

Année 2017

PATHOLOGIE DE LA CISTUDE D'EUROPE
(*Emys orbicularis*) JUVÉNILE :
ENQUÊTE AUPRÈS D'ÉLEVAGES EUROPÉENS

THÈSE

Pour le

DOCTORAT VÉTÉRINAIRE

Présentée et soutenue publiquement devant

LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE CRÉTEIL

le 22 juin 2017

par

Fanny PERCONTE-DUPLAIN

Née le 16 novembre 1986 à Budapest (Hongrie)

JURY

Président : Pr LEJONC

Professeur à la faculté de Médecine de CRÉTEIL

Membres

Directeur : M. DESQUILBET Loïc

Maître de conférences à l'École nationale vétérinaire d'Alfort

Assesseur : M. ARNÉ Pascal

Maître de conférences à l'École nationale vétérinaire d'Alfort

LISTE DES MEMBRES DU CORPS ENSEIGNANT

Directeur, par interim : M. le Professeur Degueurce Christophe

Directeurs honoraires : MM. les Professeurs : Cotard Jean-Pierre, Mialot Jean-Paul, Moraillon Robert, Parodi André-Laurent, Pilet Charles, Toma Bernard.

Professeurs émérites : Mme et MM. : Bénét Jean-Jacques, Chermette René, Combrisson Hélène, Courreau Jean-François, Deputte Bertrand, Niebauer Gert, Paragon Bernard, Pouchelon Jean-Louis.

Département d'élevage et de pathologie des Équidés et des Carnivores (DEPEC)

Chef du département par intérim : M. GRANDJEAN Dominique, Professeur - Adjoint : M. BLOT Stéphane, Professeur

Unité pédagogique de cardiologie - Pr Chetboul Valérie* - Dr Gkouni Vassiliki, Praticien hospitalier Unité pédagogique de clinique équine - Pr Audigé Fabrice - Dr Bertoni Léila, Maître de conférences - Dr Bourzac Céline, Maître de conférences contractuelle - Dr Coudry Virginie, Praticien hospitalier - Pr Denoix Jean-Marie - Dr Giraudet Aude, Praticien hospitalier * - Dr Jacquet Sandrine, Praticien hospitalier - Dr Mespoulhès-Rivière Céline, Praticien hospitalier - Dr Moiroud Claire, Praticien hospitalier Unité pédagogique de médecine interne - Dr Benckroun Ghita, Maître de conférences - Pr Blot Stéphane* - Dr Canonne-Guibert Morgane Maître de conférence contractuel - Dr Freiche-Legros Valérie, Praticien hospitalier - Dr Maurey-Guénec Christelle, Maître de conférences Discipline : imagerie médicale - Dr Stambouli Fouzia, Praticien hospitalier	Unité pédagogique de médecine de l'élevage et du sport - Dr Cléro Delphine, Maître de conférences - Dr Fontbonne Alain, Maître de conférences - Pr Grandjean Dominique* - Dr Maenhoudt Cindy, Praticien hospitalier - Dr Nudelman Nicolas, Maître de conférences Unité pédagogique de pathologie chirurgicale - Pr Fayolle Pascal - Dr Mailhac Jean-Marie, Maître de conférences - Dr Manassero Mathieu, Maître de conférences - Pr Moissonnier Pierre - Pr Viateau-Duval Véronique* Discipline : anesthésie, réanimation, urgences, soins intensifs - Dr Zilberstein Luca, Maître de conférences Discipline : ophtalmologie - Dr Chahory Sabine, Maître de conférences Discipline : nouveaux animaux de compagnie - Dr Pignon Charly, Praticien hospitalier
---	--

Département des Productions Animales et de la Santé Publique (DPASP)

Chef du département : Pr Millemann Yves - Adjoint : Pr Dufour Barbara

Unité pédagogique d'hygiène, qualité et sécurité des aliments - Pr Augustin Jean-Christophe - Dr Bolnot François, Maître de conférences * - Pr Carlier Vincent Unité pédagogique de maladies réglementées, zoonoses et épidémiologie - Pr Dufour Barbara* - Pr Haddad/Hoang-Xuan Nadia - Dr Praud Anne, Maître de conférences - Dr Rivière Julie, Maître de conférences Unité pédagogique de pathologie des animaux de production - Pr Adjou Karim* - Dr Belbis Guillaume, Maître de conférences - Pr Millemann Yves - Dr Ravary-Plumioën Bérangère, Maître de conférences - Dr Plassard Vincent, Praticien hospitalier	Unité pédagogique de reproduction animale - Dr Constant Fabienne, Maître de conférences* - Dr Desbois Christophe, Maître de conférences (rattaché au DEPEC) - Dr El Bay Sarah, Praticien hospitalier - Dr Mauffré Vincent, Assistant d'enseignement et de recherche contractuel Unité pédagogique de zootechnie, économie rurale - Dr Arné Pascal, Maître de conférences - Pr Bossé Philippe* - Dr De Paula Reis Aline, Maître de conférences - Pr Grimard-Ballif Bénédicte - Dr Leroy-Barassin Isabelle, Maître de conférences - Pr Ponter Andrew - Dr Wolgust Valérie, Praticien hospitalier
--	--

Département des sciences biologiques et pharmaceutiques (DSBP)

Chef du département : Pr Chateau Henry - Adjoint : Dr Pilot-Storck Fanny

Unité pédagogique d'anatomie des animaux domestiques - Pr Chateau Henry - Pr Crevier-Denoix Nathalie - Pr Degueurce Christophe - Pr Robert Céline* Unité pédagogique de bactériologie, immunologie, virologie - Pr Boulouis Henri-Jean* - Pr Eloit Marc - Dr Le Poder Sophie, Maître de conférences - Dr Le Roux Delphine, Maître de conférences - Pr Quintin-Colonna Françoise Unité pédagogique de biochimie - Pr Bellier Sylvain* - Dr Lagrange Isabelle, Praticien hospitalier - Dr Michaux Jean-Michel, Maître de conférences Discipline : éducation physique et sportive - M. Philips Pascal, Professeur certifié Unité pédagogique d'histologie, anatomie pathologique - Dr Cordonnier-Lefort Nathalie, Maître de conférences - Pr Fontaine Jean-Jacques* - Dr Laloy Eve, Maître de conférences - Dr Reyes-Gomez Edouard, Maître de conférences	Unité pédagogique de management, communication, outils scientifiques - Mme Conan Muriel, Professeur certifié (Anglais) - Dr Desquilbet Loïc, Maître de conférences (Biostatistique, Epidémiologie) * - Dr Fournel Christelle, Maître de conférences contractuelle (Gestion et management) Unité de parasitologie, maladies parasitaires, dermatologie - Dr Blaga Radu, Maître de conférences (rattaché au DPASP) - Dr Cochet-Faivre Noëlle, Praticien hospitalier (rattachée au DEPEC) - Dr Darmon Céline, Maître de conférences contractuelle (rattachée au DEPEC) - Pr Guillot Jacques* - Dr Polack Bruno, Maître de conférences - Dr Risco-Castillo Verónica, Maître de conférences Unité pédagogique de pharmacie et toxicologie - Pr Enriquez Brigitte, - Dr Perrot Sébastien, Maître de conférences * - Pr Tissier Renaud Unité pédagogique de physiologie, éthologie, génétique - Dr Chevallier Lucie, Maître de conférences (Génétique) - Dr Crépeaux Guillemette, Maître de conférences (Physiologie, Pharmacologie) - Dr Gilbert Caroline, Maître de conférences (Ethologie) - Pr Panthier Jean-Jacques (Génétique) - Dr Pilot-Storck Fanny, Maître de conférences (Physiologie, Pharmacologie) - Pr Tiret Laurent, (Physiologie, Pharmacologie) *
--	---

*responsable d'unité pédagogique

REMERCIEMENTS

Au Professeur de la Faculté de Médecine de Créteil,

Qui nous fait l'honneur d'accepter la présidence de notre jury de thèse,

Hommage respectueux.

À Monsieur Loïc DESQUILBET,

Maître de conférences à l'École nationale vétérinaire d'Alfort,

Pour l'acceptation de la supervision de ce projet, sa bienveillance et sa disponibilité,

Chaleureux remerciements.

À Monsieur Pascal ARNÉ,

Maître de conférences à l'École nationale vétérinaire d'Alfort,

Qui m'a fait l'honneur d'être mon assesseur, pour sa rigueur et sa gentillesse,

Sincères remerciements.

Au Docteur Pierre-Jean Albaret,

Vétérinaire au Zoodyssée de Chizé,

Pour avoir initié ce projet, pour sa confiance, son temps et l'espace de travail offert,

Remerciements reconnaissants.

À toutes les personnes ayant répondu aux questionnaires,

Profonds remerciements.

À Monsieur Claude NOTTEBAERT,

Bibliothécaire collectionneur passionné,

Pour les ressources documentaires apportées, sa gentillesse, l'espace de travail et son accueil,

Merci infiniment.

À l'Association Centrale d'Entraide Vétérinaire,

Pour son soutien financier,

Merci beaucoup.

À ma mère, à son amour inconditionnel, à son soutien éternel, merci du fond du cœur.

À mon père, à nos retrouvailles, aux moments partagés, à nos discussions, merci infiniment.

À Sandra, à nos fous rires, à nos échanges, à l'exemple que tu es, à notre lien indéfectible, mille mercis.

À David, aux murs grimpés, avec tout mon respect pour ce que tu es et ce que tu fais, merci beaucoup.

Aux autres membres de ma famille de sang, merci pour tout ce que vous m'avez appris sur la vie et sur l'humain.

À Benjamin et Mimon, à notre amitié intemporelle, aux milliers d'heures partagés, aux liens familiaux tissés, merci !

À Anne, à notre amitié si précieuse, à toutes nos aventures, à ton soutien et à ton aide, merci infiniment !

À Lucie, Charlotte et Alice, à notre colocation détonante, à vos personnalités époustouflantes, merci d'avoir partagé votre quotidien avec le mien.

À Maxi, à notre vie commune à Berlin, à notre amitié internationale, à ta bonne humeur merci !

À Sarah, aux découvertes littéraires, au voisinage, aux ombres et aux lumières, merci!

À Marie, à nos trémulations, à ta philosophie de vie, à la musique et à ta beauté, merci!

À Cintu, Paula, Jana, à la catalogne, aux voyages, aux plages, aux échanges, merci!

À Salomé, à ta sensibilité et à ton entièreté, à nos échanges, à nos voyages, à nos rêveries, aux milliers de possibles et aux idéaux, merci pour ta présence si belle.

À Françoise, à notre amitié, à nos coopérations répétées, à nos explorations, merci d'être celle que tu es !

À Tinoo, au théâtre, à ta confiance capillaire, à tes remerciements, à ton accueil à Alès...merci l'amie !

À Matthias, à ton aide, aux heures de discussions, aux nouveaux départs, merci !

À Tifen paille, à l'orthographe de ton prénom, aux épopées transcendantes, aux espoirs et à la réalisation des rêves, te connaître est pur bonheur, merci !

À Ghislaine et Benoît, à votre accueil, à votre accompagnement angélique, à vos bons conseils, merci !

À Vincent, Denis, Guillaume et à toute la famille du câble, aux jeux avec les déséquilibres, merci à vous!

À Emma, à ta présence et à ta prestance, à ce qui est entré dans ma vie avec ta rencontre, merci!

À Maud et Estelle, à votre accueil à la Rochelle, à la colocation du bonheur, à votre bonne humeur et votre légèreté, merci de m'avoir choisie sans discrimination genrée.

À Margaux et Guigui, à votre énergie dépotante, à votre envie de vivre trépidante, merci !

À Marine et Antonin, à votre écoute, à votre amitié, à vos beaux projets, à l'espace rempli d'amour et de bienveillance que vous nous avez partagé pour achever mon travail, mille mercis !

À Ben, à notre drôle de chemin commun, à notre amour inconditionnel, à nos fous rires, à ta patience, à ton intégrité, merci de partager ma vie désormais.

TABLE DES MATIÈRES

I. L'élevage de la cistude d'Europe, revue bibliographique.....	9
A. Présentation de la cistude d'Europe.....	9
1. Systématique.....	9
2. Morphologie.....	10
3. Biologie.....	11
a. Alimentation.....	11
b. Développement des juvéniles.....	12
c. Hivernation.....	13
d. Mue.....	13
B. Environnement.....	14
1. Milieux de vie en conditions naturelles.....	14
2. Répartition géographique.....	14
C. Conservation.....	16
1. Menaces.....	16
2. Statut légal.....	18
3. Mesures de conservation.....	19
a. Les différentes mesures de conservation.....	19
b. La conservation ex-situ.....	19
II. Revue bibliographique de la pathologie des juvéniles.....	23
A. Outils diagnostiques.....	23
1. Examen clinique.....	23
2. Analyses complémentaires.....	23
B. Présentation de maladies des cistudes juvéniles.....	24
1. Pathologie de la carapace et du système cutané.....	24
a. Pathologie non infectieuse.....	24
b. Pathologie infectieuse.....	25
c. Nodules et masses cutanées.....	25
2. Pathologie de l'appareil respiratoire.....	26
3. Pathologie de l'appareil digestif.....	26
4. Pathologie métabolique.....	27
a. Ostéodystrophie fibreuse métabolique.....	27
b. Autres maladies métaboliques.....	28
5. Pathologie du système génito-urinaire.....	28
6. Pathologie du système nerveux.....	28
7. Autres.....	28
a. Conjonctivite.....	28
b. Septicémie.....	28
c. Malformations congénitales.....	28
d. Accidents.....	29

III. Enquête auprès des élevages.....	31
A. Objectifs de l'étude.....	31
B. Matériel et méthodes.....	31
1. Population source et population cible.....	31
2. Critères d'inclusion et de non inclusion des individus.....	31
3. Mise au point du questionnaire.....	31
4. Recueil des données.....	32
5. Biais éventuels.....	32
6. Analyse statistique.....	32
a. Étude descriptive.....	32
b. Association entre une exposition d'intérêt et le statut « malade » de l'élevage.....	33
C. Résultats.....	34
1. Caractéristiques épidémiologiques de l'échantillon étudié.....	34
a. Aspect conservatoire.....	38
b. Ancienneté et dimension des élevages.....	39
c. Morbidité.....	39
d. Mortalité.....	43
e. Hivernation.....	44
f. Gestion zootechnique.....	44
g. Ressenti des éleveurs.....	47
2. Analyse des résultats.....	50
a. Ancienneté des élevages.....	50
b. Dimension des élevages.....	51
c. Élevage en extérieur ou en intérieur.....	51
d. Contrôle de la température en élevage en intérieur.....	52
e. Hivernation.....	53
f. Géniteurs utilisés.....	54
D. Discussion.....	55
1. Résultats.....	55
a. Aspect conservatoire.....	55
b. Ancienneté et dimension des élevages.....	55
c. Morbidité et mortalité.....	56
d. Hivernation.....	57
e. Gestion zootechnique.....	57
f. Ressenti des éleveurs.....	57
2. Limites.....	57
a. Liées à l'échantillon.....	57
b. Liées à la conception du questionnaire.....	58

INDEX DES TABLEAUX

Tableau 1: quelques caractéristiques morphologiques et physiologiques des cistudes d'Europe (<i>Emys orbicularis</i>).....	11
Tableau 2 : statut d' <i>E.o.</i> dans le monde sur l'échelle de l'UICN.....	18
Tableau 3 : taux de survie annuel des cistudes d'Europe juvéniles dans des élevages européens.....	20
Tableau 4 : caractéristiques épidémiologiques de l'échantillon étudié.....	34
Tableau 5 : caractéristiques épidémiologiques spécifiques aux élevages en intérieur.....	37
Tableau 6 : caractéristiques épidémiologiques spécifiques aux élevages en extérieur.....	38
Tableau 7 : symptômes et maladies des cistudes juvéniles observés dans les élevages de l'échantillon	40
Tableau 8 : symptômes et maladies des cistudes juvéniles liés à de la mortalité dans les élevages de l'échantillon.....	43
Tableau 9 : facteurs de risque liés à de la mortalité selon le ressenti des éleveurs de l'échantillon...	47
Tableau 10 : statut « malade » / « sain » des élevages de l'échantillon selon leur ancienneté.....	50
Tableau 11 : statut « malade » / « sain » des élevages de l'échantillon selon leur taille.....	51
Tableau 12 : statut « malade » / « sain » des élevages de l'échantillon en extérieur et en intérieur...	51
Tableau 13 : statut « malade » / « sain » des élevages de l'échantillon selon le contrôle de la température de l'air.....	52
Tableau 14 : statut « malade » / « sain » des élevages de l'échantillon selon le contrôle de la température de l'eau.....	53
Tableau 15 : statut « malade » / « sain » des élevages de l'échantillon selon la pratique ou non de l'hivernation.....	53
Tableau 16 : statut « malade » / « sain » des élevages de l'échantillon selon les géniteurs utilisés...	54

INDEX DES ILLUSTRATIONS

Illustration 1 : groupe d' <i>E.o. orbicularis</i> adultes et juvéniles.....	10
Illustration 2 : taux de survie annuel des cistudes juvéniles en fonction de l'âge réel en milieu naturel.....	12
Illustration 3 : distribution d' <i>E.o.</i> sur le continent européen.....	14
Illustration 4 : répartition des différentes sous-espèces d' <i>E.o.</i> sur le continent européen et en Afrique du Nord.....	15
Illustration 5 : radiographie sans anomalie de trois cistudes juvéniles.....	24
Illustration 6 : jeune cistude à queue déformée.....	29
Illustration 7: ensemble des symptômes et maladies des cistudes juvéniles cités par les élevages de l'échantillon.....	41
Illustration 8 : symptômes et maladies des cistudes juvéniles cités comme étant les plus fréquents dans les élevages de l'échantillon.....	41
Illustration 9 : symptômes et maladies des cistudes juvéniles cités en deuxième dans les élevages de l'échantillon.....	42
Illustration 10 : symptômes et maladies des cistudes juvéniles cités en troisième dans les élevages de l'échantillon.....	42
Illustration 11 : ensemble des symptômes et maladies des cistudes juvéniles cités comme cause de mortalité dans les élevages de l'échantillon.....	44
Illustration 12: ensemble des facteurs de risque de la mortalité des cistudes juvéniles cités dans les élevages de l'échantillon.....	48
Illustration 13 : facteurs de risque de la mortalité des cistudes juvéniles cités en premier par les élevages de l'échantillon.....	48
Illustration 14 : facteurs de risque de la mortalité des cistudes juvéniles cités en deuxième dans les élevages de l'échantillon.....	49
Illustration 15 : facteurs de risque de la mortalité des cistudes juvéniles cités en troisième dans les élevages de l'échantillon.....	49
Illustration 16 : statut « malade » / « sain » des élevages de l'échantillon selon leur ancienneté.....	50
Illustration 17 : statut « malade » / « sain » des élevages de l'échantillon selon leur taille.....	51
Illustration 18 : statut « malade » / « sain » des élevages de l'échantillon en extérieur et en intérieur	52
Illustration 19 : statut « malade » / « sain » des élevages de l'échantillon selon le contrôle de la température de l'air.....	52
Illustration 20 : statut « malade » / « sain » des élevages de l'échantillon selon le contrôle de la température de l'eau.....	53
Illustration 21 : statut « malade » / « sains » des élevages de l'échantillon selon l'hivernation.....	54
Illustration 22 : statut « malade » / « sain » des élevages de l'échantillon selon les géniteurs utilisés	55

LISTE DES ABRÉVIATIONS

CITES : Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction).

CMR : Capture-Marquage-Relâché

CMV : Complément Minéral et Vitaminée

Dr. : Docteur

E.o. : *Emys orbicularis*

FEDER : Fonds Européen de Développement Régional

FEADER : Fonds Européen Agricoles pour le Développement Rural

g : gramme

GBIF : Global Biodiversity Information Facility (Système Mondial d'Information sur la Biodiversité)

IQR : InterQuartile Range (écart interquartile)

LIFE : L'Instrument Financier pour l'Environnement (fonds de l'Union européenne pour le financement de sa politique environnementale)

max : maximum

min : minimum

P : Phosphore

PO : *Per Os* (par voie orale)

PCB : PolyChloroBiphényles

PNA : Plan National d'Action

RNS : Runny Nose Syndrom (Syndrome d'écoulements nasaux)

SCUD : Septicemic Cutaneous Ulcerative Disease (Syndrome ulcératif de la carapace)

SEH : Societas Europaea Herpetologica (Société Herpétologique Européenne)

UI : Unité Internationale

UICN : Union Internationale pour la Conservation de la Nature (et des ressources naturelles)

UV : Ultra-Violet

URTD : Upper Respiratory Tract Disease (Maladie des voies respiratoires supérieures)

LEXIQUE

Anapside : absence de fosse temporale.

Cryptodire : les tortues Cryptodires rentrent complètement leur tête sous la carapace en la gardant droite (par opposition aux tortues Pleurodires, qui rentrent la tête sous leur carapace en la repliant sur le côté).

Dossière : partie dorsale de la carapace.

Palustre : « qui vit et croît dans les marais ; qui se rapporte aux marais » (LAROUSSE, 2016).

Plastron : partie ventrale de la carapace.

INTRODUCTION

La cistude d'Europe, *Emys orbicularis* (Linné, 1758) est une tortue palustre européenne menacée et protégée au niveau mondial, européen et national. La conservation *ex-situ* est une des mesures de sauvegarde de cette espèce. Elle consiste à élever des juvéniles en captivité en vue de les relâcher en milieu naturel lorsqu'elles ont atteint une taille et un âge de moindre vulnérabilité. Dans ce travail, nous avons défini comme juvéniles les cistudes de moins de cinq ans, âge au delà duquel mâles et femelles peuvent avoir atteint leur maturité sexuelle. Nous avons utilisé l'abréviation *E.o.* pour *Emys orbicularis*.

En Aquitaine, le Zoodyssée de Chizé est un parc animalier pratiquant l'élevage des cistudes depuis 1996. Des taux de mortalité anormalement élevés, liés à des agents pathogènes opportunistes, y sont enregistrés certaines années. Il est possible que les autres élevages soient confrontés à des taux de mortalité similaires (Dr ALBARET, communication personnelle). Or, ces tortues sont élevées dans un but conservatoire nécessitant la survie du plus grand nombre possible d'individus destinés à être relâchés. Comprendre les causes de mortalité des cistudes juvéniles en élevage pourrait permettre d'optimiser les conditions de cette conservation.

Afin d'estimer la mortalité des populations de cistudes juvéniles en élevage et d'en éclaircir les possibles causes, nous avons mené une enquête auprès d'élevages européens d'*E.o.*. Nous souhaitons répondre aux questions suivantes:

- Quelles sont les maladies des cistudes juvéniles en élevage ?
- Quels sont les taux de morbidité et de mortalité des cistudes juvéniles en élevage ?
- Quels sont les facteurs de risque associés ?

Ce travail a nécessité la création d'un annuaire des éleveurs de cistudes (annexe 1).

Nous présentons dans une première partie une revue bibliographique sur l'écologie et la biologie de la cistude d'Europe, puis une seconde revue bibliographique sur la pathologie des cistudes d'Europe juvéniles. Enfin, dans une troisième partie, nous exposons et examinons l'enquête réalisée entre octobre 2016 et janvier 2017 auprès d'éleveurs européens d'*E.o.*.

I. L'élevage de la cistude d'Europe, revue bibliographique

A. Présentation de la cistude d'Europe

1. Systématique

D'après FERRI (2000) et l'IUCN (2016), la cistude d'Europe est classée dans :

- phylum : Chordé (*Chordata*),
- classe : Reptile (*Reptilia*),
- sous-classe : Anapside (*Anapsida*),
- ordre : Testudines / Chélonien / Tortue,
- sous-ordre : Cryptodire (*Cryptodira*),
- famille : Emydidé (*Emydidae*),
- sous-famille : Emydinés (*Emydinae*),
- genre : *Emys*,
- espèce : *Emys orbicularis*.

A l'heure actuelle, 14 sous-espèces ont été recensées (le nom du découvreur et l'année de la découverte sont notés entre parenthèses) :

- *E.o. orbicularis* (Linnaeus, 1758),
- *E.o. capolongoi* (Fritz, 1995),
- *E.o. colchica* (Fritz, 1994),
- *E.o. eiselti* (Fritz, 1998),
- *E.o. fritzjuergenobsti* (Fritz, 1993),
- *E.o. galloitalica* (Fritz, 1995),
- *E.o. hellenica* (Valenciennes, 1832),
- *E.o. hispanica* (Fritz, 1996),
- *E.o. iberica* (Eichwald, 1831),
- *E.o. ingauna* (Jesu, 2004),
- *E.o. lanzai* (Fritz, 1995),
- *E.o. luteofusca* (Fritz, 1989),
- *E.o. occidentalis* (Fritz, 1993),
- *E.o. persica* (Eichwald, 1831).

Une hybridation est possible entre des individus de sous-espèces différentes. La connaissance des sous-espèces est intéressante dans le cadre d'un programme de réintroduction, afin d'éviter la pollution génétique des populations déjà présentes sur le site de relâché. La répartition géographique des différentes sous-espèces est présentée en partie I.B.2.

2. Morphologie

Sources : (DESCHAMPS, 1990 ; FALK, 2001 ; FRITZ, 2003 ; BEAUVAIS, 2012)

Selon la sous-espèce à laquelle elle appartient, la couleur de la cistude d'Europe varie du vert olive au noir, en passant par du marron foncé. Elle est tachetée de points et de traits jaunes sur sa peau et sa carapace (d'où le nom d' « *orbicularis* »). La couleur des yeux varie entre orange, jaune, rouge et marron. Nous pouvons voir un groupe d'*E.o. orbicularis* adulte et juvéniles sur l'illustration 1.

