

Katia LOMBARDINI et Marc CHEYLAN

**LA CISTUDE DANS LA RESERVE DE L'ETANG
DE BIGUGLIA**

BILAN DES RECHERCHES 2001-2003.

Étude menée pour le compte de la réserve naturelle grâce à des
financements du Conseil Général de la Haute Corse.

2004

REMERCIEMENTS

Cette étude rend compte des recherches menées en 2001, 2002 et 2003 sur la tortue cistude.

Elle a été réalisée grâce aux financements accordés par le Conseil Général de la Haute Corse et à la participation du personnel de la Réserve Naturelle.

Nous tenons également à remercier Anthony Olivier pour son aide à la capture des cistudes et les renseignements inédits concernant son étude en Camargue.

SOMMAIRE

INTRODUCTION	5
PRESENTATION DE L'ESPECE	6
Description	6
Répartition géographique	6
Mode de vie	9
Etat des populations	9
Situation en Corse	10
Statut de conservation et protection légale	12
PRESENTATION DU SITE	12
ORIGINE ET SPECIFICITE DES CISTUDES DE CORSE	15
DISTRIBUTION DE L'ESPECE	16
PROSPECTION DES MILIEUX	16
RESULTATS	16
ETUDE D'UNE POPULATION TEMOIN	18
CHOIX DE LA ZONE D'ETUDE	18
SUIVI DE LA POPULATION	18
LE PIEGEAGE	18
Protocole de capture	18
Méthodes pour le marquage et pour les mesures	20
Stratégie d'échantillonnage	22
Résultats	24
PARAMETRES DEMOGRAPHIQUES	26
Taille de la population	26
Structure de la population	31
Sex-ratio	31
Biométrie	33
Croissance	36
Structure d'âge	37

LA REPRODUCTION	42
Objectifs de l'étude	42
Résultats	42
Age et taille d'accès à la reproduction	42
Nombre moyen d'œufs par ponte	43
Nombre de pontes annuelles	45
Taux de gravidité	45
Phénologie de la reproduction	46
LA PREDATION	49
Prédation sur pontes naturelles	50
Prédation sur fausses pontes	36
Prédation des adultes et des jeunes	52
PREFERENCES D'HABITAT	54
Répartition des captures sur le site test	54
Typologie de l'habitat	57
MOBILITE DES ANIMAUX	59
MENACES	61
Curage du canal	61
Émission de polluants	61
Démoustication	62
Activité de pêche	62
Sur-fréquentation	62
Abandon du pâturage	62
RECOMMANDATIONS DE GESTION	63
PROPOSITIONS POUR UN SUIVI DE LA POPULATION	65
CONCLUSION GENERALE	68
REFERENCES CITEES	70
ANNEXES	74

INTRODUCTION

La Réserve Naturelle de Biguglia en Haute Corse préserve une zone humide d'une grande diversité sur le plan des habitats naturels, particulièrement importante pour la conservation des oiseaux paludicoles (AGENC 1989, Cantera et Thibault 1992). Sur le plan herpétologique, elle se singularise par la présence d'une population de tortues Cistudes extrêmement dense, qui est sans doute la plus importante à l'échelle de la Corse (Cheylan 1995). De ce fait, il est apparu nécessaire aux gestionnaires de la Réserve de disposer d'une étude approfondie sur cette espèce, qui constitue un des éléments forts de la biodiversité du site. Cet animal est en effet menacé dans la majeure partie de sa distribution (Corbett 1989, Podlucky 1997), d'où son inscription à l'annexe 2 de la Directive européenne « habitats » et sa prise en compte dans liste rouge des espèces menacées de France (MNHN, WWF, 1994).

L'étude conduite dans la Réserve s'est déroulée sur 3 années (2001 à 2003) à raison de 2 mois de terrain annuels centrés sur la période d'activité maximale de l'animal (15 avril au 30 juin en 2001, 5 mai au 26 juin en 2002 et 9 mai au 27 juin en 2003).

Elle avait pour principaux objectifs :

- 1/ d'évaluer l'importance de la population et sa distribution spatiale
- 2/ d'étudier le fonctionnement démographique de la population
- 3/ d'évaluer les menaces potentielles pouvant mettre en péril la population
- 4/ de proposer des techniques de suivi à long terme de la population

La première année a été consacrée à inventorier les populations sur l'ensemble du site et à la mise en place d'un suivi démographique sur une zone témoin.

La seconde année a permis de poursuivre le suivi démographique du site témoin, de mettre en place une expérimentation sur fausses pontes, destinée à estimer l'impact de la prédation sur les nids et d'effectuer des prélèvements génétiques en vue d'analyses phylogéographiques.

La troisième année a été mise à profit pour étudier les choix d'habitats sur le site témoin, poursuivre les expériences sur fausses pontes et achever l'étude démographique de la population test.

Au terme de ces trois années, on peut conclure que la population de cistudes de l'étang de Biguglia est particulièrement dynamique, malgré des causes de mortalité auxquelles il sera bon de porter remède dans l'avenir.

PRESENTATION DE L'ESPECE

Description

La Cistude d'Europe est une tortue d'eau douce de couleur noirâtre, plus ou moins ponctuée de jaune selon les individus et les populations. La carapace est ovale et nettement aplatie, ce qui lui donne une forme très hydrodynamique.

Le plastron est jaune avec souvent de grandes taches sombres symétriques, surtout chez les vieux individus. Les pattes sont palmées et munies de fortes griffes. Chez l'adulte, il existe un dimorphisme sexuel assez marqué. Les mâles sont généralement plus petits et nettement trapézoïdaux vu de dessus. Ils possèdent un plastron légèrement creux et une queue proportionnellement plus longue et surtout plus épaisse à sa base.

Répartition géographique

La Cistude occupe une vaste aire de répartition dans le paléarctique occidental (Gasc *et al.* 1997). Elle s'étend en effet depuis le Portugal à l'ouest jusqu'à l'Asie mineure à l'est, et de la Pologne au nord jusqu'à la côte nord-africaine au sud (Fig. 1). En Méditerranée, elle est présente sur plusieurs îles : Majorque, Minorque, Corse, Sardaigne, Sicile, certaines îles de Dalmatie, îles Ioniennes et Eubée en Grèce (Fritz 2001) Longtemps considérée comme une espèce monotypique, les travaux de Fritz ont permis la reconnaissance de 13 sous-espèces basées sur des critères biométriques, morphologiques et de coloration (Fritz 1996, 2001, 2003). Cette différenciation géographique a été largement confirmée par le séquençage du gène du cytochrome b (Lenk *et al.* 1999) qui a mis en évidence l'existence de 7 lignées principales sur l'ensemble de la distribution (fig 3).

En France, on distingue 6 populations principales mais non contiguës : celle des étangs de la Brenne, celle des marais charentais, celle du sud-ouest (Gers, Dordogne, Landes), celle de Camargue et de Crau, celle des Maures dans le Var et enfin la population de la Corse (fig.2).

