexistent hyperthyroïdie et ophtalmopathie (81 %), intermédiaire dans le cas d'une hyperthyroïdie isolée (55 %) et nettement plus faible en présence de troubles thyroïdiens d'une autre nature (54).

L'Age et le sexe

L'âge moyen des patients atteints d'orbitopathie dysthyroïdienne est le même que ceux porteurs d'une hyperthyroïdie isolée et se situe aux alentours de 45 ans

Sattler, dans une série de 3800 cas (60) comportant 3210 femmes et 590 hommes, trouve un rapport global de 5,4 /1. Le rapport dépend de l'âge avec un rapport de 2,7 /1 dans la première décade de 6,6 /1 dans la troisième décade, puis retombant à 4,1/ 1 dans la septième décade. Ce pourcentage de sexe féminin sur masculin est plus important dans les formes peu sévères d'orbitopathie dysthyroïdienne (51). Ce pourcentage est corrélé à la gravité de l'ophtalmopathie et devient de plus en plus faible au fur et à mesure que l'orbitopathie dysthyroïdienne devient grave.

Le Radioiode (iode 131)

Le radioiode utilisé dans le traitement de l'hyperthyroïdie a été fréquemment incriminé dans différentes études rétrospectives comme pouvant être un facteur aggravant ou déclenchant de l'orbitopathie dysthyroïdienne.

Dans une étude récente prospective et randomisée sur l'efficacité comparée des différents traitements de l'hyperthyroïdie (thyroïdectomie, médicaments anti-thyroïdiens, iode 131) sur l'ophtalmopathie, il apparaît ainsi, que les patients traités

par radioiode tendent, avec un recul minimum de deux ans, à développer ou à aggraver de manière nettement significative une éventuelle ophtalmopathie.

Le mécanisme d'action par lequel le radioiode augmenterait l'incidence de l'ophtalmopathie reste controversé, entre autre celle d'une libération d'antigène secondaire à la destruction de la glande thyroïde, celle d'une élévation du taux des anticorps anti-récepteurs à la TSH, voire d'une hypothyroïdie induite par le radioiode.

Les Effets de la fonction thyroïdienne

Les altérations hormonales thyroïdiennes semblent jouer un rôle variable et incertain dans l'évolution de l'ophtalmopathie dysthyroïdienne.

Le dysfonctionnement thyroïdien semble aussi exacerber la sévérité de l'ophtalmopathie, alors que l'euthyroïdie est fréquemment suivie d'une amélioration clinique de celle-ci par un mécanisme encore imprécis(51).

La corrélation entre la sévérité de l'hyperthyroïdie et l'ophtalmopathie dysthyroïdienne est faible.

- Ainsi la thyrotoxicose exerce en soi une influence faible sur le processus auto-immun, mais sert comme un marqueur approximatif de l'évolution de la maladie (71). De plus, les traitements visant à éliminer l'hyperthyroïdie peuvent aussi agir sur les processus auto-immuns (75). Ainsi l'amélioration de l'ophtalmopathie dysthyroïdienne avec l'euthyroïdie ne provient pas uniquement de l'amélioration métabolique mais aussi de l'état immunitaire :

- Diminution du taux des anti-corps pour les récepteurs TSH (43).
- Inhibition dans l'expression antigène pour les antigènes HLA de classe 2.
- Restauration du rapport lymphocytaire T suppresseur/ T helper (66).

- Les effets de l'élévation de TSH sur l'ophtalmopathie dysthyroïdienne en particulier après un traitement sur corrigé de l'hyperthyroïdie ont été beaucoup étudiés (7) ; ainsi l'hypothyroïdie ou l'élévation de TSH après un traitement de l'hyperthyroïdie aggrave l'évolution de l'orbitopathie dysthyroïdienne (28). De plus, Hashizume (8), Tallstedt (15) ont démontré l'intérêt de l'adjonction de LT4 durant le traitement chimique ou par iode radioactif. Bromberg a montré l'intérêt de l'adjonction de T3 sur l'évolution de l'orbitopathie dysthyroïdienne.

- Le mécanisme par lequel l'hypothyroïdie ou l'élévation de TSH accélère l'OD n'a pas été élucidé.

Plusieurs possibilités sont évoquées (50)

- La production d'un médiateur lié à l'augmentation de TSH
- La présentation d'un antigène commun à la TSH et aux cellules thyroïdiennes.
- La TSH pourrait avoir un effet direct sur les lymphocytes circulants.
- L'hypothyroïdie pourrait déclencher la synthèse par les fibroblastes de glycosaminoglycanes.

- Le délai d'apparition de l'orbitopathie dysthyroïdienne par rapport à l'apparition des troubles thyroïdiens est un élément important. La survenue de l'ophtalmopathie est dans la majorité des cas concomitante à l'hyperthyroïdie ; l'intervalle moyen entre le début du trouble thyroïdien et l'apparition de l'ophtalmopathie est de 3,3 années. En regroupant plusieurs études, Burch montre que l'orbitopathie dysthyroïdienne apparaît le plus souvent pendant ou après les troubles thyroïdiens

3. Diagnostic positif

a. Les signes cliniques ophtalmologiques

Ils comportent bien entendu l'exophtalmie uni ou bilatérale, d'installation et d'évolution progressive. Elle peut atteindre 30 mm voire 35 mm au Hertel. Les signes associés comportent des signes palpébraux qui ne font partie que de la thyroïdotoxicose (rareté du clignement).

L'hyperaction du couple droit supérieur élévateur de la paupière supérieure serait consécutive à une myopathie et entrerait donc directement dans l'exophtalmie basedowienne proprement dite. L'ensemble des signes est regroupé dans la classification NO SPECS de Werner

L'évolution est lente et progressive. Une classification évolutive est très importante compte tenu des risques de décompensation aiguë (ancienne exophtalmie maligne avec exophtalmie brutale, signes inflammatoires majeurs, risques de perforation cornéenne). La neuropathie optique peut survenir même au cours d'une évolution chronique.

- Inspection

Caractérisation de l'exophtalmie.

Celle-ci permet de réduire l'éventail des possibilités étiologiques, le nombre d'examens complémentaires et de cibler le bilan. Il faut préciser si l'exophtalmie est uni ou bilatérale. La plupart des exophtalmies endocriniennes sont bilatérales (l'exophtalmie basedowienne peut être unilatérale). La grande majorité des tumeurs donne lieu à une exophtalmie unilatérale. Il faut ensuite rechercher si l'exophtalmie est réductible ou irréductible en appuyant doucement avec l'index et le médus sur le globe les paupières fermées. La plupart des tumeurs produisent une exophtalmie irréductible. Cependant certaines « tumeurs » vasculaires (varices orbitaires) sont réductibles. De plus l'exophtalmie basedowienne maligne est irréductible.

Il est intéressant aussi d'évaluer la réductibilité spontanée de l'exophtalmie lors des changements de positions (procubitus).

La pulsatilité de l'exophtalmie est recherchée à la palpation : celle-ci permet aussi de palper une éventuelle tumeur qui serait biopsiable. Il faut rechercher si

l'exophtalmie est axiale ou latérale. Elle est axiale si le globe oculaire est refoulé selon son axe antéro-postérieur, les reflets cornéens sont alors centrés. Elle est non axiale lorsque le globe est refoulé dans un axe latéral, ce qui indique le siège du processus en cause. En effet les exophtalmies axiales proviennent généralement d'une tumeur intra conique alors que les exophtalmies non axiales proviennent d'une tumeur extra conique.

L'occlusion palpébrale est vérifiée dans un but pronostique, la cornée étant menacée de dessiccation ou d'ulcération.

Des photographies doivent être réalisées.

- Exophtalmométrie

Il est indispensable de confirmer l'exophtalmie par exophtalmométrie. Celle-ci est réalisée grâce à l'appareil de Hertel. Celui-ci est composé d'une tige appuyée sur deux appuis latéraux positionnés sur les rebords orbitaires latéraux et de deux miroirs à 45° gradués et inclinés sur lesquels les cornées se projettent. La position du sommet des cornées par rapport au plan-bicanthal externe est mesurée.

Il est nécessaire de déterminer la distance inter-canthale qui doit toujours être respectée d'un examen à l'autre (110 à 125 mm). La saillie est mesurée en bilatéral (normalement inférieure à 18 mm). La mesure est pathologique si supérieure à 20, 21 mm ou si l'écart inter-oculaire est au moins de 2 mm.

La méthode est simple, rapide et reproductible sous réserve du respect de la distance inter-canthale.

- Examen ophtalmologique complet

- Il comprend en particulier un examen des paupières :

- Position par rapport au limbe.
- Motilité palpébrale (recherche de lagophtalmie ou d'asynergie oculo-palpébrale).
- Inflammation palpébrale.

- Un examen oculomoteur doit être réalisé recherchant une diplopie primaire ou directionnelle dans les neuf directions du regard.

- Le réflexe photo-moteur est évalué.

- L'examen ophtalmologique est complet, il recherche en particulier une vasodilatation conjonctivale en tête de méduse, un chémosis et des lésions cornéennes.

- Il sera nécessaire de mesurer l'acuité visuelle de loin et de près, la pression intra-oculaire, d'examiner le fond d'œil à la recherche d'un œdème papillaire, de plis choroïdiens, de rechercher par un champ visuel une amputation.

- Un examen oto-rhino-laryngologique et neurologique peut être nécessaire selon les orientations.

b. Le diagnostic de dysthyroïdie repose :

à l'interrogatoire : on retrouve la présence d'un amaigrissement, tachycardies, sueurs, goitre

sur le bilan biologique T3, T4, TSH, recherche d'anticorps antirécepteurs de la TSH. Le test de suppression T3 et le test de stimulation à TRH sont utiles en cas de négativité des tests précédents.

- Circonstances de découverte

Systematique : bilan endocrinien

Protrusion constatée par le patient (esthétique)

Signes associés : baisse d'acuité visuelle, douleur, rougeur, larmoiement, diplopie.

- L'anamnèse recherche

*La date et les modalités d'apparition : brutale, progressive.

*L'évolutivité.

*L'existence de signes associés locaux ou généraux : altération de l'état général, fièvre.

*Les antécédents traumatiques, infectieux, ophtalmologiques, endocriniens.

* Enfin une comparaison à des photographies antérieures est utile.

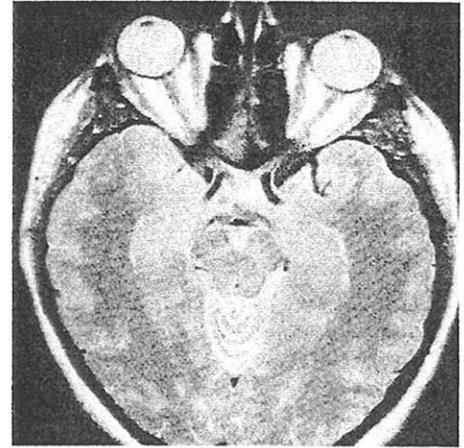
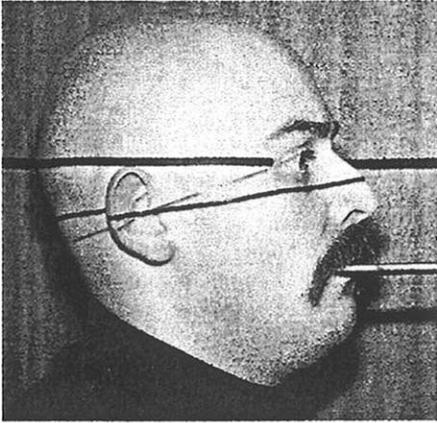
4. Examens complémentaires

Les radiographies conventionnelles sont moins utiles qu'auparavant en raison de la pertinence de la tomodensitométrie et de l'imagerie par résonance magnétique. Elles sont parfois cependant nécessaires pour évaluer une érosion osseuse, le diamètre du canal optique et surtout rechercher un corps étranger.

L'échographie sera réalisée au préalable. Elle différencie les tumeurs kystiques et solides et permet de mesurer la longueur axiale du globe et, lors de l'utilisation du doppler, d'évaluer la vascularisation tumorale.

Dès 1974, le scanner aux rayons X offre la vision directe d'une augmentation volumétrique des muscles oculo-moteurs dans l'hyperthyroïdie. La corrélation échographique est rapide. Dès 1979 la segmentation en 3 grades d'exophtalmie axiale nous conduit à la classification anatomique « GEMEN » (50;28) des ophtalmopathies dysthyroïdiennes (Graisse, Exophtalmie, Muscle, Ethmoïde, Nerf optique), complétant celle de Werner. L'objectif poursuivi est la quantification objective, individuelle, longitudinale et interindividuelle, des altérations orbitaires de l'hyperthyroïdie. Un élément n'est pas quantifié : le rehaussement densitométrique, après injection iodée des muscles, de la choroïde et de la sclère.

L'examen tomodensitométrique comme l'IRM confirme l'exophtalmie par la mesure de l'indice oculo-orbitaire mesuré sur le plan neuro-oculaire stricte alignant le cristallin, le nerf optique, le canal optique. L'index oculo-orbitaire est le rapport de la longueur du globe oculaire en avant de la ligne bicanthale externe par rapport à la longueur axiale du globe. On parlera d'exophtalmie si cet indice est supérieur à 70, avec trois grades : entre 70 et 100, 100 et supérieur à 100.



Plan Neuro-Oculaire

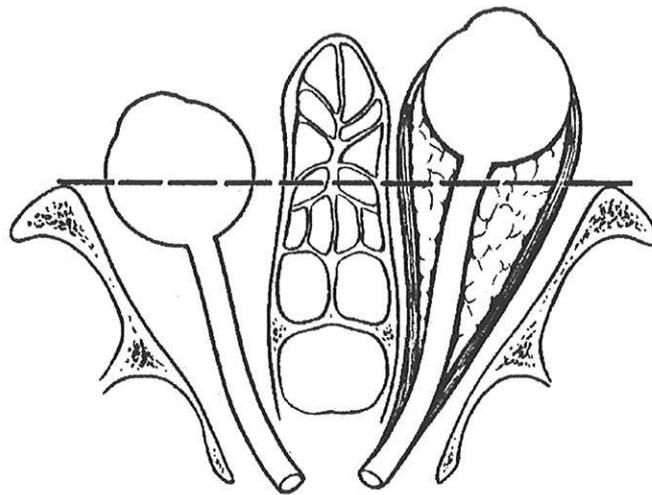


Figure 9 : Exophtalmie mesurée dans le plan neuro-oculaire.

L'imagerie par résonance magnétique complète la tomodensitométrie :

En IRM spin écho T1, les muscles sont en isosignal avec un hyposignal centro-musculaire, traduction d'une infiltration lipidique et macrolymphocytaire ; en spin écho T2, les muscles oculo-moteurs plus ou moins élargis, en discret hypersignal sur les muscles normaux, peuvent comporter un fort hypersignal centro-musculaire ; celui-ci traduit un œdème, signe essentiel à reconnaître. L'hétérogénéité de la graisse en spin écho T1 et T2 traduit son hyper-vascularisation et sa fibrose.

5. Diagnostics différentiels de l'exophtalmie dysthyroïdienne

Éliminer les causes d'erreur.

Deux facteurs peuvent être cause d'erreur : les dimensions de l'œil ou les dimensions de la fente palpébrale.

Si l'œil est trop grand dans son axe antéro-postérieur comme lors de la myopie forte ou des glaucomes congénitaux (buphtalmie), l'augmentation de la longueur axiale de l'œil et, parfois de toutes ses dimensions comme dans le deuxième cas, entraîne une fausse exophtalmie correspondant en fait à un excès de longueur du globe.

Dans la deuxième circonstance la fente palpébrale est trop large consécutivement à une rétraction des paupières surtout supérieures, celles-ci étant innervées pour les muscles lisses palpébraux, (muscle de Müller) par le sympathique.

L'exemple typique en est la thyroïdotoxicose qui entraîne une fausse exophtalmie par rétraction de la paupière supérieure sans saillie du globe mesurable à l'exophtalmomètre de Hertel. Le signe caractéristique en est la visibilité de la sclère à midi.

a. Exophtalmies par traumatisme orbitaire

- Un hématome orbitaire consécutif à une lésion veineuse, parfois secondaire à des facteurs favorisant comme une anomalie de la crase, une malformation vasculaire. L'emphysème orbitaire se traduit par une crépitation neigeuse à la palpation. Il indique une atteinte de la lame papyracée de l'ethmoïde et peut éventuellement se surinfecter. En cas de contusions, certains hématomes peuvent apparaître de manière retardée, la compression oculaire pouvant aboutir à des complications visuelles et impliquer une décompression chirurgicale.
- Une fracture de l'orbite doit toujours être recherchée. A distance d'un traumatisme crânien, parfois sans étiologie déterminée, une fistule

carotido-caverneuse peut se constituer. Ceci est quelquefois observé chez des patients hypertendus ou dans les maladies du collagène.

b. Fistule carotido-caverneuse.

- Dans la forme typique il existe une exophtalmie unilatérale axile, brutale, mais d'apparition très progressive, pulsatile avec perception d'un souffle orbitaire éventuellement auscultable (rare). Il existe une vasodilatation épibulbaire caractéristique dans son aspect en tête de méduse. L'examen tomodensitométrique avec injection, voire l'artériographie, localise la fistule carotido-caverneuse et l'inversion du sens de circulation veineux. Il peut s'y associer une thrombose veineuse, une dilatation de la veine ophtalmique supérieure. Un glaucome unilatéral peut être associé à cette exophtalmie.

c. Exophtalmies d'origine inflammatoire.

Certaines, appelées **pseudotumeurs inflammatoires**, présentent un aspect de tumeur orbitaire d'un début brutal, inflammatoire et souvent douloureux. Il s'y associe habituellement une diplopie limitant les mouvements oculaires, une vasodilatation, un chémosis, un œdème palpébral. Sur le plan tomodensitométrique il existe une masse mal limitée, hyperdense avec parfois un épaissement scléral.

Certaines myosites peuvent prendre cet aspect initialement et certains tableaux peuvent évoluer vers l'apparition de lymphome.

L'épreuve thérapeutique par corticothérapie à fortes doses (1 mg/kg et par jour) permet d'affirmer ce diagnostic d'élimination si le tableau régresse totalement.