Illustration 1 : groupe d'*E.o. orbicularis* adultes et juvéniles



Photo : RIEDMANN J.

À l'éclosion, elle mesure en moyenne 2 centimètres de longueur et pèse 4 grammes. À l'âge adulte, elle mesure entre 12 et 20 centimètres pour un poids variant de 500 à 900 grammes. On note des variations morphologiques chez les sous-espèces en fonction de leur répartition géographique : « *les individus méridionaux ont souvent les dimensions les plus importantes* » (DESCHAMPS, 1990).

Comme le montrent les données du tableau 1, la cistude d'Europe adulte présente un dimorphisme sexuel : les femelles sont en moyenne plus grandes et plus lourdes que les mâles, elles ont un plastron plat alors que celui des mâles est concave, leur queue est plus fine et plus effilée, elles atteignent leur maturité sexuelle plus tardivement (données variables selon les différents auteurs).

Tableau 1: quelques caractéristiques morphologiques et physiologiques des cistudes d'Europe
(*Emys orbicularis*)

Individu	Dossier (cm)	Plastron (cm, mesure linéaire)	Masse (g)	Couleur des yeux	Queue	Maturité sexuelle ¹
Adulte mâle	12-16	10-14 concave	500-600	orange-rouge, jaune, marron	renflement pénien entre le plastron et le cloaque	10-12 ans ; 4-5 ans
Adulte femelle	14-20	12-17 plat	700-900	jaune	fine et effilée, absence de zone pénienne	12-15 ans ; 5-6 ans

Sources : (FRITZ, 2003, ROGNER, 2009, WOLFF, 2015)

3. Biologie

E.o. est une espèce longévive ; son espérance de vie est estimée à « 60 à 120 ans selon les différents auteurs » (ROGNER, 2009). Cette grande variabilité entre les auteurs peut s'expliquer par la difficulté d'estimer l'âge d'une tortue sauvage.

a. Alimentation

L'alimentation des cistudes évolue dans le temps :

- les juvéniles sont strictement carnivores à la naissance, avec une prise alimentaire quotidienne ;
- les adultes sont omnivores avec une prédominance carnivore, une prise alimentaire tous les deux à trois jours et une capacité de jeûne d'une à deux semaines. La cistude « *pourrait préférer une alimentation moins énergétique, comme les plantes, pendant la période post-reproduction, quand les besoins énergétiques sont moins intenses* » (FICETOLA et DE BERNARDI, 2006).

OTTONELLO *et al.* (2005) ont étudié le régime alimentaire d'un échantillon de cistudes en Camargue² et ont trouvé des restes de plantes dans 25 % des fèces des juvéniles, ce qui indique qu'à partir de deux à trois ans les juvéniles peuvent aussi intégrer des plantes dans leur régime alimentaire.

Les cistudes d'Europe « *s'alimentent quasiment exclusivement dans l'eau où elles peuvent mieux ingérer la nourriture* » (ROGNER, 2009). NATCHEV *et al.* (2015) ont étudié le comportement alimentaire d'*E.o.* et concluent que les adultes peuvent ingérer la nourriture en dehors de l'eau, tandis que les juvéniles, s'ils peuvent attraper leur nourriture en dehors de l'eau, doivent ensuite la transporter ensuite dans l'eau pour l'avalier. En captivité il est recommandé de ne « *donner que la quantité pouvant être mangée en une demi heure et d'ôter les restes de nourriture de l'eau* » (ROGNER, 2009).

Dans la nature, la cistude se nourrit de « *vers divers, mollusques (escargots aquatiques), crustacés*

¹ L'âge de la maturité sexuelle varie selon les auteurs : selon FRITZ (2003) les cistudes atteignent leur maturité sexuelle autour de 10 ans, alors que selon WOLFF (2015) elles l'atteignent autour de l'âge de 5 ans.

² Étude sur 31 individus, dont vingt-et-une femelles, six mâles et quatre juvéniles de 74,4 mm de longueur de carapace en moyenne, ce qui correspond à des juvéniles âgés de deux à trois ans selon le tableau 2.

(gammare, écrevisses, etc), insectes, larves d'insectes et arachnoïdes, poissons et amphibiens et leurs larves et carrions, en supplément : plantes aquatiques [...] et plantes terrestres» (ROGNER, 2009).

En captivité, l'apport protéique peut consister en de la viande complétementée avec un CMV (ZVT-Korvimin®, Vitakalk®, Calcamineral®, Reptisan-G®, etc) pour équilibrer le rapport Calcium/Phosphore qui doit être compris entre 1,5 et 2,1 (avec une augmentation du calcium pour une femelle gestante). Le poulet cru est à éviter car il peut être contaminé par des salmonelles. Certains poissons riches en graisse sont à donner avec modération, car ils représentent un facteur de risque de lipidose hépatique. Certains poissons contiennent de la thiaminase, une enzyme qui limite l'absorption de la vitamine B1 ou thiamine (ROGNER, 2009).

Le « pudding » tortue est un mélange complet utilisé par certains élevages pour des raisons pratiques. Sa composition est présentée en annexe 2.

b. Développement des juvéniles

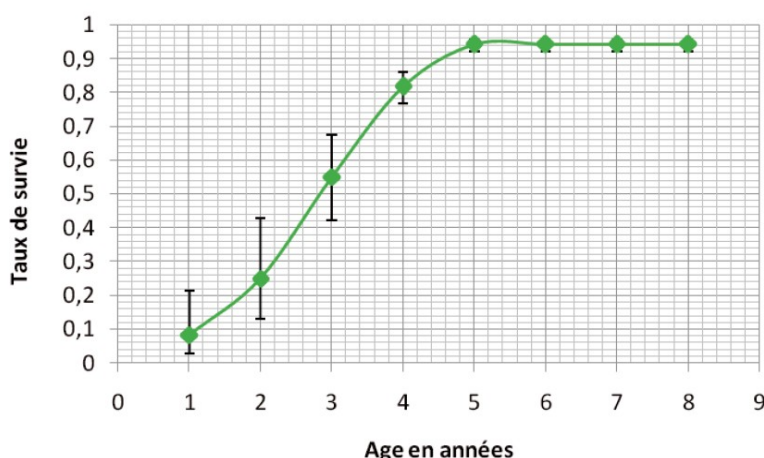
« La carapace des juvéniles après l'éclosion est molle et durant leurs premiers mois, il n'y a pas de connexion mobile entre la carapace et le plastron » (FRITZ, 2003). En grandissant, la couleur de la carapace, variant entre marron et gris-marron selon les espèces, s'assombrit. Leur queue est longue.

La croissance des juvéniles est discontinue, avec une croissance rapide au printemps et en été, mais qui s'avère nulle en automne et en hiver, une « croissance très importante les années chaudes mais faible les années fraîches ». Un élevage en Lituanie, a obtenu des tortues de 6 mois présentant une taille comparable à celle d'une tortue sauvage de 3 ans (MEESKE *et al.*, 2000). FRITZ (2003) a mesuré la croissance de groupes de cistudes juvéniles de la naissance à dix ans, ses résultats sont présentés en annexe 3.

En captivité, WOLFF (2015) montre que la croissance des juvéniles varie en fonction du nombre d'animaux du groupe (tableau en annexe 4) : elle est d'autant moins importante que le nombre d'animaux au sein du groupe est élevé.

Comme on peut le voir sur le graphique de l'illustration 2, les juvéniles sont particulièrement vulnérables à l'éclosion, avec un taux de survie inférieur à 10 % pour les individus âgés de moins d'un an. Le taux de survie augmente avec l'âge pour se stabiliser à partir de la cinquième année (CEN-Savoie, 2014). Ce graphique montre l'intérêt dans un programme de conservation d'élever les juvéniles en captivité pour les relâcher dans la nature après l'âge de cinq ans, une fois que le taux de survie annuel a atteint un plateau supérieur à 90 %.

Illustration 2 : taux de survie annuel des cistudes juvéniles en fonction de l'âge réel en milieu naturel



Source : (CEN-Savoie, 2014)

c. Hivernation

En milieu naturel, la cistude d'Europe hiverne de mi-octobre à mi-mars, en immersion, en pratiquant une respiration cutanée, ou en remontant respirer à la surface. Durant l'hivernation, les fréquences respiratoire et cardiaque des cistudes diminuent ; la prise alimentaire et les déplacements sont minimales (BIOT, 2017). WOLFF (2004) recommande de ne pas briser la glace sous laquelle hivernent les cistudes.

HAVAS *et al.* (2015) ont étudié l'hivernation d'*E.o.* en milieu naturel, leurs conclusions sont:

« 1) les tortues ne commencent pas à hiverner avant la gelée de la surface de l'eau ; 2) durant l'hivernation restent proches de la surface de glace avec des températures autour de 1°C ; 3) aucune tortue ne s'est enfouie au fond de l'étang ; 4) si la glace fond, les tortues stoppent l'hivernation et recommencent à respirer à l'air libre et 5) si l'eau ne gèle pas du tout pendant l'hiver, les tortues n'hivernent pas, elles bougent, observent leur environnement et en cas de perturbation, s'échappent en eau plus profonde. »

L'hivernation artificielle se fait entre 2 et 9°C pour les tortues en général (BSAVA, 2002), plus précisément entre 3 et 6°C pour les cistudes (WOLFF, 2015), dans un bac d'eau placé au réfrigérateur à la température et à l'hygrométrie contrôlées, aéré quotidiennement ou en cave à vin (LEULIET, 2012).

Les animaux doivent manger et uriner au maximum une semaine après la sortie de l'hivernation (BSAVA, 2002).

d. Mue

La mue des tortues se fait régulièrement ; elle est plus discrète que celle des autres reptiles, on peut observer des desquamations et une *« perte régulière de la partie superficielle des écailles cornées »* (MILLEFANTI et AVANZI, 2011).

B. Environnement

1. Milieux de vie en conditions naturelles

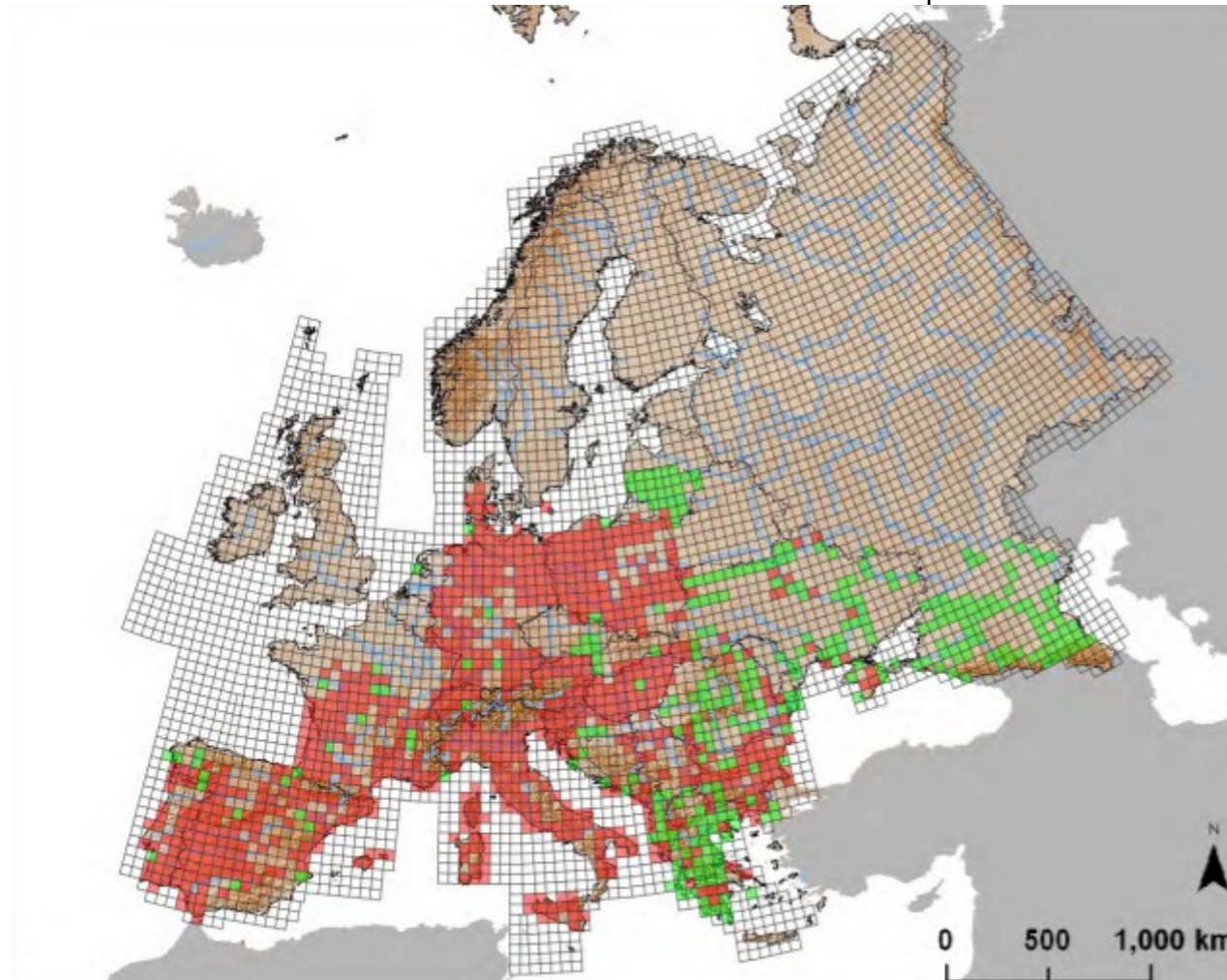
E.o. fait partie des 180 espèces de tortues dulçaquicoles ou palustres. Elle est aussi appelée tortue boueuse ou bourbeuse (FALK, 2001) et vit « *dans les bras morts des rivières, les étangs, les marais, les lagons côtiers saumâtres et les bassins artificiels* » (FERRI, 2000).

FICETOLA et DE BERNARDI (2006) la classent parmi les tortues semi-aquatiques puisque ses déplacements terrestres peuvent occasionnellement l'éloigner des points d'eau de 1000 à 4000 mètres.

2. Répartition géographique

SILLERO *et al.* (2014) présentent une carte actualisée de la répartition d'*E.o.* en Europe (illustration 3), qui montre qu'on retrouve cette tortue du sud de l'Espagne au Danemark, d'Europe centrale aux rives occidentale et septentrionale de la Mer Noire.

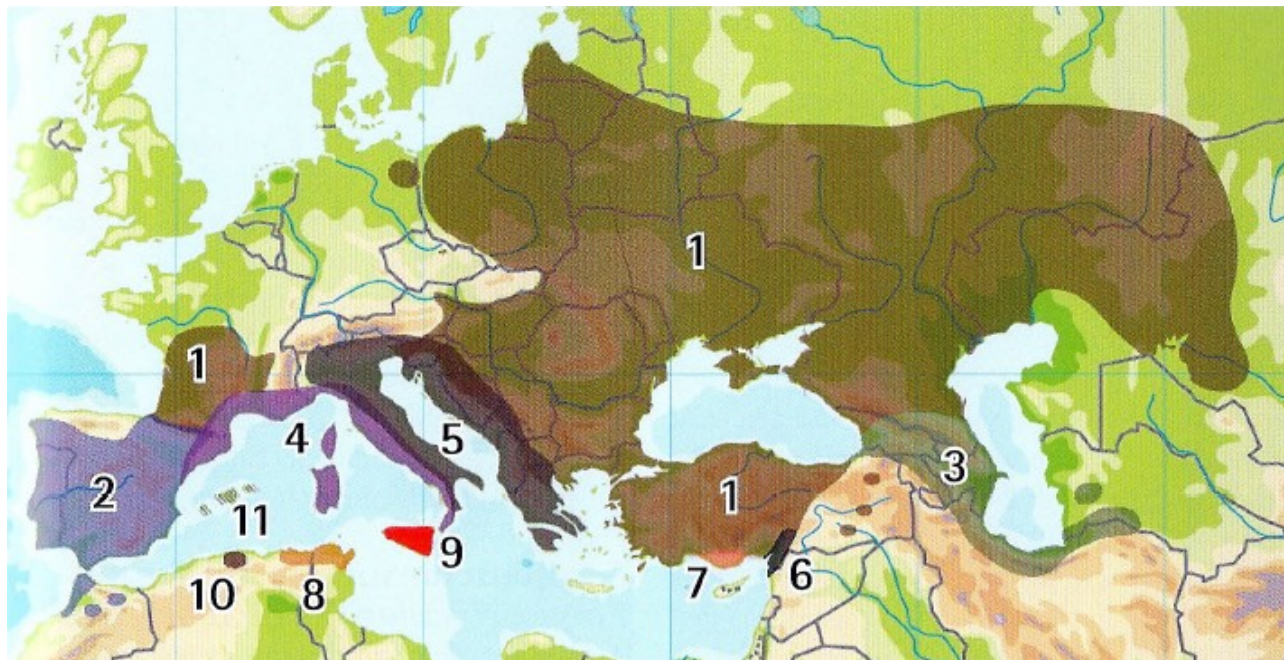
Illustration 3 : distribution d'*E.o.* sur le continent européen



Légende : selon base de données utilisée pour créer la carte ; rouge : base de données par pays ; vert : base de données SEH/GBIF ; Source : (SILLERO *et al.*, 2014)

Elle est également présente en Afrique du Nord et en Turquie, comme en témoigne la carte de l'illustration 4 (WOLFF, 2015). Cette carte présente une répartition non exhaustive des différentes sous-espèces de cistude. *E.o. orbicularis* est la sous-espèce ayant la répartition la plus large. Bien que cela n'apparaisse pas sur cette carte, elle est aussi présente en Allemagne et en Suisse. Un tableau en annexe 5 vient compléter les données manquantes de l'illustration 4, en précisant les sous-espèces et leur situation par pays.

Illustration 4 : répartition des différentes sous-espèces d'*E.o.* sur le continent européen et en Afrique du Nord



Légende : 1 : *E.o. orbicularis* ; 2 : *E.o. occidentalis* ; 3 : *E.o. persica* ; 4 : *E.o. galloitalica* ; 5 : *E.o. hellenica* ; 6 : *E.o. eiselti* ; 7 : *E.o. occidentalis*, *E.o. hispanica* et *E.o. fritzjuergenobsti* ; 8 : *E.o. galloitalica*, *E.o. lanzai* et *E.o. capolongoi* ; 9 : *E.o.* sous-espèce « algier » (qui est peut être la même que la sous-espèce *E.o. occidentalis*) ; 11 : populations mélangées

Source : (ROGNER, 2009)

« Sur beaucoup de ses aires de répartition géographique, *E.o.* est la seule tortue dulçaquicole native. [...] Au Sud de l'Espagne, en France et en Afrique du Nord, on trouve également l'*Emyde lépreuse* *Mauremys leprosa* (Schweigger, 1812) [...] en Europe du Sud-Ouest, en Turquie, *Mauremys caspica* (Gmelin, 1774) et *Mauremys rivulata* (Valenciennes, 1833). » (WOLFF, 2015).

C. Conservation

La cistude d'Europe est l'un des « *reptiles européens qui a connu la plus forte régression de ses effectifs depuis une vingtaine d'année* » (Réserve zoologique de la Haute Touche, 2016). Elle est actuellement l'un des « *reptiles les plus menacés de Galice* » (CORDERO-RIVERA et AYRES FERNANDEZ, 2004). Dans une première partie nous présentons les facteurs menaçant la survie de la cistude ; dans une seconde partie, son statut légal à différentes échelles (internationale et nationale) ; enfin dans une troisième partie, les différentes mesures de conservation mises en œuvre et plus particulièrement la conservation *ex-situ*.

1. Menaces

Par le passé, les « *prélèvements [...] préhistoriques et protohistoriques (rites funéraires et consommation) puis historiques (élevages, transferts, commerce, consommation, vente aux pharmacies au XIXe siècle)* » ont contribué à la diminution des effectifs des populations de cistudes (DESCHAMPS, 1990) ainsi que certaines techniques de pêche comme l'« *emploi de pièges à poissons [...] en zones méridionales (France, Espagne, Portugal) [...] extrêmement répandus au XIXe siècle* » (CEN-L-R, 2006).

Actuellement, la cistude souffre surtout de la fragmentation et de la disparition de son milieu de vie naturel, et en conséquence d'une fragmentation de ses populations : « *en un siècle, l'homme a asséché la moitié des zones humides de la planète [...] ces trente dernières années, la moitié des zones humides françaises a disparu* » (WWF-France). Les causes de disparition des zones humides sont multiples: « *endiguement, comblement, urbanisation [...] gestion inadaptée* » (CEN-L-R, 2006), ou encore réseaux routiers (ALEKSIĆ-KOVAČEVIĆ *et al.*, 2013). Les incendies et les crues détruisant l'habitat naturel des cistudes contribuent dans une moindre mesure à la diminution des populations (DEVAUX, 2000).

« *Les invasions biologiques sont considérées aujourd'hui comme la deuxième cause d'érosion de la biodiversité après la destruction des habitats* » (VERNEAU *et al.*, 2011). La cistude d'Europe est en compétition avec les tortues de Floride, notamment *Trachemys scripta elegans* pour les ressources alimentaires et les sites d'insolation et de ponte. VERNEAU *et al.* (2011) observent des transmissions parasitaires entre les deux espèces. Dans sa thèse, KUGLER (2013) détaille la compétition existant entre ces deux espèces. La perche noire (*Micropterus salmoides*), introduite d'Amérique du Nord pour la pêche, est un prédateur de la cistude d'Europe (CORDERO-RIVERA et AYRES FERNANDEZ, 2004).

La pollution de son biotope constitue un autre problème majeur pour la cistude. Les polluants sont nombreux et divers : charbon, métaux lourds, hydrocarbures, PCB et autres intrants agricoles, etc. Des études de leurs effets ont été réalisées sur des tortues d'eau douce et parfois sur des populations de cistude d'Europe. Il est possible que les conclusions des études concernant les autres espèces dulçaquicoles soient extrapolables à la cistude d'Europe, puisqu'elles partagent le même environnement :

- MATSON *et al.* (2005) prouvent une génotoxicité des hydrocarbures sur *E.o* et *Mauremys caspica* ;
- NAGLE *et al.* (2001) comparent des œufs de *Trachemys scripta* collectés sur des sites pollués au charbon avec des œufs collectés sur des sites non pollués, et observent une corrélation positive entre l'incubation dans un sol pollué et un taux de survie des embryons

réduit, une forte accumulation tissulaire d'arsenic, de cadmium, de chrome et de sélénium chez les femelles des sites contaminés et un transfert maternel de sélénium. Les juvéniles des sites pollués ont une plus faible consommation de dioxygène ;

- BISHOP *et al.* (2010) observent des différences significatives dans l'accumulation de plomb chez différentes espèces d'Émîdîdés, sans corrélation établie entre les taux de plomb et certaines maladies de la carapace ; SMITH *et al.* (2016) analysent la concentration tissulaire en métaux lourds (cadmium, chrome, cuivre, acier, plomb, magnésium, manganèse et zinc) chez des tortues *Chrysemys picta* et *Chelydra serpentina* du lac Michigan (États-Unis d'Amérique), sur des prélèvements de muscle, foie, carapace et griffes, et trouvent des quantités mesurables de ces métaux ; YU *et al.* (2011) trouvent de faibles taux tissulaires de métaux lourds (cadmium, chrome, cuivre, plomb et mercure) chez *Trachemys scripta elegans* au Kentucky (États-Unis d'Amérique), une corrélation positive entre les taux de cuivre maternels et de leurs œufs, et une corrélation entre les taux de métaux lourds et les paramètres hématologiques et immunologiques. Les taux sanguins de mercure sont corrélés négativement à la prolifération lymphocytaire (ZIMMERMAN *et al.*, 2010) ;
- dans une autre étude, YU *et al.* (2012) établissent une corrélation négative entre le nombre total de globules blancs et le nombre de granulocytes hétérophiles d'une part, avec les taux de PCB d'autre part chez *Trachemys scripta elegans* au Kentucky ; KELLER *et al.* (2006) observent une corrélation positive entre la concentration sanguine en PCB et la prolifération des lymphocytes ; leurs recherches suggèrent la possibilité d'une immunomodulation chez des tortues marines sauvages de l'espèce *Caretta caretta* exposées aux PCB.

Les prédateurs naturels de la cistude sont nombreux : LANSZKI *et al.* (2006) rapportent des prédateurs par la loutre d'Europe (*Lutra lutra*) en période hivernale, FRITZ (2003) par des rats laveurs (*Procyon lotor*, Linnaeus, 1758). VIDARD et PERROT (2016) expliquent qu'« *au moment où les œufs sont pondus [...] le renard, le blaireau, les sangliers font leurs courses. [...] Une ponte sur dix échappe à cette première phase de prédation* ». De par leur petite taille et la mollesse de leur carapace, les juvéniles sont particulièrement vulnérables à ces prédateurs. Les cistudes et leurs œufs peuvent aussi être piétinés par les bovins sur les sites de pâturage.

Enfin, des maladresses dans les actions de conservation peuvent constituer une menace pour la génétique des populations de cistudes : FRITZ et CHIARI (2013) relatent des cas où dans le but de renforcer la population de cistudes locales, ont été relâchés des individus de sous-espèces différentes, provoquant une pollution génétique de l'espèce autochtone ; « *une menace spécifique [en Allemagne] était le relâché d'E.o allochtone* ». RAEMY *et al.* (2016) ont noté une hybridation entre groupes génétiques distincts. VELO-ANTON (2013) insiste sur l'importance de l'analyse génétique des populations dans le cadre de programmes d'élevage et de réintroduction. Les conséquences concrètes de ces hybridations sur la survie des populations n'ont pas encore été étudiées.