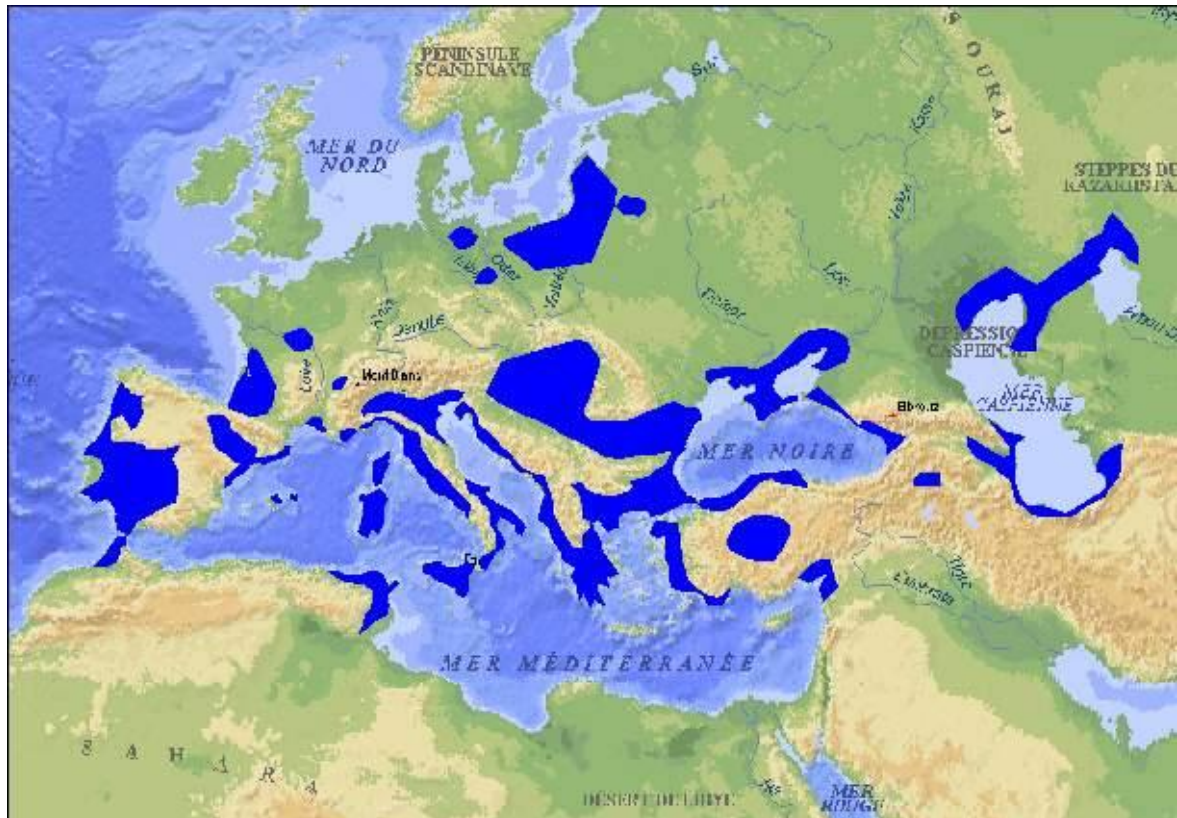


Figure 1 : Répartition géographique mondiale de la Cistude.

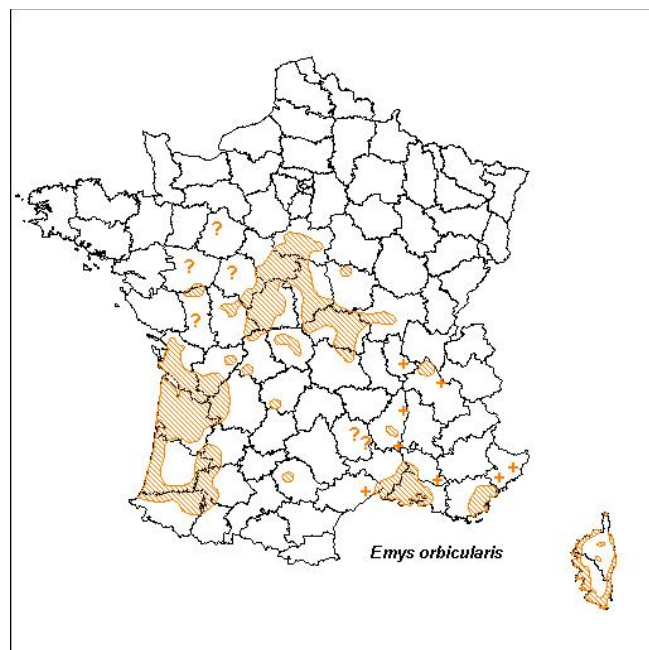


Figure 2 : Répartition française

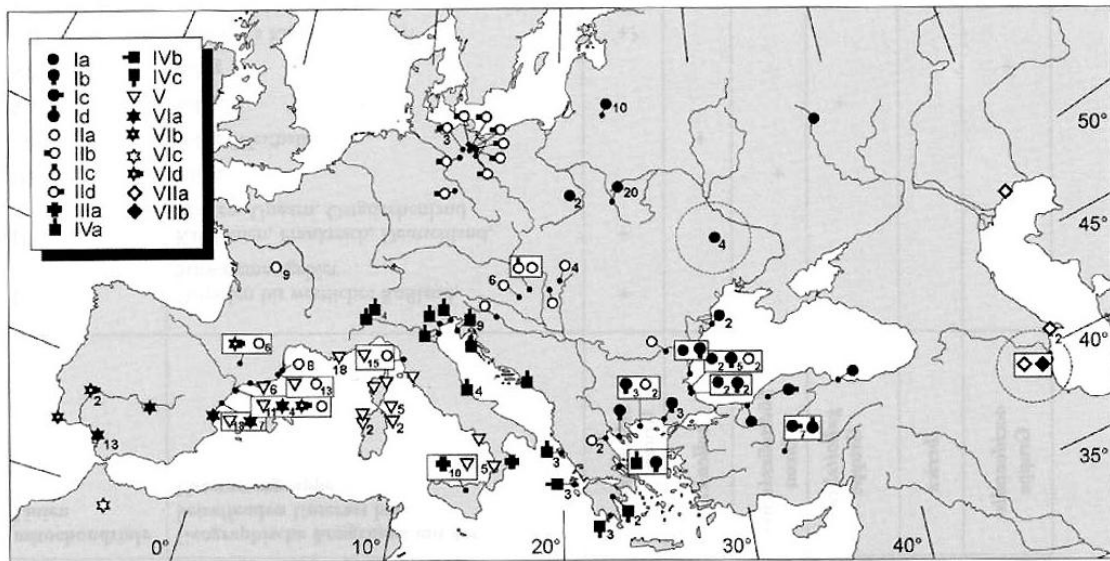


Figure 3 : Répartition géographique des haplotypes (lignées ADN mitochondrial) mis en évidence chez la tortue cistude (repris de Lenk et al. 1999)