L'ophtalmoplégie douloureuse de Tolosa-Hunt.

D'autres orbitopathies inflammatoires peuvent être rencontrées au cours d'affections inflammatoires chroniques comme granulomatose de Wegener (sclérite ;

dosage des anticorps anticytoplastes, antipolynucléaires : ANCA, association à une pathologie ORL) ; sarcoïdose, amylose, tuberculose, périartérite noueuse, collagénose.

Pathologies infectieuses. L'exophtalmie est ici souvent unilatérale et douloureuse avec fièvre, baisse d'acuité visuelle, altération de l'état général ; il peut s'agir d'une cellulite orbitaire à staphylocoques ou à streptocoques compliquant une plaie, un corps étranger, une septicémie, des infections de voisinage comme ORL ou dentaire (en particulier sinusienne).

Compte tenu de la gravité et de la rapidité des complications : compression du nerf optique, thrombophlébite du sinus caverneux, abcès, méningite, un examen ORL et neurologique d'urgence doivent être réalisés ainsi qu'une mise sous traitement par antibiothérapie puis corticothérapie, parfois le traitement chirurgical s'impose en urgence chirurgicale.

Les abcès orbitaires par collection d'infections entre l'os et le périoste ou dans l'orbite peuvent simuler un aspect pseudo tumoral. Les kystes hydatiques constituent une pseudotumeur parasitaire très fréquente en zone d'endémie ; le traitement en est chirurgical et prudent.

IV. TRAITEMENT DE L'ORBITOPATHIE DYSTHYROIDIENNE

Il convient d'abord de procéder à l'évaluation clinique complète du patient et à l'équilibre de ses anomalies dysthyroïdiennes avant de poser une indication chirurgicale.

Le degré d'urgence du traitement est établi par l'examen ophtalmologique. L'évolution spontanée de la phase aiguë de la maladie se fait sur une période comprise en général entre six mois et deux ans. Cette phase inflammatoire évolue par poussées, éventuellement accompagnées de phases d'amélioration spontanée partielle. Une phase chronique, fibrotique et cicatricielle fait suite sur un mode plutôt stable.

Le traitement chirurgical ne s'adresse qu'exceptionnellement à la phase aiguë inflammatoire dans les cas de complications graves menaçant la vue, comme la neuropathie optique compressive et l'exophtalmie très sévère entraînant une ulcération cornéenne d'exposition ou d'autres complications oculaires. Dans les autres cas, la chirurgie vise à traiter les complications fibrotiques cicatricielles, après un délai d'au moins six mois après la dernière poussée inflammatoire et la stabilisation des signes oculaires, oculo-moteurs, palpébraux et orbitaires.

L'imagerie par tomodensitométrie ou IRM est indispensable pour élucider l'atteinte orbitaire. La distribution des signes oculaires par rapport aux signes orbitaires permet de distinguer deux groupes de patients. Dans le type I, l'hyperplasie et la congestion de la graisse intra-orbitaire prédomine, alors que la myopathie restrictive est mineure, de sorte que la diplopie ne se manifeste pas en général pour des ductions inférieures à 20°. Ce groupe comprend surtout des femmes jeunes montrant une exophtalmie axiale importante à sévère et en général symétrique. Les signes inflammatoires sont modérés. Les muscles extra-oculaires, lorsqu'ils sont affectés, ne sont que légèrement augmentés de volume, ce qui explique la faible survenue de neuropathie optique compressive dans ce groupe. En cas de neuropathie, le nerf optique apparaît comme tendu, rectiligne dans l'orbite, il perd ses courbures habituelles.

Au contraire, dans le type II, les muscles sont plus affectés, principalement le droit inférieur et le droit médial, de sorte que la restriction des ductions et la neuropathie compressive y sont plus fréquentes. L'exophtalmie est plus souvent asymétrique. Elle est d'autant plus importante et rapidement évidente que l'orbite osseuse est plus petite.

Pour notre part, nous pensons qu'il existe un type III mixte avec une hypertrophie du compartiment graisseux et du volume musculaire.

1. Traitement médical

Le traitement préférentiel de la phase aiguë comprend les corticoïdes par voie systémique (prednisone à la dose de 1 mg/kg) pendant une durée de un mois. Il peut être précédé d'un traitement sur trois jours de solumédrol. En cas d'échec, un relais peut être pris par la radiothérapie rétro-orbitaire avec des dose de l'ordre de 20 grays. Celle-ci est surtout efficace dans les formes œdémateuses et se trouve particulièrement indiquée dans le syndrome de compression de l'apex. La réponse à ces traitements est obtenue pour la majorité dans les six semaines, faute de quoi une indication de décompression orbitaire peut être posée. La radiothérapie rétro-orbitaire par faisceau collimaté est efficace sur l'inflammation, mais peu sur l'exophtalmie et la rétraction palpébrale.

2. Traitement chirurgical

a. La décompression orbitaire osseuse

- La décompression éthmoïdo-antrale trans-conjonctivale

Une canthotomie externe associée à une cantholyse inférieure permet d'éverser la paupière inférieure et d'accéder largement au plancher orbitaire par une voie transconjonctivale classique. Le plancher est effondré en commençant par sa partie médiale et en respectant le nerf sous orbitaire dont on voit la légère saillie du canal sur le tiers externe du plancher. L'idéal est donc d'enlever les deux tiers interne en laissant indemne dans son canal osseux le nerf sous orbitaire. Une portion du

plancher en dehors du nerf peut être également emportée mais l'effet est limité. Médicalement, on effondre les cellules de l'os plan jusqu'à la hauteur de la suture éthmoïdo-frontale qui est signalée par l'émergence des vaisseaux éthmoïdaux antérieur et postérieur et ne doit pas être dépassée sous risque de pénétrer dans la cavité crânienne. La zone de jonction entre la paroi médiale et le plancher est la plus solide et difficile à enlever, toutefois son ablation est indispensable pour obtenir le plein effet de cette technique. IL convient d'inciser largement la périorbite qui a été soulevée et de provoquer l'extrusion de la graisse intraorbitaire pour augmenter l'effet de la procédure. La même technique peut être réalisée après un abord cutané par voie sous ciliaire mais l'exérèse est plus difficile.

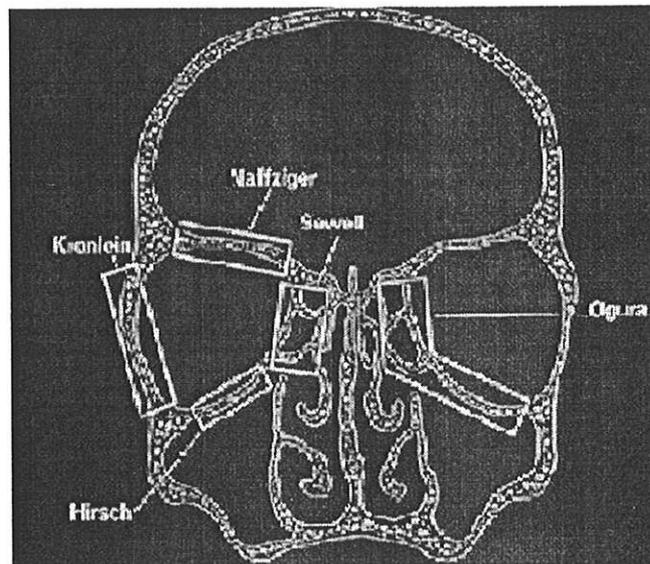


Figure 10 : Différents sièges d'une décompression osseuse.

b. La lipectomie orbitaire selon la technique d'OLIVARI

L'intervention est pratiquée sous anesthésie générale, avec un microscope opératoire muni d'un objectif de 275, et nécessite deux aides (fig 11).

La dissection de l'orbiculaire et du septum est faite au bistouri électrique à l'aide d'une électrode monopolaire ; les coagulations intraorbitaires sont réalisées à la pince bipolaire munie d'extrémités protégées .

Un seul côté est opéré à la fois Le deuxième œil peut être opéré quelques jours après avoir vérifié l'absence de complication visuelle sur le premier œil opéré.

Les indications des méthodes de réduction de l'exophtalmie par effraction osseuse sont concurrencées sérieusement par cette technique, en raison de leur taux plus élevé de complications oculomotrices. En réduisant le volume intra-orbitaire sans toucher aux parois, la méthode d'Olivari permet de proposer un geste moins mutilant, à un plus grand nombre de patients. De plus, la résection circonférentielle de la graisse orbitaire semblerait garantir une relative conservation de l'axe du globe oculaire, contrairement aux méthodes antérieures.

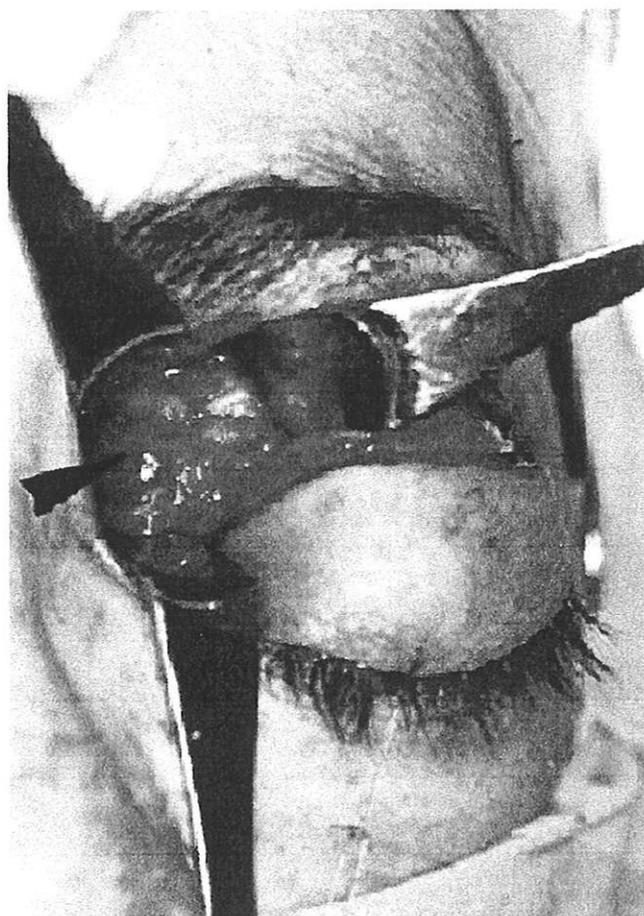


Figure 11 Lipectomie orbitaire : ablation de la graisse médio-interne, visualisation du droit médial (flèche)

V. VOLUMES NORMAUX DES STRUCTURES ORBITAIRES

On retrouve dans la littérature, différentes études proposant des mesures des volumes orbitaires, à partir de protocoles utilisant des techniques d'imagerie diverses et des méthodes de traitement des informations assez proches. Il existe également des techniques de mesure sans imagerie, par le principe d'Archimède, dont l'application est limitée au volume orbitaire total sur crâne sec.

1. Le type d'imagerie

L'échographie à l'avantage d'être un examen simple peu coûteux. Elle est utilisable pour mesurer le volume oculaire à partir de son diamètre antéro-postérieur, cependant pour la mesure des autres structures notamment musculaires, elle reste moins fiable que l'IRM ou le scanner (14;30).

Le scanner permet une étude selon différents plans de coupe dont l'épaisseur en haute résolution peut être de l'ordre du millimètre. Il ne permet cependant pas d'étudier les muscles obliques. D'autre part, les valeurs de densité observées ne peuvent servir de valeurs absolues pour des examens comparatifs. Il existe en effet une grande variabilité de ces données entre les différents appareils, et pour un même appareil d'un examen à un autre. Les paramètres qui interviennent dans cette variabilité sont difficilement maîtrisables comme la position de l'objet par rapport au scanner et l'angle sous lequel il est radiographié (40). De plus il s'agit d'un examen irradiant. La dose totale dépend du type de scanner et du protocole d'acquisition, l'irradiation la plus faible étant obtenue lors d'une seule acquisition axiale en scanner spiralé. Malgré cet écueil c'est l'examen le plus utilisé dans la littérature (15;19;21;42).

L'IRM a sur le scanner deux avantages : une meilleure résolution qui permet par exemple l'étude des muscles obliques et l'absence d'irradiation (68). Cet examen est cependant moins accessible. D'autre part son épaisseur de coupe plus importante

peut être une limite lors de l'exploration de structures de petite taille et d'intensité faible, et rendre nécessaire l'utilisation d'antenne locale compliquant le protocole d'acquisition (24).

2. Les techniques de mesure et de calcul des volumes

La méthode universelle de mesure de volume est également la plus ancienne. Elle s'appuie sur le principe d'Archimède (tout corps plongé dans l'eau en ressort mouillé), en mesurant le volume d'eau déplacé par un objet plongé dans un récipient gradué. Cette méthode universelle sert également de validation des autres techniques de mesure plus sophistiquées. Dans un premier temps la technique en cours de validation sert à mesurer des fantômes c'est à dire des objets manufacturés dont on peut mesurer le volume selon le principe d'Archimède. Ces fantômes sont mesurés dans des conditions simulant l'examen d'une orbite in-vivo, sur crâne sec en milieu aqueux (19;42).

A coté de cette méthode de référence, plusieurs outils informatiques ont été développés afin de mesurer en pratique courante les différentes structures orbitaires. Ces techniques sont assez proches en IRM et en scanner (19;67;68). Elles sont toutes basées sur un comptage de pixels dans un périmètre dont les limites sont définies soit de façon automatique en fonction de différence de densité en tomodensitométrie, ou de signal en IRM (15;19;21;42;67;68). Ce périmètre est ensuite multiplié par l'épaisseur de coupe, puis l'opération est répétée pour chaque coupe et le volume final reconstitué par la sommation des différents volumes issus de chaque coupe.

En marge de ces techniques sophistiquées et donc coûteuses une équipe a développé une autre méthode de mesure orbitaire dans le cadre du SOEE, dérivée du principe d'Archimède (64). Des lunettes étanches type natation sont placées sur les orbites d'un patient. Elles sont ensuite remplies de liquide à l'aide d'une canule et on compare le volume injecté du coté anophtalme au coté sain. Cette méthode a l'avantage d'être simple et bon marché mais elle ne renseigne que sur une éventuelle perte de volume.

3. Valeurs normales des volumes chez l'adulte

Le volume du compartiment vasculo-nerveux est négligé et celui de la glande lacrymale incluse dans le volume graisseux.

a. Par le principe d'Archimède

Thaller et coll. en per-opératoire ont mesuré par déplacement d'eau le volume soustrait lors d'une énucléation sur 17 patients (67).

	Nombre de patients	Moyenne	Médiane
Œil de taille normale cliniquement.	10	8,15	8,25
Œil phtysique	7	5,36	6

Ils ont observé une taille supérieure à celle considérée habituellement comme normale, c'est à dire 6 à 7,2 cc.

b. En échographie

C'est l'imagerie utilisée en per-opératoire par Kaltreider afin de choisir la taille de l'implant par rapport au volume de l'œil adelphe (30). Dans cette étude la longueur axiale de l'œil adelphe sert au calcul théorique du volume à remplacer (par la formule du volume d'une sphère : $\frac{4}{3} \cdot \pi \cdot R^2$).

c. En IRM

Une seule étude volumétrique est disponible (68). Dans celle-ci la graisse orbitaire n'est pas mesurée directement, son volume étant calculé par soustraction au volume total des volumes du globe, du nerf optique et des muscles.

Il s'agit de la seule étude détaillant le volume de chaque muscle.

Les auteurs n'ont pas retrouvé de différence significative de volume graisseux selon l'âge, ils n'ont pas trouvé non plus de différence significative entre les mesures effectuées avec un ou deux plans de coupe.

Tableau 1 :

Tableau 1-valeur des volumes en centimètres cubes (cc) en IRM.

Plan		DM	DL	DS	DI	OS	NO	GO	Graisse
Axial	Moy.	0,582	0,548			0,303	4,27	9,047	20,893
	E.t.	0,091	0,124			0,057	1,43	0,931	3,817
Sagittal	Moy.			0,704	0,562				
	E.t.			0,134	0,113				
Coronal	Moy.	0,527	0,5,50	0,6,27	0,458	0,277	0,370	8,341	21,591
	E.t.	0,093	0,90	0,139	0,071	0,056	0,094	0,094	2,869

DM=droit médial, DL=droit latéral, DS=droit supérieur, DI=droit inférieur,

OS=oblique supérieur, NO=nerf optique, GO=globe oculaire, graisse=graisse

orbitaire. Moy.=moyenne, E.t.=écart type.

d. Au scanner

Plusieurs études sont disponibles, la principale et une des seules concernant les structures orbitaires normales est celle de Forbes et coll (19).

Tableau 2-volumes (cc) au scanner.

Structure		Volumes			
		Moyenne	Valeurs extrêmes	Moyenne + 2 DS	Limite supérieure
Orbite osseuse	Femme	23.92	21.58/29.43		29.4
	Homme	23.63	16.18/30.11		30.1
Tissus mous globe exclu	Femme	14.83	12.70/17.30	12.49/17.17	17.3
	Homme	15.99	12.07/19.25	11.94/20.03	20.0
Tissu neuromusculaire	Femme	4.69	3.66/6.20	3.19/6.19	6.2
	Homme	4.79	3.07/6.18	3.10/6.49	6.5
Graisse orbitaire	Femme	10.10	8.22/12.20	7.85/12.34	12.3
	homme	11.19	8.56/14.00	8.01/14.37	14.4

MATERIELS ET METHODES

MATERIELS ET METHODES

I. MATERIELS

Cette étude rétrospective, initialement ne devait se consacrer qu'à des mesures de volumes des structures orbitaires chez des patients présentant une exophtalmie dysthyroïdienne avant et après lipectomie orbitaire. Mais pour avoir un élément de comparaison, il nous a semblé utile d'étendre ce travail à des sujets sains.

1. Les patients

Nous distinguons donc deux groupes de patients :

- Patients sains.
- Patients présentant une exophtalmie dysthyroïdienne.

- Le groupe de patients sains se constitue de 4 patients, les deux orbites ont fait l'objet de mesure de volumes, ce qui réalise un nombre total de six orbites saines.