En résumé, les principales menaces exercées sur les populations de cistudes d'Europe sont la fragmentation voire la destruction de son habitat naturel, la pollution de ce même environnement et la prédation et/ou la compétition induite par des espèces autochtones et allochtones. Dans une moindre mesure, la pollution génétique générée par des actions de conservation inadéquates peut constituer un autre facteur de stress sur les populations.

Néanmoins, des mesures multi-échelles ont été mises en œuvre pour répondre à ces différentes problématiques et protéger la cistude d'Europe. Nous détaillons certaines de ces mesures dans les parties I.C.2 et I.C.3.

2. Statut légal

Au niveau mondial, la cistude est classée comme animal à faible risque/quasi menacée sur la liste rouge de l'UICN, selon une évaluation datant de 1996.

Tableau 2 : statut d'*E.o.* dans le monde sur l'échelle de l'UICN

non évaluée	manque de données	moins concernée	QUASI MENACÉE	vulnérable	menacée	menace critique	extinction à l'état sauvage	éteinte
-------------	-------------------	-----------------	---------------	------------	---------	-----------------	-----------------------------	---------

Source : (IUCN, 2016)

Elle n'est pas inscrite sur la convention de Washington (CITES, 2016).

En Europe elle est inscrite en annexe II de la convention de Berne (ou traité n°104 du 19/09/1979), convention relative à la conservation de la vie sauvage et des milieux naturels de l'Europe (CONSEIL DE L'EUROPE, 2017). Sa présence sur un territoire peut justifier la création d'un site « NATURA 2000 » car elle est inscrite en annexe II de la Directive Européenne « Habitats, Faune, Flore » (92/43/CEE) » (CEN-L-R, 2006). Le site « NATURA 2000 » une fois créé permet aux acteurs de se concerter, de mettre en place un plan d'action pour préserver la ou les espèces d'intérêt, et de financer des actions par des fonds européens (FEDER, FEADER, programmes LIFE¹). La désignation du site peut également imposer aux porteurs de projets, qui souhaitent réaliser des activités économiques sur le site, de réaliser des évaluations des incidences environnementales de leurs projets, sur l'habitat de la cistude en l'occurrence. Ils devront alors démontrer par une étude *ad hoc* que leur projet n'a pas d'impact sur l'espèce, ou qu'ils ont prévu de mettre en place des mesures d'évitement, de réduction ou de compensation² de ces impacts.

Le statut de la cistude d'Europe sur les listes rouges nationales diffère d'un pays à l'autre :

- « moins concernée » en Espagne, en Croatie ;
- « quasi menacée » en Albanie ;
- « menacée » au Portugal ;
- « menace critique » en Allemagne, en Autriche, en Ukraine.

Les pays protégeant la cistude d'Europe et son habitat par arrêté ministériel sont : l'Allemagne, la Bulgarie, la Croatie, la France, la Hongrie, la Lettonie, la Pologne (mesures jugées insuffisantes), la Serbie, la Suisse, la Slovénie, la Turquie (sans mise en pratique).

Les données légales et les mesures de protection par pays sont présentées en détail en annexe 6.

¹ Programmes de financement européen pour restaurer la biodiversité.

² On peut s'interroger sur le réalisme de la notion de « compensation » quand il s'agit de milieux naturels complexes comme les zones humides et d'espèces en voie de disparition.

3. Mesures de conservation

a. Les différentes mesures de conservation

On distingue les mesures de conservation *in-situ*, en milieu naturel, et les mesures de conservation *ex-situ*, en captivité.

Parmi les mesures de conservation *in-situ* de la cistude d'Europe, sont mis en place des programmes de :

- protection de l'habitat, par exemple la création de parcs naturels, de réserves naturelles ou de sites « NATURA 2000 » ;
- protection vis-à-vis des prédateurs des sites de pontes par des grillages, comme dans le Parc national Donau-Auen en Autriche ;
- recherche pour mieux connaître la situation et la biologie de la cistude d'Europe sur le terrain ;
- capture des espèces allochtones préjudiciables à la cistude d'Europe à l'instar de *Trachemys scripta elegans*.

Les mesures de conservation *ex-situ* confèrent une dimension conservatoire complémentaire.

b. La conservation *ex-situ*

Le terme « *ex-situ* » est défini comme « *les conditions sous lesquelles des individus sont restreints spatialement, dans le respect de leurs besoins naturels et de ceux de leur progéniture, sont retirés de plusieurs de leurs processus écologiques naturels et gérés, à certains niveaux par des humains. [...] Le management ex-situ peut se faire dans ou en dehors de l'aire de répartition géographique de l'espèce, dans un environnement contrôlé ou modifié.* » (IUCN/SSC, 2013). En pratique, la conservation *ex-situ* de la cistude d'Europe consiste en la mise en place de programmes de reproduction en captivité avec pour objectif de « *rétablir une population autonome, fertile, stable d'E.o.* » dans son environnement naturel (MONNEY et MEYER, 2008).

Des programmes de conservation *ex-situ* sont actuellement en cours en Europe en Allemagne, en Espagne, en France, en Italie, en Lettonie, au Portugal, en Suisse. En France, le PNA Cistude comporte une action « établissement d'une filière élevage ». Un début de création d'un « réseau cistude » géré par la Ferme aux Crocodiles avait été lancé en 2013, sans résultat concret aujourd'hui (CEN-Savoie, 2014).

Afin d'éviter toute pollution génétique, il convient de s'assurer que les tortues élevées et relâchées sont de la même sous-espèce que la population déjà présente sur le site. Dans la structuration de la filière élevage des cistudes « *le verrou reste aujourd'hui la disponibilité des géniteurs* » (CEN-Savoie, 2014). Certains élevages possèdent leur cheptel de géniteurs, d'autres choisissent de ramasser des œufs dans la nature ou de capturer des femelles gravides, la difficulté étant ensuite de mener l'incubation à terme. Par exemple, NEMBRINI et ZANINI (2008) décrivent la capture de deux femelles gravides, maintenues en captivité jusqu'à leur ponte et dont aucun embryon ne s'est développé.

WOLFF (2015) préconise d'élever les juvéniles en plusieurs petits groupes séparés, afin d'optimiser leur développement. L'élevage peut être pratiqué en extérieur ou en intérieur. L'élevage en extérieur a pour avantage d'offrir des conditions proches des conditions naturelles, et comme inconvénient un plus grand risque de prédation et une surveillance de l'état des individus plus difficile. En intérieur, il est plus aisé de les surveiller, de mettre en place des traitements médicaux et une quarantaine, de contrôler la croissance des jeunes, mais la mise en pratique de cet élevage est plus exigeante.

En extérieur, ROGNER (2009) recommande de disposer d'une ou plusieurs mares exposées au soleil, avec une zone d'ombre de 8-10 m², une zone d'eau peu profonde pouvant se réchauffer en été, et une plus profonde d'un mètre environ permettant d'hiverner, une partie marécageuse avec des plantes aquatiques ainsi qu'un ou plusieurs sites d'insolation. Les pompes et les filtres simulant une rivière sont à proscrire. *« Il n'existe pas de directive précise concernant les enclos d'élevage. [...] Pour favoriser un comportement sauvage et éviter que les tortues ne s'habituent à la présence humaine, les enclos seront éventuellement ceinturés d'une haie d'arbustes denses sans visibilité ou d'une clôture, afin de limiter le contact. Un point de surveillance devra être construit, pour mener à bien certaines observations. Les enclos devront être protégés des prédateurs à l'aide d'un filet de protection aérien (surtout pour les juvéniles) et d'une grille en partie enterrée, empêchant aussi les cistudes de s'échapper. Les pontes seront surveillées »* (CEN-L-R, 2006).

En intérieur, les recommandations sur les dimensions du terrarium sont fonction des dimensions de la plus grande tortue : *« la surface aquatique au moins cinq fois aussi longue que la longueur de la carapace, et de largeur mesurant au moins la moitié de la longueur. [...] Le niveau d'eau doit être au moins deux fois plus haut que la hauteur de la carapace. Pour chaque tortue ajoutée, on augmente les dimensions de 10 %, s'il y a cinq animaux ou plus, de 20 %. La partie terrestre n'est pas incluse dans le calcul de la superficie minimale. [...] pour 2-3 tortues adultes un aquarium de 150x60 cm et d'une hauteur de 50 à 60 cm est nécessaire. Le terrarium est placé loin des portes et fenêtres, dans une pièce non fumeur, calme »* (ROGNER, 2009). Des branches fixes, dépassant de l'eau et des plantes aquatiques flottantes permettant aux animaux de se cacher y sont placées, ainsi qu'une lampe UV, sous laquelle la température doit être de 35-40 °C pour que *« la peau sèche complètement et que les micro-organismes soient tués »*. Une autre source de lumière, proche de la lumière naturelle (tubes fluorescents placés au-dessus du terrarium) sera allumée pendant la durée du jour en fonction des saisons. L'eau doit être renouvelée régulièrement ou éventuellement filtrée, WOLFF (2015) recommande une profondeur d'eau maximale de 8 cm pour prévenir la noyade des juvéniles. Les algues et les restes de nourriture doivent être éliminés.

Il existe peu de données bibliographiques disponibles sur les taux de mortalité des juvéniles en élevage. Ils varient entre 8,3 % et 15 %, comme on peut le voir dans le tableau n°3.

Tableau 3 : taux de survie annuel des cistudes d'Europe juvéniles dans des élevages européens

Élevage	Taux de survie des juvéniles (nombres d'individus élevés)
Université de Cracovie (Pologne)	90,9 % (439 individus)
Réserve naturelle de Borowiec (Pologne)	85 % (non précisé)
2006, Réserve de la Mazière (Aquitaine, France) jeunes cistudes élevées en unités spécialisées pendant 2 ans, réintroduites en 2009	90 % environ (non précisé)
1997 Réserve Kuculishki (Sud de la Lituanie)	91,7 % (24)

Sources : (MITRUS, 2000 ; MEESKE *et al.*, 2000 ; MITRUS, 2005)

Le relâché des juvéniles est pratiqué entre l'âge d'un et cinq ans, avec ou sans passage par un enclos d'acclimatation. MITRUS (2000) conseille de relâcher les juvéniles à un an pour éviter les comportements agressifs des jeunes en captivité. Cependant, comme nous l'avons vu sur l'illustration 2 (p.12), le taux de survie annuel des juvéniles dans la nature atteint un plateau supérieur à 90 % à partir de 5 ans ; il paraît donc intéressant de pratiquer les relâchés à partir de cet âge. La Réserve de la Haute-touche (France) a choisi de relâcher les juvéniles âgés de 4 ans (BEAUVAIS, 2012), Centro Emys (Italie) relâche des individus âgés de 3 à 5 ans (CANESSA *et al.*, 2016).

Les relâchés sont soumis à des contraintes climatiques : *« selon de nombreux spécialistes, les tentatives de réintroduction dans la nature peuvent se faire seulement dans un environnement où au moins 40 jours ensoleillés avec des températures de plus de 25 °C sont garantis en été. [...] Il existe des réintroductions à succès dans des régions ne répondant pas à ce critère météorologique »* (ROGNER, 2009). MITRUS (2008) note un risque de perturbation du sexe-ratio des populations sauvages après relâché. Un autre risque est que les animaux réintroduits soient vecteurs de maladies et de parasites.

II. Revue bibliographique de la pathologie des juvéniles

Nous présentons dans cette partie les outils diagnostiques puis une revue bibliographique non exhaustive des maladies des cistudes juvéniles.

La bibliographie concernant la pathologie d'*E.o.* est relativement pauvre, celle des *E.o.* juvéniles l'est encore plus. Lorsque nous n'avons pu trouver des informations concernant *E.o.*, nous considérons que les affections pathologiques communes aux chéloniens et celles propres aux tortues d'eau douce sont également susceptibles de toucher *E.o.*, tout en étant conscients des limites de cette extrapolation.

A. Outils diagnostiques

Les animaux de la faune sauvage et surtout les reptiles expriment souvent des symptômes de maladie très tardivement et très faiblement, voire pas du tout, fréquemment juste avant le décès de l'animal. Les examens complémentaires sont délicats à réaliser, que ce soit pour des raisons matérielles (outils d'analyses complémentaires dont disposent les élevages) ou physiques (petite taille des tortues juvéniles). Ainsi, établir un diagnostic est délicat.

1. Examen clinique

Une cistude juvénile en bonne santé est alerte, se déplace et nage de manière régulière et rectiligne, ses yeux et ses cavités nasales sont propres, sans écoulement. La peau et la carapace sont intactes, en dehors des desquamations physiologiques liées à la mue. La cavité buccale peut être inspectée ; elle doit être propre et dégagée, avec des muqueuses humides.

Auscultation : selon la littérature, la fréquence cardiaque normale des tortues aquatiques est de 30 battements par minute en éveil, 2 battements par minute en hibernation (DEVAUX, 2000) ; la fréquence respiratoire normale est de 2 à 12 mouvements par minutes (DE MATTEIS, 2004). Cependant, ces paramètres sont fortement liés à la température ambiante et leur interprétation demeure limitée. L'auscultation cardiaque d'une cistude juvénile n'est techniquement pas possible avec un stéthoscope classique.

Une pesée régulière des juvéniles permet de contrôler leur état de santé.

Les principaux symptômes observables sont souvent peu spécifiques, comme de la léthargie, une perte de poids, un arrêt de la croissance en dehors des périodes d'hivernation, de l'anorexie etc. D'autres symptômes permettent d'orienter un peu plus le diagnostic, par exemple des écoulements des yeux ou des narines, des lésions cutanées et/ou de la carapace.

2. Analyses complémentaires

L'examen complémentaire le plus facilement réalisable est la coproscopie.

Chez les tortues adultes, la prise de sang est possible mais techniquement délicate et le volume sanguin prélevable est faible. Chez les cistudes juvéniles, cet acte est impossible.

Des biopsies de la peau et de la carapace peuvent être pratiquées, en vue de réaliser des examens histopathologiques et/ou microbiologiques.

Les techniques d'imagerie telles que la radiographie ou le scanner sont intéressantes pour évaluer par exemple l'état de minéralisation du squelette, une fracture ou pour rechercher un corps étranger. L'illustration 5 présente une radiographie de trois cistudes juvéniles du Zoodyssée de Chizé, sans anomalie visible. Nous pouvons constater la difficulté de lecture et d'interprétation de ces clichés radiographiques, difficulté inhérente à la petite taille des cistudes juvéniles.

Illustration 5 : radiographie sans anomalie de trois cistudes juvéniles

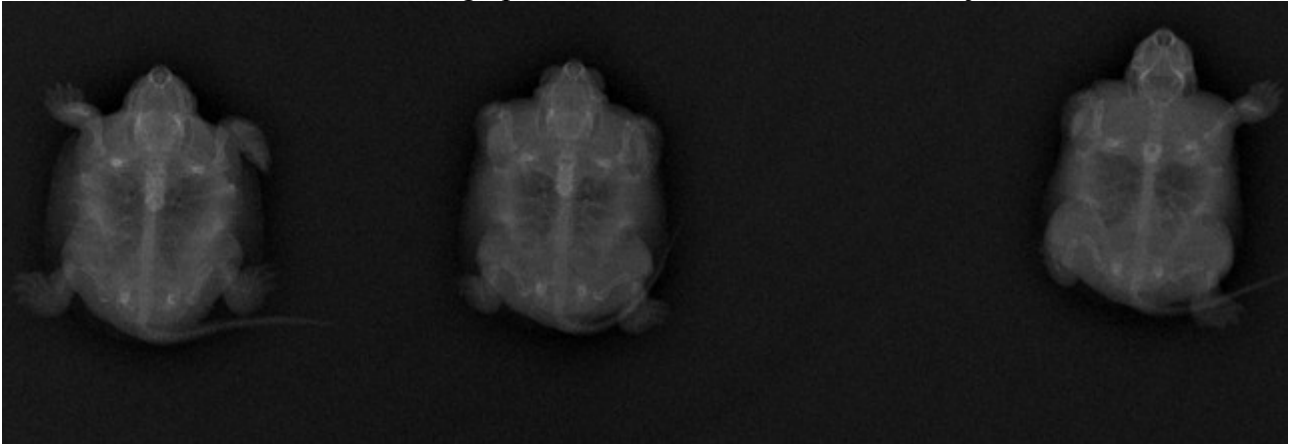


Photo : Zoodyssée de Chizé

Enfin, l'autopsie avec ou sans analyses microbiologiques et histologiques peut aider à établir un diagnostic post-mortem.

B. Présentation de maladies des cistudes juvéniles

1. Pathologie de la carapace et du système cutané

A l'état sauvage, les maladies de la carapace sont fréquentes : ALEKSIĆ-KOVAČEVIĆ *et al.* (2013) observent une prévalence d'altérations macroscopiques du plastron et de la carapace chez *E.o.* de 67,33 %¹.

Le temps de cicatrisation de la peau des tortues est long : de 6 semaines environ à plusieurs mois par seconde intention (SCHILLIGER, 2007).

Nous invitons le lecteur désireux d'approfondir ce domaine à consulter la thèse de Lilian BIOT (BIOT, 2017).

a. Pathologie non infectieuse

MILLEFANTI et AVANZI (2011) décrivent une « *altération de la mue des écailles chez les tortues aquatiques élevées en captivité* ».

Des plaies de frottement peuvent survenir, particulièrement sur le plastron.

¹ Sur 150 *E.o.* examinées 67.33% présentent des altérations macroscopiques du plastron, de la carapace ou du système squelettique.

b. Pathologie infectieuse

La cistude d'Europe est sujette à des dermatites bactériennes et à des mycoses cutanées. Des algues peuvent également envahir sa carapace.

-Dermatite bactérienne :

- étiologie : *Aeromonas sp.*, *Citrobacter sp.*, *Enterobacter sp.*, *Escherichia coli*, *Bacillus sp.*, *Streptococcus sp.*, *Proteus sp.*, *Serratia sp.* et *Salmonella sp.* ;
- facteurs favorisants : habitat humide, absence ou insuffisance de zone de séchage ;
- symptômes : plaie purulente, pouvant aller jusqu'à une nécrose ;
- prévalence à l'état sauvage : 28 % (ALEKSIĆ-KOVAČEVIĆ *et al.*, 2013);
- traitement : antibiothérapie de préférence après avoir réalisé un antibiogramme.

-Mycoses cutanées :

- étiologie : *Mucor*, *Rhizopus*, *Fusarium*, *Geotrichum* ;
- symptômes : lésions sèches de type excoriations épidermiques ;
- prévalence à l'état sauvage : 33.33 % (ALEKSIĆ-KOVAČEVIĆ *et al.*, 2013) ;
- traitement : antifongique local +/- dermocorticoïdes (par exemple Otomax®¹ pommade auriculaire) ; possibilité d'ajouter 5 à 10 grammes de sel marin dans 10 litres de l'eau de baignade pour accélérer le processus de guérison (WOLFF, 2015).

c. Nodules et masses cutanées

DE MATTEIS (2004) décrit différentes sortes de nodules et de masses cutanées chez les tortues :

- abcès sous-cutané ;
- granulomes cutanés ;
- nodules calcifiés sous-cutanés ;
- verrues / papillomes ;
- mycoses cutanées nodulaires ;
- tumeurs.

¹ Gentamicine, bétaméthasone, clotrimazole.

2. Pathologie de l'appareil respiratoire

Les principales maladies de l'appareil respiratoire sont des rhinites ou des pneumonies :

-Rhinite (autres dénominations : URTD ou RNS) :

- étiologie : mycoplasmes (*Mycoplasma agassizii*, *Mycoplasma testudineum*) et/ou herpèsvirus, iridovirus, *Pasteurella sp.*, etc ;
- transmission : contact entre tortues, sécrétions contaminantes (transmission par voie verticale transovarienne ?) ;
- symptômes : deux semaines après contamination, écoulements nasaux/ jetage, conjonctivite bilatérale avec épiphora et œdème des paupières. Evolution chronique avec des poussées symptomatiques. Certaines tortues infectées restent porteuses asymptomatiques ;
- traitement : pas de protocole thérapeutique bien défini. Nettoyage et purge localement, application dans le nez de gouttes de sérum physiologique et d'enrofloxacin (Baytril®) trois à quatre fois par jour pendant deux mois. Autres antibiotiques utilisables : fluoroquinolones, aminoglycosides, tétracyclines, macrolides. Correction des facteurs environnementaux favorisant l'apparition de la maladie (taux d'humidité trop élevé, température trop basse, courants d'air, etc) ;
- prévention : quarantaine pendant plusieurs mois des tortues nouvellement introduites dans l'élevage.

-Pneumonie :

- étiologie : bactéries opportunistes (*Pseudomonas sp.*, *Aeromonas sp.*, *Proteus sp.*, *Pasteurella sp.*, *Klebsiella sp.*) ; bactéries pathogènes (*Bactéroides sp.*, *Peptostreptococcus sp.*, *Fusobacterium sp.*, *Clostridium sp.*) ; mycoplasmes (*Mycoplasma*) ; virale (*Herpes virus*) ; mycoses (*Mucor* et *Aspergillus*) ; parasites (*Spirorchis*, etc) ;
- symptômes : anorexie, faiblesse, bruits respiratoires, tachypnée, bec entrouvert, rempli de mucus, nage sur le côté ;
- traitement : général avec antibiothérapie (enrofloxacin, Baytril®), fluidothérapie, réalimentation, aérosolthérapie ; selon étiologie, antibiothérapie adaptée après résultat de l'antibiogramme, traitement anti-viral, ou traitement antifongique.

3. Pathologie de l'appareil digestif

Au niveau buccal, les reptiles sont sujets à la stomatite ulcéreuse due à *Candida spp.* « la stomatite chez les reptiles est généralement une complication secondaire à un environnement inapproprié (température, humidité, etc) et/ou à des facteurs nutritionnels, du stress, des lésions de la muqueuse d'origine variées » (KÖBÖLKUTI et al., 2016).

Des obstructions, par des corps étrangers ou par des parasites digestifs peuvent survenir, ainsi que de la constipation.

Divers parasites digestifs peuvent infester les tortues, par exemple des coccidies : SEGADE *et al.*, (2006) ont découvert chez *E.o.* deux nouvelles espèces d'*Eimeria*¹ : *Eimeria gallaeciaensis sp.* et *Eimeria emydis sp.* Ils ont également diagnostiqué une infestation par *Eimeria mitraria* chez 25 % des cistudes. HOSSEIN *et al.* (2016) ont recensé trois espèces d'helminthes gastro-intestinaux chez *E.o.* : deux espèces de nématodes, *Serpinema microcephalus* et *Falcaustra araxiana* et une espèce de trématode, *Telorchis assula*. Sur les 52 carcasses de cistudes examinées, toutes les cistudes étaient infestées par *Falcaustra araxiana*, 17,3 % par *Serpinema microcephalus*, 48,07 % par *Telorchis assula*. Ils n'ont trouvé ni helminthe, ni ectoparasite.

4. Pathologie métabolique

a. Ostéodystrophie fibreuse métabolique

Chez les tortues, le rapport calcium/phosphore est primordial. « *Le squelette contient 99 % du calcium du corps et 85 % du phosphore ; le calcium est impliqué dans la coagulation et dans certaines activités enzymatiques ; Une carence en calcium [peut provoquer une] sur-excitabilité nerveuse et des crampes* » (ROGNER, 2009). Elle peut surtout aboutir à une ostéodystrophie fibreuse métabolique (Metabolic bone disease en anglais). Les informations données ci-dessous sont tirées de (SCHILLIGER, 2007).

- étiologie : régime alimentaire carencé en calcium et hypovitaminose D3, absence de léthargie hivernale ;
- symptômes : plus marqués chez les juvéniles en croissance ; faiblesse musculaire généralisée jusqu'à une paraparésie, léthargie, ramollissement de l'ensemble du squelette et de la carapace, difficultés de déplacement, déformation de la carapace, excroissance du bec corné, pousse anormale des griffes. Chez l'individu adulte : parfois seulement une baisse de dynamisme ;
- traitement médical : injections quotidiennes de gluconate de calcium dosé à 100 mg/kg (Theracalcium®) jusqu'à consolidation de la carapace puis relais avec du carbonate de calcium en poudre PO sur les repas. Cas critiques : injection 100 UI/kg vitamine D3 par voie intra-musculaire deux fois à une semaine d'intervalle ;
- traitement diététique : enrichissement du régime alimentaire en calcium avec un rapport phosphocalcique supérieur à 1 ;
- diagnostic : clinique et radiographique : diminution de la densité de la trame osseuse, amincissement des corticales des os longs, ostéodermes de la carapace avec trame osseuse diffuse en « toile d'araignée » ;
- traitement environnemental : soleil ou néon UV² ou spot à vapeurs de mercure.

1 En pratiquant des coproscopies sur 44 cistudes d'Europe en Galice, ils ont diagnostiqué *Eimera gallaeciaensis sp.* chez 45.4 % des cistudes et *Eimera emydis sp.* chez 11.4 % des cistudes.

2 UV B ou lampe UV mixte (DE MATTEIS, 2004).

b. Autres maladies métaboliques

MARTINEZ-SILVESTRE *et al.* (2015) rapportent des cas de mortalité des cistudes juvéniles en élevage ; les autopsies ont révélé une hyperplasie de la thyroïde secondaire à une ostéodystrophie fibreuse métabolique.

Des cas de lipidose hépatique ont été décrits chez des tortues d'eau douce : JUNGWIRTH *et al.* (2014) ont découvert un nouvel herpèsvirus, l'*Emydid herpesvirus 1*, responsable de lipidose hépatique chez des tortues palustres *Pseudomys concina concina*.

