

TABLE DES MATIERES

LISTE DES TABLEAUX ET FIGURES	7
INTRODUCTION	11
PREMIERE PARTIE : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE	13
I. PRINCIPAUX ORDRES D'OISEAUX ACCUEILLIS AU CEDAF.....	13
II. STRUCTURE ANATOMIQUE ET HISTOLOGIQUE DE L'ŒIL DE L'OISEAU ET DE SES ANNEXES.....	15
A. Orbite et position du globe oculaire.....	15
1) L'orbite.....	15
2) Situation et morphologie du bulbe oculaire	17
B. Les annexes de l'œil.....	19
1) Paupières et conjonctives	19
2) Appareil lacrymal.....	22
3) Muscles péri-oculaires	23
C. Structure anatomique du globe oculaire.....	25
1) Tunique fibreuse ou tunique externe.....	25
(a) Cornée	25
(b) Sclère.....	26
2) Tunique vasculaire ou tunique moyenne	27
(a) Iris	27
(b) Corps ciliaire	31
(c) Choroïde.....	32
3) Rétine ou tunique nerveuse	33
4) Cristallin.....	38
5) Segment antérieur	39
6) Segment postérieur.....	40
III. LA VISION DES OISEAUX.....	43
A. Les paramètres de la vision chez les oiseaux	43
1) Vision binoculaire/monoculaire	43

2) Champs visuels	43
3) Acuité.....	44
4) Accommodation	45
5) Voies optiques.....	48
B. Adaptation de l'œil au mode de vie	49
1) Adaptation de la structure de la rétine au mode de vie	49
(a) Structure	49
(b) Fovéas/Aréas.....	49
(c) Pigments.....	51
2) Autres adaptations au mode de vie	52
(a) Vision des couleurs	52
(b) Vision dans le spectre ultra-violet (UV)	52
(c) Détection des mouvements	54
(d) Adaptations diurnes/nocturnes.....	54
IV. EXAMEN DE L'ŒIL	55
A. Les conditions de l'examen.....	55
B. Les commémoratifs et l'anamnèse.....	56
1) Cas des oiseaux de cage et de volière	56
2) Cas des oiseaux sauvages.....	57
C. L'examen général et l'examen ophtalmologique.....	58
1) Examen à distance.....	58
2) Examen rapproché.....	59
(a) Examen des structures périoculaires, paupières et conjonctives.....	59
(b) Examen de la vision et des réflexes	60
(c) Examen du segment antérieur	61
(d) Examen du segment postérieur	62
D. Examens complémentaires.....	64
V. PRINCIPALES AFFECTIONS OCULAIRES DES OISEAUX	69
A. Affections du globe	69
1) Anomalies de développement	69
2) Phtysis	69
3) Exophtalmie ou luxation du globe	69

4) Enophtalmie	71
5) Buphtalmie	71
6) Aplatissement du globe	71
B. Affections périorbitaires et des annexes de l'œil	72
1) Atteintes péri-orbitaires.....	72
(a) Abcès orbitaires et périorbitaires	72
(b) Œdème périorbitaire d'origine néoplasique	73
(c) Lésions périoculaires hyperplasiques.....	73
(d) Autres dermatoses périoculaires	76
2) Atteinte des paupières et conjonctives	76
(a) Anomalies congénitales	76
(b) Affections des paupières externes.....	77
(c) Affection de la membrane nictitante	78
(d) Conjonctivites	78
3) Atteinte de l'appareil lacrymal.....	80
C. Pathologie de la cornée	80
1) Ulcères et kératites	80
2) Autres	82
D. Pathologie de l'uvée.....	82
1) Uvéite.....	82
2) Les glaucomes.....	84
3) Autres	84
E. Pathologie du cristallin.....	85
1) Cataracte.....	85
2) Vieillessement du cristallin.....	85
3) Luxation	86
F. Pathologie de la rétine.....	86
G. Pathologie du segment postérieur	87
H. Néoplasies	87
I. Les traumatismes	87
J. La perte de la vision	88

DEUXIEME PARTIE : ETUDE RETROSPECTIVE DES CAS OPHTALMOLOGIQUES DES OISEAUX DE TOUTES ESPECES RECUS AU CEDAF ENTRE 2008 ET 2012	91
I. Matériel et méthode	91
A. La population d'étude	91
B. Le support de l'étude.....	92
C. Collecte des données	92
D. Analyses statistiques	95
II. Résultats	96
A. Etude de la population.....	96
B. La répartition des affections oculaires	101
C. Etude de la fin d'hospitalisation des oiseaux	105
III. Discussion	107
CONCLUSION	117
BIBLIOGRAPHIE.....	119
ANNEXES	123

LISTE DES TABLEAUX ET FIGURES

Tableau 1 : Présentation de quelques familles et caractéristiques des principaux ordres d'oiseaux de France.	14
Tableau 2 : Nombre total d'entrées d'oiseaux et nombre et pourcentage d'oiseaux présentant une atteinte oculaire par rapport au nombre total d'oiseaux reçus au CEDAF par année.	96
Tableau 3 : Répartition des espèces rencontrées par année par rapport au nombre d'individus avec une atteinte oculaire dans la même année.	98
Tableau 4 : Pourcentage d'atteinte oculaire au sein d'une même espèce.	100
Tableau 5: Nombre et pourcentage d'atteintes unilatérale ou bilatérale.	101
Tableau 6 : Pourcentage d'oiseaux présentant des affections oculaires uniques ou multiples.	102
Tableau 7 : Taux de guérison des oiseaux reçus au CEDAF pendant la période d'étude et présentant une affection oculaire, en fonction de l'aspect unilatéral ou bilatéral des lésions.	106
Tableau 8 : Taux de guérison des oiseaux reçus au CEDAF pendant la période d'étude et présentant une affection oculaire, en fonction des localisations des lésions principales.	106
Tableau 9 : Présentation de la pharmacie disponible et chiffreage.	113
Figure 1: Crâne A. d'un Gallinacé et B. de Psittacidé.	16
Figure 2 : Relation entre les orbites et le diverticule infraorbitaire sur un crâne de Psittacidé.	17
Figure 3 : Tête d'une bécasse des bois vue de dessus avec l'implantation très latérale des yeux (œil droit avec ulcère cornéen).	18
Figure 4 : Les différentes formes de globe oculaire.	19
Figure 5 : Paupières A. d'un Faucon crécerelle et B. d'une Bécasse des bois.	21
Figure 6 : Localisation des glandes de l'appareil lacrymal.	23
Figure 7 : Localisation des glandes de l'appareil lacrymal et des muscles du bulbe.	24
Figure 8 : Mouvements compensatoires de la tête sur une chouette hulotte.	24
Figure 9 : Coupe sagittale d'un œil d'oiseau (type plat).	25
Figure 10 : Différences de coloration de l'iris en fonction de l'espèce.	28
Figure 11 : Coupe sagittale d'une portion d'œil d'oiseau, organisation de l'angle irido-cornéen. ...	30
Figure 12 : Vue antérieure du cristallin d'une pintade (<i>Agelastes</i>), iris enlevé, ce qui laisse apparaître les relations entre le cristallin et le corps ciliaire.	32
Figure 13 : Aspect normal du fond d'œil d'un hibou grand-duc (<i>Bubo bubo</i>) observé par ophtalmoscopie.	34
Figure 14 : Structure de la rétine de l'oiseau.	35
Figure 15 : Structure des photorécepteurs chez l'oiseau.	36
Figure 16 : Exemple de répartition des cellules ganglionnaires sur la rétine d'oiseaux de six espèces différentes. Les rétines sont ramenées à la même taille et les teintes de gris foncent avec l'augmentation de la densité cellulaire.	38
Figure 17 : Modifications structurales de l'œil d'un oiseau par les phénomènes de l'accommodation.	46
Figure 18 : Le nombre des fovéas est variable en fonction du mode de vie de l'oiseau A. Une seule fovéa temporale chez les rapaces nocturnes et B. Deux fovéas chez les rapaces diurnes.	50
Figure 19 : Blépharospasme à l'examen d'entrée sur une chouette hulotte.	60

Figure 20 : Matériel du test à la fluorescéine à gauche et à droite, résultat en cas d'ulcère sur l'œil d'un faucon crécerelle.	65
Figure 21 : Radiographie latérale du crâne d'un psittacidé	67
Figure 22 : Echographie des yeux d'une chouette hulotte (08/299) : Œil normal à droite et œil atteint à gauche.....	67
Figure 23 : Exophtalmie sur un pigeon biset	70
Figure 24 : Buphtalmie sur une chouette hulotte	71
Figure 25 : Gonflement périorbitaire sur un pigeon ramier à gauche (gonflement unilatéral avec un hématome) et sur un pigeon biset à droite (gonflement bilatéral).	73
Figure 26 : Blépharite sur une tourterelle des bois à gauche et sur un moineau domestique à droite.	77
Figure 27 : Ulcères mis en évidence par de la fluorescéine sur une mésange à longue queue à gauche et sur une bécasse des bois à droite.	82
Figure 28 : Hyphémas sur une chouette hulotte à gauche et sur une bécasse des bois à droite.....	83
Figure 29 : En haut à droite, uvéite sur une chouette hulotte, associée à un ulcère mis en évidence par de la fluorescéine en haut à gauche. En bas, uvéite secondaire à une salmonellose sur un faucon crécerelle.	84
Figure 30 : Cataracte sur un merle noir associée à des signes d'uvéite (synéchies, dyscorie)	85
Figure 31 : Suite à une énucléation sur une chouette hulotte, on observe l'aspect de l'œil tubulaire à gauche et l'animal, prêt à être relâché, à droite.	89
Figure 32 : Exemple de tableau de collecte des données (exemple en 2010).....	93
Figure 33 : Exemple de dossiers exclus.	94
Figure 34 : Pourcentage des 156 oiseaux par catégories d'âge en fonction des années.	97
Figure 35 : Répartition des 156 oiseaux avec atteinte oculaire par espèces en fonction de l'année.	99
Figure 36 : Activités comparées en ophtalmologie et en exercice global sur la période d'étude....	101
Figure 37 : Pourcentage d'atteintes de chaque structure de l'œil et de traumatismes par année	102
Figure 38 : Répartition des affections du globe oculaire sur les oiseaux reçus au CEDAF et présentant une affection oculaire pendant la période d'étude.	103
Figure 39 : Répartition des affections des paupières (P) et des conjonctives sur les oiseaux reçus au CEDAF et présentant une affection oculaire pendant la période d'étude.	103
Figure 40 : Répartition des affections de la cornée sur les oiseaux reçus au CEDAF et présentant une affection oculaire pendant la période d'étude.	104
Figure 41 : Répartition des affections du segment antérieur sur les oiseaux reçus au CEDAF et présentant une affection oculaire pendant la période d'étude.	104
Figure 42 : Répartition des affections du segment postérieur sur les oiseaux reçus au CEDAF et présentant une affection oculaire pendant la période d'étude.....	105
Figure 43 : Répartition du devenir des oiseaux reçus au CEDAF pendant la période d'étude suite à une atteinte oculaire	105
Figure 44 : Répartition des oiseaux reçus au CEDAF sur la période d'étude et présentant une affection oculaire parmi les traumatismes crâniens.....	107
Figure 45 : Relations entre le crâne et la position des yeux sur une bécasse des bois (<i>Scopolax rusticola</i>) a. vue de côté et b. vue de face.	111

INTRODUCTION

De tous les vertébrés, les oiseaux forment la classe animale qui semble dépendre le plus du sens de la vision dans sa relation avec l'environnement. Certains auteurs comme Gunturkun (2000) en viennent à exagérément réduire les oiseaux à des « yeux sur des ailes ».

En effet, la majorité des espèces d'oiseaux vole et cette faculté, de fait, implique des adaptations physiologiques des sens car, en hauteur, les informations sensibles ne sont pas toujours identiques à celles perçues au sol. Par exemple, les odeurs et les sons peuvent être plus dispersés quand ils ne sont pas absents. En revanche, la vue est toujours utilisable et nous observons que la plupart des oiseaux ont développé une excellente vision qui leur permet notamment une identification efficace à distance des ressources alimentaires (O'Malley, 2005). Les qualités visuelles de l'avifaune peuvent être très impressionnantes et par exemple, l'acuité visuelle de nombreux oiseaux de proie diurnes surpasse de beaucoup celle des autres êtres vivants. Même un simple pigeon biset (*Columba livia*) excelle comparé à l'Homme, dans sa capacité à discriminer les luminances* et discerne de subtiles différences de couleurs (Gunturkun, 2000).

Proportionnellement à ce développement de la vision, les yeux ont subi des adaptations morphologiques affectant notamment l'importance de la taille de l'orbite et du globe oculaire. La structure du système nerveux traduit aussi l'importance de ce sens par l'augmentation du nombre d'axones rétiniens contenus dans les nerfs optiques (près de 2,5 fois le nombre humain d'après Gunturkun, 2000) et l'élargissement de la région visuelle en lobes optiques massifs, homologues des *colliculi* rostraux (King et McLelland, 1979).

Tous les oiseaux ne sont cependant pas dotés d'une vue excellente. Les oiseaux diurnes, à la vue excellente en journée, ont des capacités visuelles décroissantes avec l'intensité lumineuse. Les oiseaux disposant d'un champ visuel large du fait de la position de leurs yeux ont en contrepartie une appréciation médiocre des distances (Gunturkun, 2000).

La diversité des espèces et des modes de vie est donc nécessairement à prendre en compte dans l'approche de la vision de l'oiseau. L'adaptation de la vision dans chacune des espèces est nécessaire en fonction du milieu et de la vitesse de déplacement, des sources de nourriture exploitées et de la nature de leurs prédateurs naturels (Schmidt-Morand, 1992).

La connaissance de la structure et de la fonction de l'œil de l'oiseau reste encore incomplète malgré les nombreux progrès techniques qui ont été faits ces dernières années. La littérature disponible doit ainsi beaucoup à l'élevage avicole, à la fascination des Hommes pour les grands rapaces et enfin au récent développement de la détention d'oiseaux par des particuliers, comme nouvel animal de compagnie.

Si les connaissances sont imparfaites, la formation académique sur les soins à apporter aux oiseaux est quasi inexistante en dehors d'une participation volontaire au fonctionnement du service clinique du CEDAF (Centre d'accueil de la faune sauvage de l'ENVA).

Les soins prodigués par les profanes de la médecine aviaire, surtout dans le domaine de l'ophtalmologie, relèvent alors souvent du parallélisme avec des espèces mieux maîtrisées comme les carnivores ou encore de l'empirisme.

L'étude clinique que nous présentons dans ce travail a pour but d'étudier les affections oculaires dans une population d'oiseaux apportés au CEDAF entre 2008 et 2012. Notre objectif est d'analyser la répartition de ces affections pour mieux les caractériser et d'en extraire des informations cliniques dans le but d'améliorer le pronostic et les soins à apporter à des animaux dont le devenir est d'être réintroduits en milieu naturel.

Par la suite, tous les termes marqués du symbole « * » sont définis dans un lexique figurant en annexe (annexe 3).

PREMIERE PARTIE : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

I. PRINCIPAUX ORDRES D'OISEAUX ACCUEILLIS AU CEDAF

Lorsqu'un oiseau en détresse est admis dans un centre de sauvegarde, il est nécessaire de procéder à une identification rapide de l'espèce ou, à défaut d'une diagnose précise, du groupe taxonomique auquel il appartient. En effet cela va conditionner la prise en charge à plusieurs niveaux : d'abord l'approche et la contention devra s'adapter à la fragilité de l'espèce et / ou aux dangers qu'elle peut représenter pour le manipulateur, ensuite l'environnement de captivité devra tenter de reproduire les conditions de vie naturelles pour diminuer le stress et optimiser la prise en charge puis la phase de réhabilitation, et enfin l'alimentation devra être adaptée. Cette diagnose peut également permettre d'orienter le diagnostic en tenant compte des données scientifiques disponibles portant sur la pathologie habituelle de l'espèce ou du groupe taxonomique considéré. Pour ce qui est de l'ophtalmologie, les facteurs de variations interspécifiques concernent principalement le type de globe oculaire et l'anatomie de l'orbite. Notons de plus que la connaissance de la biologie et de l'écologie des espèces recueillies vont éventuellement conditionner leur devenir (Duquet, 1995).

En France, on trouve principalement des oiseaux de taille et de poids petits à moyens. Le plus petit est le Roitelet triple-bandeau (*Regulus ignicapilla*) qui pèse à peine 5 g et le plus lourd est le cygne tuberculé (*Cygnus olor*), qui pèse plus de 10 kg. La classe des oiseaux comporte 22 ordres réunissant 74 familles et 545 espèces (Duquet, 1995)

Nous n'aborderons ici que les ordres principalement retrouvés par la suite (Tableau 1) :

-Ordre des **Ansériformes** qui comprend la famille des *anatidés* (canard, oies, cygnes), caractérisés par un cou souvent allongé et des pattes palmées, ils sont le plus souvent aquatiques. Ils ont un régime alimentaire de type herbivore le plus souvent ;

-Ordre des **Accipitriformes**, famille des *accipitridés* (buses) et des *pandionidés* (balbuzard) et Ordre des **Falconiformes**, famille des *falconidés* (faucons). Ces deux ordres regroupent la plupart des rapaces diurnes ou oiseaux de proie au régime carnivore ;

-Ordre des **Galliformes** dont la famille des *phasianidés* (faisans, perdrix). Les membres de cet ordre volent peu et sont surtout granivores ;

-Ordre des **Columbiformes**, famille des *columbidés* (pigeons) ;

-Ordre des **Psittaciformes**, famille des *psittacidés* (perruches, perroquets), non naturelle en France mais introduite par l'homme et dont certaines espèces s'adaptent très bien ;

-Ordre des **Strigiformes**, famille des *tytonidés* (effraies) et des *strigidés* (chouettes, hiboux). Cet ordre regroupe les prédateurs nocturnes carnivores ;

-Ordre des **Apodiformes**, famille des *apodidés* (martinets), ordre dont les membres ont une adaptation poussée au vol pendant lequel ils peuvent se nourrir en capturant des insectes ;

-Ordre des **Piciformes**, famille des *picidés* (pics) se nourrissant des insectes xylophages grâce à un bec capable de percer les écorces ;

-Ordre des **Passériformes**, famille des *trogodytidés* (troglodytes), *turdidés* (grives, merle), *paridés* (mésanges), *corvidés* (corbeau, pie), *sturnidés* (étourneaux), *passéridés* (moineaux)...

Le centre de faune sauvage accueille ainsi un large panel de ces oiseaux de la faune sauvage naturelle mais il faut aussi compter quelques oiseaux d'ornement ou des oiseaux exotiques échappés de leurs cages ou importés illégalement.

Tableau 1 : Présentation de quelques familles et caractéristiques des principaux ordres d'oiseaux de France.

(Adaptation de O'Malley, 2005)

	Psittaciformes	Passériformes	Falconiformes	Galliformes	Columbiformes	Ansériformes
Famille	Psittacidés (perruches, perroquets)	Turdidés (merle), corvidés (corbeau, pie), sturnidés (étourneaux)	Falconidés (faucons)	Phasianidés (faisans, perdrix)	Columbidés (pigeon, tourterelle)	Anatidés (canard, cygnes)
Régime	omnivore, granivore	omnivore, granivore, insectivore.	carnivore (piscivore)	omnivore (granivore)	granivore (frugivore)	herbivore (omnivore)
Caractéristiques de l'œil	Plat. Osselets scléaux peu développés. Orbite complète.	Globuleux. Nerf optique très important.	Globuleux. 15 osselets scléaux. Yeux et nerf optique grands. Acuité visuelle très élevée. 2 fovéas.	Plat. 14 à 15 osselets scléaux.	Plat	Plat. Osselets scléaux très peu développés.
Sinus	Communication entre les sinus nasaux droits et gauches. Sinus infraorbital très développé.	Pas de communication.				

II. STRUCTURE ANATOMIQUE ET HISTOLOGIQUE DE L'ŒIL DE L'OISEAU ET DE SES ANNEXES

La connaissance des structures de l'œil constitue un préalable essentiel à l'étude des modifications lésionnelles. Ceci est d'autant plus vrai que la structure de l'œil de l'oiseau est particulièrement originale dans le règne animal. Malgré cela, la bibliographie scientifique afférente demeure restreinte par rapport à ce qui est disponible chez les carnivores et elle est surtout très généraliste, ne rentrant pas toujours dans les détails des particularités d'espèce. Les espèces les plus étudiées sont celles que l'on voit le plus souvent en consultation chez les nouveaux animaux de compagnie, les Psittaciformes, et ceux qui fascinent de nombreux chercheurs et amateurs, à savoir les Falconiformes. Il reste en conséquence de nombreuses espèces à étudier.

Comme chez tous les vertébrés, les yeux des oiseaux sont par paire et proviennent des vésicules optiques embryonnaires. Ce sont, très schématiquement, des « sphères » avec un segment antérieur qui permet de construire l'image et un segment postérieur qui permet d'intégrer cette image.

A. Orbite et position du globe oculaire

1) L'orbite

L'orbite est la cavité osseuse crâniale qui abrite le globe oculaire ainsi que ses annexes. Du fait de l'importance de la vision chez l'oiseau, le globe oculaire et donc *a fortiori* l'orbite, est très large. On considère que chaque orbite a un volume supérieur à celui de la totalité de la cavité crânienne.

La structure osseuse de l'orbite est formée du prolongement ou de parties de plusieurs os crâniens, qui sont pour la plupart pneumatisés chez l'oiseau. Des variations interspécifiques de cette structure ont été décrites en détail chez les psittaciformes. En étudiant le crâne de 27 oiseaux provenant de 14 espèces de psittacidés différents et notamment la forme de leur orbite, ont été distingués deux groupes d'oiseaux. Le premier présente une orbite complètement ossifiée et fermée par la jonction des processus osseux formant l'arcade infraorbitaire. C'est cette dernière qui fait défaut dans le second groupe et dont l'absence a pour conséquence une orbite incomplète assez typique des oiseaux considérés comme les plus « modernes », ou en tout cas les plus fréquents. Chez ces derniers, les processus formant habituellement l'arcade sont présents mais vestigiaux et trop courts pour fusionner. En revanche, ils sont reliés par le ligament mandibulaire large qui vient refermer l'orbite (Gelatt *et al.*, 2013).

L'orbite la plus fréquente, celle des oiseaux dits « modernes » est ainsi décrite classiquement comme possédant une entrée et trois parois, ménageant rostralement un espace ouvert (figure 1) :

L'entrée de l'orbite est limitée par un rebord saillant dont la partie dorsale, ou bord supra-orbitaire, est formée par l'os frontal caudalement et l'os lacrymal rostralement. Ce dernier voit ses processus latéro-caudal et dorso-caudal prolongés par un cartilage dorsalement à l'orbite, formant une arcade fortement développée chez les Falconiformes (rapaces diurnes), leur conférant cet « air sévère », alors qu'elle est réduite chez les Strigiformes. Chez ces derniers, le globe oculaire

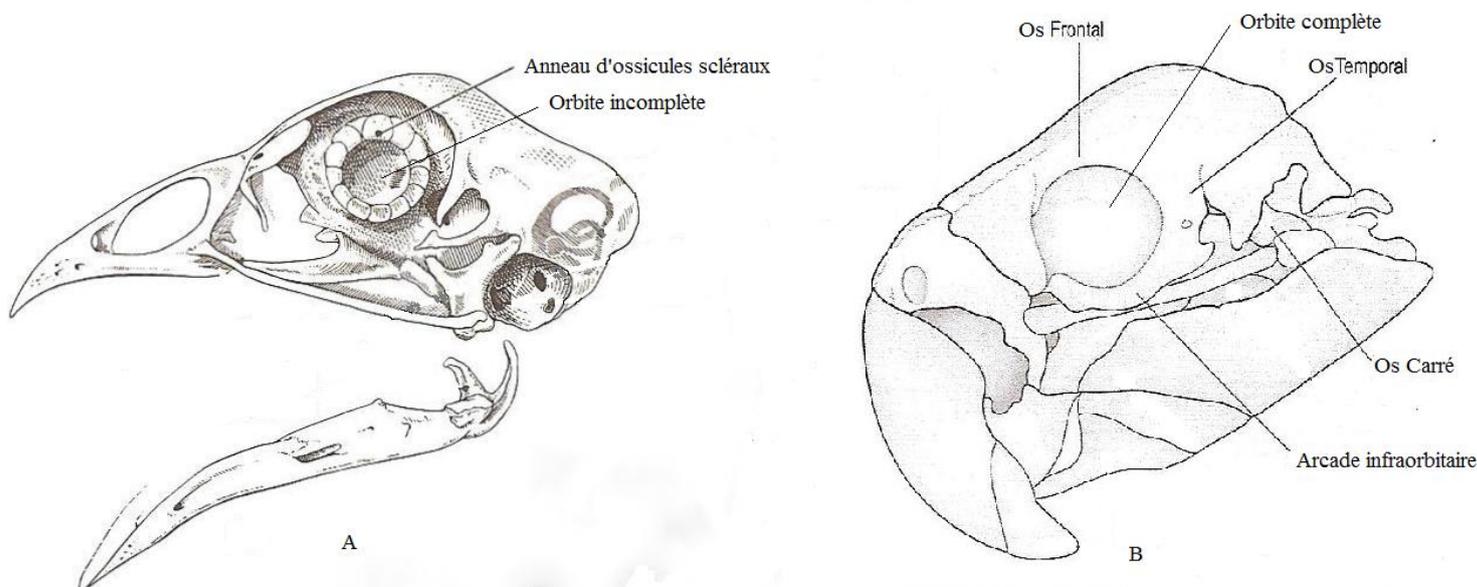
est donc beaucoup plus exposé que chez les Falconiformes. La partie ventrale ou bord infra-orbitaire de l'entrée du globe est formée par l'os zygomatique. Ce dernier peut, chez certaines espèces, fusionner avec le processus orbitaire de l'os temporal qui est fort et long chez les Anatidés comme le canard (*Anas*) ou l'oie (*Anser* ou *Branta*), plus mince chez la pintade (*Numida*) et quasi rudimentaire chez le pigeon (*Columba*) (Nickel *et al.*, 1997).

La paroi dorsale de l'orbite est une concavité régulière formée par l'os frontal. La paroi médiale correspond au septum inter-orbitaire, qui sépare les deux orbites dans le plan médian et qui leur est donc commun. C'est une fine lame osseuse, plane, formée caudalement par la fusion des deux ailes du pré-sphénoïde et de l'os sphénoïde et rostralement par la lame de l'éthmoïde. Ce septum peut être percé d'un large foramen occlus par une lame conjonctive chez certaines espèces comme la buse variable (*Buteo buteo*). La paroi ventrale n'est que partiellement ossifiée. Caudalement elle est formée par la jonction des processus orbitaires des os carré et temporal alors que rostralement c'est le processus lacrymal de l'os éponyme qui vient la terminer. L'orbite est complétée par le ligament mandibulaire large, tendu entre les deux structures précédentes (Evans, 1979 ; Nickel *et al.*, 1997 ; Noire, 2008).

Caudalement, à la jonction des parois médiale et ventrale se trouve le foramen optique, grossièrement ovale, qui ménage le passage du nerf optique. Ventralement à ce premier foramen, on trouve trois autres petits foramen qui permettent le passage des nerfs oculomoteurs, trochléaires et de la branche ophtalmique du trijumeau. La jonction entre la paroi médiale et dorsale est marquée par le sillon du nerf olfactif (Miallier, 1993 ; Noire, 2008).

On voit donc que seule la partie postérieure du bulbe est protégée par l'orbite, le reste n'a pour seule protection mécanique que les paupières. La structure même de l'orbite favorise sa fragilité car elle est incomplète, ses parois osseuses sont fines (parfois moins de 1 mm d'épaisseur) et les os qui la compose sont souvent pneumatisés (Guéry, 2008 ; Noire, 2008).

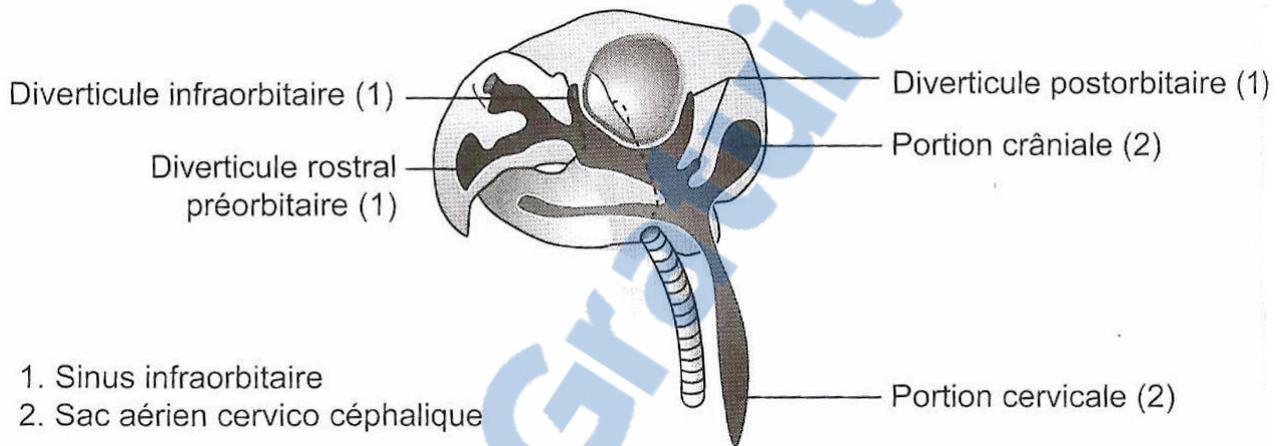
Figure 1 : Crâne A. d'un Gallinacé et B. de Psittacidé
(Modifié depuis A. Evans, 1979 et B. O'Malley, 2005)



Les sinus paranasaux du crâne, et notamment le diverticule infraorbital du sinus infraorbitaire, sont couramment impliqués dans les troubles des voies respiratoires supérieures. Du

fait de leur proximité avec l'orbite et de la continuité du diverticule infraorbital du sinus infraorbitaire avec les os pneumatifiés composant la partie supérieure de l'orbite, cela peut avoir des répercussions sur l'état de l'œil (figure 2) et de la vision (Bayon *et al.*, 2007 ; Rival, 2007). On comprend facilement, en effet, que des sinusites ou des gonflements de ce diverticule provoquent une compression orbitale ou périorbitale engendrant des signes oculaires comme un gonflement, une conjonctivite ou parfois une atteinte intraoculaire (Willis et Wilkie, 1999a).

Figure 2 : Relation entre les orbites et le diverticule infraorbitaire sur un crâne de Psittacidé (Rival, 2007)



2) Situation et morphologie du bulbe oculaire

Pour décrire les différentes structures du globe, nous utiliserons les termes d'antérieur, avant ou rostral d'une part et de postérieur, arrière ou caudal d'autre part pour qualifier les pôles des yeux. La partie la plus proche du bec sera dite nasale ou médiale et la partie la plus proche de l'oreille sera dite temporale ou latérale (Evans, 1979).

Les yeux des oiseaux ont une position latérale ou frontale en fonction de l'espèce et donc de la forme de la tête (Rival, 2007). L'axe optique de l'œil* peut ainsi être dirigé rostralement comme chez les rapaces nocturnes, ou plus latéralement chez les oiseaux diurnes comme le pinson (*Fringilla*) ou la bécasse (figure 3), cette dernière ayant un axe tellement latéral qu'il est considéré comme caudal par certains auteurs (Evans, 1979). Chez les rapaces, l'angle formé par les axes optiques est voisin de 90° en général alors que chez les oiseaux diurnes, il peut s'étendre jusqu'à 180° (Miallier, 1993).

On peut grossièrement rapporter cela à la qualité de proie ou de prédateur de l'animal. Chez les espèces proies comme le pigeon, la tête a tendance à être étroite et les yeux sont implantés latéralement avec un champ visuel pouvant dépasser les 300° (10° de champ binoculaire et 135° de champ monoculaire avec un angle aveugle de 60°) alors que chez les prédateurs, la tête a tendance à être large avec des yeux orientés rostralement et un champ visuel réduit à 150° en moyenne (60° de champ binoculaire, 50° de champ monoculaire et 200° d'angle aveugle) (Schmidt-Morand, 1992 ; Guéry, 2008).

Figure 3 : Tête d'une bécasse des bois vue de dessus avec l'implantation très latérale des yeux (œil droit avec ulcère cornéen).

(Photographie : Banque photographique du CEDAF)

Caudal



Frontal

Le globe oculaire des oiseaux est très volumineux par rapport à la taille de leur corps. En effet le rapport entre le poids de l'œil et le poids de la tête est de 7 % chez le hibou adulte alors qu'il est de 1 % seulement chez l'homme. Le rapport du poids des deux yeux sur le poids du cerveau est quasiment de 1 (Guéry, 2008). L'œil de l'autruche a une longueur axiale de 50 mm, valeur record chez les vertébrés terrestres et qui représente deux fois la longueur axiale de l'œil humain (Orosz, 2005).

L'œil comprend un segment postérieur, protégé par l'orbite, proportionnellement bien plus grand que le segment antérieur (Gelatt, 2013). Le recouvrement très large de l'œil par les paupières ne laisse voir que la cornée et donne ainsi l'illusion d'un œil bien plus petit qu'il n'est en réalité.

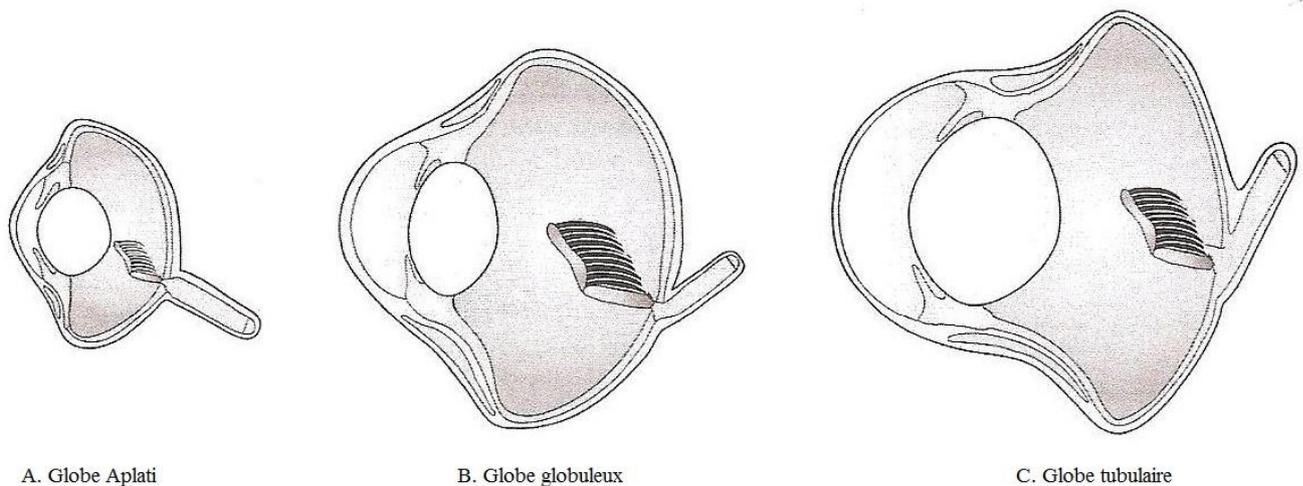
Contrairement au globe oculaire des mammifères, celui des oiseaux n'est jamais vraiment sphérique. On retrouve principalement 3 formes de globes (Gelatt, 2013 ; O'Malley, 2005) (figure 4) :

- globe aplati : l'axe antéro-postérieur est court, le segment intermédiaire est une région plate ou partiellement concave qui sert de base à la demi sphère de la cornée. Le segment postérieur est hémisphérique et de diamètre bien supérieur que celui du segment antérieur. Cette forme traduit le plus souvent une faible acuité visuelle et la vision est limitée à la lumière du jour. C'est la morphologie la plus courante, retrouvée chez les oiseaux diurnes à tête étroite comme le pigeon ;

- globe globuleux : l'axe antéro-postérieur est plus long. La région ciliaire fait protrusion plus en avant depuis le segment postérieur bien qu'elle demeure tout de même concave. On trouve en son centre la lentille repoussant la cornée rostralement. Cette forme, qui permet une bonne acuité visuelle, est souvent retrouvée chez les oiseaux diurnes à tête large qui ont besoin d'une vision très fine à longue distance comme par exemple les rapaces diurnes et les passereaux ;

- globe tubulaire : l'axe antéro-postérieur est très long. Le segment intermédiaire concave, avec son cristallin quasi sphérique, est étiré antéro-postérieurement ce qui forme un tube rejoignant le segment postérieur, très profond, avec un angle aigu. Cette forme confère une excellente acuité visuelle et du fait du nombre important de photorécepteurs, elle permet une vision nocturne. On la trouve chez la chouette par exemple et plus généralement chez les oiseaux nocturnes. Cette morphologie expose davantage l'œil aux traumatismes et diminue le champ visuel (Roze, 1990).

Figure 4 : Les différentes formes de globe oculaire (O'Malley, 2005)



La forme du globe est donnée et maintenue par un cartilage hyalin situé dans la sclère du segment postérieur doublant caudalement une ceinture de 10 à 18 ossicules scléaux cuboïdes, parfois pneumatiques, qui se recouvrent plus ou moins, dans la sclère du segment intermédiaire, à la jonction entre sclère et cornée. En se chevauchant, ces osselets forment un cercle qui renforce l'œil et fournit une attache au muscle ciliaire (Martin, 1985).

Ces ossicules sont grands, concaves et plus développés chez les chouettes, hiboux ou rapaces diurnes mais par contre petits, plats et moins développés chez les Ansériformes et Psittaciformes. Ce cercle « double » la plaque sclérale, région légèrement conique en forme de disque où fusionnent les deux demi-sphères qui constituent le globe oculaire (Guéry, 2008). Ces osselets scléaux sont observables à la radiographie (Martin, 1985).

B. Les annexes de l'œil

1) Paupières et conjonctives

Chez les oiseaux nidifuges les paupières des oisillons sont complètement développées et s'ouvrent précocement alors que chez les oiseaux nidicoles elles restent fermées et ne s'ouvrent qu'à partir de 2 à 4 semaines d'âge. Le temps nécessaire à l'ouverture varie selon l'espèce : en moyenne, cela débute entre 10 et 21 jours et l'ouverture complète s'achève en quelques jours (Bright, 2000 ; O'Malley, 2005). L'ouverture commence centralement et s'étend ensuite latéralement et médialement (Bayon *et al.*, 2007).



Chez l'oiseau on distingue les paupières inférieure et supérieure qui se déplacent verticalement et la troisième paupière ou membrane nictitante, qui est tirée depuis le cantus dorso-médial vers la partie ventro-latérale de l'oeil (figure 5).

Les paupières externes sont rattachées à l'entrée de l'orbite. Elles ne sont fermées en général que pendant le sommeil, ou en cas d'affection locale ou d'atteinte de l'état général. Quand les paupières sont ouvertes, elles recouvrent tout le globe à l'exception de la cornée.

La paupière inférieure est toujours plus grande, plus mobile et plus fine (jusqu'à être transparente chez certains psittacidés) que son opposée, sauf chez le hibou. Elle couvre donc la plus grande partie de l'œil au moment du clignement. De plus, elle contient souvent en son centre une plaque tarsale fibroélastique de forme globalement ovoïde, dont l'intégrité est capitale. Cette plaque est surtout bien développé chez les rapaces diurnes (Noire, 2008). La paupière supérieure est plus petite, peu mobile et assez épaisse.

Le mouvement des paupières externes est permis par 3 muscles : le muscle releveur de la paupière supérieure d'une part, innervé par le nerf oculomoteur, le muscle abaisseur de la paupière inférieure et le muscle orbiculaire d'autre part tous deux innervés par le nerf mandibulaire. Les fibres de ces muscles constituent la couche moyenne des paupières (Guéry, 2008).

La face externe de la paupière est recouverte d'une peau fine comportant un épiderme fin (épithélium malpighien kératinisé), de rares follicules et bulbes plumeux mais dépourvu de glandes de Meibomius contrairement à ce que l'on observe chez les mammifères. Si les paupières sont nues le plus souvent, elles peuvent être agrémentées de filoplumes, qui sont des plumes modifiées ressemblant à des poils, et qui jouent le même rôle que les cils des mammifères (O'Malley, 2005). Ces filoplumes se trouvent à la marge palpébrale où on observe aussi une légère pigmentation mélanique. Cette marge correspondant à la zone de transition entre l'épithélium kératinisé et la conjonctive, est épaissie et se segmente en de nombreux petits plis. Quand les deux paupières sont closes, la jointure ne forme donc pas une ligne (Evans, 1979 ; Guéry, 2008).

La face interne de la paupière est recouverte d'une conjonctive palpébrale qui s'interrompt au niveau du limbe en faisant transition avec l'épithélium cornéen et en formant ainsi les fornix (Nickel *et al.*, 1997).

La membrane nictitante, anciennement dénommée troisième paupière, est bien développée et mobile. Le clignement palpébral est effectué par cette membrane nictitante et elle apparaît aussi lors du réflexe palpébral, avant la fermeture de la paupière inférieure (Kern *et al.*, 1996 ; O'Malley, 2005). Elle se déplace rapidement et régulièrement, assurant la protection mécanique de la cornée, qu'elle recouvre complètement, et sa lubrification, par l'étalement des sécrétions glandulaires et notamment celles de la glande lacrymale de la membrane nictitante qui lui est associée. Elle contribue donc à la formation et au maintien de l'intégrité du film lacrymal, ce qui permet de conserver une bonne qualité optique de la cornée. Chez certaines espèces comme le pigeon, la face cornéenne de la membrane nictitante présente même un épithélium cilié à proximité du bord libre de la paupière, qui agit comme une petite brosse douce (Kern *et al.*, 1996 ; Nickel *et al.*, 1997).

Chez la plupart des oiseaux, cette structure est tirée sur la cornée du canthus médial de l'œil, à partir de l'angle dorso-nasal jusqu'en position ventro-temporale, par la contracture du muscle pyramidal et du muscle *quadratus*. Ces muscles prennent tous deux leur origine sur la sclère postérieure, ventralement pour le tendon du pyramidal, qui croise ensuite le nerf optique dans une boucle formée par le tendon du muscle *quadratus*. Cette association semble fonctionner un peu à la manière d'une poulie. Le muscle pyramidal chemine ensuite vers la surface antérieure du bulbe où

il s'étend dans la membrane nictitante (Nickel *et al.*, 1997). Le large tendon du muscle *quadratus* s'attache sur le bulbe dans la zone dorso-temporale puis, à proximité du nerf optique, il forme la boucle dans laquelle passe le *quadratus*. Les deux muscles sont innervés par le nerf *abducens* (nerf crânien VI). Le clignement est donc sous contrôle volontaire. En permettant la mobilité de la membrane nictitante, ces muscles assument le rôle du muscle rétracteur du bulbe, par ailleurs absent chez les oiseaux. (Nickel *et al.*, 1997 ; O'Malley, 2005 ; Gelatt, 2013)

La membrane nictitante est en général très fine, ce qui la rend presque transparente, surtout en son centre pour les espèces aquatiques. Cela permet ainsi aux oiseaux de garder les yeux ouverts et lubrifiés pendant le vol et aux oiseaux plongeurs de garder les yeux ouverts sous l'eau. En effet en situation d'immersion, la membrane fermée protège la surface de la cornée (Rival, 2007 ; Gelatt, 2013). Chez le hibou par contre elle n'est pas transparente mais légèrement opaque (Roze, 1990).

Cette paupière est un repli de la conjonctive, fermement ancré par sa partie temporale à la sclère, et qui contient un tissu conjonctif intermédiaire (Nickel *et al.*, 1997 ; Bayon *et al.*, 2007). A la différence des mammifères, elle est dénuée de cartilage. Cette caractéristique associée à l'organisation de son stroma en fibres de collagène denses assez régulières et peu vascularisées permet la transparence de la zone centrale de la paupière pour certains oiseaux durant le vol ou la plongée. Plus fragile donc, elle s'avère fréquemment lésée, surtout chez les rapaces. C'est finalement une structure assez élastique avec un bord libre épais, pigmenté chez les Strigiformes notamment, et plissé. Il comporte en effet un repli en éperon vers l'extérieur, le pli marginal. Son rôle précis n'est pas encore élucidé même si certains pensent qu'il serait impliqué dans le drainage des détritux vers les *fornix* conjonctivaux et les commissures palpébrales (Evans, 1979) ou que cette forme faciliterait la présentation des larmes à l'ouverture des points lacrymaux, et donc leur évacuation (Kern, 1996).

Figure 5 : Paupières A. d'un Faucon crécerelle et B. d'une Bécasse des bois (Photographies : banque de photographies de la faune sauvage)



Les conjonctives sont semblables à celles des mammifères dans leur organisation. On trouve chez certaines espèces et notamment chez les volailles, un tissu lymphoïde associé aux conjonctives, très important pour l'immunité locale. Chez les autres espèces, aucune étude ne permet d'affirmer que ce tissu est présent ou absent. La muqueuse conjonctivale est constituée en

zones palpébrale et nictitante (excepté vers les *fornix*) d'un revêtement malpighien stratifié non kératinisé, ne présentant pas de cellules à mucus ou en faible quantité alors que chez les mammifères, cet épithélium ne concerne que la marge palpébrale conjonctivale et est très vite remplacé par un épithélium pseudostratifié cylindrique riche en cellule caliciformes (Nickel *et al.*, 1997 ; Guéry, 2008).

2) Appareil lacrymal

Les glandes tarsales ou glandes de Meibomius sont absentes chez l'oiseau. Il y a donc habituellement deux types de glandes produisant les larmes : la glande lacrymale proprement dite, petite, et une autre glande lacrymale appelée la glande de Harder ou glande de la membrane nictitante, de grande taille, principale productrice du film protecteur de l'oeil (figures 6 et 7).

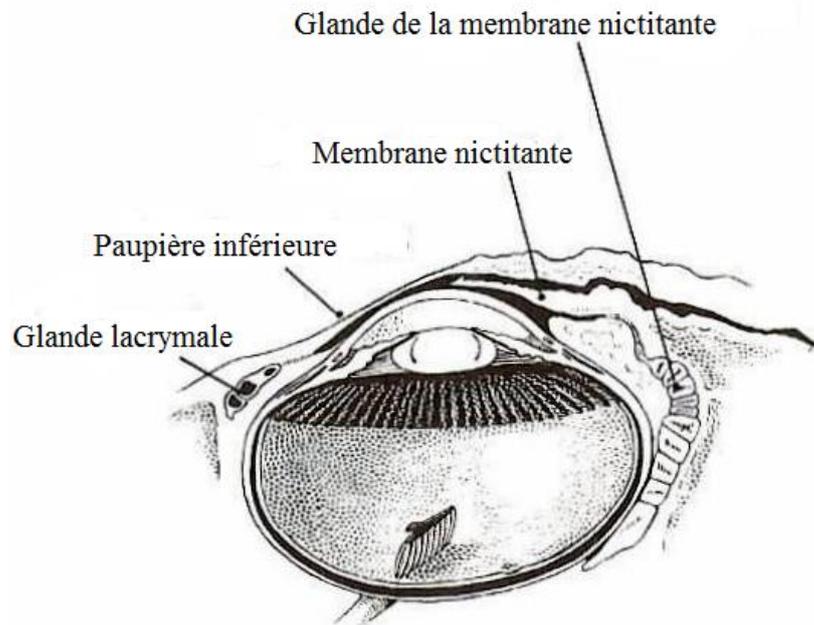
La glande lacrymale est ventrale et située à la marge caudo-latérale de l'orbite, juste sous l'équateur. Elle est attachée à l'anneau orbitaire, et sa taille est variable selon les espèces ; elle peut parfois même être absente (Bright, 2000). C'est une glande tubulaire organisée en lobules, dont chacun possède un tubule collecteur entourés de nombreux lymphocytes. Ces tubules se termine par un canalicule lacrymal qui déverse la sécrétion muqueuse dans le *canthus* latéral, juste en arrière de la paupière inférieure, au niveau du sac conjonctival (Evans, 1979 ; Nickel *et al.*, 1997 ; Bacha *et al.*, 2012).