Tableau 3- patients sains : âge et sexe

PATIENTS SAINS	AGE	SEXE
1	79 ans	Masculin
2	24 ans	Masculin
3	56 ans	Féminin
4	49 ans	Féminin

- Le deuxième groupe devait être lui-même divisé en deux sous-groupes.

En effet, initialement, nous avons commencé une étude prospective de mesure volumique de patients présentant une exophtalmie dysthyroïdienne à partir d'images

scannographiques. Cependant, en raison de l'endommagement d'un disque optique de stockage d'images ou d'un dysfonctionnement du système d'enregistrement sur disque optique d'une part, et d'autre part en raison des difficultés de transfert des images scanner en format DICOM sur un CD ROM, nous n'avons pas pu retenir ce groupe.

Hors, Giovana BATTAGLIA, interne de spécialité dans le service d'ophtalmologie du Professeur Jean-Paul ADENIS au C.H.U. de Limoges, avait réalisé une étude à partir d'images IRM sur une douzaine de patients exophtalmes dysthyroïdiens. Malheureusement, en raison de la mise en service d'un nouvel appareil d'IRM, seuls les patients ayant eu leur examen d'imagerie après le 18 octobre 1998 ont pu être retenus. Les patients 7 et 8 n'ont qu'un examen IRM en post opératoire, l'examen préopératoire n'étant pas disponible.

Au total, quatre patients ont été étudiés. Sur ces quatre patients, seulement deux avaient leur examen pré et post opératoire.

PATIENTS DYSTHYROIDIENS	AGE	SEXE
5	30 ans	Féminin
6	61 ans	Féminin
7	52 ans	Masculin
8	58 ans	Masculin

Ces patients présentaient une exophtalmie dysthyroïdienne, asymétrique pour certain, pour laquelle ils ont bénéficié d'une chirurgie de décompression par lipectomie orbitaire selon la technique d'OLIVARI .

L'exophtalmie était variable suivant les patients, et le volume de graisse orbitaire enlevé n'était pas identique chez chacun d'autre eux.

PATIENTS DYSTHYROIDIENS	EXOPHTALMIE DROITE		EXOPHTALMIE GAUCHE	
	AVANT	APRES	AVANT	APRES
5	23	16	23	18
6	21	21	24	18
7	25	21	18	18
8	16	16	23	17

PATIENTS DYSTHYROIDIENS	LIPECTOMIE DROITE EN CM 3	LIPECTOMIE GAUCHE EN CM 3
1	6,75	7,25
2		6
3	6,75	
4		5

Ainsi, un nombre total de douze orbites a pu être mesuré chez des patients atteints d'orbitopathie dysthyroïdienne.

2. L'IRM

L'examen qui a servi de base à ce travail est l'IRM orbitaire. Tous les examens ont été pratiqués dans le service de radiologie B du Professeur MAUBON du C.H.U. DUPUYTREN de Limoges par le docteur Marie-Paule BONCOEUR. Un seul appareil a été utilisé pour cette étude : Les caractéristiques d'acquisition des images IRM sont : technique d'écho de spin en pondération T1 avec un temps d'écho de 15 ms et un temps de répétition de 450 ms, avec une épaisseur de coupe de 3 mm, en matrice 256 sur 256.

II. METHODES

1. Le transfert des images

Deux modes de transfert différents ont été utilisés avec chacun des deux appareils : IRM et TDM .

Dans un premier temps, les images TDM et IRM ont été transférées sur disques optiques.

Pour les images scanners, un transfert complexe a été nécessaire pour graver les images sur CD Rom. En effet, le poste informatique lecteur de disque optique n'étant pas équipé de graveur de CD Rom, il a fallu envoyer les images en mémoire sur le disque optique sur le système réseau du CHU de Limoges pour pouvoir les récupérer sur un autre poste informatique équipé d'un graveur de CD Rom. Cette manœuvre n'ayant jamais été réalisée au sein du CHU, et devant les difficultés rencontrées, sur les cinq patients mis en mémoire sur le disque optique, seulement deux ont pu être sauvés sur CD Rom.

Pour les images IRM, le transfert sur CD a été plus simple, les unités informatiques lecteur de disque optique et graveur étant en réseau elles même.

Dans tous les cas les images obtenues étaient enregistrées au format DICOM qui permet d'associer à chaque image un fichier d'information capital pour le traitement informatique comme la taille des pixels ou la position relative des images les unes

par rapport aux autres. La taille de chaque image variait entre une 150 et 300 kilo-octets. Le nombre d'images par disquette n'était pas constant.

Ces images ont été transférées dans un ordinateur personnel afin d'être analysées par le logiciel de traitement. Les caractéristiques du matériel étaient les suivantes : SONY VAIO , dont la résolution devait être de 1024 par 768 pixel en couleur 24 bit et disposant de 256 méga de mémoire RAM, Le transfert à l'aide des CD Rom s'est fait à l'aide d'une interface annexée au logiciel de traitement de l'image qui permettait l'importation des images, leur tri, et leur affectation à une identité définie dans une base de données informatiques.

2. Le logiciel de calcul

Il s'agit d'un programme de calcul et de modélisation volumétrique développé par l'institut médico-technique (ITM) du CHRU de Lille, dont la finalité de départ était d'apporter une aide en radiothérapie dans la définition des volumes cibles notamment en radiothérapie cérébrale.(7)

Ce programme (ARTIMED), après une période d'essai sur un poste de travail de l'ITM, a été installé sur un ordinateur personnel. Ce programme ne pouvant fonctionner à partir de WINDOWS XP , WINDOWS 98 a du être installé sur cet ordinateur personnel.

Une fois les données transférées et triées dans la base de données, l'analyse se déroule selon la procédure suivante :

a. Première étape

Elle consiste à transférer les images du CD rom dans le logiciel ARTIMED, en passant par l'intermédiaire d'un fichier transfert.

Puis automatiquement, après avoir crée un nouveau patient les images sont transférées

b. Deuxième étape : l'étiquetage

Cette étape sert à définir pour chaque objet, c'est à dire pour chaque structure orbitaire que l'on veut mesurer, les images à analyser. Il faut donc au préalable définir ces objets et les nommer pour pouvoir stocker les informations qui leur seront relatives dans la base de données.

Nous avons décidé d'étudier les objets suivants :

- Le volume de graisse orbitaire total droit et gauche
- Le volume du contenu orbitaire total

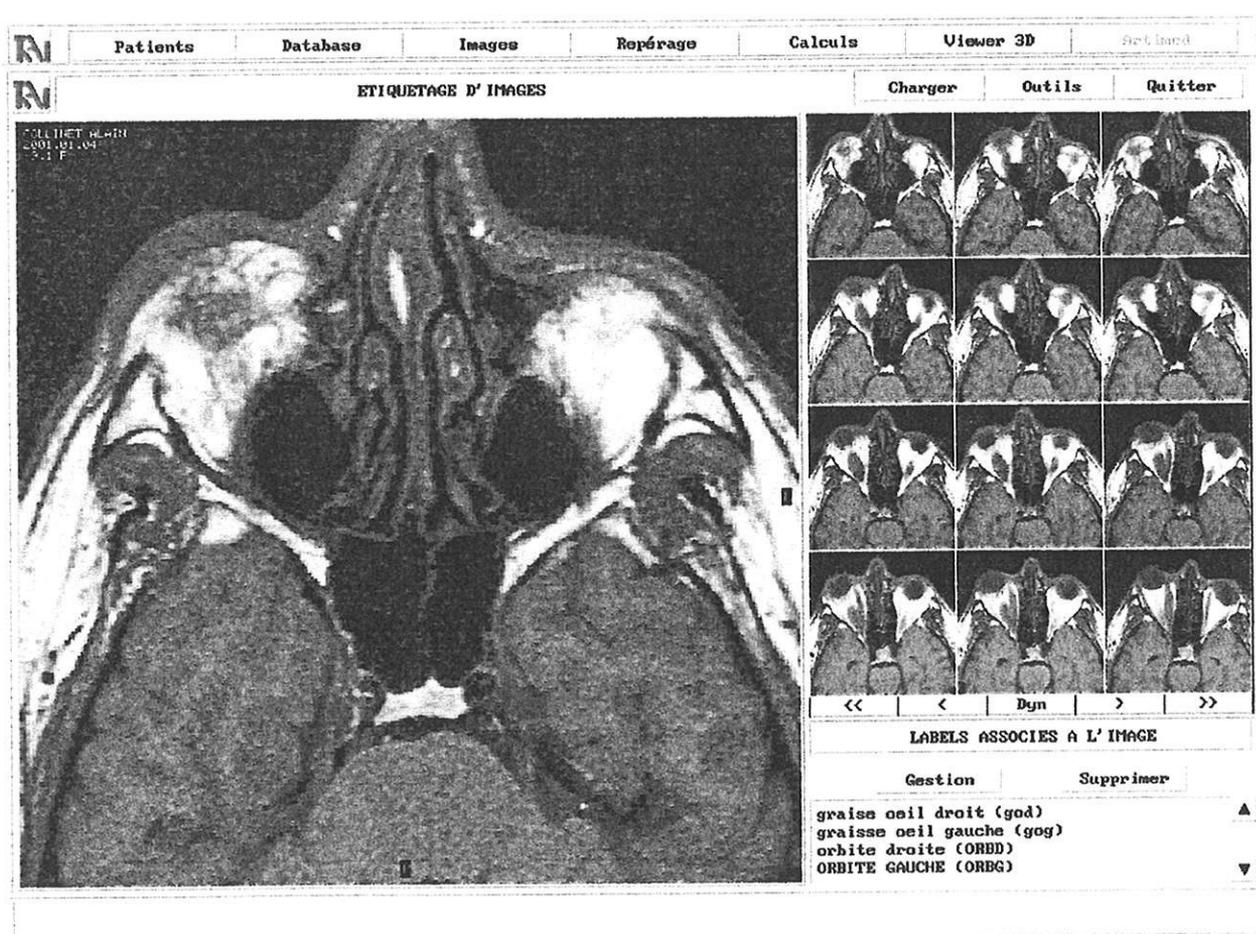


Figure 12 étiquetage des images

c. Troisième étape : définition des contours

Dans cette partie chaque objet est analysé séparément. Pour un patient donné et un objet donné, le logiciel ouvre un répertoire contenant toutes les images précédemment étiquetées comme appartenant à cet objet.

Afin de rendre la définition des contours plus facile notamment en ce qui concerne la graisse orbitaire, deux outils ont été utilisés. Le premier est un zoom paramétrable, que l'on peut centrer sur la zone d'intérêt (fig.9). Le second permet d'adapter l'échelle Hounsfield à la densité de l'objet étudié (9). Notre étude étant principalement orientée sur la graisse orbitaire, nous avons décidé de régler cette échelle sur la valeur approximative de la graisse soit -80 ± 100 . Ce réglage permet d'augmenter considérablement le contraste entre la graisse et les autres structures orbitaires. Par ailleurs pour la délimitation du volume orbitaire total, du volume oculaire et du volume de la bille, il existe un contraste naturel important qui rend inutile un réglage spécifique. L'échelle Hounsfield est donc réglée une seule fois puis tous les contours sont définis avec le contraste.

Coupe par coupe on définit les contours de l'objet à étudier à l'aide de la souris de l'ordinateur, en se conformant strictement aux limites anatomiques définies dans la première partie, notamment en ce qui concerne la graisse orbitaire. La graisse pré-septale ou sous-cutanée de la paupière et du sourcil n'est pas incluse dans le volume graisseux orbitaire. A l'inverse la graisse retro-septale même lorsqu'elle est située en avant d'une ligne unissant les deux rebords orbitaires antérieurs est comptabilisée dans le volume. En ce qui concerne le volume orbitaire total, la loge lacrymale est incluse et le tissu sous-cutané palpébral également.

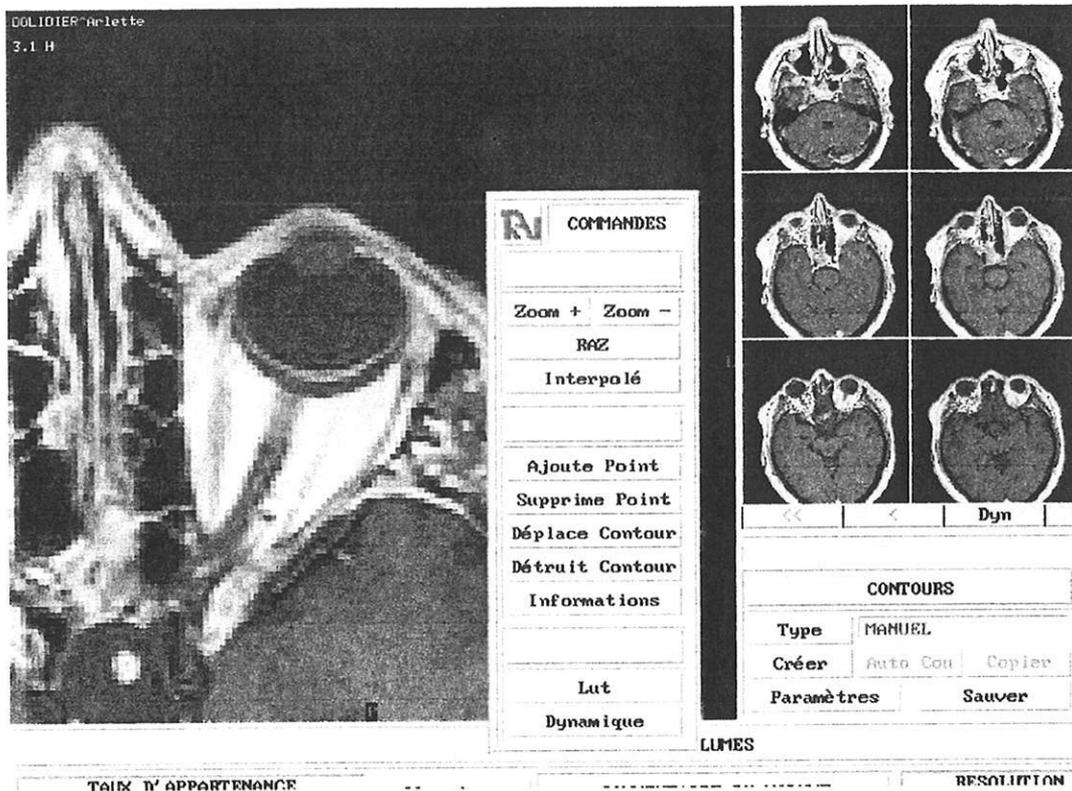


Figure 13 : Zoom avant définition des contours

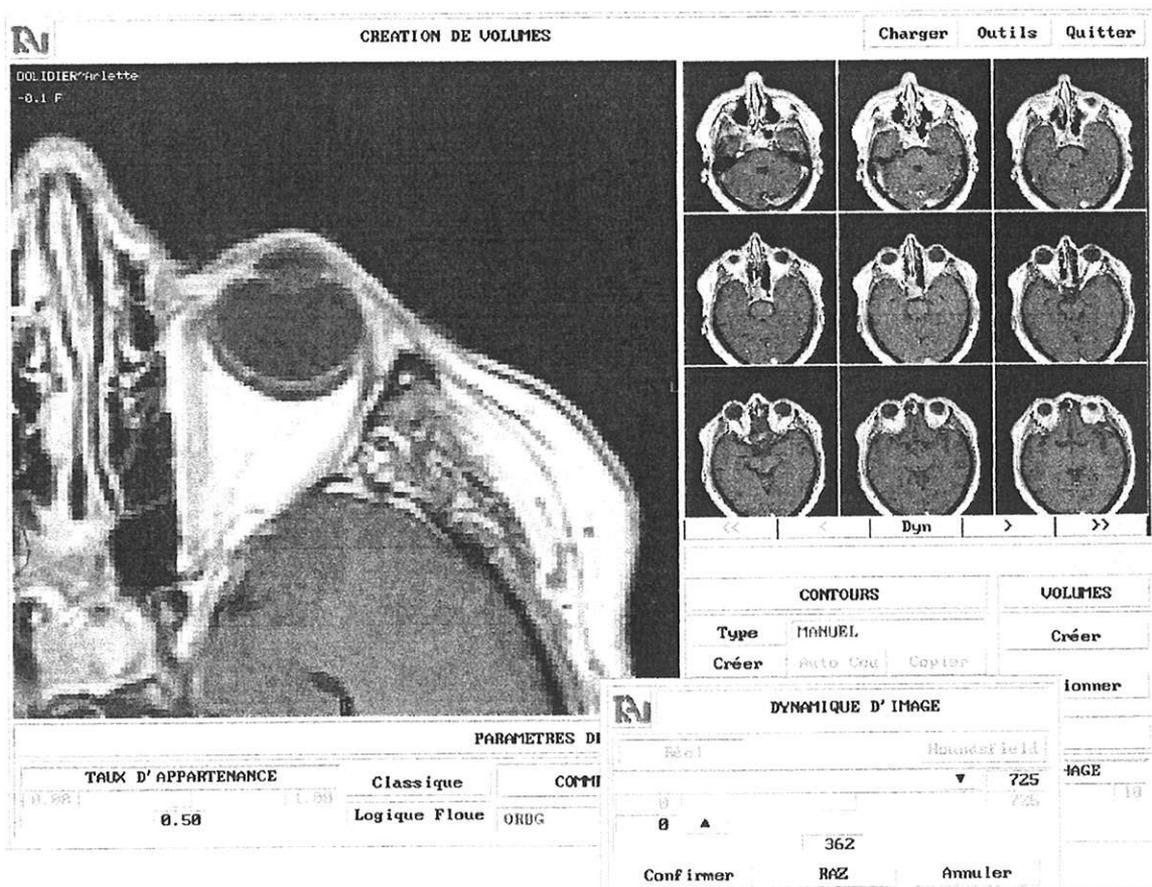


Figure 14 : Mise au point du contraste de l'image par la fonction dynamique pour une meilleure visualisation de la graisse

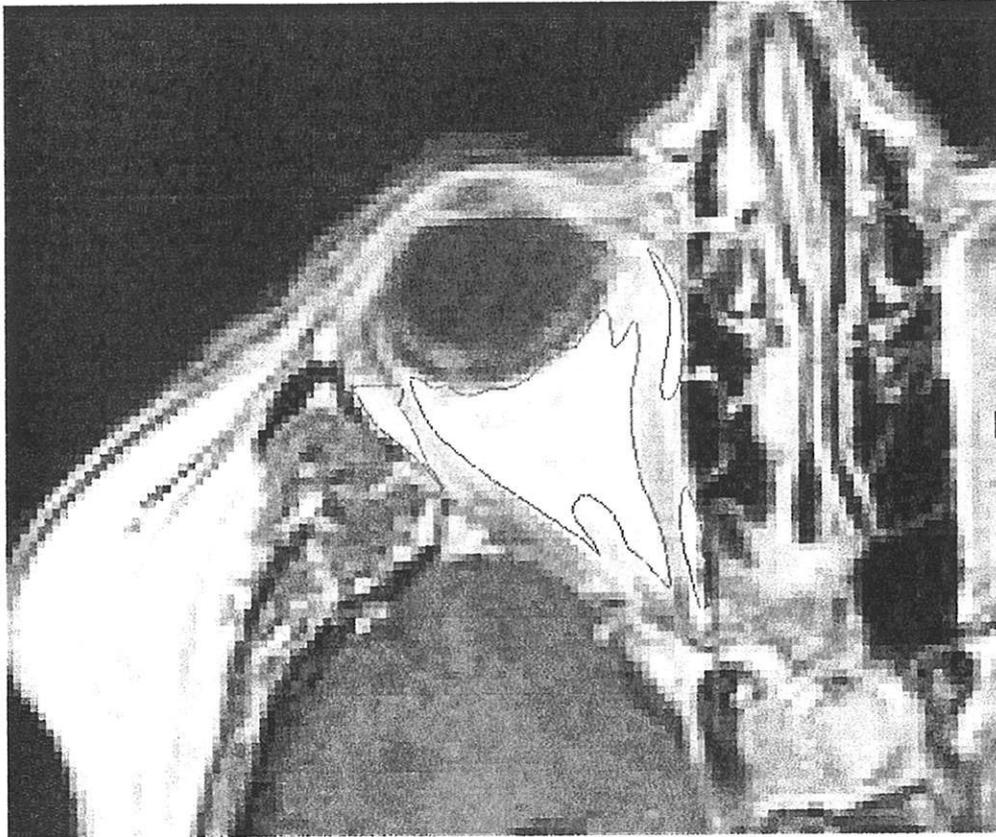


Figure 15 : Définition des contours

d. Quatrième étape : création du volume

Une fois les contours définis sur toutes les images étiquetées à un objet donné, on passe à l'étape suivante qui est la reconstruction du volume de l'objet.