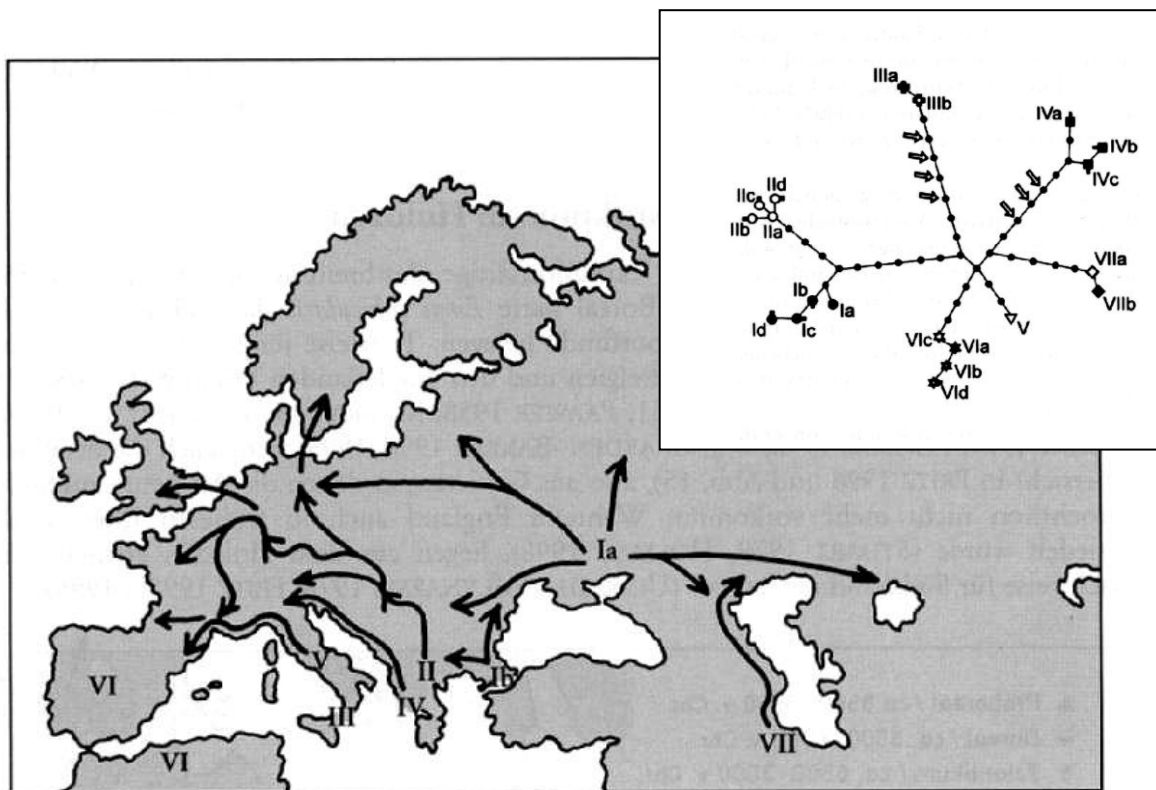


Figure 4 et 5 : origine probable et voie de colonisation des lignées mises en évidence par Lenk et al. (1999). L'arbre montre comment s'organisent les lignées en terme de similitude/distance génétique.

Mode de vie

La Cistude fréquente presque tous les milieux aquatiques à l'exclusion des eaux saumâtres. On la rencontre ainsi dans les canaux, les mares, les étangs, les estuaires, les rivières, et parfois les torrents méditerranéens lorsque ceux-ci comportent des zones calmes.

Son régime alimentaire est presque totalement carnivore : insectes aquatiques ou aériens, petits vertébrés aquatiques (amphibiens, petits poissons), charognes et quelques végétaux.

La cistude passe l'hiver sous l'eau, plus ou moins enfouie dans la vase, en général dans une zone à végétation dense (Thienpont 2004). Dans ces conditions, elle peut rester immergée plusieurs jours avant de remonter à la surface pour prendre sa respiration. Dans le sud de la France, l'hibernation occupe 4 mois environ (novembre à février) parfois entrecoupés de sorties lors de belles journées ensoleillées. La reprise de la vie active s'effectue à partir de fin février, dès que la température de l'air est nettement supérieure à celle de l'eau.

Les accouplements ont lieu dans l'eau et s'observent pratiquement durant toute la période d'activité (de fin mars à début octobre). En Camargue, les pontes (au nombre de 1 à 3 par femelles) débutent mi-mai et durent jusqu'à mi-juillet (Olivier 2002.). Elles comportent 3 à 18 œufs et elles sont déposées par les femelles à la tombée du jour ou dans la première moitié de la nuit, généralement à peu de distance de l'eau, dans une cavité de 10 cm environ de profondeur creusée à l'aide des pattes postérieures. Les sites de pontes sont généralement choisis dans des endroits bien exposés au soleil et pratiquement dépourvus de végétation arborée, sur des pentes, le long des chemins ou sur les digues qui bordent les canaux. Après 80 à 90 jours de développement embryonnaire, les jeunes sortent de leurs nids soit à la faveur des pluies d'automne (mi-septembre en Camargue) soit le printemps suivant. Dans ce dernier cas, ils passent l'hiver dans les œufs ou dans la cavité de ponte et n'émergent du sol qu'en mars ou avril. La maturité sexuelle semble être acquise à un âge tardif (15 à 20 ans) dans le nord de son aire de répartition (Servan 1988), bien plus précocement dans le sud: 6 à 12 ans en Camargue d'après Olivier (2002).

Etat des populations

Le déclin de la Cistude est un constat général à l'échelle du continent européen (Corbett 1989, Fritz 1996, Podlucky 1997). L'espèce a en effet disparue de la Suisse, de la Belgique et des Pays-Bas, et ne possède plus que des

populations relictées en Autriche, Allemagne, Pologne et Tchécoslovaquie. Certains pays comme la France, la Hongrie, l'Italie, l'Espagne et le Portugal possèdent encore de belles populations mais dont l'avenir n'est pas toujours assuré.

En France, la situation de l'espèce est considérée comme préoccupante. Elle occupait la majeure partie du territoire à l'époque historique, comme en témoigne sa présence dans les sites archéologiques et dans plusieurs écrits anciens (Parent 1983, Cheylan 1998). Actuellement, elle n'occupe plus que de façon ponctuelle la région centre, l'Aquitaine, Poitou-Charente, certaines parties de la vallée du Rhône et du littoral méditerranéen (Camargue, massif des Maures) (Fig. 2). Elle possède en revanche de belles populations en Corse, distribuées pour l'essentiel sur la frange littorale de l'île (Delaugerre et Cheylan 1992, Cheylan 1995). Dans le midi de la France, son déclin est documenté par de nombreux restes archéozoologiques qui indiquent qu'elle occupait jusqu'à une période assez récente l'essentiel des étangs et cours d'eau des départements méridionaux. De nos jours, elle ne subsiste plus qu'en deux points déterminés : la Camargue au sens large et certaines parties du littoral varois (Cheylan 1998).

Les actions entreprises pour sauvegarder les populations se sont développées ces dernières années. Plusieurs projets d'élevages et de réintroduction sont en cours : Lac du Bourget en Savoie, Alsace, Languedoc (Cheylan 1998, Cadi 2004). Des études sont menées dans plusieurs régions : île Crémieux en Isère (Quesada 1998, Cadi et Faverot 2004), Marais de Brouage en Charente (Duguy sans date, Thirion et Portheault 2002), Etangs de la Brenne (Servan 1995), Armagnac (Parde 1998) Camargue (Olivier 2002, Lyet et Cheylan 2002), Rhône-Alpes (Cadi 2004), Var (Cheylan et Poitevin 1998), Aquitaine).

La mise en place, à partir de 1997, d'un « réseau cistude » dans le bassin Rhône-Méditerranée-Corse, a permis de fédérer les actions de recherches et de conservation dans les quatre régions que sont la région Rhône-Alpes, le Languedoc-Roussillon, la Provence et la Corse.

Le Plan d'action Reptiles-Amphibiens élaboré par le ministère de l'environnement (anonyme 1996) accorde une place importante à cette espèce considérée comme fortement menacée sur le territoire nationale (annexe 1).

Situation en Corse

De par l'importance des effectifs, les populations de cistudes présentent en Corse constituent un des noyaux les plus importants de France (Delaugerre et Cheylan 1992, Cheylan 1995).

Sa distribution dans l'île est essentiellement littorale, avec quelques pénétrations à l'intérieur du pays, notamment dans le secteur de Corte et de Ponte-Leccia (Fig. 6).