La glande de Harder est adjacente à la sclère postérieure, ventrale et crânio-médiale à l'orbite ; elle ne fait pas partie de la membrane nictitante mais elle lui est étroitement associée puisqu'on la situe dorsalement à la base de la nictitante. Elle produit en grande quantité une substance mucoïde qui participe à la lubrification de la cornée et qui est aussi déversée dans le sac conjonctival entre le globe et la membrane nictitante. C'est la principale source de sécrétion lacrymale chez l'oiseau (Evans, 1979 ; McLelland, 1990). La dénomination même de glande de Harder crée une certaine confusion car chez les mammifères, c'est le nom d'une glande lacrymale distincte de celle de la membrane nictitante, située plus profondément dans l'orbite (Guéry, 2008). Notons que cette glande serait absente chez le hibou (Roze, 1990).

Elle est constituée de cellules glandulaires vacuolisées et caractérisées par une infiltration plasmocytaire qui entoure les unités sécrétoires tubulaires. On parle de glande immunologique accessoire. Ces cellules sécrètent des anticorps qui sont mélangés avec la sécrétion lacrymale et déversées dans le sac conjonctival et sont ainsi responsables d'une immunité locale (Guéry, 2008 ; Bacha *et al.*, 2012).

Deux points lacrymaux (supérieur et inférieur) situés de part et d'autre de la commissure palpébrale médiale drainent les sécrétions lacrymales par deux canalicules lacrymaux courts, se rejoignant en un canal lacrymo-nasal qui aboutit dans la cavité nasale, rostralement aux choanes (McLelland, 1990).

Figure 6 : Localisation des glandes de l'appareil lacrymal (Evans, 1979)



3) *Muscles péri-oculaires*

Le globe remplit complètement l'orbite et les muscles périoculaires sont en conséquence bien moins développés que chez les mammifères, ce qui limite la mobilité de l'oeil (Martin, 1985 ; Kern *et al.*, 1997). Chez les rapaces nocturnes, la sclère osseuse est même soudée à l'orbite par un tissu fibreux (Miallier, 1993) (figure 7).

Les muscles extra-oculaires obliques, dorsal et ventral, à l'instar des muscles droit, dorsal, ventral, médial et latéral sont fins et peu développés. Ils sont innervés par les nerfs oculomoteur (pour l'oblique ventral et les droits dorsal, ventral et médial), trochléaire (pour l'oblique dorsal) et *abducens* (pour le droit latéral). Les quatre muscles droits prennent leur origine juste à côté du *foramen* optique, enveloppant ainsi l'arrivée du nerf optique, puis passent au niveau de l'équateur du bulbe avant de s'insérer par un tendon sur leurs positions respectives sur la sclère. Le muscle oblique ventral s'insère rostro-dorsalement au *septum* interorbitaire et s'attache ventro-temporalement sur le bulbe. Le muscle oblique dorsal prend son origine au même endroit que le précédent puis chemine dorso-temporalement avant de s'insérer par un tendon sur la sclère, juste en dessous du muscle droit dorsal (Nickel *et al.*, 1997).

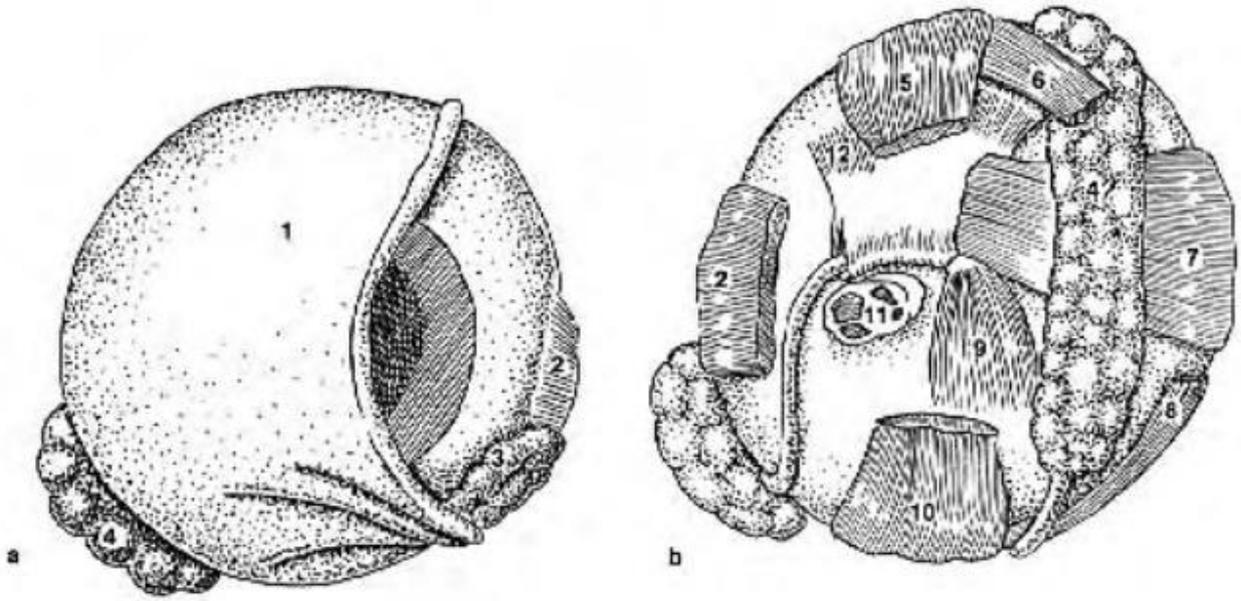
Le muscle rétracteur du bulbe est absent chez l'oiseau (Evans, 1979).

L'amplitude des mouvements du globe est ainsi réduite entre 2 et 5 degrés de liberté (Guéry, 2008). Les quelques mouvements restants sont indépendants d'un œil à l'autre et ne sont donc pas forcément synchrones (O'Malley, 2005). De plus, la restriction des mouvements est compensée par une grande mobilité du cou et de la tête, parfois spectaculaire comme chez la chouette, capable de tourner sur un angle de 270° (Figure 8). Remarquons que si cette boîte crânienne est si mobile c'est que l'articulation du crâne avec les vertèbres cervicales se fait grâce à un seul condyle occipital (Renard, 2004). Ce sont donc les mouvements de la tête qui permettent de modifier l'orientation du champ visuel, ce qui explique les petits mouvements vifs et saccadés de la tête des oiseaux lorsqu'ils cherchent à fixer un objet d'intérêt (Schmidt-Morand, 1992).

*Figure 7 : Localisation des glandes de l'appareil lacrymal et des muscles du bulbe.
(Williams, 1994)*

a. Vue antérieure du globe b. Vue postérieure du globe

1. Membrane nictitante ; 2. Muscle droit latéral ; 3 : Glande lacrymale ; 4 : glande de la membrane nictitante ; 5 : Muscle droit dorsal ; 6 : Muscle oblique dorsal ; 7 : Muscle droit médial ; 8 : Muscle oblique ventral ; 9 : Muscle pyramidalis ; 10 : Muscle droit ventral ; 11 : Nerf optique ; 12 : Muscle quadratus



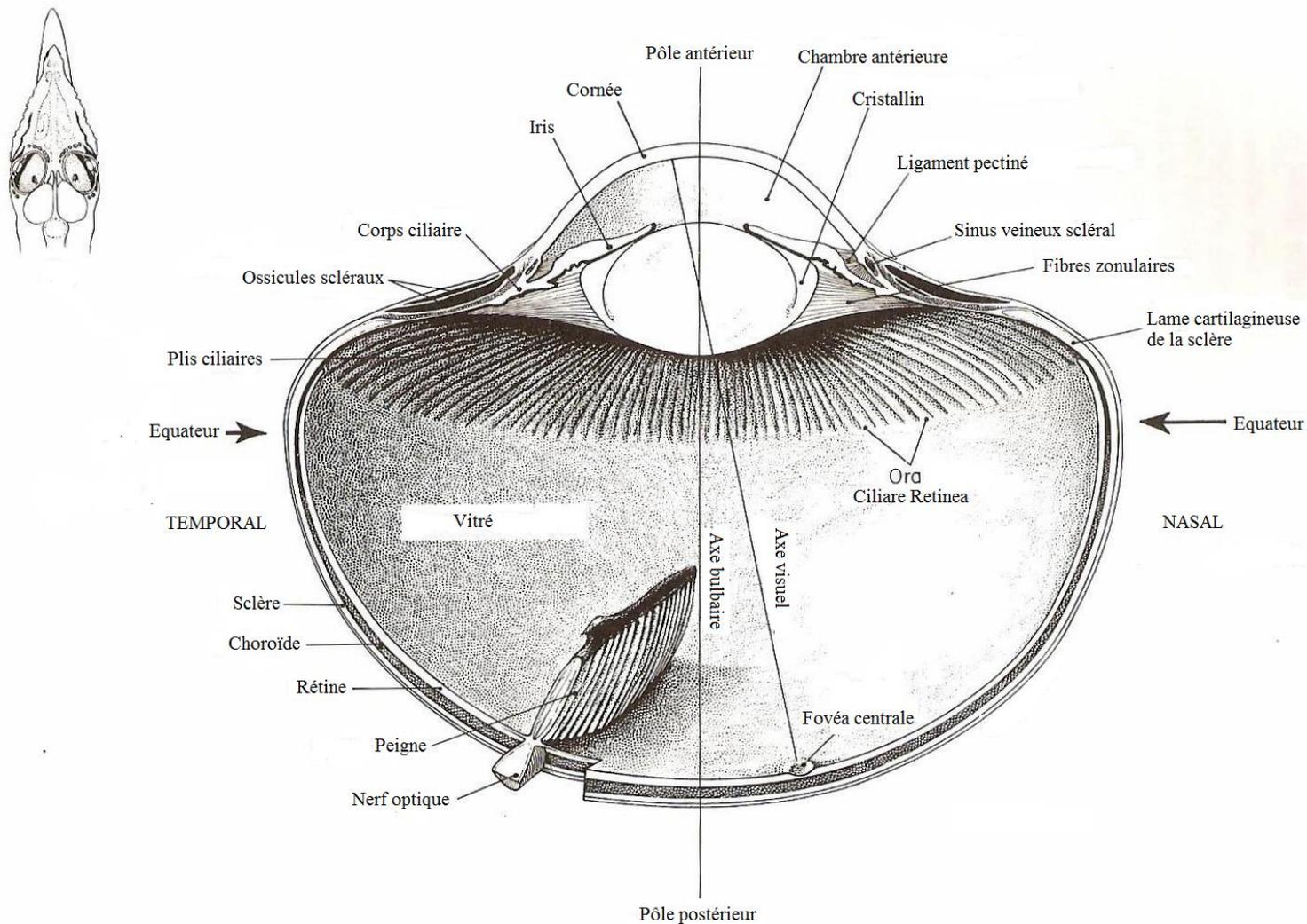
*Figure 8 : Mouvements compensatoires de la tête sur une chouette hulotte.
(Photographie : Banque photographique du CEDAF)*



C. Structure anatomique du globe oculaire

Le globe oculaire, comme chez les mammifères, compte trois tuniques : externe, moyenne et interne (figure 9).

Figure 9 : Coupe sagittale d'un œil d'oiseau (type plat)
(Evans, 1979)



1) Tunique fibreuse ou tunique externe

La tunique fibreuse permet de maintenir la forme de l'œil. Elle se différencie vers l'avant en cornée et vers l'arrière en sclère.

(a) Cornée

La cornée forme la paroi rostrale du bulbe oculaire ; elle est transparente et avasculaire. Présentant une incurvation plus faible que la sclère, elle se projette comme un verre de montre depuis la jonction avec la sclère. Sa convexité varie en fonction des espèces. Elle est souvent plus importante au centre de la cornée qu'en périphérie. La dimension de la cornée n'est

pas la même chez toutes les espèces ; les oiseaux nocturnes ont en effet le plus souvent, une cornée plus grande que les oiseaux diurnes. (Nickel *et al.*, 1997 ; Guéry, 2008)

La cornée représente le premier dioptré du système optique que constitue l'œil. Chez beaucoup d'oiseaux diurnes, la cornée a une puissance de réfraction plus grande que celle du cristallin alors qu'elle est identique pour les deux tissus chez un oiseau nocturne comme la chouette hulotte (*Strix aluco*). Chez le pigeon, elle a un indice de réfraction d'environ 1,337 (chez les vertébrés elle est comprise entre 1,337 et 1,39) (Roze, 1990).

La courbure de la cornée peut être modifiée pour les besoins de l'accommodation *via* la contraction du muscle de Crampton, situé dans la tunique moyenne et qui tire la région du limbe caudalement. (Nickel *et al.*, 1997 ; Rival, 2007 ; Gelatt, 2013)

La cornée présente les mêmes couches que les mammifères mais elle est globalement un peu plus fine avec une épaisseur uniforme d'environ 450 µm en moyenne (Guéry, 2008). Elle est recouverte vers l'extérieur par le film lacrymal précornéen qui assure sa lubrification permanente. Puis, de l'extérieur vers l'intérieur, on trouve (Evans, 1979 ; Guéry, 2008):

- un épithélium antérieur stratifié non kératinisé possédant 2 à 4 couches de cellules épithéliales. Ces couches forment superficiellement des replis qui favorisent l'adhérence du film lacrymal ;

- une membrane basale antérieure acellulaire (la membrane de Bowman ou membrane limitante antérieure), composée de manière homogène de fibres de collagènes et comparable à une fine lame de *stroma* condensée. Elle est acellulaire et transparente. Cette membrane est plus marquée que chez les mammifères et donc plus facilement observable sur les préparations histologiques. Elle est très comparable à celle que l'on trouve chez les humains. Ce sont des images obtenues par microscopie confocale de la cornée qui ont permis de démontrer la présence de cette couche (Willis et Wilkie, 1999a) ;

- le stroma cornéen ou substance propre, composé de fibres de collagènes en continuité avec celles de la sclère, lamellaire en superficie et fibrillaire en profondeur. Ces fibres sont orientées parallèlement à la surface cornéenne ;

- la membrane de Descemet ou membrane limitante postérieure, laquelle est homogène, très mince chez la plupart des oiseaux et donc difficile à distinguer au microscope ;

- un épithélium postérieur ou endothélium, constitué d'une unique couche de cellules cuboïdales basses.

Entre les couches, on trouve des fibrocytes qui s'attachent librement, des *plexus* nerveux et un liquide séreux qui occupe tous les espaces intercellulaires. La présence de ce dernier permet aux fibres de collagène d'être gonflées à leur maximum, ce qui confère la transparence à la cornée.

Le limbe de la cornée correspond à une étroite zone de transition entre la conjonctive bulbaire et l'épithélium cornéen.

(b) Sclère

La sclère est une couche de collagène opaque, blanche et relativement avasculaire. C'est une coquille protectrice, cartilagineuse et osseuse, d'épaisseur variable, recouverte sur sa face interne et externe d'un périchondre connectif dense (Bacha *et al.*, 2012). Chez les rapaces nocturnes, le périchondre externe est quasiment fusionné avec le périoste de l'orbite ce qui rend l'énucléation assez difficile. Cette carapace supplémentaire pourrait pallier en partie la fragilité de l'orbite.

La sclère possède, dans sa partie antérieure, juste au contact de la cornée, un anneau scléral de 10 à 18 ossicules scléraux imbriqués, qui s'étendent du limbe à l'équateur, donnant au globe une forme variable selon les espèces. Chez les rapaces qui ont des yeux tubulaires ou plats, cet anneau est de forme concave : on parle alors d'anneau en entonnoir. Il est légèrement convexe chez les autres espèces. Ce carcan annulaire, typique de l'œil des oiseaux, renforce le globe et résiste aux déformations du globe lors de la contraction des muscles ciliaires, qui s'y insèrent. (Nickel *et al.*, 1997 ; Rival, 2007).

Toute la partie caudale de la sclère est renforcée par une lame de cartilage hyalin en forme de cupule, superposée au tiers caudal de l'anneau scléral sur sa face interne, ce qui permet de rigidifier le reste du globe et de maintenir sa forme.

Dans sa partie ventrale postérieure, le nerf optique perce la sclère au niveau de l'aire criblée. A ce niveau chez les petits rapaces diurnes, on peut trouver un tout petit os entourant la base du nerf. Ce petit os est aussi appelé l'ossicule de Gemminger ou os optique (Evans, 1979).

A proximité de la jonction scléro-cornéenne, se trouve le sinus veineux scléral, accolé à la surface interne de la sclère, dans la chambre antérieure. Il est aussi appelé canal de Schlemm et draine l'humeur aqueuse depuis les espaces de Fontane. La zone interne de jonction entre la plaque sclérale et la cornée forme l'anneau de Schwalbe (Nickel *et al.*, 1997 ; Guéry, 2008).

2) *Tunique vasculaire ou tunique moyenne*

Elle se décompose en trois éléments distincts : l'iris qui permet de réguler la quantité de lumière qui entre dans l'œil en jouant le rôle de diaphragme comme chez les mammifères, le corps ciliaire qui est nécessaire pour l'accommodation et la choroïde qui est responsable de la nutrition de la rétine.

(a) *Iris*

L'iris divise le segment antérieur en une chambre antérieure et une chambre postérieure moins importante. Il se situe en face du cristallin et en couvre la périphérie, formant la pupille, généralement sphérique mais dont la dilatation peut parfois être ovale chez certaines espèces (Renard, 2004). Cette pupille ronde, même chez les oiseaux nocturnes, a de quoi étonner puisqu'on associe le plus souvent une pupille en fente à la vie nocturne ou crépusculaire. Le diamètre pupillaire est régulé par les muscles iriens. La pupille est entourée d'une zone sombre d'épaisseur variable. L'iris est fin sur son bord pupillaire et s'épaissit en allant vers sa racine devenant à nouveau plus étroit à ce niveau (Bacha *et al.*, 2012).

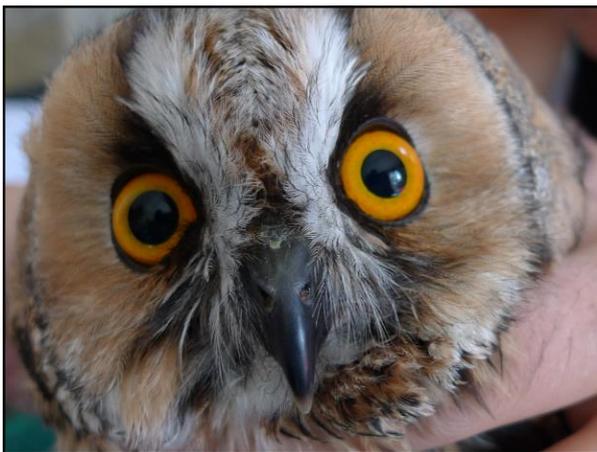
La surface antérieure visible est composée de l'association d'un tissu lâche pigmenté avec le muscle du sphincter irien, très puissant. Ce tissu mélanoblastique constitue le stroma irien, qui contient des pigments lipochromes de couleur variable. Il est recouvert d'une couche de cellules chromatophore chez les espèces qui ont les yeux de couleur claire (Noire, 2008). Par exemple, chez la chouette hulotte et la chouette effraie (*Tyto alba*), la couche de mélanoblastes est directement visible, donnant sa couleur sombre à l'œil ; l'iris a alors une épaisseur de deux tiers inférieure à celle des oiseaux à iris clairs. La face antérieure la plus externe de l'iris est bordée par une assise simple de cellules épithéliales aplaties non pigmentées (Bacha *et al.*, 2012). On trouve sur cette face le grand anneau de l'iris (anneau ciliaire) en périphérie, qui possède beaucoup de stries, et le petit anneau de l'iris (anneau pupillaire) au centre, radiaire, avec des cryptes beaucoup plus petites et dont la partie moyenne possède des réserves mécaniques d'allongement sous forme de rides circulaires. Ces deux anneaux sont séparés par une ligne sinueuse ou collerette.

Postérieurement, la surface de l'iris est recouverte par un épithélium de deux à cinq couches de cellules très fortement pigmentées organisées en rides qui se terminent par les vallées ciliaires (Noire, 2008 ; Bacha *et al.*, 2012).

Chez les oiseaux, la couleur de l'iris dépend de l'espèce, du sexe, de l'âge, de la saison et du régime alimentaire (figure 10). Chez le perroquet gris du Gabon (*Psittacus erithacus*) par exemple, les juvéniles ont un iris gris alors qu'il devient ivoire chez les adultes, on peut donc utiliser cette information pour une diagnose d'âge approximative. Chez le canard et l'oie, l'iris prend différentes teintes de brun mais il devient bleu s'il y a une déficience en pigments ou en lipides.

Les couleurs vont du gris ou bleu-gris comme chez le fou de bassan (*Morus bassanus*), au jaune-grisâtre, ou orange-rougâtre ou encore brun-rougâtre en passant par le jaune pâle ou le jaune d'or, chez le hibou Moyen-duc (*Asio otus*) par exemple. Cette variation de couleur est le résultat de la variation de la quantité et de la couleur des pigments lipochromes que recèlent les cellules chromatophores.

*Figure 10 : Différences de coloration de l'iris en fonction de l'espèce.
A gauche un Hibou Moyen-duc et à droite un Cormoran (Phalacrocorax carbo).
(Photographies : banque photographique du CEDAF)*



Comme chez la plupart des animaux, on trouve un muscle constricteur de la pupille ou sphincter de l'iris (*musculus sphincter pupillae*) et un muscle dilatateur de l'iris (*musculus dilator pupillae*). Chacun possède deux types de fibres musculaires : des fibres musculaires striées principalement, accompagnées d'un nombre variable de fibres musculaires lisses. L'utilité et la proportion de chacun de ces types de fibres sont soumises à de nombreuses controverses (Evans, 1979). Leurs cellules contiennent toutes des vacuoles lipidiques (Bacha, 2012).

Le muscle constricteur de l'iris qui est incrusté dans le stroma irien est remarquablement performant chez les oiseaux. La plupart de ces fibres striées sont organisées en un cercle et reçoivent une innervation parasymphatique. Ce muscle bien développé chez les rapaces diurnes est réduit à quelques faisceaux circulaires dissociés chez les rapaces nocturnes. Chez les oiseaux plongeurs, le sphincter irien est si puissant que l'iris peut déformer le cristallin, très mou, en se contractant (Gelatt, 2013).

Le muscle dilatateur de la pupille est une structure moins bien organisée et plus postérieure au muscle précédent. Il est issu de la couche de cellules, épaisses et pigmentées, de la

partie postérieure de l'iris, qui possèdent à la fois les caractéristiques de cellules épithéliales et de cellules musculaires. Leurs processus allongés se rejoignent pour former une membrane et contiennent des myofibrilles dont l'ensemble forme le muscle dilatateur de la pupille. Ce muscle est sous contrôle orthosympathique (Nickel *et al.*, 1997 ; Bacha *et al.*, 2012).

Le diamètre de la pupille est donc sujet à des variations qui sont sous contrôle volontaire ou d'origine rétinienne par stimulation des fibres striées, ce qui permet des mouvements iriens rapides. Le myosis sous contrôle volontaire permet à l'oiseau d'augmenter la profondeur du champ visuel et de compléter la mise au point en agissant comme un diaphragme en photographie. En diminuant la taille du diaphragme on augmente en effet la netteté des différents plans d'une image. Un oiseau qui observe un mouvement va contrôler l'ouverture de ce diaphragme à de nombreuses reprises pour améliorer la netteté de l'image (Schmidt-Morand, 1992). Une légère anisocorie peut être normale chez l'oiseau (Bayon *et al.*, 2007).

L'iris des oiseaux est innervé en grande partie par des fibres somatiques efférentes et non entièrement par le système sympathique comme c'est le cas chez les mammifères (Williams, 1993). Le rôle limité du système sympathique sur les muscles dilatateurs de l'iris signifie également que le syndrome de Horner, chez les oiseaux, ne doit pas se traduire par un myosis mais plutôt par une ptose palpébrale selon certains auteurs, du fait du blocage sympathique du releveur de la paupière, qui se résout sous phényléphrine (Williams, 1993).

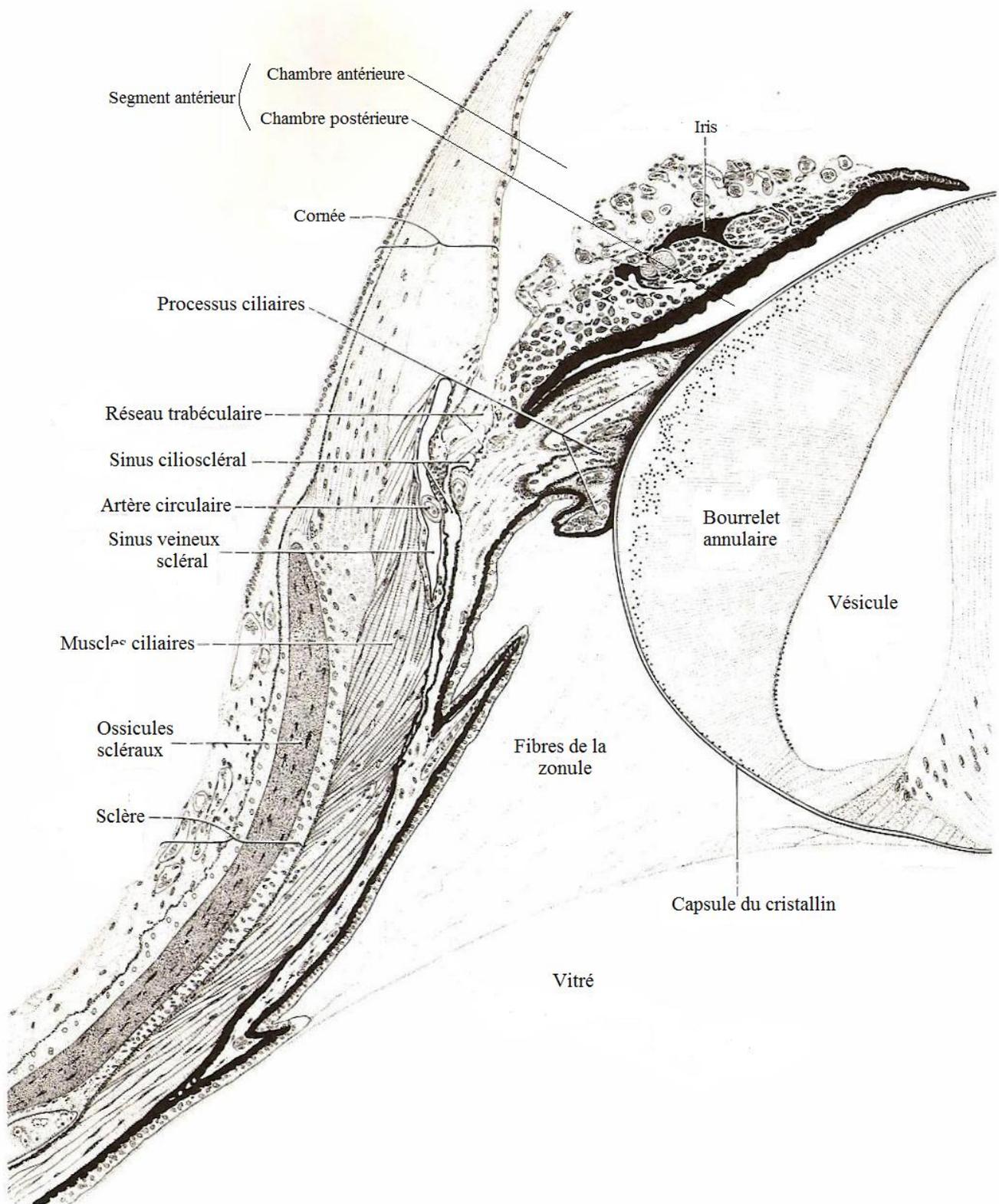
Différentes particularités dans l'organisation de l'iris ont été décrites : chez les pigeons on trouve un second muscle dilatateur non strié (Roze, 1990) ; chez le Grand-duc d'Amérique (*Bubo virginianus*) et la buse à queue rousse (*Buteo jamaicensis*), l'organisation est assez complexe avec trois composantes circulaires (un myoépithélium, un anneau musculaire lisse et un muscle strié) et deux composantes radiales (un myoépithélium bien développé et quelques fibres striées) (Noire, 2008).

La vascularisation irienne comprend en général deux artères qui pénètrent dans le stroma irien dans le cadran inféro-temporal et qui le parcourent dans sa circonférence, formant ensuite un *plexus* capillaire autour du sphincter irien. Les veines superficielles de l'iris sont assez visibles (Gelatt, 2013).

L'angle irido-cornéen (figure 11) est l'angle de filtration de l'humeur aqueuse. Il est un peu différent de celui des mammifères. Il est formé d'un réseau trabéculaire correspondant à l'association du ligament pectiné (ou réseau uvéal) et du réseau trabéculaire scléral.

Le ligament pectiné est tendu entre le corps ciliaire et la base de l'iris d'un côté et l'anneau de Schwalbe de l'autre côté. C'est un enchevêtrement lâche de fines fibres élastiques, bordées d'un endothélium ou d'un épithélium pavimenteux simple, qui relie l'angle entre la cornée et l'iris, bien développé chez les oiseaux. Il se poursuit entre la sclère et le corps ciliaire où l'endothélium simple forme les espaces de Fontane. Ces espaces communiquent avec le réseau trabéculaire scléral qui est formé de fibres de collagènes et de fibres élastiques bordées de cellules endothéliales et termine la connexion entre les chambres oculaires et le canal de Schlemm. Ce dernier est un cercle veineux, bordé de cellules endothéliales, à l'intérieur de la sclère bordées d'un endothélium ou d'un épithélium pavimenteux simple et par lequel l'humeur aqueuse est continuellement drainée et repart dans la circulation sanguine. Ce drainage se fait par un ou deux canaux annulaires en fonction du cheminement de l'artère annulaire sclérale qui divise parfois la chambre en deux (Evans, 1979 ; Guéry, 2008)

*Figure 11 : Coupe sagittale d'une portion d'œil d'oiseau, organisation de l'angle irido-cornéen.
(Modifié d'après Evans, 1979)*



(b) Corps ciliaire

Le corps ciliaire correspond à l'association des muscles ciliaires (*musculus ciliaris*), du stroma ciliaire et du revêtement ciliaire.

Le corps ciliaire est un ensemble irrégulier et plissé de processus ciliaires, qui se trouve entre le bord antérieur de la rétine et la base de l'iris, accolé à la sclère. Ces processus sont formés par les plis de l'épithélium du corps ciliaire. Contrairement aux mammifères, les processus ciliaires (*processus ciliaris*) des oiseaux sont nombreux, irréguliers et occupent entièrement la zone ciliaire. Ils sont le plus souvent fusionnés les uns avec les autres, attachés à la capsule antérieure du cristallin dans sa zone équatoriale et accolés à l'iris (Evans, 1979 ; Gelatt, 2013) (figure 12). Les procès ciliaires produisent l'humeur aqueuse drainée par l'angle irido-cornéen sur tout le pourtour de l'oeil au travers du trabéculum.

Des fibres zonulaires fines et très nombreuses partent des processus ciliaires postérieurement et vont se fixer à la capsule du cristallin (figure 12). Etant donné la proximité et le contact entre ces deux structures, les fibres zonulaires de cette région sont courtes et fusionnées au niveau de la zone de contact (Bacha *et al.*, 2012).

Antérieurement, le corps ciliaire se détache de la sclère et forme le sinus cilio-scléral, diverticule de la chambre antérieure. Un fin réseau trabéculaire occupe cet espace et relie la base de l'iris à la cornée, formant ainsi le ligament pectiné de l'angle irido-cornéen qui joue un rôle dans la circulation de l'humeur aqueuse.

Histologiquement, on retrouve dans le corps ciliaire le prolongement de la rétine avec vers l'intérieur une couche simple de cellules allongées et vers l'extérieur une couche de cellules pigmentaires ainsi que le prolongement de la choroïde dont l'épaisse structure vasculaire s'amenuise vite pour ne garder qu'une lame conjonctive lâche enrichie de nombreuses fibres élastiques par rapport à la choroïde (Miallier, 1993). Ainsi les processus ciliaires sont composés d'une fine couche de ce tissu conjonctif lâche et sont couverts par un épithélium bistratifié cuboïdal comprenant une assise de cellules cuboïdales fortement pigmentées et une assise de cellules cuboïdales ou cylindriques non pigmentées au contact de l'humeur aqueuse (Guéry, 2008).

La lame basale de ce corps ciliaire, qui contient les muscles de l'accommodation ou muscles ciliaires, est rattachée à la sclère sur sa face interne et s'étend jusqu'au limbe de la cornée et à la zone du sinus veineux scléral (Nickel *et al.*, 1997).

Les muscles ciliaires sont des muscles striés (Evans, 1979) au nombre de deux chez l'oiseau :

- le muscle cornéen antérieur, ou muscle de Crampton, prend son origine sur la sclère, à la face interne de l'anneau scléral, et s'insert rostralement sur la face interne du limbe de la cornée (Nickel *et al.*, 1997). Il est assez large chez des rapaces nocturnes comme la chouette ou le hibou alors qu'il est beaucoup plus petit chez les oiseaux aquatiques voire absent chez le cormoran (Evans, 1979). Il agit directement sur la cornée en modifiant son incurvation ;

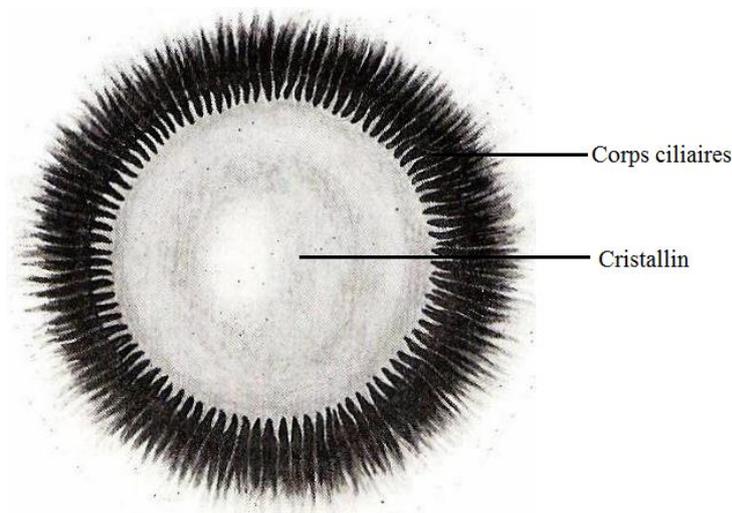
- le muscle cornéen postérieur, ou muscle de Brücke, prend son origine postérieurement au précédent sur la sclère et s'insert entre la rétine et la lame fibreuse du corps ciliaire. Il est large chez le cormoran ou le fou de Bassan (Evans, 1979) et plus réduit chez les oiseaux nocturnes. Il agit directement sur le cristallin en le rendant plus ou moins sphérique ou lenticulaire.

Des fibres radiaires sont présentes et leur association est parfois qualifiée de muscle de Müller. Ce sont des subdivisions des deux muscles précédents et qui s'intercalent entre eux. Chez les rapaces diurnes, elles sont bien développées, ainsi que les deux muscles précédents (Noire,

2008). En effet, ces muscles destinés à l'accommodation sont plus développés chez les oiseaux chassant des proies en mouvement que chez les oiseaux granivores (Guéry, 2008).

On voit que ces muscles sont plaqués contre l'anneau scléral et le début du cartilage et ne sont donc pas en continuité avec le corps ciliaire comme chez les mammifères. Ils en sont séparés par le ligament pectiné. Ceci est certainement en lien avec les différences de mécanismes et de capacités d'accommodation qui existent entre les mammifères et les oiseaux. Les muscles ciliaires s'insérant sur la face interne de l'anneau scléral et du cartilage scléral et s'attachant au niveau de la jonction corneo-sclérale, en association étroite avec le sinus veineux scléral, ils semblent capables de dilater l'angle de filtration (Nickel *et al.*, 1997 ; Guéry, 2008).

*Figure 12 : Vue antérieure du cristallin d'une pintade (Agelastes), iris enlevé, ce qui laisse apparaître les relations entre le cristallin et le corps ciliaire.
(Modifié d'après Nickel et al., 1997)*



(c) *Choroïde*

C'est une couche épaisse, richement vascularisée et pigmentée. Elle est encore plus vascularisée chez les oiseaux plongeurs. Elle fait directement suite au corps ciliaire, postérieurement à l'*ora ciliare retinae* (zone de transition entre les deux rétines) qui en constitue la limite au niveau de l'équateur du bulbe. Elle est bien développée chez les oiseaux et permet de nourrir la rétine. Certains auteurs décrivent la présence de fibres musculaires qui joueraient un rôle dans le contrôle du débit sanguin (Nickel *et al.*, 1997).

La choroïde, structure très pigmentée et composée de plusieurs couches, double la plus grande partie de l'intérieur de l'œil. De l'extérieur vers l'intérieur on trouve (Guéry, 2008 ; Bacha *et al.*, 2012):

- la lame suprachoroïde ou couche supra-choroïdienne ou épichoroïde, est une couche cellulaire de transition, très mince (8 μm en moyenne), qui lie la choroïde à la sclère, en appui sur le périchondre du cartilage scléral, constituée d'une couche mince et lâche de fibroblastes et de fibres de collagène contenant des cellules pigmentaires, les mélanocytes ;
- selon certains auteurs (Evans, 1979), on trouve ensuite une couche qui apparaît vide à l'observation microscopique. Selon les études les plus anciennes, cette couche, plutôt épaisse, contient des cellules musculaires dans les parois qui la traversent et chez certains oiseaux comme les pics elle est remplie d'une masse mucoïde qui permettrait de prévenir les décollements de rétine

pendant les frappes violentes du bec contre l'écorce. Dans les études les plus récentes sur les poules, ce serait un système lacunaire remarquable à très fine paroi qu'on ne retrouve pas chez les mammifères et qui pourraient être constitué de courts vaisseaux lymphatiques (Evans, 1979 ; Bacha *et al.*, 2012) ;

- la lame vasculaire, couche la plus épaisse de la choroïde, dans laquelle on trouve de gros vaisseaux sanguins (artères et veines de gros calibre) suspendus par des lamelles d'un conjonctif lâche formant un stroma avec de grands espaces lacunaires ;

- la choriocapillaire formée d'un réseau dense de capillaires fenêtrés minces et aplatis provenant des vaisseaux de la couche précédente et qui a un rôle fondamental dans la nutrition de la couche profonde de la rétine. Les noyaux des cellules endothéliales et les péricytes sont surtout sur la face choroïdienne des capillaires et sur le coté rétinien ; l'endothélium est étroitement appliqué contre la membrane de Bruch et souvent réduit à une unique couche très fine (à peu près 60 nm d'épaisseur) ;

- la lame basale sur laquelle repose la rétine pigmentaire. Aussi appelée membrane de Bruch, c'est une barrière entre le sang choriocapillaire et la rétine pigmentaire composée de fibres de collagène et de fibres élastiques. Très fine (environ 1,5 μm d'épaisseur), on ne la distingue pas au microscope optique classique.

La choroïde ne possède pas de tapis (Schmidt-Morand, 1992) et cela est d'autant plus étonnant chez les rapaces nocturnes puisque le tapis est classiquement impliqué dans l'adaptation des animaux à une vision nocturne ou crépusculaire (Roze, 1990).

3) Rétine ou tunique nerveuse

La tunique nerveuse des oiseaux est probablement la partie de l'œil qui reflète le plus l'adaptation poussée de l'œil à leur mode de vie.

Elle est généralement plus épaisse que chez les mammifères (Roze, 1990) et elle se divise en une rétine visuelle, relativement épaisse, qui se prolonge au niveau du corps ciliaire et de la face postérieure de l'iris par la rétine aveugle. La partie sensorielle de la rétine s'arrête en arrière de l'anneau scléral, au niveau de *l'ora ciliare retinae* ; puis c'est la rétine aveugle, également pigmentée, qui s'étend sur la *pars plana* (zone de transition entre *l'ora ciliare retinae* et le corps ciliaire), la face postérieure de l'iris, le corps ciliaire et le bord de la pupille. La rétine recouvre ainsi toute la face interne du segment postérieur.

Elle est en contact avec le vitré par sa face antérieure et avec la choroïde par sa face postérieure. Les fibres zonulaires, qui terminent la *pars ciliaris retinae* en commun avec la choroïde s'attachent à la capsule du cristallin au niveau du bourrelet annulaire ce qui constitue un deuxième appareil suspenseur du cristallin qui s'ajoute aux procès ciliaires qui s'attachent antérieurement (Nickel *et al.*, 1997). Enfin, dans le cadre inféro-temporal, on trouve le peigne (*pecten*), structure typique des oiseaux, qui coiffe la papille optique, marquant l'entrée du nerf optique.

La rétine est avasculaire ou anangiotique* et atapétales* ce qui évite les ombres et le dispersement de la lumière et permet d'avoir une acuité visuelle importante (Gunturkun, 2000 ; O'Malley, 2005). De ce fait et du fait de la présence du peigne, le fond d'œil est unique. Il est normalement de couleur rouge à grisâtre. Mais la couleur du fond d'œil varie considérablement en fonction de l'espèce (Williams, 1994) et on trouve souvent des taches grises ou jaunes (Bright, 2000). La nutrition de la rétine est permise par la choroïde (Willis et Wilkie, 1999).

*Figure 13 : Aspect normal du fond d'œil d'un hibou grand-duc (Bubo bubo) observé par ophtalmoscopie
(Photo : service d'ophtalmologie de l'ENVA)*

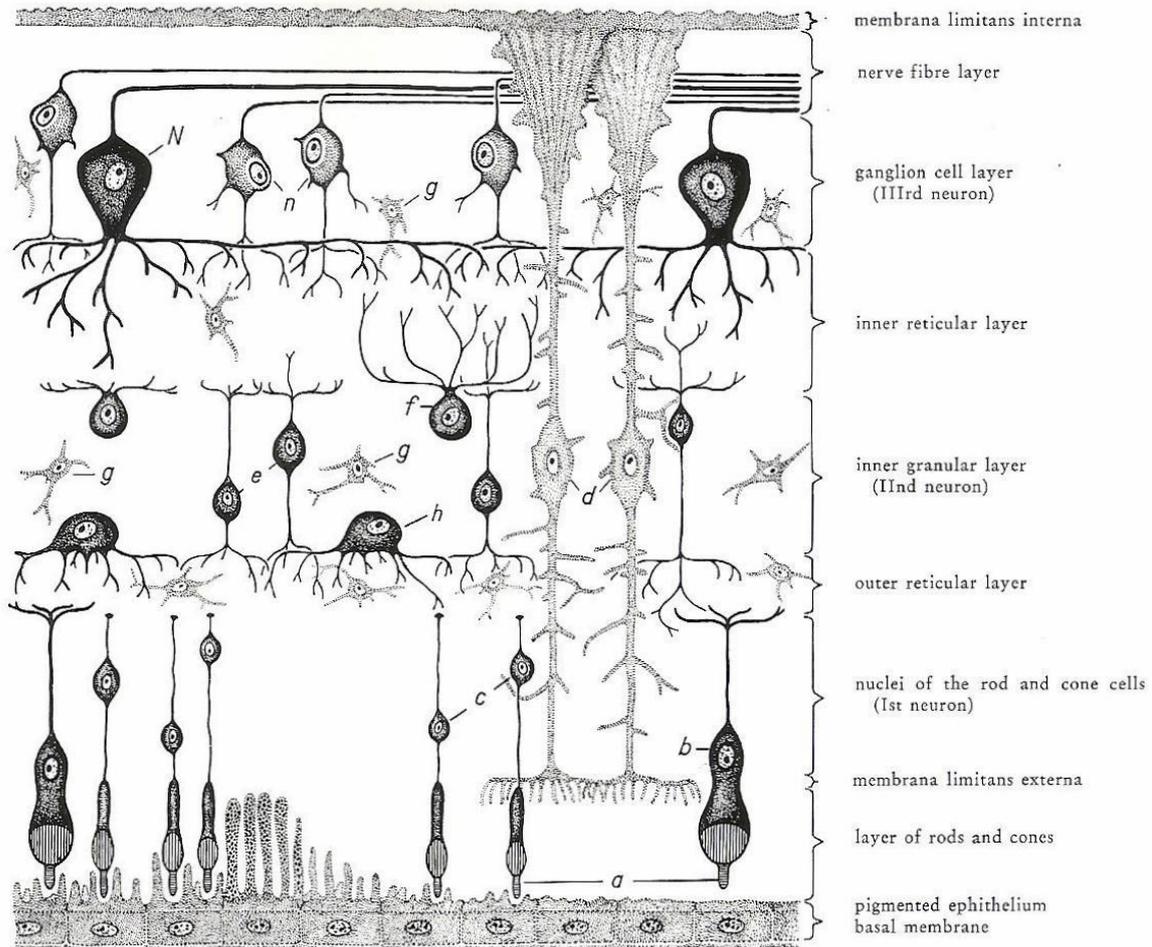


Le fond d'œil normal (figure 13) est gris plus ou moins foncé et au travers, on peut voir la vascularisation choroïdienne chez certaines espèces (Gelatt *et al.*, 2013), ce qui donne une nuance de rouge en fond. L'ensemble est tacheté d'une pigmentation hétérogène. Le vitré normal est transparent et d'aspect solide, une liquéfaction ou la présence de mèches opaques peut signer une inflammation. Le disque optique est ovale et allongé mais il est quasiment recouvert par le peigne, qui apparaît quasiment noir, et donc est non observable (O'Malley, 2005).

La rétine visuelle est divisée en plusieurs couches qui sont relativement semblables à celles qu'on retrouve chez les mammifères. D'abord une couche pigmentaire ne faisant pas partie de la neurorétine. Puis une neurorétine ou couche nerveuse beaucoup plus épaisse et elle-même subdivisée en plusieurs couches : une première constituée de cônes et de bâtonnets, une autre de cellules bipolaires et enfin une de cellules ganglionnaires. Les axones de ces dernières se regroupent pour former le nerf optique. La couche nerveuse correspond donc à des cellules nerveuses capables d'intégration, à l'instar de n'importe quelle autre structure cérébrale (Nickel *et al.*, 1997).

S'il fallait une preuve supplémentaire de l'importance de la place de la vision chez les oiseaux, il suffit de regarder le diamètre du nerf optique qui est toujours plus important que celui de la moelle épinière elle-même. Si on compare avec un être humain, celui-ci ne possède que 40 % du nombre total d'axones par nerf optique que possède le pigeon ou la poule. Et ce n'est rien comparé aux rapaces qui possèdent l'acuité visuelle la plus importante des êtres vivants connus. Les fibres du nerf subissent une décussation qu'on a longtemps cru complète au niveau du *chiasma*. En arrière de celui-ci, on les appelle bandelettes optiques. Elles se terminent dans le *tectum opticum*. Les centres visuels supérieurs siègent dans le télencéphale. Ils sont tellement importants chez l'oiseau qu'on surnomme la zone le « lobe optique » (Orosz, 2005).