Cette reconstruction peut se faire selon deux méthodes différentes : la technique normale et la technique dite floue.

□ Technique normale

Dans ce cas le programme se réfère strictement aux contours définis par l'opérateur.

Le programme réalise la reconstruction volumétrique pour chaque plan de coupe de la manière suivante : chaque contour délimite une surface plane comportant un certain nombre de pixels. Une image tomodensitométrie en deux dimensions étant le résultat de l'intégration de l'information contenue dans toute l'épaisseur de coupe, à chaque pixel correspond un voxel c'est à dire une unité élémentaire volumétrique. Ce sont ces voxels qui sont comptés. Ainsi lorsque l'on traite une image, on traite en

fait une tranche de 2 mm de l'objet étudié. A partir des paramètres d'acquisition qui sont enregistrés avec les images, c'est à dire la taille du champ de vue, le nombre de pixels par champ de vue et l'épaisseur de coupe, il est possible d'attribuer à chaque pixel une surface en mm carré et à chaque voxel un volume en mm cube. Dans notre cas pour un champ de vue de 240mm et une matrice de 512 par 512 pixels chaque pixel correspond à $240/512 \times 240/512$ mm carré, et chaque voxel à la taille du pixel multiplié par l'épaisseur de coupe de 2mm. On obtient donc un volume partiel pour chaque image correspondant à la tranche de 2 mm dont l'image est issue. Le volume total est reconstitué par sommation des différents volumes partiels, séparément pour chaque plan de coupe, aboutissant à trois volumes finaux.

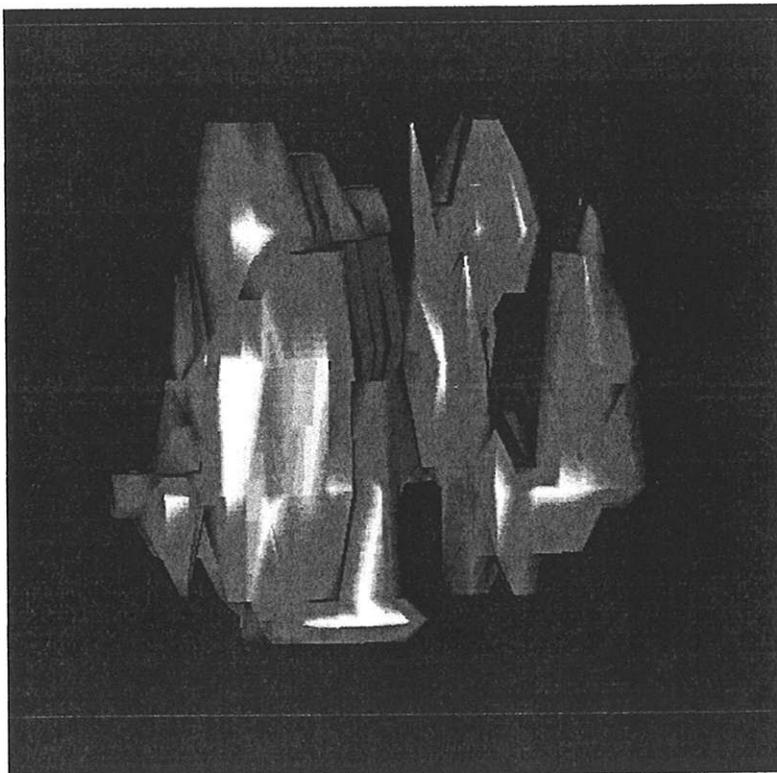


Figure16 :

**Graisse en
technique
normale**

□ Technique en logique floue

(d'après les travaux de S.Vial, D Gibon, ITM, CHRU Lille(73)).

Il s'agit d'une technique de calcul plus fine intégrant divers paramètres de correction, particulièrement intéressante pour les petits volumes à faible contraste. Le principe général est le même, à chaque contour correspond un nombre de voxels, qui sont comptabilisés coupe par coupe et le volume final est reconstitué par sommation. Ce qui change c'est la méthode de comptage.

Dans cette technique plusieurs paramètres sont pris en compte afin d'affiner le contour défini par l'opérateur. Le but de cette pondération étant d'augmenter la pertinence du contour en limitant l'effet de plusieurs phénomènes qui sont source d'erreurs lors du traitement d'une image tomodensitométrie à savoir :

- La transition entre les milieux n'est pas toujours nette et génère une incertitude et une imprécision.
- Le contraste hétérogène d'une structure vis-à-vis du milieu périphérique ou un faible rapport contraste sur bruit peuvent conduire à un contour difficile à définir.
- Le phénomène de volume partiel, particulièrement important pour des petits volumes. Ce phénomène est lié à l'intégration d'informations tri-dimensionnelles en images bi-dimensionnelles. Le niveau de gris d'un voxel résulte en fait d'un mélange des contributions de chaque structure présente dans ce voxel. L'affichage sur l'image correspond en quelque sorte à une moyenne de l'information contenue dans toute la coupe, et cette image peut être assez différente du volume réel. Ces aberrations sont d'autant plus importantes que le plan de coupe est tangent à la surface de l'objet, car dans ce cas de figure il existe une grande différence entre l'aspect de l'objet au point 0 de la coupe et au point 0+2mm.

- Le profil de coupe induit également des erreurs. Pour une coupe située à l'étage 116 mm, les informations devraient n'être issues que de 116 mm à 118 mm. C'est à dire pas d'acquisition à 115,9mm, puis acquisition complète de 116 à 118 mm, et plus d'acquisition au delà. En réalité, l'acquisition commence un peu avant 116mm et diminue un peu avant 118mm.

Afin de pallier à toutes ces sources d'erreur un algorithme de calcul étudie les voxels adjacents au contour, en tenant compte de paramètres définis, à l'intérieur d'un périmètre de sécurité. Pour chacun d'entre eux la probabilité d'appartenir ou non au volume délimité est calculée. C'est l'opérateur qui détermine le taux de correction en décidant à partir de quel pourcentage de probabilité le voxel est comptabilisé. Par exemple en pathologie tumorale, afin de ne pas sous-estimer le volume total on peut décider d'inclure tous les voxels ayant au moins 25 % de chance d'appartenir au volume. A l'inverse en radiothérapie cérébrale afin de ne pas risquer de surestimer le volume et de surdoser le traitement on peut fixer la limite à 75 %. Dans notre cas, cette limite a été fixée à 50 %, correspondant aux trois plans de coupe étudiés et pour chaque technique.

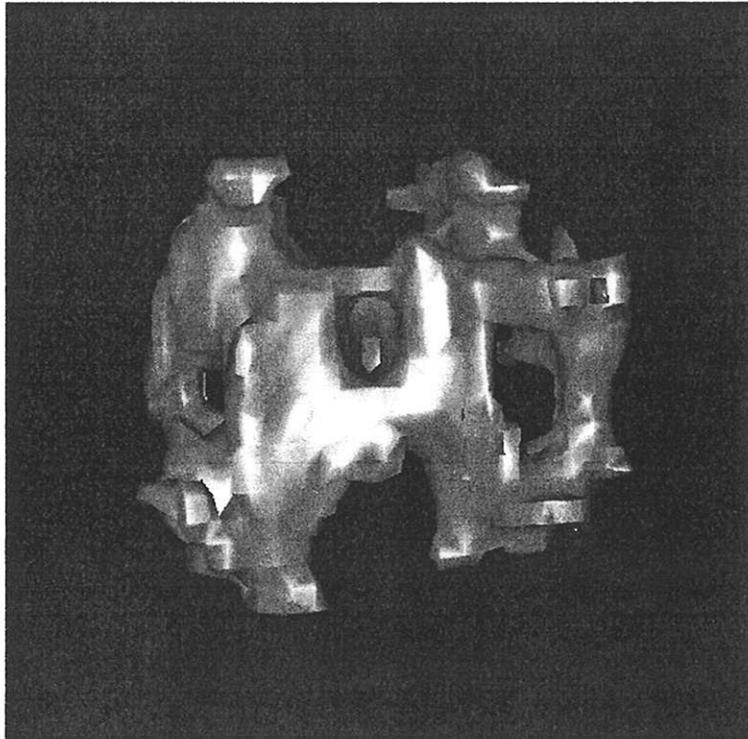


Figure 17 : Graisse en technique Floue, visualisation du passage des muscles droits et de nerf optique.

e. Etape complémentaire : la fusion

En définitive on obtient deux volumes, un flou et un standard pour chaque objet et pour chaque plan de coupe soit six en tout.

La dernière étape de la reconstruction consiste à fusionner les volumes flous entre eux et les volumes normaux entre eux de façon à obtenir deux volumes finaux.

f. Dernière étape : stockage des informations

A l'issue de ce traitement on obtient un fichier patient d'environ 100 méga-octets pour le premier examen ou les deux cotés sont traités, et de 50 méga-octets pour les suivants. Ce qui pour les 9 patients correspond à un fichier total de 2 giga-octets.

Ce fichier qui ne peut pas être sauvegardé sur disquette l'a été sur CD à l'aide d'un graveur.

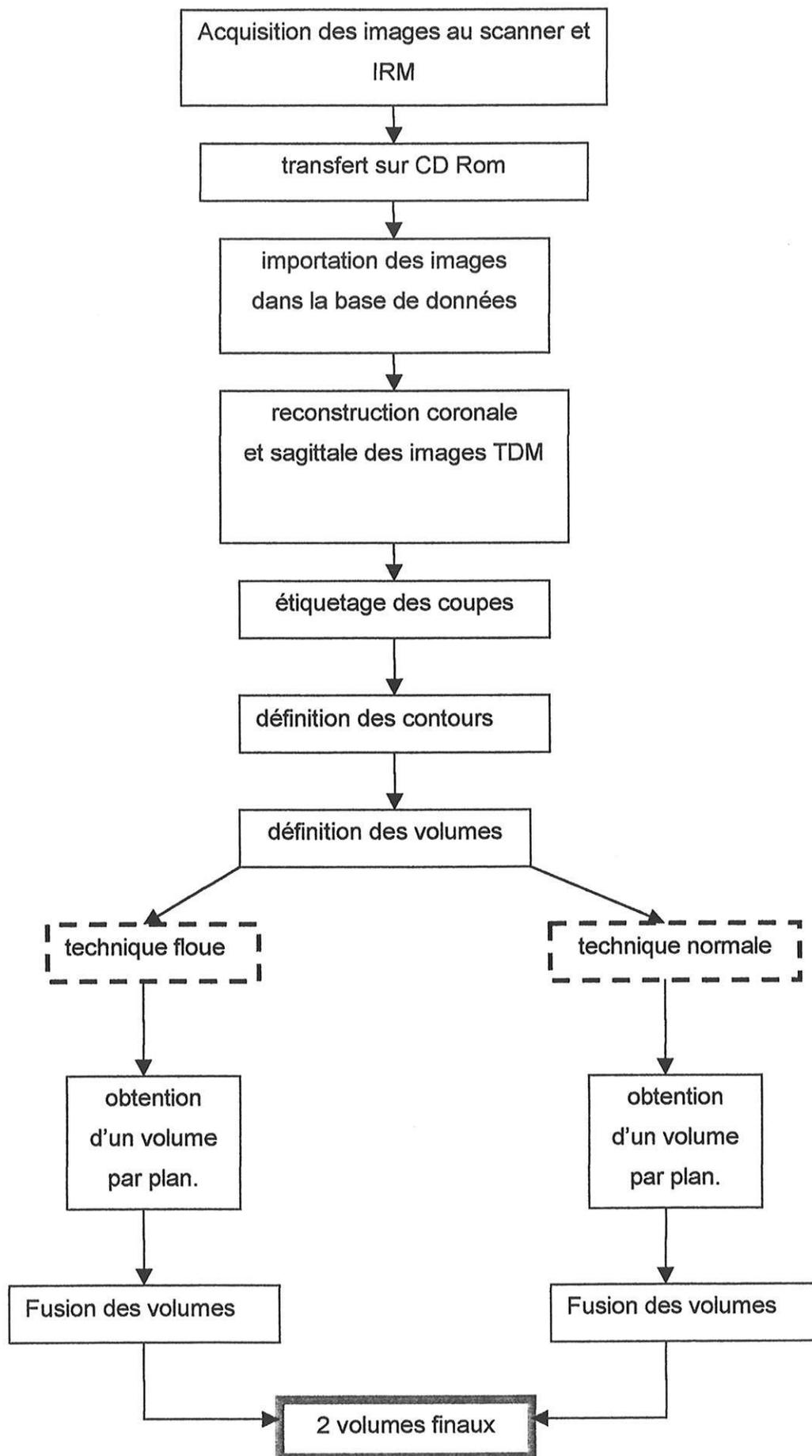


Figure 18-schéma récapitulatif de la méthode

RESULTATS

RESULTATS

I. MESURE DE LA GRAISSE ORBITAIRE

Ces mesures ont été réalisées chez huit patients, quatre patients dysthyroïdiens et quatre patients sains. Parmi les quatre patients dysthyroïdiens, deux ont bénéficié d'une IRM avant et après lipectomie.

Ces mesures de volumes ont été effectuées dans un seul plan de coupe axial, en séquence pondérée T1.

PATIENTS SAINS	VOLUME GRAISSE ORBITE DROITE		VOLUME GRAISSE ORBITE GAUCHE	
	NORMALE	FLOUE	NORMALE	FLOUE
1	9,360	8,273	9,919	8,142
2	9,302	7,016	8,868	6,454
3	9,852	8,424	10,867	9,023
4	9,412	8,123	9,215	8,732

Tableau : mesure de la graisse en cm³ de patients sains

PATIENTS DYSTHYROIDIENS	VOLUME GRAISSE ORBITE DROITE		VOLUME GRAISSE ORBITE GAUCHE	
	NORMALE	FLOUE	NORMALE	FLOUE
5	11,697	9,088	15,154	10,406
5 post-lipectomie	6,956	4,803	7,767	5,041
6	13,414	10,310	32,053	16,080
6 post-lipectomie	14,079	10,700	15,698	11,808
7	14 ,645	10,285	13,853	11,559
8	16,488	11,720	15 ,772	11,834

Tableau : mesure en cm³ de la graisse orbitaire de patients dysthyroïdiens.

Le volume de graisse orbitaire mesuré par des techniques similaires par IRM ou par TDM dans la littérature, se situe entre 8 et 14 cc, les valeurs retrouvées paraissent correspondre à cette norme. On peut constater par ailleurs une corrélation entre les volumes mesurés et l'aspect clinique. En effet, les volumes des patients dysthyroïdiens sont supérieurs aux volumes mesurés chez les patients sains.

La technique normale retrouve des volumes plus importants, la technique floue semble plus proche de la réalité.

II. MESURE DU CONTENU DE LA CAVITE ORBITAIRE

Les mêmes patients ont été inclus pour la mesure du volume total orbitaire. Nous avons considéré pour chaque patient un volume orbitaire total comprenant la glande lacrymale et les paupières.

PATIENTS SAINS	VOLUME CONTENU ORBITAIRE DROIT		VOLUME CONTENU ORBITAIRE GAUCHE	
	NORMALE	FLOUE	NORMALE	FLOUE
1	35,142	18,960	32,769	17,613
2	31,930	15,002	31,486	17,817
3	33,329	23,200	33,647	26,899
4	32,321	17,134	32,786	17,987

Tableau : mesure du volume orbitaire total chez des patients sains.