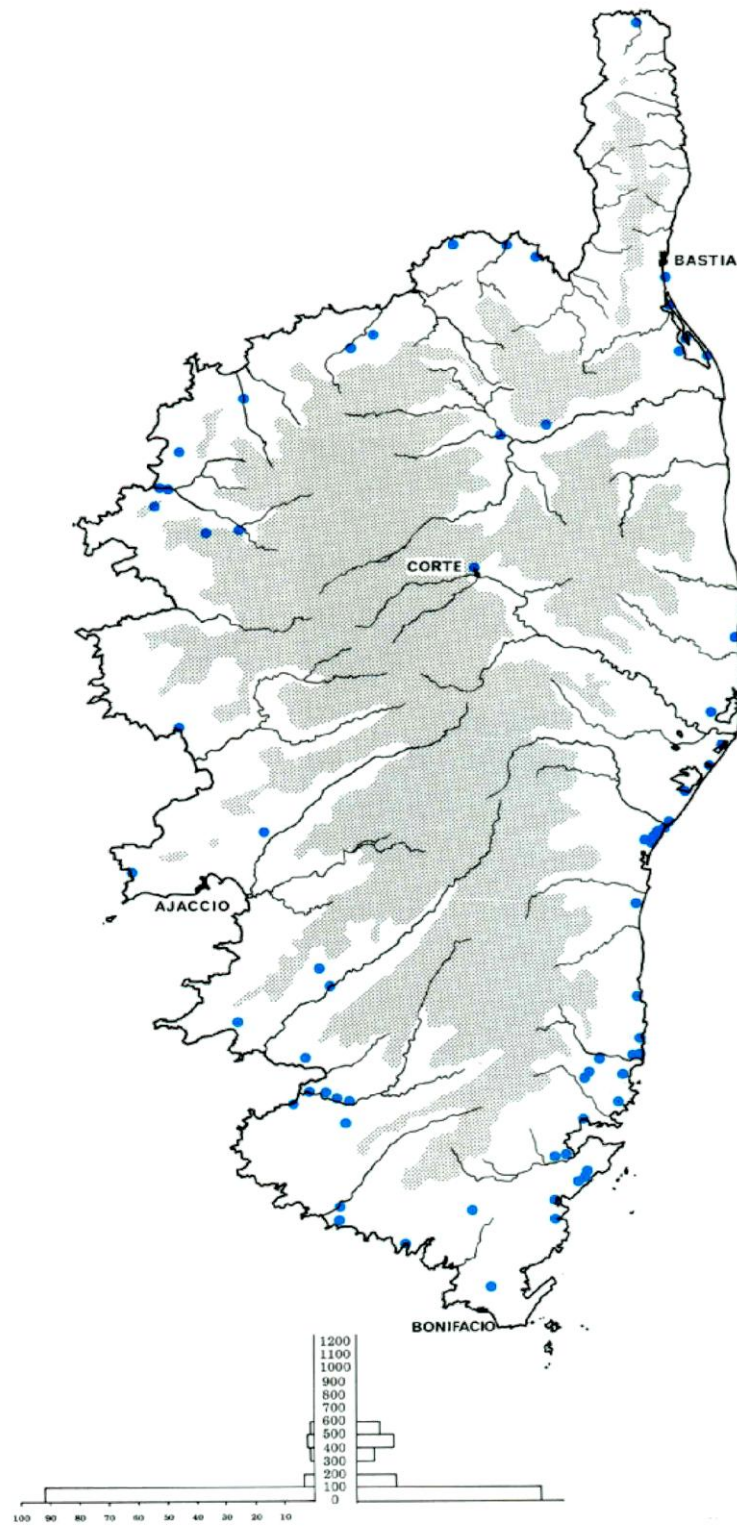


Figure 6 : Distribution de la Cistude en Corse (d'après Delaugerre et Cheylan 1992).

Les biotopes occupés sont les marais d'eau douce et les canaux de la côte orientale, les parties calmes des grands cours d'eau, les estuaires plus ou moins marécageux (delta du Fango, Tavignano, Rizzanese...) et les réservoirs artificiels. Elle est absente des petits torrents, contrairement à ce que l'on observe ailleurs, dans le Var en particulier (Cheylan et Poitevin 1998). Les populations les plus importantes se trouvent dans les étangs de la côte orientale : étang de Biguglia, plaine d'Aléria, étang de Palo, étangs côtiers de la région de Porto Vecchio (Cheylan 1995).

Sur la côte ouest, l'espèce occupe en faibles effectifs les estuaires et les petits étangs situés en arrière des plages.

Statut de conservation et protection légale

Du fait de son déclin, la Cistude fait l'objet de nombreuses mesures de protection réglementaires, tant à l'échelle européenne que nationale.

Au niveau européen, elle est inscrite à l'annexe II de la convention de Berne du 19 septembre 1979 relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (JORF du 28/08/1990 et du 20/08/0996) (espèce strictement protégée) et aux annexes II et IV de la Directive Habitats (JOCE du 22/07/1992) (espèces animales d'intérêt communautaire dont la conservation nécessite la désignation de Zones Spéciales de Conservation, et espèces qui nécessitent une protection stricte). C'est donc l'espèce de reptile français dont la protection est jugée prioritaire à l'échelle européenne.

Sur le plan national, l'espèce est inscrite sur la liste des amphibiens et des reptiles protégés sur l'ensemble du territoire (JORF du 09/09/0993). Elle est aussi considérée comme espèce « vulnérable » dans le livre rouge des espèces menacées de France (MNHN, WWF 1994).

PRESENTATION DU SITE

Créée le 9 août 1994 par le décret ministériel n° 94-688, la Réserve naturelle de l'étang de Biguglia (propriété du Département de la Haute-Corse) comprend le plus grand plan d'eau de l'île avec 1450 ha implantés sur les communes de Furiani, Biguglia, Borgo et Lucciana.

Inscrite depuis le 4 juillet 1990 sur la liste des zones humides d'importance internationale (site Ramsar), cette lagune méditerranéenne saumâtre de 1790 ha s'étend sur 11 km de long et 2,5 km de large. D'une profondeur de 1 m, elle est reliée à la mer par un étroit chenal (1,7 km de long) situé au nord de l'étang (Fig. 7).