Figure 14 : Structure de la rétine de l'oiseau
(Nickel et al., 1997)



A l'examen histologique, on identifie 10 couches identiques à celles des mammifères (figure 14) (Guéry, 2008) :

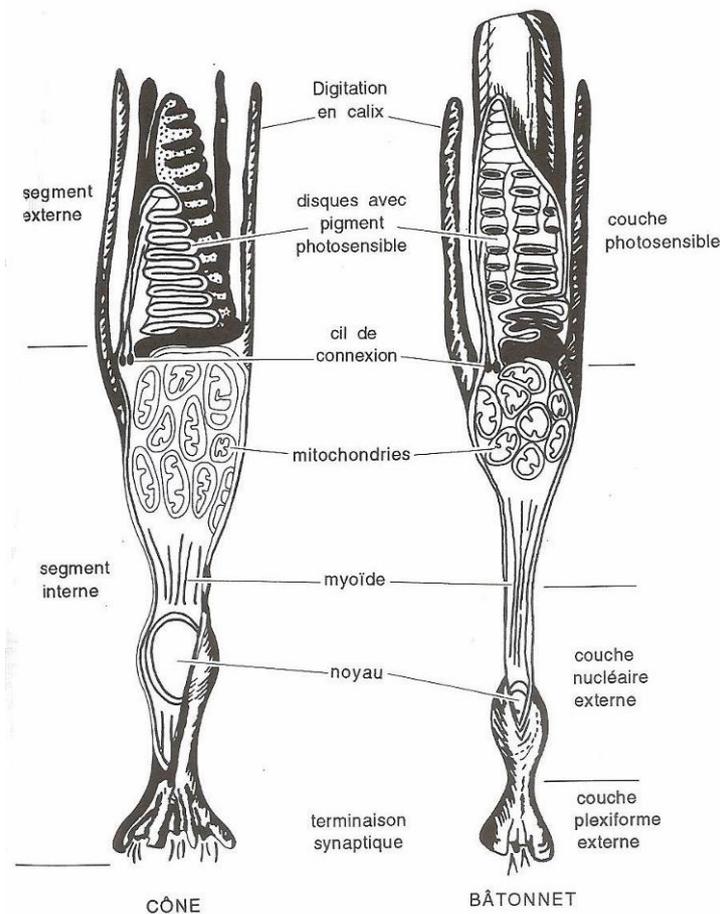
- l'épithélium pigmentaire de la rétine avec des cellules cylindriques et étroites plutôt que cuboïdales et qui possèdent au pôle apical des « houppes » de processus très étendus qui s'entremêlent avec les cônes et les bâtonnets, assurant un rôle de séparation et de protection de ces derniers ;

- une couche de photorécepteurs : les cônes et les bâtonnets ; on y trouve les granules pigmentaires, de grande taille et allongées, disposées parallèlement au grand axe de la cellule. Ils se concentrent au pôle apical (Bacha et al., 2012) ;

- la membrane limitante externe formée de l'interdigitation des processus distaux des cellules de Müller (cellules gliales de la rétine) ; elle est particulièrement proéminente chez les oiseaux ;

- la couche nucléaire externe, contenant les noyaux des cônes et bâtonnets en position basale dans les cellules photoréceptrices, dans une région où le cytoplasme est moins richement granulaire (Bacha *et al.*, 2012) ;
- la couche plexiforme externe ou couche synaptique externe ;
- la couche nucléaire interne contenant les noyaux des cellules bipolaires ;
- la couche plexiforme interne ou couche synaptique interne ;
- la couche des cellules ganglionnaires, les cellules du nerf optique ;
- la couche des fibres nerveuses, les axones des cellules ganglionnaires ;
- la membrane limitante interne.

Figure 15 : Structure des photorécepteurs chez l'oiseau (Schmidt Morand, 1992)



On distingue morphologiquement quatre types de cellules visuelles dont trois types de cônes (des cônes simples droits, des cônes simples obliques et des cônes doubles, ces derniers étant présents chez la chouette chevêche (*Athene noctua*) par exemple mais absents chez la chouette hulotte) et un seul type de bâtonnet (figure 15).

Les bâtonnets sont sensibles à l'intensité de la lumière. Ils contiennent de la rhodopsine, un pigment qui absorbe la lumière à des valeurs d'intensité très basses, similaires à celles des mammifères (entre 0,5 et 1 cd/m²). Ils ne sont pas plus sensibles à la lumière que ceux des mammifères mais, au moins chez le hibou, les cellules ganglionnaires en relation sont plus

nombreuses, ce qui permet à une faible quantité de lumière de produire une réponse efficace (O'Malley, 2005).

Les cônes sont responsables de la vision des couleurs et de l'acuité visuelle. Les oiseaux diurnes ont beaucoup plus de cônes que de bâtonnets sur toute la surface de leur rétine. On pense que les cônes ne forment une synapse qu'avec une seule cellule bipolaire (O'Malley, 2005 ; Gelatt *et al.*, 2013).

Les cônes et les bâtonnets sont présents dans des proportions qui diffèrent en fonction du mode de vie de l'individu. Les cônes sont plus nombreux chez les espèces diurnes (jusqu'à 80 % chez les pigeons et les poules). Ces espèces voient par contre moins bien dans le noir et c'est pourquoi baisser la luminosité permet de les attraper plus facilement. Les espèces nocturnes, quant à elles, ont plus de bâtonnets que de cônes (O'Malley, 2005).

On remarque la présence de processus pigmentés épithéliaux contenant des granules de pigments et répondant à la lumière par une élongation entre les bâtonnets (Gelatt *et al.*, 2013).

A la différence des mammifères, les yeux des oiseaux sont caractérisés par la présence de gouttelettes lipidiques qui s'accumulent à l'extrémité distale des segments internes de leurs cônes, à la jonction avec le segment externe, caractéristique aussi présente chez les amphibiens et les reptiles. Ces gouttelettes lipidiques sont d'au moins 5 couleurs différentes, qui dépendent de la présence, du mélange et de la concentration de différents caroténoïdes (rouge, orange, vert-jaune, jaune pâle et transparent). Des études spectrophotométriques montrent que les gouttelettes lipidiques agissent comme des filtres protecteurs et absorbent la lumière au dessus de leur longueur d'onde caractéristique de transmission. Les gouttelettes lipidiques colorées permettent ainsi une protection contre la lumière ultraviolette, et se comportent aussi probablement comme des lentilles qui concentrent la lumière sur les photorécepteurs, augmentant ainsi la quantité reçue par les pigments visuels. Ces gouttelettes seraient colorées chez les animaux diurnes et incolores chez les animaux nocturnes. Des études récentes, contredisent cependant ce dernier point (Schmidt-Morand, 1992 ; Gelatt *et al.*, 2013).

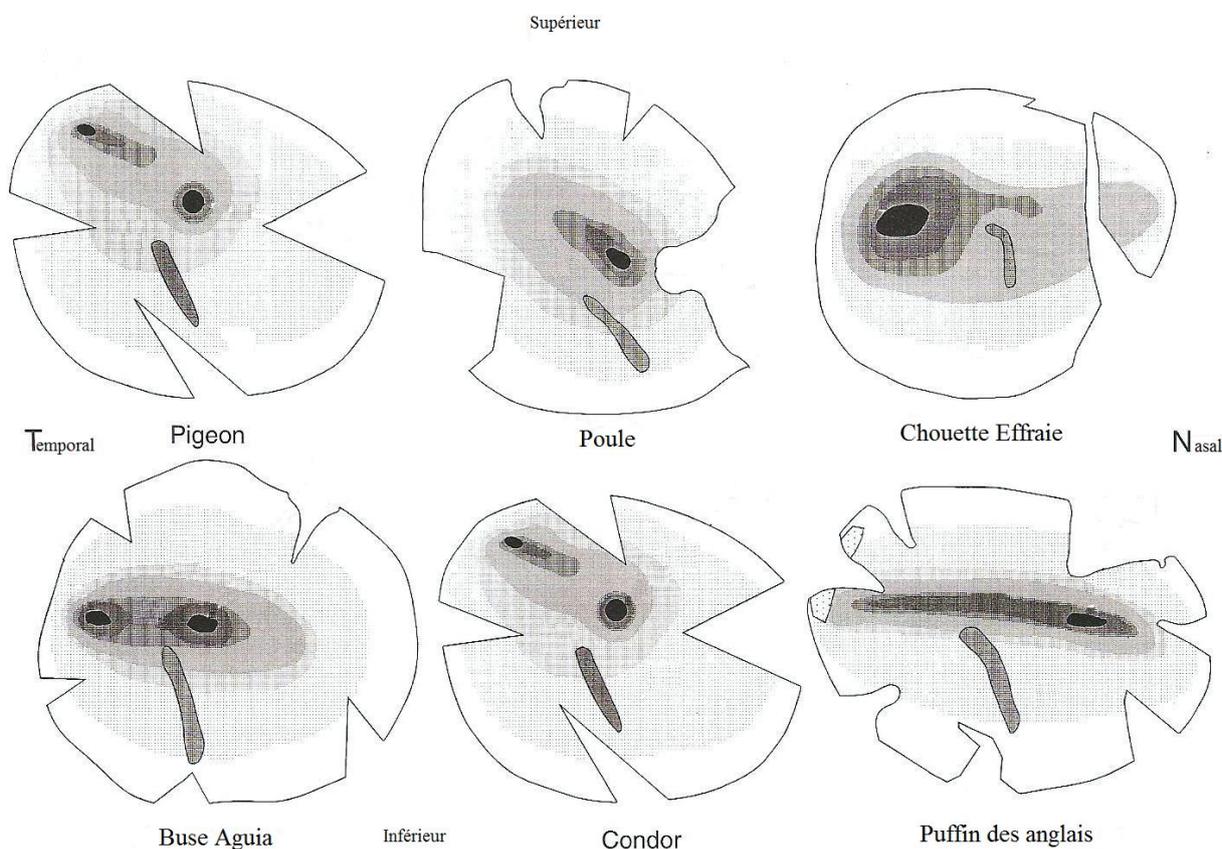
Il existe une variation de densité des cônes et des bâtonnets dans la rétine et on trouve les deux extrêmes de répartition : une absence complète sur la rétine non sensorielle couvrant le disque optique et le pecten et une ou des zones de résolution maximale où cônes et bâtonnets sont très concentrés, formant un petit renflement.

Les areas correspondent à un épaissement local de la rétine. La densité cellulaire de toutes les couches y est plus importante. Les oiseaux possèdent souvent plusieurs areas et les rapaces diurnes sont réputés pour avoir les areas les plus développées. On peut ainsi observer des areas centrales, des areas temporales ou encore la jonction de ces deux dernières par une area horizontale. La plus courante est l'area centrale (*area centralis rotunda*), un petit renflement rond avec une très forte densité de cônes et un *ratio* de plus ou moins un entre les cônes et les cellules ganglionnaires. Chez certaines espèces et notamment celles vivant en bord de mer (par exemple, les mouettes et les goélands (*Laridés*)), elle est remplacée par une zone en forme de ruban constituant une area horizontale (*area centralis horizontalis*) (figure 16) (Gunturkun, 2000).

Les fovéas correspondent à des zones d'amincissement de la rétine de l'œil des oiseaux pour une meilleure acuité visuelle (O'Malley, 2005). C'est le site d'une population de photorécepteurs très denses en cônes mais qui peut tout de même contenir des bâtonnets. Dans ces fovéas, les cellules visuelles seraient plus fines et plus longues accroissant ainsi le pouvoir de résolution (Meyer, 1986). Dans les deux types d'*area centralis*, on retrouve au centre la *fovea centralis*, une dépression aux bords abruptes. Cette *fovea* est le plus souvent unique et permet une vision monoculaire. Chez certaines espèces à vision binoculaire et notamment les prédateurs

comme le martin-pêcheur (*Alcedo atthis*), les rapaces chassant en vol (Roze, 1990) et certains passereaux, il existe une fovéa temporale ou *fovea temporalis* laquelle forme une dépression localisée dans l'*area temporalis* et qui est aussi une zone de concentration de cônes (Evans, 1979 ; Roze, 1990 ; Gunturkun, 2000) Certaines publications suggèrent qu'une des *fovea* est utilisée pour la vision de près et l'autre pour la vision à grande distance. Chez les chouettes, seule la *fovea* temporale est présente car dans un globe de type tubulaire une *fovea* centrale ne serait pas sollicitée. Chez beaucoup d'espèces les fovéas sont non identifiables (Williams, 1994). En effet, la plupart des espèces domestiques et quelques autres n'ont pas de fovéa. L'anatomie en 3D de la rétine et de la fovéa de 4 espèces de rapaces a été établie en utilisant la tomographie *in vivo* (Gelatt *et al.*, 2013). Une *area* peut exister sans fovéa mais l'inverse est impossible (Meyer, 1986).

Figure 16 : Exemple de répartition des cellules ganglionnaires sur la rétine d'oiseaux de six espèces différentes. Les rétines sont ramenées à la même taille et les teintes de gris foncent avec l'augmentation de la densité cellulaire. (Modifié d'après Gunturkun, 2000)



4) Cristallin

Le cristallin est considéré comme le second dioptré du système oculaire. C'est une lentille biconvexe transparente située caudalement à l'iris. Il est suspendu depuis le corps ciliaire par les fibres de la zonule ainsi que par les processus ciliaires (Meyer, 1986 ; Noire, 2008 ; Gelatt *et al.*, 2013). Il est de forme variable en fonction de l'espèce : sphérique pour les espèces nocturnes et

parfois aplati dans sa partie antérieure pour les espèces diurnes (Bright, 2000). Il est de consistance plus molle que chez les mammifères et il est d'autant plus souple, flexible et donc déformable.

Le cristallin est entouré d'une épaisse capsule, homogène dans sa constitution mais pas dans son épaisseur puisqu'elle est légèrement plus fine en son centre (environ 3 μm d'après Guéry, 2008) dans la région de l'axe du cristallin alors qu'elle est plus épaisse dans la région de l'attache au corps ciliaire. Il est enfin entouré d'une membrane qui contient un épithélium métaboliquement actif dans sa partie antérieure.

Le cristallin peut se diviser en deux zones :

- la partie centrale du cristallin est formée de fibres concentriques orientées parallèlement à l'axe optique de l'œil et de quelques noyaux qui sont localisés à proximité du bourrelet annulaire ;

- la région équatoriale est marquée par un bourrelet annulaire qui entoure le cristallin comme une ceinture, typique de l'œil des oiseaux. Cet anneau est formé d'une seule couche de hautes cellules dont le noyau est périphérique et dans lesquelles, les fibres sont modifiées : elles sont plus grandes et disposées radialement avec les noyaux périphériques. Non actif au plan optique, le bourrelet annulaire jouerait cependant un rôle dans le métabolisme du cristallin et on suppose qu'il pourrait avoir un rôle nutritif. Son rôle majeur semble être néanmoins d'intervenir dans les phénomènes de l'accommodation. En effet, il aurait pour fonction de transmettre les pressions exercées par les crêtes des procès ciliaires qui lui sont rattachées. La taille de ce bourrelet est assez variable et est en général proportionnelle à la capacité d'accommodation du cristallin. A l'exception des oiseaux plongeurs, le bourrelet annulaire est plus large chez les espèces qui ont une grande capacité d'accommodation (comme les oiseaux de proie diurnes, des espèces au vol très rapide) et plus petits dans les espèces avec une faible capacité d'accommodation, comme les espèces nocturnes ou les espèces ratites. Ce dernier point explique en partie la forme plus aplatie du cristallin des espèces diurnes (Meyer, 1986 ; Nickel *et al.*, 1997 ; Noire, 2008).

Entre ces deux régions, on trouve un espace ou une fente remplie de liquide de nature protéique, la vésicule du cristallin. Il semble qu'elle participe à la mollesse de l'ensemble du cristallin et par là semble-t-il, à la rapidité de l'accommodation (Gelatt *et al.*, 2013).

La capsule du cristallin est fortement solidaire du vitré antérieur auquel elle est très adhérente ainsi qu'aux processus ciliaires qui viennent à son contact direct et fusionnent. Les masses molles cristalliniennes étant bloquées postérieurement, elles n'ont donc d'autre choix que de se déformer antérieurement lors de l'accommodation.

5) Segment antérieur

Le segment antérieur est l'espace situé entre la cornée et le cristallin. Il est séparé en une chambre antérieure et une chambre postérieure par l'iris (Evans, 1979).

La chambre antérieure est assez profonde du fait de la convexité de la cornée et de la faible projection antérieure du cristallin et elle est encore agrandie par l'espace cilio-scléral. Cette chambre est de taille très augmentée chez les oiseaux nocturnes comme les rapaces (Schmidt-Morand, 1992 ; Roze, 1990). La chambre postérieure se situe entre l'iris, le cristallin et le corps ciliaire.

Les deux chambres communiquent entre elles par la fente pupillaire et sont remplies de l'humeur aqueuse, liquide d'une composition très proche de celle des mammifères. En effet il est composé à 99 % d'eau, de quelques protéines (en concentration moins importante que dans le

plasma), enzymes ainsi que divers électrolytes (sodium, potassium, calcium, chlore, bicarbonates et phosphore) ou composés simples (glucose, créatinine, urée, acides aminés, acide ascorbique, acide hyaluronique et acide lactique). Chez la chouette hulotte, il semblerait cependant qu'elle soit un peu plus visqueuse (Roze, 1990).

Ce fluide intraoculaire est continuellement secrété dans la chambre postérieure par le corps ciliaire ; il circule à travers la pupille vers la chambre antérieure où il est drainé continuellement par le canal de Schlemm, à la périphérie de la chambre antérieure (Meyer, 1986).

6) *Segment postérieur*

Il s'agit du compartiment situé entre le cristallin et la rétine.

Il est rempli d'un gel, le corps vitré, une structure transparente et avasculaire dont la composition est assez comparable à celle des mammifères (Rival, 2007). En effet, il est constitué principalement d'eau avec une trame de collagène, d'acide hyaluronique ainsi que d'une grande variété d'électrolytes, de glucides et de protéines en faible quantité. Le stroma vitréen correspond ainsi à un délicat réseau de fibrilles attachées entre elles et qui se condensent en surface pour former la membrane hyaloïde (Nickel *et al.*, 1997). Il adhère fortement à la rétine et s'accroche *via* des fibrilles au sommet du peigne, logé dans une fente ménagée en son sein. Il contribue à l'équilibre de la pression intra-oculaire et au maintien de la coaptation de la rétine contre la choroïde (Nickel *et al.*, 1997).

Le *pecten oculi* ou peigne est un organe intraoculaire propre aux oiseaux, présent chez toutes les espèces. Il est fortement pigmenté, très vascularisé, issu de la choroïde, et raccordé à la rétine au point aveugle. La base du peigne repose sur le disque du nerf optique, qu'il masque ainsi presque entièrement et qui le projette en avant dans le vitré où il est soumis à de petits mouvements ondulatoires (Bright, 2000 ; Rival, 2007).

Sa taille et sa forme varient très fortement en fonction des espèces. Il existe 3 types de peignes : conique et sans pli (uniquement chez le kiwi (*Apterygidés*)), lamellé (chez l'autruche et le nandou (*Rheidés*)) et plissé (chez la majorité des autres oiseaux). Il est en général petit et simple chez les oiseaux nocturnes alors qu'il est de plus grande taille et plus élaboré chez les oiseaux diurnes (Evans, 1979 ; Gultiken *et al.*, 2012). Il semblerait que le moment de l'activité de chasse sur le nyctémère soit lié au type de peigne, par exemple la buse à queue rousse, un rapace diurne possède un peigne avec 17 à 18 plis alors que le grand duc d'Amérique, un rapace nocturne, a un peigne qui ne compte que 7 à 8 plis (Gultiken *et al.*, 2012).

Il est constitué d'une membrane comptant un nombre variable de plis, dirigés vers le centre du globe oculaire. Le peigne est constitué exclusivement de capillaires et de cellules stromales pigmentées extravasculaires au noyau très gros ; une fine lame basale en continuité avec la membrane limitante interne de la rétine le délimite. A son extrémité « libre », sous la membrane basale, les plis sont liés par un pont de tissu très fortement adhérent au vitré (McLelland, 1990 ; Bacha *et al.*, 2012). Il ne possède ni tissu musculaire ni tissu nerveux (Gelatt *et al.*, 2013).

La vascularisation du peigne est indépendante de celle de la choroïde. A sa base se trouve l'artère du peigne qui est une ramification de l'artère ophtalmique temporale. Elle forme une artère centrale qui traverse toute la longueur du peigne puis se divise en artérioles pour chacun des plis du peigne. Celles-ci se prolongent ensuite par un réseau de capillaires très dense, bordés de cellules endothéliales à noyau globuleux (Noire, 2008). Les espaces restant sont comblés par des cellules pigmentées par des agrégats de mélanine (Gultiken *et al.*, 2012). Ces capillaires sont

ensuite drainés par des veinules dirigées parallèlement aux artérioles qui s'ouvrent dans une veine marginale à la base du peigne. Cette dernière est drainée par la veine du peigne, qui est une ramification de la veine ophtalmique temporale (Noire, 2008).

Il est considéré comme une partie du système d'analyse des images puisque sa première fonction semble être la nutrition de la rétine qui est, rappelons-le, avasculaire chez les oiseaux. On le met en évidence par la présence d'un gradient de dioxygène du peigne vers la rétine, le passage de nutriments du peigne vers le vitré, et l'observation de passage de marqueurs fluorescents du peigne au vitré (Gunturkun, 2000). Cette fonction de nutrition serait permise par les mouvements saccadés de l'œil qui permettent une distribution rapide des molécules venant de l'arcade vasculaire du peigne (Williams, 1993).

Néanmoins, si cette fonction ne semble pas être avalisée par tous les auteurs, les spéculations sont nombreuses et pourraient être à l'origine de prochaines études. Le peigne permettrait d'assurer l'équilibre acide-base et de faciliter le mouvement des fluides dans l'œil par ses oscillations (Martin, 1985 ; Gunturkun, 2000). Il est possible que, chez certaines espèces, le peigne assure des fonctions secondaires comme la nutrition de la cornée, la sécrétion, la régulation de la pression intraoculaire, la régulation de la température interne de l'œil (par les capillaires) à haute altitude, l'absorption de la lumière (et notamment des ultra-violets à haute altitude, qui abîmeraient la rétine, en interposant les granules de mélanine présents sur la face antérieure du peigne), la vision, l'apport de cellules immunitaires lors d'infections (par les capillaires), etc. (Gultiken *et al.*, 2012). On met ainsi à son crédit plus d'une trentaine de fonctions non démontrées encore à ce jour.

III. LA VISION DES OISEAUX

La vision des oiseaux, et surtout celle des rapaces, fascine. Mais au-delà des mythes, elle constitue un sens essentiel à appréhender car la prise en compte de son importance dans la survie des oiseaux, quel que soit leur mode de vie, conditionnera dans une large mesure les conditions de leur prise en charge en centre de faune sauvage dans la perspective de les relâcher dans la nature (Orosz, 2005) conformément à la réglementation française.

La lumière, en suivant l'axe visuel, doit traverser quatre milieux (cornée, humeur aqueuse, lentille et vitré) avant d'atteindre la rétine. Ces milieux sont remarquablement transparents et peuvent transmettre des longueurs d'ondes jusque dans le proche ultraviolet (Gunturkun, 2000). Ils participent directement ou indirectement à la réfraction des rayons lumineux en fonction de leur densité optique (Meyer, 1986). Une fois la rétine atteinte, l'énergie lumineuse sera convertie en impulsions électriques grâce au blanchiment des pigments portés par les photorécepteurs (Meyer, 1986).

Si l'anatomie et l'histologie de l'œil de l'oiseau sont de mieux en mieux connues, certains domaines de la physiologie de la vision restent inexplicables à ce jour. La diversité des espèces et des contraintes écologiques qu'elles subissent rendent les études sur ce sujet plus complexes encore à synthétiser.

A. Les paramètres de la vision chez les oiseaux

1) *Vision binoculaire/monoculaire*

La plupart des auteurs s'accordent sur l'existence d'une vision binoculaire chez les oiseaux (O'Malley, 2005). Mais comme il est très difficile d'étudier l'analyse de l'image par leur cerveau, il n'existe aucune certitude quant à la réalité de la vision binoculaire puisqu'on ne sait pas si les centres supérieurs sont capables de fusionner les deux images perçues (Roze, 1990). Néanmoins la comparaison avec les systèmes connus et la présence de zones rétinienne comme les fovéas ou les areas permettent d'avoir une forte présomption quant à la réalité de cette hypothèse (Meyer, 1986).

2) *Champs visuels*

Le champ visuel correspond à l'ensemble de l'espace vu par un œil. Il est déterminé par la forme de l'œil et par sa position sur la tête (*cf. supra* I. A. 2.).

De manière générale, on peut grossièrement dire que les espèces proies comme le pigeon ont un champ visuel large, qui peut dépasser les 300° (10° de champ binoculaire et 145° de champ monoculaire avec un angle aveugle de 60°). Les prédateurs diurnes, quant à eux, ont un champ visuel réduit à 150° en moyenne (60° de champ binoculaire, 50° de champ monoculaire et 200° d'angle aveugle) (Schmidt-Morand, 1992 ; Guéry, 2008). Enfin, les prédateurs nocturnes, ont des yeux encore plus frontaux qui autorisent un champ visuel binoculaire plus important (70° en moyenne), mais la forme tubulaire de l'œil réduit énormément le champ de vision global à 110° environ ; les régions de vision monoculaire sont donc restreintes à 20° et la zone aveugle est de

250°. Mais, comme nous l'avons déjà évoqué précédemment, ceci est compensé chez ces espèces par la mobilité de la tête.

Une étude chez la chouette hulotte a montré que son champ visuel binoculaire s'arrête au niveau du sommet des disques faciaux de plumes qui entourent la face de l'oiseau et ainsi, même la projection du bec se situe en dehors du champ visuel. Le secteur aveugle de cet oiseau est donc de 159° (Martin, 1984).

3) *Acuité*

L'acuité visuelle est la capacité pour un œil à distinguer un petit objet à une distance très importante. Chez les oiseaux, elle repose principalement sur des adaptations de trois éléments structuraux : la forme du globe, le cristallin et la rétine.

L'acuité peut être augmentée en accroissant la longueur focale antérieure d'un œil. En effet, l'image optique est ainsi envoyée sur une large surface de rétine et donc sur un grand nombre de photorécepteurs. Les oiseaux ont évolué dans le sens d'une augmentation de la taille de l'œil, qui apparaît comme un avantage. En général ils possèdent ainsi les yeux les plus gros, proportionnellement à leur taille, du règne animal. Ceci est encore plus marqué pour les globes tubulaires, présents chez les oiseaux de proie, et qui permettent de créer une image très large sur la rétine, ce qui représente une version assez extrême de l'optimisation biologique en vue d'accroître l'acuité visuelle (Meyer, 1986).

Le cristallin des oiseaux est un dioptré très marqué, non sphérique mais aplati en son centre. Cela permet d'augmenter l'acuité visuelle centrale mais diminue l'acuité visuelle périphérique en créant plus d'aberrations visuelles qu'une structure sphérique (Schmidt-Morand, 1992).

Pour les rapaces nocturnes, l'augmentation de l'acuité va de pair avec l'accroissement du nombre de photorécepteurs, qui sont alors plus nombreux à être connectés à la même cellule bipolaire. Ainsi la détection visuelle est possible même dans des conditions de luminosité faible. Pour les rapaces diurnes, en revanche, la rétine a généralement un faible *ratio* de convergence rétinien (c'est-à-dire de photorécepteurs par cellules ganglionnaires), de cette manière les impulsions des récepteurs ne sont pas sommées, et la résolution visuelle est augmentée. Cette optimisation est néanmoins limitée par le compromis nécessaire avec la sensibilité à la lumière. En effet, les rétines dans lesquelles les photorécepteurs ne sont pas groupés ne fonctionnent de manière optimale qu'à des intensités lumineuses très importantes et donc la résolution visuelle des oiseaux de proie diurnes est fortement diminuée en situation de faible luminosité comme à la nuit tombante (Gunturkun, 2000).

En captivité, une cage obscure peut ainsi permettre de calmer les oiseaux mais elle ne leur permet pas facilement de discriminer leur nourriture, il faut donc en prendre compte dans l'organisation de leur cage de convalescence (Orosz, 2005).

Il est très difficile de mesurer avec précision l'acuité visuelle d'un animal, mais la densité exceptionnelle des cônes dans la rétine de la plupart des oiseaux, et notamment des falconidés, laisse supposer qu'elle est supérieure à celle de l'homme (Williams, 1993). D'après les expériences publiées on estime qu'elle serait en fait 2,4 à 2,6 fois supérieure en moyenne et maximale chez les rapaces diurnes (Meyer, 1986). Mais si l'acuité visuelle des prédateurs diurnes est supérieure à celle de l'homme, ceci n'est vrai qu'en lumière du jour, car lorsque la luminance décroît, leurs performances visuelles sont bien moindres (Roze, 1990).

Des mesures chez le pigeon (*Columba livia*) ont montré que l'acuité frontale dépend du moment de la stimulation, de la luminance, de la longueur d'onde utilisée et de l'âge du pigeon. Dans des conditions favorables, un pigeon d'un an atteint une acuité frontale de 12,7 c/deg (cycles par degré d'angle visuel*), qui s'accroît jusqu'à atteindre 16 à 18 c/deg à deux ans puis décroît ensuite à 3 c/deg lorsqu'il atteint 3 ans. Le champ visuel binoculaire frontal des pigeons est projeté sur l'*area dorsalis superiotemporale* alors que le champ visuel latéral monoculaire est projeté sur l'*area centralis* (les deux areas chez le pigeon étant dépourvues d'une vraie dépression fovéenne). Ces deux régions de la rétine semblent desservir différentes fonctions visuelles avec différentes capacités en terme de résolution optique. Des études de comportement montrent que beaucoup d'espèces d'oiseaux, comme les pigeons, fixent les objets à distance préférentiellement avec leur champ latéral monoculaire. Ce comportement est parfois très prononcé, les oiseaux s'orientant latéralement et jusqu'à perpendiculairement à l'objet qu'ils souhaitent inspecter. Ce comportement, associé au fait que la densité de cellules ganglionnaires atteint un pic au centre de la fovéa centrale, suggère que la résolution est maximale dans le champ visuel latéral. Malgré cela, l'acuité visuelle latérale des jeunes pigeons est de 12,6 c/deg, ce qui est identique à la valeur obtenue dans le champ visuel frontal de sujets du même âge. Mais soulignons que la valeur de l'acuité visuelle latérale est obtenue en conditions de vision monoculaire alors que la valeur frontale est obtenue dans des conditions de vision binoculaire. Or, on sait que chez les humains la sensibilité binoculaire est quasiment doublée par rapport à celle obtenue avec un seul œil. Le même effet intervient chez le pigeon et dépend probablement d'une sommation des impulsions reçues par les deux yeux. Le pouvoir de ce mécanisme est visible lorsqu'on teste les pigeons frontalement sous des conditions de vision monoculaire et non plus binoculaire. Leur acuité frontale diminue alors jusqu'à 6,5 c/deg et donc à moins de la moitié de la valeur obtenue sous vision binoculaire. Si on utilise que les données monoculaires pour comparer l'acuité frontale et latérale, il apparaît évident que la résolution dans le champ latéral est considérablement plus importante que celle du champ frontal. Ces résultats sont alors en parfait accord avec les données comportementales qui est de préférer utiliser le champ visuel latéral pour l'inspection d'objets distants (Gunturkun, 2000).

Ces valeurs d'acuité sont largement dépassées par celles de certains oiseaux de proie. Par exemple, le faucon crécerelle d'Amérique (*Falco sparverius*), a été mesuré à 160 c/deg, ce qui lui permettrait de voir un insecte de 2 mm de longueur du haut d'un arbre de 18 m de haut. Mais ces oiseaux de proie sont considérablement dépendants de la luminance avec une acuité qui tombe à moins de la moitié de la valeur précédente lorsque la luminosité décroît. Par exemple, le faucon crécerelle d'Amérique dans des conditions de 2 cd/m² a une acuité visuelle qui tombe à 58 c/deg. On voit donc que les adaptations de l'œil permettant d'atteindre une acuité visuelle importante impliquent une perte de sensibilité optique. Par ailleurs tous les oiseaux de proie n'atteignent pas des valeurs d'acuité élevées. La chouette effraie, rapace nocturne n'a une acuité visuelle que de 8,4 c/deg, ce qui est prévisible rien qu'en regardant la densité de cellules ganglionnaires dans sa rétine. Elle s'appuie majoritairement sur son audition pour chasser ses proies (Gunturkun, 2000).

4) Accommodation

L'accommodation est la capacité d'ajuster, ou de mettre au point, les structures de l'œil, de telle manière à ce que les objets situés à des distances variables de la rétine puissent tous être vus précisément. C'est un des mécanismes les plus importants pour permettre une bonne résolution visuelle. L'accommodation chez les oiseaux est très différente de celle des mammifères.

Les mécanismes permettant cette fonction majeure sont extrêmement bien développés chez les oiseaux et permettent des plages d'accommodation plus importantes que chez

la plupart des autres groupes de vertébrés. En effet, la plupart des oiseaux ont une plage d'accommodation de 20 dioptries en moyenne, ce qui correspond au double de l'accommodation maximale d'un homme d'une vingtaine d'années. Le degré d'accommodation peut varier de 2 dioptries (D) pour les hiboux à 80 dioptries pour les oiseaux plongeurs, ce qui, dans leur cas, compense la perte de la réfraction cornéenne dans l'eau (Schmidt-Morand, 1992).

La faculté d'accommodation présente des variations interspécifiques et dépend des deux dioptries de l'œil que sont la cornée et le cristallin puisqu'elle se fait, soit par changement de la courbe cornéenne, soit par mouvement antérieur et déformation du cristallin (Rival, 2007 ; Willis et Wilkie, 1999b) (figure 17). Si d'anciennes publications ont pu postuler que la membrane nictitante transparente était un complément lenticulaire à la mise au point il est désormais avéré que cette hypothèse est fautive (Schmidt-Morand, 1992). Chez certains oiseaux on soupçonne un mécanisme supplémentaire extrêmement controversé impliquant des mouvements de la rétine vers l'arrière par l'action d'une musculature choroïdienne qui permettrait de fins ajustements (Meyer, 1986).

Les deux mécanismes reposent sur l'action d'un acteur principal : le muscle ciliaire. Ce muscle est divisé en deux ou trois parties selon les auteurs, le muscle de Brücke, de Crampton et parfois de Muller. Les deux premiers sont très développés et agissent respectivement sur le cristallin et sur la cornée, selon un mécanisme spécifique aux oiseaux (Nickel *et al.*, 1997).

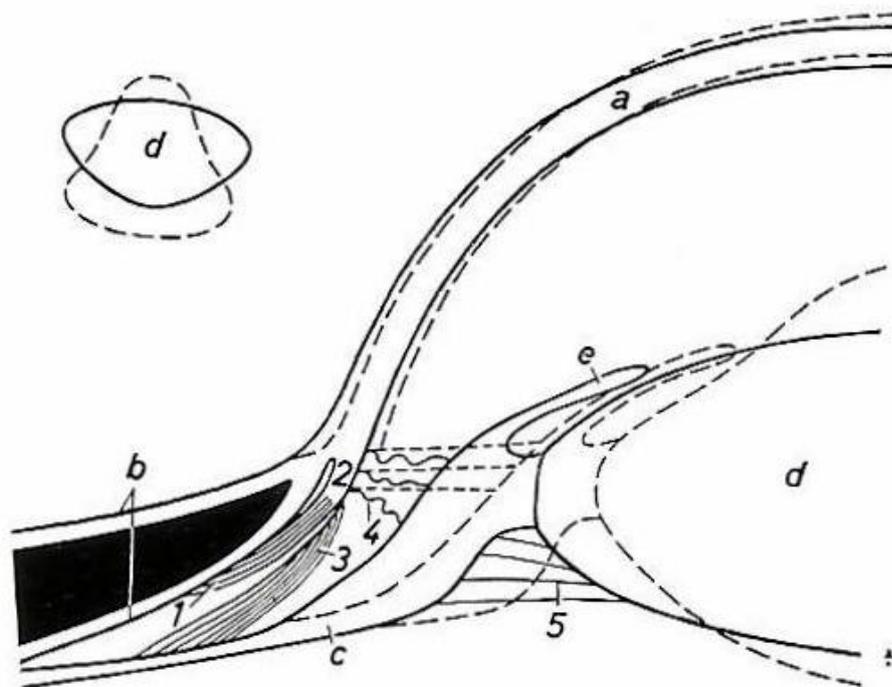
La déformation consécutive du globe oculaire est limitée par la présence des ossicules scléaux (Guéry, 2008).

Figure 17 : Modifications structurales de l'œil d'un oiseau par les phénomènes de l'accommodation

a. Cornée ; b. Sclère ; c. Corps ciliaire ; d. Cristallin ; e. Iris

1. Muscle de Crampton ; 2. Anneau scléral ; 3. Muscle de Brücke ; 4. Ligament pectiné ; 5. Fibres de la zonule.

(Nickel *et al.*, 1997)



Mécanismes d'accommodation *via* la déformation de la cornée :

C'est la contraction du muscle ciliaire antérieur (muscle de Crampton), qui tire la jonction scléro-cornéenne en arrière, ce qui permet d'augmenter le rayon de courbure de la cornée en son centre et donc de changer son incurvation (Meyer, 1986 ; Gelatt *et al.*, 2013). On observe simultanément la déformation du cristallin. Chez le poulet et le pigeon, les changements d'incurvation de la cornée sont responsables à 50 % ou plus de la plage d'accommodation de l'œil mesurée entre 15 et 17 D (Schmidt-Morand, 1992).

Mécanismes d'accommodation *via* la compression du cristallin :

C'est un phénomène courant et très développé chez les oiseaux, facilité par leur cristallin très flexible qui autorise des changements d'accommodation très rapides et parfois considérables. Les rapports du cristallin avec le corps ciliaire et l'iris ne sont pas modifiés pendant l'accommodation (Nickel *et al.*, 1997 ; Gelatt *et al.*, 2013).

Chez l'oiseau l'accommodation *via* le cristallin est permise par une compression directe de celui-ci par le corps ciliaire. Le contact avec ce dernier est étroit et permis par les processus ciliaires, solidement ancrés sur le bourrelet annulaire. Celui-ci est très développé chez les espèces aux grandes capacités d'accommodation alors qu'il est réduit, voire absent chez les oiseaux non volants. C'est la contraction des muscles ciliaires qui pousse le corps ciliaire vers l'intérieur, contre le bourrelet annulaire, qui va transmettre à son tour la compression au centre de la lentille. Cette action s'exerce équitablement sur tout le pourtour de la lentille et projette sa surface antérieure vers l'avant de l'œil, augmentant ainsi sa courbure et donc son pouvoir de réfraction. Un mouvement antérieur de la lentille elle-même est prohibé par les fibres zonulaires et le ligament pectiné tandis qu'un déplacement postérieur est empêché par la fermeté du corps vitré (Gunturkun, 2000). La plupart des oiseaux diurnes utilisent les muscles sclérocornéens postérieurs pour compresser la lentille alors que les oiseaux nocturnes mais aussi les falconidés recourent à leurs muscles antérieurs (O'Malley, 2005).

Le sphincter irien joue aussi un rôle dans la déformation du cristallin et atteint son développement maximal chez les oiseaux amphibies chez lesquels il permet une déformation antérieure extrême de la lentille (Meyer, 1986). En effet, chez les oiseaux pêcheurs comme le cormoran, un sphincter irien très puissant peut complètement déformer le cristallin et le faire passer du stade de cristallin lenticulaire (vision aérienne, utilisé pour viser et plonger) en cristallin sphérique (vision aquatique, utilisé pour nager et chasser sous l'eau). Chez ces oiseaux, le cristallin est très mou et les muscles de l'accommodation très puissants, ce qui leur permet une capacité d'accommodation allant jusqu'à 50 dioptries soit cinq fois supérieure à celles d'un homme jeune adulte (Roze, 1990 ; Schmidt-Morand, 1992 ; O'Malley, 2005)

Chez les oiseaux diurnes, on distingue deux groupes : chez les pigeons, poules et faucons crécerelles, les fibres musculaires ciliaires sont en majorité dans les groupes de fibre des muscles antérieurs ce qui suggère que l'accent est mis sur les mouvements de cornée pour l'accommodation alors que chez le harle couronné (*Lophodytes cucullatus*), la majorité des fibres sont dans les groupes de fibres des muscles internes et postérieurs ce qui suggère que l'accent est mis sur les mouvements du cristallin pour l'accommodation (Gelatt *et al.*, 2013). Chez les oiseaux nocturnes, le muscle ciliaire postérieur est plus faible que l'antérieur, ce qui suggérerait l'utilisation des deux mécanismes de manière équivalente (Gelatt *et al.*, 2013). Toutefois, le pouvoir accommodateur des rapaces nocturnes, qui se reposent plus sur leur sens auditif, ne serait que de 2 à 4 dioptries selon les auteurs (Meyer, 1986).

S'ajoutent à ces mécanismes dynamiques, des mécanismes statiques que possèdent certains oiseaux et qui permettent de garder la mise au point sur l'objet d'intérêt indépendamment du mouvement ou de la distance. Il existe chez certains oiseaux une asymétrie dans l'œil, eumétrope dans sa partie supérieure et de plus en plus myope dans sa partie inférieure. C'est le cas par exemple chez la caille (*Perdix*), le poulet (*Gallus*) et les pigeons (Gelatt *et al.*, 2013). L'oiseau peut ainsi faire le point en même temps sur les objets qui se trouvent à l'horizon ou dans le champ visuel supérieur et sur les objets qui se trouvent au sol à plus ou moins grande distance. Le degré de myopie de ce champ inférieur semble s'ajuster à la hauteur de la tête de l'animal ce qui fait que les oiseaux comme les grues (*Gruidés*) peuvent aussi en bénéficier. On a démontré l'absence d'un tel champ visuel myope chez les rapaces et on comprend bien que cela ne serait pas avantageux pour poursuivre et capturer des proies mobiles qui sont souvent repérées avec le champ visuel inférieur car la mise au point doit rester nette alors même qu'ils sont toujours en vol (Gunturkun, 2000).

La myopie totale a, en revanche, peu de chance d'exister chez les oiseaux puisque l'incapacité de l'individu à survivre conditionne sa capacité reproductive et donc la transmission de ce défaut (Schmidt-Morand, 1992). Seuls les jeunes seraient transitoirement myopes à l'ouverture des paupières (Gelatt *et al.*, 2013).

5) Voies optiques

Les axones des cellules ganglionnaires de la rétine convergent vers la papille optique, traversent la sclère au niveau de la lame criblée et forment ensuite le nerf optique en s'entourant d'une gaine myélinisée (Noire, 2008). Celui-ci pénètre dans le crâne à la faveur du foramen optique (Miallier, 1993).

Au niveau du *chiasma* optique, les fibres de la rétine nasale subissent une décussation totale alors que les fibres de la rétine temporale ne subissent qu'une décussation partielle. La quantité de fibres qui décussent est proportionnelle à la qualité de la vision binoculaire. Chez les oiseaux aux yeux très latéraux et à la vision binoculaire peu développée comme les pigeons, la décussation est quasiment totale à totale. En revanche chez les oiseaux aux yeux frontaux et à la vision binoculaire développée comme les rapaces nocturnes, la décussation est beaucoup moins élevée (Noire, 2008). On a longtemps cru la décussation complète dans toutes les espèces mais des expériences chez le poussin ont récemment démontrées le contraire (Gelatt *et al.*, 2013).

Après le *chiasma*, les fibres entrent dans les corps genouillés latéraux des hémisphères droit et gauche, sièges des centres visuels primaires, mais la voie rétino-fuge principale chez les vertébrés non mammifères se projette dans le *tectum* du mésencéphale, alors appelé *tectum* optique. Cette région est l'homologue des *colliculi* supérieurs (ou rostraux) des mammifères ; elle est très élargie chez l'oiseau formant des « lobes optiques » (King et Mc Lelland, 1979 ; Orosz, 2005). Le cerveau possède plusieurs régions optiques interconnectées et spécialisées dans différents aspects de la vision : détection de la couleur, du mouvement, de la forme et de l'intensité de la lumière (Miallier, 1993 ; Noire, 2008). Ces voies optiques permettraient de faire le relais des informations concernant les objets en mouvement. Ils seraient aussi impliqués dans l'augmentation du contraste en lumière faible et dans la sélection et la préhension de la nourriture (Orosz, 2005).

Au-delà de l'intégration visuelle, des études ont montrés que le cassenoix d'Amérique (*Nucifraga columbiana*) pouvait conserver la mémoire visuelle de plus de 6 500 caches pour sa nourriture. Les pigeons, bien que considérés comme peu intelligents, ont démontré une capacité à comprendre le concept visuel du « pareil-différent ». Ils sont donc capables de classer des

images en utilisant une logique d'inférence. Il est assez facile de voir que les perroquets sont capables d'identifier des individus humains et des chiens puisqu'ils sont capables de les appeler par leur nom (Orosz, 2005).

Même s'ils ne présentent pas les mêmes structures encéphaliques que les mammifères, les oiseaux ont donc la faculté cognitive de mémorisation des images. La connaissance de leurs capacités visuelles et de ce qu'ils sont capables d'en faire est importante même si les études ne font que commencer dans ce domaine. En effet, cela doit être pris en compte pour leur bien-être lorsqu'on enrichit les cages de convalescence car leurs capacités visuelles doivent être stimulées (Orosz, 2005).

B. Adaptation de l'œil au mode de vie

A la structure générale de la rétine (*cf. supra*) s'ajoutent de nombreuses variations dans le détail qui permettent des adaptations au mode de vie (Meyer, 1986 ; Gunturkun, 2000). La rétine aviaire est relativement épaisse comparée à celle des autres vertébrés ; elle contient un grand nombre de photorécepteurs et de combinaisons possibles entre eux dans l'organisation des aréas et fovéas (Meyer, 1986).

1) *Adaptation de la structure de la rétine au mode de vie*

(a) *Structure*

Une rétine qui est adaptée à un mode de vie diurne présente en général un épithélium pigmenté avec des franges très longues, surchargées en pigments, qui isolent les segments externes des photorécepteurs. Ceux-ci sont surtout représentés par des cônes, ce qui se traduit par une faible densité de noyaux dans la couche nucléaire externe (Roze, 1990). Une rétine adaptée à une vie nocturne présente un épithélium pigmenté avec des villosités moins longues et dont la charge en pigments est beaucoup plus faible. La couche nucléaire externe est plus épaisse car les bâtonnets sont beaucoup plus nombreux dans ce cas (Roze, 1990 ; Guéry, 2008).

(b) *Fovéas/Aréas*

La rétine des oiseaux est caractérisée par une grande diversité de spécialisations régionales (Gunturkun, 2000). En fonction des espèces, on trouve des fovéas de taille et de forme variables et des aréas en nombre variable quand elles sont présentes (Schmidt-Morand, 1992).

La plupart des oiseaux ont uniquement une *area* centrale, qui contient le plus souvent une *fovea* et on considère qu'elle intervient dans la vision monoculaire (figure 18). Elle fonctionne indépendamment de la fovéa de l'œil contro-latéral et permet aux oiseaux volants de voir et d'éviter les obstacles. La composition en cônes ou bâtonnets de la fovéa et son intérêt ne sont pas encore tout à fait compris (Meyer, 1986). Quand une aréa latérale existe, alors une fovéa latérale est le plus souvent présente. La présence d'une seconde fovéa est considérée comme typique des espèces binoculaires (Schmidt-Morand, 1992 ; Renard, 2004). La position et la profondeur des fovéas varient considérablement en fonction de l'espèce. Par exemple, l'aréa latérale semble caractéristique des oiseaux qui obtiennent leur nourriture en vol et qui requièrent donc une bonne

perception des distances et des vitesses. Chez les oiseaux plongeurs ces structures sont très excentrées et semblent procurer une vision binoculaire même sous l'eau (Meyer, 1986).

Chez les oiseaux chasseurs diurnes, la présence de deux fovéas, parfois reliées par une bande, leur permet de distinguer une proie en mouvement en vol (Schmidt-Morand, 1992) en combinant une vision panoramique avec une excellente vision stéréoscopique (figures 15 et 18). Dans la fovéa centrale de ces animaux, la densité des cellules ganglionnaires atteint $65\ 000\ /\text{mm}^2$, ce qui surpasse les valeurs mesurées chez les mammifères, même ceux possédant une haute acuité visuelle ($38\ 000\ /\text{mm}^2$ chez l'homme par exemple) (Gunturkun, 2000).