PATIENTS DYSTHYROIDIENS	VOLUME CONTENU ORBITAIRE DROIT		VOLUME CONTENU ORBITAIRE GAUCHE	
	NORMALE	FLOUE	NORMALE	FLOUE
5	39,396	21,666	39,631	15,089
5 post-lipectomie bilatérale	33,983	16,628	34,214	13,462
6	40,142	16,292	51,034	37,029
6 post-lipectomie gauche	40,302	17,913	47,910	17,818
7	36,715	22,390	46,669	33,283
8	41,799	16,367	50,275	21,102

Tableau : mesure en cm³ du contenu orbitaire total de patients dysthyroïdiens

Le volume total théorique normal de l'orbite se situe entre 16 et 30 cc. Ce sont les valeurs retrouvées chez les patients sains. On remarque aussi la faible variation des volumes entre l'orbite droite et gauche chez le même patient sain, confortant la véracité des résultats. D'autant plus qu'ils sont bien corrélés chez les patients dysthyroïdiens à leur mesure d'exophtalmie.

Les résultats retrouvés en technique classique normale semblent au-delà des valeurs habituellement mesurées, même si toutefois elles restent elles aussi bien corrélées avec l'évolution de l'exophtalmie.

III. RAPPORT VOLUMETRIQUE

La seule mesure du volume de la graisse orbitaire ne peut être suffisante pour affirmer qu'une augmentation de ce volume est responsable de la pathologie. En effet, pour bon nombre des exophtalmies dysthyroïdiennes, c'est l'augmentation du volume des muscles qui est responsable. Pour cette raison, il nous est paru nécessaire de comparer à l'aide d'un rapport décimal le volume de graisse orbitaire avec le volume de l'orbite total.

PATIENTS DYSTHYROIDIENS	RAPPORT GRAISSE SUR ORBITE DROITE		RAPPORT GRAISSE SUR ORBITE GAUCHE	
	NORMALE	FLOUE	NORMALE	FLOUE
1	0,266	0,436	0,302	0,462
2	0,291	0,467	0,281	0,412
3	0,295	0,363	0,322	0,335
4	0,283	0,452	0,264	0,476
5	0,296	0,415	0,382	0,689
5 post- lipectomie bilatérale	0,204	0,288	0,227	0,374
6	0,334	0,633	0,628	0,434
6 post- lipectomie gauche	0,349	0,599	0,327	0,662
7	0,398	0,459	0,296	0,347
8	0,394	0,716	0,313	0,560

L'analyse de ces résultats permet dans un premier temps de remarquer que les valeurs retrouvées chez les patients sains se situent en technique floue dans un intervalle étroit : entre 0,335 et 0,493. Ce qui permet de penser qu'il existe une proportion similaire de graisse identique pour les orbites saines. De plus la variation

de ce rapport est faible entre les volumes mesurés à droite et à gauche chez le même sujet sain, ce qui coïncide avec la symétrie des orbites.

IV. MODELISATION ET REPARTITION DE LA GRAISSE ORBITAIRE

Un des intérêts du logiciel est la possibilité de réaliser une modélisation en trois dimensions des volumes. La vision directe de la répartition de la graisse au sein de l'orbite permet de mieux comprendre la physiopathologie de l'exophtalmie, et peut guider la réalisation du geste chirurgical.

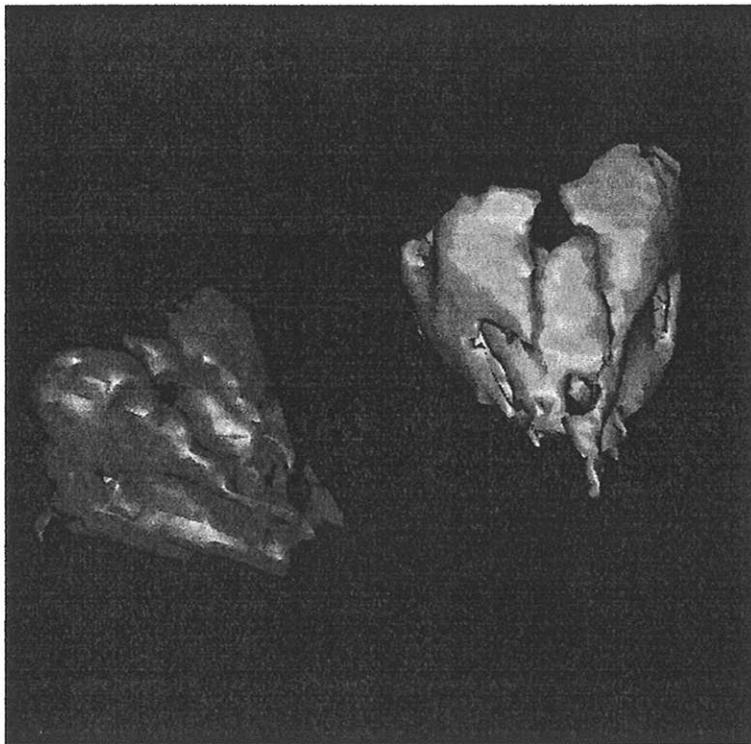


Figure 19 Graisse orbite droite (vert) et gauche (bleu). Visualisation postérieure.

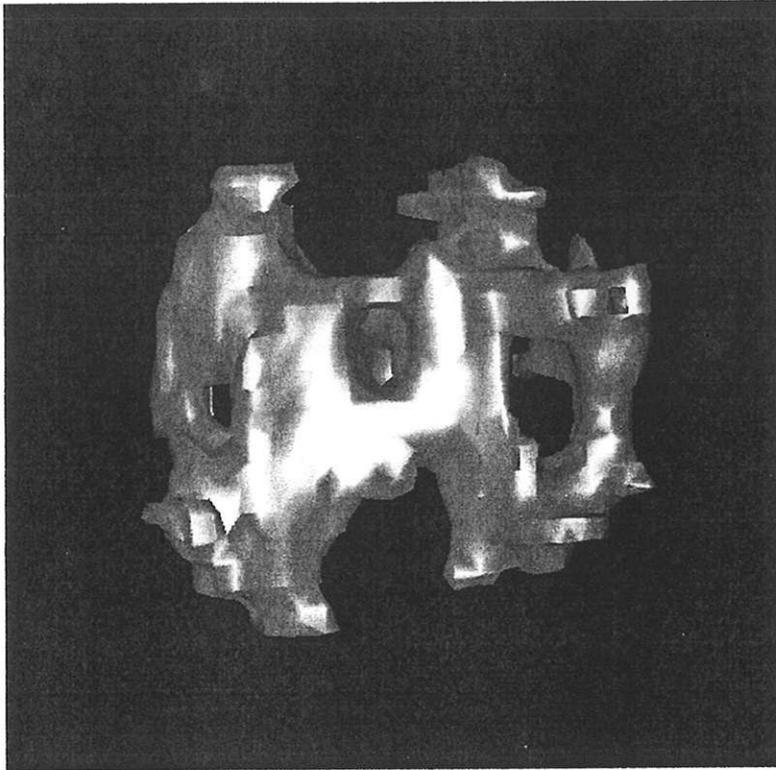


Figure 20 : Modélisation de la graisse orbitaire : passage des muscles oculomoteurs et du nerf optique.

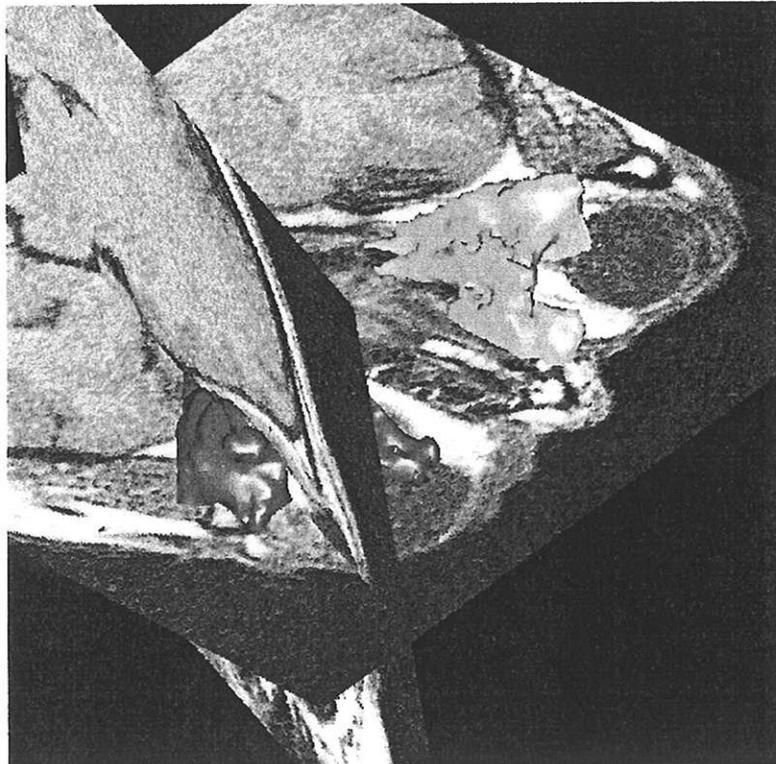


Figure 21 : Mise en situation de la reconstruction dans son environnement 3D.

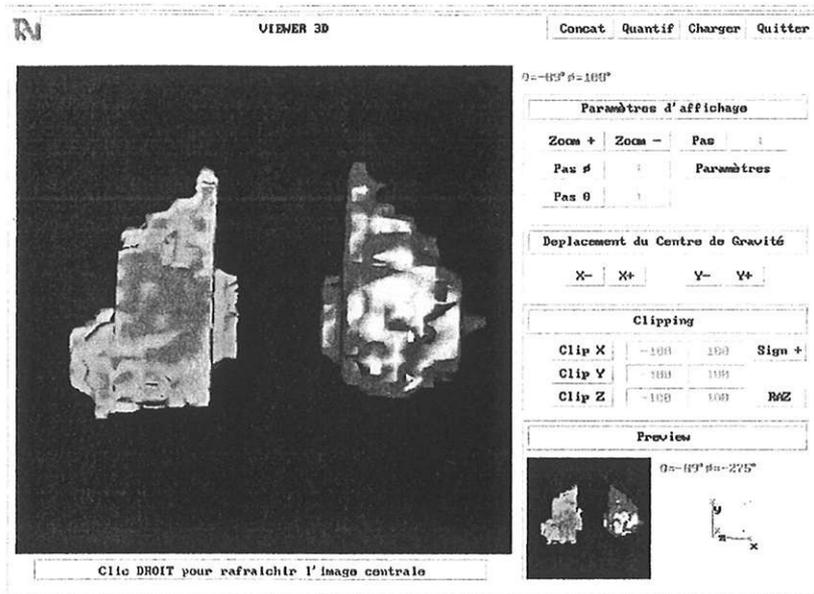


Figure 22 : Visualisation du contenu orbital total droit et gauche, vue supérieure.(vert = droit)

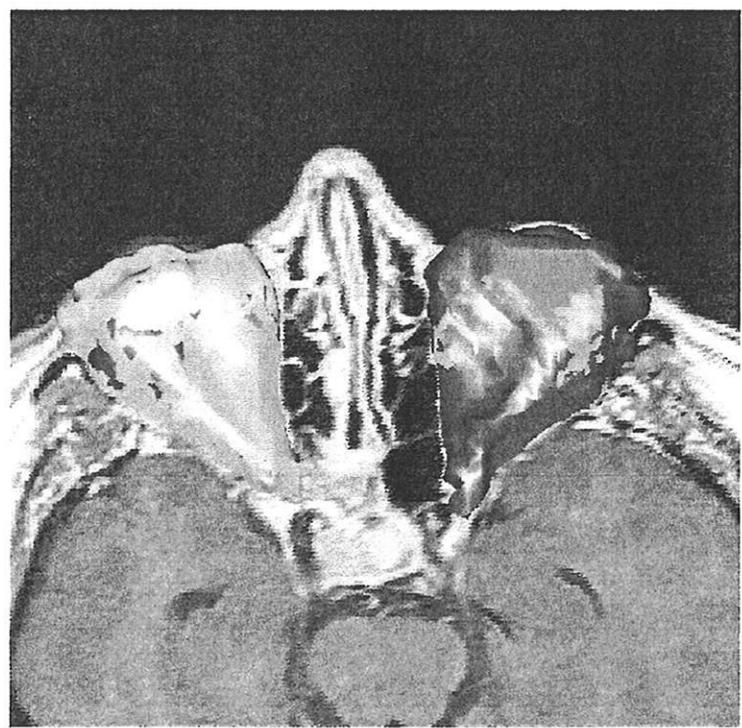
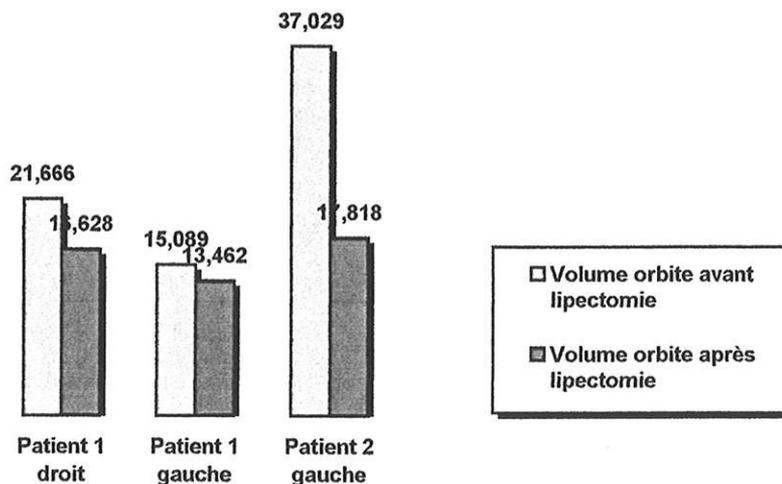
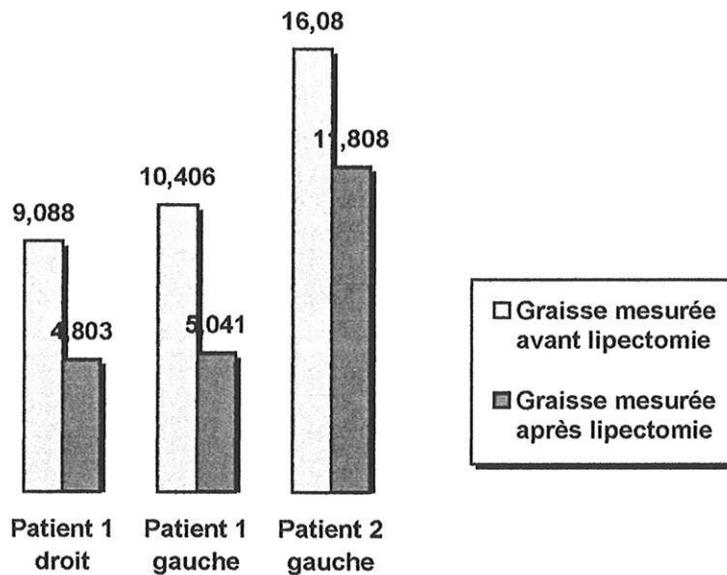


Figure 23 : Remise en situation des volumes mesurés.

V. EVOLUTION DES VOLUMES APRES LIPECTOMIE

Les mesures en technique normale ne paraissant pas cohérentes, les résultats de cette techniques sont trop différents entre eux et ne semblent pas coïncider avec la technique floue. C'est donc la technique floue qui a été retenue pour évaluer l'évolution des volumes.



On remarque une bonne concordance entre les mesures avant et après lipectomie, avec une diminution du volume orbitaire et graisseux. Cependant la diminution des deux volumes mesurés n'est pas identique, alors qu'elle devrait l'être ou s'en rapprocher.

Cette différence est certainement due en partie au phénomène de volume tronqué auquel nous nous sommes confrontés dans la mesure du volume du contenu orbitaire total.

La corrélation entre le volume graisse enlevé par lipectomie et le volume mesuré en IRM par soustraction n'est pas identique non plus. La différence vient probablement d'une part de l'expansion que prend la graisse lorsqu'elle se trouve in vitro, d'autre part de la méthode empirique utilisée dans la mesure des volumes de graisse per-opératoires lors des lipectomies.

DISCUSSION

I. CHOIX DE LA METHODE

1. Le type d'imagerie

Les propriétés anatomiques et structurelles normales et pathologiques du contenu orbitaire, en particulier des muscles oculo-moteurs et de la graisse orbitaire, ont déjà été étudiées à l'aide de différents types d'imagerie dont l'échographie, la tomodensitométrie assistée par ordinateur et l'imagerie par résonance magnétique nucléaire.

L'échographie est la plus accessible de toutes. Peu coûteuse et non irradiante, c'est l'examen de choix pour le dépistage et les études sans bénéfice pour le patient comme la nôtre. Elle est largement utilisée à visée diagnostique dans la pathologie orbitaire principalement pour mettre en évidence des modifications musculaires comme dans la maladie de Basedow ou les myosites. Elle donne cependant des résultats beaucoup moins précis que les deux autres types d'imagerie et ne permet pas de réaliser des mesures volumétrique. ni des reconstructions tri-dimensionnelles du fait de sa mauvaise définition des limites osseuses. De plus, par son côté opérateur-dépendant elle est également moins reproductible (14;68). Ses indications de choix sont la pathologie oculaire traumatique et inflammatoire, les anomalies de l'orbite antérieure, et la pathologie tumorale.

La tomodensitométrie assistée par ordinateur ou scanner à rayons X, plus communément appelée scanner, est un examen clé dans la pathologie orbitaire (18). Il permet de mettre en évidence de faibles différences de densité même pour des petites structures infra-centimétriques de 1 à 2 mm (19). Au niveau orbitaire, il existe un haut degré naturel de contraste lié à la graisse qui le rend encore plus performant (18). Accessible, bon marché et rapide, de nombreuses études des volumes orbitaires l'utilisant sont disponibles dans la littérature (15;17;18 ;21;42;45;65 ;69). La marge d'erreur lors de ces mesures a pu être estimée par différents travaux sur fantômes (15;19;42). Elle est variable et plus élevée pour des petites structures.

Forbes et coll. l'estiment à environ 7 % pour des structures de 4 à 10 cm³, et 1 % pour des structures de 20 à 50 cm³ (19).