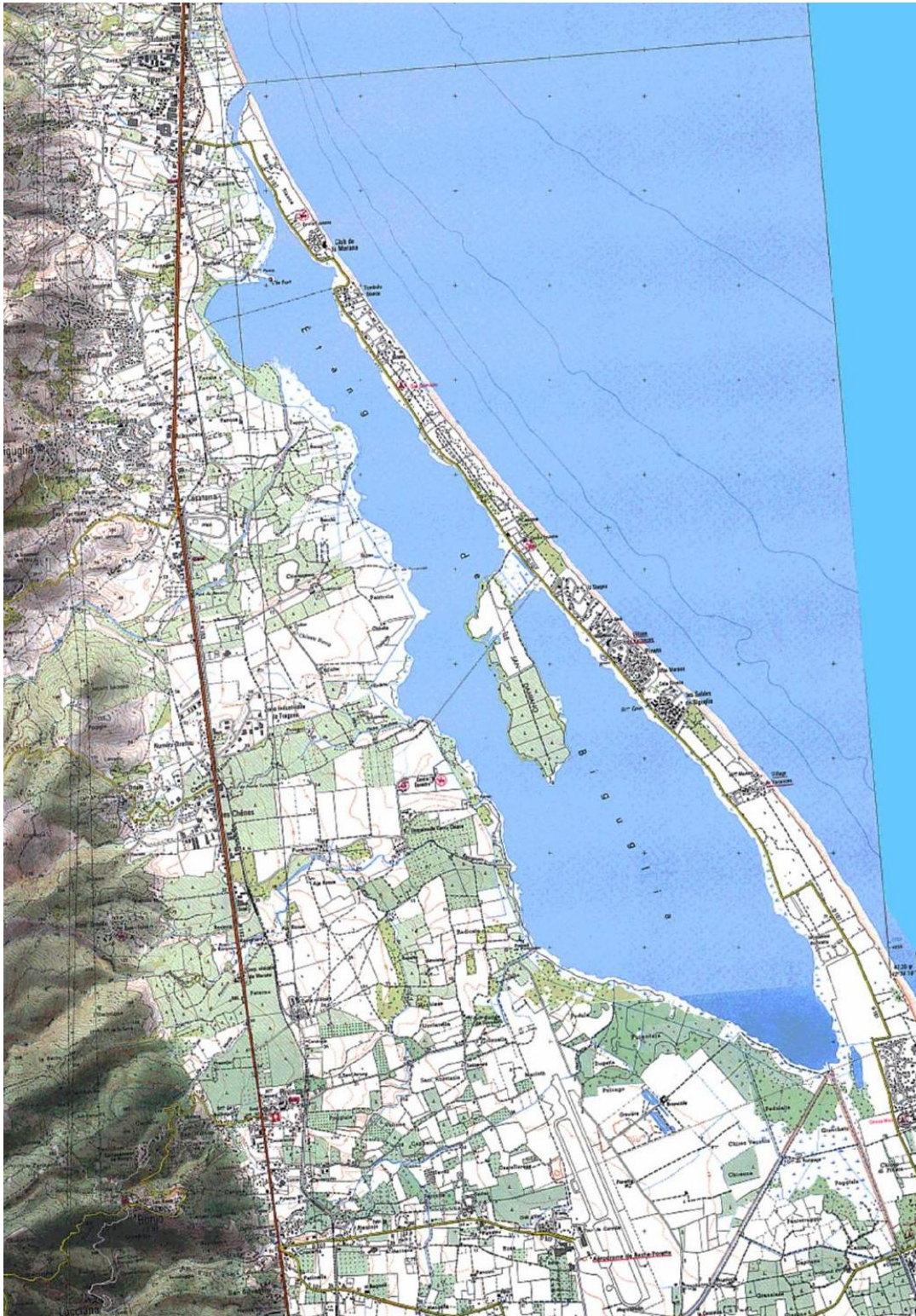


Figure. 7. La Réserve Naturelle de l'étang de Biguglia, Haute Corse.

Celui-ci est bordé d'une ceinture végétale comprenant des roselières, des bois et des maquis qui joue un rôle tampon entre cultures et étang à l'ouest et tourisme et étang à l'est.

La fréquentation humaine se compose surtout de pêcheurs (un des objectifs prioritaires de la Réserve est le maintien d'une pêche traditionnelle), de promeneurs, de vacanciers et de chasseurs (la chasse est autorisée sur la rive ouest entre la station de pompage de Fornoli et l'embouchure de l'étang au nord. Elle est interdite sur toutes les autres rives de l'étang, sur la totalité du plan d'eau, sur la presqu'île de San Damiano et sur l'île du Fortin).

La lagune est située au sein de plaines où l'agriculture et le développement urbain (agglomération de Biguglia au nord) se sont intensifiés ces dernières décennies, causant une pollution croissante de la lagune, directement et via les cours d'eau qui l'alimentent.

ORIGINE ET SPECIFICITE DES CISTUDES DE CORSE

L'indigénat de la tortue Cistude ne fait aujourd'hui aucun doute puisque celle-ci a été découverte dans le site paléontologique de Castiglione (Oletta, Haute Corse) dont l'âge est très antérieur à l'arrivée de l'Homme dans l'île (Hervet et Salotti, 2000). Ceci est également confirmé par les études morphométriques récentes de Schulze et Fritz (2003) qui montrent la spécificité des populations insulaires corses et sardes, confirmant ainsi les travaux préliminaires de Fritz (1995) ayant conduits à la reconnaissance des sous-espèces *Emys orbicularis lanzai* en Corse et *E. o. capolongoi* en Sardaigne. Sur le plan génotypique, les cistudes de Corse, de Sardaigne, de Toscane et du Var (Massif des Maures) appartiennent cependant à une même lignée mitochondriale (haplotype de type V pour le cytochrome b) qui semble s'être différenciée dans la région Tyrrhénienne antérieurement au pléistocène, à une époque où des échanges par voie terrestre étaient possibles entre la micro-plaque Corso-sarde et la péninsule italienne. Cette lignée mitochondriale semble unique dans les populations de Toscane, des Maures de Corse et de Sardaigne mais on la trouve associée à d'autres haplotypes dans le sud de l'Italie (Calabre), en Sicile, en Camargue et sur la côte Catalane. Les prélèvements de sang effectués sur quelques individus de Biguglia montrent qu'ils appartiennent tous à la lignée tyrrhénienne (haplotype V de Lenk et al, 1999) confirmant ainsi le monomorphisme des populations corses.

Dans une récente révision morphométrique, Schulze et Fritz (2003) ont montré les caractères particuliers des formes corses, sardes et provençales (massif des Maures), suggérant une histoire évolutive longue et différente entre ces 3 populations. Ce fort degré de différenciation doit être pris en compte dans les plans de conservation dans la mesure où ils expriment des histoires évolutives différentes et donc des unités de gestion distinctes.

DISTRIBUTION DE L'ESPECE

PROSPECTION DES MILIEUX

De mi avril à fin juin 2001, l'ensemble des milieux favorables à la cistude ont été prospectés : canal de ceinture et milieux aquatiques ceinturant l'étang, cours d'eau associés au bassin versant de l'étang (Bevinco, Borgogna, Pietre turchine, Rasignani, Tuvulellu, Mormorana et Golo) entre l'étang et la Nationale 193. Ces prospections ont été faites de jour, soit à pied à partir des berges, soit en bateau pour certains fleuves comme le Bevinco et le Golo.

RESULTATS

Une cartographie détaillée des points de présence est donnée à la figure 8. Comme on peut le voir, l'espèce occupe exclusivement la rive ouest de la réserve, en liaison avec la présence d'eau douce sur cette rive issue des contreforts montagneux proches. Le lido, sableux et dépourvu de points d'eau douce ne semble pas occupé, de même que l'étang proprement dit, qui est trop salé pour accueillir l'espèce.

Elle est spécialement abondante dans le canal de drainage qui ceinture l'étang, dans les roselières situées entre les fleuves du Bevinco et du Borgogna, dans les fourrés à tamarix lorsqu'ils sont inondés, au lieu dit Fortin et à l'embouchure du Bevinco, et dans les canaux de Padulalta et de Putentaja. La Cistude a également été observée dans le canal de la Canonica, au sud de l'étang (le 19 avril 2001 une vingtaine d'individus se chauffent au soleil sur la berge). De façon générale, on peut dire qu'elle exploite tous les milieux aquatiques qui lui sont favorables, quelle que soit le type de végétation qui les borde. Sa préférence va toutefois pour les canaux ce qui rejoint les observations faites en Camargue. Comparativement, les cours d'eau naturels sont peu peuplés, soit que la végétation rivulaire y soit trop dense, soit que les crues hivernales en limitent l'occupation. La présence d'arbres faisant ombrage au plan d'eau (aulnaies denses notamment) semble un facteur défavorable, bien que quelques individus aient pu être observés dans ce genre de milieu.



Figure. 8. Carte de distribution de la Tortue cistude dans la Réserve Naturelle de l'étang de Biguglia.