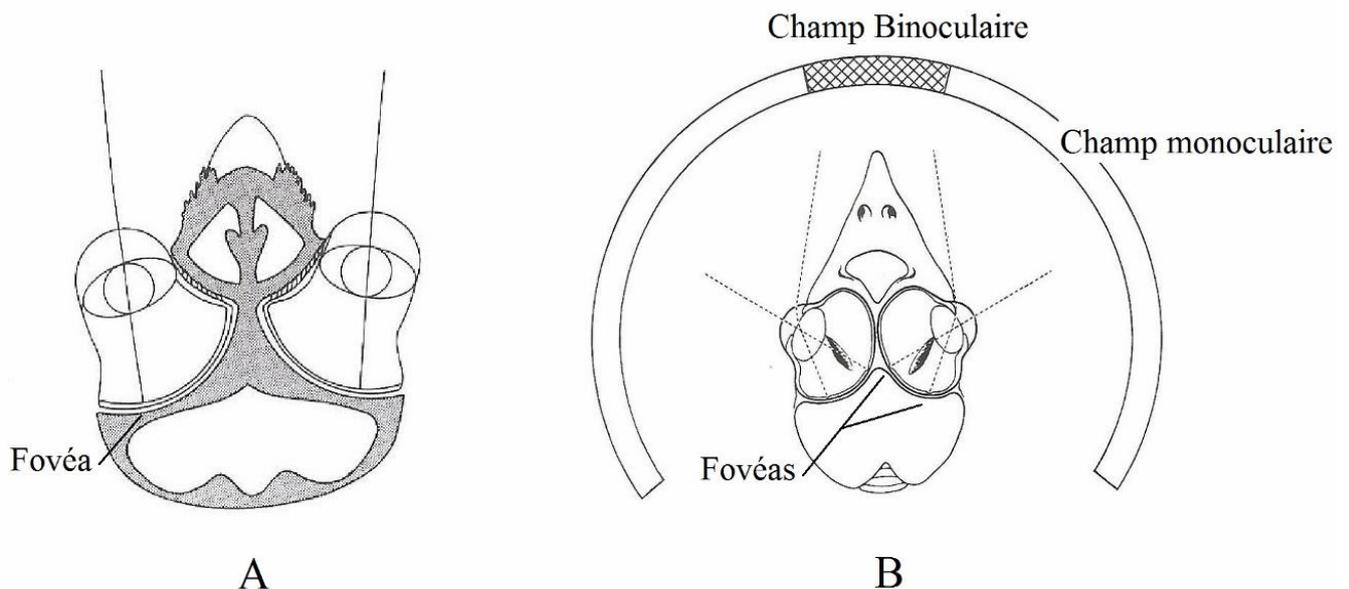
Chez les pigeons, la densité de cellules dans la couche nucléaire externe, dans la couche nucléaire interne et dans la couche ganglionnaire augmente dans l'*area centralis* et le champ « rouge » dorso-temporal (*cf. infra*). La zone qui relie ces deux zones de vision améliorée montre une légère augmentation de densité cellulaire ganglionnaire, ce qui forme à nouveau une « bande ». Cette organisation est assez typique des oiseaux granivores qui ont besoin de passer rapidement de la vision binoculaire à la vision monoculaire (Gunturkun, 2000).

Les oiseaux diurnes vivant dans des paysages ouverts ont donc en général une bande prononcée alignée avec l'horizon et en fonction des conditions de vie, des spécialisations de cette bande sont parfois possibles. Les oiseaux pélagiques par exemple, présentent un renforcement marqué de cette bande centrale (Gunturkun, 2000).

Les oiseaux charognards ont une densité ganglionnaire réduite et ont aussi perdu leur fovéa temporale. La vision stéréoscopique est donc minimale mais ces oiseaux trouvant leur nourriture au sol, elle ne semble pas nécessaire (Gunturkun, 2000).

Une unique fovéa temporale caractérise les prédateurs nocturnes comme les chouettes. Chez eux, l'*area* centrale a disparu au profit de l'allongement du globe oculaire et cela permet de sommer la lumière sous conditions crépusculaires (Gunturkun, 2000).

Figure 18 : Le nombre des fovéas est variable en fonction du mode de vie de l'oiseau A. Une seule fovéa temporale chez les rapaces nocturnes et B. Deux fovéas chez les rapaces diurnes. (Modifié d'après A. Schmidt-Morand, 1992 et B. Meyer, 1986)



(c) Pigments

La variation des types et des caractéristiques spectrales des pigments visuels est un mécanisme commun pour l'adaptation du système visuel aux conditions lumineuses (Figure 15).

Les oiseaux ont des bâtonnets n'exprimant qu'un seul type de pigment (gène LWS), ainsi que plusieurs types de cônes : des doubles cônes qui n'expriment qu'un seul type de pigment (gène LWS) et des cônes simples avec quatre types de classe spectrale qui expriment les quatre pigments différents existants (gènes LWS, SWS1 et 2 et Rh2), ce qui permet à la plupart des oiseaux diurnes d'être tétrachromates (rouge, vert, bleu et ultra-violet, (Hunt *et al.*, 2009)) voire pentachromates selon certaines publications (Roze, 1990 ; Meyer, 1986 ; Korbel, 2005). Il semble que les oiseaux utilisent les cônes doubles pour la détection de la luminance, de la forme et du mouvement et les cônes simples pour les couleurs (Hunt *et al.*, 2009).

La partie principale d'un double cône contient une grosse gouttelette lipidique jaune pâle (type P) qui filtre en dessous de 460 nm environ. La partie accessoire du double cône peut contenir une petite gouttelette mais ce n'est pas toujours le cas. Les cônes simples LWS contiennent une gouttelette rouge (type R) qui filtre en dessous de 560 nm environ. Les cônes simples de type Rh2 contiennent une gouttelette jaune (type Y) qui filtre en dessous de 505 nm. Les cônes simples de type SWS2 ont une gouttelette de type C qui filtre aux environs de 410-440 nm. Les cônes simples de type SWS1 ont une gouttelette transparente de type T qui ne montre aucune absorbance significative en dessous de 350 nm. Ces derniers cônes ont des longueurs d'ondes maximales qui varient en fonction de l'espèce entre le spectre violet (400 – 420 nm) et le spectre ultraviolet (360 – 380 nm) (Hunt *et al.*, 2009). Ils s'ajoutent aux autres cônes dont la sensibilité maximale se situe dans des gammes différentes (450-480 nm, 510-540 nm et 565-620 nm).

La sensibilité spectrale des cônes des oiseaux est le résultat de la relation entre le spectre de transmission des gouttelettes lipidiques et le spectre d'absorption des pigments visuels. Ces conditions créent la possibilité pour les oiseaux d'augmenter leur nombre de circuits chromatiques en variant les combinaisons des gouttelettes et des pigments des cônes. En effet, il a été montré que certaines espèces d'oiseaux ont deux *maxima* d'absorption différents pour un seul et même pigment lorsqu'il est associé avec deux types de gouttelettes différentes. Les espèces d'oiseaux étudiées jusqu'à présent montrent au moins trois ou quatre types de pigments de cônes qui, en association avec les gouttelettes lipidiques, créent un *maxima* de sensibilité sur un spectre s'étendant de 370 à 580 nm (Gunturkun, 2000).

Les oiseaux ont en général plus de cônes que de bâtonnets. Mais chez les rapaces nocturnes ce sont ces derniers qui dominent puisqu'ils représentent jusqu'à 80 à 90 % des photorécepteurs contre 20 à 30 % chez les espèces diurnes (Schmidt-Morand, 1992 ; Hunt *et al.*, 2009). Cela signifie que les oiseaux nocturnes ne possèdent que très peu de gouttelettes (Meyer, 1986) mais aussi et surtout qu'ils sont parfaitement adaptés à la vision en basse luminance (Roze, 1990). Notons tout de même que très peu d'espèces nocturnes ont été étudiées.

La zone centrale des photorécepteurs correspond à une zone d'élongation ou de rétraction qui répond à l'illumination et qui est coordonnée avec la migration des pigments. A la lumière, cette zone, appelé le myoïde, s'allonge sur les bâtonnets alors qu'elle se raccourcit sur les cônes simples et la partie principale des cônes doubles (la partie accessoire des cônes doubles ne répond pas à la lumière). La réaction opposée se passe à l'obscurité. Ces changements photo-induits sont très rapides et représentent une adaptation à la vie diurne ou nocturne (Meyer, 1986)

Des études constatent la présence de gouttelettes rouges plus fréquentes dans les rétines des oiseaux chanteurs ayant une activité matinale et affrontant ainsi les couleurs chargées en

rouge et jaune de la lumière rase du soleil levant. Les rapaces diurnes qui ont une activité plus tardive dans la journée ont moins de gouttelettes colorées. Les oiseaux crépusculaires comme le martinet (*Apus apus*) ont, eux, de très nombreuses gouttelettes (Schmidt-Morand, 1992).

2) *Autres adaptations au mode de vie*

(a) *Vision des couleurs*

On reconnaît aux oiseaux diurnes une parfaite vision des couleurs puisque nous avons vu qu'ils sont tétrachromates à pentachromates, et cela conditionne leur mode de vie et notamment leur reproduction (Roze, 1990 ; Meyer, 1986 ; Korbel et Sturm, 2005).

Chez les oiseaux nocturnes, la vision des couleurs est moins bonne mais elle existe comme cela a été démontrée chez la chouette hulotte (Schmidt-Morand, 1992 ; O'Malley, 2005). Les rapaces nocturnes seraient plutôt dichromates ou alors trichromates anormaux. Dans ce dernier cas les trois types de pigments sont présents mais l'un d'eux ne fonctionne pas correctement. En fait on suppose que les oiseaux nocturnes ou crépusculaires comme la chouette, bien qu'ils aient la capacité de distinguer les couleurs, n'en ont qu'une utilité limitée (Roze, 1990).

Les gouttelettes, en filtrant les longueurs d'onde, permettent un meilleur contraste entre les couleurs. Elles contribuent donc à la précision de la vision (Meyer, 1986). Les prédateurs présenteraient une meilleure discrimination entre le bleu et le vert qu'entre le vert et le rouge (Roze, 1990).

Un autre point qui complique encore la perception des couleurs chez l'oiseau est la distribution hétérogène des gouttelettes lipidiques sur l'ensemble de la rétine. Un cas extrême est celui du pigeon biset, chez qui on trouve un « champ rouge » dorso-temporal, comptant un grand nombre de gouttelettes rouges et oranges, clairement séparé d'un « champ jaune » caractérisé par un grand nombre de gouttelettes lipidiques jaunes-verte et occupant le reste de la rétine. Ces données semblent indiquer des différences de perception des couleurs entre les différentes zones de la rétine chez le pigeon (Gunturkun, 2000).

(b) *Vision dans le spectre ultra-violet (UV)*

Les milieux de l'œil sont transparents et capables de transmettre la lumière jusqu'à un spectre proche de l'ultraviolet (au moins 310 nm) (Gunturkun, 2000). Il a été montré que la plupart des oiseaux diurnes sont sensibles à des ultraviolets de courtes longueurs d'ondes, ou UVA (de longueur d'onde inférieure à 400 nm) qui sont réfléchis et réfractés par l'environnement. Certains oiseaux y sont même plus sensibles qu'aux autres lumières du spectre (André, 2004).

Cette aptitude serait due à des cônes rétinien spéciaux présentant une sensibilité maximale dans le spectre de longueur d'onde compris entre 360 et 420 nm. Les cônes sensibles aux UV sont associés à des gouttelettes lipidiques transparentes qui ne filtrent pas la lumière UV, au contraire des autres gouttelettes qui contiennent des caroténoïdes et constituent un bouclier contre ces longueurs d'onde (Gunturkun, 2000).

Pour la même raison, on constate chez les oiseaux la présence d'un cristallin transparent alors que chez les espèces qui ne voient pas dans le spectre UV, la lentille est de couleur jaunâtre, ce qui agit comme un filtre sur les UV (Gunturkun, 2000 ; André, 2004).

Plusieurs fonctions sont envisagées pour cette qualité propre aux oiseaux.

La sensibilité aux UV pourrait jouer un rôle dans le fourragement en conditionnant la sélection de la nourriture par sa réflexion dans les UV (Gunturkun, 2000 ; Korbel *et al.*, 2005 ; Orosz, 2005 ; Gelatt *et al.*, 2013). Par exemple, les fruits et les baies ne sont mangés par les oiseaux que quand ils sont matures et cela serait perçu à travers les différentes réflexions de la lumière UV dans la couche de cire de la cuticule. De la même manière, les oiseaux pollinisateurs sélectionnent des fleurs émettant des UV et les oiseaux insectivores sélectionnent certaines larves d'insectes émettant dans les UV, ce qui leur donne un aspect très attirant pour un oiseau capable de voir dans les UV, surtout sur un fond ne reflétant pas les UV, ce qui est le cas d'une feuille par exemple. Ainsi, une mésange bleue (*Cyanistes caeruleus*) utilise sa vision UV pendant le fourragement pour détecter les chenilles camouflées (Dalton, 2005). De la même manière, certains petits rongeurs marquent leur territoire avec leur urine et leurs fèces qui sont visibles en lumière UV et il a été montré que le faucon crécerelle peut ainsi détecter les marques de petits campagnols et les utilise pour repérer un futur terrain de chasse (Korbel et Gropp, 1999).

On suppose aussi que cette capacité permettrait d'identifier les membres de leur propre espèce comme tels et jouerait un rôle important dans la reconnaissance du sexe d'un individu en fonction de la réflexion de son plumage dans les UV (Gunturkun, 2000 ; Korbel et Sturm., 2005 ; Orosz, 2005 ; Gelatt *et al.*, 2013). Les plumes elles-mêmes réfléchissent les UV car leur rachis possède une structure spongieuse dispersant la lumière. De plus les parties écailleuses et la peau réfléchissent aussi les UV sur les espèces qui apparaissent monomorphiques aux yeux des espèces ne distinguant pas les UV. Si le renvoi des UV est important, la perception l'est aussi car l'angle d'incidence de la lumière et l'angle d'observation permettrait de voir les couleurs plus ou moins vives et irisées (Korbel et Gropp, 1999). Des recherches ont ainsi montré que les femelles utilisent la réflexion dans les UV pour juger de l'attractivité d'un mâle par rapport à un autre. Chez les mésanges bleues, les mâles et les femelles présentent une crête qui apparaît d'un même bleu pour l'œil d'un humain. En revanche, pour l'œil d'un oiseau, elle apparaît bien plus brillante chez le mâle et on pourrait la qualifier de crête ultraviolette plutôt que bleue. Cela permet aux femelles de distinguer les mâles d'une part mais aussi de comparer les reproducteurs entre eux, le choix se portant finalement sur le mâle exhibant la crête la plus brillante (Dalton, 2005).

Il semblerait aussi que la peau et l'intérieur du bec grand ouvert d'un oisillon reflètent les UV, ce que les parents peuvent percevoir, même dans le noir. Chez les espèces vivant dans des anfractuosités sombres, la réflexion des UV serait encore plus importante. Il a été montré que des oisillons avec un système immunitaire plus fonctionnel que celui des autres réfléchissaient plus d'UV. La réflexion des UV par la peau de ces oisillons serait due à un arrangement particulier des fibres de collagène dans la peau (Dalton, 2005).

La sensibilité aux UV joue aussi un rôle dans la reconnaissance des œufs : on s'est aperçu que la réflexion des UV par les œufs du coucou est très semblable à celle des œufs du nid qu'elle va parasiter. Ainsi des œufs qui paraissent différents aux yeux d'un humain sont perçus comme beaucoup plus similaires aux yeux d'un oiseau et c'est pourquoi il les couve (Dalton, 2005).

D'autres rôles de la perception des UV par les oiseaux sont sujets à discussion : l'implication dans le camouflage, l'augmentation du contraste d'une image, et la perception de la polarisation de la lumière du soleil qui permettrait de s'orienter (Korbel et Gropp, 1999).

Il est important de prendre en compte cette capacité lorsqu'on garde un animal en captivité car la présence d'UV peut servir au bien-être et à la bonne prise de nourriture. De plus il s'avère que certaines sources de lumières émettent à des ondes non visibles aux humains mais très désagréables et donc stressantes pour les oiseaux (Korbel et Gropp, 1999).

(c) Détection des mouvements

La rétine des oiseaux est capable d'une bonne capacité de détection des mouvements. Ils ont en effet la capacité de percevoir 150 images /s selon Meyer (1986), 180 images/s selon Korbel et Sturm (2005) et 250 images/s pour André (2004). Cela dépend en fait de l'espèce. Les oiseaux ont une FFF (Flicker-fusion frequency (fréquence de papillotement proche de la fusion du signal)) plus élevée (>160Hz) que l'homme (15-80Hz).

Ce haut niveau de FFF détermine le haut degré de sensibilité au mouvement, capital pour la chasse d'une proie par exemple. Un tel niveau de discrimination est indispensable au contrôle des mouvements rapides en vol et au développement des compétences de navigation nécessaires pour une migration (changement d'altitude, mouvement du soleil, etc.).

On soupçonne le peigne d'intervenir dans la détection des mouvements. On a montré récemment que les cellules ganglionnaires rétinienne sont hautement spécialisées chez les oiseaux pour la détection des mouvements (Meyer, 1986).

(d) Adaptations diurnes/nocturnes

Si on veut souligner les différences essentielles existant entre les yeux des rapaces diurnes et les yeux des rapaces nocturnes, on peut dire que ces derniers sont caractérisés par des yeux frontaux, de forme tubulaire (avec une partie nasale élargie, ce qui augmenterait la vision panoramique selon Roze (1990), avec un grand diamètre pupillaire, une courbure importante de la cornée et du cristallin, une population de photorécepteurs rétinien riches en bâtonnets et pauvres en cônes (qui contiennent peu de gouttelettes huileuses), un *pecten oculi* moins plissé (Gultiken *et al.*, 2012), un très grand degré de sommation et, enfin, la présence d'une seule fovéa alors que les rapaces diurnes en ont deux. Mais pour certaines espèces, cette classification reste arbitraire (Roze, 1990).

Une étude d'électrorétinogrammes (ERG) sur des rapaces diurnes (Buse variable, milan noir, faucon crécerelle et autour des palombes) et nocturnes (Hibou grand-duc et chouette hulotte) étudie les réactions de la rétine à des stimulations lumineuses de couleurs différentes. On observe que la plupart des rapaces diurnes réagissent normalement à la lumière rouge, une longueur d'onde plus typiquement diurne, mais que les ERG sont quasiment plats suite à une stimulation par de la lumière bleue, une longueur d'onde plus typiquement nocturne. On voit donc que la plupart des espèces chassant en plein jour ont une très mauvaise vue nocturne. L'exception est l'autour des palombes, qu'on observe en chasse à la lumière crépusculaire et qui montre une réponse bien plus significative à la stimulation en lumière bleue, ce qui permet d'émettre la possibilité d'une vision scotopique pour cette espèce diurne. Les espèces nocturnes réagissent normalement à une lumière bleue et elles ont aussi une réponse significative à la lumière rouge ainsi qu'à la lumière blanche, ce qui montre que les oiseaux nocturnes posséderaient une vision photopique équivalente à celle des rapaces (Michel, 1989).

Soulignons le fait que, chez les oiseaux nocturnes, l'audition joue aussi un rôle non négligeable dans la prédation. La chouette effraie est capable de détecter une proie dans l'obscurité totale, en se servant uniquement de son audition. D'autres paramètres sont aussi à intégrer, par exemple chez les chouettes hulottes il semble que la parfaite connaissance du territoire joue un rôle capital dans la prédation nocturne (Roze, 1990).

IV. EXAMEN DE L'ŒIL

L'importance de la vision chez les oiseaux implique qu'il faille procéder à un examen très attentif de l'œil à leur arrivée dans le centre de soins ou la clinique vétérinaire mais aussi avant leur relâcher dans la nature lorsqu'il s'agit d'avifaune sauvage pour que leur survie soit envisageable. Une évaluation ophtalmologique rigoureuse de l'œil des oiseaux comprend une anamnèse la plus complète possible et un examen fonctionnel et morphologique qui doivent se faire dans de bonnes conditions.

A. Les conditions de l'examen

Pour tout oiseau arrivant à la clinique, l'objectif est de minimiser le stress. Pour cela, le transport peut se faire par exemple dans un carton, sur lequel on aura pris le soin de pratiquer de petites ouvertures pour l'aération, ou dans une cage recouverte d'un tissu opaque. Dans le cas où une attente est nécessaire avant de recevoir l'oiseau et son propriétaire, l'idéal est de les diriger vers une pièce calme, peu éclairée et qui leur soit exclusivement réservée. Au CEDAF, les oiseaux sauvages sont déposés après leur découverte dans un local isolé, calme et sans lumière. Le temps passé dans ce local peut permettre de diminuer le stress généré lors du ramassage et du transport, qui, sont souvent réalisés en urgence et dans l'improvisation, dans des conditions difficiles.

Il est primordial de respecter ces conditions dans la mesure du possible avant de procéder à l'examen car les oiseaux, et notamment les petites espèces, sont particulièrement fragiles et peuvent succomber s'ils sont soumis à un stress trop intense. On peut ainsi différer tout ou une partie de l'examen si l'animal paraît trop stressé.

Pour l'examen, il vaut mieux choisir une pièce calme, qui ne soit pas trop illuminée et où il n'y a pas trop de monde. Une pièce sombre permet de calmer l'oiseau mais aussi d'en faciliter la capture et, dans le cadre d'un examen ophtalmologique, cela facilitera l'observation de l'œil sous une lumière focale.

Avant de procéder à l'examen il faut s'assurer que toutes les issues de la pièce sont fermées et qu'il n'y a pas d'espaces morts entre le mobilier et les murs accessibles à l'oiseau qui pourrait se retrouver piégé. Si la pièce possède des fenêtres, on peut placer un rideau devant pour diminuer la lumière, ce qui aura aussi l'avantage de d'éviter d'attirer l'oiseau s'il s'enfuit et ainsi éviter des traumatismes parfois mortels. Il est préférable de préparer tout le matériel éventuellement nécessaire avant de prendre l'animal et de ranger tous les produits et outils qui ne seront pas nécessaires et qui pourraient s'avérer être des obstacles dangereux pour un oiseau en fuite (Noire, 2008).

Lors d'une consultation aviaire sur un oiseau domestique, il est conseillé d'amener l'oiseau dans sa cage habituelle lorsque cela est possible, pour observer son environnement, ses fientes et son alimentation. Lorsque ce n'est pas possible, l'idéal est de demander au propriétaire d'amener des fientes ou éventuellement une photographie de leur aspect *in situ* (Cavigneaux, 2001). Lorsque l'animal est amené dans un carton, on recommande de transférer l'animal dans une cage d'observation (Rival, 2007).

B. Les commémoratifs et l'anamnèse

Le recueil de l'anamnèse et des commémoratifs est primordial pour juger de la qualité de vie de l'oiseau. Les commémoratifs doivent lister toutes les généralités concernant l'oiseau et son mode de vie alors que l'anamnèse doit permettre de recueillir les antécédents médicaux de l'animal et l'historique de la maladie. Dans le cadre d'une affection oculaire, les conditions d'apparition doivent être particulièrement approfondies et il est capital d'investiguer la présence de signes généraux ou d'une baisse d'appétit.

Le temps de recueillir les commémoratifs et l'anamnèse, la cage est posée sur la table de consultation ou sur un meuble en hauteur et l'échange de parole doit se faire à un volume raisonnable. Cela permet à l'oiseau de s'acclimater à ce nouvel environnement.

Ces premières informations peuvent se révéler importantes pour la suite et notamment pour l'examen des yeux car il existe quelques particularités à considérer en fonction de l'espèce, de l'âge ou du sexe de l'individu. Par exemple (Rival, 2007; André, 2004 ; Noire, 2008 ; Gelatt *et al.*, 2013):

- Les jeunes amazones ont l'iris brun mais il devient rouge orangé à l'âge adulte ;
- Les jeunes gris d'Afrique ont l'iris gris qui devient ivoire à l'âge adulte ;
- Les jeunes aras ont l'iris brun, puis grisâtre vers 2 à 3 ans avant d'être jaunâtre avec l'arrivée à l'âge adulte ;
- Les jeunes rapaces ont l'iris jaune alors que les adultes ont plutôt l'iris orangé (par exemple chez l'épervier d'Europe (*Accipiter nisus*)) ou brun (chez les falconidés par exemple) ; Cette évolution liée à l'âge est très nette chez le hibou moyen duc par exemple
- Les femelles cacatoès à huppe jaune (*Cacatua galerita*) adultes ont l'iris brun alors que les mâles ont l'iris noirâtre ;
- Chez certaines espèces de cacatoès blanc (*Cacatua alba*), les jeunes ont l'iris noir quel que soit le sexe puis, à l'âge adulte, les mâles ont l'iris brun foncé alors que les femelles ont l'iris rosâtre à rouge.

1) Cas des oiseaux de cage et de volière

- Les commémoratifs

Dans un premier temps, il est nécessaire de recueillir les généralités sur l'oiseau :

- l'espèce (ou, à défaut, la famille et le genre) ;
- la présence d'une identification par bague ou par transpondeur électronique ;
- l'âge ;
- le sexe (si le dimorphisme sexuel est marqué ou si le propriétaire a fait réaliser un sexage par endoscopie ou génétique). S'il s'agit d'une femelle, a-t-elle déjà pondu ? ;
- la date de l'acquisition, le lieu de l'acquisition (animalerie, élevage ou autre) et l'âge de l'acquisition. Si l'oiseau a été acquis auprès d'un précédent propriétaire, il peut aussi être intéressant d'avoir les informations sur cette période. S'il provient d'un élevage, il est intéressant de savoir s'il a été capturé dans son milieu naturel ou s'il est né en captivité et de savoir s'il a été élevé par ses parents ou par la main de l'homme ;
- Est-il habitué à la manipulation par les hommes (le propriétaire mais aussi le vétérinaire) ? ;
- Le statut vaccinal et la prise de médicament pour une autre maladie en cours.

Dans un second temps, nous nous intéressons aux conditions de son élevage :

- Lieu de vie : extérieur ou intérieur, cage ou volière, temps passé en dehors de sa cage/volière et dans quel espace, taille de l'espace de vie, enrichissements (nature, matériaux, dimensions et utilisation), exposition à la lumière et aux courants d'air, environnement (nature du sol ou de la litière) et exposition à des toxiques (cigarette, émanations de peintures, etc.) ;

- Paramètres d'ambiance : chauffage (présence d'un thermostat, température de la pièce de vie, fluctuation de la température, nature du chauffage si présent), éclairage (artificiel ou naturel, nature de la lumière artificielle, exposition au soleil, temps d'exposition par jour et horaires, présence d'une lumière la nuit, intensité et fréquence de l'éclairage et/ou de l'exposition au soleil), hygrométrie et entretien (fréquence de nettoyage et produit utilisé) ;

- Vie sociale : présence d'autres oiseaux (espèces, le lieu de vie est-il partagé ?), d'autres animaux de compagnie ou d'humains, comportements vis-à-vis des autres animaux et des humains, degré d'apprivoisement.

Enfin, nous nous intéressons à son alimentation et son abreuvement :

- Ration de base (composition, quantité, fréquence de distribution, méthode de conservation), compléments (composition, quantité, fréquence de distribution, méthode de conservation), préparation des aliments frais (lavage et découpe des fruits), consommation réelle par l'animal et comportement alimentaire (tri, appétit fluctuant, etc.) ;

- Source d'eau, qualité, quantité consommée, renouvellement de l'eau (fréquence), adjonctions à l'eau, fluctuation de la prise de boisson.

- Anamnèse

- Antécédents pathologiques (maladies, analyses, traitements) ;

- Changements récents (nouveaux congénères, quarantaine, déplacement pour une exposition, environnement, alimentation, etc.) ;

- Historique de la maladie : date d'apparition, symptômes (modification de l'appétit, de la prise de boisson ou de l'activité, attitude, vocalisation, respiration difficile, etc.), évolution, traitements déjà effectués, contagiosité.

2) *Cas des oiseaux sauvages*

Les oiseaux examinés au CEDAF étant sauvages, l'anamnèse est le plus souvent très fruste. Certaines informations peuvent néanmoins être connues *via* les fiches de renseignement que les découvreurs apportant l'animal sont incités à remplir au moment du dépôt : on peut ainsi connaître les circonstances de découverte de l'animal (trouvé au sol, attaqué par un prédateur, à proximité d'une route etc.), le temps qui s'est écoulé depuis la capture et les éventuels traitements, soins, nourriture ou abreuvement mis en place.

Un premier examen rapide de l'animal peut nous permettre de faire une diagnose d'espèce (un guide d'identification peut aussi s'avérer utile pour cette étape), de repérer des signes de sa provenance (oiseau domestique échappé, importation probable, etc.), la classe d'âge estimé (plumage, taille, attitude, etc.) et le sexe lorsque cela est possible (en cas de dimorphisme marqué). D'autres informations peuvent parfois être obtenues : présence d'une bague d'identification, degré de familiarité au contact de l'homme et données provenant d'un passage préalable dans une structure de soins vétérinaires (ordonnance, radiographie, etc.) (Rival, 2007).

C. L'examen général et l'examen ophtalmologique

Il est essentiel de procéder à un examen minutieux et complet de l'animal même si on s'intéressera plus particulièrement aux yeux par la suite. Pour cela, le praticien doit s'astreindre à une démarche systématisée et ordonnée qui lui est propre pour éviter d'oublier des étapes. On ne commence un examen que si l'animal est calme.

1) Examen à distance

On observe d'abord l'oiseau dans la cage ou le carton, l'idéal étant de le faire sans qu'il ne se sente observé car les espèces proies notamment ont tendance à dissimuler leurs signes de faiblesse. Il faut repérer assez rapidement un état nécessitant une prise en charge d'urgence.

On observe (Willis et Wilkie, 1999b; Rival, 2007):

- l'environnement : aspect des fientes si l'oiseau en a produit dans la cage, présence de parasites, plumes cassées, régurgitation ou vomissements, pelotes de réjection
- le niveau de vigilance : yeux mi-clos, décubitus ;
- l'attitude globale : oiseau prostré, « en boule », frissons, signes de détresse respiratoire (polypnée, dyspnée, queue battant au rythme de la respiration), boiteries, troubles nerveux (pertes d'équilibre) ou troubles du comportement, prurit ;
- la posture : la tenue des membres : tête désaxée vers l'arrière ou sur un côté, tête rentrée sous l'aile, ailes tenues loin du corps ou basses, appui sur les pattes ou repli sous le corps ;
- l'aspect extérieur : plumage ébouriffé, piqué ou souillé (au niveau cloacal), jetage, masses ou gonflements anormaux, abdomen dilaté ;
- l'aspect des yeux : symétrie des yeux et des annexes (de forme, de tension, de volume et de couleur), forme et position dans les orbites. On note tout signe d'atteinte oculaire comme un blépharospasme, des paupières closes, un nystagmus ou des sécrétions anormales. On porte aussi une attention particulière à tout le pourtour de l'œil et au bec qui sont en relation étroite avec les globes et dont l'atteinte (hématome, fracture, sang dans les narines) conduira à un examen très attentif.

Il faut bien distinguer les signes oculaires en relation avec une affection localisée uniquement à l'œil des signes oculaires traduisant une maladie générale. Mais, à l'inverse, il faut aussi distinguer les signes généraux traduisant une atteinte oculaire de ceux d'une maladie systémique. Par exemple, un opisthotonos et le renversement de la tête peuvent résulter d'une atteinte nerveuse mais aussi d'une lésion oculaire unilatérale comme un décollement de la rétine unilatéral (Willis et Wilkie, 1999). Enfin, selon les espèces, il faut distinguer un comportement anormal d'un comportement normal. Par exemple des paupières mi-closes ou fermées de manière symétrique sont, en général, le reflet d'un mauvais état général mais ce n'est pas toujours le cas lorsque, par exemple, une espèce nocturne est examinée en plein jour (Schmidt-Morand, 1992).

Si on veut procéder à une évaluation rapide de la vision à distance, on peut chercher à contrôler si l'oiseau est capable de suivre des yeux une cible en mouvement. On la choisit très colorée afin de stimuler un maximum d'espèces d'oiseaux (Willis et Wilkie, 1999a). Au CEDAF, nous utilisons un pointeur laser rouge dans une pièce en semi-obscurité ou directement dans le carton de l'oiseau. Pour cela on peut se placer derrière l'animal et bouger la cible d'abord sur un

côté de sa tête puis sur l'autre pour observer la rotation de la tête ou son absence (Bright, 2000). Pour diminuer le stress des manipulations et si l'état de l'animal le permet, on peut aussi tenter de le lâcher dans une volière pour observer s'il est capable de s'y déplacer sans se cogner (Seruca *et al.*, 2012). Si on suspecte un déficit visuel, un examen neurologique complet sera à prévoir par la suite. Mais estimer la vision d'un rapace peut se révéler être un défi chez les rapaces en captivité. Beaucoup d'espèces comme le petit-duc maculé (*Megascops asio*) et la buse à queue rousse montrent un comportement tout à fait stoïque qui pourrait être interprété à tort comme une réponse diminuée à un stimuli visuel alors que d'autres espèces comme l'épervier de Cooper (*Accipiter cooperii*) sont très réactifs au moindre stimulus et peuvent ainsi fausser les résultats de l'examen. Les rapaces souffrant d'un trauma peuvent aussi être étourdis ce qui réduit leur réponse aux stimuli visuels (Labelle *et al.*, 2012).

Notons que les oiseaux ne sont pas pourvus de muscles de l'expression sur leur face.

2) Examen rapproché

Pour réaliser un examen rapproché, une bonne contention est indispensable. Elle est nécessaire tant pour l'oiseau que pour l'examineur qui s'approche très près du bec et des serres, parfois dangereuses. On peut réaliser une contention assez douce et efficace en enveloppant l'oiseau dans une serviette légère qu'on arrête juste en arrière du cou. Pour stabiliser la tête, l'assistant peut maintenir doucement la base du crâne (Willis et Wilkie, 1999a). On peut éventuellement réaliser une anesthésie flash à l'isoflurane si cela s'avère nécessaire mais elle est très rarement faite en pratique.

Il faut faire un examen global et systématique de l'animal avant de s'intéresser à l'œil. En effet, les signes oculaires peuvent être secondaires à une atteinte systémique de nature infectieuse ou non, ou être associés à des symptômes non oculaires.

On passe ensuite à l'examen de l'œil et pour cela on utilise le même matériel et les mêmes techniques diagnostiques que celles mises en œuvre chez les mammifères bien que certaines doivent être adaptées du fait de la taille de l'œil et des caractéristiques physiologiques de l'iris (Williams, 1994 ; Gelatt *et al.*, 2013).

(a) Examen des structures périoculaires, paupières et conjonctives

On commence par l'examen externe de l'œil, en s'attachant à répondre aux questions suivantes :

- le **globe oculaire** est-il en place ou non ? Y a-t-il un gonflement anormal ?
- dans quel état sont les plumes **périoculaires** ? Des croûtes, cicatrices ou lésions cutanées sont-elles présentes autour des yeux ? Le pourtour des yeux est-il gonflé partiellement ou sur tout son diamètre ?
- les **paupières** sont-elles symétriques, mobiles, tuméfiées, congestionnées, collées par du jetage ? Ont-elles une couleur anormale ? La marge palpébrale est-elle jointive ? Présente-t-elle des anomalies ?
- un blépharospasme est-il présent (figure 19) ?
- la **membrane nictitante** est-elle intègre ? Son mouvement est-il fluide et complet ? Son bord est-il lisse ? Sa transparence est-elle normale (diffère en fonction de l'espèce) ?



- de quelle couleur sont les **conjonctives** ? Sont-elles brillantes ? Sont-elles mobiles sur la surface du globe ?
- des **sécrétions oculaires** sont-elles observées ? Si oui, de quelle nature ? Sont-elles en quantités normales (un test de Schirmer est possible, *cf. infra*) ?

Si l'œil est anormalement rouge ou qu'on observe la présence d'un blépharospasme sans qu'aucune lésion n'ait été observée, il faut penser à utiliser une pince non traumatisante pour écarter les paupières (inférieure et supérieure ainsi que la membrane nictitante) et observer les culs-de-sac conjonctivaux à la recherche d'éventuels corps étrangers ou parasites qui sont à l'origine de fortes inflammations (Bright, 2000).

*Figure 19 : Blépharospasme à l'examen d'entrée sur une chouette hulotte
(Photo : Banque photographique du CEDAF)*



Il y a quelques pièges à éviter ou en tout cas des aspects déroutants à connaître afin de ne pas relever des lésions qui n'existent pas. Par exemple, la coloration rouge physiologique de la sclère de certains loris, les conjonctives physiologiquement très roses de la chouette hulotte, l'aspect verruqueux du pourtour palpébral des cacatoès rosalbins (*Eolophus roseicapilla*), l'alopécie périoculaire chez certains cacatoès, la zone glabre périoculaire jaunâtre chez le pigeon rameron (*Columba arquatrix*), etc. (Rival, 2007).

(b) Examen de la vision et des réflexes

Dans un second temps, on s'intéresse à la fonction visuelle et photomotrice. Les réponses aux tests couramment utilisés en médecine vétérinaire sont un peu différentes de celles des mammifères. La présence de la vision et l'intégrité des systèmes nerveux optiques ne sont donc pas toujours évidentes à objectiver sur ces animaux.

La **réponse à la menace** n'est pas fiable : du fait du stress de l'animal, elle est difficile à mettre en évidence et a donc une faible valeur sémiologique (Rival, 2007). Elle est néanmoins présente et inconsciente chez les animaux dont la vue est intègre. Cependant l'absence de réponse à la menace n'a que peu de signification diagnostique. De plus les oiseaux sont très sensibles au moindre déplacement de l'air autour d'eux ; ils peuvent donc percevoir le mouvement de l'air généré par notre main et cligner des yeux sans forcément la voir (Williams, 1994). Le comportement d'évitement ou d'attaque est un bien meilleur indicateur de la vision que la réponse à la menace. Du fait de l'absence du muscle rétracteur du bulbe chez les oiseaux, la rétraction du bulbe ne constitue pas une caractéristique des réflexes de l'œil (Gelatt *et al.*, 2013).

Les **réflexes photomoteurs** sont difficilement interprétables du fait du contrôle volontaire possible du sphincter irien indépendamment de la luminosité et souvent en lien avec l'état émotionnel de l'individu. Sa présence ou son absence franche est néanmoins un élément sémiologique intéressant à prendre en compte. Une anisocorie discrète, modifiable ou intermittente peut être considérée comme normale et liée au degré de vigilance de l'oiseau (Williams, 1994). Un myosis permanent peut indiquer une perte de la vision surtout si l'oiseau cherche à compenser en tournant la tête pour fixer l'objet avec son œil controlatéral (Heidenreich, 1997).

Du fait de la décussation complète des fibres du nerf optique au niveau du chiasma optique chez la plupart oiseaux, le réflexe photomoteur consensuel* n'est pas présent. Il est cependant parfois possible du fait du passage de la lumière par l'absence ou la finesse du septum inter-oculaire osseux chez certaines espèces (Willis et Wilkie, 1999 ; Gelatt *et al.*, 2013).

Les **réflexes palpébraux et cornéens**, déclenchés par la stimulation des surfaces cornéennes et palpébrales, sont présents et se traduisent par un clignement palpébral. La majorité du globe est alors couverte par la paupière inférieure et on observe très souvent une procidence de la membrane nictitante en premier lieu (Gelatt *et al.*, 2013). Dans le cas du réflexe cornéen, le clignement est le plus souvent accompagné d'un comportement de fuite. Pour vérifier ces réflexes, on peut utiliser le doigt ou un petit coton-tige en fonction de la taille et de la nervosité de l'animal. Pour le réflexe cornéen, on prendra garde à approcher latéralement pour que la vision soit la moins stimulée possible (Willis et Wilkie, 1999).

Un **nystagmus*** physiologique existe normalement chez l'oiseau, lorsqu'on manipule la tête de haut en bas ou d'un côté à l'autre. Son absence signe l'existence de lésions nerveuses (André, 2004).

(c) Examen du segment antérieur

- Matériel utilisable (Noire, 2008 ; Seruca *et al.*, 2012 ; Bayon *et al.* ; 2012 ; Gelatt *et al.*, 2013)

- le **transilluminateur de Finoff** qui projette une lumière très focale, conférant une précision plus importante de l'examen du segment antérieur, est l'équipement le plus adapté. A défaut, une **lampe « stylo »**, un **ophtalmoscope direct** réglé sur le dioptre +20, ou encore un otoscope grossissant peuvent suffire à évaluer la transparence des milieux (cornée, chambre antérieure, cristallin) (Bright, 2000 ; Gelatt *et al.*, 2013).

- une **lampe à fente (ou biomicroscope)**, est l'équipement idéal, permettant d'observer le segment antérieur avec un fort grossissement (entre + 10 et + 16 pour les modèles vétérinaires) et une vision binoculaire. L'examen en lampe à fente permet de localiser des lésions de la cornée, d'observer l'aspect et la profondeur de la chambre antérieure, d'évaluer l'effet Tyndall*

lors d'uvéite antérieure, ainsi que la forme et la position du cristallin (Bright, 2000 ; Gelatt *et al.*, 2013).

- Observations

Les éléments clé à observer sont (Noire, 2008 ; Seruca *et al.*, 2012 ; Bayon *et al.* ; 2012 ; Gelatt *et al.*, 2013) :

- la transparence de la **cornée**, qui doit être propre et lubrifiée. On peut parfois observer des cicatrices qui ne portent pas à conséquence. Toute altération de sa surface ou de sa brillance doit conduire à des examens complémentaires pour objectiver un ulcère ou une kératite.

- La transparence de l'**humeur aqueuse**

- l'aspect régulier, la couleur et la vascularisation de l'**iris**. Pour ce dernier, l'aspect et la couleur sont très variables en fonction de l'espèce, de l'âge et du sexe ; il est donc nécessaire de s'attacher à trouver un bon modèle de comparaison. De plus, il est toujours intéressant de comparer toutes ces structures à leur pendant contro-latéral. On compare aussi le diamètre pupillaire dont l'asymétrie est une anomalie qui peut être associée à différentes causes (synéchies lors d'uvéite antérieure, glaucome, anomalie neurologique).

- La transparence du **cristallin**. Le cristallin ne doit pas être luxé ou opaque (cataracte). Pour observer complètement le cristallin, il est nécessaire d'obtenir une mydriase importante (*cf. infra*).

(d) Examen du segment postérieur

C'est la dernière étape de l'examen oculaire, qui n'est pas souvent réalisée dans le cadre de la faune sauvage, sauf si les oiseaux sont conduits au service d'ophtalmologie, du fait de la complexité de cet examen et de la nécessité d'un matériel adapté.

- Techniques (Noire, 2008 ; Seruca *et al.*, 2012 ; Bayon *et al.* ; 2012 ; Gelatt *et al.*, 2013)

L'examen se fait comme chez les mammifères, avec néanmoins deux difficultés majeures : d'une part, l'œil est de petite taille et d'autre part, l'iris étant un muscle strié en grande partie, il est impossible d'obtenir une dilatation pupillaire avec les produits parasympholytiques habituels (tropicamide, atropine) (Rival, 2007 ; Gelatt *et al.*, 2013).

Pour pallier cela, la D-turbocurarine à 0,025 % peut être utilisée dans une solution topique extemporanée en instillation répétée toutes les 5 minutes sur 15 minutes mais elle passe très peu la barrière cornéenne et est donc bien plus efficace une fois injectée directement dans la chambre antérieure à la dose de 0,01 à 0,03 mL en présentation à 3 %, avec tous les risques qu'implique une injection intra-caméculaire (hémorragie, passage systémique, etc.). Cette technique n'est donc possible que sur les yeux de grande taille comme ceux des rapaces (Gelatt *et al.*, 2013).

D'autres protocoles ont été testés comme, par exemple, l'utilisation topique de bloquants neuromusculaires, tels que le bromure de vécuronium. On utilise une préparation pour injection intraveineuse, diluée à 4 mg/mL, qu'on applique sur l'œil de rapaces (testé avec succès sur des faucons crécerelles (*Falco tinnunculus*)), toutes les 5 minutes pendant 15 minutes, ce qui permet l'obtention d'une mydriase maximale une heure après l'instillation et perdurant jusqu'à 4 heures. Un autre protocole propose l'administration de deux gouttes à 2 minutes d'intervalle d'un mélange de vécuronium à 0,8 mg/ml et de NaCl à 0,9 %. Mais toutes les auteurs ne s'accordent pas sur

l'efficacité de ces protocoles et encore moins sur la présence de l'une des techniques sur les autres (Williams, 1994 ; Willis et Wilkie, 1999a ; Gelatt *et al.*, 2013).

De plus, dans plusieurs de ces expériences, on observe des sensibilités individuelles très variables, avec parfois la mort de certains sujets. Un monitoring précis de l'animal est donc recommandé et il est préconisé d'utiliser ces procédés avec parcimonie et de diluer les doses sur de petits oiseaux (Bright, 2000).

Une dernière solution consiste à anesthésier l'animal à l'isoflurane pour obtenir une mydriase par relâchement des muscles (Rival, 2007).

Dans tous les cas, on se place dans une pièce très sombre pour obtenir une mydriase naturelle maximale et c'est cette technique seule qui est réalisée par le service d'ophtalmologie dans le cadre des examens de la faune sauvage de l'ENVA.

Avec ou sans mydriase, le moyen le plus facile d'observer le fond d'œil est de commencer avec l'**ophtalmoscope direct** réglé sur la lentille zéro. Cela permet alors de voir le peigne qui fait protrusion dans le vitré et d'observer le fond d'œil juste en arrière. L'ophtalmoscope direct est l'outil le plus souvent utilisé alors que ce n'est pas forcément le meilleur du fait de la taille de l'œil sur de petits oiseaux et du fait de la proximité nécessaire pour l'examen (Bayon *et al.*, 2007).

Un **ophtalmoscope indirect** est l'équipement de choix, car il permet de se tenir plus loin de l'oiseau ce qui protège l'examineur, diminue le stress de l'oiseau et procure également un champ d'examen plus large. L'examen n'en est que plus rapide, ce qui diminue encore le stress (Williams, 1993). L'ophtalmoscopie indirecte implique l'utilisation d'une lentille dont la taille et la puissance doit être adaptée dans la mesure du possible à la taille de l'œil des oiseaux : de 30D pour les plus grands rapaces jusqu'à 90D pour les plus petits oiseaux (Williams, 1994).

Ces techniques sont rarement utilisées en première intention lors des examens des animaux sauvages, principalement par manque d'équipement. Elles nécessitent donc en général une consultation par un spécialiste. Pourtant, d'après Miallier (1993), 88 % des lésions du fond d'œil chez les rapaces sauvages sont consécutives à des chocs, cet examen est donc recommandé pour dépister toutes les lésions du fond d'œil et il devrait être quasiment systématique chez les rapaces traumatisés ou chez lesquels on soupçonne un traumatisme. Le principal symptôme est une hémorragie vitréenne provenant du pecten sans lésions du segment antérieur de l'œil. Une hémorragie de l'oreille, des hématomes de la face, sont souvent accompagnés d'hémorragie du fond d'œil et de troubles visuels (Rival, 2007). Des signes de traumatisme ou une suspicion de déficit visuel doivent donc conduire à un examen systématique du segment postérieur et du fond d'œil.

- Observations (Noire, 2008 ; Seruca *et al.*, 2012 ; Bayon *et al.* ; 2012 ; Gelatt *et al.*, 2013)

Lors de l'examen du segment postérieur, il faut s'attacher à observer les éléments suivants (Noire, 2008 ; Gelatt, 2013) :

- le **vitré**, qui doit être transparent. Si ce n'est pas le cas, un processus inflammatoire ou hémorragique est à suspecter en fonction de la couleur observée ;
- le **fond d'œil**, qui doit être gris et parfois pigmenté (diffère en fonction des espèces). On peut distinguer des décollements de rétine et éventuellement des hémorragies ;

- le **peigne**, qui doit apparaître très foncé et localisé en partie inférieure du fond d'œil. On peut alors distinguer des anomalies de forme, de couleur ou de taille, des déchirures et des hémorragies. Au cours de l'examen du peigne, le pouce ou l'index posé sur la partie dorsale du globe permettra de sentir les pulsations rythmiques de cet organe si particulier (Rival, 2007 ; Gelatt, 2013).

D. Examens complémentaires

Des examens complémentaires sont réalisables pour confirmer ou infirmer les premiers éléments obtenus par l'examen clinique même si, en pratique, peu sont réellement effectués au centre de la faune sauvage pour plusieurs raisons. D'abord, en fonction des examens complémentaires souhaités, il existe des contraintes financières qui encouragent à limiter ces examens. Ensuite, ce sont principalement des raisons de disponibilités des consultants ainsi que des spécialistes, qui travaillent bénévolement sur ces cas.