Son principal inconvénient est l'irradiation. Les effets des rayonnements se classent en deux types : stochastiques ou non stochastiques. Dans le premier cas leur probabilité est faible et augmente avec la dose, sans seuil d'innocuité. On trouve dans cette catégorie les mutations génétiques et l'ontogenèse. La deuxième catégorie d'effets n'apparaît qu'au-delà d'un certain seuil de dose. C'est dans ce groupe que se situe la cataracte. Elle est possible à partir de 2 Grays (Gy) en une seule exposition. En fractionnant la dose dans le temps on peut augmenter ce seuil, mais au-delà de 11 Gy de dose cumulée elle est quasi-inéluctable (9). La dose reçue lors d'un scanner orbitaire est très en dessous de ce seuil, elle est estimée à 0,035 à 0,05 Gy, pour une acquisition en deux plans ou en un seul plan mais en coupes minces (18).

L'imagerie par résonance magnétique nucléaire ou IRM est l'examen qui offre la meilleure définition pour l'analyse des parties molles. A titre d'exemple, elle seule permet l'analyse des muscles obliques (68). Elle a de plus l'avantage d'être non irradiante, donc sans effet néfaste chez le patient participant à une étude sans bénéfice direct pour lui..

La séquence offrant le meilleur contraste entre la graisse et les autres structures orbitaires est la séquence pondérée T1 en écho de spin. En effet, le contraste des images de la séquence T1 dépend de la vitesse d'aimantation des tissus. La graisse, qui s'aimante rapidement, aura très vite une très grande quantité de protons disponibles pour réaliser une image et fournira un signal intense alors que les tissus avoisinants, plus lents à s'aimanter, auront un signal plus faible (8). Cette séquence a pour inconvénient un saut de 0,3 mm entre les coupes qui entraîne une perte d'information potentiellement gênante pour les petites structures que nous étudions.

Elle a des contres-indications spécifiques, notamment les corps étrangers métalliques. Celle-ci est rarement retrouvée en pratique courante, toutefois dans notre étude comportant une forte proportion de traumatismes oculo-orbitaires pénétrants, elle présentait une probabilité non négligeable d'être rencontrée. Moins performante que le scanner pour l'exploration des structures osseuses elle fournit des images plus difficiles à analyser au niveau des limites orbitaires. De plus il s'agit d'un examen qui nécessite une grande coopération (immobilité, apnée), qui est plus

long, de l'ordre de 20 minutes contre 10 pour le scanner, plus stressant (contre indiqué en cas de claustrophobie), et plus onéreux.

2. Le protocole

Les difficultés que nous avons rencontrées dans le transfert et la mise en mémoire sur CD ROM nous ont amené à retenir comme appareil l'IRM du service de radiologie du Professeur MAUBON au C.H.U. de Limoges, et à abandonner les images scanner RX.

En conformité avec les études de mesure orbitaire en IRM dans la littérature, il nous est paru suffisant de ne mesurer tous les volumes qu'à partir d'un seul plan de coupe axial, ceci ayant pour effet de diminuer considérablement le temps d'acquisition des images. Cette étude n'ayant pas de bénéfice direct pour le patient, nous avons choisi de limiter au maximum les contraintes, tant pour les patients que pour le service de radiologie. Cette décision est soutenue par les données de Suna Tian et coll. qui ne retrouvent pas de différence significative entre le volume graisseux orbitaire mesuré à partir d'un seul plan de coupe qu'il soit coronal ou axial et celui obtenu à partir de deux plans de coupe. Ceci n'est pas valable pour les autres structures orbitaires, et en particulier pour les muscles oculo-moteurs qui sont bien mieux visualisés sur les coupes coronales qu'axiales ou sagittales (68).

3. La technique de mesure

Les études des volumes orbitaires disponibles dans la littérature sont pour la plupart basées sur des techniques de délimitation des contours automatisées. Cette automatisation a l'avantage de rendre les calculs rapides et reproductibles, mais elle entraîne du fait de sa rigidité certaines erreurs, notamment dans l'appréciation des limites de l'orbite et en particulier à sa partie antérieure. Dans ces études, cette limite est définie par une ligne reliant les 2 rebords orbitaires antérieurs. Cette délimitation "au cordeau" à l'avantage de ne jamais permettre la comptabilisation de graisse extra-orbitaire. Par contre dans certains cas une partie de la graisse intra-orbitaire est exclue du calcul (19;21).

De plus les différentes structures orbitaires sont uniquement définies par leur densité relative sans que ne soient prises en compte des données morphologiques.

A titre d'exemple Forbes et Coll. définissent la graisse orbitaire comme tout ce qui est de densité inférieure au muscle à l'intérieur du périmètre délimité par le cadre osseux et une ligne unissant en avant les deux rebords orbitaires latéraux. De ce fait les vaisseaux et les nerfs sont comptabilisés avec les muscles et la glande lacrymale avec la graisse.

L'effet de volume partiel inhérent au type d'imagerie est une autre limite de ces techniques. Cet artéfact est lié à l'intégration d'une information tri-dimensionnelle en une image bi-dimensionnelle. Il est d'autant plus important que la coupe est épaisse et que le plan de coupe est tangentiel à l'objet (effet de bord).

Afin de limiter ces erreurs, une équipe italienne a développé un outil semi-automatisé, avec lequel les délimitations sont automatisées mais doivent être validées par un opérateur. En fonction de son degré de cohérence avec les données anatomiques de l'objet étudié, son appartenance ou non à l'organe en question est confirmée. Ceci impose l'intervention d'un radiologue ayant une bonne connaissance de l'anatomie orbitaire à chaque examen. Concernant le problème lié au phénomène de volume partiel cette même équipe a développé un autre outil. Plusieurs coupes intermédiaires sont calculées et reconstruites par le logiciel afin d'augmenter la définition selon l'axe perpendiculaire au plan de coupe. Mais ces deux outils rendent la procédure nettement plus lourde et peu utilisable en pratique courante (42).

A partir des éléments précédents, nous avons tenté de développer une technique originale de mesure des structures orbitaires qui ne souffrirait pas des limitations de l'automatisation. C'est pourquoi, dans notre étude, les contours sont définis manuellement permettant pour chaque coupe et pour chaque patient de s'adapter aux variantes anatomiques.

Notre méthode utilise un logiciel de calcul dans lequel les contours sont définis manuellement. Ce logiciel a été développé par l'institut médico-technique du CHRU de Lille pour le calcul des volumes cibles en radiothérapie stéréotaxique. Dans ce logiciel deux options de reconstruction sont disponibles. La première est standard et comparable à celle des autres équipes. La deuxième dite « logique floue » intègre différents paramètres de correction comme le profil de coupe, le rapport contraste/bruit et la position du plan de coupe par rapport à l'objet étudié. Ces pondérations ont pour but de limiter les erreurs liées au phénomène de volumes

partiels et de halos. Cette technique a été validée lors de l'étude de fantômes en IRM et tomodensitométrie (11;73). En clinique, cette méthode est en cours d'évaluation par l'équipe de radiothérapie de centre Oscar Lambret de Lille. La délimitation des contours de façon manuelle a l'avantage de permettre une adaptation au cas par cas à l'anatomie de chacun des patients. Elle apporte son lot de biais et rend les mesures moins reproductibles entre différents opérateurs. Ceci est atténué en logique floue puisque le contour est pondéré en fonction de données indépendantes de l'opérateur. Enfin, l'utilisation de ce logiciel est assujettie à une période d'apprentissage. Cette période est assez courte mais moniteur-dépendante...

II. LIMITES DE LA METHODE

1. Humaines

La première difficulté à laquelle nous nous sommes heurtés fût le recrutement des patients. En effet, l'exophtalmie dysthyroïdienne est une pathologie rare lorsqu'elle devient chirurgicale (seulement 10 % des exophtalmies dysthyroïdiennes). De ce fait, les patients opérés dans le service viennent souvent de loin, et il est difficile de les revoir après puisque le suivi évolutif est réalisé par leur ophtalmologiste traitant sur place.

De plus, ces sujets souffrants de troubles thyroïdiens ont fréquemment des difficultés à rester immobiles pendant plusieurs minutes dans un endroit clos et fort bruyant.

2. Techniques

Les difficultés techniques que nous avons rencontrées furent nombreuses, mais la plupart d'entre elles ont trouvé une réponse.

Initialement, cette étude devait être prospective, et comparer des clichés scannographiques avec des clichés IRM. En partant du principe que le scanner permet d'obtenir des coupes millimétriques, nous pensions obtenir des résultats de mesure plus fiable. Cependant, en raison de la difficulté technique de transfert des images DICOM sur un CD rom et de l'endommagement d'un disque optique sur

lequel été était enregistré la plupart des examens, compte tenu du faible nombre de patients qu'il nous restait, nous n'avons pas pu poursuivre notre étude dans ce sens.

La technique manuelle de reconstruction des différents plans de coupe et de définition des contours nécessite beaucoup de manipulations et un long travail de traitement de l'image.

Lors de la définition des contours s'est posé le problème des halos. Ceux-ci sont liés au chevauchement de densité aux zones frontières et sont d'autant plus visibles que le zoom est important. D'après Lutzemberger et coll., ils sont une source importante d'erreur. Leur inclusion au contour entraînant une surestimation du volume de 25 %, leur exclusion une sous-estimation de 6 % (52). Dans notre étude, nous avons décidé de placer le contour au milieu du halo. L'erreur induite par ce paramètre est moins gênante en technique floue puisque le logiciel pondère la limite définie par rapport aux éléments avoisinants.

Pour les reconstructions, des évènements indésirables sont survenus, en particulier l'obtention de volumes partiels. Dans certains cas sans facteur explicatif le volume final est tronqué. La vérification des contours permet de s'assurer de leur bonne définition mais une fois reconstruit tronqué, il est impossible de rectifier le volume à moins de recommencer toute l'opération depuis le début. Ce problème est presque exclusivement survenu en logique floue, il a également été rencontré par les précédents opérateurs.

III. DISCUSSION DES RESULTATS

1. Validation de la méthode

a. Les volumes

En ce qui concerne les patients sains, les mesures que nous avons obtenues sont compatibles avec les données de la littérature, et les volumes reconstruits correspondent aux descriptions anatomiques.

		orbite	graisse
Nos mesures (cc)	Technique floue	15 ,08 – 26,89	7,01 – 9,02
	Technique normale	31,48 – 35,14	8,86 – 10,87
Valeurs publiées (cc)		16,2-30,1	8,6-14,0

b. Reproductibilité des mesures

Dans cette étude, la reproductibilité d'une même mesure ou la reproductibilité de la mesure d'objets stables sur plusieurs examens n'a pas été testée.

Cette reproductibilité a été mise à l'épreuve par des opérateurs précédents. Fabien VINCENT, concernant la reproductibilité d'une même mesure, constate une très bonne reproductibilité des mesures du même objet à partir des mêmes images. Les contours ont été réalisés à des moments différents, en réinitialisant l'échelle Hounsfield entre chaque mesure. La variabilité est un peu plus importante en technique normale mais dans les deux cas elle reste inférieure à 0,5 pour des valeurs de l'ordre de 10, soit moins de 5 %.

Les mesures d'objets à priori stables comme une bille ou une orbite non opérée, réalisées sur des scanners différents sont un peu plus variables. Cette variabilité est

moins grande pour les mesures de la bille que celle de l'orbite adelphe, ce qui s'explique par une délimitation plus aisée des contours (contraste plus marqué).

Pour le volume total et la graisse orbitaire on observe des écarts types inférieurs à 1 pour la plupart des patients, en logique floue et sur les coupes axiales. Cette reproductibilité est moins bonne sur les coupes reconstruites et en technique normale.

c. Choix de la technique

La technique floue est beaucoup plus performante lors des mesures de structures assez contrastées comme la bille et le volume orbitaire total. En effet dans ce cas la pondération est facilitée par les différences assez nettes de contraste. Elle est également plus reproductible et dans tous les cas, les images qui en sont issues, sont bien meilleures. En revanche lors des mesures de volumes aux limites moins marquées, comme la graisse orbitaire, la logique floue est parfois un peu dépassée et donne des résultats non cohérents. Ceci s'explique pour certains patients lorsque les limites sont anatomiques et non plus densitométriques, par ailleurs le phénomène de volume tronqué ne survient quasiment qu'en logique floue. C'est pourquoi nous avons décidé de pratiquer les deux techniques pour toutes nos mesures, la technique normale moins fine servant de mesure de secours dans les cas où la logique floue n'est pas fiable.

Concernant les coupes reconstruites, nous avons vu que la définition des limites étant aléatoire, il était illusoire de tenter d'interpréter les valeurs qui en découlent. D'un autre côté il est tout à fait possible de les comparer dans le temps. Dans ce cas, on ne compare pas une valeur à une référence mais une valeur mesurée dans un contexte particulier avec une autre valeur issue du même contexte.

2. Evolution des volumes

L'évolution des volumes pré et post opératoires de la graisse orbitaire reste logique. Cependant, nous ne disposons pas d'un nombre suffisant de cas pour proposer une étude statistique, comparativement au volume mesuré de la lipectomie.

En ce qui concerne l'évolution des volumes du contenu orbitaire, nous nous sommes heurtés à des phénomènes de volumes tronqués, surtout en logique floue, ne nous permettant pas d'isoler des mesures fiables.

La logique normale ne donne pas ce phénomène de tronquage, mais les résultats obtenus pour certains patients semblent incohérents.

IV. PERSPECTIVES

La mesure des volumes dans l'orbitopathie dysthyroïdienne permettrait de distinguer les exophtalmies dont le volume orbitaire augmente au dépend de la graisse ou au dépend des muscles oculomoteurs.

Cette différence permettrait pour une exophtalmie devenue chirurgicale de poser une indication plus appropriée de lipectomie ou de décompression osseuse.

L'intérêt du rapport volumique de la graisse orbitaire sur le volume du contenu orbitaire total serait de n'avoir à mesurer que deux volumes. L'augmentation de ce rapport serait en faveur d'une exophtalmie d'origine graisseuse. Cependant, ce rapport, pour être appréciable devrait être évalué chez un groupe de patients sains, pour déterminer s'il existe un équilibre stable entre les deux volumes. De plus l'amétropie de certains patients pourrait induire une variation de volume.

En ce qui concerne le protocole d'acquisition des images, il nous paraît suffisant de ne réaliser qu'une seule série de coupes axiales en séquence pondérée T1, où la graisse reste bien visible.

En ce qui concerne les « objets » étudiés, l'étude avec les deux méthodes (floue et normale) est à poursuivre. La logique floue a l'avantage de nous fournir des images de qualité. La technique normale sert de correction lorsqu'une aberration survient en logique floue, par exemple lors des volumes tronqués.

La reconstruction en trois dimensions de la graisse orbitaire permet d'apprécier son volume et sa répartition anatomique au sein de l'orbite. et de poser l'indication chirurgicale de lipectomie ou de décompression osseuse.

CONCLUSION

CONCLUSION

Il n'existe à ce jour que très peu d'études de métrologie des différents volumes orbitaires (68). Ces études font appel aux techniques d'imagerie numérique à partir d'examens tomodensitométriques ou IRM. Combinées à un logiciel de calcul, les images numérisées nous permettent d'obtenir une quantification, ainsi qu'une étude qualitative des volumes grâce à la reconstruction en trois dimensions des images.

Il nous est donc possible de comprendre quelles sont les modifications volumiques dans une orbite au cours d'une orbitopathie dysthyroïdienne, et d'éclaircir ainsi la physiopathologie de ce phénomène. De ce fait, ce type d'étude pourrait guider la conduite à tenir sur la prise en charge des orbitopathies dysthyroïdiennes.

La mise en place de cette étude nous a impliqués dans un travail multidisciplinaire qui, dans une bonne entente, nous a permis de mesurer et d'obtenir des premiers résultats. L'étude de sujets sains a pour but de définir une norme volumétrique permettant de dégager les données pathologiques. L'étude de sujets dysthyroïdiens présente l'intérêt de pouvoir mesurer la différence de volume avant et après lipectomie, et de comparer cette valeur à celui du volume de graisse retiré et mesuré en peropératoire.

Notre étude n'incluant qu'un faible nombre de patients ne nous permet pas de dégager des valeurs statistiques. Une étude prospective, multicentrique, incluant des patients opérés par le docteur F. MOURIAUX et le Professeur J.P. ADENIS est en cours de réalisation.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) Adenis JP, Robert PY. Décompression orbitaire par la technique d'Olivari. J Fr Ophtalmol 1994; 17(11):686-91.
- (2) Adenis JP, Robert PY, Lasudry JG, Dalloul Z. Treatment of proptosis with fat removal orbital decompression in Graves' ophthalmopathy. Eur J Ophthalmol 1998 Oct.; 8(4):246-52.
- (3) Adenis JP, Lasudry J. Physiopathologie de l'orbitopathie dysthyroïdienne. Rapport de la société française d'ophtalmologie. 1998 : 38-68.
- (4) Bonnet, P. Les sinus péri-orbitaires. Anat Pathol 9, 23-26. 1932.
- (5) Boschy, A. Detry Morel, M. Controverses dans la pathogénie et le traitement médical de l'ophtalmopathie thyroïdienne. J.Fr.Ophtalmol. 17, 620-628. 1994.
- (6) Bremond-Gignac DS, Deplus S, Cussenot O, Lassau JP. Anatomic study of the orbital septum (22.10.93). Surg Radiol Anat 1994; 16(1):121-4.
- (7) Brooks RA. A quantitative theory of the Hounsfield unit and its application to dual energy scanning. J Comput Assist Tomogr 1977 Oct.; 1(4):487-93.
- (8) Cabanis, E. A. De la "résonance magnétique nucléaire" (RMN) à l'imagerie (IRM), l'angiographie (ARM), l'imagerie fonctionnelle (IRMF) et la spectroscopie (SRM). rapport de la société française d'ophtalmologie. 1996 : 228-269.
- (9) Cabanis, E. A. Scanner RX : Technique. rapport de la Société Française d'Ophtalmologie. 1996 : 218-227.