ETUDE D'UNE POPULATION TEMOIN

CHOIX DE LA ZONE D'ETUDE

Compte tenu des superficies occupées par l'espèce, il n'était pas envisageable d'effectuer un travail un tant soit peu détaillé sur l'ensemble de la population. Dès la première année, nous nous sommes donc focalisé sur un site témoin de taille raisonnable, permettant une analyse approfondie de la population. Le premier choix s'était porté au sud de la réserve, au lieu dit Padulalta sur lequel ont été effectués les premiers piégeages. Fort malheureusement, le vol des pièges nous a obligé à trouver un autre lieu d'étude, situé au nord de la réserve.

Ce secteur occupe une longueur totale de 2,130 km de canal de ceinture et d'environ 40 m de fossés entre la station de pompage du Fort au nord et l'embouchure du Bevinco au sud. Il offre l'essentiel des habitats représentatifs de la réserve : aulnaies marécageuses, fourrés halophiles méditerranéens et thermo-atlantiques, fourrés thermo-méditerranéens à tamarix, grandes roselières et prés salés méditerranéens (photos).

Le site est soumis au pâturage et ouvert au public qui accède par le parking du Fortin au nord. La fréquentation humaine se compose surtout de pêcheurs (un des objectifs prioritaires de la Réserve est le maintien d'une pêche traditionnelle), de promeneurs, de vacanciers et de chasseurs (la chasse est autorisée sur la rive ouest entre la station de pompage de Fornoli et l'embouchure de l'étang au nord).

SUIVI DE LA POPULATION

LE PIEGEAGE

Protocole de capture

153 jours ont été consacrés aux captures au cours des 3 années.
Les campagnes de piégeage ont mis à profit trois types de pièges (Fig. 9) :

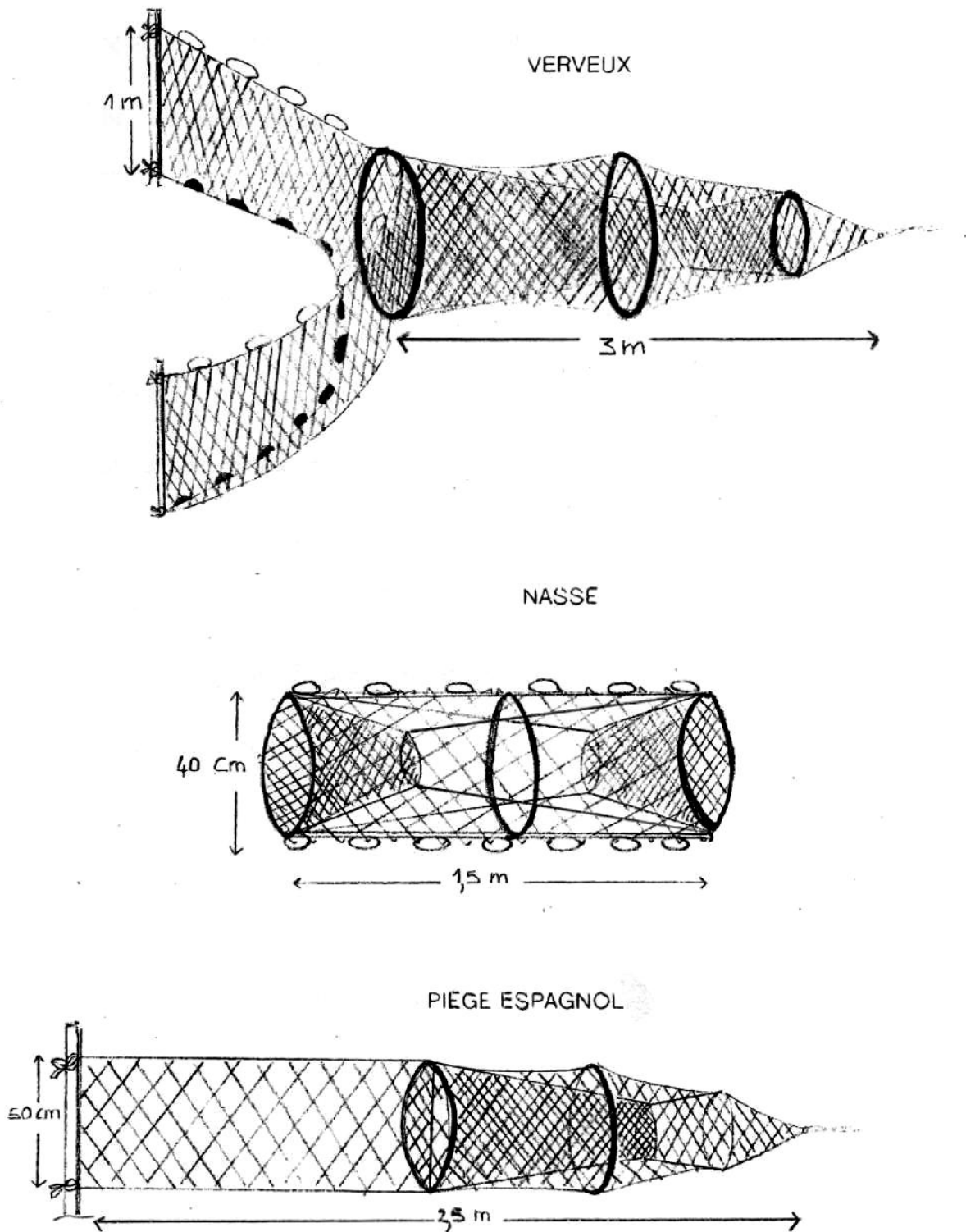


Figure. 9. Pièges utilisés pour la capture des cistudes.

- Les verveux, qui sont des filets fixes, traditionnellement employés dans les lagunes pour la pêche aux anguilles et aux mulets. C'est un filet en forme de manchon maintenu ouvert au moyen de cercles et tendu à l'aide de cordes. Un filet vertical situé de part et d'autre de l'entrée guide les tortues à la chambre de capture, qui est généralement munie d'une antichambre. L'entrée du verveux est en forme d'entonnoir ; elle permet à la tortue une entrée facile mais l'empêche de ressortir en lui dissimulant l'issue ou en l'obstruant (voir photos).
- Les nasses, qui sont des pièges en forme de cylindre à deux ouvertures opposées, maintenues à la surface par des bouées ancrées.
- Les pièges espagnols (du fait de leur provenance), qui sont en fait des verveux de petite taille, munis d'un filet de guidage central, disposé dans le prolongement de l'entrée. Les deux extrémités du piège sont maintenues en tension par des piquets en bois plantés au fond. Ces pièges ont surtout été utilisés dans les fossés peu profonds.

Les cistudes capturées dans les pièges pouvaient respirer grâce des flotteurs qui maintenaient la partie supérieure des pièges émergée. Chaque jour, les pièges étaient relevés, et appâtés, si nécessaire, avec du poisson ou de la viande.

Les cistudes en bain de soleil sur les berges du canal ou à la surface de l'eau ont également été capturées à l'aide d'une épuisette à long manche (5 m) (Duguay 1997). Cette technique est particulièrement efficace pour la capture des très jeunes sujets qui sont moins farouches et peu attirés par les pièges.

Dans ce qui suit, l'effort de capture est calculé par en jour/pièges, c'est à dire en nombre de captures (individus) effectuées par unité pièges. La durée de pose étant d'un cycle journalier (visite chaque matin)

Méthodes pour le marquage et pour les mesures

Chaque animal capturé a été mesuré à l'aide d'un pied à coulisse (lignes de croissance, longueurs de dossière et du plastron) et pesé sur une balance électronique (précision du gramme). Le sexe, le stade de développement et l'âge ont aussi été notés. Avant d'être relâchées à leur point de capture, les cistudes ont été marquées individuellement selon un système d'encoches pratiquées sur les écailles marginales (Fig. 10). Afin de sécuriser l'identification future, blessures ou anomalies d'écaillure font l'objet d'un dessin.