- Mesure de la sécrétion lacrymale

Pour mesurer la sécrétion lacrymale, un **test de Schirmer** est possible mais il est en général imprécis. On l'utilise principalement dans les cas de suspicion de kérato-conjonctivite sèche. On le réalise en plaçant une bandelette destinée à cet effet (la même que celle utilisée en médecine des carnivores) derrière la paupière inférieure pendant 60 secondes. Il faut cependant diminuer la largeur de la bandelette de telle manière à ce qu'elle fasse 2 mm de large, car cela facilite l'insertion dans le sac conjonctival et la lecture du test. En effet, avec une bande de 6 mm, on obtient un écoulement entre 2 et 3 mm et les petites différences sont donc difficiles à voir. Rappelons que le test de Schirmer doit être fait avant toute instillation de collyre sur l'oeil (Gelatt *et al.*, 2013)

Les valeurs publiées sont de 8 +/- 1,5 mm/min. pour les plus grands psittacidés et de 4 +/- 1 mm/min. pour les petits perroquets et les perruches. La différence de production de larmes entre les espèces est très probablement liée à la différence de taille de l'orbite et de la quantité de tissu de la glande lacrymale. Ces différences rendent difficile l'établissement de valeurs de référence pour tous les groupes d'oiseaux. Il pourrait être intéressant de réaliser ce test avec des fils imbibés de rouge de phénol qui sont utilisés chez les carnivores car la largeur est idéale et que le temps de pose est moins long (15 secondes) donc moins stressant. Mais ce test n'a pas été étudié chez l'oiseau et aucun résultat de comparaison n'est donc disponible (Willis et Wilkie, 1999a).

Quand l'atteinte oculaire est unilatérale il est toujours intéressant de réaliser le test de Schirmer sur les deux yeux pour pouvoir comparer. Il peut être également intéressant de comparer avec un oiseau sain de la même espèce (Williams, 1994).

- Le test à la fluorescéine

Le **test à la fluorescéine** (figure 20) se réalise de la même manière que chez les carnivores et permet de visualiser les lésions de la cornée telles que les ulcères cornéens. Employée sous sa forme sodique en solution à 0,5 % unidose ou sous forme de bandelettes, elle colore le stroma cornéen en vert après pénétration à la faveur d'un défaut épithélial. Si le test est négatif,

penser à bien soulever les paupières pour ne pas manquer une lésion. On recommande de faire ce test en cas de rougeur de l'œil, d'inflammation ou de douleur (Bright, 2000).

Figure 20 : Matériel du test à la fluorescéine à gauche et à droite, résultat en cas d'ulcère sur l'œil d'un faucon crécerelle.

(Photographies : Banque photographique du CEDAF)



- Prélèvements pour cytologie et bactériologie

Un examen **cytologique** est indiqué lors d'atteinte des surfaces oculaires (conjonctivites ou ulcères cornéens). Il permet une approche diagnostique des phénomènes infectieux ou inflammatoires. Pour obtenir un prélèvement conjonctival, la face interne de la paupière supérieure est assez facile d'accès et constitue donc un bon site de prélèvement. Il est nécessaire d'instiller un anesthésique local (collyre de tétracaïne à 1 % par exemple) quelques minutes avant de prélever. L'utilisation d'une cytobrosse stérile est recommandée pour exfolier les cellules. De plus, on peut aussi réaliser cet examen si on fait une ponction d'une masse péri-oculaire ou du sinus infra-orbital. Les cellules ainsi obtenues sont étalées sur des lames et colorées (Giemsa ou DiffQuick) avant d'être examinées (Willis et Wilkie, 1999a).

Des prélèvements pour analyse **bactériologique** ou pour un antibiogramme nécessitent d'être réalisés avec des écouvillons ou des cytobrosses stériles. Ils doivent être réalisés avant toute instillation de collyre. La flore bactérienne des psittacidés est principalement composée de bactéries Gram+ (*Staphylococcus*, *Corynebacterium*), la présence de bactéries Gram – est toujours pathologique. La meilleure méthode de prélèvement bactériologique consiste à insérer un écouvillon stérile humidifié dans les *fornix* conjonctivaux et à faire deux ou trois passages de l'écouvillon sur les muqueuses. Le *fornix* dorsal est le site de prélèvement à privilégier car il y a moins de contamination par les éléments extérieurs que dans les *fornix* ventraux du fait de la moindre mobilité de la paupière supérieure. Si l'échantillon doit être transporté, il est nécessaire de s'assurer qu'il reste humide. Il peut être souhaitable d'appeler le laboratoire pour connaître les modalités utilisées par celui-ci (Willis et Wilkie, 1999a)

- Mesure de la pression oculaire

La **tonométrie** ou mesure de la pression oculaire chez l'oiseau est réalisable mais peu utilisée car elle pose un certain nombre de difficultés.

On utilise soit la tonométrie par aplanissement (TonoPen Vet ®), soit la tonométrie par rebond (TonoVet ®). La petite taille de l'œil et de la cornée de la plupart des espèces rendent la tonométrie de Schiotz très difficile voire impossible puisque le piston couvre voire dépasse la taille de l'œil. La tonométrie par aplanation serait idéale pour l'utilisation chez les oiseaux car il semblerait que ce soit la seule technique qui produise des résultats reproductibles sur des yeux dont la taille est au-dessus de 9 mm de diamètre. Certaines mesures obtenues sur des yeux jusqu'à 5 mm de diamètre ont également été jugées fiables. En dessous de 5 mm, la reproductibilité est trop limitée pour être jugée fiable (Willis et Wilkie, 1999a, Gelatt *et al.*, 2013). Mais d'autres études montrent que la tonométrie par rebond serait plus adaptée car plus rapide et mieux tolérée du fait de la faible taille de l'embout. Les tonomètres conventionnels n'ont pas été validés pour une utilisation chez l'oiseau comme ils ont été validés chez les chiens et les chats, ils n'en restent pas moins une technique intéressante à prendre en compte. Le TonoVet ® peut être utilisé en mode « p » qui est le réglage adapté dans les espèces pour lesquelles aucune références n'a été établie (Labelle *et al.*, 2012)

Une mesure plus simple mais aussi plus subjective consiste à appuyer sur la cornée avec un coton tige humidifié. Celle-ci doit légèrement s'enfoncer de 1 à 2 mm maximum et de la même manière sur les deux yeux. Dans le cas d'une hypotonie, associée à une uvéite antérieure, la cornée va s'enfoncer de manière plus importante. Dans le cas d'un glaucome, la cornée ne s'enfonce pas autant (Willis et Wilkie, 1999a). Cette technique est à délaissier en faveur de la tonométrie dans la mesure du possible.

Pour réaliser la mesure tonométrique ou tactile, il faut préalablement instiller une goutte de collyre anesthésique à base de tétracaïne 1 % (Delattre, 2006), quelques secondes avant de procéder à la mesure (Willis et Wilkie, 1999). Dans leur étude de 2012, Labelle *et al.* appliquent de l'hydrochloride de proparacaïne en solution ophtalmique à 0,5 %.

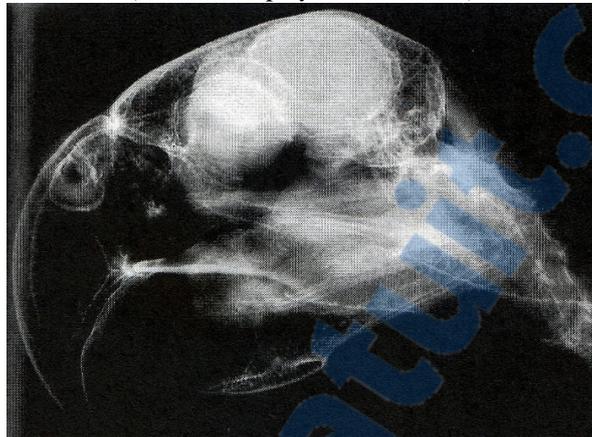
Les valeurs normales varient de 9 à 22 mmHg selon Gelatt *et al.* (2013) et de 9 à 16,3 mmHg selon Willis et Wilkie (1999a) pour des oiseaux (testés principalement sur des psittacidés) de taille moyenne à grande en utilisant la tonométrie par aplanation. C'est probablement la forte rigidité sclérale et cornéenne chez les oiseaux comparée à celle des mammifères qui rend les valeurs obtenues peu fiables et donc difficilement interprétables (Gelatt *et al.*, 2013 ; Williams, 1994). La grande variété de forme et de taille rend, là encore, très difficile l'obtention de valeurs universelles. Il semblerait que la courbure de la cornée et son épaisseur soient impliquées dans ces fortes variations. Il peut donc être très utile de pratiquer cet examen régulièrement sur des yeux normaux dans différentes espèces pour « calibrer » l'appareil de mesure utilisé et établir des « normes » qui permettront une interprétation plus précise des résultats sur un individu présentant une lésion (Labelle *et al.*, 2012).

- Techniques d'imagerie

La **radiographie** est utile pour évaluer une atteinte des os scléraux. Ceux-ci sont visibles sur une radiographie dorso-ventrale de la tête (André, 2004 ; Rival, 2007) bien que leur distinction nette soit parfois difficile en fonction de la qualité de l'image radiographique. On utilise plus souvent cette technique pour évaluer l'intégrité de l'orbite (fracture, néoplasie). Des vues

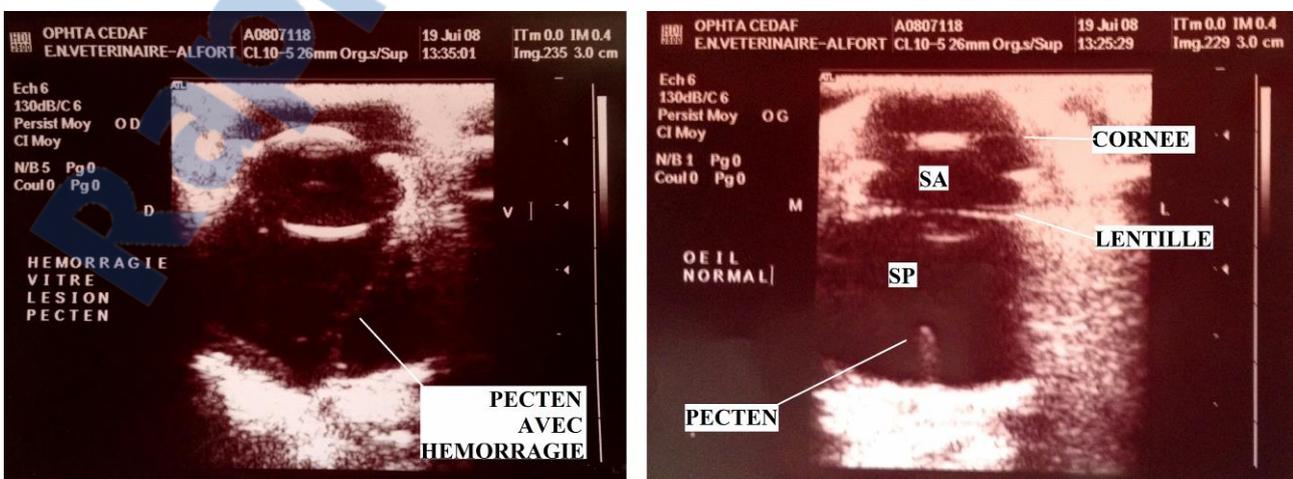
multiples incluant une prise ventro-dorsale, latérale et une oblique sont nécessaires pour évaluer en totalité les possibles fractures du crâne chez un oiseau (Paul-Murphy *et al.*, 1990) (figure 21).

Figure 21 : Radiographie latérale du crâne d'un psittacidé (Paul-Murphy et al., 1990)



L'échographie oculaire est envisageable en complément de la radiographie ou seule. L'anesthésie de l'animal n'est généralement pas nécessaire sauf si l'animal est très agité. La sonde utilisée doit être de taille adaptée à la taille de l'œil. Dans une étude de 2012, Labelle *et al.*, utilisent une sonde sectorielle de 12 MHz, appliquée directement sur la cornée avec un gel lacrymomimétique, après une anesthésie locale à l'hydrochloride de propocaïne en solution ophtalmique à 0,5 %. On utilise cette technique sur des yeux présentant une opacité des milieux antérieurs (œdème de cornée, hyphéma) ou du cristallin (cataracte) ou encore pour évaluer les lésions du segment postérieur (détachement de rétine, lésion du peigne) ou les lésions rétrobulbaires (abcès et tumeurs) (Rival, 2007 ; Gelatt *et al.*, 2013). L'anneau osseux scléral est à l'origine d'artéfacts en échographie (figure 22) (André, 2004). Le couplage avec un doppler en couleur est possible pour observer la vascularisation des structures oculaires (Bayon *et al.*, 2007).

Figure 22 : Echographie des yeux d'une chouette hulotte (08/299) : Œil normal à droite et œil atteint à gauche (Source : impressions des échographies dans le dossier CEDAF)



Le **scanner ou tomodensitométrie** est une technique coûteuse, délicate et difficile d'accès. Elle nécessite l'anesthésie générale de l'oiseau. Le scanner est utilisé principalement pour explorer l'orbite (Noire, 2008).

- L'électrorétinographie

L'**électrorétinographie** (ERG) est utilisée pour les mêmes indications que pour les carnivores, Elle permet d'enregistrer l'activité électrophysiologique de la rétine après une stimulation lumineuse. Cet examen a surtout été étudié chez les rapaces et la volaille. Chez les autres espèces, aucune étude ne porte sur des valeurs de référence (Willis et Wilkie, 1999a). L'allure générale des courbes est très comparable à celle de la courbe type obtenue chez un chien mais l'amplitude des courbes est variable selon l'espèce (Michel, 1989).

Cet examen se réalise en général sur des oiseaux anesthésié (mélange de kétamine et médétomidine par injection intra-musculaire ou anesthésie gazeuse à l'isoflurane) avec le même matériel et le même protocole que celui utilisé sur les mammifères (Bayon *et al.*, 2007). Néanmoins, certains oiseaux calmes ne nécessitent pas de tranquillisation et il suffit de les maintenir les ailes plaquées contre le corps le temps de l'examen. Par contre si l'oiseau n'est pas calme ou dangereux, une anesthésie est obligatoire. L'anesthésie peut perturber le tracé de l'ERG, elle peut être risquée et c'est une médication assez chère. Il faut donc autant que possible, favoriser un examen avec une contention manuelle (Labelle *et al.*, 2012).

L'électrorétinographie a des limites : elle évalue une réponse de l'ensemble de la rétine alors qu'une lésion localisée à la fovéa par exemple ne serait pas détectée et serait pourtant dramatique pour la vision d'un rapace. L'ERG est donc une technique d'évaluation d'appoint et ne peut en aucun cas remplacer un examen ophtalmologique et comportemental complet (Labelle *et al.*, 2012).

Il ne faut pas oublier les examens complémentaires qui visent à identifier une maladie générale comme les tests sanguins, la détection d'antigènes ou les biopsies (Willis et Wilkie, 1999b).

V. PRINCIPALES AFFECTIONS OCULAIRES DES OISEAUX

L'œil de l'oiseau est une structure très fragile par son exposition directe à l'environnement extérieur. Cela l'expose aux traumatismes et constitue une voie d'entrée pour les agents pathogènes. Les affections oculaires constituent par ailleurs de véritables fenêtres sur l'organisme et peuvent se révéler pathognomoniques de certaines affections systémiques.

C'est un domaine de la médecine vétérinaire dans lequel on observe beaucoup de progrès, bien plus que chez les mammifères. Ce progrès doit certainement beaucoup à l'engouement récent pour les N.A.C. et en particulier pour les oiseaux d'ornement.

La partie suivante n'est qu'une ébauche des affections oculaires des oiseaux. Pour de plus amples informations, il est recommandé de lire des ouvrages de référence complets sur le sujet comme « Avian Medicine » de J. Samour ou « Diseases of cage and aviary birds » de Roskopf et Woerpel.

A. Affections du globe

1) Anomalies de développement

Les malformations sont assez peu courantes chez les oiseaux.

Dans une étude sur 16 espèces de rapaces, la malformation la plus fréquemment observée était la microphthalmie, unilatérale ou bilatérale (Rival 2007 ; Gelatt *et al.*, 2013), c'est-à-dire un œil anormalement petit. Cette anomalie est très souvent associée à d'autres malformations congénitales. L'œil est alors le plus souvent aveugle ou avec une très mauvaise vision. Il ne faut pas confondre cette anomalie avec l'aspect du globe après une rupture traumatique complète, fréquente chez les rapaces (Bright, 2000).

2) Phthisis

La *Phthisis Bulbi* correspond à un œil anormalement petit associé à une atrophie du corps ciliaire. C'est en général la conséquence d'une atrophie du corps ciliaire, elle-même secondaire à une uvéite chronique ou un trauma (pénétrant ou contondant, particulièrement chez les rapaces). L'œil dans ce cas est non fonctionnel. Il peut être très difficile de la différencier de la microphthalmie sans commémoratifs (Bright, 2000).

3) Exophtalmie ou luxation du globe

L'exophtalmie correspond à une saillie partielle du globe hors de l'orbite (Jongh *et al.*, 1996).

A différencier de la buphtalmie, elle se caractérise cliniquement par des symptômes locaux et fonctionnels. La grande ouverture palpébrale, la procidence mécanique de la membrane nictitante et le chémosis* sont des symptômes fréquemment rencontrés. Dans les cas sévères, l'absence de fermeture complète des paupières peut entraîner des lésions cornéennes comme des ulcères ou des kératites. On rencontre parfois un strabisme et une perte des plumes péri-oculaires. Le meilleur moyen de l'objectiver est d'examiner l'animal par-dessus et de voir l'avancée de l'apex d'un œil par rapport à l'œil adelphe (figure 23) (Jongh *et al.*, 1996 ; Bright, 2000).

A l'origine de l'exophtalmie se trouve une diminution du volume de la cavité orbitaire. Elle peut avoir de nombreuses causes : traumatique, néoplasique, kystique, etc. Des abcès périorbitaires ou orbitaires peuvent être à l'origine d'une exophtalmie ou d'un strabisme. Cela peut aussi être dû à des processus tumoraux primaires ou secondaires (par exemple une tumeur pituitaire, fréquente chez les rapaces). Souvent suite à des traumatismes, on trouve aussi des hématomes rétrobulbaires, qui vont régresser spontanément, ou encore des fractures orbitaires (Bright, 2000 ; Bayon *et al.*, 2007).

Un diagnostic radiographique ou échographique dans la mesure du possible est intéressant surtout s'il est associé à une ponction à l'aiguille d'une éventuelle masse détectée (Bright, 2000).

La plupart des affections à l'origine d'exophtalmie sont d'installation lente mais certaines évoluent parfois sur un mode aigu, nécessitant alors une intervention d'urgence. Des soins de support sont toujours préconisés avec notamment des soins topiques en cas de kératite d'exposition. En cas d'inflammation ou de traumatismes, on recommande des corticoïdes systémiques (en prenant garde aux ulcères cornéens et aux doses, qui peuvent être toxiques chez les petits oiseaux). Pour les abcès périorbitaires, un traitement antibiotique n'est en général pas suffisant et doit être complété par un débridement chirurgical (sauf dans le cas d'abcès de la glande lacrymale, dont l'exérèse est prohibée, auquel cas, une évacuation des débris par *taxis* externe, passant par le canal lacrymal, est recommandé). On préconise un antibiogramme et en attendant les résultats, une solution saline mélangée avec de l'enrofloxacin peut être appliquée en topique, par canulation du canal lacrymal dans le cas d'un abcès de la glande ou encore en systémique en cas d'abcès périoculaire et d'abcès de la glande (Jongh *et al.*, 1996 ; Bright, 2000). En cas de néoplasie, une énucléation est recommandée et on peut envisager un bilan d'extension au préalable (Bayon *et al.*, 2007)

*Figure 23 : Exophtalmie sur un pigeon biset
(Photographie : Banque photographique du CEDAF)*



4) *Enophtalmie*

L'enophtalmie correspond à la rétraction du globe dans son orbite. Elle est souvent associée avec un *prolapsus* de la troisième paupière, un entropion* et un jetage oculaire*. Il ne faut pas la confondre avec une microphthalmie ou une *Phthisis Bulbi*. Il est aussi assez facile de confondre avec une diminution de la quantité de gras péri-oculaire, que cette perte soit due à une cachexie ou à une inflammation suite à une sinusite chronique. Il est donc nécessaire d'exclure les sinusites, les traumatismes et de vérifier l'état d'embonpoint de l'individu avant de poser le diagnostic d'enophtalmie (Bright, 2000).

5) *Buphtalmie*

Il s'agit d'un élargissement anormal de l'œil qui résulte de l'accroissement de la pression intra-oculaire. L'élargissement du bulbe reste en général discret dans la mesure où la sclère, rigide, limite probablement l'extension de la buphtalmie (figure 24) (Gelatt *et al.*, 2013). L'examen général doit permettre d'éliminer les affections traumatiques ou systémiques. L'examen ophtalmologique complet doit permettre d'évaluer la symétrie et la position des globes, le fonctionnement des paupières (recouvrement de l'œil et coaptation des marges palpébrales), la vision et d'exclure toute autre affection (masses périoculaires, uvéite ou autres affections intraoculaires). On recommande le traitement de la cause sous-jacente ainsi que des soins de support et de prévention d'une kératite (Bright, 2000).

*Figure 24 : Buphtalmie sur une chouette hulotte
(Photographie : Banque photographique du CEDAF)*



6) *Aplatissement du globe*

Il s'agit de la diminution de la profondeur de la chambre antérieure. Cela peut survenir lors d'une contention trop appuyée de la tête ou lors d'un décubitus prolongé. Cela se

résout spontanément en une vingtaine de minutes (Bright, 2000). Il peut aussi survenir lors de l'échappement d'humeur aqueuse à la faveur d'un tréma pénétrant par exemple (Heidenreich, 1997).

Enfin lors d'une sinusite, il est possible de constater chez le ara, un enfoncement de l'œil dans l'orbite (le « Sunken eye disease »), contrairement à ce qui se passe d'ordinaire (paupières gonflées et procidence du globe oculaire) (André, 2004).

B. Affections périorbitaires et des annexes de l'œil

Le jetage oculaire, une hyperhémie conjonctivale ou un gonflement périorbitaire (figure 25) peuvent indiquer une maladie oculaire ou être la conséquence oculaire d'une maladie générale, d'une affection des sinus ou d'une dermatose de la face (Williams, 1994).

1) Atteintes péri-orbitaires

Beaucoup de maladies affectent la partie périorbitaire de l'œil et ses annexes. Certains grands psittaciformes gonflent volontairement la zone périorbitaire quand ils prennent une posture agressive ; il faut donc faire la différence dans ce cas avec un gonflement pathologique (Williams, 1994).

(a) Abscesses orbitaires et périorbitaires

Ces abscesses peuvent être à l'origine des exophtalmies (*cf. supra*).

Les abscesses des sacs lacrymaux doivent être différenciés des abscesses périorbitaires. Les masses du sac lacrymal se présentent comme un gonflement périorbitaire mobile, localisé dans le *cantus* médial ou immédiatement antéroventralement à ce dernier. Une dacryocystite* en début d'évolution peut parfois être traitée en extrayant les débris inflammatoires par le point lacrymal. Des cas plus sévères concernant des débris dont la taille ou la dureté n'autorisent pas un passage par le canal lacrymal requièrent la mise en place d'une canule et une irrigation régulière avec une solution antibiotique. Un retrait chirurgical n'est pas recommandé du fait de problèmes de drainage naso-lacrymal par la suite (Williams, 1994 ; Willis et Wilkie, 1999b).

Les abscesses périorbitaires résultent le plus souvent de l'infection du tractus respiratoire supérieur et de sinusites. C'est très fréquent chez les calopsittes (*Nymphicus*) et peut apparaître dans n'importe quelles zones de l'orbite. Un traitement précoce des sinusites permet de réduire ce genre d'affections secondaires (Jongh *et al.*, 1996 ; Bright, 2000).

*Figure 25 : Gonflement périorbitaire sur un pigeon ramier à gauche (gonflement unilatéral avec un hématome) et sur un pigeon biset à droite (gonflement bilatéral).
(Photographie : Banque photographique du CEDAF)*



(b) Œdème périorbitaire d'origine néoplasique

N'importe quelle tumeur primaire se développant dans la zone rétrobulbaire ou périorbitaire peut provoquer un gonflement avec ou sans déplacement du globe. Une néoplasie lymphoréticulaire se manifeste communément au niveau cutané dans la zone périorbitaire des oiseaux, cliniquement représentée par un gonflement périoculaire, un déplacement du globe et une perte des plumes. Une exophtalmie ou un strabisme peuvent être associés (Williams, 1994 ; Bright, 2000). Cela a aussi été rapporté à la suite d'un gliome du nerf optique par exemple ou encore dans des cas avancés de tumeur chromophile pituitaire chez les perruches ondulées (*Melopsittacus undulatus*) (Williams, 1994 ; Willis et Wilkie, 1999b).

La meilleure solution est le retrait chirurgical dans la mesure du possible mais une radiographie préalable peut être intéressante pour évaluer les métastases (Bright, 2000).

(c) Lésions périoculaires hyperplasiques

- *Poxvirus*

Les *Poxvirus* sont responsables de la plus grande majorité des infections virales oculaires rapportées chez les oiseaux chez de nombreuses espèces. Les souches virales varient en fonction de l'espèce mais toutes sont considérées comme des variants de *Poxvirus avium*. Les voies d'entrée sont la peau, le tractus digestif ou respiratoire. La poxvirose est contagieuse et parfois épidémique (Rival, 2007 ; Williams, 1994).

Les lésions peuvent être périorbitaires mais aussi intraoculaires (Williams, 1994). La lésion caractéristique est une kératoconjonctivite multifocale proliférative. On peut rencontrer deux formes de poxvirose : (1) bénigne, qui cause des lésions de prolifération de la peau sur les paupières et sur le bec et (2) sévère et généralisée impliquant de nombreuses zones de la peau et des

lésions fibronécrotiques de la bouche et du système respiratoire. Une kératite et une déformation des paupières peuvent être des conséquences de la résolution de lésions (Williams, 1994).

Les lésions apparaissent 10 à 14 jours après l'infection. En premier lieu se manifeste une blépharite modérée, unilatérale le plus souvent, associée à un œdème de la paupière et à un épiphora* séreux. La blépharite peut être suivie de lésions ulcératives, principalement sur les marges palpébrales et les *canthus*. Ces lésions s'infectent rapidement, donnant lieu à des sécrétions mucopurulentes ainsi que des ankyloblépharons* transitoires. En 2 à 3 semaines, les paupières sont oblitérées par un bouchon caséux ou par des croûtes sèches qui vont tomber dans les deux semaines suivantes (Williams, 1994). L'infection par un *Poxvirus* peut causer une kératite et parfois une uvéite antérieure. La kératite peut être bénigne, avec un simple voile sur la cornée, à sévère avec des ulcérations qui progressent en panophtalmie* allant parfois jusqu'à la perforation (Willis et Wilkie, 1999b).

Des surinfections bactériennes et fongiques peuvent exacerber les signes cliniques et les lésions buccales causant alors anorexie et amaigrissement (Gelatt *et al.*, 2013 ; Willis et Wilkie, 1999b). De plus ces surinfections au cours de la maladie rendent les lésions résiduelles qui feront suite à la maladie plus importantes encore. La poxvirose ou variole du pigeon est souvent compliquée par une trichomonose (*Trichomonas gallinae* qui peut aussi être responsable d'aérosacculites* avec conjonctivite et blépharite, surtout chez les petits exotiques) (Gelatt *et al.*, 2013).

L'aspect lésionnel d'hyperplasie de l'épiderme suffit souvent à poser l'hypothèse diagnostique (Williams, 1994). Cela peut être ensuite confirmé histologiquement par la recherche d'inclusions éosinophiliques intracytoplasmiques, les corps de Bollinger, et la mise en évidence de l'hyperplasie épithéliale et de vésicules intraépithéliales (Williams, 1994 ; Willis et Wilkie, 1999b ; Gelatt *et al.*, 2013). Pour cela on peut prélever les croûtes ou frotter les ulcères périoculaires (Williams, 1994 ; Rival, 2007).

Le traitement des lésions vise principalement à éviter les surinfections bactériennes secondaires par l'administration d'antibiotiques par voie locale et systémique et à maintenir l'hygiène des plaies par un lavage journalier des yeux avec une solution antiseptique (Gelatt *et al.*, 2013 ; Williams, 1994). Le but principal est de limiter les conséquences à long terme des séquelles de la maladie. Une fois que les croûtes sont en place, il est recommandé de ne pas les ôter car la peau en dessous risque de saigner fortement (Willis et Wilkie, 1999b). On peut éventuellement les ramollir en y apposant des compresses humides sur lesquelles on peut adjoindre du shampoing pour bébé non irritant (Williams, 1994). L'administration de vitamine A (10 000- 25 000 UI pour 300 g de poids par semaine en injection intramusculaire) est recommandée de manière empirique, surtout dans les premiers stades de la maladie (Williams, 1994 ; Willis et Wilkie, 1999b ; Gelatt *et al.*, 2013).

La kératite peut conduire à des cicatrices cornéennes permanentes. Les modifications cicatricielles de la marge palpébrale peuvent conduire à des entropions, ankyloblépharons, symblépharons* ou des déformations de la jointure palpébrale, entraînant des kératites par abrasion ou par exposition à l'environnement. Ces oiseaux nécessitent une intervention chirurgicale sur la paupière ou un traitement au long cours avec des lubrifiants oculaires (Williams, 1994). Ce dernier point n'est pas envisageable sur des animaux sauvages, dont la survie est alors compromise.

Une étude sur les perroquets montre que 46 % des individus ayant guéri d'une infection au *Poxvirus* présentaient des lésions résiduelles très variables (Gelatt *et al.*, 2013). Ces séquelles causeraient dans certains cas plus de problèmes que l'affection d'origine (Williams, 1994). On observe par exemple des cataractes, des uvéites plus ou moins étendues, une enophthalmie, une *phthisis bulbi* et des épiphoras chroniques dus à l'occlusion des canaux lacrymaux (Willis et Wilkie, 1999b).

- *Hypovitaminose A*

L'hypovitaminose A est moins courante maintenant qu'il y a quelques années. C'est une affection subclinique classique chez les oiseaux en captivité et qui peut les prédisposer à des kératites ou conjonctivites. Il semblerait que ce soit un facteur de complication des maladies oculaires des oiseaux (Williams, 1994). Beaucoup d'autres systèmes peuvent être affectés (Willis et Wilkie, 1999b).

Elle est fréquente chez les oiseaux nourris aux graines oléagineuses (tournesol, cacahuètes). Même si elle est moins classique chez les oiseaux de la faune sauvage, elle peut être observée. Outre les carences nutritionnelles, l'hypovitaminose A peut résulter d'affections hépatiques ou pancréatiques. Une mauvaise absorption en vitamine A peut être secondaire à une atteinte intestinale (Willis et Wilkie, 1999b ; Rival, 2007).

La conjonctive et le tractus respiratoire sont fréquemment atteints. Même si la xérophtalmie* est décrite comme un signe classique d'hypovitaminose A chez la volaille, chez les psittacidés, elle s'exprime principalement par un gonflement des paupières du fait d'une hyperkératose conjonctivale, ce qui peut se confondre avec les lésions provoquées par le *Poxvirus*, et par un épiphora qui peut résulter de l'occlusion des canaux lacrymaux du fait de l'atteinte épithéliale qui diminue le diamètre d'évacuation (Willis et Wilkie, 1999b ; Gelatt *et al.*, 2013 ; Rival, 2007). Le gonflement peut s'étendre sur tout le pourtour orbitaire (Williams, 1994). Ces signes cliniques peuvent être assez subtils. Il faut considérer cette affection dans tous les cas de sécrétions oculaires inexplicables. Il existe d'autres signes secondaires comme un jetage, des éternuements, des narines recouvertes de croûtes ou de mucus, des membranes orales sèches et des abcès (palatins, des glandes salivaires, des paupières ou des choanes) (Williams, 1994 ; Gelatt *et al.*, 2013).

Les conjonctives sont susceptibles de subir des surinfections bactériennes, virales ou fongiques par suite de la diminution d'anticorps (Immunoglobulines A) (Willis et Wilkie, 1999b ; Rival, 2007 ; Gelatt *et al.*, 2013).

En cas de doute avec une poxvirose, un examen cytologique et histologique des lésions peut être envisagé pour différencier ces deux étiologies.

Une supplémentation en vitamine A, *per os* (PO) ou de préférence parentérale (intra-musculaire (IM)), est nécessaire surtout lors de conjonctivite, d'obstruction du canal lacrymonasal ou de sinusite, accompagnée d'une chirurgie des abcès si nécessaire. (Rival, 2007 ; Gelatt *et al.*, 2013)

- *Autres lésions périoculaires hyperplasiques*

Des lésions périorbitaires prolifératives et hyperplasiques sont communément retrouvées chez les perruches ondulées et les canaris en réponse à une infection à *Cnemidocoptes* spp (*Cnemidocoptes pilae* ou gale du bec). Les lésions croûteuse et squameuses sont alvéolées ou grêlées (aspect en mie de pain) et elles se voient assez facilement sur toute la zone périorbitaire ainsi que sur le bec et les pattes. Les lésions périorbitaires causent rarement de vrais problèmes même si elles sont parfois très importantes. Une immunodépression et une prédisposition génétique (avec parfois une latence de plus de 2 ans) sont souvent associées (Willis et Wilkie, 1999b ; Bright, 2000). Les acariens sont visualisés après raclage de la peau (Bright, 2000). L'ivermectine (ivomec® 200 µg/kg par voie sous-cutané (SC) ou PO) ou des anti-parasitaires externes en spot-on type sélamectine sont utilisables, en application sur la membrane alaire (Williams, 1994 ; Willis et Wilkie, 1999b ; Rival, 2007).

Le diagnostic différentiel inclut l'hypovitaminose A, qui peut provoquer une hyperkératose et une hyperplasie épithéliale périorbitaire mais qui n'atteint quasiment jamais les proportions qu'on peut observer avec les *Cnemidocoptes*. On inclut aussi des *Papillomavirus* avec une atteinte hyperplasique, parfois nodulaire, de l'épithélium périorbitaire souvent associée à une blépharoconjonctivite (Williams, 1994 ; Willis et Wilkie, 1999b).

On trouve enfin ces proliférations de type verruqueux, isolées ou en grand nombre, dues à des *Papillomavirus* (Bright, 2000). Une exérèse chirurgicale est le meilleur traitement mais il faut qu'elle soit complète pour éviter la récurrence.

(d) *Autres dermatoses périoculaires*

Les dermatoses, qu'elles soient bactériennes, allergiques ou fongiques, peuvent potentiellement affecter la peau de la région périorbitaire. Il est important de noter que de telles lésions semblent incroyablement prurigineuses et que les lésions surajoutées dues au prurit peuvent parfois compliquer les lésions initiales (Williams, 1994).

L'exposition à des toxiques ou irritants environnementaux (piqûres d'insectes, fumée de cigarette, etc.) peut aussi avoir cet effet. Dans ce cas le seul traitement, en plus d'un traitement de confort, consiste à éliminer l'agent toxique, irritant ou allergène. On peut adjoindre un antihistaminique en début d'évolution (Bright, 2000).

2) *Atteinte des paupières et conjonctives*

(a) *Anomalies congénitales*

Même si elles sont rares chez les oiseaux, les anomalies congénitales des paupières existent et sont très difficiles à corriger chirurgicalement. En fonction de l'espèce, ces anomalies s'observent directement à la naissance ou juste au moment de l'ouverture des paupières (Bright, 2000).

On trouve des agénésies qui impliquent la perte de la marge palpébrale et qui peuvent être plus ou moins sévères. Une agénésie partielle de la paupière supérieure corrigée chirurgicalement avec succès a été rapportée chez un rapace (Williams, 1994).

La cryptophtalmie s'observe de manière sporadique chez les calopsittes et dans d'autres espèces. Il s'agit d'une persistance de la continuité de la peau des paupières sur l'orbite qui a été rapportée à des stades plus ou moins graves en fonction de l'ouverture résiduelle, les cas extrêmes étant représentés par l'absence totale de marges ciliaires, sans aucune autre lésion de l'œil (Bright, 2000). Les oiseaux peuvent avoir un comportement normal du fait de la compensation par la partie fonctionnelle. Toutes les chirurgies reconstructives ont été des échecs puisque l'œil reprend son aspect initial en quelques mois (Williams, 1994 ; Willis et Wilkie 1999b ; Rival, 2007 ; Gelatt *et al.*, 2013).

On met enfin en évidence des ankyloblépharons, et des symblépharons (Bright, 2000). Un symblépharon congénital a été mis en évidence entre la troisième paupière et la paupière supérieure chez un cacatoès, provoquant une kératite d'exposition (Willis et Wilkie, 1999b).

(b) Affections des paupières externes

Le plus souvent, l'atteinte est liée à celle du pourtour de l'orbite et elle se limite à une blépharite (figure 26). C'est une inflammation des paupières qui se traduit par un gonflement de celles-ci, qui sont congestionnées, avec présence ou non d'ulcérations (variole), de croûtes, une chute des plumes périphériques. Les yeux sont souvent tenus semi-clos et l'oiseau se frotte la face contre tout ce qu'il trouve, dans l'espoir de soulager le prurit local et aggrave ainsi les lésions. Les paupières peuvent être temporairement soudées entre elles, par des dépôts purulents (ankyloblépharons) (Williams, 1994 ; Bright, 2000).

Il y a de nombreuses causes possibles : traumatismes, avitaminose A, blessures (congénère, corps étranger,...), infections bactériennes (staphylococcie, chlamydie, etc.), virales, parasitaires ou fongiques, tumeurs, etc. Le traitement correspond à celui de l'affection causale (André, 2004 ; Rival, 2007).

*Figure 26 : Blépharite sur une tourterelle des bois à gauche et sur un moineau domestique à droite.
(Photographies : banque photographique du CEDAF)*



On retrouve souvent des lacérations d'origine traumatique qu'il est important de soigner car une cicatrisation retardée peut entraîner des lésions de la cornée (Williams, 1993).

On rapporte quelques cas d'absence de développement bilatéral de la paupière supérieure (Williams, 1993) ainsi qu'un cas d'ectropion congénital avec une kératite d'exposition en conséquence (Williams, 1994 ; Willis et Wilkie, 1999b).

(c) Affection de la membrane nictitante

Une inflammation de la troisième paupière est fréquemment en relation avec des affections bactériennes, parasitaires ou virales impliquant la conjonctive ou la cornée, un trauma, un corps étranger, une avitaminose A, etc. Les symptômes sont une perte de transparence des tissus, la présence de placards fibrineux ou purulents, de nodules et une ptose palpébrale (André, 2004).

Même si c'est assez rare, des parasites peuvent parfois être trouvés sous la membrane nictitante, associés ou non à des signes de conjonctivite (Gelatt *et al.*, 2013). Divers nématodes peuvent être retrouvés, par exemple de la famille des spiruridés : *Thelazia* (les mouches étant considérées comme vecteurs) ou *Oxyspirura* (peut donner une conjonctivite, un chémosis et un prurit périoculaire). Ils sont souvent logés juste derrière la troisième paupière mais peuvent aussi être au niveau de la conjonctive ou encore du canal lacrymal (André, 2004). En plus de l'Ivomec®, il faut nettoyer l'œil régulièrement (Rival, 2007).

(d) Conjonctivites

Une conjonctivite correspond à une inflammation des conjonctives du bulbe oculaire. Les conjonctives sont une voie d'entrée importante d'agents pathogènes dans l'organisme, surtout lorsqu'elles sont ainsi fragilisées.

Les signes cliniques sont : une conjonctive hyperhémée et des muqueuses congestionnées, un chémosis, un jetage oculaire séreux, muqueux ou muco-purulent, un épiphora, une procidence de la membrane nictitante, un blépharospasme et une photophobie* (réaction d'évitement par mouvement de la tête et/ou fermeture des paupières). Le jetage oculaire chronique et le fort prurit induit peuvent résulter en une perte de plumes du pourtour de l'œil et en un trauma périoculaire suite au grattage intensif (Bright, 2000). Les conjonctivites évoluent souvent de pair avec les blépharites (on parle de blépharo-conjonctivites), ou avec des kératites (on parle de kérato-conjonctivites), et accompagnent généralement les sinusites infra-orbitaires.

On peut les classer cliniquement en trois groupes. Le premier inclut les conjonctivites causées uniquement par des facteurs locaux comme les infections conjonctivales localisées ou les corps étrangers. La seconde catégorie regroupe les conjonctivites qui sont l'expression d'une maladie orbitaire ou périorbitaire ; ce sont principalement celles reliées aux sinusites. Le troisième groupe compte les hyperhémies conjonctivales provoquées par une septicémie. Quasiment tous les organismes provoquant une infection systémique peuvent générer une conjonctivite (Willis et Wilkie, 1999b ; Rival, 2007)

Une conjonctivite peut être provoquée par des viroses : une laryngotrachéite infectieuse, la peste, la maladie de Newcastle, la grippe (*Influenza A*), une bronchite infectieuse, l'infection provoquée par le virus de la bronchite de la caille (*Adénovirus*) et les pneumovirose. Comme pour le *Poxvirus*, le traitement repose sur des soins conservateurs. L'isolement des malades est essentiel. Les vaccinations sont controversées (Willis et Wilkie, 1999b ; Rival, 2007 ; Gelatt *et al.*, 2013).

De très nombreux agents infectieux peuvent être impliqués dans les conjonctivites mais le seul isolement d'une bactérie ou d'un protozoaire ne signifie pas qu'il est à l'origine de la maladie. Rappelons que la flore normale de l'œil d'un oiseau compte des staphylocoques et des *Corynebacterium* majoritairement, donc principalement des Gram +, plus rarement quelques Gram

– (en fonction des espèces) et des champignons. La présence d'une bactérie Gram – doit toujours, *a priori*, être considérée comme anormale sauf chez les ansériformes et les rhéiformes chez qui elles sont considérées comme commensales (Williams, 1994). En revanche, la présence de *Chlamydia* est toujours pathologique (Gelatt *et al.*, 2013). La chlamydiose (*Chlamydia psittaci*) est une cause majeure d'infection chez l'oiseau, surtout chez les animaux domestiques. C'est une cause fréquente de kératoconjonctivite ou de conjonctivite sans aucun autre signe. Cette maladie peut néanmoins aussi s'exprimer par un épiphora, un écoulement nasal, un abattement et une anorexie (Rival, 2007). Les corps élémentaire peuvent être détectés avec une coloration de Giemsa sur un prélèvement cytologique de conjonctive (Williams, 1994). Un traitement à l'oxytétracycline peut être efficace dans certains cas (Williams, 1994 ; Willis et Wilkie, 1999b). Des staphylocoques sont retrouvés dans des cas de kératoconjonctivites associées à une blépharite chez des perroquets amazones (Willis et Wilkie, 1999b). Les mycoplasmes sont à l'origine de nombreuses conjonctivites. Cette dernière peut être le seul signe clinique de la maladie, parfois associée à un épiphora (Williams, 1994) mais est souvent associée à des atteintes respiratoires plus sévères (Willis et Wilkie, 1999b). On leur attribue souvent les conjonctivites unilatérales chez le pigeon mais cela peut aussi être dû à une chlamydiose ou une salmonellose (Williams, 1994). Certains cas traités avec des fluoroquinolones en topique ou avec de la tylosine PO se sont bien rétablis (Willis et Wilkie, 1999b).

Un certain nombre de nématodes et trématodes peuvent occasionnellement causer une irritation des conjonctives dans de nombreuses espèces. La conjonctivite se localise surtout à la face interne de la troisième paupière en présence de parasites. *Oxyspirura mansoni* est un parasite qui peut entrer par le canal lacrymal et, s'il est présent en grand nombre, provoquer un épiphora (Williams, 1994). La conjonctivite qui en résulte est en général associée à un chemosis et à un prurit important (Willis et Wilkie, 1999b). Un petit nombre de nématodes peut être évacué manuellement ou par irrigation sous pression hors du sac conjonctival mais une forte charge de parasite doit être traité par l'application topique d'une dose d'ivermectine (les voies IM ou PO se révèlent inefficaces (Willis et Wilkie, 1999b)). Ces infestations sont plus fréquentes chez les oiseaux vivants en extérieur du fait du cycle du parasite (Williams, 1994). Occasionnellement on rapporte aussi des cas de conjonctivite à *Thelazia* spp, de petits vers qui se logent derrière la troisième paupière et peuvent être traités avec du bromure de demecarium à 0,0125 %. Les mouches sont considérées comme leurs hôtes intermédiaires (Willis et Wilkie, 1999b). Des trématodes du genre *Philopthalmus* ont été mis en évidence dans de nombreux cas de conjonctivites chez plusieurs espèces. L'irritation mise en évidence est parfois telle que les individus atteints présentent un écoulement lacrymal permanent et une perte d'état corporel. Des applications répétées de poudre de carbamate permettent d'éliminer cette douve (Williams, 1994 ; Kern *et al.*, 1996).

Enfin, on trouve aussi des causes fongiques aux conjonctivites comme une candidose, qui donne une conjonctivite nodulaire. Un traitement est possible en utilisant l'amphotéricine B, la fluorocytosine ou le kétoconazole. (Williams, 1994 ; Willis et Wilkie, 1999b)

Un examen minutieux de l'oiseau doit être fait pour détecter les atteintes respiratoires supérieures et est indispensable pour déterminer la cause d'un épiphora ou d'une hyperhémie conjonctivale. En effet, une conjonctivite peut être causée par une atteinte respiratoire ou une sinusite. L'exposition à la fumée de cigarette, les fumées chimiques et les autres aérosols toxiques de l'environnement doit toujours être pris en compte dans le diagnostic différentiel de la conjonctivite qu'il y ait ou non des signes d'atteinte de l'appareil respiratoire supérieur (Williams, 1994).

La présence d'un corps étranger dans le *fornix* ou derrière l'une des paupières peut aussi être suspectée dans le cas d'une conjonctivite unilatérale ne répondant pas aux antibiotiques



(Williams, 1994). On peut aussi soupçonner un trauma ou une déficience en vitamine A (Bright, 2000).

Il y a ainsi de très nombreuses causes possibles et l'examen doit donc être très complet et minutieux pour identifier l'étiologie sous-jacente, quitte à engager des examens complémentaires. Le traitement dépend de la cause suspectée et mise en évidence par l'examen (André, 2004).

3) *Atteinte de l'appareil lacrymal*

La glande lacrymale peut parfois apparaître comme un gonflement périorbitaire mobile dans la région antéro-ventrale au *canthus* médial (Williams, 1994). La dacryocystite est une inflammation des glandes lacrymales d'origine traumatique, bactérienne, virale ou parasitaire (si des parasites entrent dans le canal lacrymal), liée à l'avitaminose A ou encore à une tumeur. L'absence de larmes entraîne l'apparition d'une kératite sèche (André, 2004).

Les canaux lacrymaux peuvent être touchés par des infections ou des gonflements de la zone du *canthus* qui peuvent facilement obstruer ce fin canal. Les signes de cette obstruction incluent l'accumulation de bulles dans le coin de l'œil et l'écoulement des larmes le long de la face de l'oiseau. Chez les oiseaux de grande taille, on peut irriguer sous pression le canal lacrymal pour restaurer le passage mais c'est inenvisageable sur des yeux de petite taille. Dans ce dernier cas, seule une thérapie adaptée au problème sous-jacent peut permettre de régler le problème (Heidenreich, 1997). Des malformations congénitales comme une atrésie des conduits lacrymaux conduisant à un épiphora chronique ont été rapportées (Williams, 1994 ; Willis et Wilkie, 1999b).

La chlamydie oculaire est parfois une cause d'épiphora (*cf. supra*). (Williams, 1994 ; Rival, 2007).

C. Pathologie de la cornée

1) *Ulcères et kératites*

La majorité des problèmes de cornée rencontrés chez les oiseaux correspondent soit à des érosions de l'épithélium secondaires à des traumatismes soit à des kératites secondaires à des anomalies de la paupière (Bright, 2000).

Les causes de lésions de la cornée sont diverses : des lésions traumatiques (très communes) lors de la capture ou de la contention, un corps étranger, une anomalie des paupières, la présence de parasites, des lésions chimiques par exposition à des agents chimiques ou des lésions thermiques par exposition à de la fumée ou au feu (Bright, 2000). Les ulcères entraînent souvent des uvéites (André, 2004).