- (10) Carlson RE, Scheribel KW, Hering PJ, Wolin L. Exophthalmos, global luxation, rapid weight gain: differential diagnosis. *Ann Ophthalmol* 1982 Aug.; 14(8):724-9.
- (11) Caudrelier, J. M, Vial, S, Gibon, D, Bourel, P, Vasseur, C, and Rousseau, J. Evaluation of a fuzzy logic method for volume determination in MR imaging. 2000. ESTRO 19th Meeting Radiother Oncol 2000.
- (12) Charpy A. *Traité d'anatomie humaine*. Paris: Masson, 1912.
- (13) Cohen BA, Som PM, Haffner PH, Friedman AH. Case report. Steroid exophthalmos. *J Comput Assist Tomogr* 1981 Dec.; 5(6):907-8.
- (14) Demer JL, Kerman BM. Comparison of standardized echography with magnetic resonance imaging to measure extraocular muscle size. *Am J Ophthalmol* 1994 Sept.; 118(3):351-61.
- (15) Deveci M, Ozturk S, Sengezer M, Pabuscu Y. Measurement of orbital volume by a 3-dimensional software program: an experimental study. *J Oral Maxillofac Surg* 2000 June; 58(6):645-8.
- (16) Ducasse, A. *Anatomie de l'orbite. rapport de la société française d'ophtalmologie* . 1998 :38-68.
- (17) Feldon SE, Lee CP, Muramatsu SK, Weiner JM. Quantitative computed tomography of Graves' ophthalmopathy. Extraocular muscle and orbital fat in development of optic neuropathy. *Arch Ophthalmol* 1985 Feb.; 103(2):213-5.
- (18) Forbes G. Computed tomography of the orbit. *Radiol Clin North Am* 1982 Mar.; 20(1):37-49.
- (19) Forbes G, Gehring DG, Gorman CA et al. Volume measurements of normal orbital structures by computed tomographic analysis. *AJR Am J Roentgenol* 1985 July; 145(1):149-54.
- (20) Forbes G, Gorman CA, Brennan MD et al. Ophthalmopathy of Graves' disease: computerized volume measurements of the orbital fat and muscle. *AJNR Am J Neuroradiol* 1986 July; 7(4):651-6.

- (21) Forbes G, Gorman CA, Gehring D, Baker HL, Jr. Computer analysis of orbital fat and muscle volumes in Graves ophthalmopathy. *AJNR Am J Neuroradiol* 1983 May; 4(3):737-40.
- (22) Gola R, Carreau JP, Faissal A. Le tissu graisseux de l'orbite *Rev Stomatol Chir Maxillofac* 1995; 96(3):123-36.
- (23) Hallin ES, Feldon SE. Graves' ophthalmopathy: I. Simple CT estimates of extraocular muscle volume. *Br J Ophthalmol* 1988 Sept.; 72(9):674-7.
- (24) Han JS, Benson JE, Bonstelle CT et al. Magnetic resonance imaging of the orbit: a preliminary experience. *Radiology* 1984 Mar.; 150(3):755-9.
- (25) Horan EC. Ophthalmic manifestations of progressive systemic sclerosis. *Br J Ophthalmol* 1969 June; 53(6):388-92.
- (26) Hudson, H. L, Levain, L, and Feldon, S. E. Graves' exophthalmos unrelated to extra-ocular muscle enlargement. *Ophthalmology* 98, 1495-1499. 1991.
- (27) Jones LT. A new concept of the orbital fascia and rectus muscle sheaths and its surgical implications. *Trans Am Acad Ophthalmol Otolaryngol* 1968 Sept.; 72(5):755-64.
- (28) Jones I R The pathogenesis and treatment of Graves' ophthalmopathy post grad. *Med.J .*, 1987,63,731-733.
- (29) Jost, G, Vergnon, L, Laffole, P, and Pelisse, JM. Etude anatomique de la graisse orbitaire. *Ann Chir Plast* 25, 225-229. 1980.
- (30) Kaltreider SA, Jacobs JL, Hughes MO. Predicting the ideal implant size before enucleation. *Ophthal Plast Reconstr Surg* 1999 Jan.; 15(1):37-43.
- (31) Kendler D.L., Lippa J., Rootman J. The initial clinical characteristics of Graves' ophthalmopathy vary with age and sexe. *Arch. Ophthalmol.*, 1993,111,197-201
- (32) Kirkali PA, Kansu T, Sanac AS. Unilateral enophthalmos in systemic scleroderma. *J Clin Neuroophthalmol* 1991 Mar.; 11(1):43-4.

- (33) Koornneef L. The development of the connective tissue in the human orbit. *Acta Morphol Neerl Scand* 1976 Dec.; 14(4):263-90.
- (34) Koornneef L. Details of the orbital connective tissue system in the adult. *Acta Morphol Neerl Scand* 1977 Feb.; 15(1):1-34.
- (35) Koornneef L. New insights in the human orbital connective tissue. Result of a new anatomical approach. *Arch Ophthalmol* 1977 July; 95(7):1269-73.
- (36) Koornneef, L. Spatial aspect of orbital musculo-fibrous tissue in man. Swets and Zeitlinger . 1977. Amsterdam.
- (37) Koornneef L. Orbital septa: anatomy and function. *Ophthalmology* 1979 May; 86(5):876-80.
- (38) Kronish JW, Gonnering RS, Dortzbach RK et al. The pathophysiology of the anophthalmic socket. Part II. Analysis of orbital fat. *Ophthal Plast Reconstr Surg* 1990; 6(2):88-95.
- (39) Lagreze WD, Wesendahl TA, Kommerell G. [Enophthalmos caused by orbital metastasis of breast carcinoma]. *Klin Monatsbl Augenheilkd* 1997 July; 211(1):68-9.
- (40) Levi C, Gray JE, McCullough EC, Hattery RR. The unreliability of CT numbers as absolute values. *AJR Am J Roentgenol* 1982 Sept.; 139(3):443-7.
- (41) Lockwood, CB. The anatomy of the muscles, ligaments, and fascia of the orbit, including an account of the capsule of Tenon, the check ligaments of the recti, and of the suspensory ligament of the eye. *J Anat Physiol* 20, 1-25. 1986.
- (42) Lutzenberger L, Salvetti O. Volumetric analysis of CT orbital images. *Med Biol Eng Comput* 1998 Nov.; 36(6):661-6.
- (43) Mac Gregor A.M., Peterson M.M., McLauchlan S.M., Rooke P., Rees Smith B., Hall R. Carbimazole and the auto-immune response in Graves disease. *N.Eng.J.Med.*, 1980,303,302-307.

- (44) Manson PN, Clifford CM, Su CT et al. Mechanisms of global support and posttraumatic enophthalmos: I. The anatomy of the ligament sling and its relation to intramuscular cone orbital fat. *Plast Reconstr Surg* 1986 Feb.; 77(2):193-202.
- (45) Manson PN, Grivas A, Rosenbaum A et al. Studies on enophthalmos: II. The measurement of orbital injuries and their treatment by quantitative computed tomography. *Plast Reconstr Surg* 1986 Feb.; 77(2):203-14.
- (46) Motais, M. Anatomie de l'appareil moteur de l'œil. Delahaye . 1887. Paris.
- (47) Mulherg T., Heberling H.J., Joba W., Schworm H.D., Heufelder A.E. Detection and modulation of interleukin 1 receptor antagonist messenger ribonucleic acid and immunoreactivity in Graves' orbital fibroblasts. *Invest. Ophthalmol. Vis Sci.*, 1997,38,1018-1028.
- (48) Neiger M. Les structures conjonctives de l'orbite et le coussinet adipeux orbitaire. *Acta Anat* 1960; suppl. 39:1-107.
- (49) Nozik RA. Orbital rim fat atrophy after repository periorbital corticosteroid injection. *Am J Ophthalmol* 1976 Dec.; 82(6):928-30.
- (50) Orgiazzi J. Auto-immunité thyroïdienne humaine. In: La thyroïde. Leclere J., Orgiazzi J., Rousset B., Schlienger J.L., Wemeau J.L. Expansion Scientific Française, 1992, 180-188.
- (51) Perros P, Kendall-Taylor P. Pathogenetic mechanisms in thyroid-associated ophthalmopathy. *J Intern Med* 1992 Mar.; 231(3):205-11.
- (52) Peyster RG, Ginsberg F, Silber JH, Adler LP. Exophthalmos caused by excessive fat: CT volumetric analysis and differential diagnosis. *AJR Am J Roentgenol* 1986 Mar.; 146(3):459-64.
- (53) Peyster, R. G. and Hoover, E. D. Computerized Tomography in orbital disease and neuroophthalmology. Chicago : Yearbook , 97-114. 1984.
- (54) Prummel M.F., Wiersinga W.M. Smoking and risk of Graves' disease. *JAMA*, 1993, 269, 479-482.

- (55) Raney RB, Anderson JR, Kollath J et al. Late effects of therapy in 94 patients with localized rhabdomyosarcoma of the orbit: Report from the Intergroup Rhabdomyosarcoma Study (IRS)- III, 1984-1991. *Med Pediatr Oncol* 2000 June; 34(6):413-20.
- (56) Robert PY. Le muscle releveur de la paupière supérieure. Rappels anatomophysiologiques et études de 7 exentérations d'orbite. Mémoire de Maîtrise d'Anatomie, Université de Limoges, 1993.
- (57) Romestaing P, Hullo A. [Late effects of radiation on the eye and ocular adnexa]. *Cancer Radiother* 1997; 1(6):683-91.
- (58) Ruedemann, A, Roberts, N, and Seligson, A. Voluntary luxation of globes. *Am.J.Ophthalmol.* 37, 351-354. 1954.
- (59) Sacks JG. The levator-trochlear muscle. A supernumerary orbital structure. *Arch Ophthalmol* 1985 Apr.; 103(4):540-1.
- (60) Sattler H . Die Basedowisch krankheit. Graefe Saenisch Handbuch die Ges. .Augenh. Translated by Marchand G.W and Marchand,J.F. Grüne and Stratton, New York, 1952.
- (61) Sevel D. A reappraisal of the origin of human extraocular muscles. *Ophthalmology* 1981 Dec.; 88(12):1330-8.
- (62) Sires BS, Lemke BN, Dortzbach RK, Gonnering RS. Characterization of human orbital fat and connective tissue. *Ophthal Plast Reconstr Surg* 1998 Nov.; 14(6):403-14.
- (63) Sires BS, Saari JC, Garwin GG et al. The color difference in orbital fat. *Arch Ophthalmol* 2001 June; 119(6):868-71.
- (64) Smerdon DL, Sutton GA. Analysis of the factors involved in cosmetic failure following excision of the eye. *Br J Ophthalmol* 1988 Oct.; 72(10):768-73.
- (65) Smit TJ, Koornneef L, Zonneveld FW et al. Computed tomography in the assessment of the postenucleation socket syndrome. *Ophthalmology* 1990 Oct.; 97(10):1347-51.

- (66) Tellez M., Cooper J., Edmonds C. Graves' ophthalmopathy in relation to cigarette smoking and ethnic origin. *Chir. Endocrinol.*, 1988,28,619-628.
- (67) Thaller VT. Enucleation volume measurement. *Ophthal Plast Reconstr Surg* 1997 Mar.; 13(1):18-20.
- (68) Tian S, Nishida Y, Isberg B, Lennerstrand G. MRI measurements of normal extraocular muscles and other orbital structures. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2000 May; 238(5):393-404.
- (69) Trokel SL, Jakobiec FA. Correlation of CT scanning and pathologic features of ophthalmic Graves' disease. *Ophthalmology* 1981 June; 88(6):553-64.
- (70) Tyers AG, Collin JR. Orbital implants and post enucleation socket syndrome. *Trans Ophthalmol Soc U K* 1982 Apr.; 102 (Pt 1):90-2.
- (71) Utiger R.D. Pathogenesis in Graves ophthalmopathy. *N. Engl.J.Med.*, 1992,326,1772-1773.
- (72) Velut S, Destrieux C. Systématisation des voies optiques primaires et voies optiques secondaires. 1997.
- (73) Vial, S, Gibon, D, Vasseur, C, and Rousseau, J. A fuzzy logic method to reconstruct volumes in tomographic imaging. unpublished.
- (74) Vistnes LM, Paris GL. Uses of RTV silicone in orbital reconstruction. 1977. *Adv Ophthalmic Plast Reconstr Surg* 1990; 8:214-9.
- (75) Weetman AP, Cohen S, Gatter KC et al. Immunohistochemical analysis of the retrobulbar tissues in Graves' ophthalmopathy. *Clin Exp Immunol* 1989 Feb.; 75(2):222-7.

ANNEXES

LISTE DES FIGURES

Figure 1-les parois orbitaires.....	18
Figure 2-les orifices orbitaires	18
Figure 3-Fascias orbitaires. Coupe antérieure.....	23
Figure 4-Fascias orbitaires. Coupe postérieure.....	23
Figure 5-aspect en trèfle de la graisse orbitaire en coupe coronale.....	26
Figure 6-coupe frontale de l'orbite : l'unité fonctionnelle.	28
Figure 7 : Exophtalmie dysthyroïdienne.....	33
Figure 8 : Exophtalmie dysthyroïdienne Maligne, après corticothérapie, après décompression orbitaire.	33
Figure 9 : Exophtalmie mesurée dans le plan neuro-oculaire.....	44
Figure 10 : Différents sièges d'une décompression osseuse.....	50
Figure 11 Lipectomie orbitaire : ablation de la graisse médio-interne, visualisation du droit médial (flèche).....	51
Figure 12 étiquetage des images	63
Figure 13 : Zoom avant définition des contours	65
Figure 14 : Mise au point du contraste de l'image par la fonction dynamique pour une meilleure visualisation de la graisse	65
Figure 15 : Définition des contours.....	66
Figure 16 : Graisse en technique normale	67
Figure 17 : Graisse en technique Floue, visualisation du passage des muscles droits et de nerf optique.....	69
Figure 18-schéma récapitulatif de la méthode	71
Figure 19 Graisse orbite droite (vert) et gauche (bleu). Visualisation postérieure.	78
Figure 20 : Modélisation de la graisse orbitaire : passage des muscles oculomoteurs et du nerf optique.....	79
Figure 21 : Mise en situation de la reconstruction dans son environnement 3D.	79
Figure 22 : Visualisation du contenu orbitaire total droit et gauche, vue supérieure.(vert = droit).....	80
Figure 23 : Remise en situation des volumes mesurés.	80

CONTRAT DE COLLABORATION DE RECHERCHE

ENTRE

Le Groupement d'Intérêt Scientifique Thérapie Assistée par l'Image,

Institut de Technologie Médicale
CHRU de Lille,
59037 Lille Cedex
France

représenté par M. Jean ROUSSEAU, Coordonnateur Scientifique, ayant tous pouvoirs à cet effet,

Ci-après désigné par les termes "LE GIS"

ET

Le Service d'Ophtalmologie du CHU de Limoges

CHU de Limoges
2 avenue Martin Luther King
87000 Limoges
France

représenté par M. le Professeur Jean Paul ADENIS, Chef de service, ayant tous pouvoirs à cet effet,

Ci-après désigné par les termes "LE SERVICE"

ET

La Société AQUILAB

S.A.S. au capital de 116 900 €, Immatriculée au RCS de Lille sous le numéro 433 993 540
Dont le siège social est sis :
Pavillon Vancostenobel
2 avenue Oscar Lambret
59037 Lille Cedex
France

Représentée par M. David GIBON agissant en qualité de Président ayant tout pouvoir à l'égard des présentes,

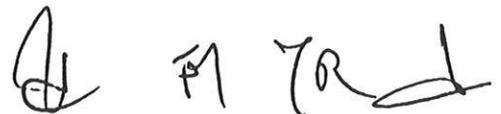
Ci-après désignée par "LA SOCIETE"

PREAMBULE :

Étant préalablement exposé que :

◆ Les parties Universitaires et Hospitalières (Centre Oscar Lambret, CHRU, Université de Lille I et Lille II) ont engagé depuis 1989 une collaboration scientifique sur le thème de la Thérapie Assistée par l'Image ("THAI"). Elles ont, à cet égard par contrat en date du 19 octobre 1999, constitué un Groupement d'Intérêt Scientifique ("GIS THAI") établissant le cadre général et les modalités de coopération entre tous les partenaires en matière de Recherche, de Formation et de Transfert dans le domaine de la Thérapie Assistée par l'Image. Les recherches menées en commun ont donné lieu à des publications scientifiques au plan international. L'ensemble de ces travaux a permis de faire progresser la connaissance scientifique et la maîtrise des technologies informatiques, mécaniques, électroniques et chimiques afférentes à ce domaine.

◆ La Société AQUILAB a été créée le 27 décembre 2000 afin de valoriser des technologies issues de laboratoires publics et de la recherche privée, concourant ainsi au développement socio-économique régional.



En particulier, AQUILAB a pour objet la conception, le développement, la production et la commercialisation de dispositifs, logiciels et matériels, études et services dans le secteur de la santé.

◆ Par un protocole d'accord en date du 6 juillet 2001, les Parties Universitaires et Hospitalières ont convenu de concéder à la société AQUILAB une licence exclusive d'exploitation et de commercialisation des droits qu'elles détiennent sur divers procédés et de lui apporter assistance dans l'utilisation et l'exploitation de ces droits.

◆ Un autre objectif de la création d'AQUILAB est de mener une activité de recherche et développement technologique, inscrite dans le prolongement des travaux fondamentaux et appliqués réalisés dans le cadre des équipes de parties Universitaire et Hospitalières, et à cet effet, de constituer, en relation étroite avec les partenaires scientifiques, un partenariat dans le domaine de la thérapie assistée par l'image.

◆ Par un contrat de partenariat en date du 16 juillet 2001, les Parties Universitaires et Hospitalières ont convenu par contrat de collaborer scientifiquement avec la société AQUILAB.

ARTICLE 1. DOMAINE DU CONTRAT

Le domaine du présent contrat est l'évaluation du logiciel de recherche ARTIMED développé par le GIS qui permet la modélisation et la quantification volumique en imagerie par une technique de logique floue. Le logiciel ARTIMED est la propriété du GIS. La SOCIETE dispose d'une licence exclusive d'exploitation et de commercialisation des droits sur ce logiciel.

Aucune des stipulations du présent contrat ne saurait être interprétée comme créant des droits et obligations en dehors du domaine du contrat tel que défini ci-dessus.