5. Pathologie du système génito-urinaire

Les tortues sont sujettes aux cystites, aux calculs urinaires et aux insuffisances rénales. Le diagnostic clinique est compliqué chez les tortues aquatiques, du fait de la difficulté technique pour prélever et analyser les urines (DE MATTEIS, 2004).

6. Pathologie du système nerveux

Des problèmes de flottaison, de parésie ou de paralysie indiquent une dysfonction du système nerveux (DE MATTEIS, 2004).

7. Autres

a. Conjonctivite

- étiologie : mycoplasmes, herpèsvirus, pasteurelles, probablement *Pseudomonas spp.* (SOCCINI et FERRI, 2004) ;
- symptômes : yeux gonflés, blépharospasme uni ou bilatéral, écoulements.

b. Septicémie

Étiologie : « *Aeromonas hydrophila* est considérée comme un pathogène important chez les animaux poïkilothermes [...]. Chez les chéloniens européens, cette bactérie a été trouvée comme flore commensale buccale et cloacale chez des tortues palustres sauvages *E. orbicularis* et *Mauremys rivulata* [...] elle peut causer des septicémies en captivité » (KÖBÖLKUTI *et al.*, 2016). SOCCINI et FERRI (2004) la retrouvent aussi chez *Trachemys scripta elegans* : « une cause commune de septicémie à *Aeromonas hydrophila* est une mauvaise qualité d'eau et une surpopulation. L'élimination du stress peut être suffisante pour résoudre le problème en captivité ».

c. Malformations congénitales

Étiologie : « structure chromosomique anormale de l'embryon, mais le plus souvent, elles semblent dues à des conditions défavorables d'incubation des œufs » (QUEMENER, 1983).

Nature des malformations :

- « monstres simples (oligodactylie, polydactylie, microphthalmie) [...] monstres doubles (tortues siamoises ou à deux têtes) » (DE MATTEIS, 2004) ;

- déformation de la carapace, « *multiplication des plaques cornées de la carapace* » (AYRES et CORDERO-RIVERA, 2002) ;
- microphthalmie et autres anomalies oculaires ;
- anomalies vertébrales.

Fréquence : rare

d. Accidents

Prédation : les juvéniles élevées en extérieur sont des proies faciles pour les prédateurs si l'enclos n'est pas protégé.

Mutilations inter-individus : ROGNER (2009) observe des phénomènes de morsures de queue entre individus (illustration 6). WOLFF (2015) recommande d'éviter la surpopulation dans les bassins pour réduire l'occurrence de ces mutilations.

Noyade : « *Les juvéniles sont de mauvais plongeurs et nageurs et peuvent se noyer facilement dans des aquariums trop profonds* » (FRITZ, 2003).

S'il n'y a pas de zone d'ombre en extérieur ou si la température est mal réglée dans un terrarium, les tortues peuvent subir un « coup de chaleur ».

En captivité, des brûlures accidentelles (par exemple un accident lié aux lampes) peuvent léser la carapace.

Une hibernation dans de mauvaises conditions peut mener à de l'anorexie post-hibernation de la tortue.

Enfin, des fractures osseuses ou de la carapace peuvent survenir accidentellement.

Illustration 6 : jeune cistude à queue déformée



Source : ROGNER, 2009

III. Enquête auprès des élevages

A. Objectifs de l'étude

Les objectifs de l'étude étaient de répondre aux questions suivantes :

- Quelles sont les maladies des cistudes juvéniles en élevage ?
- Quels sont les taux de morbidité et de mortalité des cistudes juvéniles en élevage ?
- Quels sont les facteurs de risque associés ?

B. Matériel et méthodes

1. Population source et population cible

Notre échantillon a été prélevé dans une population source qui est la population des élevages professionnels de cistudes d'Europe européens, pratiquant l'élevage en intérieur ou en extérieur, dans un but conservatoire ou commercial. Ils ont d'abord été recensés et répertoriés par recherche sur internet : sur les sites internet des zoos, dans les publications scientifiques des chercheurs travaillant dans ou avec des élevages, en particulier dans l'ouvrage de FRITZ et CHIARI (2013) répertoriant les programmes de conservation en cours en Europe. Le répertoire a ensuite été complété par prise de contact mail et téléphonique.

L'objectif de l'étude est d'étendre les résultats obtenus à la population cible, qui est la population des élevages professionnels de cistudes d'Europe à but conservatoire. La population source et la population cible sont très proches dans notre étude.

2. Critères d'inclusion et de non inclusion des individus

Ont été inclus dans l'étude les élevages professionnels européens, qu'ils pratiquent un élevage dans un but conservatoire ou dans un but commercial.

Les élevages amateurs ont été exclus de l'étude.

3. Mise au point du questionnaire

Le questionnaire a été établi en trois parties :

- une première partie de recueil de coordonnées ;
- une seconde partie sur les taux de morbidité et les symptômes cliniques, sur les taux de mortalité et les résultats d'autopsie ;
- une troisième partie sur la gestion zootechnique de l'élevage¹.

¹ Partie différente selon le mode d'élevage en intérieur ou en extérieur.

Pour construire et diffuser nos questionnaires, nous avons choisi d'utiliser le logiciel libre et gratuit en ligne « framaforms » (<https://framaforms.org/>). Nous avons traduit le questionnaire en anglais et en allemand, en nous assurant que les questions posées avaient bien le même sens d'une langue à l'autre. Le temps nécessaire pour répondre au questionnaire a été estimé entre quinze et vingt minutes¹.

4. Recueil des données

Des invitations de participation au sondage ont été envoyées aux 67 participants potentiels entre le 14 et le 30 novembre 2016. Deux semaines plus tard, les personnes n'ayant pas encore répondu ont été contactées par téléphone. Les réponses ont été reçues entre le 15 novembre 2016 et le 8 janvier 2017.

5. Biais éventuels

Erreurs de classement potentielles :

- si les juvéniles sont élevées en extérieur, la connaissance de leur nombre, la surveillance de leur état (malade/sain) et de leur survie peuvent être compliquées. Le nombre de juvéniles malades et de juvéniles décédés peut donc avoir été sous-estimé ;
- surveiller la prise alimentaire d'un individu au sein d'un groupe est difficile, le symptôme « anorexie » a pu être sous-estimé par les éleveurs ;
- les juvéniles étaient présents dans les élevages pendant des durées plus ou moins longues. On peut supposer que les élevages qui gardent leurs juvéniles le plus longtemps ont des taux de mortalité augmentés par rapport à ceux qui gardent des juvéniles seulement 2 ans.

Biais d'échantillonnage : les élevages ayant accepté de répondre au questionnaire sont potentiellement les élevages plus impliqués dans la conservation de l'espèce et dans la qualité de leurs infrastructures, ce qui peut constituer un biais de sélection.

6. Analyse statistique

a. Étude descriptive

La base de données issue du logiciel « framaforms » a été exportée sous format LibreOffice Calc®.

Les données en anglais et en allemand ont été traduites en français.

Les tests et analyses statistiques ont été réalisés à l'aide du logiciel en ligne « Biostatgv » (<http://marne.u707.jussieu.fr/biostatgv/?module=tests>).

Les données quantitatives ne suivent pas de loi normale.

¹ Le questionnaire établi a été lu en entier à haute voix par trois personnes extérieures à l'étude, en 8 minutes et 17 secondes en moyenne pour le questionnaire destinés aux éleveurs pratiquant l'élevage en extérieur, en 9 minutes en moyenne pour le questionnaire concernant les éleveurs élevant les tortues en intérieur.

Arbitrairement, nous avons classé les élevages :

- selon l'ancienneté de l'élevage en deux classes : « élevage récent » âgé de moins de 10 ans et « élevage ancien » âgé de plus de dix ans ;
- selon le nombre de cistudes juvéniles présentes en trois classes : « petit élevage » entre 1 et 30 cistudes juvéniles, « élevage moyen » entre 31 et 60 cistudes juvéniles, « grand élevage » de plus de 61 cistudes juvéniles.

Les cistudes malades manifestent peu de signes cliniques, les taux de morbidité ont pu être sous-estimés. Ce sont les taux de mortalité qui ont été pris en compte pour considérer un élevage comme « malade » ou « sain ». Dans la bibliographie (voir C. 3.b), les taux de mortalité annuels¹ en élevage varient entre 8,3 % et 15 %. Un élevage a été considéré comme « malade » si le taux de mortalité est supérieur à 15 %, comme « sain » si le taux de mortalité est inférieur ou égal à 15 %.

b. Association entre une exposition d'intérêt et le statut « malade » de l'élevage

La comparaison des effectifs a été effectuée à l'aide du test exact de Fisher, car dans toutes les hypothèses testées, il y avait au moins un effectif attendu inférieur à 5.

Le risque d'erreur de 1^{ère} espèce α a été fixé à 0,05 ; les associations testées ont donc été considérées comme significatives si la valeur de p est inférieure ou égale à 0,05.

Nous avons testé les associations entre le statut « malade » / « sain » des élevages et :

- l'ancienneté de l'élevage (élevage récent ou ancien) ;
- la taille de l'élevage (élevage petit, moyen ou grand) ;
- l'élevage en extérieur ou en intérieur ;
- en élevage en intérieur, le contrôle ou non de la température de l'air et le contrôle ou non de la température de l'eau ;
- la pratique ou non de l'hivernation ;
- les géniteurs utilisés (géniteurs toujours différents ; géniteurs toujours identiques ; toujours les mêmes femelles fécondées par des mâles différents).

La variable « temps consacré aux juvéniles » étant très liée à la dimension de l'élevage, elle n'a pas été testée.

L'alimentation, l'origine de l'eau utilisée, la taille de l'habitat, les fréquences de nettoyage et de désinfection n'ont pu être testés car le nombre de données par classe de ces variables était insuffisant.

Le facteur « présence » ou « absence d'une lampe UV » en intérieur n'a pu être testé puisque presque tous les élevages en intérieur en avaient une (15 élevages sur 16).

¹ Nombre de cistudes juvéniles décédées par an.

C. Résultats

1. Caractéristiques épidémiologiques de l'échantillon étudié

Sur les 67 élevages contactés, 27 ont répondu (40 %). Dans l'échantillon, 21 élevages (78 %) étaient actifs en 2015. Les 6 élevages non actifs en 2015 ont répondu en prenant en compte les années 2000, 2010, 2013, 2014, 2016.

Les questions d'ordre zootechnique portant sur l'habitat des juvéniles différaient pour les élevages en intérieur ou en extérieur. Nous présentons d'abord les caractéristiques épidémiologiques de tous les élevages (tableau 4), puis détaillons les données épidémiologiques spécifiques aux élevages en intérieur (tableau 5) et à ceux en extérieur (tableau 6).

Tableau 4 : caractéristiques épidémiologiques de l'échantillon étudié

Variables		Médiane [IQR] (min ; max) ou % (n) avec N=27 élevages
Ancienneté de l'élevage (en années, N=26)		8,5 [5 ; 16] (2 ; 28)
Élevage récent (≤ 10 ans)		50 (13)
Élevage actif en 2015		78 (21)
Sous-espèce élevée (5 élevages élèvent plusieurs sous-espèces)	<i>E.o. orbicularis</i>	(17)
	<i>E.o. galloitalica</i>	(5)
	<i>E.o. hellenica</i>	(3)
	<i>E.o. inguauna</i>	(2)
	<i>E.o. persica</i>	(1)
	<i>E.o. occidentalis</i>	(2)
Participation à un programme de réintroduction		56 (15)
Nombre de cistudes juvéniles		40 [25,5 ; 93,5] (5 ; 201)
Taille de l'élevage	Petit (1 à 30 cistudes juvéniles)	30 (8)
	Moyen (31 à 60 cistudes juvéniles)	33 (9)
	Grand (plus de 61 cistudes juvéniles)	37 (10)
Temps moyen consacré aux cistudes chaque jour	Moins de trente minutes	52 (14)
	Entre trente minutes et une heure	37 (10)
	Entre une heure et deux heures	11 (3)
	Plus de deux heures	0 (0)
Morbidité		0 % [0 % ; 9,95 %] (0 % ; 29,0 %)
Mortalité		7,5 % [3,1 % ; 30 %] (0 % ; 80 %)
Élevage « malade » (taux de mortalité $> 15\%$)		33 (9)
Autopsie pratiquée		19 (5)

Tableau 4 : caractéristiques épidémiologiques de l'échantillon étudié (suite)

Variables		Médiane [IQR] (min ; max) ou % (n) avec N=27 élevages
Alimentation des juvéniles variée (plus de trois aliments différents)		100 (27)
Alimentation des adultes variée (plus de trois aliments différents)		96 (26)
Prophylaxie des juvéniles	Prophylaxie médicamenteuse	4 (1) ¹
	CMV	19 (5)
	Absence de prophylaxie	78 (21)
Prophylaxie des adultes	Prophylaxie médicamenteuse	7 (2) ²
	CMV	19 (5)
	Absence de prophylaxie	74 (20)
Eau utilisée (8 élevages utilisaient plusieurs sources d'eau)	Eau du réseau municipal non filtrée	41 (11)
	Eau du réseau municipal filtrée	19 (5)
	Eau d'une source	15 (4)
	Eau d'un puits	22 (6)
	Eau de pluie	25 (6)
Analyse de l'eau utilisée		22 (6) ³
Fréquence de renouvellement de l'eau des cistudes juvéniles	Plus fréquemment qu'une fois par semaine	11 (3)
	Une fois par semaine	52 (14)
	Une fois toutes les deux semaines	7 (2)
	Une fois toutes les trois semaines	7 (2)
	Une fois par mois	15 (4)
	Moins fréquemment qu'une fois par mois	7 (2)
Hivernation	Oui, en conditions naturelles	19 (5)
	Oui, en conditions artificielles	48 (13)
	Non	33 (9)
Température de l'hivernation en °C (N=13)		5 [4 ; 5] (2,5 ; 8)
Durée de l'hivernation en jours (N=16, deux élevages pratiquant l'hivernation naturelle n'ayant pas répondu à cette question)		120 [90 ; 150] (60 ; 165)

1 Pour 4 juvéniles sur 31, Profender® (Emodepside, Praziquantel) percutané avant relâché.

2 Fenbendazole une fois par an.

3 Résultats des analyses présentées en annexe 7.

Tableau 4 : caractéristiques épidémiologiques de l'échantillon étudié (suite)

Variables		Médiane [IQR] (min ; max) ou % (n) avec N=27 élevages
Géniteurs utilisés	Inconnus car les œufs sont prélevés directement dans l'environnement	15 (4)
	Toujours les mêmes	59 (16)
	Toujours les mêmes femelles, fécondées par des mâles différents	15 (4)
	Toujours différents	11 (3)
Âge de réintroduction dans la nature (N=16)	2 ans	13 (2)
	4 ans	25 (3)
	5 ans	6 (1)
	3 à 5 ans	13 (2)
	6 ans et plus	6 (1)
	Carapace de minimum 5 cm de dorsale	6 (1)
	Pas de réponse	38 (6)
Élevage en intérieur		59 (16)

Tableau 5 : caractéristiques épidémiologiques spécifiques aux élevages en intérieur

Variables		Médiane [IQR] (min ; max) ou % (n) avec N=16, sauf exception
Nombre de juvéniles par bac (N=9) ¹		8,5 [6 ; 11,5] (5 ; 13,25)
Contenance de chaque bac (en L, N=9)		25 [19,4 ; 85] (10 ; 150)
Volume d'eau par cistude juvénile (L/cistude) (N=9)		2,25 [1,72 ; 4,36] (0,83 ; 6,7)
Accès à une lampe UV		94 (15)
Temps d'allumage de la lampe (N=15)	Moins d'une heure	7 (1)
	Entre une et six heures	20 (3)
	Plus de sept heures	73 (11)
Contrôle de la température de l'air		44 (7)
Température minimale de l'air en °C (N=7)		20 [17,5 ; 21,5] (12 ; 22)
Température maximale de l'air en °C (N=7)		24 [23 ; 27,5] (21 ; 30)
Contrôle de la température de l'eau		56 (9)
Température minimale de l'eau en °C (N=9)		21 [15 ; 24] (10 ; 28)
Température maximale de l'eau en °C (N=9)		26 [25 ; 27] (25 ; 30)
Fréquence de nettoyage de l'habitat des juvéniles	Une fois par jour	13 (2)
	Une fois tous les deux à trois jours	19 (3)
	Une fois tous les quatre à cinq jours	6 (1)
	Une fois tous les six jours à une fois par semaine	19 (3)
	Entre une fois par semaine et une fois toutes les deux semaines	31 (5)
	Moins fréquemment qu'une fois toutes les deux semaines	13 (2)
Fréquence de désinfection de l'habitat des juvéniles	Une fois par jour à une fois tous les trois jours	0 (0)
	Une fois tous les quatre à cinq jours	6 (1)
	Une fois tous les six jours ou une fois par semaine	19 (3)
	Entre une fois par semaine et une fois toutes les deux semaines	25 (4)
	Moins fréquemment qu'une fois toutes les deux semaines	50 (8)

¹ Sept élevages n'ont pas répondu à cette question.

Tableau 6 : caractéristiques épidémiologiques spécifiques aux élevages en extérieur

Variables		Médiane [IQR] (min ; max) ou % (n) avec N=11, sauf exception
Superficie émergée disponible en m ² (N=8)		2,5 [1,75 ; 16,65] (1 ; 80)
Volume d'eau disponible en m ³ (N=8)		1,25 [0,2 ; 8] (0,1 ; 27,5)
Superficie émergée disponible par cistude en m ² /cistude (N=8)		0,04 [0,02 ; 0,56] (0,005 ; 8)
Volume d'eau disponible par cistude en L/cistude (N=8)		10 [5 ; 240] (1 ; 2000)
Fréquence de nettoyage de la partie émergée de l'enclos	Entre tous les quatre et tous les cinq jours	9 (1)
	Entre tous les six jours et une fois par semaine	9 (1)
	Moins d'une fois par semaine	46 (5)
	Jamais	36 (4)
Fréquence de désinfection de la partie émergée de l'enclos	Moins d'une fois par semaine	18 (2)
	Jamais	82 (9)
Fréquence de nettoyage du bassin des juvéniles	Entre tous les quatre et tous les cinq jours	9 (1)
	Entre tous les six jours et une fois par semaine	18 (2)
	Moins d'une fois par semaine	46 (5)
	Jamais	27 (3)
Fréquence de désinfection du bassin des juvéniles	Entre tous les six jours et une fois par semaine	9 (1)
	Moins d'une fois par semaine	18 (2)
	Jamais	73 (8)

a. Aspect conservatoire

Six sous-espèces étaient élevées dans notre échantillon : *E.o. orbicularis* (17 élevages), *E.o. galloitalica* (5 élevages), *E.o. hellenica* (3 élevages), *E.o. inguana* (2 élevages), *E.o. occidentalis* (2 élevages) et *E.o. persica* (1 élevage). Cinq élevages élevaient plusieurs sous-espèces.

La majorité des élevages pratiquaient la reproduction avec les mêmes géniteurs : 16 élevages (59 %) utilisaient toujours les mêmes géniteurs, 4 (15 %) prélevaient directement les œufs dans l'environnement, 4 (15 %) utilisaient toujours les mêmes femelles fécondées par des mâles différents, 3 (11 %) utilisaient toujours des géniteurs différents.

Parmi les 15 élevages (56 %) participant à un programme de réintroduction, le relâché des juvéniles dans un milieu naturel se faisait entre 3 et 5 ans pour 6 élevages (40 %), à 2 ans pour 2 élevages (13 %), à 6 ans et plus pour 1 élevage (7 %). Un élevage relâchait les cistudes en fonction de la

taille de la carapace dorsale, une fois que celle-ci avait atteint 5 cm ¹. Cinq élevages (33 %) n'ont pas donné l'âge de réintroduction des juvéniles dans la nature.

Six élevages (22 %) étaient à but commercial (allemands et autrichiens).

b. Ancienneté et dimension des élevages

Les élevages étaient pratiqués en moyenne depuis 11 années, avec une médiane de 8,5 années. L'élevage le plus récent était mis en place depuis 2 ans, le plus ancien depuis 28 ans. Notre échantillon était composé de 13 élevages « récents » (de moins de dix ans) et de 13 élevages « expérimentés » (de plus de dix ans). Un élevage n'a pas répondu à cette question.

La médiane du nombre de cistudes juvéniles par élevage était de 40, avec un minimum de 5 et un maximum de 201 juvéniles (IQR : [25,5 ; 93,5]). La moyenne était de 63 cistudes juvéniles par élevage.

L'échantillon comportait 8 petits élevages (30 %), 9 élevages moyens (33 %), 10 grands élevages (37 %).

c. Morbidité

La médiane du taux de morbidité était de 0 %, avec un minimum de 0 %, un maximum de 29 % (IQR : [0 % ; 9,95%]). La moyenne du taux de morbidité est de 5,5 %. Quatorze élevages (52 %) ont déclaré un taux de morbidité de 0 %.

Nous avons demandé aux éleveurs de citer spontanément, par ordre décroissant de fréquence, les trois principaux symptômes ou maladies observés dans leur élevage. Douze élevages n'en ont cité aucun (44 %), 8 élevages (30 %) ont pu citer trois symptômes principaux, 3 (11 %) en ont cité deux, 4 (15 %) en ont cité un seul. Les réponses sont présentées dans le tableau 7.

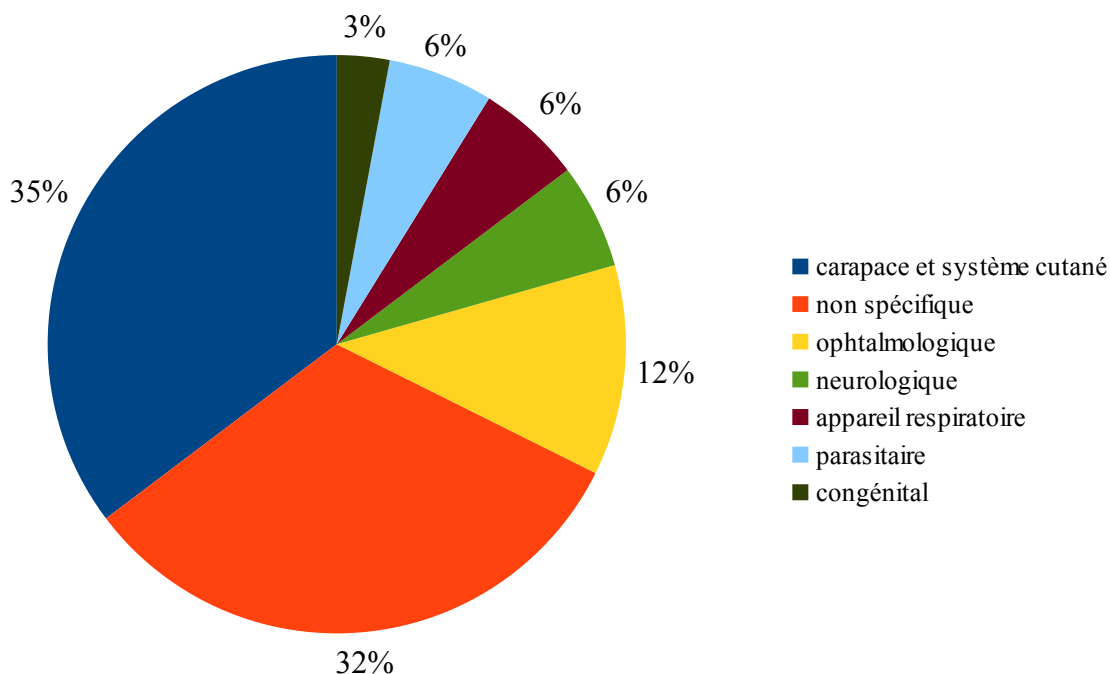
¹ Ce qui correspond à un âge d'environ trois ans.