Les causes de kératites sont aussi très variables : un dysfonctionnement des paupières, une hypovitaminose A, une exophtalmie ou une buphtalmie (Bright, 2000). Elles sont souvent associées aux conjonctivites et parfois à des affections de la paupière. Il y a de très nombreux facteurs étiologiques communs avec ceux décrits pour les conjonctivites. Rappelons que le canal lacrymal autorise la remontée, vers l'œil, de germes ou champignons, en provenance des cavités nasales. La proximité des diverticules du sinus infra-orbitaire, avec le globe oculaire,

favorise également le transfert d'agents infectieux, lors de sinusites. L'apparition des kératites est alors favorisée par l'absence du film protecteur (André, 2004).

Les signes cliniques peuvent inclure des signes de gêne ou de douleur comme un blépharospasme ou une photophobie, un défaut d'épithélium cornéen, avec ou sans opacification cornéenne ou infiltration leucocytaire, un jetage oculaire plus ou moins purulent et des signes d'inflammation intraoculaire comme l'hyphéma ou l'hypopion. La vascularisation ou la pigmentation de la cornée sont très rares chez les oiseaux. L'affection peut se compliquer avec une infection secondaire bactérienne ou fongique et peut se détériorer rapidement, avec ou sans complication (Bright, 2000 ; André, 2004).

Les ulcères sont mis en évidence par un test à la fluorescéine (figure 27) qui colore les zones de stroma mises à nu. Sur des lésions très petites, punctiformes, l'usage de la lampe de Wood ou d'une autre source d'ultraviolets permet d'augmenter la détection de la fluorescéine. On peut éventuellement faire un test de Schirmer, et des examens complémentaires concernant la conjonctive.

Les ulcérations de la cornée doivent être traitées de manière agressive car la détérioration peut être très rapide. Pour le traitement, l'identification et l'élimination de la cause sous jacente sont nécessaires. Il faut fréquemment réévaluer l'état de l'œil (tous les 2 ou 3 jours). Les ulcères non surinfectés peuvent être traités par un antibiotique topique large spectre en prévention, deux fois par jour. Les ulcères surinfectés sont traités avec des antibiotiques topiques en ayant fait un antibiogramme au préalable. En attendant les résultats, on peut traiter avec un antibiotique à large spectre (association polymyxine B, néomycine et gramicidine ou acide fusidique, appliqués deux à trois fois par jour (Seruca *et al.*, 2012) soit toutes les 2 à 4 heures). Les corticoïdes par voie topique sont à proscrire. En revanche on peut les utiliser en systémique si une uvéite est associée. Lors d'ulcération modérée, il est aussi possible d'utiliser un collyre à l'acétylcystéine (NAC Collyre ®).

En extrapolant par rapport aux autres espèces, les ulcères profonds doivent être soignés en appliquant des anti-collagénases pour éviter d'aller jusqu'à la perforation. Pour éviter de devoir attraper l'oiseau régulièrement on peut utiliser l'acétylcystéine en spray, toutes les 4 heures environ (Bright, 2000). Si l'ulcère ne régresse pas avec les traitements classiques, on peut faire un examen cytologique associé à des analyses bactériologiques et mycologiques (Bright, 2000).

Un traitement chirurgical peut parfois être nécessaire : on réalise une tarsoraphie* temporaire sur des ulcères plus ou moins profonds, en faisant attention à ce que les fils n'aggravent pas la lésion. Cette technique est considérée comme meilleure que le recouvrement par la troisième paupière car l'action des muscles sur cette dernière peut conduire assez vite à son cisaillement par les fils. On y adjoint toujours un traitement antibiotique systémique et local (Bright, 2000). Jusqu'au retrait des points, il est conseillé de placer un collier élisabéthain au patient (André, 2004).

Des érosions cornéennes chroniques peuvent survenir chez les oiseaux, surtout chez les vieux individus. Dans ce cas il faut fournir à l'épithélium une surface de rattachement correcte comme on le ferait chez les mammifères en frottant à l'aide d'un coton tige et en réalisant un raclage en grille de la cornée. Ce dernier doit se faire sous anesthésie, à l'aide d'une petite aiguille avec laquelle on trace une grille peu profonde, au damage serré, et dont les bords doivent se superposer largement aux bords de l'ulcération (Williams, 1994).

Les kératites peuvent être difficiles à soigner mais le traitement de base doit inclure l'application topique d'antibiotiques et des bandages permettant de conserver un environnement propre pour la cornée, lui laissant ainsi le temps de cicatriser. Comme sur les ulcères on peut

réaliser des tarsoraphies temporaires avec les mêmes précautions que citées précédemment (Bright, 2000 ; Seruca *et al.*, 2012).

Figure 27 : Ulcères mis en évidence par de la fluorescéine sur une mésange à longue queue à gauche et sur une bécasse des bois à droite.

(Photographie : Banque photographique du CEDAF)



2) Autres

L'aspergillose représente une cause fréquente d'atteinte de la cornée chez les oiseaux de compagnie. Opportuniste, cette maladie est souvent secondaire à une autre affection ou associée à de mauvaises conditions environnementales ou nutritionnelles. La localisation oculaire principale reste la cornée. Tous les autres champignons opportunistes comme les *Candida* peuvent compliquer des traumatismes des tissus oculaires (Willis et Wilkie, 1999b ; Rival, 2007).

Une dégénérescence de la cornée avec dépôt de cristaux est possible. Dans une étude sur des oiseaux de quarantaine, elle est décrite chez 8,7 % des oiseaux, principalement des psittacidés. La cause est indéterminée. Toutefois ces dégénérescences sont fréquemment liées à des séquelles d'inflammations ou d'infections (par exemple à un *Poxvirus*) (Willis et Wilkie, 1999b ; Rival, 2007).

On spéculer sur la possibilité de cas de dystrophies de la cornée (un cas observé sur une buse variable) (Williams, 1993).

D. Pathologie de l'uvéie

1) Uvéite

Les uvéites peuvent faire suite à des traumatismes de l'œil (cause très fréquente chez les rapaces), une ulcération de la cornée ou une kératite, une rupture du cristallin, un phénomène néoplasique de l'uvéie (rare chez les oiseaux) ou une infection intraoculaire (bactérienne, comme la chlamydie, parasitaire, comme la toxoplasmose, fongique ou encore virale). L'uvéite peut aussi être la conséquence d'une maladie générale ou extra-oculaire à médiation auto-immune, bactérienne (septicémies) ou virales (poxvirose) (Willis et Wilkie, 1999b ; Bright, 2000 ; André, 2004) (figure 29).

Les signes cliniques des uvéites sont variables, reflétant la diversité des stades de l'inflammation dans l'œil.

Les signes cliniques de l'uvéite antérieure incluent une photophobie, un blépharospasme, un œdème de la cornée, l'effet Tyndall (turbidité de l'humeur aqueuse due aux phénomènes inflammatoires qui provoquent l'augmentation de la quantité de protéines, ce qui en diminue la transparence et réduit la visibilité que l'on a de l'iris), les hyphémas ((figure 28) qui se résorbent normalement en quelques jours (Heidenreich, 1997)), les hypopions (dans les cas graves, à la suite de l'exsudation de leucocytes à partir des vaisseaux iridiens), une dyscorie*, un myosis, des synéchies*, et un noircissement ou un amincissement de l'iris.

Les signes cliniques de l'uvéite postérieure incluent une opacification du vitré et des modifications de la rétine tels que des oedèmes, des hémorragies et des décollements.

Les symptômes typiques associés à une uvéite chronique incluent des bouchons de fibrine dans la chambre antérieure, un glaucome, une cataracte, des synéchies antérieures ou postérieures, une atrophie ou un décollement de la rétine et la cécité (Williams, 1993 ; Bright, 2000).

Dans une étude sur les rapaces, il a été montré que l'hyphéma est la lésion oculaire la plus retrouvée chez les rapaces traumatisés. Dans les uvéites, on observe un myosis le plus souvent mais on a parfois une mydriase (Williams, 1993 ; Bright, 2000).

L'observation de séquelles subtiles comme un assombrissement de l'iris ou des signes plus évidents comme des synéchies ou des caillots de fibrine organisés dans la chambre antérieure peut suggérer un épisode passé d'inflammation du segment antérieur. Chez les rapaces, une uvéite traumatique peut avoir pour conséquence un glaucome avec une douleur importante parfois associée. L'uvéite peut impacter la vision jusqu'à la cécité (Williams, 1994 ; André, 2004).

*Figure 28 : Hyphémas sur une chouette hulotte à gauche et sur une bécasse des bois à droite.
(Photographie : Banque photographique du CEDAF)*

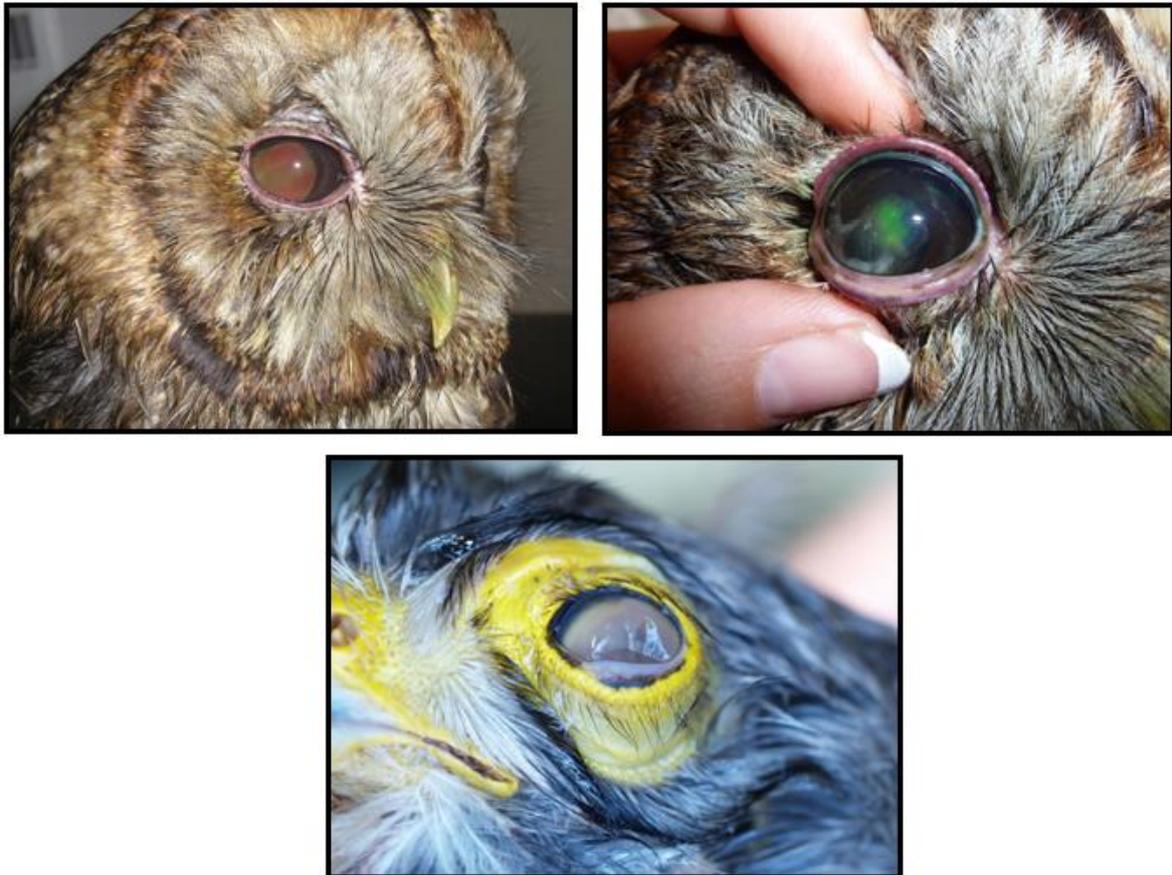


L'examen des chambres antérieure et postérieure est essentiel pour le diagnostic de cette affection et l'identification de la cause primaire est nécessaire pour le traitement (André, 2004). L'inflammation du segment antérieur de l'œil peut être traité avec une solution d'AINS topique à 0,1 % de diclofenac ou à 0,5 % de kétorolac trométhamine (Seruca *et al.*, 2012). L'administration d'anti-inflammatoires systémiques est recommandée (tout en suivant la polyurie,

polydipsie), par exemple du méloxicam PO deux fois par jour (Seruca *et al.*, 2012), et l'application en topique peut être envisagée sauf si la cause primaire est un ulcère de la cornée. Des interventions chirurgicales peuvent être recommandées en cas de parasitose intraoculaire, de nécessité de retrait du cristallin ou d'énucléation complète (le seul traitement envisageable si l'œil apparaît douloureux) (Williams, 1994 ; Bright, 2000).

Figure 29 : En haut à droite, uvéite sur une chouette hulotte, associée à un ulcère mis en évidence par de la fluorescéine en haut à gauche. En bas, uvéite secondaire à une salmonellose sur un faucon crécerelle.

(Photographies : Banque photographique du CEDAF)



2) Les glaucomes

Ils sont rarement identifiés chez les rapaces (Williams, 1993) même si ils ont déjà été décrits principalement chez la volaille et les rapaces. Les glaucomes peuvent se développer secondairement à une luxation du cristallin ou à une inflammation chronique avec des synéchies antérieures ou postérieures et la formation d'une membrane pré-iridienne fibro-vasculaire (Willis et Wilkie, 1999b).

3) Autres

On décrit des malformations congénitales comme des anomalies de développement du corps ciliaire (Williams, 1994).

E. Pathologie du cristallin

1) Cataracte

La dégénérescence du cristallin avec développement d'une cataracte est très souvent retrouvée chez les oiseaux domestiques et sauvages (Kern *et al.*, 1997). Les cataractes ont de très nombreuses causes même si dans la majorité des cas, elle reste inconnue : des causes génétiques, des carences nutritionnelles, des infections, des traumatismes, la sénilité, des toxiques, des maladies oculaires primaires (uvéites, dégénérescence rétinienne). Les cataractes séniles sont les plus importantes chez les oiseaux qui prennent de l'âge. Des cataractes héréditaires ont été rapportées chez les canaris ainsi que des cataractes congénitales (Williams, 1994). On peut observer des cataractes post traumatiques quand des lésions pénétrantes interrompent l'intégrité de la capsule du cristallin. Il en résulte souvent une uvéite chronique en parallèle même s'il n'y a pas eu d'infection intra-oculaire (Bright, 2000) (figure 30).

L'extraction extracapsulaire et la phacoémulsification* sont possibles sur des yeux de grande taille et elle serait d'autant plus facile que le cristallin est mou chez l'oiseau (Williams, 1993). Le facteur limitant est la taille de l'œil et demande une adaptation de la technique. Dans certains cas il est utile de consulter un ophtalmologiste qui évalue par ERG si l'oiseau est un bon candidat ou non à la chirurgie. Des topiques anti-inflammatoires sont conseillés quelques jours avant (Williams, 1994 ; Willis et Wilkie, 1999b ; Rival, 2007 ; Gelatt *et al.*, 2013). On peut donc théoriquement retirer le cristallin par chirurgie mais la vision d'un œil aphake* est probablement insuffisante pour permettre à un rapace de chasser et donc de survivre à l'état sauvage (Heidenreich, 1997). Le traitement médical de la cataracte n'est pas possible (Heidenreich, 1997).

Figure 30 : Cataracte sur un merle noir associée à des signes d'uvéite (synéchies, dyscorie)
(Photographie : Banque photographique du CEDAF)



2) Vieillesse du cristallin

Il s'agit d'une sclérose nucléaire lenticulaire accompagnant normalement le vieillissement du cristallin (et de l'oiseau), sans perte de vision, mais dont les lésions sont proches de celles de la cataracte. Elle doit être différenciée d'une cataracte due à l'âge (Williams, 1994 ; Willis et Wilkie, 1999b ; Rival, 2007).

3) *Luxation*

Les traumatismes ou les inflammations chroniques pourraient augmenter le risque de luxation du cristallin (Rival, 2007 ; Williams, 1993). Les luxations antérieures ou postérieures du cristallin cataractés ont été décrites. Elles peuvent avoir pour conséquence un glaucome (Williams, 1994 ; Bright, 2000)

Dans les cas où c'est possible, elles peuvent être traitées par une intervention chirurgicale en prenant les mêmes précautions que pour une chirurgie de la cataracte (*cf. supra*) (André, 2004).

F. Pathologie de la rétine

Du fait de la difficulté de l'examen du segment postérieur chez les petits oiseaux, ces lésions ne sont pas toujours observées.

Les lésions inflammatoires ou rétinites ont une forte prévalence chez les rapaces en captivité mais on les retrouve aussi chez les oiseaux en liberté. Ces lésions incluent des dépôts pigmentaires sur la rétine périphérique (normalement non pigmentée), des cicatrices focales (sous la forme de vastes zones de tissu cicatriciel blanc, avec ou sans pigmentation associée et, dans les cas graves, des travées fibreuses pré-rétiniennes qui peuvent déformer le peigne), des membranes pré-rétiniennes et des opacités du vitré. La plupart de ces lésions peuvent être le résultat d'un trauma avec hémorragie qui provoque les cicatrices et la rétraction du vitré. Les saignements du segment postérieur peuvent venir des vaisseaux de la choroïde, d'un corps ciliaire endommagé ou dans certains cas, d'une rupture du peigne (Williams, 1994 ; figure 21). La rétinite peut aussi être due à des maladies infectieuses, fongiques, parasitaires (toxoplasmose, *cf infra...*) et parfois de processus néoplasiques (Williams, 1993 ; Williams, 1994 ; André, 2004).

La toxoplasmose provoque des inflammations du segment postérieur chez la volaille et certains passereaux et conduit ainsi à des lésions de la rétine. On lui impute ainsi des chorioretinites nécrosantes et des atrophies oculaires dans sa forme chronique. L'implication de *Toxoplasma* n'est que soupçonnée, du fait de l'observation au microscope de parasites ressemblants et du portage du parasite par les rongeurs sauvages, proies de certains oiseaux (Williams, 1993). Cela a été confirmé chez les canaris chez qui cela s'est exprimé par des croûtes oculaires, des lésions blanches dans le vitré et dans la plupart des cas, un effondrement du globe oculaire. La plupart des oiseaux atteints présentaient des signes nerveux associés. Les tachyzoïtes de *T. gondii* ont été mis en évidence par histologie et test aux anticorps agglutinants (Williams, 1994 ; Willis et Wilkie, 1999b).

La dégénérescence rétinienne intervient dans des cas congénitaux, génétiques (chez le poulet d'après Ulshafer and Allen, 1985), post-traumatiques ou post-inflammatoires. La dégénérescence due à un trauma ou une inflammation est focale ou multifocale allant parfois jusqu'à causer la cécité. Le fond d'œil est alors caractérisé par une pigmentation anormale et asymétrique lorsqu'on compare les deux yeux (Rival, 2007 ; Gelatt *et al.*, 2013). Des

dégénérescences bilatérales ont été observées ainsi que des foyers de dégénérescences plus ou moins associés avec une cataracte (Willis et Wilkie, 1999b).

Les décollements de rétine peuvent survenir à la suite d'un trauma mais des décollements idiopathiques bilatéraux ont été observés chez des faisans (Gelatt *et al.*, 2013).

On a décrit des malformations congénitales comme la dysplasie rétinienne partielle ou totale (parfois associées à des dégénérescences rétinienne) et des malformations de la rétine comme des décollements de rétine congénitaux (Williams, 1993 ; Gelatt *et al.*, 2013).

G. Pathologie du segment postérieur

Un cas de synchisis* étincelant associé à une dégénérescence de la rétine a été rapporté chez une chouette hulotte (Williams, 1993) ainsi qu'une anomalie congénitale de développement du peigne (Williams, 1994). Des inflammations du segment postérieur associé à une rétinite peut provoquer une opacité du vitré (*cf. supra*).

H. Néoplasies

Les néoplasies concernant les yeux des oiseaux sont assez rares. Elles touchent aussi bien l'œil que les annexes et peuvent être primitives ou métastatiques à partir d'autres organes (Willis et Wilkie, 1999b). Ces processus néoplasiques incluent : adénome et lipogranulome des paupières, papillomes, carcinome et xanthome de la nictitante, etc. Le grossissement des tumeurs précède souvent une exophtalmie et une kératite d'exposition (Willis et Wilkie, 1999b ; Rival, 2007 ; Gelatt *et al.*, 2013). La maladie de Marek en est la cause la plus commune. Des medulloépithélioma malins ont été diagnostiqués chez des perruches après leur énucléation pour panophtalmie bactérienne présumée (Williams, 1994 ; Willis et Wilkie, 1999b).

I. Les traumatismes

Les blessures oculaires par traumatismes sont très fréquentes chez les oiseaux et particulièrement chez les rapaces et les passereaux. Cela représente la majorité des motifs de soin dans les centres de sauvegarde de la faune sauvage. Les blessures peuvent être très complexes, impliquant toutes les structures de l'œil (Williams, 1993 ; Seruca *et al.*, 2012). Mais le plus souvent les blessures ne sont pas confinées à l'œil : l'animal est en général polytraumatisé, en état de choc et il se passe souvent un délai entre le trauma et l'auscultation (Renard, 2004).

On peut penser que tous les troubles oculaires observés sur les oiseaux victimes d'accidents de la route sont effectivement d'origine traumatique mais on peut aussi supposer que certains oiseaux entrent en collision avec des voitures justement parce qu'une lésion préexistante les empêche de voir correctement. On s'attend alors à ce que les oiseaux de cette dernière catégorie soient maigres et en mauvais état et effectivement, certains le sont. Ce constat peut aller dans le sens de cette explication mais il faut aussi prendre en compte le temps qui s'est écoulé entre le trauma et l'examen, qui peut aussi expliquer cet état. Dans la plupart des cas, la nature du trouble oculaire permet d'établir une nette distinction entre les affections d'origine traumatique et les affections préexistantes et cela doit être pris en compte dans l'établissement d'un pronostic (Williams, 1993).

Beaucoup de traumatismes résultent en des lésions unilatérales, bien que certaines études affirment le contraire (Heidenreich, 1997 ; Seruca *et al.*, 2012).

Les traumatismes des paupières peuvent aboutir à une cicatrice qui va secondairement irriter la cornée. Si la paupière n'a subi que de petites lacérations, on ne suture pas ; un traitement antibiotique topique suffit. En effet, la suture des paupières est très délicate car elle nécessite de prendre le soin de ne pas abîmer la cornée et de faire une suture très fine (fils résorbable de 7-0 à 8-0) (Gelatt *et al.*, 2013).

Les traumatismes de la troisième paupière sont très fréquents et on peut parfois observer un corps étranger. La membrane nictitante est essentielle à l'étalement du film lacrymal : une lacération de cet élément doit conduire à une suture très fine (fils résorbable de 7-0 à 8-0) pour conserver cette fonction et éviter les frottements contre la cornée. La membrane nictitante ne doit jamais être enlevée même si elle est très abîmée car son retrait induit une kératite chronique d'exposition majeure et, à terme, compromet la survie de l'animal (Bright, 2000). Un traitement antibiotique topique est nécessaire en parallèle (Kern *et al.*, 1996)

Lors de traumatisme palpébral, il est capital de ne pas sous-estimer la gravité de la blessure. Un examen approfondi sous anesthésie générale peut permettre d'éliminer ou de confirmer l'existence d'une perforation sclérale ou d'enfoncement des os scléraux mais il est rarement exécuté. L'examen clinique préalable permet de suspecter cette affection si la chambre antérieure est plus enfoncée que celle de l'œil adelphe (Rival, 2007 ; Gelatt *et al.*, 2013).

Suite à un trauma on peut avoir un dysfonctionnement musculaire des paupières, comme une paupière, qui s'objective avec l'évaluation des réflexes et l'observation de l'occlusion des yeux. Une kératite secondaire peut être présente. Il faut soigner la kératite puis administrer des collyres topiques jusqu'à ce que ce dysfonctionnement se résolve. Si elle doit s'avérer permanente, une canthorrhaphie* peut être préconisée mais pas dans le cadre de la faune sauvage (Bright, 2000).

Du fait de la taille relativement grande de leur œil, l'évaluation du fond d'œil des rapaces est assez facile et un grand nombre d'atteintes du segment postérieur ont pu être observées. Les chocs traumatiques peuvent ainsi aboutir à de nombreuses lésions oculaires incluant un hématome palpébral (très souvent, de coloration verdâtre chez l'oiseau du fait de la dégradation de l'hémoglobine en biliverdine notamment), un œdème et des pétéchies de la zone péri-oculaire, une perforation cornéenne, un hyphéma (qui se résorbe en quelques jours), une uvéite, un prolapsus voire un déchirement de l'iris, une rupture de la capsule du cristallin, une luxation du cristallin, un décollement ou œdème de rétine, des *prolapsus* du vitré et des hémorragies dans le vitré (surtout autour du peigne) et des dommages sur les osselets scléraux (Rival, 2007 ; Seruca *et al.*, 2012 ; Gelatt *et al.*, 2013).

Des traumatismes perforants peuvent engendrer une perforation cornéenne, un hyphéma, une mydriase, une uvéite, un *prolapsus* de l'iris, un décollement rétinien, une rupture de la capsule cristallinienne ou des dommages sur les osselets scléraux. Des corps étrangers (graines, brin d'herbes) peuvent irriter la conjonctive et la cornée. Dans les cas de morsure (prédation ou blessures entre oiseaux), les soins locaux ont une grande importance pour prévenir les mauvaises cicatrises (symblépharon etc.) et les surinfections (Rival, 2007 ; Gelatt *et al.*, 2013).

J. La perte de la vision

L'absence de vision chez les oiseaux peut avoir une cause intraoculaire comme l'opacité d'un des milieux oculaires, (cornée, humeur vitrée, cristallin), une hémorragie du vitré (avec le peigne pour point de départ, le non fonctionnement de la rétine (lésions graves), des lésions

d'origines infectieuses (toxoplasmose) ou la présence d'une tumeur comprimant les nerfs optiques (Miallier, 1993 ; André, 2004)

Dans le cas où aucune lésion intraoculaire n'est mise en évidence, un ERG peut être pratiqué pour différencier les atteintes rétiniennes d'une atteinte centrale, c'est-à-dire de troubles neurologiques impliquant les différentes voies nerveuses de la vision, à savoir, nerf et chiasma optiques et lobes optiques. Les causes d'une cécité centrale peuvent inclure des traumatismes, des malformations congénitales, des néoplasies, des séquelles d'uvéites ou des méningites, des expositions à des métaux lourds toxiques (intoxication au plomb ; dans ce cas, la cécité est accompagnée de nombreux signes nerveux) une encéphalopathie hépatique ou un diabète avancé (André, 2004). Les lésions intracrâniennes occupant de l'espace et notamment les adénomes pituitaires provoquent une forte pression sur le chiasma optique et peuvent être à l'origine d'une cécité associée à d'autres signes nerveux et endocrines. Les déficits des nerfs III, IV et VI sont difficiles à évaluer car les mouvements du globe sont déjà très restreints chez l'oiseau (André, 2004).

Selon l'origine de la cécité et l'atteinte bilatérale ou non, on peut proposer un traitement (André, 2004). L'évaluation de la vision est très importante pour savoir si l'animal va pouvoir être relâché ou pas, car si certains s'en sortent bien avec un seul œil (chouette hulotte par exemple) ou même sans voir (martinet par exemple), certains sont incapables de survivre sans leur vision binoculaire (rapaces diurnes ou oiseaux marins chasseurs par exemple) (Williams, 1994 ; Bright, 2000) (figure 31). Il est donc généralement accepté qu'un rapace présentant une vision déficiente sur les deux yeux soit considérée comme non relâchable et doivent donc être euthanasiés (Labelle *et al.*, 2012)

*Figure 31 : Suite à une énucléation sur une chouette hulotte, on observe l'aspect de l'œil tubulaire à gauche et l'animal, prêt à être relâché, à droite.
(Photographies : Banque photographique du CEDAF)*



DEUXIEME PARTIE : ETUDE RETROSPECTIVE DES CAS OPHTALMOLOGIQUES DES OISEAUX DE TOUTES ESPECES RECUS AU CEDAF ENTRE 2008 ET 2012

Compte tenu de l'importance de la vision chez les oiseaux et des nombreuses particularités anatomo-physiologiques qui les caractérisent, la réception d'un oiseau présentant une atteinte oculaire dans un centre d'accueil de la faune sauvage n'est jamais anodine. Au-delà de l'examen et du diagnostic en eux-mêmes, la décision de la démarche à suivre peut se révéler périlleuse. En effet, le but d'un tel centre est de relâcher un animal capable de survivre par lui-même dans son milieu naturel. La vision étant essentielle à la survie de la plupart des espèces d'oiseaux, c'est un point clé de la prise en charge d'un oiseau sauvage.

Le but de cette étude est de dresser un portrait de la population reçue au Centre D'Accueil de la Faune sauvage d'Alfort (CEDAF) et présentant une affection oculaire. Nous précisons également la nature de ces affections, les possibilités de libération en milieu naturel à la suite de celles-ci.

I. Matériel et méthode

A. La population d'étude

La population d'étude comprend les oiseaux, toutes espèces confondues, qui sont présentés au CEDAF. Ce centre reçoit aussi des petits mammifères et des reptiles sauvages, mais ils ne sont pas répertoriés ici.

Même si la majorité des oiseaux rencontrés dans ce cadre correspond à la faune urbain ou périurbain originaire de la région, nous trouvons aussi quelques rares oiseaux exotiques implantés (issus de populations férales), échappés ou importés.

La période d'étude s'étend de janvier 2008 à décembre 2012, soit 5 années. Cette période est choisie pour permettre d'obtenir une durée d'étude assez longue afin de disposer de données sur des années complètes, comparables et représentatives de l'activité au CEDAF. Dans le même temps, cette période est assez courte pour que la gestion des dossiers et les techniques de prise en charge soient comparables et, autant que possible, homogènes. En effet, sur cette période seulement trois responsables des consultations se sont succédés.

B. Le support de l'étude

Chaque animal déposé au CEDAF (mort ou vif) se voit attribuer un numéro interne intégrant l'année et son ordre d'arrivée ainsi qu'un dossier papier individuel (Annexes 2 et 3). Ces dossiers de la faune sauvage réunissent toutes les informations sur l'animal, afin que les nombreux intervenants puissent y lire toutes les instructions nécessaires et y noter leurs observations. Nous trouvons ainsi :

- en première page, une partie remplie par la personne qui dépose l'animal lui permettant de donner les informations sur les circonstances de la découverte (jour, lieu, ...) ainsi que sur les soins apportés entre le moment du ramassage et du dépôt (eau, alimentation, médicaments, etc.). Sur cette même page nous trouvons également une partie réservée aux membres du CEDAF permettant de noter les informations principales sur l'animal (identification, âge, sexe si possible, cause d'entrée, date et modalité de sortie) ;

- les deux pages suivantes font un bilan des éléments cliniques concernant l'animal : premier examen clinique avec pesée initiale, premiers soins et étapes majeures de son séjour au CEDAF (évolution de l'état clinique, examens complémentaires, traitements et particularités de l'entretien, transfert dans le secteur de réhabilitation, conditions de la remise en liberté, etc.) ;

- toutes les pages suivantes correspondent au suivi quotidien de l'animal avec le suivi de son poids, ce qui lui a été donné à manger, ce qu'il a vraiment pris (reste), les traitements faits et à faire et toute autre observation utile ;

- toutes les autres ajouts ponctuels correspondent à des examens complémentaires spécifiques (radiographies, échographies, rapport d'examen par le service d'ophtalmologie, etc.)

Les dossiers ont quelque peu évolués dans le temps et la lecture est donc à adapter en fonction du type de dossier utilisé même si les informations inscrites sont similaires dans les dossiers. Cette lecture n'est pas toujours évidente car certains dossiers ne sont pas correctement remplis et parfois illisibles (Annexes 2).

Tous les dossiers correspondant à un animal sorti du centre (qu'il soit mort ou qu'il ait été relâché) sont archivés par année et par espèce. Une fois la période d'étude choisie, il a donc été possible de passer en revue tous les dossiers pour identifier ceux correspondant à un cas ophtalmologique d'oiseau.

C. Collecte des données

La collecte des données s'est faite à partir des dossiers papiers, à l'aide d'un tableau Excel. Nous avons recueilli les variables utiles à l'étude menée (figure 32) :

- espèce ;
- date d'entrée (au minimum le mois et l'année) ;
- numéro interne du CEDAF (numéro attribué à chaque animal par ordre d'arrivée) et, le cas échéant, un numéro CLOVIS (numéro de dossier créé sur le logiciel du CHUVA, Centre Hospitalier Universitaire Vétérinaire d'Alfort). Ces dossiers sont en général ceux des oiseaux qui ont subi des examens complémentaires (radiographies ou passage au service d'ophtalmologie) ;

- catégorie d'âge (adulte ou juvénile dans les dossiers de 2008 à 2010 puis adulte, sub-adulte, juvénile volant, juvénile emplumé ou juvénile en duvet dans les dossiers de 2011 à 2012) ;
- lésions oculaires (avec dates et évolution) ;
- traitements oculaires (avec dates et évolution) ;
- lésions de la tête associées (pour identifier d'éventuels traumatismes ou lésions ophtalmologiques secondaires) ;
- devenir (mort de façon naturelle, euthanasie ou relâché) avec la date de sortie ;
- remarques (examen complémentaire, note de référence à des dessins (par exemple d'ulcères) ou à de l'imagerie médicale, trauma identifié avec lésions éventuelles sur le reste de l'animal comme des fractures des membres).

Figure 32 : Exemple de tableau de collecte des données (exemple en 2010)

Espèce	Date	Número CEDAF/Clovis	Age	Lésions Ophtalmo	Traitement	Lésions tête associées	Devenir	Remarques	G	C/P	Co	A	Fo	T	Tot	
Chouette hulotte	Fev	33	Ad.	16/2: suie dans les yeux	Nettoyage au NaCl. Humigel gel oculaire et Fradexan pommade dans les 2 yeux pendant 5j.		Relâché le 18/3	tombée dans un conduit de cheminée			1				1	2
				22/2: fluo OG+ ulcère ponctiforme central. OD trait fin (érafure 2mm)	Dans les 2 yeux. Twelve collyre 2x/j et Humigel 2x/j pdt 13j											
				1/3: fluo- à D, + à G (quasi résorbé).												
Chouette hulotte	?	187	?	5/3: fluo- (point résiduel visible sur l'OG) OG fermé avec perte de transparence de la CA. OG hyphéma dans la CA. Test fluo- sur les 2.	Arrêt du traitement. Nettoyage au serum physiologique. Et oorygel pendant 3j puis Tévémoxine dans l'od 1j puis Fradexan 3x/j pdt 1j		Mort	choc			1		1		2	
Pigeon biset	septembre	800	Ad.	5/9: OG fermé, sang sur la paupière supérieure.		Sang dans la narine gauche.	Le 22/9, Eutha.	Choc à gauche.								4
				6/9: Fluo-	Nettoyage oocyl. Fradexan											
				16/9: exam. Ophth. Absence de RPM. Effet Tyndall+. Fluo- Opacité du SP (rétine et vitré). Panuvéite.	Fradexan pommade 3x/j.											
				21/9 : progression de l'uvéite. Présence de fibrine dans la CA. Tyndall +.	Eutha.											
Poule d'eau	Juillet	534	Juv. Volant	OD mis clos et larmoyant. Enophtalmie, pas d'anomalie intra oculaire visibles excepté vascularisation de l'iris plus développé sur OD. Effet Tyndall- fluo- mais surface de la cornée irrégulière qui retient la coloration.	Oorygel et Indocolllyre OD 3x/j pdt 6j.		Relâché	Parésie du côté D suite à un choc			1	1		1	3	

Certains cas sont exclus de l'étude soit parce que leur dossier est incomplet soit parce que les lésions ne sont pas interprétables ou pas suffisamment décrites pour classer le cas par la suite (figure 33).

Figure 33 : Exemple de dossiers exclus.

- A. Phrases ou diagnostic non interprétable : « Œil moche à G » (8/89), « Œil droit à demi fermé » (9/515), « Avec atteinte oculaire » (9/748) et « Œil ne semble pas crevé mais non crevé » (11/879)
- B. Exemple d'un dossier exclu car incertain (11/959) : Mise en place d'un traitement d'ulcère mais sans diagnostic posé.

A

EXAMEN CLINIQUE D'ENTREE	
INFORM DU CONSULTANT : Belladone - Nain - W	Poids :
Œil "moche" à G Placé beante + appuie sur cou Scalp s'étendant des crânes dorsal jusqu'au cou striction de la patte droite ancienne avec gonflement et déformation L. H... mar... n... de nombreux doigts...	
EXAMEN CLINIQUE D'ENTREE	
CONSULTANT(S) : Etienne PA	Date : 06/07/09 Heure : 18h30
EXAMEN VALIDE PAR (+ date, heure si différentes) :	
Poids : 45g	Etat d'embonpoint : assez maigre
OBSERVATIONS PRINCIPALES	
pharynx lazarique (?) œil droit à demi fermé RAS à l'examen fonctionnel.	
EXAMEN CLINIQUE D'ENTREE	
CONSULTANT(S) :	Date : Heure :
EXAMEN VALIDE PAR (+ date, heure si différentes) :	
Poids :	Etat d'embonpoint :
OBSERVATIONS PRINCIPALES	
Juv Scalp étendu avec atteinte oculaire ?	
EXAMEN CLINIQUE D'ENTREE	
CONSULTANT (obligatoire) :	Date : 13/07/11 Heure : 18h30
Poids (g) : 22g	Etat d'embonpoint : Bon / (Maigre) Très maigre
Déshydratation (Faible) Moyenne / Forte	Vigilance : Bonne / Diminuée / Faible / Nulle
OBSERVATIONS PRINCIPALES :	
- Déshydratation 6 - qq parasites - plaies sur le dos (x2) + 1 sur le dessus de la queue - plume aile G sciellée - face G de la tête blessée et sciellée (Tene - scarillon) - œil ne semble pas crevé mais non crevé - voir évolution ?? - la face sous l'œil qui semble assez profonde et qui a abondamment	

B

EXAMEN CLINIQUE D'ENTREE	
N° de l'animal : 959	
Date : 24/07/11	28/07/11
Nom soigneur :	
Poids :	27g
ALIMENTATION :	poisse vit
Reste :	
TREATMENT :	1ml PO 50% Glu + 50% AL Œil P: - Nidral 1 goutte - 10 min après Tébédomine parvoles d'insol 1x

Traitement d'ulcère mais ...

EXAMEN CLINIQUE D'ENTREE	
CONSULTANT (obligatoire) : Clé	Date : 26/07/11 Heure : 10h
Poids (g) : 27g	Etat d'embonpoint : Bon / (Maigre) Très maigre
Déshydratation : Faible / Moyenne / Forte	Vigilance : Bonne / Diminuée / Faible / Nulle
OBSERVATIONS PRINCIPALES :	
- (voir tableau) - RAS, RAS	
?? Pas de diagnostic	
HYPOTHESE DIAGNOSTIQUE (obligatoire) : Penetration - lésion de la matrice	
SUIVI EN COURS DE SEJOUR	
DATE	ACTE
	DESCRIPTION
	Prescripteur obligatoire :
	NOM

L'atteinte oculaire de chaque oiseau retenu est ensuite scindée en atteintes des différents segments de l'œil (figure 32). Pour cela, les lésions sont classées en 6 catégories :

- G : lésions du globe ;
- C/P : lésions des conjonctives et des paupières ;
- Co : lésions de la cornée ;
- A : lésions du segment antérieur ;
- Po : lésions du segment postérieur ;
- T : lésions traumatiques ;

Les traumatismes sont souvent identifiés en fonction de l'anamnèse du dossier, que l'accident ait été vu (« attaqué par mon chat », « s'est tapé dans ma fenêtre », etc.) ou juste suspecté

(« trouvé au bord de la route », « sonné à côté de ma véranda », etc.). Mais nous pouvons aussi raisonnablement le supposer face aux contusions et lésions que présentent l'animal (fractures, hématomes sur tout un côté de la face, sang dans le bec et les oreilles, etc.)

Chaque lésion d'un individu est répertoriée, ce qui permet de connaître le nombre de structures oculaires atteintes pour chaque oiseau. Ce nombre peut aller de 1 à 6. Par construction dans notre étude nous n'avons pas de cas à 0 car cela sous entendrait que l'oiseau n'a pas de lésion ophtalmologique.

Pour chaque oiseau une lésion est identifiée comme « majeure » soit parce qu'elle est la seule présente, soit car c'est la plus grave ou celle à laquelle nous attribuons la mort. Ce sont ces lésions majeures que nous utilisons lorsque les différentes structures de l'œil sont étudiées séparément. Dans les parties correspondantes, il faut donc garder à l'esprit que nous n'évoquons que la lésion oculaire principale sans les lésions concomitantes, ce qui revient à considérer ces lésions comme isolées alors qu'en réalité, c'est assez rare.

D. Analyses statistiques

Les résultats sont présentés de la façon suivante, pour les données quantitatives la moyenne [*minimum* ; *maximum*] est fournie et pour les données qualitatives les nombres et pourcentages associés sont inscrits. Les comparaisons statistiques sont faites à l'aide d'un test du Chi2 (comparaison de pourcentages dans une population avec des effectifs théoriques supérieurs à 5). Le seuil de significativité est de 5 % pour l'ensemble des analyses.

II. Résultats

A. Etude de la population

Dans un premier temps il a été déterminé le nombre d'oiseaux reçus au CEDAF, ainsi que le nombre de cas présentant une atteinte oculaire. Parmi les 208 cas relevés, 52 ont été exclus et 156 ont donc été étudiés. Nous en déduisons le pourcentage d'oiseau présentant une affection oculaire sur la totalité des oiseaux reçus au CEDAF (Tableau 2).

*Tableau 2 : Nombre total d'entrées d'oiseaux et nombre et pourcentage d'oiseaux présentant une atteinte oculaire par rapport au nombre total d'oiseaux reçus au CEDAF par année.
(Source : base de données du CEDAF)*

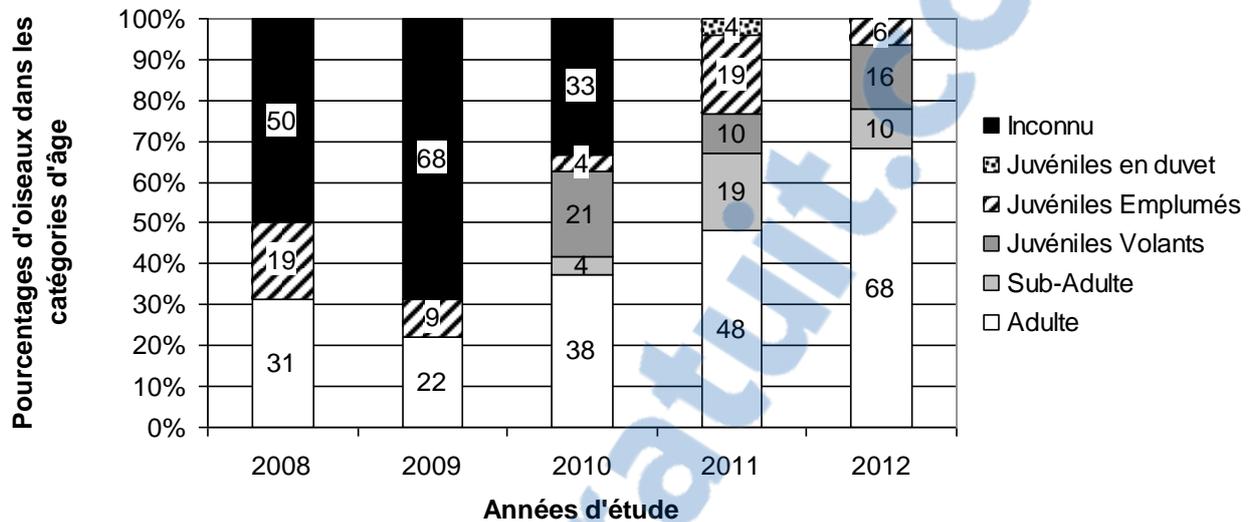
Année	Nombre d'oiseaux avec une atteinte ophtalmologique	Nombres d'entrées d'oiseaux sur la période d'étude	Pourcentage d'oiseau avec une atteinte ophtalmologique
2008	16	671	2,4 %
2009	22	688	3,2 %
2010	24	883	2,7 %
2011	31	1 137	2,7 %
2012	63	1 651	3,8 %
Total	156	5 030	3,1 %

Nous pouvons constater que le nombre d'entrées est en constante augmentation. Parmi les oiseaux recensés nous trouvons principalement les pigeons (biset puis ramier), puis les martinets noirs, suivi des merles noirs et enfin des corneilles noires.

L'étude a été menée sur un total de 156 oiseaux. Nous observons que chaque année, le pourcentage de cas ophtalmologique reste compris entre 2 et 4 %. En effet les pourcentages annuels de cas ophtalmologiques ne sont pas significativement différents ($p=0.29$).

Nous nous intéressons à l'âge de la population étudiée (figure 34).

Figure 34 : Pourcentage des 156 oiseaux par catégories d'âge en fonction des années.



Nous pouvons voir que la plupart des patients dont nous connaissons la catégorie d'âge sont des adultes. Les dossiers semblent de mieux en mieux remplis au fil des années, car nous avons de moins en moins d'inconnus, et de plus en plus de catégories.

Il est intéressant d'étudier la répartition des cas par espèce ou groupe d'espèces. Dans le tableau 4 suivant, les espèces les plus représentées sont individualisées ainsi que trois grands groupes, les « rapaces nocturnes », qui regroupe les chouettes hulottes et les hiboux moyen et petit-duc, les « rapaces diurnes » qui regroupe faucons hobereaux, faucon crécerelle, épervier d'Europe et buse variable et les « colombidés » qui regroupent les pigeons ramiers, bisets et les colombes. Toutes les espèces qui ne sont que très peu rencontrées sont placées dans la catégorie « autres » (tableau 3 et figure 35).

Tableau 3 : Répartition des espèces rencontrées par année par rapport au nombre d'individus avec une atteinte oculaire dans la même année

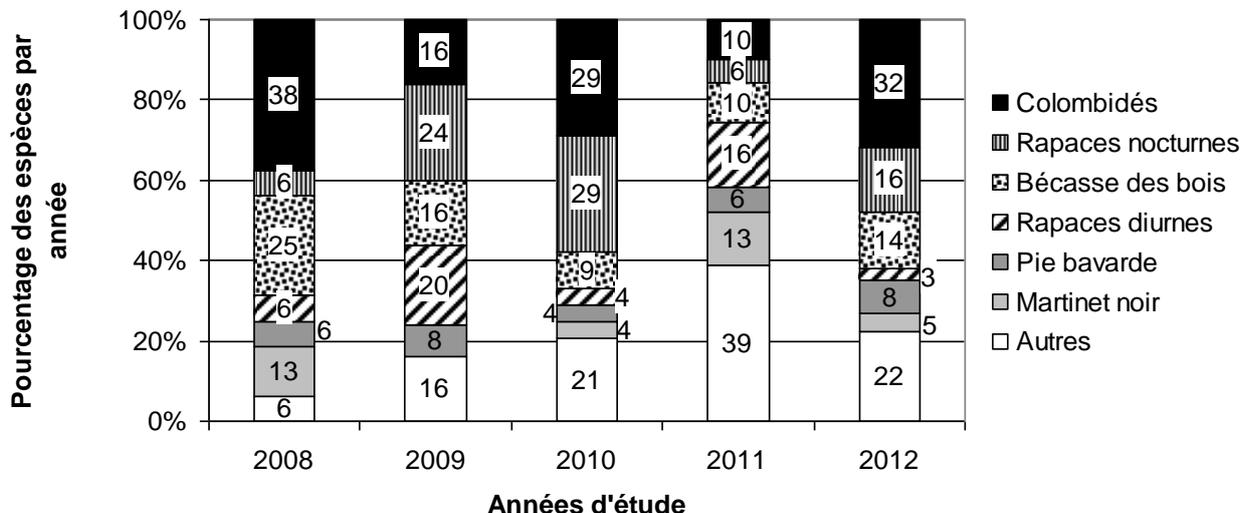
Espèces n(%)	Année	2008	2009	2010	2011	2012	Total
Colombidés*		6 (38 %)	4 (16 %)	7 (29 %)	3 (10 %)	20 (32 %)	40 (25 %)
Rapaces nocturnes**		1 (6 %)	6 (24 %)	7 (29 %)	2 (6 %)	10 (16 %)	26 (16 %)
Bécasse des bois		4 (25 %)	4 (16 %)	2 (9 %)	3 (10 %)	9 (14 %)	22 (14 %)
Rapaces diurnes ***		1 (6 %)	5 (20 %)	1 (4 %)	5 (16 %)	2 (3 %)	14 (9 %)
Pie bavarde		1 (6 %)	2 (8 %)	1 (4 %)	2 (6 %)	5 (8 %)	11 (7 %)
Martinet noir		2 (13 %)	0 (0 %)	1 (4 %)	4 (13 %)	2 (5 %)	10 (6 %)
Autres		1 (6 %)	4 (16 %)	5 (21 %)	12 (39 %)	14 (22 %)	36 (23 %)

* *Colombidés : pigeon biset et pigeons biset, colombes*

***Rapaces nocturnes : chouettes hulotte, hibou petit-duc et hibou moyen-duc*

****Rapaces diurnes : Faucon crécerelle, faucon hobereau, épervier d'Europe et Buse variable*

Figure 35 : Répartition des 156 oiseaux avec atteinte oculaire par espèces en fonction de l'année



Nous pouvons voir que les espèces les plus représentées dans les affections oculaires sont **les colombidés**, puis **les rapaces** avec notamment les chouettes hulotte, ensuite les bécasses et enfin les pies et les martinets.