ARTICLE 2. OBJET DU CONTRAT

Le présent contrat a pour objet de définir les modalités de la collaboration entre LE GIS, LE SERVICE et LA SOCIETE dans le domaine du contrat et de définir les droits et obligations des parties pendant la collaboration ainsi que sur les résultats obtenus en vue de leur exploitation scientifique et industrielle.

ARTICLE 3. PROGRAMME DE L'ETUDE

L'ETUDE consiste en l'évaluation de la méthodologie de quantification volumique développée par le GIS pour la mesure de la graisse orbitaire dans l'orbitopathie Basedowienne. Cette étude est décomposée en deux phases :

1- Validation de la méthode de quantification sur des objets tests

2- Quantification sur des images IRM du CHU de Limoges.

3-1 Répartition des travaux :

Cette étude sera confiée au SERVICE. M. Frédéric MOURIAUX du CH de Lens participera à cette étude.

Un programme détaillé de L'ETUDE est donné dans l'annexe jointe au présent contrat.

3-2 Moyens mis en oeuvre :

LE GIS mettra à disposition de L'ETUDE le savoir-faire de ses personnels et le logiciel de quantification volumique ARTIMED développé.

LE SERVICE mettra à disposition de L'ETUDE le savoir-faire de ses personnels et utilisera les équipements d'imagerie IRM et Scanner nécessaires à la bonne exécution de L'ETUDE.

LA SOCIETE mettra à disposition de L'ETUDE le savoir-faire de ses personnels et utilisera sa solution de contrôle de qualité ARTiScan MR pour la mesure des paramètres physiques nécessaires à L'ETUDE.

ARTICLE 4. DUREE DU CONTRAT

Ce contrat est conclu pour une durée de six mois à compter du démarrage de l'ETUDE.

Le contrat peut être renouvelé à la fin de cette période par un avenant qui précise l'objet de cette prolongation ainsi que ses modalités.

A M TR. 2/5

Nonobstant l'échéance du contrat où sa résiliation dans les cas prévus à l'article 13, les dispositions prévues à l'article 9 resteront en vigueur pour les durées fixées audit article.

ARTICLE 5. RESPONSABILITE SCIENTIFIQUE

M. Jean ROUSSEAU du GIS ThAI, M. le Professeur Jean Paul ADENIS du CHU de Limoges et M. Frédéric MOURIAUX du CH de Lens sont les responsables scientifiques de L'ETUDE.

Leur correspondant dans LA SOCIETE est M. David GIBON.

ARTICLE 6. REUNIONS-RAPPORTS

Le comité technique de suivi de L'ETUDE est composé des responsables scientifiques de L'ETUDE et de leur correspondant dans LA SOCIETE qui pourront se faire assister d'une personne de leur choix.

Ce comité a pour rôle de constater l'état d'avancement des travaux et de suivre le bon déroulement de L'ETUDE. Il se réunira pendant toute la durée du présent contrat, à la demande de l'une ou l'autre des parties, et en tout état de cause préalablement à la survenance des cas suivants :

- réorientation de L'ETUDE en fonction des résultats obtenus
- projet de publication sur les résultats de L'ETUDE
- difficulté dans l'exécution du présent contrat

Toutes les décisions seront prises à l'unanimité par les membres du comité technique.

A la fin de L'ETUDE, le comité technique réunira l'ensemble des signataires du présent contrat pour une présentation des résultats obtenus durant L'ETUDE.

ARTICLE 7. PERSONNEL

Dans le cadre de ce contrat, les parties pourront être amenées à envoyer certains de leurs personnels travailler dans les locaux de l'un des signataires tout en continuant à en assurer la rémunération.

Ce personnel devra se conformer au règlement intérieur de l'établissement d'accueil. Chacune des parties continuera d'assumer à l'égard du personnel qu'elle rémunère toutes les obligations sociales et fiscales et d'exercer envers lui toutes les prérogatives administratives de gestion. Les parties assureront la couverture de leurs personnels respectifs en matière d'accidents de travail et de maladies professionnelles.

ARTICLE 8. CONDITIONS DE MISE A DISPOSITION

Le logiciel ARTIMED est mis à la disposition du SERVICE dans le cadre de L'ETUDE. Le GIS assurera le paramétrage du logiciel aux images utilisées ainsi que la formation des personnels qui utiliseront ce logiciel. Le SERVICE s'engage à ne pas utiliser ce logiciel pour tout autre étude sans l'accord du GIS et de la SOCIETE.

ARTICLE 9. CONFIDENTIALITE

9-1 : Toute publication ou communication d'informations relatives à L'ETUDE, par l'une ou par l'autre des parties, devra recevoir, pendant la durée du présent contrat et les 6 mois qui suivent son expiration, l'accord écrit des autres parties qui feront connaître leur décision dans un délai maximum de 2 mois à compter de la demande : passé ce délai et faute de réponse, l'accord sera réputé acquis.

En conséquence, tout projet de publication ou communication sera soumis à l'avis des autres parties qui pourront supprimer ou modifier certaines précisions dont la divulgation serait de nature à porter préjudice à l'une ou l'autre des parties ou à l'exploitation industrielle et commerciale des résultats de L'ETUDE. De telles suppressions ou modifications ne porteront pas atteinte à la valeur scientifique de la publication.

De plus, les autres parties pourront retarder la publication ou la communication d'une période maximale de 12 mois à compter de la demande si des informations contenues dans la publication ou communication doivent faire l'objet d'une protection au titre de la propriété industrielle.

 3/5

Ces publications et communications devront mentionner le concours apporté par chacune des parties à la réalisation de L'ETUDE.

9-2 : Toutefois les dispositions du présent article ne pourront faire obstacle :

- ni à l'obligation qui incombe à chacune des personnes participant à L'ETUDE de produire un rapport d'activité à l'organisme dont elle relève, cette communication ne constituant pas une divulgation au sens des lois sur la propriété industrielle,

- ni à la soutenance de mémoire ou de thèse des chercheurs dont l'activité scientifique est en relation avec l'objet du présent contrat, cette soutenance étant organisée chaque fois que nécessaire de façon à garantir, tout en respectant la réglementation universitaire en vigueur, la confidentialité de certains travaux. A ce sujet l'arrêté du 5 juillet 1984 relatif à l'habilitation à diriger des recherches précise dans l'article 10 du chapitre III : "Dans le cas où le sujet de la thèse ou des travaux l'exigerait, le Directeur de thèse peut, en accord avec le Président ou le Directeur de l'Etablissement, prendre toute disposition pour en protéger le caractère confidentiel".

9-3 : En sus des engagements réciproques de secret pris selon les termes ci-dessus, les parties s'engagent à garder secrètes les autres informations de toute nature appartenant à l'autre partie qu'elles auraient pu recueillir à l'occasion des contacts avec les services de l'autre partie. Elles s'engagent à faire prendre le même engagement par leurs préposés.

9-4 : Les stipulations de l'article 9-3 demeureront en vigueur pendant la durée du présent contrat et pendant une période de cinq (5) ans après son échéance.

ARTICLE 10. PROPRIETE INDUSTRIELLE

Les résultats portant sur le domaine de L'ETUDE appartiennent à LA SOCIETE.

Chaque partie pourra utiliser les résultats de L'ETUDE pour ses besoins propres de recherche.

ARTICLE 11. EXPLOITATION DES RESULTATS

LA SOCIETE bénéficie du droit d'exploitation des résultats obtenus dans le cadre de la présente collaboration.

ARTICLE 12. INTEGRALITE DU CONTRAT

Le présent contrat exprime l'intégralité des obligations des parties. Aucune condition générale ou spécifique figurant dans les documents envoyés ou remis par les parties ne pourra s'intégrer au présent contrat.

En cas de contradiction entre les dispositions du présent contrat et celles de l'un ou l'autre des documents susvisés, le présent contrat primera sur lesdits accords.

ARTICLE 13. RESILIATION

Le présent contrat sera résilié de plein droit, dans le cas où l'exploitant ferait l'objet d'une procédure de redressement judiciaire ou de liquidation judiciaire, après mise en demeure adressée à l'administrateur restée plus d'un mois sans réponse, sous réserve des dispositions de l'article 37 nouveau de la loi n° 85-98 du 25 janvier 1985.

Le présent contrat sera également résilié de plein droit en cas de cessation d'activité, dissolution ou liquidation amiable de LA SOCIETE.

Le présent contrat sera résilié de plein droit par l'une des parties en cas d'inexécution par l'autre d'une ou plusieurs obligations contenues dans ses diverses clauses. Cette résiliation deviendra effective un mois après l'envoi par la partie plaignante d'une lettre recommandée avec accusé de réception, exposant les motifs de la plainte, à moins que, dans ce délai, la partie défaillante n'ait satisfait à ses obligations ou n'ait apporté la preuve d'un empêchement consécutif à un cas de force majeure.

L'exercice de cette faculté de résiliation ne dispense pas la partie défaillante de remplir les obligations contractées jusqu'à la date de prise d'effet de la résiliation et ce, sous réserve des dommages éventuellement subis par la partie plaignante du fait de la résiliation anticipée du contrat.

 4/5

ARTICLE 14. LITIGES

En cas de désaccord persistant le tribunal administratif compétent sera celui de Lille.

Fait à Lille,

En trois exemplaires originaux

POUR LE GIS

M. Jean ROUSSEAU
Coordonnateur Scientifique

Le 30/04/2002

POUR LE SERVICE

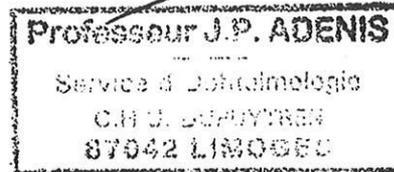
M. le Professeur Jean Paul ADENIS
Chef de Service

POUR LA SOCIETE

M. David GIBON
Président
ADU LAB
David Gibon, President

Pavillon Vancostenobel
2 avenue Oscar Lambret
59037 Lille cedex, France

Pour information;



Docteur F. MOURIAUX
M. le Docteur Frédéric MOURIAUX
Centre Hospitalier de LENS

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	14
RAPPELS	17
I. ANATOMIE DE L'ORBITE	17
1. L'orbite osseuse	17
2. Le contenu orbitaire	19
II. LA GRAISSE ORBITAIRE	24
1. Embryologie	24
2. Anatomie	25
3. Histologie	27
4. Physiologie	27
5. Facteurs de modification de la graisse orbitaire	29
III. L'ORBITOPATHIE DYSTHYROÏDIENNE	32
1. Définition	32
2. Pathogénie	34
3. Diagnostic positif	39
4. Examens complémentaires	43
5. Diagnostics différentiels de l'exophtalmie dysthyroïdienne	45
IV. TRAITEMENT DE L'ORBITOPATHIE DYSTHYROIDIENNE	48
1. Traitement médical	49
2. Traitement chirurgical	49
V. VOLUMES NORMAUX DES STRUCTURES ORBITAIRES	52
1. Le type d'imagerie	52
2. Les techniques de mesure et de calcul des volumes	53
3. Valeurs normales des volumes chez l'adulte	54
MATERIELS ET METHODES	58
I. MATERIELS	58
1. Les patients	58
2. L'IRM	61

II. METHODES	61
1. Le transfert des images	61
2. Le logiciel de calcul	62
RESULTATS	73
I. MESURE DE LA GRAISSE ORBITAIRE	73
II. MESURE DU CONTENU DE LA CAVITE ORBITAIRE	75
III. RAPPORT VOLUMETRIQUE	77
IV. MODELISATION ET REPARTITION DE LA GRAISSE ORBITAIRE	78
V. EVOLUTION DES VOLUMES APRES LIPECTOMIE	81
DISCUSSION	83
I. CHOIX DE LA METHODE	83
1. Le type d'imagerie	83
2. Le protocole	85
3. La technique de mesure	85
II. LIMITES DE LA METHODE	87
1. Humaines	87
2. Techniques	87
III. DISCUSSION DES RESULTATS	89
1. Validation de la méthode	89
2. Evolution des volumes	90
IV. PERSPECTIVES	91
CONCLUSION	93
BIBLIOGRAPHIE	94

ANNEXES	101
LISTE DES FIGURES	101
TABLE DES MATIERES	102

SERMENT D'HIPPOCRATE

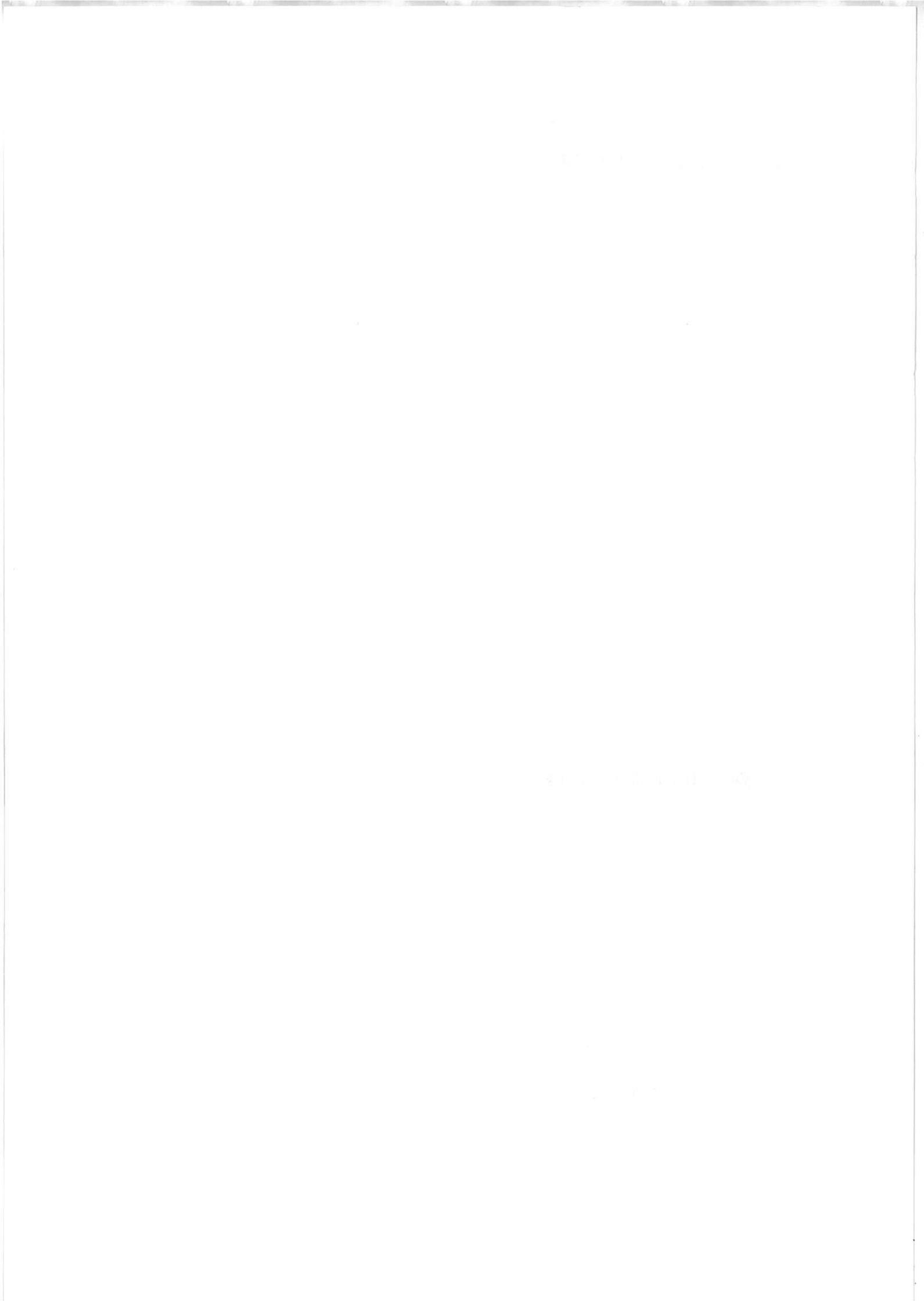
En présence des maîtres de cette école, de mes condisciples, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la médecine.

Je dispenserai mes soins sans distinction de race, de religion, d'idéologie ou de situation sociale.

Admis à l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe, ma langue taira les secrets qui me seront confiés et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs ni à favoriser les crimes.

Je serai reconnaissant envers mes maîtres, et solidaire moralement de mes confrères. Conscient de mes responsabilités envers les patients, je continuerai à perfectionner mon savoir.

Si je remplis ce serment sans l'enfreindre, qu'il me soit donné de jouir de l'estime des hommes et de mes condisciples, si je le viole et que je me parjure, puissé-je avoir un sort contraire.



RESUME

Introduction : La graisse orbitaire est un des tissus les plus représentés au sein de l'orbite. Des études de mesures des volumes orbitaires ont retrouvé une augmentation prédominante de la graisse orbitaire mais aussi dans certains cas des muscles oculo-moteurs dans l'orbitopathie dysthyroïdienne. Cette augmentation relative peut amener à une prise en charge différente sur le plan chirurgical des exophtalmies dysthyroïdiennes rebelles au traitement médical.

Matériels et méthodes : Un groupe de quatre patients sains, ainsi qu'un groupe de quatre patients présentant une orbitopathie dysthyroïdienne ont été étudiés. A partir de clichés IRM, en coupes axiales, et à l'aide du logiciel ARTIMED du C.H.U. de Lille, le volume de la graisse orbitaire et du contenu orbitaire total ont été mesurés.

Résultats : Les volumes mesurés chez les patients sains semblent proches des valeurs retrouvées dans la littérature. Dans le groupe de patients dysthyroïdiens, les mesures réalisées avant et après lipectomie orbitaire sont corrélés à la clinique.

Discussion : Le nombre de patients inclus dans cette étude est encore insuffisant pour extraire des données statistiques qui permettraient de guider la conduite à tenir sur la prise en charge des orbitopathies dysthyroïdiennes.

Conclusion : La mise en place de cette étude nous a impliqués dans un travail multidisciplinaire qui nous a permis de mesurer et d'obtenir des premiers résultats. Une étude prospective, multicentrique, incluant des patients opérés par le docteur F. MOURIAUX et le Professeur J.P. ADENIS est en cours de réalisation.

Mots clés : Volume, graisse orbitaire, IRM, orbitopathie dysthyroïdienne, lipectomie.