Tableau 7 : symptômes et maladies des cistudes juvéniles observés dans les élevages de l'échantillon
(les chiffres correspondent au nombre d'élevages ayant cité le symptôme ou la maladie)

Symptômes/maladies		Cité en premier	Cité en deuxième	Cité en troisième	Total
Non spécifiques	Abattement ; apathie	2			2
	Anorexie ; perte de poids	2	3		5
	Maladies opportunistes	1			1
	Problème flottaison			1	1
	Pas de signe clinique avant décès brutal	1		1	2
Carapace et système cutané	Carapace molle	3			3
	Déformation de la dossière (anomalie de croissance, probablement suite à un déséquilibre alimentaire)		1		1
	Ulcérations (SCUD, ulcères cutanés, petits ulcères sur le plastron)	1		3	4
	Desquamation, rétention de mue, œdème	2			2
	Blessure de la queue ; extrémité de la queue tronquée (morsure de congénères probable)	2			2
Appareil respiratoire	Problèmes respiratoires, pneumonies	1	1		2
Œil	Conjonctivite (yeux fermés, yeux gonflés)		4		4
Parasitisme	Coccidies		1		1
	Flagellés			1	1
Congénital	Malformation		1		1
Neurologique	Paralysie			2	2
Total		15	11	8	34

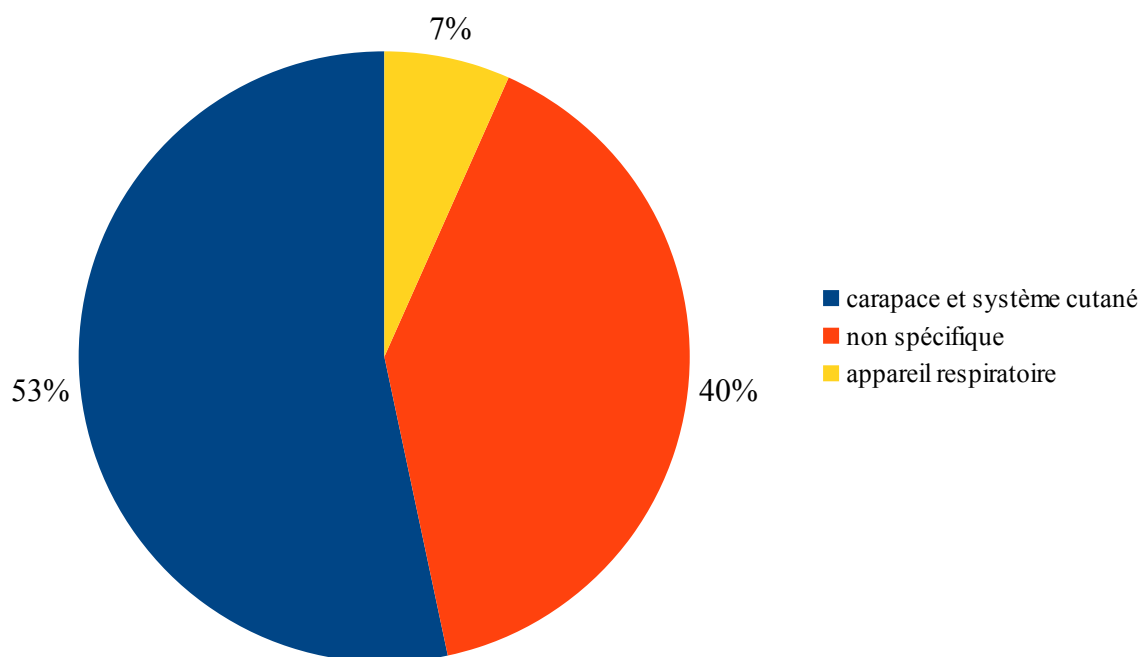
Parmi l'intégralité des 34 symptômes et maladies rencontrés dans les élevages, 12 (35 %) concernaient la carapace et le système cutané, 11 (32 %) étaient non spécifiques, 4 (12 %) étaient des symptômes ophtalmologiques, 2 (6 %) étaient des symptômes neurologiques, 2 (6 %) concernaient l'appareil respiratoire, 2 (6 %) étaient des maladies parasitaires, 1 (3 %) des malformations congénitales (illustration 7).

Illustration 7: ensemble des symptômes et maladies des cistudes juvéniles cités par les élevages de l'échantillon



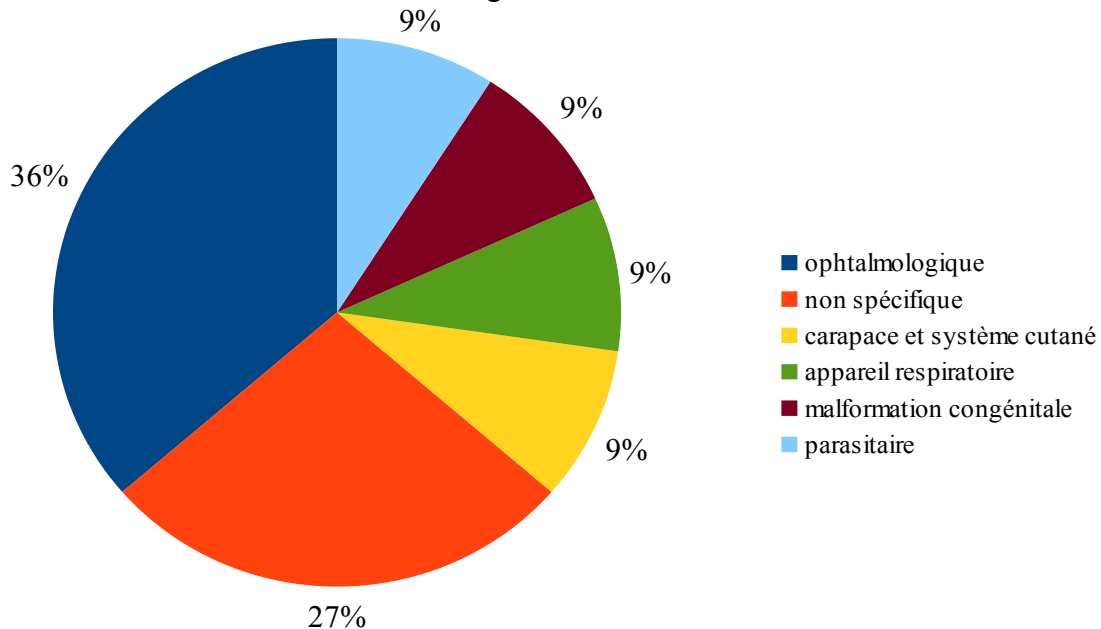
Parmi les 15 symptômes et maladies cités comme étant les plus fréquents, 8 (53 %) concernaient la carapace et le système cutané, 6 (40 %) étaient non spécifiques, 1 (7 %) concernait l'appareil respiratoire (illustration 8).

Illustration 8 : symptômes et maladies des cistudes juvéniles cités comme étant les plus fréquents dans les élevages de l'échantillon



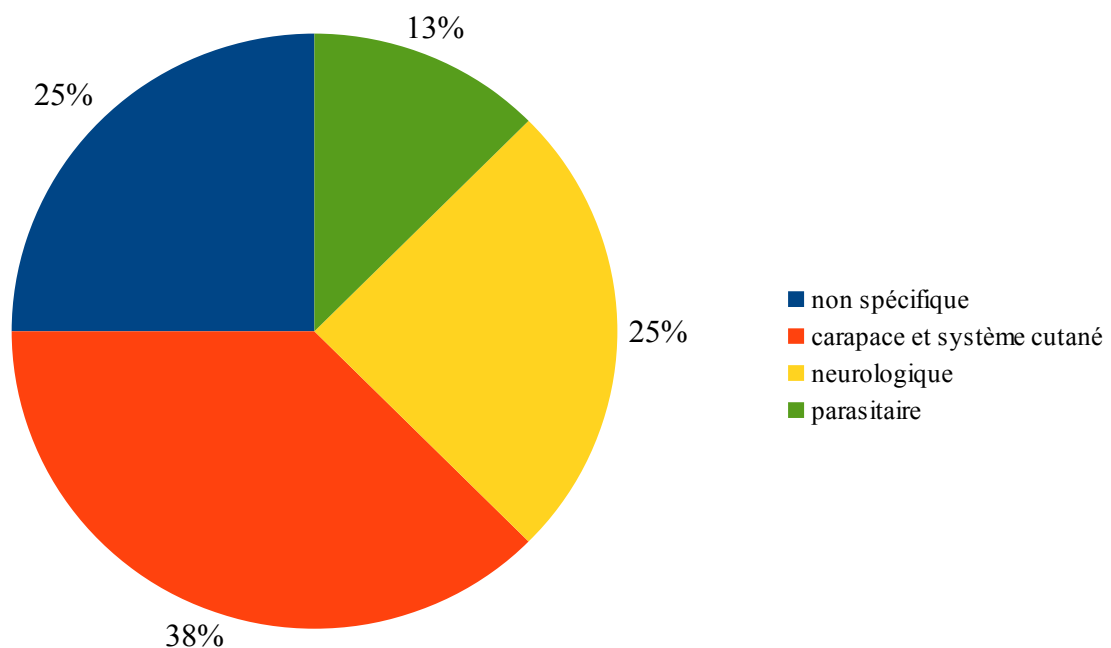
Parmi les 11 symptômes et maladies cités en deuxième position par les éleveurs, 4 (36 %) étaient des symptômes ophtalmologiques, 3 (27 %) étaient non spécifiques, 1 (9 %) concernait la carapace et le système cutané, 1 (9 %) concernait l'appareil respiratoire, 1 élevage (9 %) a cité des malformations congénitales, 1 autre (9 %) des maladies parasitaires (illustration 9).

Illustration 9 : symptômes et maladies des cistudes juvéniles cités en deuxième dans les élevages de l'échantillon



Parmi les 8 symptômes et maladies cités en troisième position par les éleveurs, 3 (38 %) concernaient le système cutané et la carapace, 2 (25 %) étaient des symptômes neurologiques, 2 (25 %) étaient non spécifiques, 1 élevage (12 %) a cité des maladies parasitaires (illustration 10).

Illustration 10 : symptômes et maladies des cistudes juvéniles cités en troisième dans les élevages de l'échantillon



d. Mortalité

La médiane du taux de mortalité est de 7,5 %, avec un minimum de 0 %, un maximum de 80 % (IQR : [3,1 % ; 30 %]). La moyenne du taux de mortalité est de 15,1 %. Cinq élevages (18 %) ont déclaré un taux de mortalité de 0 %.

Seulement 4 élevages (15 %) ont pratiqué des autopsies, dont 2 qui ont eu l'amabilité de nous fournir les résultats détaillés de ces autopsies (annexes 8 et 9). Nous avons demandé aux éleveurs de citer par ordre décroissant de fréquence les trois principales conclusions d'autopsie. Les élevages n'ayant pas pratiqué d'autopsie ont cité les symptômes et maladies liés à de la mortalité. Les résultats sont présentés dans le tableau 8. Seize élevages (59 %) n'ont pas répondu à cette question, 3 élevages (11 %) ont pu citer trois maladies principales, 2 (7 %) en ont cité deux, 6 (22 %) en ont cité une.

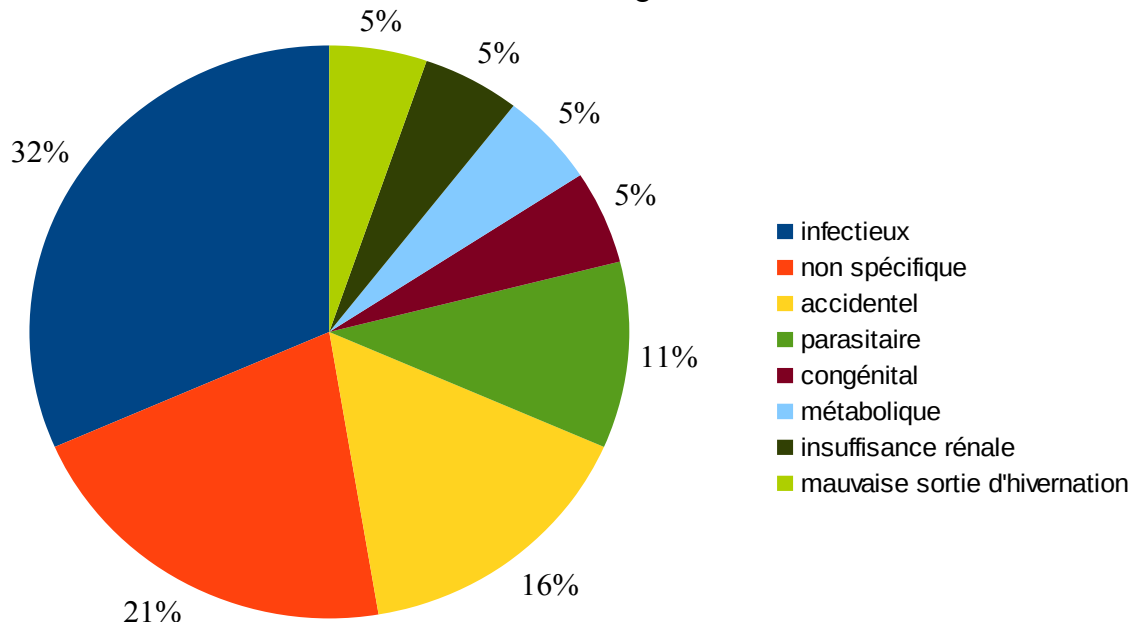
Tableau 8 : symptômes et maladies des cistudes juvéniles liés à de la mortalité dans les élevages de l'échantillon

(les chiffres correspondent au nombre d'élevages ayant cité le symptôme ou la maladie)

Symptômes/maladies		Cité en premier	Cité en deuxième	Cité en troisième	Total
Non spécifique	Retard de croissance	1			1
	Pas de signe clinique macroscopique	2	1		3
Accidentel	Noyade	2			2
	Prédation	1			1
Infectieux	<i>Citrobacter</i>	1			1
	Septicémie	2		1	3
	Stomatite, rhinite, sinusite trachéite et œsophagite nécrosante		1		1
	Entérotoxémie à <i>Clostridium perfringens</i>			1	1
Parasitaire	Flagellés	1	1		2
Congénital	Malformation			1	1
Métabolique	Hyperplasie de la thyroïde	1			1
Rénal	Insuffisance rénale		1		1
Hivernation	Mauvaise sortie d'hivernation		1		1
Total		11	5	3	19

Parmi tous les 19 symptômes et maladies cités comme cause de mortalité, 6 (32 %) étaient d'origine infectieuse, 4 (21 %) étaient non spécifiques, 3 (16 %) accidentels, 2 (11 %) d'origine parasitaire, 1 (5 %) congénital, 1 (5 %) métabolique, 1 (5 %) une insuffisance rénale, 1 (5 %) une mauvaise sortie d'hivernation (illustration 11). Aucun éleveur n'a cité de pathologie respiratoire ou neurologique parmi les trois principales maladies causes de mortalité.

Illustration 11 : ensemble des symptômes et maladies des cistudes juvéniles cités comme cause de mortalité dans les élevages de l'échantillon



En raison du faible nombre de réponses, nous ne présentons pas de représentation graphique détaillée des symptômes et maladies cités en premier, deuxième et troisième.

e. Hivernation

Dix-huit élevages (67 %) mettaient les juvéniles en hivernation, dont 13 (48 %) en conditions artificielles et 5 (19 %) en conditions naturelles.

La médiane de la température d'hivernation était de 5°C, avec un minimum de 2,5°C et un maximum de 8°C.

La médiane de la durée d'hivernation était de 120 jours, avec un minimum de 60 jours et un maximum de 165 jours.

f. Gestion zootechnique

Quatorze élevages (52 %) consacraient moins de trente minutes par jour aux cistudes¹, 10 élevages (37 %) leur consacraient entre trente minutes et une heure par jour, 3 (11 %) entre une heure et deux heures par jour. Nos données ne nous permettent pas de rapporter ce temps au nombre de cistudes des élevages.

Nous définissons comme « variée » une alimentation offrant plus de trois aliments différents. Vingt-sept élevages (100 %) offraient une alimentation variée aux juvéniles, 26 (96 %) offraient une alimentation variée aux adultes.

¹ Adultes et juvéniles confondus.

Peu de prophylaxie était pratiquée :

- 21 élevages (78 %) ne pratiquaient aucune prophylaxie sur les juvéniles, 20 (74 %) ne pratiquaient aucune prophylaxie sur les adultes ;
- 5 élevages (19 %) donnaient un CMV aux juvéniles et aux adultes ;
- 1 élevage (4 %) a pratiqué une prophylaxie médicamenteuse sur les juvéniles, 2 élevages (7 %) en ont pratiqué une sur les adultes (vermifugation).

Huit élevages (30 %) utilisaient plusieurs sources d'eau pour les cistudes. Seize élevages (60 %) recouraient à l'eau du réseau municipal, 11 (41 %) sans la filtrer, 5 (19 %) après l'avoir filtrée. Six élevages (25 %) utilisaient de l'eau de pluie, 6 (22 %) l'eau d'un puits, 4 (15 %) l'eau d'une source.

Seulement 6 élevages (22 %) ont fait analyser l'eau utilisée, par un laboratoire privé (résultats d'analyse en annexe 7). Parmi eux, un seul élevage a découvert un problème de contamination de l'eau par des coliformes fécaux.

L'eau des cistudes juvéniles était renouvelée dans 14 élevages (52 %) une fois par semaine, dans 4 élevages (15 %) une fois par mois, dans 3 élevages (11 %) plus fréquemment qu'une fois par semaine, dans 6 élevages (22 %) moins fréquemment qu'une fois toutes les deux semaines.

Seize élevages (59 %) élevaient leurs juvéniles en intérieur, 11 (41 %) en extérieur.

Concernant les 16 élevages en intérieur :

- la médiane du nombre moyen de juvéniles par bac est de 8,5 avec un minimum de 5 et un maximum de 13,25 (IQR : [6 ; 11,5]) ;
- la médiane du nombre de litres d'eau par juvénile est de 2,25 L/juvénile, avec un minimum de 0,83 L/juvénile et un maximum de 6,7 L/juvénile (IQR : [1,72 ; 4,36]) ;
- dans 15 élevages (94 %), les juvéniles avaient accès à une lampe UV, allumée dans 6 élevages (40 %) entre 7 et 9 heures par jour, dans 5 élevages (33 %) plus de 10 heures par jour, dans 3 élevages (11 %) entre 1 et 6 heures par jour, dans 1 élevage (7 %) moins d'une heure par jour ;
- 7 élevages (44 %) contrôlaient la température de l'air. La médiane de la température minimale est de 20°C (min : 12°C ; max : 22°C). La médiane de la température maximale de l'air est de 24°C (min : 21°C ; max : 30°C) ;
- 9 élevages (56 %) contrôlaient la température de l'eau. La médiane de la température minimale de l'eau est de 21°C (min : 10°C ; max : 28°C). La médiane de la température maximale de l'eau est de 26°C (min : 25°C ; max : 30°C) ;
- 5 élevages (31 %) nettoyaient l'habitat des juvéniles entre une fois par semaine et une fois toutes les deux semaines, 2 (13 %) une fois par jour, 7 (44 %) entre une fois tous les deux jours et une fois par semaine, 2 (13 %) moins fréquemment qu'une fois toutes les deux semaines ;
- 8 élevages (50 %) désinfectaient l'habitat des juvéniles moins fréquemment qu'une fois

toutes les deux semaines, 4 (25 %) entre une fois par semaine et une fois toutes les deux semaines, 4 (25 %) entre une fois tous les quatre jours et une fois par semaine.

Concernant les 11 élevages en extérieur :

- la médiane de la superficie émergée disponible est de $2,5 \text{ m}^2$ (min : 1 m^2 ; max : 80 m^2), la médiane de la superficie émergée disponible par cistude est de $0,04 \text{ m}^2$ /cistude (min : $0,005$; max : 8) ;
- la médiane du volume d'eau disponible est de $1,25 \text{ m}^3$ (min : $0,1 \text{ m}^3$; max : $27,5 \text{ m}^3$), la médiane du volume d'eau disponible par cistude est de 10 L/cistude (min : 1 L/cistude ; max : 2000 L/cistude) ;
- 5 élevages (46 %) nettoyaient la partie émergée de l'enclos moins d'une fois par semaine, 4 (36 %) ne la nettoyaient jamais, 2 (18 %) la nettoyaient entre tous les quatre jours et une fois par semaine ; 9 (82 %) ne la désinfectaient jamais (9), 2 (18 %) la désinfectaient moins d'une fois par semaine ;
- 5 élevages (46 %) nettoyaient le bassin des juvéniles moins d'une fois par semaine, 3 (27 %) entre tous les quatre jours et une fois par semaine, 3 (27 %) ne le nettoyaient jamais ; 8 (73 %) ne le désinfectaient jamais, 2 (18 %) le désinfectaient moins d'une fois par semaine, (1) 9 % le désinfectaient une fois par semaine.

g. Ressenti des éleveurs

Parmi les éleveurs, 10 (37 %) pensent que les taux de mortalité sont similaires d'une année sur l'autre, 8 (30 %) qu'ils varient faiblement, 8 (30 %) qu'ils varient fortement, 1 élevage (3 %) n'a pas répondu à cette question.

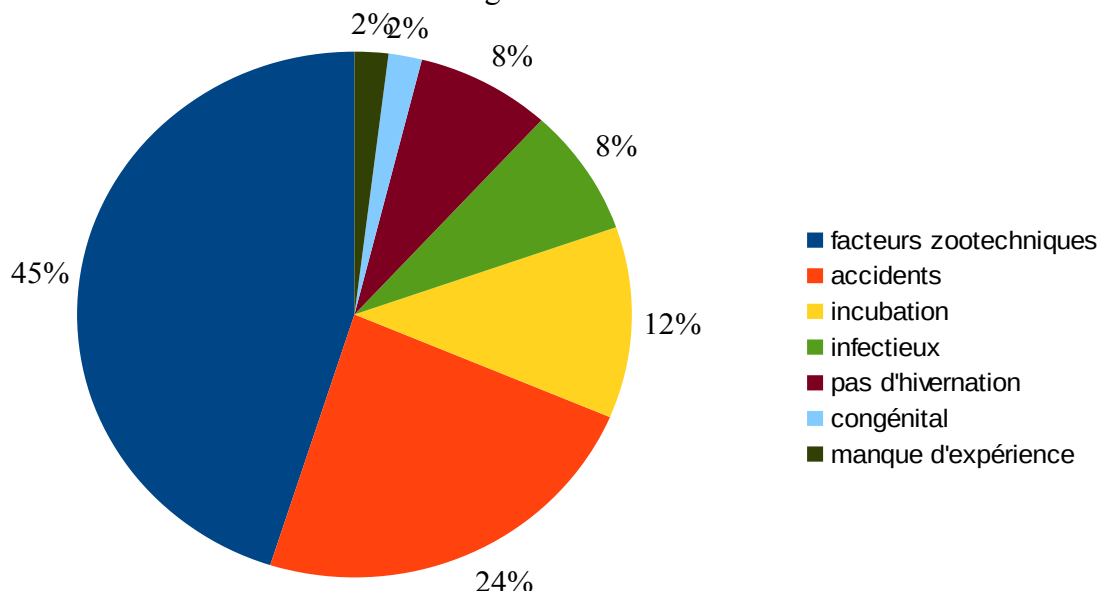
Les trois principaux facteurs de risque cités comme étant associés à la mortalité des juvéniles en élevage sont présentés dans le tableau 9.

Tableau 9 : facteurs de risque liés à de la mortalité selon le ressenti des éleveurs de l'échantillon
(les chiffres correspondent au nombre d'élevages ayant cité le facteur de risque potentiel)

Facteurs de risque potentiels		Cité en premier	Cité en deuxième	Cité en troisième	Total
Accidentels	Noyade	2			2
	Prédation	2	2	1	5
	Matériel (explosion d'un chauffage, chute de pierre dans l'aquarium, accident en élevage en extérieur, etc)	2	1	2	5
Facteurs zootechniques	En général (alimentation, température, densité, etc)	1	1	1	3
	Température		2		2
	Alimentation	4		2	6
	Surpopulation	1		2	3
	Profondeur de l'eau			1	1
	Qualité de l'eau	1		1	2
Problème d'incubation		3	3		6
Absence d'hivernation		1	3		4
Infectieux		1	3		4
Congénital (malformation)				1	1
Manque d'expérience		1			1
Total		19	15	11	45

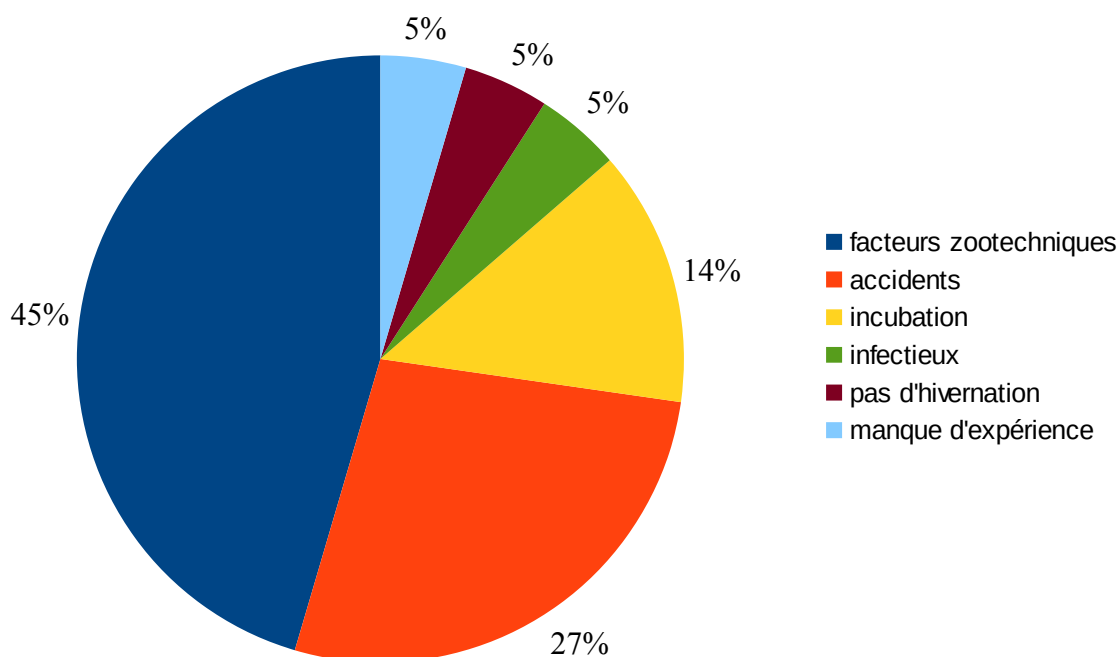
Parmi l'ensemble des 45 facteurs de risques cités, 23 (51 %) étaient des facteurs zootechniques, 12 (27 %) étaient des causes accidentelles, 6 (13 %) étaient liées à l'incubation, 4 (9 %) étaient d'origine infectieuse, 4 (9 %) étaient liés à l'absence d'hivernation, 1 (2 %) était congénital et 1 élevage (2 %) a cité le manque d'expérience (illustration 12). Parmi les facteurs zootechniques, l'alimentation est le plus cité par les élevages (6 élevages sur 17).