Or, au CEDAF, certaines espèces sont plus représentées que d'autres, c'est par exemple le cas des pigeons. Il s'agit donc de voir si le nombre d'individus d'une espèce donnée présentant une affection ophtalmologique est proportionnel à la représentation de cette espèce dans la population reçue au CEDAF ou si certaines espèces sont particulièrement touchées par cette catégorie d'affection (Tableau 4).

*Tableau 4 : Pourcentage d'atteinte oculaire au sein d'une même espèce.
(Source du nombre d'individus par espèce et par année : banque de données du CEDAF)*

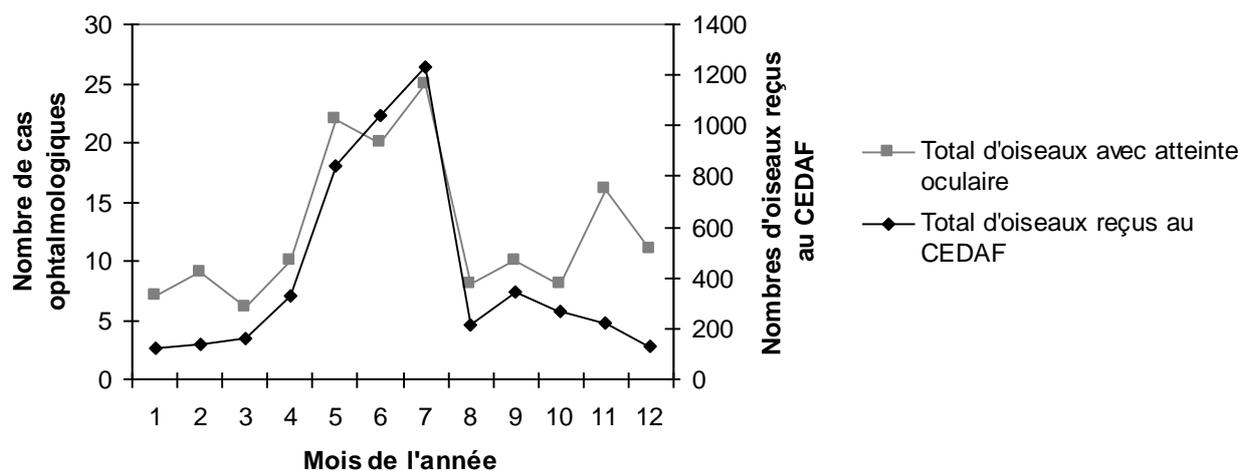
Espèce	Nombre total d'individus avec une atteinte oculaire sur 5 ans		Pourcentage d'individus avec une atteinte oculaire sur 5 ans
Colombidés	40	/1491	3 %
<i>Tourterelles</i>	7	/77	9 %
<i>Pigeon Biset</i>	26	/994	3 %
<i>Pigeon Ramier</i>	7	/420	2 %
Rapaces nocturnes	26	/114	23 %
<i>Chouette hulotte</i>	23	/98	24 %
<i>Hiboux (petit et moyen-duc)</i>	3	/16	19 %
Bécasse des bois	22	/68	32 %
Rapaces diurnes	14	/263	5 %
<i>Faucon Hobereau</i>	2	/5	40 %
<i>Buse variable</i>	3	/35	9 %
<i>Epervier d'Europe</i>	2	/41	5 %
<i>Faucon Crécerelle</i>	7	/182	4%
Pie bavarde	11	/267	4 %
Martinet noir	10	/682	1 %
Autres	36	/1 742	[0,6 % ; 9 %]

Nous observons que le pourcentage d'affections oculaires au sein des espèces est variable. En effet, certaines d'entre elles semblent plus exposées que d'autres aux affections ophtalmologiques car un fort pourcentage d'oiseaux présente une atteinte oculaire. Nous trouvons en tête les bécasses des bois dont presque un tiers des individus reçus au CEDAF présente une affection oculaire. Puis un trio de rapaces, les chouettes hulottes, les hiboux en rapaces nocturnes, et les faucons hobereaux en rapace diurne avec près de 20 % de cas ophtalmologiques. Les autres espèces qui sont très représentées en nombre de cas oculaires sont en fait toutes en dessous de 10 % d'atteinte oculaire sur le total d'entrées d'oiseaux de cette espèce, au même titre que les espèces peu représentées.

Nous nous demandons si un effet saisonnier existe pour l'activité d'ophtalmologie du CEDAF. En effet sur l'année, les espèces ne sont pas reçues dans les mêmes proportions (Figure 36).

La comparaison entre les différentes années de la période d'étude et un total par mois permet de montrer que, sur chaque année, l'évolution de l'activité ophtalmologique est comparable à celle du total des cinq années de la période d'étude. De la même manière, l'activité globale du CEDAF, c'est-à-dire le nombre d'animaux entrant, évolue à l'identique d'année en année et donc de la même manière que le total cumulé. Les données par années ne sont donc pas présentées.

Figure 36 : Activités comparées en ophtalmologie et en exercice global sur la période d'étude (Source de l'activité du CEDAF par mois : base de donnée du CEDAF)



Ainsi, nous observons que l'activité ophtalmologique est très comparable à l'activité globale du CEDAF. Le pourcentage mensuel que représente cette activité est stable, avec une moyenne de 4,3 % ([min ; max] = [2 % ; 8 %]).

B. La répartition des affections oculaires

Dans un premier temps, la question est de savoir si les affections oculaires s'observent isolément ou non, c'est-à-dire si un seul œil est impliqué ou si les deux sont concernés et dans chacun des cas si une ou plusieurs structures sont atteintes.

Le relevé des lésions nous permet de différencier les lésions unilatérales ou bilatérales puis le décompte du nombre de structures oculaires atteintes dans chaque cas nous permet de savoir si les oiseaux qui présentent une affection oculaire ont une atteinte d'une ou plusieurs structures de l'œil (tableaux 5 et 6).

Tableau 5: Nombre et pourcentage d'atteintes unilatérale ou bilatérale.

Atteinte	Nombre d'oiseaux	Pourcentage d'oiseaux
Unilatérale	105	67 %
Bilatérale	51	33 %

Nous observons qu'un tiers des oiseaux présente une atteinte oculaire bilatérale sur la période d'étude.

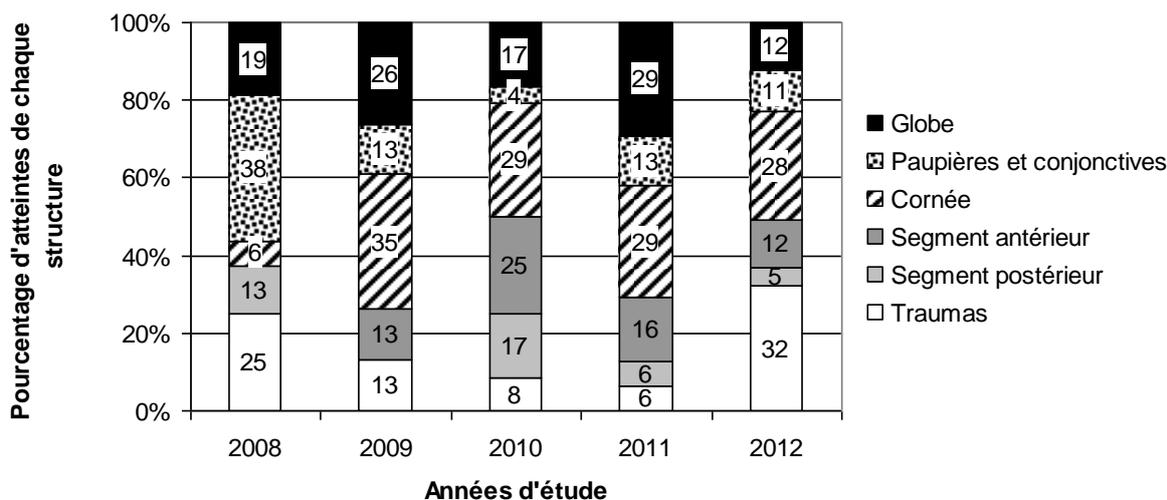
Tableau 6 : Pourcentage d'oiseaux présentant des affections oculaires uniques ou multiples

Nombre de structures atteintes	Pourcentage d'oiseaux de l'étude
1	38 %
2	40 %
3	15 %
4	5 %
5	1 %
6	1 %

Nous observons que la grande majorité des oiseaux présente une affection simple ou avec deux structures de l'œil atteintes.

Dans un second temps la question est de savoir si certaines structures de l'œil sont plus atteintes que d'autres (figure 37).

Figure 37 : Pourcentage d'atteintes de chaque structure de l'œil et de traumas par année

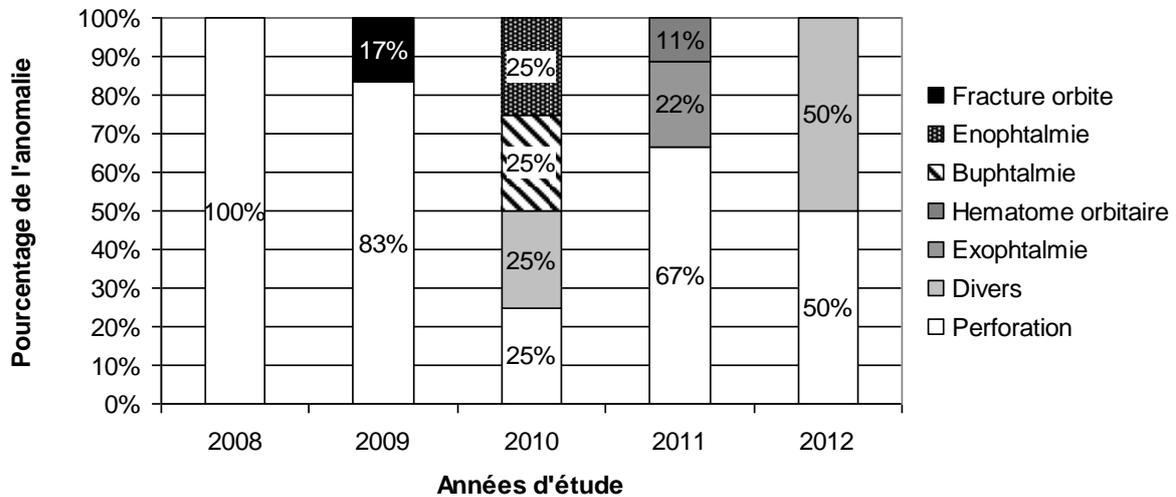


Nous observons sur ce graphique que les structures qui sont principalement touchées sont **la cornée**, avec en moyenne sur les cinq ans 26 % des cas, et **le globe oculaire** avec en moyenne 21 % des cas. La structure qui apparaît comme la moins touchée est **le segment postérieur** avec 8 % des cas en moyenne. Les **traumas crâniens** représentent en moyenne 17 % des cas d'atteintes ophtalmologiques de l'étude.

La question est ensuite de déterminer les atteintes possibles des différentes structures relevées dans les dossiers et s'il y a une affection qui ressort par rapport aux autres.

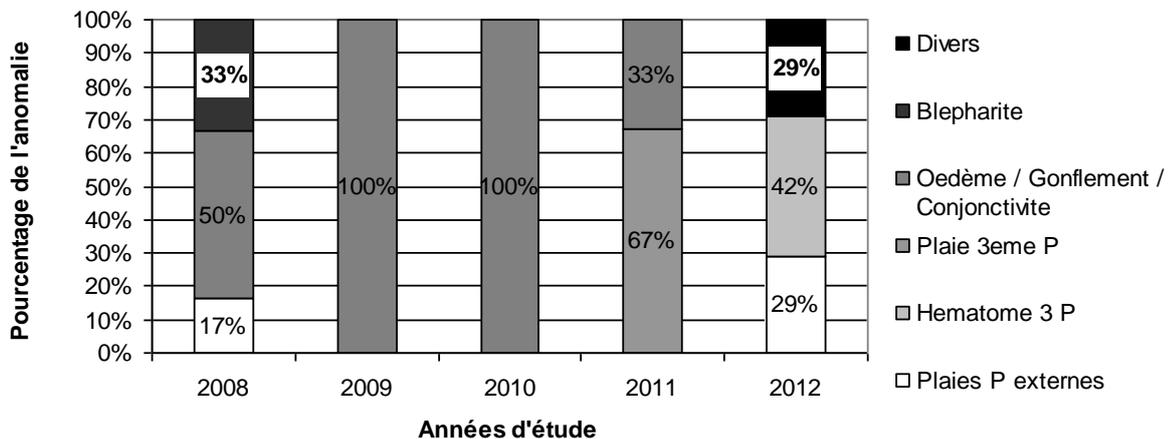
Pour ce qui est des atteintes du globe oculaire, nous relevons principalement sur la période d'étude des perforations, des exophtalmies, des enophtalmies, des buphtalmies, des hématomes orbitaires, des fractures orbitaires et quelques affections diverses isolées. Parmi ces affections, **la perforation du globe** est l'atteinte qui ressort le plus puisqu'elle représente en moyenne 65 % ([min ; max] = [25% ; 100%]) des cas (figure 38).

Figure 38 : Répartition des affections du globe oculaire sur les oiseaux reçus au CEDAF et présentant une affection oculaire pendant la période d'étude



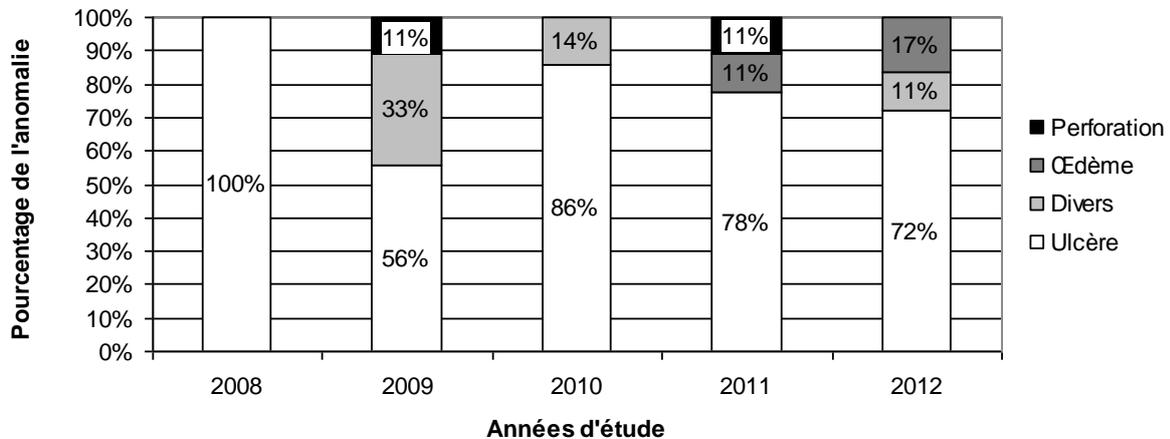
Pour ce qui est des atteintes des paupières et des conjonctives, nous relevons principalement des plaies externes ou de la membrane nictitante, des oedèmes des paupières, des hématomes des paupières, des blépharites et des conjonctivites ainsi que des affections diverses isolées. Parmi ces atteintes, aucune ne se distingue clairement par son importance (figure 39).

Figure 39 : Répartition des affections des paupières (P) et des conjonctives sur les oiseaux reçus au CEDAF et présentant une affection oculaire pendant la période d'étude



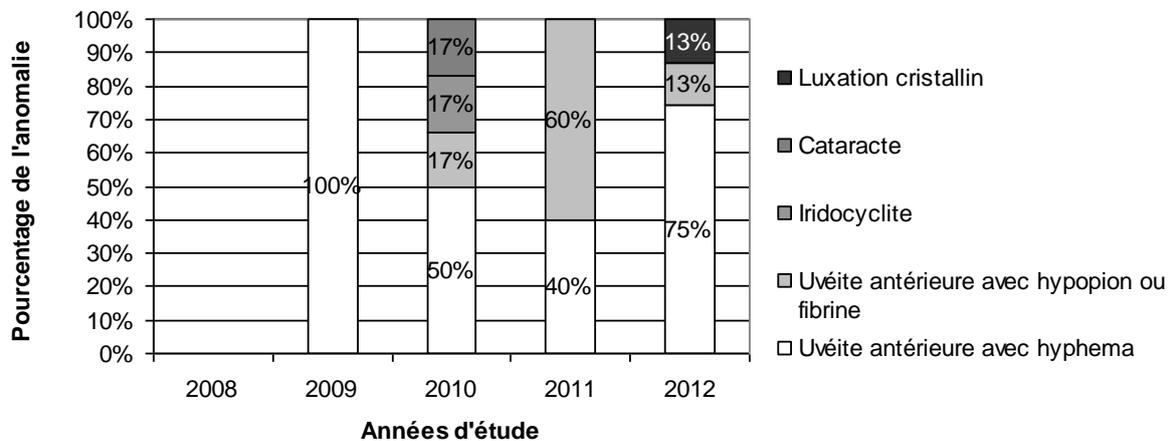
Dans les atteintes de la cornée, nous relevons principalement des perforations de la cornée, des oedèmes, des ulcères ainsi que quelques affections diverses isolées. L'anomalie principale est l'**ulcère** avec un pourcentage moyen de 78 % [56 % ; 100 %] (figure 40).

Figure 40 : Répartition des affections de la cornée sur les oiseaux reçus au CEDAF et présentant une affection oculaire pendant la période d'étude



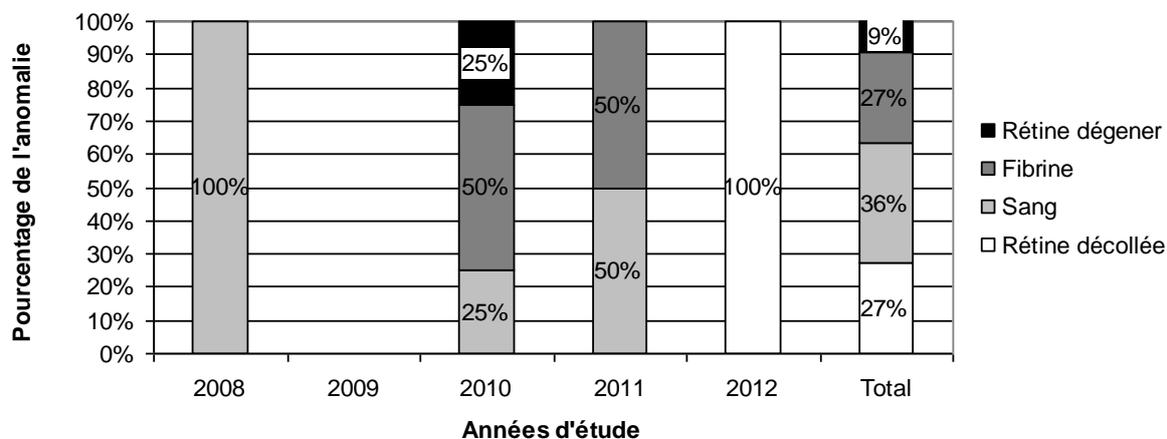
Pour ce qui est des anomalies du segment antérieur, au cours de la période d'étude, nous relevons principalement des uvéites avec hyphéma, hypopion ou fibrine, des iridocyclites, des cataractes et des luxations du cristallin. L'affection principale est **l'uvéite avec hyphéma** puisqu'elle est représentée dans 66 % [40 % ; 100 %] des cas (figure 41).

Figure 41 : Répartition des affections du segment antérieur sur les oiseaux reçus au CEDAF et présentant une affection oculaire pendant la période d'étude



Pour ce qui est du segment postérieur, nous relevons principalement la présence de fibrine ou de sang dans le vitré, ainsi que des dégénérescences rétinienne ou un décollement de la rétine. Nous voyons que les résultats par année sont très variables et ceci s'explique par la nécessité d'un passage par un examen spécialisé au service d'ophtalmologie pour obtenir ces données. Or ce passage n'est pas systématisé et encore assez peu utilisé. Les résultats totaux ne mettent pas en évidence une affection prédominante (figure 42).

Figure 42 : Répartition des affections du segment postérieur sur les oiseaux reçus au CEDAF et présentant une affection oculaire pendant la période d'étude.

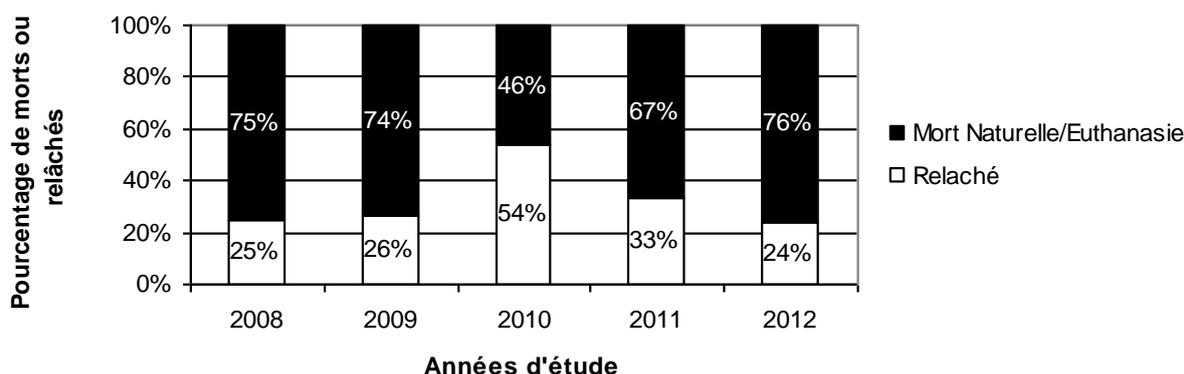


C. Etude de la fin d'hospitalisation des oiseaux

Nous cherchons à connaître le pourcentage de réussite, c'est-à-dire de remise en liberté, que connaît le CEDAF suite aux soins donnés aux animaux, en fonction de l'affection oculaire initiale.

De manière globale, nous observons qu'il y a plus d'animaux qui sortent d'hospitalisation suite à leur mort (naturelle ou non) que relâchés (figure 43). En effet, le taux de guérison est de 30 % (48 individus sur les 156 cas). Nous regardons quelle est l'évolution de ce taux en fonction des années :

Figure 43 : Répartition du devenir des oiseaux reçus au CEDAF pendant la période d'étude suite à une atteinte oculaire



Nous voyons qu'il n'y a pas d'évolution dans le taux de guérison des animaux. A part pour l'année 2010, il reste inférieur au taux de mortalité. Le taux de guérison sur les cas ophtalmologiques est très légèrement inférieur au taux de guérison global sur les oiseaux reçus au CEDAF puisque ce dernier est en moyenne de 39 % [37 % ; 41 %].

Nous nous intéressons ensuite au même facteur en fonction des atteintes unilatérales ou non ainsi qu'en fonction des atteintes oculaires prises séparément (tableaux 7 et 8) :

Tableau 7 : Taux de guérison des oiseaux reçus au CEDAF pendant la période d'étude et présentant une affection oculaire, en fonction de l'aspect unilatéral ou bilatéral des lésions

Atteinte	Nombre d'oiseaux présentant une affection unilatérale ou bilatérale	Nombre d'oiseaux relâchés parmi eux	Pourcentage de guérison
Unilatérale	105	27	26 %
Bilatérale	51	20	39 %

Nous observons que le taux de guérison semble meilleur quand la lésion est bilatérale que lorsque la lésion est unilatérale même si cela ne ressort pas statistiquement significatif ($p=0,085$).

Tableau 8 : Taux de guérison des oiseaux reçus au CEDAF pendant la période d'étude et présentant une affection oculaire, en fonction des localisations des lésions principales

Localisation de la lésion principale	Nombre d'oiseaux	Nombre d'oiseaux guéris à la suite des soins	Pourcentage de guérison
Globe	29	6	21 %
Paupières et ou conjonctives	20	6	30 %
Cornée	44	18	41 %
Segment antérieur	24	15	62 %
Segment postérieur	11	5	45 %
Traumas crâniens	31	2	6 %

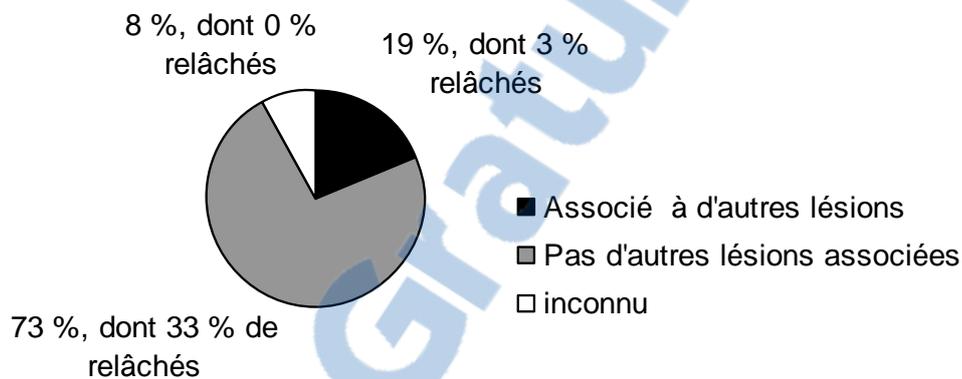
Pour ce qui est des lésions du globe, nous observons un taux de guérison de 21 % par conséquent inférieur au taux de décès de 79 %. C'est aussi le cas pour les atteintes des paupières et des conjonctives avec un taux de guérison de 30 %. Pour ce qui est des atteintes de la cornée, nous observons un taux de guérison proche du taux de décès puisqu'il est de 41 %. En revanche, pour les atteintes du segment antérieur, ce sont les seules atteintes pour lesquelles nous observons un taux de guérison supérieur au taux de décès puisque nous avons un taux de 62 %. Pour le segment postérieur, les chiffres sont biaisés par la rareté de cet examen, mais ils montrent un taux de guérison proche du taux de décès puisqu'il est de 45 %.

Nous observons ainsi que les animaux présentant des atteintes de la cornée, des chambres antérieure et postérieure ont des taux de guérison supérieurs au taux global de guérison (30%). Pour les paupières et les conjonctives, le taux de guérison est équivalent au taux global de guérison des oiseaux présentés avec une atteinte ophtalmologique. Enfin, pour les atteintes

concernant le globe entier et les traumatismes, nous voyons que le taux d'oiseaux relâché est en dessous du taux de guérison global des oiseaux présentés avec une atteinte oculaire.

En ce qui concerne les traumatismes crâniens, l'analyse est plus complexe car il faut prendre en compte d'autres affections souvent parallèles et parfois très graves, comme des fractures par exemple, qui déterminent la survie de l'animal, plus que l'atteinte ophtalmologique. Il faut donc séparer les atteintes ophtalmologiques isolées des atteintes associées à d'autres éléments cliniques. Ici, ce sont donc tous les oiseaux présentant un trauma crânien qui sont étudiés et pas seulement ceux pour lesquels le trauma serait la lésion principale (figure 44).

Figure 44 : Répartition des oiseaux reçus au CEDAF sur la période d'étude et présentant une affection oculaire parmi les traumatismes crâniens



Nous observons que, parmi les traumatismes, le taux de guérison n'est que de 36 %. Si nous nous intéressons aux affections oculaires isolées provoquées par un trauma, nous observons un taux de survie de 45 %, donc supérieur au taux de guérison global suite à un trauma. En revanche, si nous nous intéressons aux affections oculaires provoquées par un trauma mais associées à une lésion générale comme par exemple une fracture alaire ou coracoïdienne, le taux de survie tombe à 17 %, donc très en dessous du taux global de guérison suite à un trauma.

Nous observons ainsi que lorsqu'un oiseau subit un trauma crânien, son espérance de survie est déjà faible mais qu'une affection générale ou parallèle concomitante, comme une fracture, diminue d'autant plus ses chances de guérison.

III. Discussion

- Limites de l'étude

L'étude porte par essence sur une population particulière puisque ce sont les oiseaux de la faune sauvage de la région parisienne qui sont trouvés et amenés au CEDAF. L'étude s'est faite sur 5 ans et la population recrutée contenait seulement 156 cas au total, ce qui limite naturellement la puissance des résultats obtenus. Cela est d'autant plus vrai dans les parties de l'étude dans lesquelles les espèces sont individualisées, ce qui réduit encore les effectifs. La précision des résultats pourrait donc être améliorée en augmentant le nombre de cas dans la cohorte d'étude. Mais cela impliquerait d'augmenter le nombre d'années d'étude ou le nombre de centres d'accueil de la faune sauvage étudiés. Or, comme nous l'avons déjà évoqué, cette durée a été choisie comme étant un bon compromis pour limiter la variabilité de prise en charge des animaux

du fait du faible nombre de consultants qui se sont succédés et de la proximité de la méthode de soins. Le même raisonnement a été appliqué lors du choix d'étudier qu'un seul et unique centre.

Notons que les résultats obtenus soulignent l'importance dans ces centres d'avoir des dossiers qui évoluent, pour améliorer la clarté de l'information portée, mais cela implique qu'ils soient bien remplis. En effet, certains dossiers, pas assez précis dans leur contenu, que ce soit par leur formulation ou le manque d'une information, ont dû être éliminés de l'étude, créant un biais de sélection. La création de « fiches-type » d'ophtalmologie à suivre et à remplir par les examinateurs pourrait être intéressante en s'attachant néanmoins à déterminer les cas où cela s'avère utile pour éviter une perte de temps trop importante. Une démarche d'examen systématisée en ophtalmologie pourrait également s'instaurer par espèce (rapaces nocturnes et bécasse des bois par exemple), par motif d'entrée (trauma, attaque par un prédateur, chute dans un conduit de cheminée, etc.) ou par symptôme (blépharospasme, œil fermé, etc.).

Les résultats obtenus sont à modérer car les lésions traduites depuis les dossiers sont parfois difficiles à classer dans une seule structure et ce classement avec des lésions « majeures » est subjectif. De plus, le segment postérieur est moins examiné ; les lésions du segment postérieur sont donc probablement sous-estimés. Le manque d'exhaustivité de l'examen rend donc les cas plus difficilement comparables.

Enfin nous devons souligner le fait que de nombreux oiseaux n'ont certainement pas été inclus dans l'étude car ils n'ont tout simplement pas subi d'examen ophtalmologique. Cela peut arriver pour plusieurs raisons : certains animaux ont succombés à de graves blessures ou à leur maladie au moment de l'arrivée ou peu après, certains ont été euthanasiés très rapidement à cause de la sévérité des lésions, ophtalmologiques (atteinte visuelle bilatérale sévère par exemple) ou non (cachexie sévère, fractures corporelles, etc.). Enfin il est possible que l'examen ophtalmologique ne soit pas fait par manque de temps (dans des périodes de forte activité) ou que l'examen par un spécialiste soit retardé par manque de disponibilité (Labelle *et al.*, 2012).

- L'examen oculaire des oiseaux dans un centre de faune sauvage

L'examen de l'œil des oiseaux à leur arrivée au CEDAF est une étape très importante. Il faut réaliser un examen complet pour ne pas passer à côté d'une affection grave. C'est aussi une étape obligatoire avant de relâcher un animal pour s'assurer que les lésions oculaires ont bien été résolues et que l'oiseau a la capacité de survivre.

Un protocole d'évaluation systématique et assez complet des structures de l'œil et de la vision des rapaces en utilisant un matériel adapté et simple peut être proposé de prime abord dans un centre d'accueil de la faune sauvage (Cousquer, 2005 et Labelle *et al.*, 2012) :

- un test de la vision avec un objet coloré ou un LASER dans la boîte de contention puis éventuellement la qualité du vol et le comportement dans une volière extérieure si possible. Il est nécessaire de s'assurer de la capacité de vol avant toute remise en liberté ;
- un examen au transilluminateur de Finoff (ou une lampe-stylo) pour évaluer la chambre antérieure, la transparence de l'humeur aqueuse et du cristallin ainsi que le reflet du fond d'oeil ;
- un test à la fluorescéine pour évaluer l'intégrité de la cornée;

L'instrumentation basique en clinique non spécialisée doit donc inclure une source de lumière focale et vive, une loupe grossissante de faible puissance (28D à 30D), ainsi qu'un ophtalmoscope direct. Le matériel nécessaire aux examens complémentaires comprend des bandelettes colorantes de fluorescéine et éventuellement des bandelettes pour test de Schirmer (ou des fils au rouge phénol), des écouvillons pour prélèvements, des lames pour microscope, des lames

de scalpel stériles pour les prélèvements cytologiques de cornée et de conjonctive. Une lentille condensatrice indirecte de 40 ou 60D est utile pour l'examen du fond d'œil avec un transilluminateur.

En cas de suspicion d'une lésion à la suite de cet examen, il faut dans la mesure du possible s'adresser à un spécialiste qui réalisera les examens suivants :

- un examen au biomicroscope (lampe à fente KOWA ®) permettant une observation avec un système binoculaire grossissant du segment antérieur et du cristallin ;
- un examen tonométrique en utilisant un tonomètre par rebond ou par aplanation sur les deux yeux. La tonométrie est une technique facile à réaliser, peu invasive et très économique, c'est pourquoi elle est considérée comme devant faire partie d'un examen complet de l'œil (Labelle *et al.*, 2012) ;
- un examen du fond d'œil réalisé avec un ophtalmoscope direct dans une pièce sombre et sans utiliser d'agents mydriatique car le fait que la pièce soit sombre produit une mydriase suffisante pour l'examen du segment postérieur. En effet le diamètre de la pupille dans ces conditions autorise le plus souvent un examen sans aide médicamenteuse. Par exemple, chez la chouette hulotte, la pupille est mesurée en moyenne à 13 mm (contre 4 mm chez un pigeon et 8 mm chez l'homme).

Parmi les examens d'imagerie dont nous disposons, un examen échographique apparaît comme une technique rapide, efficace et économique pour évaluer le globe oculaire des oiseaux et dans la médecine de faune sauvage, où les considérations économiques sont parfois les facteurs limitants des examens complémentaires, l'échographie est considérée comme l'évaluation la plus importante dans les cas où les milieux ou les structures intra-oculaires ne sont pas transparents (Labelle *et al.*, 2012). Cet examen peut être réalisé avec un échographe standard, à condition d'avoir une sonde linéaire ou sectorielle de fréquence minimum 7.5-10 MHz.

- Résultats des cas d'atteinte oculaire observés au CEDAF

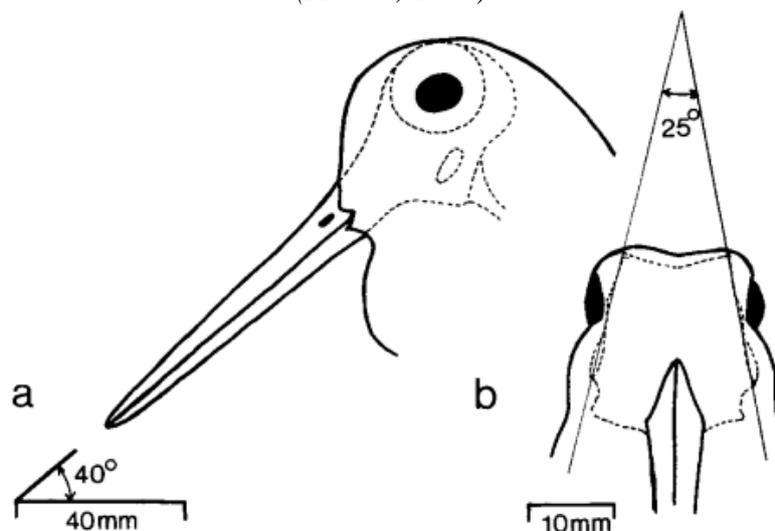
Dans notre étude, le pourcentage d'atteinte ophtalmologique sur la population reçue au CEDAF reste constant autour de 3 %, ce qui est moins de la moitié du chiffre obtenu dans l'étude de Bayon *et al.*, en 2007, qui est de 7,6 %. Mais si nous distinguons les sous-populations par espèces, nous observons que ces chiffres sont fortement variables en fonction de l'espèce, tout en gardant à l'esprit que nous parlons ici de faibles effectifs. Notons que des études précédentes, dont une portant sur les rapaces admis dans deux centres de faune sauvage d'Amérique du nord, montrent qu'environ 15 % de ceux-ci présentent des lésions oculaires (Williams, 1993). Ces chiffres sont comparables à ceux obtenus dans notre étude pour les rapaces. Bayon *et al.*, en 2007, parlent d'une atteinte des oiseaux de proie allant jusqu'à 26 % et Labelle *et al.*, en 2012, évoquent une prévalence entre 14,5 % et 75 % chez les strigiformes et falconiformes. Sur une étude réalisée en Angleterre sur des chouettes hulottes, 75 % des oiseaux présentaient une lésion ophtalmologique (Cousquer, 2005). Nous voyons ainsi que les chiffres obtenus peuvent fortement varier entre les différentes études. Une différence majeure entre notre étude et celles précédemment citées, est que ce sont des études prospectives pour la plupart alors que notre étude est rétrospective. En comparant nos résultats à ceux des autres études, nous sommes amenés à recommander un examen oculaire plus fréquent sur les oiseaux apportés au CEDAF et notamment un examen du segment postérieur qui permettrait de révéler des anomalies non visibles de prime abord.

Les résultats de notre étude suggèrent que les oiseaux reçus avec une atteinte oculaire sont plutôt des adultes. Ceci peut s'expliquer par le fait que l'examen ne soit pas systématiquement réalisé sur les jeunes pour plusieurs raisons, créant un biais de sélection : l'examen, déjà difficile sur un œil de taille adulte, peut se révéler encore plus compliqué sur un jeune. De plus, les oiseaux jeunes amenés au CEDAF sont souvent des orphelins en bonne santé et donc sur lesquels l'examen pratiqué est un peu simplifié. Enfin, certaines périodes étant propices à l'élevage des jeunes, les entrées d'oiseaux à ces moments là augmentent très fortement et nous observons une sur-représentation des jeunes qui sont moins bien examinés, par manque de temps. Mais ce résultat peut également s'expliquer par le fait que beaucoup de lésions sont provoquées par des traumatismes, ce qui suggère une vie active avec des déplacements, plutôt caractéristique de l'adulte. Le jeune se limitant souvent au nid ou à des vols de courte durée en phase d'émancipation. Pour les oiseaux très jeunes, il faut aussi rappeler que les paupières peuvent ne s'ouvrir qu'après quelques jours de vie, ce qui protège le globe, même s'il est excessivement rare de recevoir des oiseaux aussi jeunes au CEDAF. Dans une étude sur les rapaces, l'âge ne semblait pas associé à la présence de lésions oculaires ou à leur gravité mais en revanche il a été noté que les adultes avaient plus de risque d'être euthanasiés que les jeunes (Labelle *et al.*, 2012). Dans une étude sur les chouettes hulotte, la plupart des oiseaux amenés étaient des adultes victimes d'accidents de la route et parmi les jeunes, la plupart étaient des orphelins. La même étude supposait que les atteintes de la surface de l'œil étaient plus fréquentes chez les adultes que chez les jeunes qui ont des yeux plus petits et donc moins exposés (Cousquer, 2005).

Notre étude suggère aussi que certaines espèces sont plus sensibles que les autres. C'est par exemple le cas des **bécasses des bois** et de certains rapaces comme la **chouette hulotte** ou les **faucons hobereaux**. Dans ce dernier cas, nous évoquons un effectif extrêmement réduit et nous n'en parlerons pas par la suite. Il est assez intéressant de voir que les deux espèces qui sont les plus touchées ne font pas partie du même groupe et sont même opposées en termes anatomiques et comportementaux ; en effet, la chouette hulotte est un rapace, un prédateur doté d'un œil de forme tubulaire orienté très frontalement, alors que la bécasse des bois est une proie à l'œil plat et orienté très latéralement. Pour expliquer ce résultat, il faut prendre en compte l'anatomie de ces deux espèces, qui présentent une forte prédisposition aux atteintes ophtalmologiques car elles ont toutes les deux des yeux très exposés. Chez la bécasse des bois (*Scopolax rusticola*), lorsque l'animal tient sa tête en position de repos, l'axe antéro-postérieur de l'œil fait un angle de 40° avec le bec (figure 5b) et les yeux se trouvent ainsi très proéminents et latéraux au sommet du crâne. Cette position diffère de celle retrouvée chez les autres oiseaux et même de la plupart des représentants du groupe de la bécasse. Chez elle, la boîte crânienne se trouve légèrement en dessous des orbites, en continuité avec la direction du bec, alors que dans les autres espèces elle est directement postérieure aux orbites et juste en dessous de l'alignement avec le bec. Chez d'autres oiseaux, lorsque la tête est dans une position de repos, la plus grosse partie du crâne se situe donc derrière les yeux (dans un plan horizontal) alors que, chez la bécasse, il n'y a presque aucune structure crânienne, ni à l'avant ni à l'arrière des yeux. Nous observons de plus, dans le plan médian un sillon séparant les deux yeux, le sommet des orbites n'est donc pas à la verticale mais légèrement incliné vers le sommet du crâne, ce qui fait qu'en position de repos, les yeux sont placés au point le plus haut de la tête (figure 45), de telle manière à ce que le crâne présente un encombrement minimal pour la vision vers l'arrière, ce qui permet une vue dégagée vers de potentiels prédateurs pendant le fourragement. Nous supposons que cela fournit à cet oiseau un champ binoculaire large à l'avant et à l'arrière de la tête ainsi qu'une vision panoramique dans le plan horizontal (Martin, 1994) mais cela expose fortement l'œil aux traumatismes. La chouette hulotte, extrêmement répandue en France, présente aussi

une anatomie la prédisposant aux atteintes oculaires. En effet, l'œil des chouettes est si large par rapport à leur crâne que la totalité de la marge temporale de l'œil se situe en dehors de l'étui de protection de l'œil. Ceci associé au fait qu'il n'y ait pas de bourrelet supra-orbitaire aussi fort que chez un rapace diurne les expose particulièrement aux traumatismes et donc aux ulcérations cornéennes. Ces dernières sont aussi favorisées par l'absence d'une glande lacrymale qui implique une lubrification du globe uniquement par la glande de la membrane nictitante. Le film lacrymal produit est fin et la taille du globe favorise la rupture de cette couche lubrifiante protectrice, surtout chez les animaux qui sont déshydratés, ce qui expose l'œil à des kératites et aux ulcères cornéens. Les résultats de l'étude de Cousquer (2005) bien que réalisés sur un petit échantillon, suggèrent ainsi que les valeurs des tests de Schirmer des chouettes hulottes sont basses, ce qui prédisposerait aux kératites et ulcérations cornéennes. Nos résultats sont néanmoins à moduler car nous parlons toujours d'effectifs réduits et que ce sont des espèces dont l'œil est de taille assez conséquente pour que l'examen soit facilité. Malgré cela, ces éléments suggèrent que ces espèces, chouette hulotte et bécasse des bois, devraient subir un examen très consciencieux de l'œil voire approfondi par un ophtalmologue vétérinaire, surtout après un trauma.

Figure 45 : Relations entre le crâne et la position des yeux sur une bécasse des bois (Scopolax rusticola) a. vue de côté et b. vue de face. (Martin, 1994)



Nous observons aussi que, de manière générale, les rapaces sont plus touchés que les autres groupes, ce qui peut s'expliquer lors de chasses près des routes dans des conditions de luminosité non adaptées, c'est-à-dire à trop basse luminance, si le jour décroît, pour un rapace diurne et en cas d'éblouissement par les feux d'une voiture dans le cas d'un rapace nocturne. De plus, l'œil de la plupart des rapaces, comme nous l'avons vu avec la chouette hulotte, est très large et placé en position proéminente sur le crâne. Ces éléments permettent certes une acuité visuelle excellente mais prédisposent l'œil aux traumatismes lorsque les oiseaux interagissent violemment avec leur environnement (Labelle *et al.*, 2012). Tous ces éléments n'expliquent cependant pas tout car d'autres espèces possèdent ces caractéristiques et ne ressortent pas pour autant dans notre étude.

Les résultats de notre étude indiquent que les oiseaux présentés avec une atteinte ophtalmologique ont en général une atteinte unilatérale de l'œil. Dans une étude de Labelle *et al.* (2012), nous observons autant d'atteintes unilatérales que d'atteintes bilatérales. Dans notre étude,

les affections concernent principalement une à deux structures oculaires. La plupart des lésions observées dans notre étude impliquent la cornée (dans 26 % des cas en moyenne) mais nous observons aussi des lésions générales du globe qu'elles soient traumatiques ou non (21 % des cas concernent le globe et 17 % des traumatismes crâniens). D'après de nombreux auteurs, les traumatismes semblent être la cause majeure des lésions oculaires chez les rapaces (Cousquer, 2005 ; Labelle *et al.*, 2012 ; Seruca *et al.*, 2012). En effet, Seruca *et al.* estiment que 88 à 90 % des atteintes oculaires diagnostiquées chez les rapaces sauvages sont imputables à des traumatismes. La cause la plus commune est l'impact en vol contre un objet comme une voiture, des fenêtres ou encore un bâtiment (Seruca *et al.*, 2012). Les chiffres sont au-dessus de ceux retrouvés dans notre étude même si la tendance est la même. Une étude sur la nature des lésions suite à des traumatismes complèterait ce travail.

Les autres structures de l'œil semblent moins sensibles aux lésions mais ce résultat doit être remis en question au vu de l'examen pratiqué, qui n'est pas toujours complet. Le segment postérieur semble le secteur le moins touché à première vue mais c'est aussi le moins exploré et il est donc très probablement sous-estimé. Ce qui est fort dommage puisque des lésions comme les hémorragies du vitré, les décollements de rétine et les hémorragies de la rétine sont des atteintes assez fréquentes et qui remettent en question la vision de l'animal (Labelle *et al.*, 2012).

Parmi les différentes affections observées, la perforation du globe, l'ulcère cornéen et l'uvéite ressortent comme étant les affections majeures. Ce sont donc en général des lésions graves et qui peuvent menacer la vue de l'animal (Labelle *et al.*, 2012). Dans l'étude de Labelle *et al.* de 2012 sur les rapaces, les lésions qui ressortent le plus sont les uvéites antérieures, les décollements de la rétine et les hémorragies du vitré.

Chaque année, le pourcentage d'oiseau atteint reste globalement constant. De plus, la même saisonnalité dans l'activité globale du CEDAF existe dans l'activité ophtalmologique et le pourcentage mensuel de cette activité est aussi stable. Ainsi, une tenue d'un décompte des oiseaux reçus dans un centre peut permettre une estimation du nombre de cas ophtalmologiques attendus et ainsi une prévision du stock de pharmacie minimal permanent. Cela permet également d'anticiper les pics d'activité ou d'urgence sur un week-end, comme c'est le cas pendant les mois de mai, juin et juillet, mais aussi si la tendance de l'activité globale est à la hausse, comme c'est le cas au CEDAF depuis quelques années. Il faut souligner le fait que le coût global de la pharmacie consacrée aux cas ophtalmologiques augmente avec le temps car le nombre d'entrée est en constante progression et que le pourcentage de cas ophtalmologique ne varie pas.