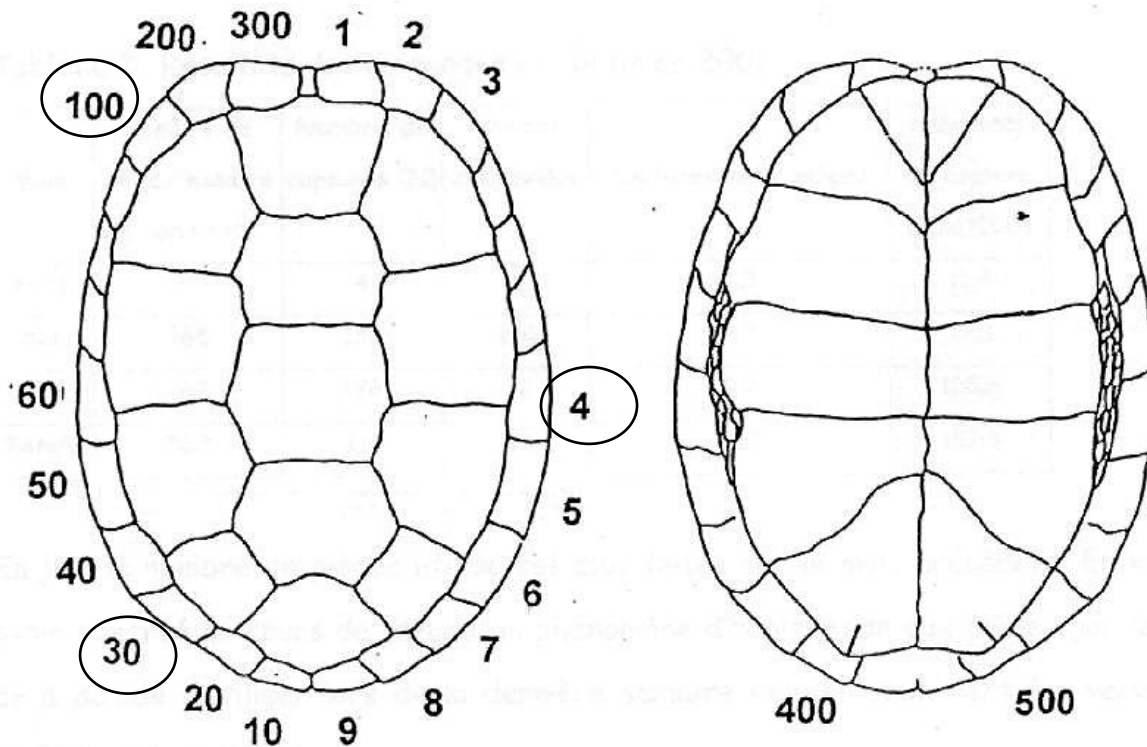


Figure 10 : code utilisé pour le marquage des tortues (exemple : n° 134)

Pour déterminer la présence ou l'absence d'œufs, une palpation pelvienne a été réalisée sur chaque femelle capturée. Les lignes d'arrêt de croissance ont été mesurées au pied à coulisse, sur la plaque abdominale droite. Elles permettent de reconstituer la croissance staturale d'un animal dès lors que les marques d'arrêt de croissance annuels (hibernation) sont encore visibles (non usés). Chez les animaux en croissance, la lecture des lignes d'arrêt de croissance permet d'attribuer un âge avec une assez bonne précision (Castanet 1988). Chez les animaux non matures, les lignes secondaires peuvent parfois être interprétées comme des lignes principales (ligne d'hibernation) ce qui produit une sur-estimation de l'âge ; chez les animaux matures, la lecture des dernières lignes est souvent délicate (lignes très resserrées) et peut conduire à une sous-estimation de l'âge.

De façon complémentaire, 4 stades de vie ont été attribués à chacun des animaux à partir de l'usure des écailles du plastron (Olivier et al. 1999): **stade 1** : jeunes individus encore en croissance, **stade 2** : individus relativement jeunes dont la croissance est terminée depuis peu et dont toutes les lignes d'arrêt de croissance sont encore visibles. **Stade 3** : individus adultes dont la croissance est terminée et dont les lignes de croissance sont en partie effacées. **Stade 4** :

vieux individus avec le plastron lisse (lignes de croissance disparues par usure). Cette évaluation de stades d'âge a été utilisée en Camargue (Olivier et al, 1999), en Espagne (Keller 1997) et dans le Gers (Parde 1998), dans des habitats largement similaires (étangs, canaux) ce qui rend les données à priori comparables.

Stratégie d'échantillonnage

Au cours de l'année 2001, les piégeages ont été effectués depuis la station de pompage au nord, jusqu'à l'embouchure du Bevinco au sud (2130 m de long), afin d'obtenir un maximum de captures pour le suivi de la population et une image assez fine de la distribution des individus sur le secteur considéré. Le piégeage a été réalisé dans le canal de ceinture, dans les petits fossés perpendiculaires au canal et dans les aulnaies marécageuses à l'est du ruisseau St. Lorenzo.

A partir de 2002, le secteur a été restreint à la partie située entre le ruisseau San Lorenzo au nord et le Bevinco au sud (858 m de long) afin d'éviter les risques de vol (Fig. 11). La première partie du canal est en effet fréquentée par les promeneurs et les pêcheurs de grenouilles et les petits fossés facilement accessibles à pied. Par ailleurs, les densités de cistudes obtenues la première année ont montré qu'il aurait été impossible de couvrir efficacement les 2 kilomètres de canal. C'est la raison pour laquelle l'effort s'est concentré sur la partie plus au sud à partir de la deuxième année. Les captures effectuées en partie nord la première année n'ont donc pas été retenues dans les analyses démographiques de façon à rendre l'échantillon homogène sur le plan spatial.

La grande efficacité des verveux testée au cours de la campagne de piégeage 2001, nous a conduit à utiliser principalement cette méthode à partir de 2002 (tableau I). De façon générale, le secteur étudié (858 m) a été couvert par 4 ou 5 verveux fixes espacés de façon régulière et 5 nasses posées entre les verveux, et déplacées régulièrement.

Tableau I : nombre moyen de pièges posés journalièrement sur le site d'étude.

année	Nasses	Verveux	Espagnols
2001	13,2	3,3	3,3
2002	5,3	4	-
2002	4,7	4,9	-



Figure 11 : Zone retenue pour le suivi de la population

RESULTATS

Sur la période 2001-2003, 153 jours ont été consacrés aux captures, soit 1503 journées/pièges.

Le tableau II indique les résultats obtenus pour les trois années. Durant les trois sessions de piégeage, 1876 captures ont été effectuées, correspondant à 428 individus différents (346 pour le tronçon retenu à partir de 2002). Les verveux sont les pièges les plus efficaces avec un rendement compris entre 1,77 et 2,36 individus/jour tandis que les nasses ne fournissent que 0,19 à 0,75 individus/jour. La nature du piège (verveux, nasses ou épuisette) influe également sur les catégories d'animaux qui sont pris ce qui montre la complémentarité des différentes techniques (tableau III).

Tableau II. Résultats synthétiques des piégeages 2001, 2002 et 2003.