Illustration 12: ensemble des facteurs de risque de la mortalité des cistudes juvéniles cités dans les élevages de l'échantillon



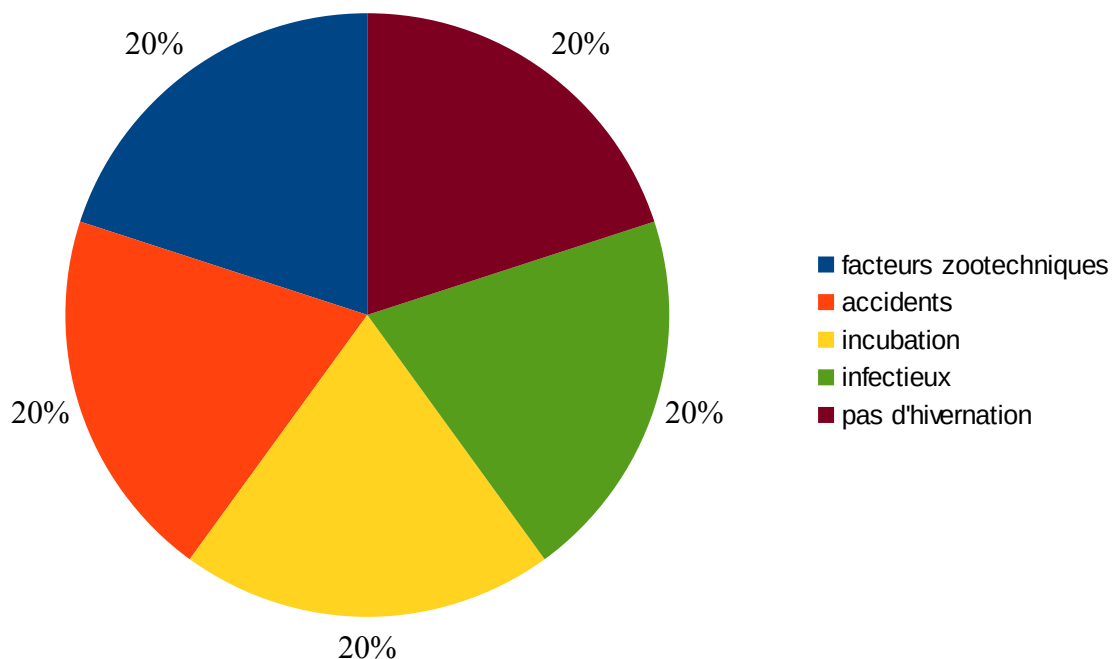
Parmi les 19 facteurs de risques cités en premier, 7 (37 %) étaient des facteurs zootechniques, 6 (32 %) étaient des causes accidentelles, 3 (16 %) étaient liés à l'incubation, 1 (5 %) était lié à l'absence d'hivernation, 1 (5 %) était d'origine infectieuse et 1 (5 %) citait le manque d'expérience (illustration 13).

Illustration 13 : facteurs de risque de la mortalité des cistudes juvéniles cités en premier par les élevages de l'échantillon



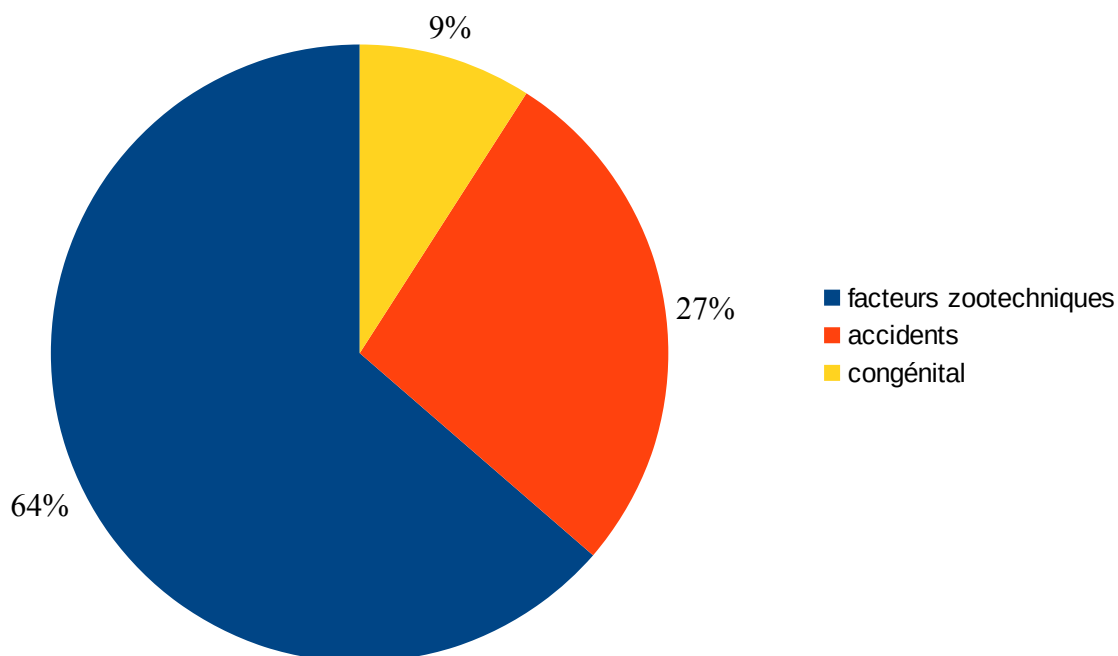
Parmi les 15 facteurs de risque cités en deuxième, 3 (20 %) étaient des causes accidentelles, 3 (20 %) étaient des facteurs zootechniques, 3 (20 %) étaient liés à l'incubation, 3 (20 %) étaient liés à l'absence d'hivernation, 3 (20 %) étaient d'origine infectieuse (illustration 14).

Illustration 14 : facteurs de risque de la mortalité des cistudes juvéniles cités en deuxième dans les élevages de l'échantillon



Parmi les 11 facteurs de risque cités en troisième, 7 (64 %) étaient des facteurs zootechniques, 3 (27 %) étaient des causes accidentelles, 1 (9 %) était un facteur congénital (illustration 15).

Illustration 15 : facteurs de risque de la mortalité des cistudes juvéniles cités en troisième dans les élevages de l'échantillon



2. Analyse des résultats

Rappelons qu'un élevage a été considéré comme « malade » si le taux de mortalité est supérieur à 15 %, comme « sain » si le taux de mortalité est inférieur ou égal à 15 % (voir paragraphe III.B.6.a). Parmi les 27 élevages de l'échantillon, 18 (67 %) étaient sains, 9 (33 %) étaient malades.

Dans les tableaux, les chiffres correspondent au nombre d'élevages. Dans les légendes des illustrations, les chiffres indiqués entre parenthèses correspondent aux effectifs.

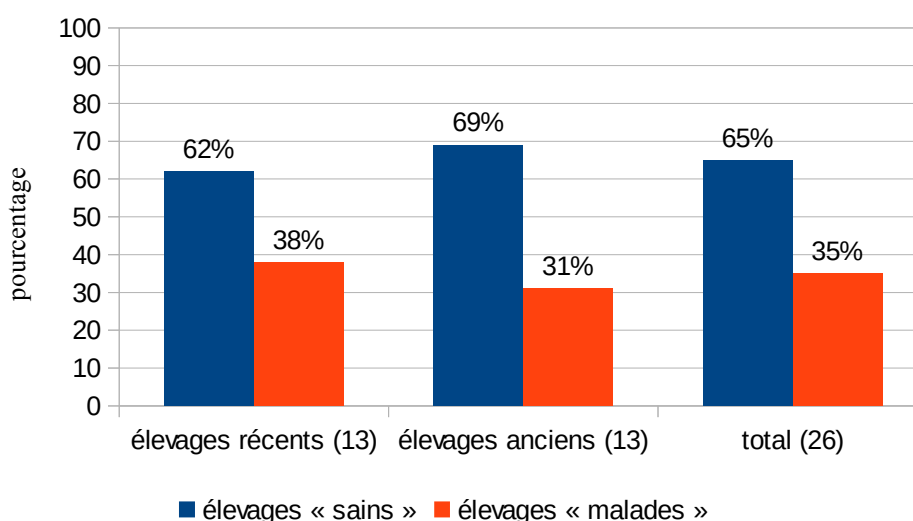
a. Ancienneté des élevages

Comme nous pouvons le voir dans le tableau 10 et sur l'illustration 16, la proportion d'élevages « malades » parmi les élevages récents (38 %) est très proche de celle obtenue parmi les élevages anciens (31 %). Cette différence n'est pas significative statistiquement ($p=1,00$).

Tableau 10 : statut « malade » / « sain » des élevages de l'échantillon selon leur ancienneté

Ancienneté de l'élevage	Nombre d'élevages « sains »	Nombre d'élevages « malades »	Total
Récents (≤ 10 ans)	8	5	13
Anciens (> 10 ans)	9	4	13
Total	17	9	26

Illustration 16 : statut « malade » / « sain » des élevages de l'échantillon selon leur ancienneté



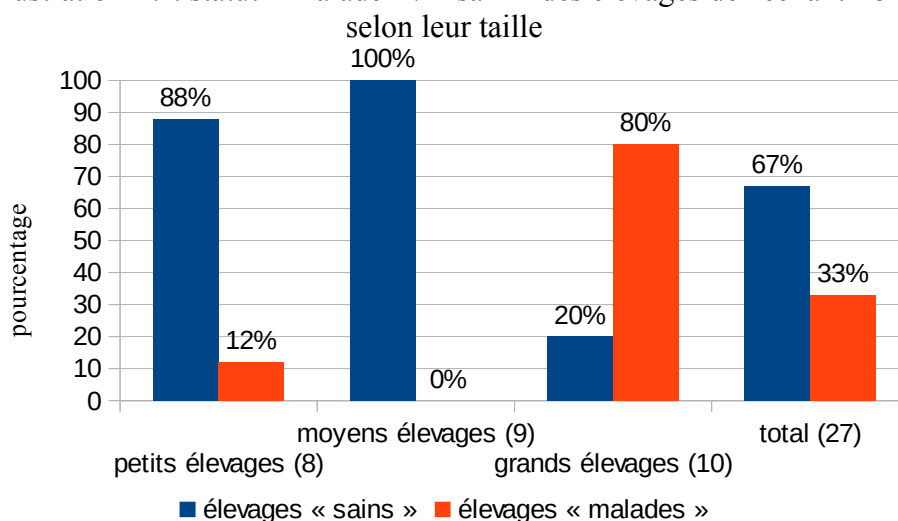
b. Dimension des élevages

L'observation du tableau 11 et de l'illustration 17 montre que la proportion d'élevages « malades » est plus importante dans la classe des grands élevages (80 %) que dans celles des petits et moyens élevages (respectivement 12 % et 0 %). Cette différence est significative ($p=0,00$).

Tableau 11 : statut « malade » / « sain » des élevages de l'échantillon selon leur taille

Dimension de l'élevage	Nombre d'élevages « sains »	Nombre d'élevages « malades »	Total
Petits (1 à 30 cistudes juvéniles)	7	1	8
Moyens (31 à 60 cistudes juvéniles)	9	0	9
Grands (plus de 61 cistudes juvéniles)	2	8	10
Total	18	9	27

Illustration 17 : statut « malade » / « sain » des élevages de l'échantillon selon leur taille



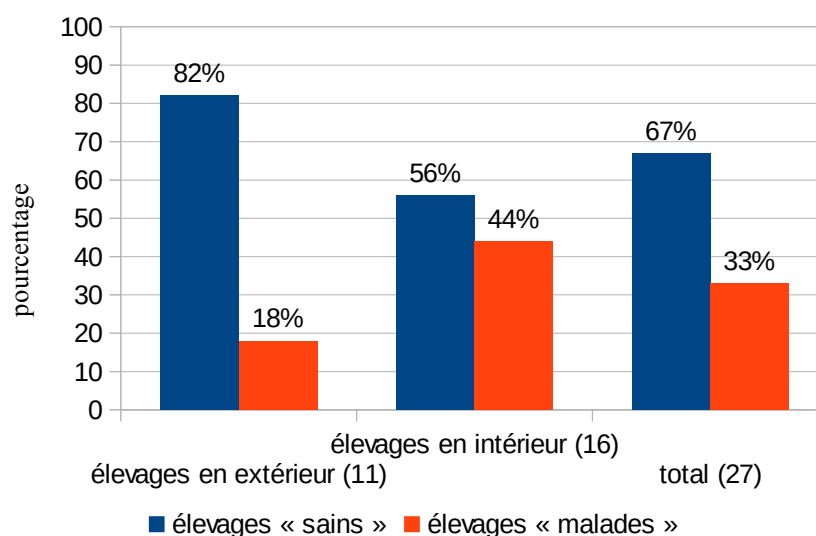
c. Élevage en extérieur ou en intérieur

L'observation du tableau 12 et de l'illustration 18 montre que la proportion d'élevages « malades » est plus importante dans les élevages en intérieur (44 %) que dans les élevages en extérieur (18 %). Cette différence n'est pas significative ($p=0,23$).

Tableau 12 : statut « malade » / « sain » des élevages de l'échantillon en extérieur et en intérieur

Élevage en extérieur ou en intérieur	Nombre d'élevages « sains »	Nombre d'élevages « malades »	Total
Extérieur	9	2	11
Intérieur	9	7	16
Total	18	9	27

Illustration 18 : statut « malade » / « sain » des élevages de l'échantillon en extérieur et en intérieur



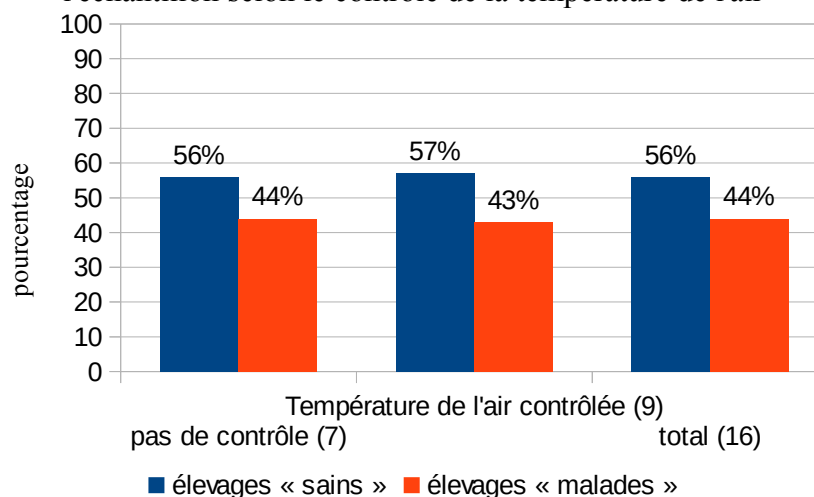
d. Contrôle de la température en élevage en intérieur

Contrôle de la température de l'air : l'observation du tableau 13 et de l'illustration 19 ne montre pas de différence entre les élevages contrôlant la température de l'air et ceux ne la contrôlant pas ($p=1,00$).

Tableau 13 : statut « malade » / « sain » des élevages de l'échantillon selon le contrôle de la température de l'air

Contrôle de la température de l'air	Nombre d'élevages « sains »	Nombre d'élevages « malades »	Total
Non	5	4	9
Oui	4	3	7
Total	9	7	16

Illustration 19 : statut « malade » / « sain » des élevages de l'échantillon selon le contrôle de la température de l'air

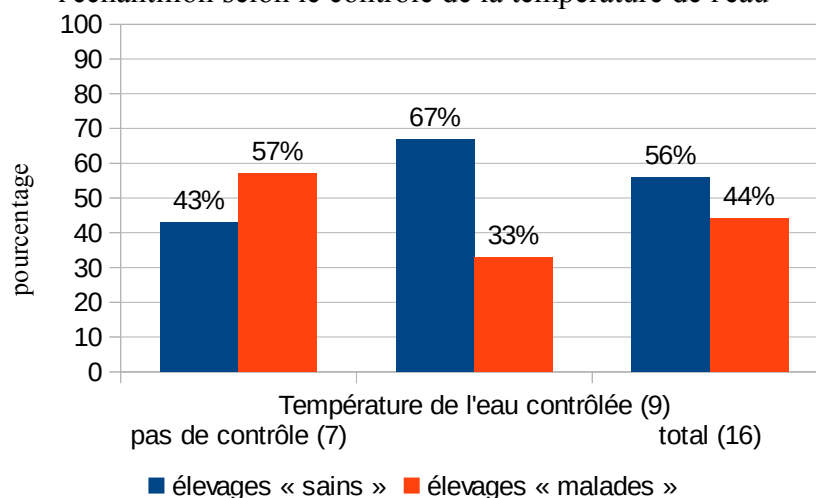


Contrôle de la température de l'eau : l'observation du tableau 14 et de l'illustration 20 montre que la proportion d'élevages « malades » est plus importante en l'absence de contrôle de la température de l'eau (57 % sans contrôle, 33 % avec contrôle). Cette différence n'est pas significative ($p=0,61$).

Tableau 14 : statut « malade » / « sain » des élevages de l'échantillon selon le contrôle de la température de l'eau

Contrôle de la température de l'eau	Nombre d'élevages « sains »	Nombre d'élevages « malades »	Total
Non	3	4	7
Oui	6	3	9
Total	9	7	16

Illustration 20 : statut « malade » / « sain » des élevages de l'échantillon selon le contrôle de la température de l'eau



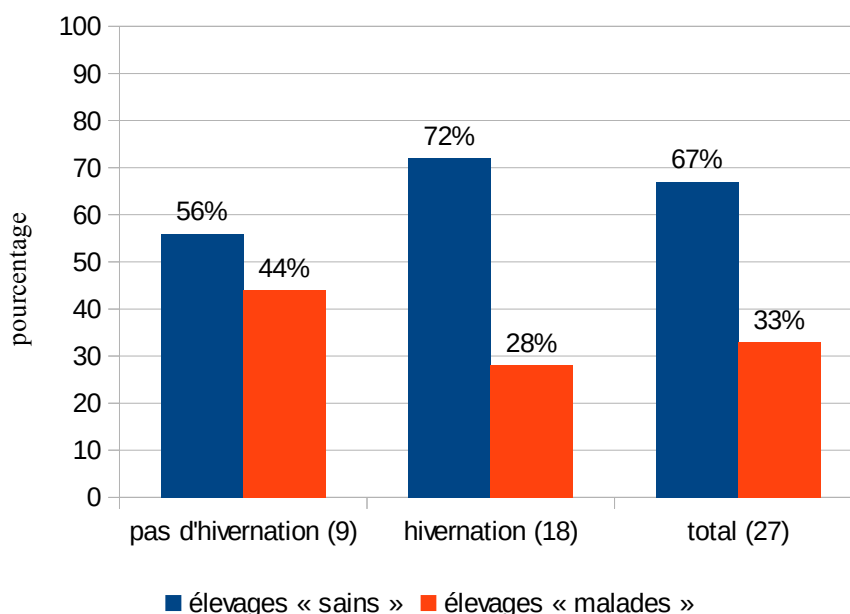
e. Hivernation

L'observation du tableau 15 et de l'illustration 21 montre que la proportion d'élevages « malades » est plus importante dans les élevages sans hivernation (44 %) que dans les élevages avec hivernation (23 %). Cette différence n'est pas significative ($p=0,42$).

Tableau 15 : statut « malade » / « sain » des élevages de l'échantillon selon la pratique ou non de l'hivernation

Hivernation	Nombre d'élevages « sains »	Nombre d'élevages « malades »	Total
Non	5	4	9
Oui	13	5	18
Total	18	9	27

Illustration 21 : statut « malade » / « sains » des élevages de l'échantillon selon l'hivernation



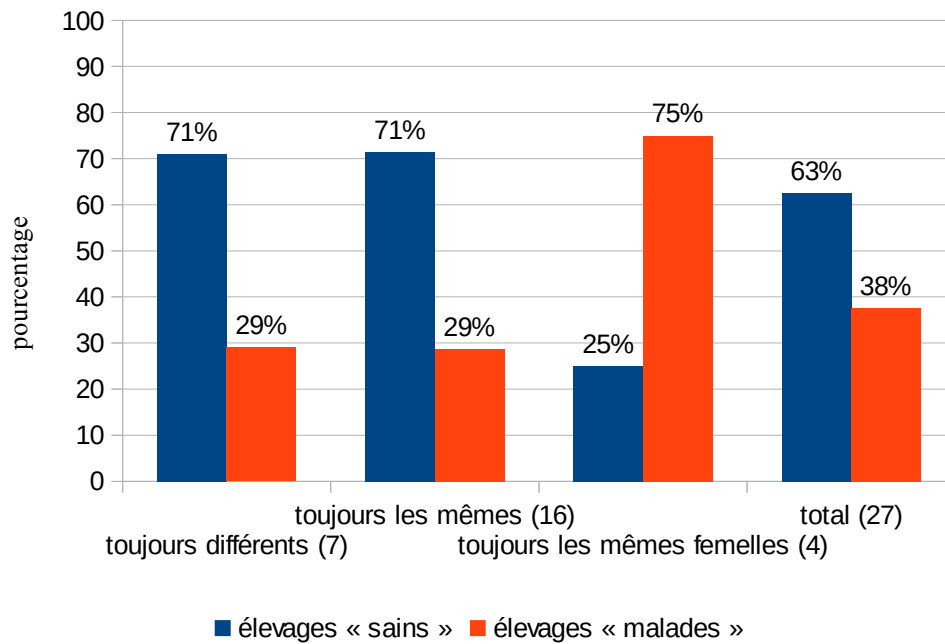
f. Géniteurs utilisés

La classe des géniteurs toujours différents regroupe les élevages ayant prélevé les œufs dans la nature et ceux utilisant des géniteurs toujours différents. L'observation du tableau 16 et de l'illustration 22 montre que la proportion d'élevages « malades » est similaire lorsque les géniteurs sont toujours différents (29 %) que lorsqu'ils sont toujours les mêmes (25 %), la proportion d'élevages « malades » est plus importante lorsque ce sont toujours les mêmes femelles fécondées par des mâles différents (75 %). Ces différences ne sont pas significatives ($p=0,22$).

Tableau 16 : statut « malade » / « sain » des élevages de l'échantillon selon les géniteurs utilisés

Géniteurs utilisés	Nombre d'élevages « sains »	Nombre d'élevages « malades »	Total
Toujours différents	5	2	7
Toujours les mêmes	12	4	16
Toujours les mêmes femelles fécondées par des mâles différents	1	3	4
Total	18	9	27

Illustration 22 : statut « malade » / « sain » des élevages de l'échantillon selon les géniteurs utilisés



D. Discussion

1. Résultats

a. Aspect conservatoire

Le taux de réponse au questionnaire de 40 % est satisfaisant et montre une implication des éleveurs, quel que soit leur objectif (conservatoire ou commercial) dans les projets de recherche. La majorité des élevages de l'échantillon (56 %) participait à un programme de réintroduction.

E.o. orbicularis est la sous-espèce la plus largement répandue sur le continent européen ; elle était élevée dans la majorité des élevages de notre échantillon (17 élevages, 63 %).

Rappelons qu'une difficulté de la conservation *ex-situ* est la disponibilité des géniteurs (C.3.b), ce que nous observons dans notre échantillon, dans lequel une minorité d'élevages (11 %) renouvelait ses géniteurs. Il n'y avait pas de différence entre les statuts « malades » versus « sains » des élevages utilisant toujours les mêmes géniteurs et ceux des élevages utilisant toujours des géniteurs différents. La différence observée avec le groupe utilisant toujours les mêmes femelles fécondées par des mâles différents n'est pas significative statistiquement.

b. Ancienneté et dimension des élevages

Nous n'avons pas observé d'association statistiquement significative entre l'ancienneté des élevages et le statut « élevage malade ». Ainsi, l'hypothèse selon laquelle le gain d'expérience au cours du temps permet de diminuer le taux de mortalité n'a pu être vérifiée par notre étude. Suivre l'évolution sur plusieurs années des taux de mortalité des élevages pourrait permettre d'approfondir cette question.

Nous avons observé une association statistiquement significative entre la dimension des élevages et

le statut « élevage malade », avec une plus forte proportion d'élevages malades parmi les grands élevages que parmi les deux autres classes. Cette analyse ne signifie pas que la dimension des élevages constitue un facteur de risque. Par exemple, la surpopulation est citée comme facteur de risque possible par 3 élevages et nous pourrions supposer qu'il y a plus de surpopulation dans les grands élevages. Notre questionnaire cherchait à évaluer l'effet de la densité des cistudes juvéniles sur les taux de mortalité, mais les données recueillies ne permettent pas de conclure.

c. Morbidité et mortalité

Les éléments suivants visent à répondre aux deux premiers objectifs de notre étude :

Les symptômes et maladies cités comme étant les plus fréquents concernent majoritairement la carapace et le système cutané ou sont des symptômes non spécifiques. Minoritairement, les élevages ont cité des symptômes de l'appareil respiratoire. Néanmoins, il est plus difficile d'observer les symptômes des maladies affectant des organes internes que ceux de la carapace et du système cutané. Ainsi, les maladies affectant des organes internes ont pu être sous-diagnostiquées dans les élevages. Il serait intéressant d'étudier la prévalence de ces symptômes et maladies en élevage.

Les taux de morbidité dans notre échantillon étaient faibles : 5,5 % en moyenne, 0 % en valeur médiane. Une forte proportion des élevages (44 %) n'a pas cité un seul symptôme ou maladie. Ces chiffres peuvent refléter la difficulté de détecter les maladies des cistudes juvéniles liée au peu d'expression clinique et aux conditions d'élevage en extérieur. Rappelons que nous avons possiblement plusieurs erreurs de classement. Nous avons émis comme hypothèse la présence d'un biais d'échantillonnage : il est possible que les élevages participant à l'étude soient les élevages les plus engagés et ayant des taux de morbidité faibles. Les taux de morbidité dans les élevages sont donc probablement supérieurs aux chiffres que nous avons cités.