La pharmacie du CEDAF comprend les médicaments utilisés en ophtalmologie suivants (tableau 9):

Tableau 9 : Présentation de la pharmacie disponible et chiffrage

Liste des spécialités disponibles dans la pharmacie ophtalmologique du CEDAF (au 04/06/2013)	Prix HT des spécialités en € (Source : Catalogue de centrale d'achat COVETO®, le 20/06/2014 et Pharmacie Centrale de l'ENVA le 30/10/2014)
Aide au diagnostic	
Fluorescéine (10 unidoses)	7,19
Nettoyant oculaire	
Ocryl ® (135 mL)	4,51
Lacrymomimétiques	
Ocrygel ® (tube 10g)	5,20
Humigel ® (tube 10g)	4,99
Viskylal ® (collyre 10 mL)	6,94
Spécialités	
Vitamine A Dulcis pommade (10g)	1,67
Tévémixine ® pommade (tube 5g)*	3,95
Fradexam ® pommade (tube 5g)**	4,11
Indocollyre ® 0,1 % (20 unidoses)	3,83
Maxidrol® pommade (tube 10g)***	2,54
Fucithalmic® (tube 3g)	4,19

*(Néomycine, Polymyxine B)

** (Framycétine, dexaméthazone)

*** (dexaméthazone, Polymyxine B, Néomycine)

Dans une telle pharmacie, les collyres contenant des conservateurs ont en moyenne une durée d'utilisation de un à deux ans en fonction du lot quand ils ne sont pas ouverts. En revanche une fois ouverts, les notices conseillent de ne les conserver que deux semaines. Les collyres sous forme d'unidoses comme la fluorescéine ne contiennent pas de conservateurs et ne doivent donc pas être gardés ouverts plus de 24h. Les pommades ont en moyenne une durée de conservation de deux à trois ans en fonction des lots et des spécialités quand ils ne sont pas ouverts et conservés dans des conditions adéquates. Une fois ouvert, le Fucithalmic ® ne se conserve qu'un mois d'après la notice. Même si la durée de conservation n'est pas précisément indiquée sur la notice des spécialités du laboratoire TVM comme le Fradexam® et la Tévémixine®, nous considérons que ces pommades peuvent se conserver un mois après ouverture.

Si nous reprenons l'exemple des lésions les plus souvent rencontrées sous l'angle thérapeutique.

A la lecture des dossiers, le traitement classique d'un ulcère au CEDAF comprend l'association de Viskylal® et de Tévémixine® pendant une quinzaine de jours. Ce traitement coûte donc au maximum 10,90 € si on considère que la totalité est utilisée pour un individu, sachant qu'il est déconseillé de réutiliser les produits, collyres ou pommades, pour des individus différents à cause du risque de contamination. La plupart des auteurs préconisent pour les ulcères un traitement

à base d'un lacrymomimétique et d'un antibiotique à large spectre (Bright, 2000 ; Seruca *et al.*, 2012). Le traitement qui est réalisé ici en première intention est donc tout à fait adapté. Un contrôle par test à la fluorescéine est à réaliser à minima tous les 6 à 8 jours pour suivre la réponse au traitement. Si, après une semaine de traitement, l'ulcère n'est pas cicatrisé, les causes de ce retard de cicatrisation doivent être explorées (infection, corps étranger, malposition palpébrale, érosion superficielle chronique...). Des prélèvements en vue d'une analyse bactériologique et mycologique plus ou moins un traitement chirurgical seront à envisager.

Lors de perforation du globe, si la lésion cornéenne est de très petite taille et qu'aucune structure intra-oculaire n'est atteinte, un traitement médical d'ulcère cornéen peut être tenté. Cependant, dans la plupart des cas observés de perforation du globe, les lésions sont suffisamment importantes pour devoir envisager une chirurgie d'énucléation. La dernière option reste l'euthanasie devant l'impossibilité de relâcher l'animal.

Enfin une uvéite antérieure avec hyphéma ou non est le plus souvent traitée avec un anti-inflammatoire par voie topique comme le Maxidrol® ou le Fradexam® pommade. Lors d'ulcère cornéen associé, le traitement topique n'est pas envisageable. Dans ce cas, un anti-inflammatoire non stéroïdien par voie générale, comme le Métacam®, est indiqué. Le coût de tels soins est environ 5 € pour un traitement topique par exemple et pour un animal traité pendant une dizaine de jours. Ce coût augmente avec la durée du traitement.

On voit ainsi qu'une pharmacie bien choisie peut permettre au praticien de prodiguer les premiers soins à la plupart des cas ophtalmologiques présentés.

Les résultats de notre étude montrent que même si peu d'oiseaux sont touchés par une affection oculaire, ce sont des affections qui sont déterminantes dans le devenir de l'oiseau sauvage. En effet, l'étude des causes de fin d'hospitalisation montre que le taux de remise en liberté n'est que de 30 % à la suite d'une atteinte oculaire, ce qui est inférieur au taux global de guérison du CEDAF. Nous soulignons tout de même qu'aucune étude n'a été faite sur l'évolution des traitements au cours du temps, ce qui crée un biais potentiel.

Comparé à ce taux global de guérison des affections oculaires, les animaux dont les affections concernent le globe entier ou les traumatismes crâniens ont un taux de guérison bien moindre puisqu'il est respectivement de 21 % et 6 %. Les affections des conjonctives et des paupières ont un taux de guérison équivalent puisqu'il est de 30 %. En revanche, les affections de la cornée, du segment antérieur ou du segment postérieur semblent se soigner avec un taux de guérison meilleur que le taux de guérison global en ophtalmologie puisque dans tous les cas, nous sommes au dessus de 41 % de guérison. Rappelons que ces résultats sont fortement biaisés par le fait que certaines étapes de l'examen ne soient pas réalisées. Dans l'étude menée par Cousquer en 2005, les chouettes hulottes présentant une atteinte cornéenne étaient celles qui avaient le plus de chances de remise en liberté. Enfin, le taux de guérison apparaît meilleur lors d'atteinte bilatérale, ce qui est difficilement explicable bien que nous puissions évoquer des lésions « bénignes » comme les conjonctivites, qui sont le plus souvent bilatérales et se résolvent très bien. Il est donc probable que la prise en compte de la gravité de la lésion modifierait nos résultats.

Nous observons que les traumatismes ne provoquant qu'une lésion ophtalmologique isolés se soignent mieux que des traumatismes qui impliquent d'autres lésions corporelles graves comme des fractures (45 % de guérison sans lésions associées contre 17 % si l'oiseau présente une lésion associée). Si la vision est nécessaire pour la survie de l'oiseau, la mobilité l'est donc tout autant puisque les oiseaux présentés avec des traumatismes corporels sont en général euthanasiés s'ils ne meurent pas avant (Labelle *et al.*, 2012). Dans le cadre des traumatismes crâniens, la prise en compte de l'état général de l'oiseau oriente le pronostic vers un pronostic très sombre lorsqu'il est associé à un

trauma corporel comme une fracture et un peu moins sombre quand il n'est pas associé à un tel trauma. Dans l'étude de Labelle *et al.*, les oiseaux présentés avec un trauma avaient le plus souvent des lésions oculaires graves menaçant la vision et donc la survie de l'animal, puisqu'ils étaient très souvent euthanasiés un court délai après l'admission.

Mais les chances de guérison dépendent fortement de l'évolution des lésions qui doivent donc être suivies et vérifiées par un vétérinaire. La rémission peut parfois prendre beaucoup de temps et c'est le cas, par exemple, des hémorragies vitréennes, qui peuvent mettre des mois à se résorber et nécessitent de multiples contrôles avant que l'animal ne soit déclaré apte à être libéré (Cousquer, 2005). Une prochaine étude pourrait donc s'intéresser à la durée d'hospitalisation moyenne des cas ophtalmologiques pour affiner les pronostics.

Conclusion de l'étude

Cette étude rétrospective des dossiers du CEDAF permet de prendre la mesure de l'importance d'un examen ophtalmologique complet sur les oiseaux et notamment sur certaines espèces. Dans le cadre de l'accueil d'un oiseau dans un centre de faune sauvage, cet examen devrait être systématique, et le plus complet possible. Lors d'anomalies de la fonction visuelle ou pupillomotrice ou de suspicion d'atteinte oculaire, un examen approfondi par un spécialiste serait pertinent. Cet examen est d'autant plus important qu'une prise en charge rapide et adaptée est favorable au rétablissement de l'animal. De plus, tout centre de recueil de la faune sauvage a pour vocation de remettre en liberté les animaux, l'établissement d'un pronostic de survie est donc obligatoire et cela passe par un examen complet. En effet, nous avons vu que certaines affections oculaires pouvaient compromettre une survie en milieu naturel des oiseaux.

Une pharmacie contenant moins d'une dizaine de spécialités permet, à moindre frais puisqu'elle immobilise une cinquantaine d'euros, d'aborder les cas les plus courants et de faire patienter les cas moins courants. Cette pharmacie peut rester identique au cours de l'année mais les quantités sont à adapter en fonction de l'activité. Une sélection des produits peut tout à fait se faire sur leur pertinence mais aussi sur leur durée dans le temps. Par exemple, le choix de spécialités en gels oculaire est plus intéressant car la plupart de ces produits se conservent mieux et il y a donc moins de gâchis.

CONCLUSION

L'anatomie et l'histologie de l'œil des oiseaux diffèrent assez fortement de celles des mammifères. En effet, à la différence de celui de mammifères, l'œil de l'oiseau est de forme variable, il a une orbite incomplète et il est très peu mobile. Les paupières extérieures sont glabres, dépourvues de glandes de Meibomius et la paupière inférieure est plus mobile que son opposée. La troisième paupière, dépourvue d'une plaque cartilagineuse, est très mobile grâce à un arrangement original du muscle *quadratus*. La cornée est fine et pourvue d'une membrane de Bowman et la sclère présente une structure solidifiée par un anneau d'osselets et une cupule cartilagineuse structurale. L'iris, de couleur très variable est pourvu de muscles ciliaires séparés des procès ciliaires par la fente ciliaire et non en continuité, ce qui est certainement lié à une différence notable dans les mécanismes de l'accommodation. Le cristallin est mou et pourvu d'un bourrelet annulaire directement ancré aux procès ciliaires. La rétine est avasculaire et atapétales avec un nombre et une localisation des areas et fovéas très variables. Enfin, on note la présence d'une structure particulière, le pecten.

Toutes ces différences confèrent à l'ophtalmologie des oiseaux son originalité. L'examen doit prendre en compte ces spécificités et le praticien qui examine l'œil d'un oiseau doit avoir en tête les particularités comme le contrôle volontaire de la contraction pupillaire et la taille de l'œil. Dans le cadre de la prise en charge de la faune sauvage, l'appréhension de la vision, sens sur lequel se reposent énormément les oiseaux, est nécessaire pour établir un pronostic ; ainsi, il faut prendre en compte le fait que les oiseaux ont une excellente acuité visuelle, qu'ils perçoivent un spectre de couleur incluant les UV grâce notamment à des photorécepteurs différents par leur structure (doubles cônes et présence de gouttelettes huileuses) et que la rétine reflète particulièrement leur mode de vie et de prédation.

En tant que praticien vétérinaire, il n'est pas rare d'être consulté pour un oiseau sauvage trouvé accidenté ou faible. En effet, le grand public est de plus en plus sensible à la cause animale et à la préservation de la faune sauvage. L'absence de formation dans ce domaine engendre souvent un examen difficile, stressant pour l'animal et donc pas toujours complet. Or, notre étude montre l'intérêt d'un examen précoce et complet dans le pronostic. Le clinicien trouvera dans ce travail une démarche adaptée pour aborder l'examen ophtalmologique de l'oiseau.

Tout oiseau admis dans un centre d'accueil de la faune sauvage doit en effet faire l'objet d'un examen ophtalmologique attentif du fait de la fréquence des lésions oculaires et de leur discrétion lorsqu'elles ne concernent que le segment postérieur, segment qui est, de plus, difficile à examiner. De par le recrutement des patients, c'est une ophtalmologie « de guerre » qui est souvent pratiquée car le praticien se trouve parfois démuné devant des atteintes traumatiques majeures, un manque de connaissance ou des traitements difficilement applicables sur un œil parfois très petit. Bien souvent, le traitement est très limité mais lorsqu'il est appliqué assez vite, qu'il est adapté et bien exécuté, il permet tout de même parfois d'atteindre le but de tout centre d'accueil de la faune sauvage : relâcher un patient apte à survivre dans son milieu naturel.

L'étude statistique rétrospective sur les années 2008 à 2012 que nous avons réalisée s'est donc attachée à mettre en évidence les lésions les plus fréquentes comme les ulcères cornéens ou les uvéites par exemple et à mettre en évidence des espèces plus sensibles que d'autres comme certains rapaces et les bécasses des bois. Elle nous a permis de montrer que les lésions oculaires sont fréquentes, variées et qu'elles peuvent à elles seules être décisives pour le devenir de l'animal. De plus, on voit que les traitements de base sont assez faciles et demandent une pharmacie limitée dont le prix n'est pas excessif, ce qui pourra être utile à tout praticien qu'il exerce dans un centre de soins de la faune sauvage ou non.

BIBLIOGRAPHIE

- ANDRÉ JP., « Oiseaux de cage et de volière, de la maladie à la bonne santé », MIPP Impressions, France, 2004, 491 pages. p261-270.
- BACHA JR., WILLIAM J., BACHA LM., « The eye » (Chapt. 19) in « Color Atlas of veterinary Histology », 3rd Ed. Wiley-Blackwell, Iowa, 2012, 341 pages. p267-271.
- BAYON A., ALMELA RM., TALAVERA J., “Avian Ophtalmology” in Eur. J. Comp. Anim. Med, 2007. p 1-13.
- BRIGHT P., « Ophthalmic Disorders » in OLSEN GH, OROSZ SE., « Manual of avian medicine ». Mosby, Saint Louis, 2000, 622 pages. p264-312.
- CAVIGNEAUX R., « L’oiseau en consultation » *l’Action vétérinaire* 2001, **1460**: 17-25. p18-23.
- COUSQUER G., « Ophtalmological findings in free-living tawny owls (*Strix aluco*) examined at a wildlife veterinary hospital » *Veterinary Record* 2005, **156** : 734-739.
- DALTON R., « Bird’s Vision : True Colours » *Nature* 2004, **428**: 596-597.
- DELATTRE « Les conditions et les particularités de la consultation des oiseaux de cage et de volière » Thèse de doctorat vétérinaire, Nantes, 2006, 94. p107-110.
- DUQUET, « Inventaire de la faune sauvage de France », Ed Nathan, Paris, 1995, 415 pages.
- EVANS H. E. « *Organa Sensoria* » in « *Nomina Anatomica Avium* », Academic Press, London, 1979, 637 pages.
- GELATT ET AL. K., GILGER B, KERN T., « Veterinary Ophthalmology », 5th Ed Willey Blackwell, 2013, 2060 pages.
- GUÉRY E., « L’oeil du canard : étude macroscopique et histologique à partir de 46 globes oculaires de Canards de Pékin (*Anas platyrhynchos*) » Thèse de doctorat vétérinaire, Toulouse, 2008, 88 pages.
- GULTIKEN ME, YILDIZ D, ONUK B, KARAYIGIT MO, « The Morphology of the *Pecten Oculi* in the Common Buzzard (*Buteo buteo*) » *Veterinary Ophthalmology* 201, **15** : Supplement 2, 72-76.
- GUNTURKUN O., « Sensory Physiology: Vision » In STURKIE PD. Avian Physiology, 5th Ed, Academic Press, San Diego, 2000. p1-14.

- HEIDENREICH M., « Birds of Prey: Medicine and Management » First Ed. Blackwell Science, Oxford, 1997, 284 pages. p262-264.
- HUNT. DM., CARVALHO LS., COWING JA., DAVIES WL, « Evolution and spectral tuning of visual pigments in birds and mammals » *Phil. Trans. R. Soc.* 2009; **364**:1531, p2941-2955.
- JONGH O., CLERC B., « Conduite à tenir devant une exophtalmie » *Le point vétérinaire*, 1996, **28** ; 178. p13-20.
- KERN TJ., PAUL-MURPHY J., MURPHY CJ., BUYUKMIHCI NC., BURLING K., MILLER PE., OPPENHEIM Y., RIIS RC., « Disorders of the Third Eyelid in Birds : 17 cases » *Journal of Avian Medicine and Surgery*, 1996, **10 1**:12-18, 1996.
- KING A.S. et McLELLAND J., « Form and function in birds » Vol 1. Academic Press, London, 1979, 459 pages.
- KORBEL RT., GROPP U., « Ultraviolet perception in birds » in proceeding, 20th Annual conference and exposition, Louisiana, USA, 1999. p77-81
- KORBEL R, STURM K, « Review on light sources for bird housing under artificial light circumstances » 8th European AAV Conference, 6th scientific ECAMS meeting, Arles, France, 2005, p7-8.
- LABELLE AL, WHITTINGTON JK., BREAUX CB., LABELLE P, MITCHELL MA., ZARFOSS MK., SCHMIDT SA., HAMOR RE., « Clinical utility of a complete diagnosis protocol for the ocular evaluation of free-living raptors » in *Veterinary Ophthalmology*, 2012, **15**, 1, 5-17.
- MARTIN GR, « The visual fields of the Tawny owl (*Strix aluco*) » *Vision research*, 1984, **24 12** 1739-1751.
- MARTIN GR., « Form and function in birds », Edited by KING A. S., McLELLAND J., 1985, 300 pages.
- MARTIN GR., « Visual fields in woodcocks *Scopolax rusticola* (Scopolacidae; Charadriiformes) » *Journal of comparative physiology*, 1994, **174** : 787-793.
- McLELLAND J., « A color Atlas of Avian Anatomy » 1990, Wolfe Publishing LTD. p30-32.
- MEYER DB., « Avian Physiology » 4^{ème} Ed. New York, Springer-Verlag, 1986, p37-48
- MIALLIER F., « Contribution à l'étude de l'ophtalmologie des rapaces », Thèse de doctorat vétérinaire, Lyon, 1993. 103 pages.
- MICHEL H., « Etude anatomique et pathologique de l'œil des rapaces », Thèse de doctorat vétérinaire, Toulouse, 1989. 81 pages.

- NICKEL, R., SCHUMMER A., SEIFERL E., « Anatomy of the domestic birds » Verlag Paul Parey, Berlin, 1977, 201 pages. p149-155.
- NOIRE N., « Ophtalmologie des oiseaux de compagnie et des oiseaux sauvages ». Thèse de doctorat vétérinaire, Nantes, 2008. 140 pages.
- O'MALLEY B., « Clinical anatomy and physiology of exotic species. Structure and function of mammals, birds, reptiles and amphibians » Ed Elsevier Saunders, 2005, 269 pages. p102-103 ; 137; 146-148 ; 156-157.
- OROSZ SE., « The sense of birds : their unique qualities », 8th European AAV conference, 6th scientific ECAMS Meeting, 2005, Arles, France.
- PAUL-MURPHY JR., KOBLIK PD., STEIN G., PENNING DG., « Psittacine Skull Radiography : Anatomy, Radiographic Technic, and Patient Application » *Veterinary Radiology*, 1990, **31**:4. p218-224.
- RIVAL F., « Atlas d'ophtalmologie des Nouveaux animaux de compagnie » Ed VetNac Editions 2007. 450 pages. p109-156.
- RENARD (LE) E., « Les affections de la tête chez les oiseaux de compagnie », Thèse de doctorat vétérinaire, Nantes, 2004. 170 pages.
- ROSKOPF WJ., WOERPEL RW., « Diseases of cages and aviary birds ». Williams and Wilkins, Baltimore, 3rd Ed, 1996. 1088 pages.
- ROZE M., « L'oeil et la vision des rapaces » *Le point Vétérinaire* 1990, **22** ; 128. 21- 29
- SAMOUR J., "Avian Medicine" 2nd Ed., Elsevier Mosby, 2008. 525 pages.
- SERUCA C., MOLINA-LOPEZ R., PENA T. et LEIVA M., « Ocular consequences of blunt trauma in two species of nocturnal raptors (*Athene noctua* and *Otus scops*) » in *Veterinary Ophthalmology*, 2012, **15** : 4, p236-244.
- SCHMID H., CLOUX-FEY U. In : *Petit lexique de termes fréquemment utilisés en ophtalmologie* [https://www.sog-sso.ch/fileadmin/SOG-Dokumente/Angebote/Fachausdruecke_lexiquedetermes.pdf] (Dernière consultation le 01/11/2014).
- SCHMIDT-MORAND D. « La vision dans le règne animal » *Veterinary International* 1, 1992. p2-32.
- ULSHAFER RJ. et ALLEN CB., « Hereditary Retinal Degeneration in the Rhode Island Red Chicken : Ultrastructural Analysis » *Exp Eye Res.*, 1985, **40**. p865-877.
- WILLIAMS D., « Une aile guidée par un œil, ophtalmologie des rapaces » *Vetrinary International* 1, 1993. p10-17.

- WILLIAMS D., « Une aile guidée par un œil, ophtalmologie des rapaces » *Veterinary International* 1993, **1**, p10-17.
- WILLIAMS D., « Ophthalmology » (Chapt. 26) in RICHIE BW., HARRISSON LR., HARRISSON GJ (Eds) : « Avian medicine : Principles and application », Lakeworth, Florida : Wingers Publishing Inc, 1994. 673-693.
- WILLIS AM., WILKIE DA., « Avian Ophthalmology, Part 1 : Anatomy, examination, and diagnostic techniques » *Journal of Avian Medicine and Surgery* 1999a ; **13 3**: 160-166.
- WILLIS AM., WILKIE DA., « Avian Ophthalmology, Part 2 : Review of ophthalmic diseases » *Journal of Avian Medicine and Surgery* 1999b ; **13 4** : 245-251.

ANNEXES

Annexe 1 : Lexique des termes d'ophtalmologie

(Evans, 1979 ; Miallier, 1993 ; Bright, 2000 ; Andre, 2004 ; Rival, 2007 ; Noire, 2008 ; Schmid et Cloux-Fey, 2014)

Aérosacculite : Symptôme d'une maladie infectieuse respiratoire chronique provoquant des difficultés respiratoires et une inflammation avec plus ou moins une infection des voies respiratoires de l'oiseau.

Aphake : Se dit d'un œil dépourvu de son cristallin.

Anangiotique : Qui ne contient pas de vaisseaux sanguins.

Anisocorie : Différence de diamètre entre les deux pupilles d'un individu.

Ankiloblépharon : Adhérence(s) partielle(s) ou complète entre la marge palpébrale externe supérieure et la marge palpébrale externe inférieure par des fibres élastiques.

Atapétal : Qui ne possède pas de tapis rétinien (zone cellulaire choroïdienne réfléchissante de la rétine de certains animaux dont les carnivores domestiques, impliquée dans la vision nocturne).

Axe optique de l'œil : Axe constitué par deux demi-droites liant l'objet et le point nodal objet N ainsi que l'image et le point nodal image N'. Les points nodaux N et N' d'un système optique sont définis comme deux points conjugués placés sur l'axe optique de telle sorte que à tout rayon incident passant par le point N, correspond un rayon émergent passant par le point N' et parallèle au rayon incident. Différent de l'axe visuel de l'œil.

Axe visuel de l'œil : Axe optique dans lequel l'objet est le point sur lequel se fait la fixation. L'axe visuel de l'œil et l'axe optique de l'œil diffèrent d'un angle de 5° en moyenne.

Canthorrhaphie : Suture des deux bords palpébraux au niveau des canthus.

Chémosis : Oedème de la conjonctive palpébrale et bulbaire.

Cycles par degrés d'angle visuel : Unité de mesure de l'acuité visuelle. L'acuité se mesure alors en nombre de cycles résolus inscrits dans un angle visuel de 1 degré. Un cycle est constitué au minimum d'un couple de points : un sombre et un clair.

Dacryocystite : Inflammation du sac lacrymal associée à un dysfonctionnement des canaux lacrymaux. Les larmes finissent par sédimenter et se surinfecter créant un abcès de la glande lacrymale.

Décussation : Désigne le passage à travers le plan médian des fibres nerveuses issues de l'œil vers l'hémisphère cérébral controlatéral.

Dyscorie : Déformation(s) de la pupille. Dans la grande majorité des cas, elle n'affecte en rien la qualité de la vision et de l'accommodation.

Effet Tyndall : Phénomène de dispersion de la lumière incidente sur des particules de matière, de dimensions comparables aux longueurs d'onde. Dans l'œil, c'est par exemple le cas lorsque des protéines et des cellules inflammatoires sont en suspension dans l'humeur aqueuse. Ce phénomène est visible avec une lampe à fente à fort grossissement.

Entropion : Enroulement du bord libre de la paupière vers l'intérieur de l'œil.

Epiphora : Larmolement anormal parfois associé à une obstruction du canal naso-lacrimal conduisant à l'écoulement de sécrétions lacrymales en dehors de l'œil.

Jetage oculaire : Écoulement abondant de sécrétions lacrymales depuis les canthus.

Luminance : Mesure photométrique de l'intensité lumineuse émise par une source lumineuse étendue dans une direction donnée, divisée par l'aire apparente de cette source dans cette même direction. Elle dépend de la sensibilité de l'œil.

Nystagmus : Mouvement involontaire et le plus souvent, saccadé, de l'œil qui permet au globe de revenir à sa position initiale après un mouvement. On le qualifie de physiologique ou pathologique.

Panophtalmie : Inflammation avec infection de la totalité du globe oculaire et de ses annexes.

Phacoémulsification : Technique de référence pour la chirurgie de la cataracte qui consiste en la fragmentation par des ultrasons du cristallin opacifié directement in situ avant son extraction par aspiration.

Photophobie : Réaction de « peur », d'échappement, face à une source lumineuse qui est provoquée par une sensation désagréable voire douloureuse lors de l'exposition lumineuse.

Réflexe photomoteur consensuel : Lorsqu'un œil est soumis à une source de lumière, on observe une constriction réflexe de la pupille, c'est le réflexe photomoteur. Dans ce cas, la pupille adelphe, subit aussi une constriction involontaire bien que la lumière ne soit pas dirigée vers cet œil, c'est le réflexe photomoteur consensuel.

Symblépharon : Adhérence entre la conjonctive bulbaire et la conjonctive palpébrale.

Synchisis étincelant : Un synchysis correspond à une lésion du globe oculaire se caractérisant par un ramollissement du corps vitré associé généralement à la présence d'opacités qui flottent en son sein. On qualifie le synchysis d'étincelant lorsque ces opacités correspondent à un grand nombre de paillettes de cholestérol entraînant de multiples petits miroitements à la lumière.

Synéchie : Adhérence le plus souvent post-inflammatoire entre l'iris et la cornée (synéchie antérieure) ou entre l'iris et le cristallin (synéchie postérieure).

Tarsorrhaphie : Suture du bord libre des paupières externes.

Xérophtalmie : État de sécheresse anormal de la conjonctive bulbaire et de la cornée entraînant la kératinisation de cette dernière allant jusqu'à la perte plus ou moins complète de la vision. État souvent associé à une carence en vitamine A.

Annexe 2 : Les différents éléments composant un dossier au CEDAF

- a. La première page : exemple d'un dossier d'un pigeon biset (10/959) et d'un dossier d'un faucon crécerelle (10/739). On observe l'évolution des dossiers au cours de l'année 2010.




**DOSSIER CLINIQUE
FAUNE SAUVAGE**

Espèce
Pigeon biset

Numéro
13/11/10/959

N° Clovis : *A11-14728*

Numéro CLOVIS

CEDAF

CEDAF – Centre d'Accueil de la Faune Sauvage

PARTIE A REMPLIR PAR LA PERSONNE DEPOSANT L'ANIMAL

DEPOT AUX URGENCES ESPECE SUPPOSEE

Date : *13/11/2010* Heure : *12H45* *1 res jeune pigeon*

IDENTITE ET COORDONNEES DE LA PERSONNE SIGNATURE

Nom et Prénom : _____

Adresse : _____

Message ou téléphone : _____

RENSEIGNEMENTS SUR LA DECOUVERTE DE L'ANIMAL

Date : *12/11/10* Heure : *22h*

Adresse de l'endroit de la découverte : _____

Circonstances de la découverte : *par terre*

j'avançais sur le trottoir

SI DE L'ALIMENT A ETE DONNEE : QUOI?

Slé et eau mais ça 1 peu de difficulté

SI DES SOINS ONT ETE DONNES : LESQUELS?

1 peu. pour boire et manger

PARTIE RESERVEE A UN RESPONSABLE DU CEDAF

SEXE : M. / F. *M* Age *AGE* Ad. / Sub-ad. / Juv. volant / Juv. emplumé / Juv. en duvet

SIGNES pour reconnaissance (couleur, anomalie, bague) : _____

CAUSE D'ENTREE	Capt. convenance	Prédateur	Empoisonne.!	Piégeage
	Saisie	Choc véhicule	Pollution	Transfert
DIAGNOSTIC	Abandon, Perte	Choc objet fixe	Ligne électrique	Indéterminé <input checked="" type="checkbox"/>
	Ramassage jeune	Chasse	Piégé lui-même	Autre :
REALISE	RAS	Trauma crânien	Infection resp.	Brûlure
	Etat de choc	Fracture ouverte	Infection dig.	Défaut dév.!
	Dénutrition	Fracture fermée	Infection autre	Apprivoise.!
	Plaie traumatique	<input checked="" type="checkbox"/> Paralyse, Parésie	Parasitisme	Indéterminé
Hémorragie	Corps étranger	Intoxication	Autre :	
OPERATION	EUTHANASIE	AUTOPSIE		

Sortie d'hospitalisation

Relâché le : *22/11/10* Mort le : _____ Transféré le : _____

Lieu : *Rennes - Allé* Destination : équarri Destination : _____

Signature du Chef du CEDAF : _____

Rapport-gratuit.com

LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES





DOSSIER CLINIQUE FAUNE SAUVAGE

Espèce	Faucon Crécerelle		
Date	25/07/10	Heure	20h
n°CEDAF	739		
n°CLOVIS	_____		
Nom	_____		

CEDAF – Centre d'Accueil de la Faune Sauvage

PARTIE A REMPLIR PAR LA PERSONNE DEPOSANT L'ANIMAL				
DEPOT A L'ENVA	ESPECE SUPPOSEE			
Date : 25/07/10 Heure : 20h	Faucon Crécerelle			
IDENTITE ET COORDONNEES DE LA PERSONNE SIGNATURE				
Nom et Prénom >>				
Adresse >>				
Messagerie ou téléphone >>				
RENSEIGNEMENTS SUR LA DECOUVERTE DE L'ANIMAL				
Date : 25/07/10 Heure : 8h 30				
Adresse de l'endroit de la découverte >> Route départementale Touzon (45)				
Situation de l'animal au moment de la découverte >> debout immobile sur le bord de la route				
ALIMENTATION DONNEE A L'ANIMAL (eau, nourriture solide...) :				
/				
DES SOINS ONT-ILS ETE DONNES A L'ANIMAL ? Oui Non				
Si oui, par qui ?				
Si oui, quels soins ?				
/				
PARTIE RESERVEE A UN RESPONSABLE DU CEDAF				
Signes particuliers (âge, phénotype, sexe, bague) :				
Jeune - Bague bleue patte droite				
CAUSE D'ENTREE	Capt. convenance	Prédateur	Empoisonne.!	Piégeage
	Saisie	Choc véhicule	<input checked="" type="checkbox"/> Pollution	Transfert
	Abandon, Perte	Choc objet fixe	Ligne électrique	Indéterminé
	Ramassage jeune	Chasse	Piégé lui-même	Autre :
DIAGNOSTIC	RAS	Trauma crânien	<input checked="" type="checkbox"/> Infection resp.	Brûlure
	Etat de choc	<input checked="" type="checkbox"/> Fracture ouverte	Infection dig.	Défaut dev.!
	Dénutrition	Fracture fermée	Infection autre	Apprivoise.!
	Plaie traumatique	Paralysie, Parésie	Parasitisme	Indéterminé
	Hémorragie	Corps étranger	Intoxication	Autre :
Diagnostic définitif :				
REALISE	RADIOGRAPHIE	OPERATION	EUTHANASIE	AUTOPSIE
DEVENIR	Relâché le : Lieu :	Mort le : Destination : équarr	Transféré le : 23.09.10 Destination : Espace Rambouillet (78)	
Signature du Chef du CEDAF				

b. Les pages centrales ou pages numéros 2 et 3 : exemple d'un dossier de pigeon biset (10/959) et d'un dossier d'un faucon crécerelle (10/739). On observe l'évolution de la présentation.

Date d'entrée

EXAMEN CLINIQUE D'ENTREE	
CONSULTANT (obligatoire): <u>Stéphane et Hans</u>	Date: <u>13/11/20</u> Heure: <u>18^h</u>
Poids (g): <u>239 g.</u>	Etat d'embonpoint: Bon / Maigre / Très maigre
Déshydratation: Faible / Moyenne / Forte	Vigilance: Bonne / Diminuée / Faible / Nulle
OBSERVATIONS PRINCIPALES:	
<p>présente 1 magma de sang coagulé sur l'œil gauche. présence d'un gros hématoème - probable à l'œil droit - petite en plus en la droite - probablement sur au choc. ailes: ok patte: ok</p>	
HYPOTHESE DIAGNOSTIQUE (obligatoire):	

SUIVI EN COURS DE SEJOUR				
DATE	ACTE	DESCRIPTION	Prescripteur obligatoire:	NOM
13/11	Soins	Nettoyage complet de l'œil gauche et de l'œil avec Ocul - Coupe des plumes au tour de l'œil et nettoyage avec Belphastine détrempé - Ocul gel dans l'œil gauche - métacour en PO = 0,3 ml.		Maisson H.
14/11	Soins	Test à la fluoresceine = + sur tout l'iris et 1 partie de la cornée - Début des soins = Twelve et 15' + l'air = t'éveillé		
17/11	Fluo	OG: RAS OD: Fluo ⊕ au centre; léger voile sur 3/4 de la surface cornéenne		AF

DATE	ACTE	DESCRIPTION	Prescripteur obligatoire:	NOM
22/11	Fluo	Très bonne évolution; reste 2 ou 3 points qui retiennent le fluo ④ → Poursuite du traitement		AF
26/11	Fluo	Disposition des lésions cornéennes → arrêt du trailement pour le WE		AF
		2 jours plus tard → quelques traces fluo ⊕ ↳ reprise vit 1 semaine		Karion
06/12	Fluo	⊖ 2 yeux → transfert grande collière		AF

EXAMEN CLINIQUE D'ENTREE

CONSULTANT (obligatoire) : Audrey Date : 25/07/20 Heure : 20^h
 EXAMEN VALIDE PAR (+ date, heure si différentes) :

Poids : 174g Etat d'embonpoint : Assez Bon Température (fac.) :
 Déshydratation : < 5 % Etat de vigilance : Réduite

OBSERVATIONS PRINCIPALES :

Part de tête anormal penchée à droite . Présence de
œdème palpatoire supérieure droite sang dans le
œil droit maxillaire fermé loc
 Ailes RAS
 paup. RAS.

BILAN CLINIQUE : Probable traumatisme crânien

REHYDRATATION

Besoins d'entretien : BE (soluté) = 50 (mL) x Poids _____ (kg) = _____ mL / jour
 Pertes : Pertes = % de déshydratation _____ % x Poids _____ (g)
 = _____ mL
 Ré-hydratation J1 = BE + 50% pertes = _____ + _____ = _____ mL **sur 24h**
 J2 = BE + 25% pertes = _____ + _____ = _____ mL
 J3 = BE + 25% pertes = _____ + _____ = _____ mL

Tableau de réhydratation prévisionnel (noter ce qui a réellement été donné en page 4 – suivi quotidien)

Date	Heure	Soluté	Voie d'administration	Volume

PRISE EN CHARGE INITIALE

2ml Soro



TRAITEMENTS							
Molécule	Posologie	Nom déposé	Dose	Voie d'administration	Fréquence	Date de début	Durée
		Ophthalon		topique	3x/j	02/08	
INSTRUCTIONS DE SOINS							
DATE	TYPE DE SOIN	DESCRIPTION (nom de l'auteur)					
27/07/10							
SUIVI EN COURS DE SEJOUR							
DATE	ACTE	DESCRIPTION (nom de l'auteur)					
27/07/10		Meilleure état mais ne s'alimente pas. Part de tete quaxinnuale - Pas de sang dans la queue. Fculo palpébrale quaxinnuale à droite -					
02/08	Examen	Aucun signe neurologique résiduel Ulceie ≈ 1mm Ø œil D ⇒ Ophthalon					
05/08		Encore petit ulceie → poursuivre IT + garage					
09/08		Encore ulceie - poursuivre IT ophthalon					
27/08		Fluo retenu par 3 points au centre de la cornée; voile cornéen dorsoalement aux 3 points retenant faiblement le fluo → poursuivre ophthalon					
TRANSFERTS INTERNES							
DATE	DESTINATION	POIDS	REMARQUES				

d. Adjonctions possibles au dossier : exemple d'une feuille de suivi supplémentaire dans le dossier d'un faucon crécerelle (10/739) et de rapports d'examen ophtalmologiques sous différents formats dans les dossiers de deux Chouettes Hulottes (9/006 et 10/273)

DOSSIER CLINIQUE

ESPECE : Crécerelle

N°identification: 101739

DATE	ACTE	DETAIL
02/09	Ophthalmo S. Chabry	<p>*Oeil D :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Défaut de fermeture de la membrane nictitante (mouvement incomplet) <ul style="list-style-type: none"> → Suspicion de déficit sensitif ou/et moteur → Suspicion d'kératome rétro-bulbaire suite au choc - Petits points au centre de la cornée avec signes de souffrance cornéenne en périphérie → flux ⊕ <ul style="list-style-type: none"> → Ulcère de dessiccation <p>⇒ Arrêt de tout traitement oculaire pour voir si stabilisation ou non des lésions</p> <p>*Oeil G: RAS</p>
06/09	Contrôle ophtalmo	<p>*Oeil D : cornée lisse et transparente</p> <p>Test flux ⊕ pour 3 petits points centraux; aucune évolution des lésions cornéennes</p> <p>⇒ descente en grande volée</p> <p>↳ Contrôle à prévoir dans 10 jours</p>
23.09	transfert	<p>pour fin d'élevage (sur SR vivantes de puisqj.)</p>

Clinique CEDAF ;;
ENVA
94700 MAISONS-ALFORT

N° de dossier : A09-138

TAWNY, Oiseaux chouette hulotte Tatouage : n° CEDAF 09/006

Consultation **AC09-308**

Consultants : Clerc Bernard-Ophtalmologie / MAZZUCHELLI Samuela-Ophtalmologie / CHABADEL Claire-Hospitalisation Carniv

Compte Rendu Médical

Date : 05/01/09

Anamnèse : Hyphéma de l'oeil gauche et ulcère de l'oeil droit suite à un traumatisme.

Compte rendu : OEIL GAUCHE:
- Cornée: oedème de cornée
- Test à la fluorescéine: négatif
- Chambre antérieure: hyphéma et réseau de fibrine organisé
- Effet Tyndall: positif
- Le segment postérieur n'est pas visible

OEIL DROIT: - diminution du tonus oculaire
- Cornée: ulcère superficiel en partie latérale, oedème de cornée en zone centrale
- Test à la fluorescéine: positif
- Chambre antérieure et iris: présence d'un micro caillots sanguin dans l'angle médial, exudat dans la chambre antérieure
- Examen du fond d'oeil (ophtalmoscopie indirecte): coloration rouge qui ne laisse pas percevoir correctement les vaisseaux choroïdiens; ce qui est attribué à une extravasation sanguine. Pecten visible aspect normal.

Conclusion : Uvéite traumatique bilatérale beaucoup plus marquée sur l'oeil gauche.
Souhait de revoir l'animal dans une semaine.

Traitement proposé: Traitement anti--inflammatoire par voie générale.AINS
Traiement local AIS (Fradexam collyre)

Alfort, le 07/01/2009

Rédacteur : mazzucchelli

Validé par : Pr Clerc Bernard

Traduit dans le dossier par :

SUIVI EN COURS DE SEJOUR		
DATE	ACTE	DESCRIPTION (suivi du Nom de l'Auteur)
4/1	alimentation	1 poisson en morceaux à dispo
05/01		Examen ophtalmo (cf feuille jointe Clovis) => Uvéite traumatique - marquée avec hyphéma + fibrine à G - légère avec exsudat à D T AI local + généra P

EXAMEN OPHTALMOLOGIQUE

Date : 04.06.10

Consultant : SM

N° - 7432

PROPRIETAIRE :

ANIMAL :

VETERINAIRE TRAITANT :

Nom : _____

CN CT CV

Nom : _____

Adresse : _____

Nom : _____

Adresse : _____

Race : _____

Sexe : _____

Tél. : _____

Age : _____

Tél. : _____

ANAMNÈSE

MOTIF DE LA CONSULTATION : Une leucorrhée OD
traitement PRADOXAN, METACAN, VISKAL, BAYTRIL

ANTECEDENTS : _____

FONCTION VISUELLE

Vision lumière vive

Clignement à la menace

Réflexe photomoteur

Vision lumière atténuée

O. D.

O. G.

sur œil gauche

sur œil droit

O. D.

O. G.

O. G.

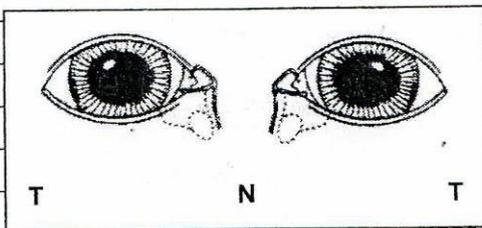
O. D.

EXAMEN DES ANNEXES : paupières, appareil lacrymal, conjonctive, orbite

O.D.

O.G.

Conjonctive collée



N = nasal ; T = temporal.

EXAMEN DE L'ŒIL

O.D.

O.G.

~~Précipités~~
Précipités kératiques
Puo ⊖

Hypémie épaisse
et réseau de fibres
Cauclat en zone
ventrale

W

W

SCHIRMER			
CORNÉE			
○))	((○
CHAMBRE ANTÉRIEURE - IRIS			
CRISTALLIN			
○	◻	◻	○
T	N	A	P
A	N	T	A
FOND D'ŒIL			
○	○	○	○
N	T	T	N
19	TENSION		14

✓

Normal

✓

N = nasal ; T = temporal ; A = antérieur ; P = postérieur.

EXAMENS COMPLÉMENTAIRES

Cytologie Biopsie (anatomie-pathologie) E. R. G. Angiographie

Autres : **ECUBOGRAPHE** : caudat épaisse dans le segment post + chambre ant.

Intensité de réaction : 0, 1, 2, 3.

COMPTE - RENDU

Diagnostic : Persistance d'une hypémie épaisse de l'os.

Pronostic et traitement : MAXIDOL 4/4/00
METACAM
VISCOM.

Suite à prévoir :

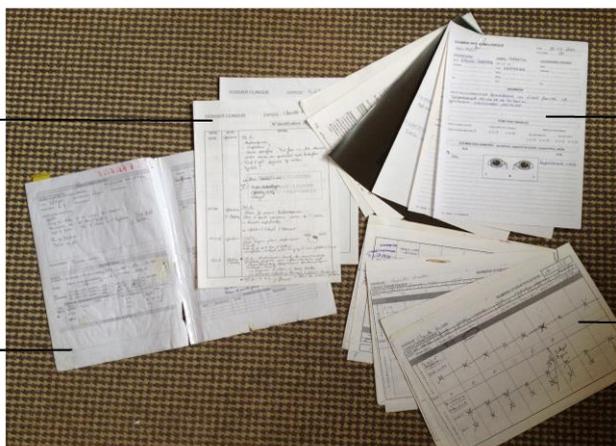
Compte-rendu au client

Compte-rendu au vétérinaire

Annexe 3 : Photographie d'un exemple de dossier ophtalmologique d'une chouette hulotte

Adjonctions :
Feuilles de suivi

Pages 2 et 3



Adjonctions :
Examens complémentaires
ophtalmologie et
radiographie

Adjonctions :
Feuilles de traitements

Rapport-Gratuit.com

ÉTUDE RÉTROSPECTIVE DES CAS OPHTALMOLOGIQUES DES OISEAUX PRÉSENTÉS AU CENTRE D'ACCUEIL DE LA FAUNE SAUVAGE DE L'ÉCOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE D'ALFORT ENTRE 2008 ET 2012

NOM et Prénom : BELLANCOURT Marie

Résumé :

Les oiseaux intéressent de plus en plus le grand public, qui trouve dans les oiseaux d'ornement un nouveau type d'animal de compagnie et qui est de plus en plus sensibilisé à l'écologie et au devenir des espèces sauvages. L'œil des oiseaux présente de nombreuses particularités par rapport à celui des mammifères et de nombreuses adaptations aux modes de vie des différentes espèces d'oiseaux. Ce travail a pour but d'apporter au praticien les connaissances et les gestes essentiels à la réception d'un oiseau, sauvage ou non, en consultation mais aussi et surtout d'étudier les cas d'atteinte oculaire les plus fréquemment retrouvés et la possibilité de remise en liberté d'un oiseau sauvage dont l'œil a été endommagé.

Après un bref rappel de la classification des oiseaux, nous décrivons tour à tour l'anatomie et la physiologie de leur œil, les étapes de l'examen et quelques maladies touchant l'œil et ses annexes dans une première partie, en insistant sur leurs originalités. La seconde partie propose une étude statistique rétrospective prenant en compte tous les cas ophtalmologiques parmi les oiseaux reçus au Centre d'Accueil de la Faune Sauvage d'Alfort (CEDAF) entre 2008 et 2012. Cette étude montre l'importance d'un examen systématique et précis de l'œil. Les atteintes les plus fréquentes sont étudiées et certaines, comme l'ulcère ou les traumatismes, sont décrits plus précisément avec leurs traitements.

Mots clés :

**OPHTALMOLOGIE/ VISION/ OEIL/ TRAUMATISME/ TRAITEMENT/ SOINS
AUX ANIMAUX/ CENTRE DE SOINS/ OISEAU/ CEDAF/ ENVA**

Jury :

Président : Pr.

Directeur : Docteur Sabine CHAHORY, Maître de conférences à l'ENVA

Assesseur : Docteur Pascal ARNE, Maître de conférences à l'ENVA

RETROSPECTIVE STUDY OF OPHTHALMOLOGIC CASES OF BIRDS RECEIVED AT NATIONAL VETERINARY SCHOOL OF ALFORT'S WELCOMING CENTER FOR WILD FAUNA BETWEEN 2008 AND 2012

SURNAME and Given name: BELLANCOURT Marie

Summary:

People are more and more interested in birds as new company animals but they also are more and more concerned by them for the conservation of an ecological wildlife. Bird's eye is very different from mammal's one but also in between the different birds species. The aim for this work is to present summed up knowledge about bird's eye and the way to practice an eye examination on a wild or caged bird but it is also a statistic study of most common diseases and of the future for a wild bird whose eye have been damaged.

The first part, after a brief reminder for bird's species and classification, describes the special features in bird's eye's anatomy, histology, physiology, examination and diseases. The second part show a retrospective study on every bird received in Alfort's Welcoming Center for Wild Fauna (CEDAF) between 2008 and 2012. This study underlines the importance of an accurate and systematic examination of bird's eye when receipted in the centre. The most common diseases are studied and some like ulcers or traumas for example are described more accurately alongside with their treatment.

Keywords

OPHTHALMOLOGY / VISION / EYE / TRAUMATISME / TREATMENT / ANIMAL CARE / WILDLIFE CENTER / BIRD / CEDAF / ENVA

Jury :

President : Pr.

Director : Docteur Sabine CHAHORY, Maître de conférences à l'ENVA

Assessor : Docteur Pascal ARNE, Maître de conférences à l'ENVA