Les taux de mortalité dans notre échantillon étaient plus élevés que les taux de morbidité, avec une moyenne de 15,1 %, une médiane de 7,5 %. Une fois de plus, la faible expression de symptômes cliniques par les cistudes peut expliquer cette différence.

Concernant les taux de mortalité, l'IQR [3,1 % ; 30 %], le minimum de 0 % et le maximum de 80 % montrent une disparité importante parmi les élevages de notre échantillon. La majorité des élevages (59 %) n'a cité aucune maladie liée à de la mortalité. Parmi les symptômes et maladies évoqués comme cause de mortalité, une étiologie infectieuse a été citée le plus fréquemment, des symptômes non spécifiques ont été cités en deuxième position. Le nombre réduit de réponses à cette question ne nous permet pas de généraliser ces observations à la population cible. Une faible proportion d'élevages a pratiqué des autopsies (15 %), peut-être pour des raisons de difficultés techniques (petite taille des cistudes juvéniles), pour des raisons financières (coût des analyses microbiologiques) ou par manque de temps. Pratiquer systématiquement des autopsies en élevage serait un moyen d'objectiver les causes de mortalité.

Nous aurions souhaité étudier l'évolution des taux de mortalité dans le temps, ce qui n'a pu être réalisé sans surcharger le questionnaire. Il nous paraît intéressant d'étudier cette question dans un travail ultérieur.

d. Hivernation

La majorité des élevages de l'échantillon mettait les juvéniles en hivernation, dans les conditions recommandées par la bibliographie (LEULIET, 2012 ; WOLFF, 2015). La proportion d'élevages malades est plus importante parmi les élevages ne pratiquant pas d'hivernation. Cette différence n'est pas statistiquement significative. Cependant, l'absence d'hivernation a été citée comme facteur de risque potentiel par 4 élevages (8 % des 45 facteurs de risque cités). Dans leur environnement naturel, les cistudes juvéniles hivernent dès leur première année. Ainsi, malgré l'absence de différence statistiquement significative, nous recommandons de mettre les juvéniles en hivernation dès leur première année.

e. Gestion zootechnique

Dans notre échantillon, la proportion d'élevages « malades » était plus élevée parmi les élevages en intérieur que parmi les élevages en extérieur. La différence observée n'est pas significative statistiquement.

En élevage en intérieur, nous n'avons pas observé de différence entre les élevages contrôlant la température de l'air et ceux ne la contrôlant pas. Nous avons observé une différence non significative statistiquement entre les élevages contrôlant la température de l'eau et ceux ne la contrôlant pas : la proportion d'élevages « malades » étaient plus importante parmi les élevages ne contrôlant pas la température de l'eau que parmi ceux la contrôlant. Le facteur humidité du terrarium aurait été intéressant à étudier.

f. Ressenti des éleveurs

Les facteurs de risques cités étaient majoritairement des facteurs zootechniques, suivis par des causes accidentelles. Concrètement, il nous paraît plus aisé d'agir sur les facteurs zootechniques que sur les causes accidentelles. Par exemple, la surpopulation peut être limitée en élevage en intérieur en séparant les juvéniles dans plusieurs bacs. Parmi les causes accidentelles, la noyade peut être prévenue en adaptant la profondeur d'eau, la prédation par l'établissement d'une protection physique de l'enclos (grillage).

2. Limites

a. Liées à l'échantillon

La taille de l'échantillon, bien que plutôt satisfaisante par rapport au nombre d'élevages de cistude d'Europe, était petite et a limité l'utilisation de tests statistiques.

Les élevages relâchaient les cistudes juvéniles à différents âges dans la nature, entre 2 et 6 ans. La durée de séjour des cistudes juvéniles dans les élevages était donc variable. Il serait intéressant de détailler les taux de mortalité par classe d'âge.

Notre échantillon est composé d'élevages ayant répondu au questionnaire pour une seule année ce qui peut constituer un biais d'échantillonnage. Par exemple, un des élevages a déclaré dans la case « commentaire libre » avoir souffert de très forte mortalité pour des raisons de problèmes d'alimentation et a rapporté dans ses commentaires qu'une fois ces problèmes résolus il n'y avait quasiment plus de mortalité chez ses juvéniles.

b. Liées à la conception du questionnaire

Un questionnaire avec une liste de symptômes et de maladies préétablie aurait pu augmenter le taux de réponse aux questions sur les maladies et symptômes, et aux questions sur les causes de mortalité.

CONCLUSION

Notre travail a permis d'étudier un échantillon des élevages de cistudes d'Europe européens et la création d'un répertoire de ces éleveurs, qui pourrait être utilisé dans le cadre d'une mise en réseau international des éleveurs de cistude.

Les symptômes et maladies cités le plus fréquemment par les élevages de l'échantillon concernaient la carapace et le système cutané. Ceux cités comme cause de mortalité étaient le plus fréquemment des maladies infectieuses. Les éleveurs ont cité en deuxième position des symptômes non spécifiques d'organe. Cependant, nous ne pouvons étendre ces observations à la population cible étant donné le peu de réponses à ces questions.

Les taux de morbidité de notre échantillon étaient faibles, de 5,5 % en moyenne et probablement biaisés. Les taux de mortalité étaient plus élevés que les taux de morbidité, avec une moyenne de 15 %. Ici encore, nous ne pouvons nous permettre d'étendre nos observations à la population cible.

Nous n'avons pu identifier de facteur de risque de la mortalité dans les élevages de cistude d'Europe. La seule différence statistiquement significative observée concernait la dimension des élevages, sans que nous puissions interpréter ce résultat. Malgré l'absence d'autre résultat significatif statistiquement, nous recommandons : de se rapprocher le plus possible de conditions dites naturelles, et donc de pratiquer un élevage en extérieur, avec des effectifs de cistudes juvéniles inférieurs à 60, avec hibernation. En intérieur, il paraît préférable de contrôler la température de l'eau, de limiter la surpopulation et de contrôler la profondeur de l'eau. Selon le ressenti des éleveurs et la littérature, il paraît important de maîtriser les facteurs zootechniques tels l'alimentation, l'accès à une lame UV en intérieur, et de mettre en place les mesures préventives des causes de mortalité accidentelles, par exemple en installant une protection des mares contre les prédateurs.

Pour pallier la difficulté de diagnostiquer les maladies des cistudes juvéniles, la pratique d'autopsies, actuellement peu en cours dans les élevages de notre échantillon, nous semble intéressante.

BIBLIOGRAPHIE

- AYRES C, CORDERO-RIVERA A. (2002). La situation de los galapagos en Galicia. *Quercus*, **201**, 20-25.
- AYRES C, CALVINO-CANCELA M, CORDERO-RIVERA A. (2010). Water Lilies, *Nymphaea alba*, in the Summer Diet of *Emys orbicularis* in Northwestern Spain: Use of Emergent Resources . *Chelonian Conservation and Biology*, **9** (1), 128-31.
- ALEKSIĆ-KOVAČEVIĆ S, ÖZVEGY J, KRSTIĆ N, et al.. (2013). Skin and Skeletal system lesions of european pond turtles (*Emys orbicularis*) from natural habitat. *Acta Veterinaria Hungarica*, **60**, 2-15.
- BEAUVAIS L. (2012). La Cistude d'Europe, *Emys orbicularis*, situation actuelle et perspectives. Rapport de stage, Université François Rabelais.
- BIOT L. (2017). Synthèse des connaissances actuelles sur la cistude d'Europe (*Emys orbiculairs*) et étude d'une pathologie émergente de sa carapace. Thèse Méd. Vét., Toulouse, n°40.
- BISHOP B, SAVITZKY B, ABDEL-FATTAH T. (2010). Lead bioaccumulation in emydid turtles of an urban lake and its relationship to shell disease. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, **73**, 565–571.
- BSAVA, British Small Animal Veterinary Association. (2002). *BSAVA Manual of Exotic Pets*. 4th ed. MEREDITH A, REDROBE A, 315 p.
- BUDO J, CAPALLERAS E. (2016). The European pond turtle in Catalonia. Site de Life Potamo Fauna. [en ligne]. [<http://lifepotamofauna.org/e/actuality/news/2016/07/06/the-european-pond-turtle-in-catalonia>] (Consulté le 04/08/2016).
- CANESSA S, GENTA P, JESU R et al. (2016) Challenges of monitoring reintroduction outcomes: Insights from the conservation breeding program of an endangered turtle in Italy . *Biological Conservation*, **6**, 1-6.
- CEN-L-R (2006). Projet de réintroduction de la cistude d'Europe *Emys orbicularis* (L.) en Languedoc-Roussillon. Dossier de soumission au Conseil National de Protection de la Nature. 97 p.
- CEN-Savoie. (2014). Bulletin d'information du Plan National d'Action Cistude 2011-2015. *Lettre Cistude*, **6**, 40 p.
- CITES. *Site de la liste des espèces inscrites à la CITES*. [en ligne]. [<http://checklist.cites.org>] (Consulté le 22/07/2016).
- CONSEIL DE L'EUROPE. (2017). Site du Conseil de l'Europe. [en ligne]. [<http://www.coe.int/fr/web/conventions/full-list/-/conventions/treaty/104>] (Consulté le 05/05/2017)
- CORDERO-RIVERA A, AYRES FERNANDEZ C. (2004). A management plan for the European

pond turtle (*Emys orbicularis*) populations of the Louro river basin (Northwest Spain). *Biologia* **59** (14), 161-71.

DE MATTEIS C. (2004). Carnet de clinique des reptiles. Thèse Méd. Vét., Alfort, n°60.

DESCHAMPS S. (1990). La cistude d'Europe (*Emys orbicularis*, reptilia, testudines). Recherche de critères d'âge. Thèse Méd. Vét., Toulouse, n°8.

DEVAUX B. (2000) Delachaux et Niestlé

FALK V. (2001). Réintroductions animales en Rhône-Alpes : étude de cas, bilan et perspectives. Thèse Méd. Vét., Lyon, n°60.

FERRI V. (2000). *Guide des tortues 190 espèces du monde entier*. Lausanne (Switzerland) Paris : Delachaux et Niestlé S.A.

FICETOLA G F, DE BERNARDI F. 2006. Is the European “pond” turtle *Emys orbicularis* strictly aquatic and carnivorous? *Amphibia-Reptilia*, **27**, 445-47.

FRITZ U. (2003). *Die Europäische Sumpfschildkröte*. Bielefeld, Laurenti-Verlag.

FRITZ U, et CHIARI Y. (2013). Conservation actions for European pond turtles – a summary of current efforts in distinct European countries. *Herpetology Notes*, **6**, 1-60.

HOSSEIN S, RAJABLOO M, GHOLAMHOSSEINI A. (2016). Endohelminths of European pond turtle *Emys orbicularis* in Southwest Iran. *Journal of Parasitic Diseases*, **40**, 194-198.

IUCN. *Le site de la liste rouge de l'IUCN*. [en ligne]. (Mise à jour en mars 2016). [<http://www.iucnredlist.org/details/7717/0>] (consulté le 26 juillet 2016)

IUCN/SCC. (2013). Guidelines for Reintroductions and Other Conservation Translocations. Version 1.0. IUCN Species Survival Commission, viii. Gland, Switzerland: Osprey Publishing.

JUNGWIRTH N, BODEWES R, OSTERHAUS A, *et al.*. (2014). First report of a new alphaherpesvirus in a freshwater turtle (*Pseudemys concinna concinna*) kept in Germany. *Veterinary Microbiology*, **170**, 3-4.

KELLER J, MCCLELLAN-GREEN P, KUCKLICK J, *et al.* (2006). Effects of organochlorine contaminants on Loggerhead Sea Turtle immunity: Comparison of a correlative field study and In Vitro exposure experiments. *Environmental Health Perspectives*, **114**, 70-76.

KÖBÖLKUTI, L. B., G. Á. CZIRJAK, M. SPÎNU. (2016). Effects of malnutrition and improper captive maintenance on European Pond turtle (*Emys orbicularis*): a case report. *The journal of Animal and Plant Sciences*, **26**, (3), 874-879.

KUGLER E. (2013). Processus d'invasions biologiques en France métropolitaine : les exemples du vison d'Amérique (*Neovison vison*), de la tortue de Floride (*Trachemys scripta elegans*) et de l'écrevisse de Louisiane (*Procambarus clarckii*). Thèse Méd. Vét., Alfort, n°56.

- LANSZKI, J., MOLNAR M, MOLNAR T. (2006). Factors Affecting the Predation of Otter (*Lutra Lutra*) on European Pond Turtle (*Emys Orbicularis*) ». *Journal of Zoology*, **270**, (2), 219-26. doi:10.1111/j.1469-7998.2006.00132.x.
- LAROUSSE. *Site du dictionnaire Larousse.* [en ligne]. [<http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/palustre/57517?q=palustre#57181>]. (Consulté le 26/07/2016)
- LEULIET D. (2012). Hibernation artificielle. *Chéloniens*, **27**, 8-11.
- MARTINEZ-SILVESTRE A, VERDAGUER I, VIDAL F, *et al.* (2015). Outbreak of mortality associated to thyroid hyperplasia in *Emys orbicularis* breeding program in Ebro Delta (Spain) ». *In: 5th international symposium on Emys orbicularis*, Kitten, August 19-21, 1-56.
- MATSON C, PALATNIKOV G, ISLAMZADEH A, *et al.* (2005). Chromosomal Damage in Two Species of Aquatic Turtles (*Emys orbicularis* and *Mauremys caspica*) Inhabiting Contaminated Sites in Azerbaijan. *Ecotoxicology*, **14**, 1–13.
- MEESKE, A-C, SNIESHKUS E, WELTER-SCHULTES F. (2000). Aufzucht und Wachstumsanalysen der Europäischen Sumpfschildkröte (*Emys orbicularis*) aus Litauen. *SALAMANDRA, Rheinbach*, 2000 Deutsche Gesellschaft für Herpetologie und Terrarienkunde e.V. (DGHT), **2** (36), 89-102.
- MILLEFANTI M, AVANZI M. (2011). *Le grand livre des tortues terrestres et aquatiques*. 2e éd. Paris, De Vecchi S.A., 213 p.
- MITRUS S. (2000). Protection of the European pond turtle *Emys orbicularis* (L.) in Poland. *Kataloge des OO. Landesmuseums, Neue Folge*, Nr. **149**, 119-126.
- MITRUS S. (2005). Headstarting in European pond turtles (*Emys orbicularis*): does it work? *Amphibia-Reptilia*, **26**, 333-341.
- MITRUS S. (2008). The headstarting technique is an ineffective method for conservation of the European pond turtle – elasticity analysis. *Ecological Questions*, **10**, 51-55.
- MONNEY C, MEYER A. (2008). Standpunkt der Koordinationsstelle für Amphibien- und Reptilienschutz in der Schweiz (karch) hinsichtlich der Wiederansiedlung der Europäischen Sumpfschildkröte *Emys orbicularis* (LINNAEUS, 1758) in der Schweiz. *Testudo* **17** (4), 4-20.
- NAGLE R, ROWE C, CONGDON J. (2001). Accumulation and selective maternal transfer of contaminants in the turtle *Trachemys scripta* associated with coal ash deposition. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, **40**, 531–536.
- NATCHEV N, KUMMER S, SINGER K, *et al.* (2005). Feeding on land with a small tongue – ecomorphology of the feeding system in the European pond turtle *Emys orbicularis* L., 1758. *In : 5th International symposium on Emys orbicularis and the other European freshwater turtles*. Kiten. August 19-21 2015. 24-25.

- NEMBRINI M, ZANINI M. (2008). Vorkommen der Europäischen Sumpfschildkröte *Emys orbicularis* (LINNAEUS, 1758) im Tessin: Resultate der Fangaktionen 2005-2007. *Testudo*, **2**, 1-7.
- OTTONELLO D, SALVIDIO S, Elisabeth ROSECCHI E. (2005). Feeding habits of the European pond terrapin *Emys orbicularis* in Camargue (Rhône delta, Southern France). *Amphibia-Reptilia*, **26**, 562-565.
- QUEMENER Y. (1983). Les chéloniens, entretien et pathologie. Thèse Méd. Vét., Toulouse, n°8.
- RAEMY M, FRITZ U, CHEYLAN M, *et al.*. (2016). Hybridisation between turtle subspecies: a case study with the European pond turtle (*Emys orbicularis*). *Conserv. Genet.*, **18**, 287.
- Réserve zoologique de la Haute Touche. (2016). [En ligne]. [<http://www.zoodelahautetouche.fr/fr/reserve/animaux/especes>]. (Consulté le 30/07/2016)
- ROGNER M. (2009). *European Pond Turtle Emys orbicularis*. **4**. Frankfurt am Main, Chelonian Library, Edition Chimaira, 270 p.
- SACDANAKU E, HAXHIU I. (2015). Population structure of European pond turtles, *Emys orbicularis* (Linnaeus, 1758) in Narta Lagoon (Vlora Bay, Albania) . *International Journal of Biological, Biomolecular, Agricultural, Food and Biotechnological Engineering*, **9**, n°3, 228-232.
- SCHILLIGER L. (2007). Les tortues de jardin, guide des soins et des maladies. Paris, *Animalia Edition*, 160 p.
- SEGADE P, CRESPO C, AYRES C, *et al.*. (2006). Eimeria species from the European pond turtle, *Emys orbicularis* (Reptilia: testudines), in Galicia (Nw Spain), with description of two new species. *J. Parasitol.*, **92**(1), 69–72.
- SILLERO N, CAMPOS J, BONARDI A, *et al.* (2014). Updated distribution and biogeography of amphibians and reptiles of Europe. *Amphibia reptilia*, **35**, 264 p.
- SOCCINI C, FERRI V. (2004). Bacteriological screening of *Trachemys scripta elegans* and *Emys orbicularis* in the Po plain (Italy). *Biologia*, **59**, suppl. 14, 201-207.
- SMITH D, COOPER M, KOSIARA J, *et al.*. (2016). Body burdens of heavy metals in Lake Michigan wetland turtles. *Environ. Monit. Assess*, 128-188.
- VERNEAU O, PALACIOS C, PLATT T, *et al.*. (2011). Invasive species threat: parasite phylogenetics reveals patterns and processes of host-switching between non-native and native captive freshwater turtles. *Parasitology*, **138**, 1778–1792.
- VELO-ANTON G. (2013). Towards better management of European pond turtles (*Emys orbicularis*) in conservation programs. *Herpetology Notes*, **6**, 381-382.
- VIDARD M, PERROT J, (2016) Emission radio écoutée sur France inter, émission *La tête au carré*, écoutée le 01/09/2016.

- WOLFF B. (2004). Beobachtungen und erfahrungen bei der Haltung und Zucht der Europäischen Sumpfschildkröte (*Emys orbicularis* LINNAEUS, 1758). Marginata édition.
- WOLFF B. (2015). *Europäische Sumpfschildkröten. Lebensweise-Haltung-Nachzucht*. Münster, Natur und Tier-Verlag GmbH.
- WWF-France. *Le site de WWF-France*. [en ligne].
 [http://www.wwf.fr/nos_priorites/reduire_l_empreinte_ecologique/gerer_durablement_l_eau_douce/l_importance_des_zones_humides/] (consulté le 09/08/2016)
- YU S, HALBROOK R, SPARLING D, *et al.*. (2011). Metal accumulation and evaluation of effects in a freshwater turtle. *Ecotoxicology*, **20**, 1801–1812.
- YU S, HALBROOK R, SPARLING D. (2012) Accumulation of Polychlorinated Biphenyls (PCBs) and evaluation of hematological and immunological effects of PCB exposure on turtles . *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, **88**, 823–827.
- ZIMMERMAN L, VOGEL L, BOWDEN R, (2010). Understanding the vertebrate immune system: insights from the reptilian perspective. *The Journal of Experimental Biology*, **213**, 661-671.

ANNEXES

Annexe 1 : répertoire des élevages de cistude d'Europe

Les coordonnées du répertoire sont diffusées avec l'autorisation des personnes concernées. En l'absence d'accord de diffusion des coordonnées, nous ne faisons que mentionner le nom de l'élevage et son site internet.

Allemagne

KOCH Werner, éleveur
Pfaffenhauser Str.27
87769 Unterrieden
Deutschland
0(049)8 26 59 10 31
(élevage depuis 2011 d'*E.o. orbicularis* haplotype Ia en provenance du Sud de la Pologne)

KRÜGER Editha, éleveuse
76764 Rheinzabern
Deutschland
editha@kruegernetz.de
(élevage depuis 2006 d'*E.o. orbicularis* haplotype IIa)

Naturschutzstation Rhinluch (Station de protection de la nature de Rhinluch)
Nauener Str. 68
16833 Linum
Deutschland
0(049)3 39 22 90 255
Dr. SCHNEEWEISS Norbert, directeur
norbert.schneeweiss@lfu.brandenburg.de
(élevage depuis 1997 d'*E.o. orbicularis* et d'*E.o. helenica*)

SAARI Alex, éleveur
96479 Weitramsdorf
Deutschland
AlexSaari@gmx.de
(élevage depuis 2014 d'*E.o. persica* en provenance d'Iran)

See-life Hannover
<https://www.visitsealife.com/hannover/schuetzen-sie-unsere-meere/europaeische-sumpfschildkroete.aspx>

STULLE Uwe, éleveuse
Anlagen 2
74427 Fichtenberg
Deutschland
0(049) 79 71 31 76
uwe@stulle-online.de
(élevage depuis 2004 d'*E.o. orbicularis* haplotype II)

Tierpark Sababurg
<http://www.tierpark-sababurg.de/home/>

ZIMENGA Michael, éleveur
Osnabrücker Str. 8
49205 Hasbergen
Deutschland
0(049) 17 18 24 01 85
michael.zimenga@osnanet.de
(élevage depuis 1990 d'*E.o. orbicularis* haplotypes IIa, Ia, IVa, V)

Autriche

RIEDMANN Josef, éleveur
Feichten61
6363 Westendorf
Österreich
0(043) 66 42 16 61 86
sepp.riedmann@a1.net
<http://www.steingarten-wasserschildkroeten.at/index.html>

Tiergarten Schönbrunn
<https://www.zoovienna.at/>

Espagne

C.R.A.R.C. (Centre de Recuperació d'Amfibis i Rèptils de Catalunya : Centre de Récupération d'Amphibiens et de Reptiles de Catalogne)

C/Garra s/n
08783 Masquefa, Barcelona
Spain
0(034) 93 77 26 396
MARTÍNEZ-SILVESTRE Albert, directeur scientifique et vétérinaire
crarc@amasquefa.com
<http://www.crarc-comam.net/>
(élevage depuis 2012 d'*E.o. orbicularis* haplotype V)

C.R.T. Albera (Centre de Reproducció de Tortugues de l'Albera ; centre de reproduction de tortues de l'Albera)
<http://www.tortugues.cat/>

G.R.E.F.A Gruppo de Rehabilitación de la fauna Autóctona y su Hábitat (Groupe de réhabilitation de la faune autochtone dans son habitat)

Ctra. Monte del Pilar
s/n. 28220. Majadahonda (Madrid)
Spain
0(034)9 16 38 75 50
FERNÁNDEZ-ALLENDE Marta, manager technique du programme
martafdezallende@gmail.com
(élevage depuis 2012 d'*E.o.* haplotypes VIa et VI d)

France

A Cupulatta
Vero
20133 Ucciani
France
0(033)6 25 77 56 35
MOISSON Pierre, directeur et vétérinaire
pierremoisson@orange.fr
<http://www.acupulatta.com/?page=home>

Centre d'études de protection et d'élevage des chéloniens
<http://www.cepec-tortues.fr/>

Parc de Branféré
56190 Le Guerno
France
0(033)6 99 11 81 41
DABADIE Anthony, chef animalier
anthony.dabadie@branfere.com
<http://www.branfere.com/visite-parc-animalier-botanique-2-146.html>

Parc animalier de Sainte-Croix
57810 Rhodes
France
0(033)3 87 03 92 05
LAHOREAU Jennifer, vétérinaire
jennifer.lahoreau@parcsaintecroix.com
<http://parcsaintecroix.com/fr/>
(élevage depuis 2005 d'E.o. haplotype Ic Inew Iia IVe Va Vid)

Parc zoologique et botanique de Mulhouse
51, rue du Jardin zoologique
68100 Mulhouse
France
0(033)3 69 77 65 65
QUINTARD Benoît, vétérinaire
benoit.quintard@mulhouse-alsace.fr
<http://www.zoo-mulhouse.com>
(élevage depuis 2012 d'E.o. *orbicularis*)

Parc Zoologique de Paris
53 avenue de Saint Maurice
75012, Paris
France
0(033)6 79 15 06 12
MARQUIS Olivier, curateur
olivier.marquis@mnhn.fr
<http://www.parczoologiqueparis.fr/fr>
(élevage depuis 2013 d'E.o. *orbicularis*)

Réserve Zoologique de la Haute Touche/ M.N.H.N. (Museum National d'Histoire Naturelle)
36290 Obterre
France
0(033)2 54 02 20 40
ORTIZ Katia, BLANC Barbara, vétérinaires
katia.ortiz@mnhn.fr; barbara.blanc@mnhn.fr
<http://www.zodelahautetouche.fr/>
(élevage depuis 2001 d'*E.o. orbicularis* haplotype IIa)

S.O.P.T.O.M. (Station d'Observation et de protection des Tortues et de leurs Milieux)
Village des Tortues BP24
83590 Gonfaron
France
0(033)4 94 78 26 41
GAGNO Stéphane, chef animalier
stgagno@orange.fr
<http://www.villagetortues.com/>
(élevage depuis 2001 d'*E.o. galloitalica*)

Station de recherche de la petite Camargue alsacienne
Rue de la Pisciculture
68300 Saint-Louis
France
0(033)3 89 69 79 00
QUINTARD Benoît, vétérinaire, responsable sanitaire
benoit.quintard@mulhouse-alsace.fr
<https://camargue.unibas.ch/recherche.html>
(élevage depuis 2000 d'*E.o. orbicularis*)

Zoodyssée de Chizé
Régie des Pôles Science et Nature de Zoodyssée et du Cébron
79360 Villiers en Bois
France
0(033)5 49 77 17 17
ALBARET Pierre-Jean, vétérinaire
pierre-jean.albaret@deux-sevres.fr
<http://www.zoodysee.org/>
(élevage depuis 1996 d'*E.o. orbicularis* haplotype IIa et d'*E.o. galloitalica* haplotype V)

Italie

L'aquario di Genova (Aquarium de Gène)
<http://www.acquariodigenova.it/>

Centro Emys
Regione Isolabella
17031, Albenga
Italy
OTTONELLO Dario, président de l'association « Emys Liguria »
emysliguria@gmail.com
<http://www.cesbin.it/progetti/centro-emys.html>
(élevage depuis 2000 d'*E.o. inguauna*)

Pologne

Zoo de Varsovie
zoo@zoo.waw.pl

Portugal

Wildlife Rehabilitation and Investigations Centre RIAS/ALDEIA
Rua do Parque Natural da Ria Formosa
CEAM, Quinta de Marim
Quelfes 8700-194 Olhão
Portugal
0(035)1 92 76 59 313
AZEVEDO Fábia, coordinatrice et biologiste
rias.aldeia@gmail.com
<http://www.algarvewildlife.com/cons-orgs.php>
(élevage depuis 2012 d'*E.o. orbicularis*)

Suisse

Fondation Papiliorama
Moosmatte 1
3210 Kerzers (FR)
Suisse
0(041)3 17 56 04 61
BIJLEVELD Caspar, directeur
caspar@papiliorama.ch
<http://www.papiliorama.ch/>
(élevage depuis 2014 d' *E.o. orbicularis* haplotype IIa)

Natur- und Tierpark Goldau
Parkstr. 26
6410 Goldau
Schweiz
0(041) 41 859 06 06
WEHRLE Martin, vétérinaire et directeur
martin.wehrle@tierpark.ch
<http://www.tierpark.ch/>
(élevage depuis 2013 d' *E.o. orbicularis* haplotype I)

SwissEmys, Station Menziken
Wüestländestrasse 2
5737 Menziken
Schweiz

0(041)6 27 71 10 80

SCHAFFNER Hans Peter, président de Swiss Emys, directeur d'une station d'élevage
schaffner_menz@bluewin.ch

(élevage depuis 1990, depuis 2002 en « race pure » *E.o.orbicularis* haplotype IIa)

SwissEmys, Kriessern

Fichtenweg 8

9451 Kriessern

Schweiz

0 (041) 79 836 73 98

DIETSCH Roger, éleveur

r.dietsche@waelli.ch

(élevage depuis 2005 d' *E.o.orbicularis* haplotype IIa)

Annexe 2 : recette du « pudding » pour tortue

Pour 3-4 litres de pudding

½ litre lait (1,5 % de matière grasse)

2 œufs

½ kg de fruits et végétaux

½ kg de viande de bœuf

½ kg de poisson d'eau douce, ou crevettes écrasées

10 gouttes de vitamines (Multibionta®, Multimulsin®)

2 cuillères à soupe de minéraux (Vitakalk®, ZVT-Korvimin®)

250 gélatine alimentaire (50-60 grammes par litre)

¾ à 1 litre d'eau

Annexe 3 : évolution de la taille et du poids de cistudes juvéniles selon leur âge

Âge (nombre d'individus de l'étude)	Longueur de la carapace en millimètres en moyenne +/-écart type (min ; max)	Poids en grammes en moyenne +/-écart type (min ; max)
naissance (8)	24,2 +/-1,1 (22,0 ; 25,4)	3,98 +/-0,35 (3,50 ; 4,65)
un an (4)	37,7 +/-1,2 (36,3 ; 39,0)	12,55 +/-1,37 (10,50 ; 13,30)
deux ans (4)	61,8 +/-5,3 (54,3 ; 67,0)	41,3 +/-7,5 (30,0 ; 45,0)
trois ans (3)	84,7 +/-6,0 (79,0 ; 91,0)	88,3 +/-7,6 (80,0 ; 95,0)
quatre ans (5)	124,0+/-8,0(116,0 ; 132,0)	101,3 +/-33,8 (65,0 ; 130,0)
cinq ans (0)	absence de donnée	absence de donnée
six ans (3)	124,0 +/-8,0 (116,0 ; 132,0)	326,7 +/-37,9 (300,0 ; 370,0)
sept ans (1)	132,0	350,0
huit ans (3)	131,7 +/-1,9 (130,0 ; 133,0)	396,7 +/-15,3 (380 ,0 ; 410,0)
neuf ans (1)	149,0	555,0
dix ans (3)	161,7 +/-6,7 (156,0 ; 169,0)	715,0 +/-69,5 (670,0 ; 795,0)

Source : (FRITZ, 2003)

Annexe 4 : développement moyen du poids corporel des juvéniles dans 10 litres d'eau par animal

Âge / durée d'hivernation en mois	1/0	2/0	3/0	4/0	7/3	12/3	16/3	19/6	24/6
Groupe de 20 animaux	7,4	8,9	11,7	15,8	15,1	26,1	31,3	31,0	46,8
Groupe de 10 animaux	7,4	10,4	14,5	18,2	16,7	32,2	39,4	37,6	59,4
Groupe de 2 animaux	7,9	12,1	17,3	22,8	20,1	36,4	52,7	50,2	75,9
Animal seul	7,9	12,3	18,9	24,4	22,7	42,8	68,2	64,3	88,3

Source : (WOLFF, 2015).

Annexe 5 : situation et sous-espèces d'*E.o.* sur le continent européen et en Afrique du Nord

Pays	Situation	Sous-espèce
Albanie	Présente sur la partie Ouest du pays, manque de données	<i>E.o. hellenica</i>
Algérie		<i>E.o. occidentalis</i>
Allemagne	Dernière population native dans le Brandebourg, espèce de vertébré la plus menacée d'Allemagne	<i>E.o. orbicularis</i>
Autriche	Reliquat, niche écologique dans les bras morts du Danube. Population de 1500 animaux à l'état sauvage se reproduisant	<i>E.o. orbicularis</i>
Arménie		<i>E.o. persica</i>
Azerbadjan		<i>E.o. persica</i>
Biélorussie	Présence au Sud et au Sud-Ouest du pays, 3,4 à 80 individus par hectare (moyenne de 34,8 +/-1,7)	<i>E.o. orbicularis</i>
Bulgarie	Selon Beshkov en 1998 espèce non en danger ; manque de données ; trouvée sur 136 des 194 sites protégés de Bulgarie	<i>E.o. hellenica</i>
Croatie	Présente sur tout le territoire croate, dans trois parcs naturels sur huit	<i>E.o. hellenica</i> (zone frontière entre <i>E.o. orbicularis</i> et <i>E.o. hellenica</i>)
Espagne	Moins de 500 individus	<i>E.o. fritzjuergenobsti</i> ; <i>E.o. hispanica</i>
France	Déclin depuis le milieu du XIX ^e siècle. Présente dans douze régions, les huit régions engagées dans un plan régional d'action sont soulignées : Limousin, <u>Auvergne</u> , Poitou Charente, <u>Bourgogne</u> , <u>Rhône-Alpes</u> , Aquitaine, <u>PACA</u> , <u>Languedoc Roussillon</u> , <u>Midi Pyrénées</u> , <u>Centre</u> , Alsace, <u>Corse</u>	<i>E.o. orbicularis</i> en Brenne, Rhône-Ales et Aquitaine ; <i>E.o. galloitalica</i> en Corse et en Provence ; <i>E.o. occidentalis</i> dans la région de Pau <i>E.o. lanzai</i> en Corse
Géorgie		<i>E.o. orbicularis</i> <i>E.o. persica</i>
Grèce		<i>E.o. hellenica</i>
Hongrie	Seul chélonien local sur le territoire	<i>E.o. orbicularis</i>
Italie	Déclin rapide depuis 1970. Petites populations isolées dans la plaine de l'Albenga.	<i>E.o. orbicularis</i> (Italie et Sardaigne) <i>E.o. trinacris</i> (Sicile) <i>E.o. ingauna</i> (Ligurie) <i>E.o. galloitalica</i> <i>E.o. capolongoi</i> en Sardaigne <i>E.o. hellenica</i>
Iran		<i>E.o. persica</i>
Kazakstan		<i>E.o. orbicularis</i>
Lituanie	30 populations recensées dans la partie sud du pays	<i>E.o. orbicularis</i>
Maroc		<i>E.o. occidentalis</i>

Pays	Situation	Sous-espèce
Pologne	En danger, une seule grande population à l'Est de la Pologne, d'autres petites populations dans le reste du pays	<i>E.o. orbicularis</i>
Portugal	Fort degré de fragmentation des populations	<i>E.o. occidentalis</i>
République tchèque	Une population se reproduisant sur le site protégé de Betlém (Moravie du Sud) issue de relâchés de 30 individus entre 1989 et 1995	
Roumanie		<i>E.o. orbicularis</i>
Royaume-Unis	Possiblement pas natif du pays ; plusieurs rapports dans les 20 dernières années de populations se reproduisant de manière autonome	
Russie (Sud)		<i>E.o. persica</i>
Serbie	Étude pilote reconnaît la destruction de l'habitat liée à la pollution par des déchets et des produits chimiques comme une menace majeure pour cette espèce, populations petites et fragmentées, presque non viables, dans la région de Voivodina et à l'Est du pays	<i>E.o. orbicularis</i> ; <i>E.o. hellenica</i>
Slovaquie	Deux populations autochtones dans la partie Sud du pays	<i>E.o. orbicularis</i>
Slovénie		<i>E.o. hellenica</i> ; <i>E.o. orbicularis</i>
Suisse		<i>E.o. orbicularis</i> au Nord des Alpes et <i>E.o. hellenica</i> au Sud des Alpes
Tunisie		<i>E.o. occidentalis</i>
Turquie	Abondant en Anatolie centrale	<i>E.o. eiselti</i> endémique à l'est de la montagne Amanus, <i>E.o. orbicularis</i> dans le reste du pays <i>E.o. hellenica</i>
Turkménistan		<i>E.o. persica</i>
Ukraine	Seul testudiné d'Ukraine ; large population dans le delta du Danube ; présente dans la plupart des 21 réserves naturelles et des 20 parcs nationaux du pays	<i>E.o. orbicularis</i>

Sources : (AYRES et CORDERO-RIVERA, 2002 ; FRITZ, 2003 ; SACDANAKU et HAXHIU, 2015 ; BUDO et CAPALLERAS, 2016)

Annexe 6 : législations nationales et programmes de conservation dans différents pays du continent européen

Pays	Législation	Programme(s) de conservation
Albanie	Statut « risque faible »	
Allemagne	Liste rouge de l'état fédéral de la république allemande « en danger d'extinction »; appendice II et IV de la Flora-Fauna Habitat FFH-RL 92/43/EWG: protection de l'espèce et de son habitat	programme de protection des prédateurs des sites de pontes par des grillages (FRITZ and CHIARI, 2013)(Fritz, 2013, p10) Hessen : programme « cistude d'Europe » depuis 1999 (Kurpian <i>et al</i> , 2006) Relâché de 14 subadultes en juin 2014 au lac de Steinhude
Autriche	Liste rouge autrichienne « en danger critique »	programme de protection des prédateurs des sites de pontes par des grillages Parc national Donau-Auen
Biélorussie		Protection de l'habitat
Bulgarie	« Biodiversity Protection Act of Bulgaria » (gazette n°77 9 aout 2002) annexe II (espèces à zone d'habitat protégé) et III (espèces protégées sur l'ensemble du territoire)	Surtout programmes de récolte de données sur la situation de la cistude sur le terrain
Croatie	Livre rouge des amphibiens et reptiles croates « non menacée » ; strictement protégée par la législation croate	
Espagne	Liste des animaux sous protection spéciale ; pas sur la liste rouge espagnole des espèces en danger	Programmes de conservation <i>ex-situ</i> , de contrôle des populations de tortues invasives et monitoring des individus relâchés
France	Protégée en France par l'arrêté du 24 avril 1979 (DEVAUX, 2000), remplacé par l'arrêté ministériel du 19 novembre 2007 qui interdit « la destruction ou l'enlèvement des œufs et des nids, la destruction, la mutilation, la capture ou l'enlèvement, la perturbation intentionnelle des animaux dans le milieu naturel » ainsi que « la destruction, l'altération ou la dégradation des sites de reproduction et des aires de repos des animaux » ; deux arrêtés du 10 août 2004 : « la détention et l'élevage de cistudes par les amateurs est possible aux titulaires du certificat de capacité »	Création d'un « réseau cistude » national de 200 membres, issu de la société herpétologique de France (SHF) présidée actuellement par André MIQUET. Site d'Étude en Écologie Globale du Woerr, (Georges, PNA cistude, 2015)
Hongrie	Protégée par arrêté ministériel 12/1993 ; pas de loi concernant la destruction ou l'altération de l'habitat	WWF Hongrie mapping, export de tortues en Slovaquie pour projet de réintroduction

Pays	Législation	Programme(s) de conservation
Italie	Classée comme en danger ou en déclin, <i>E.o. inguana</i> en Ligurie considérée en danger	Programmes de restauration et de reproduction en captivité ; « depuis 1992 neuf projets LIFE-Nature » ; projet Nature LIFE+ depuis 2013 (LIFE EMYS-LIFE/É NAT/IT/000395), relâché de 195 individus de trois à cinq ans depuis 2008
Lettonie	Cabinet Régulation N°396 « sur la liste des espèces spécialement protégées et des espèces spécialement protégées dont l'usage est limité » (2000) ; liste des animaux pour lesquels il est permis de créer des micro-réserves ; plan de protection approuvé par le ministère de l'environnement en 2007	Projet « LIFE-HerpetoLatvia » ; programmes de conservation <i>ex-situ</i>
Lituanie		Projet LIFE+ ECONAT de préservation de l'habitat
Pologne	Protection totale mais insuffisante depuis 1935	
Portugal	Considérée comme en danger	
Roumanie		Inventaire
Serbie	Strictelement protégée par législation nationale	Projet Rufford : récolte de données et d'échantillons de tissu d' <i>E.o.</i> . Étude de la distribution de <i>Trachemys scripta elegans</i>
Slovaquie		Pas de programme en cours actuellement, peu de personnes travaillant à la conservation, pas de programme d'élevage par le passé
Slovénie	Décret national de protection des animaux annexe 1A et 2A	
Suisse	Ordonnance sur la protection de la nature et du paysage (art.20) détention, élevage, vente de cistudes indigènes interdits en Suisse, ainsi que prélèvements dans la nature	programme de conservation national coopération KARCH et BAFU (BundesAmt Für Umwelt)
Turquie	Protection légale turque sans mise en pratique	Études des populations
Ukraine	Red Data Book of Ukraine au plus haut niveau de protection	

Sources : (AYRES et CORDERO-RIVERA, 2002 ; FRITZ, 2003 ; SACDANAKU et HAXHIU, 2015 ; BUDO et CAPALLERAS, 2016)

Annexe 7 : Résultats des analyses d'eau des élevages

Recherches de contamination (3 élevages) :

- eau propre, mais aussi eau contaminée à l'époque par des coliformes fécaux ;
- absence de bactérie ;
- pas de contamination.

Qualité de l'eau (1 élevage) : ph 7.2 ; dureté 45 à 50 °f ; température de 5 à 13°C

Trois élevages ayant fait analyser leur eau n'ont pas fourni les résultats de leurs analyses.

Annexe 8 : Résultats histologiques d'un élevage en intérieur

Résultat histologique d'un bébé mort en aquarium intérieur :

« Conclusion : Dermatite ulcérate chronique multifocale modérée avec nombreux hyphes fongiques intra lésionnels, tête Trachéite et pneumonie bactériennes aiguës sévères

Commentaire (Exemplaire vétérinaire) : la prolifération bactérienne observée dans la trachée et les poumons est probablement responsable du décès de l'animal. Les organismes isolés le plus fréquemment sont *Aeromonas*, *Pseudomonas*, *Salmonella*, *Klebsiella* et *Proteus*. Ce type de lésion peut se développer spontanément ou plus fréquemment à la faveur d'une débilitation d'origine environnementale. La dermatite est d'origine fongique. L'identification précise des champignons est impossible, mais parmi les champignons décrits dans la littérature chez les tortues, on compte *Chrysosporium sp.*, *Anixiopsis stercoraria* et *Scopulariopsis brevicaulis* (Flore fongique des lésions de la carapace des tortues terrestres de compagnie dans l'ouest de la France. F Flamant *et al.* Journal de Mycologie Médicale Vol 13, N° 2 - juin 2003 pp. 67-72). Ces commentaires sont à corréler à des résultats de cultures fongiques éventuels. La recherche et l'élimination de potentiels éléments environnementaux ayant favorisé l'infection fongique sont à envisager. Aucune évidence d'atteinte virale n'est présente sur les prélèvements soumis. »

Résultat histologique sur 2 autres bébés morts en aquarium intérieur :

« Conclusion : Dermatite ulcérate chronique multifocale modérée avec prolifération bactérienne et fongique de surface, tête ; Stomatite nécrosante diffuse sévère avec prolifération bactérienne ; Lipidose hépatique diffuse modérée ; Atrophie pancréatique diffuse modérée

Commentaire (Exemplaire vétérinaire) : l'examen histologique met en évidence une dermatite et une stomatite chez ces 2 animaux, identiques à celles préalablement identifiées chez d'autres juvéniles. En général, les conditions environnementales ont une grande importance dans le développement de ce type de pathologie (humidité relative faible, température inadaptée..), associée ou non à des déséquilibres nutritionnels (carence en protéines), des maladies systémiques, du parasitisme externe, un stress. La recherche et l'élimination d'éléments environnementaux inadaptés sont conseillés. Les lésions ne sont pas en faveur d'une atteinte virale (absence de corps d'inclusion herpesviraux ou iridoviraux en particulier). Aucune évidence de maladie systémique concomitante n'est présente chez les 2 animaux. La lipidose hépatique est similaire à celle préalablement observée chez d'autres animaux de ce parc. »

Annexe 9 : Résultats d'autopsies d'un élevage en intérieur

Date	Nombre d'animaux	Conclusion
25/10/2016	4 jeunes cistudes	Parasitaire (infestation par <i>Monocercomonas</i> =protozoaire flagellé) et septicémie suite au passage de bactéries présentes au niveau du tube digestif dans l'organisme des animaux
20/08/2012	1 cistude mâle d'un an	Septicémie coccobacillaire (foie, poumon), congestion multicentrique marquée
05/10/2015	1 cistude d'un an	Septicémie bactérienne à <i>Aeromonas hydrophila</i> et <i>Lactococcus piscium</i> (la présence de <i>Pseudomonas putida</i> dans le contenu intestinal peut contribuer à affaiblir l'animal en dégradant les fonctions digestives)
09/04/2013	9 cistudes	Œdème pulmonaire présence en flore dominante sur les poumons de <i>Chryseobacterium indologenes</i> et d' <i>Actinomyces turicensis</i> (réalisation d'un antibiogramme)
25/04/2016	2 jeunes cistudes	Septicémie suite à une obstruction intestinale (bouchon constitué de larves d'insectes) et au passage de bactéries présentes au niveau du tube digestif dans l'organisme des animaux
16/08/2012	1 cistude mâle d'un an	Septicémie bactérienne coccobacillaire à point de départ non identifié
24/04/2015	2 cistudes	Entérotoxémie. La présence de <i>Clostridium perfringens</i> dans l'intestin en flore dominante est à l'origine d'une sécrétion de toxines pouvant entraîner la mort des animaux
23/04/2015	6 cistudes	Stomatite, rhinite, sinusite, trachéite et œsophagite nécrosante aiguës multifocales modérées à sévères avec prolifération bactériennes, sans atteinte virale Lipidose hépatique diffuse modérée sur 1 animal
29/10/2013	Cistudes nées en 2013	Anomalies oculaires (paupières closes ne s'ouvrent pas, absence d'œil?) pour deux individus Érosion non ulcérogène de l'écaille suprapygale sur plusieurs individus=>malformations congénitales ?

PATHOLOGIE DES CISTUDES D'EUROPE JUVÉNILES (*EMYS ORBICULARIS*) : ENQUÊTE AUPRÈS D'ÉLEVAGES EUROPÉENS

PERCONTE-DUPLAIN Fanny

RESUME

Le cistude d'Europe (*Emys orbicularis*, Linné, 1958) est une tortue palustre menacée principalement par la disparition et la pollution de son milieu de vie, et la compétition avec des espèces envahissantes. Elle est élevée dans un but conservatoire dans plusieurs pays d'Europe, parallèlement à la mise en place de mesures de protection de son environnement et de programmes de recherche sur son écologie. La pathologie des cistudes juvéniles est encore peu documentée et des taux de mortalité élevés d'étiologie inconnue surviennent dans certains élevages. Notre travail avait pour objectif de préciser les maladies des cistudes d'Europe juvéniles en élevage, de quantifier les taux de morbidité et de mortalité et de déterminer des facteurs de risque de la mortalité des juvéniles en élevage. Pour répondre à ces questions, nous avons mené une enquête auprès des élevages européens de cistude d'Europe, et créé un répertoire des éleveurs de cistudes d'Europe.

Dans notre échantillon de 27 élevages, les symptômes et maladies déclarés concernaient surtout la carapace et le système cutané, ou étaient des symptômes non spécifiques. Les causes de mortalité étaient surtout des maladies infectieuses. Les taux de morbidité étaient faibles, de 5,5 % en moyenne, et probablement biaisés. Les taux de mortalité étaient supérieurs aux taux de morbidité, 15,1 % en moyenne, avec une forte différence entre les élevages. La taille de l'élevage était le seul facteur associé à la mortalité des juvéniles, avec une plus forte proportion d'élevages « malades » parmi les grands élevages que parmi les petits et moyens élevages. Cette association n'est pas suffisante pour établir la taille de l'élevage comme facteur de risque. Les autres facteurs de risque de la mortalité supposés et testés (ancienneté de l'élevage, élevage en intérieur ou en extérieur, mise en hibernation, contrôle de la température de l'air et de l'eau en intérieur, géniteurs utilisés) n'étaient pas significativement associés à la mortalité des juvéniles. Ainsi, nous n'avons pu définir de facteur de risque de la mortalité des cistudes juvéniles. Cependant, d'après la bibliographie, nos résultats non significatifs statistiquement et le ressenti des éleveurs, il semble préférable de pratiquer un élevage avec un effectif de moins de 60 juvéniles, en extérieur, avec hibernation et une protection de l'enclos contre les prédateurs. Pratiquer des autopsies régulièrement et créer un réseau international d'éleveurs pourraient permettre d'affiner les questions soulevées par notre travail.

**MOTS CLÉS : PATHOLOGIE - ÉLEVAGE - MORBIDITÉ - MORTALITÉ - ENQUÊTE -
CONSERVATION DE L'ESPÈCE - ANIMAUX JEUNES - REPTILE - CHÉLONIEN - TORTUE
- EMYS ORBICULARIS - EUROPE**

JURY

Président :

Directeur : M. DESQUILBET Loïc

Assesseur : M. ARNÉ Pascal

PATHOLOGY OF THE EUROPEAN POND TURTLE (*EMYS ORBICULARIS*): STUDY OF EUROPEAN BREEDING FARMS

PERCONTE-DUPLAIN Fanny

SUMMARY

The European pond turtle (*Emys orbicularis*, Linné, 1958) is a swamp turtle mainly threatened by the disappearance and the pollution of its living areas, and by the competition with invasive species. It is raised for conservation purposes in many European countries, while protection programs of its environment and research programs on its ecology are also conducted. The scientific literature about the pathology of juvenile European pond turtles is still limited and high, unexplained mortality rates occur in several breeding programs. Our study aimed to identify the diseases of captive juvenile European pond turtles, to quantify the morbidity and mortality rates, and to identify risk factors for the mortality of captive juveniles. To answer these questions, we conducted a survey with European pond turtle breeders, and we created a directory of European pond turtle breeders.

In our sample of 27 breeding farms, symptoms and diseases reported concerned mainly the skin and the shell, while general symptoms were also common. Mortality was mainly due to infections. Morbidity rates were low, 5.5 % on average, and probably biased. Mortality rates were higher than morbidity rates, 15.1 % on average, with strong variations between the breeding farms. The size of the breeding farms was the only factor statistically correlated with the mortality of the juveniles, with a higher proportion of affected farms among large farms compared to medium and small farms. This correlation was not sufficient to establish the size of farms as a risk factor. Other explanatory variables (age of the breeding farm, indoor or outdoor breeding system, hibernation, control of the temperature of air and water in indoor systems and parents) were not significantly associated with the mortality of juveniles. Therefore, we could not identify any risk factor associated with the mortality of juveniles in our study. However, according to the scientific literature, to some of our non-statistically significant results and to the opinion of breeders, we advise breeders to raise juveniles in small structures (less than 60 individuals), outdoors, with hibernation and a protection of the enclosure against predators. Practicing necropsy regularly and creating an international network of breeders could provide further answers to the problem explored in our work.

KEY WORDS: PATHOLOGY - BREEDING - MORBIDITY - MORTALITY - SURVEY – SPECIES CONSERVATION – YOUNG ANIMALS - REPTILE - CHELONIAN - TURTLE - EMYS ORBICULARIS - EUROPE

JURY

Président :

Directeur : M. DESQUILBET Loïc

Assesseur : M. ARNÉ Pascal