Type de piège 2001	Nombre de jours-pièges	Nombre de captures	Nombre d'individus					Captures/ jours pièges
			Total	M	F	IMM	J	
Nasses	409	81	62	20	28	6	8	0,19
Pièges espagnols	102	44	42	19	15	2	6	0,43
Verveux	103	197	143	51	76	11	5	1,9
Epuisette	(32,25 h)	170	132	37	42	10	43	
Total 2001*		492	379	127	161	29	62	
Nasses	274	188	96	34	49	11	2	0,68
Verveux	203	480	125	35	74	14	2	2,36
Epuisette	(33,15h)	29	29	7	15	7	0	
Total 2002		697	250	76	138	32	4	
Nasses	224	170	76	28	33	11	4	0,75
Verveux	230	408	133	57	60	15	1	1,77
Epuisette	(15,5h)	109	68	24	20	10	14	
Total 2003		687	277	109	113	36	19	

* Ces résultats concernent la totalité du canal de ceinture du Fortin.

Les résultats montrent l'existence d'un effet piège sur la structure démographique des captures. La méthode des verveux s'avère plus efficace pour la capture des mâles, des femelles et des immatures (χ^2 18.72 =p< 0.01 ; χ^2 27.12 =p< 0.01 ; χ^2 10.29 =p< 0.01), alors que la proportion de juvéniles est nettement plus élevée avec l'épuisette (χ^2 14.71=p< 0.01).

Tableau III. Efficacité des pièges utilisés (année 2003).

Type de piège 2003	Nombre de nuits-pièges	Nombre de captures	Nombre d'individus					Captures/ nuits pièges
			Total	M	F	IMM	J	
Nasses	224	170	76	28	33	11	4	0,75
Verveux	230	408	133	57	60	15	1	1,77
Epuisette	(15,5h)	103	68	23	16	9	14	

Le nombre moyen de recapture par individu est de 1,29 en 2001, 2,78 en 2002 et 2,48 en 2003. Les faibles valeurs obtenues en 2001 s'expliquent par la prise en compte d'un linéaire plus important (2 130 m contre 858 m) ce qui a eu pour effet de réduire le ratio nombre de captures/nombre d'individus, mais aussi par un effort de capture moindre (492 captures en 2001 contre 697 en 2002 et 687 en 2003).

Comme le montre le tableau IV réalisé à partir de l'année 2003, le nombre de fois où un individu est repris varie essentiellement en fonction du sexe : les femelles adultes sont plus fréquemment reprises (en moyenne 5 fois) que les autres catégories d'individus.

Tableau IV. Nombre moyen de recaptures par individu (année 2003).

	Moyenne	Ecart-type	Effectifs
Mâles adultes	3,6	5,7	54
Femelles adultes	5	7	60
Immatures	3,83	3,6	46
Juvéniles (< 8cm)	3,75	4	15

L'examen de la figure 12 montre que la plupart des individus sont repris moins de 4 fois au cours d'une saison malgré l'intensité du piégeage. On voit également que l'année 2001 se démarque par un taux de reprise plus faible : aucun individu n'ayant été repris plus de 6 fois en 2001 alors que l'on dénombre jusqu'à 27 et 32 reprises pour un individu en 2002 et 2003.

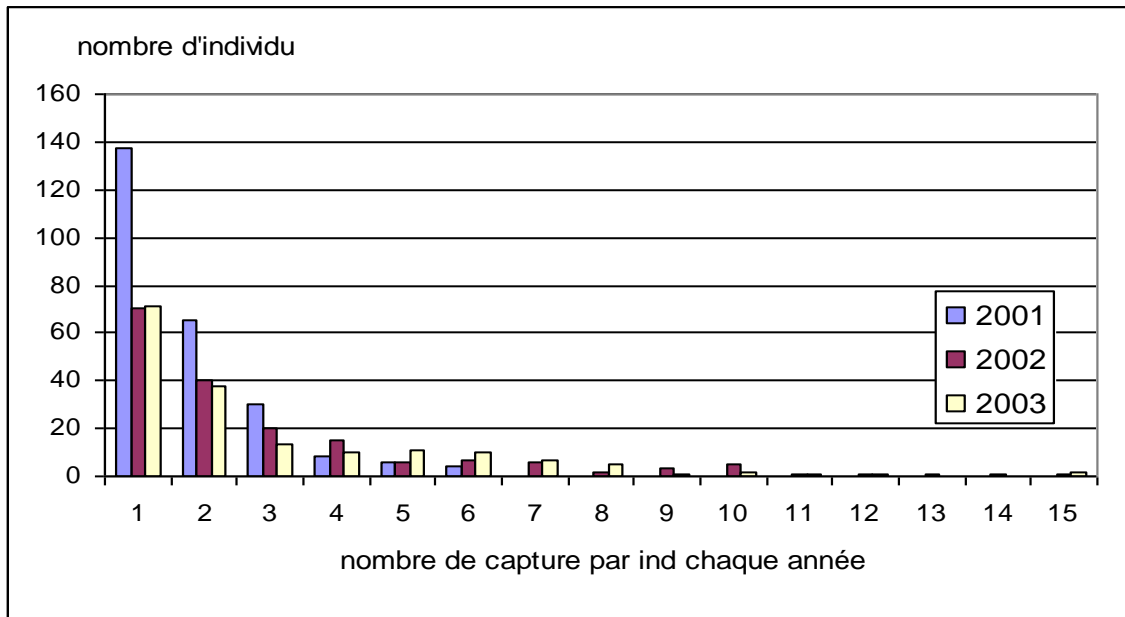


Figure 12 : Fréquence des captures individuelles au cours des trois années de piégeage.

PARAMETRES DEMOGRAPHIQUES

Taille de la population

L'estimation de la taille de la population peut être faite à partir de trois méthodes distinctes : par le nombre total d'individus différents capturés au cours d'une ou des années, par la méthode de Lincoln-Petersen et par l'utilisation des taux de capture calculés à partir du logiciel SURGE. Le nombre total d'individus différents capturés une année donnée fournit en général des valeurs sous-estimées puisque tous les individus ne sont pas forcément pris annuellement. Quant au cumul des années, il donne généralement une sur-estimation de la population en raison des mouvements d'individus périphériques au site étudié et du recrutement in situ (natalité). L'application de la méthode de Lincoln-Petersen fournit en principe une meilleure estimation à condition de respecter les quatre conditions suivantes : 1/ la probabilité de capture doit être identique pour tous les individus ; 2/ le recrutement (natalité et immigration) doit être nul entre l'opération de marquage et de recapture ; 3/ les individus marqués doivent avoir le même taux de disparition (mortalité et émigration) que les individus non-marqués ; 4/ les marques doivent être conservées pendant toute la durée de l'expérience. Dans le cas présent, les 3 dernières conditions sont remplies puisque, sur une période de 2 mois, on peut considérer que la

mortalité est nulle ou quasi nulle, que la natalité n'intervient pas et que les marques n'influent pas sur la capturabilité des animaux. En revanche, la condition 1 n'est sans doute pas respectée puisque nous avons vu que les taux de recapture ne sont pas équivalents pour les différentes classes d'âge (plus faible chez les juvéniles). On peut donc considérer que l'estimation est correcte pour la fraction adulte et immature, et sans doute biaisée pour les stades jeunes. Pour appliquer la méthode, nous avons scindé l'échantillon en deux groupes d'individus à une date médiane pour chacune des sessions de capture. La troisième méthode consiste à calculer l'effectif à partir du nombre d'individus différents capturés une année donnée et des taux de capture moyens calculés par le logiciel SURGE. Dans ce cas, l'estimation n'a été faite que sur les adultes.

Nombre d'individus différents capturés

La progression des captures au cours du temps (fig. 13) montre que 73 % du total des individus ont été capturés à l'issue de la première année et 91,3 % à l'issue de la deuxième année. Ceci indique de manière indirecte l'efficacité du piégeage et le fait que nous avons affaire à une population relativement close.

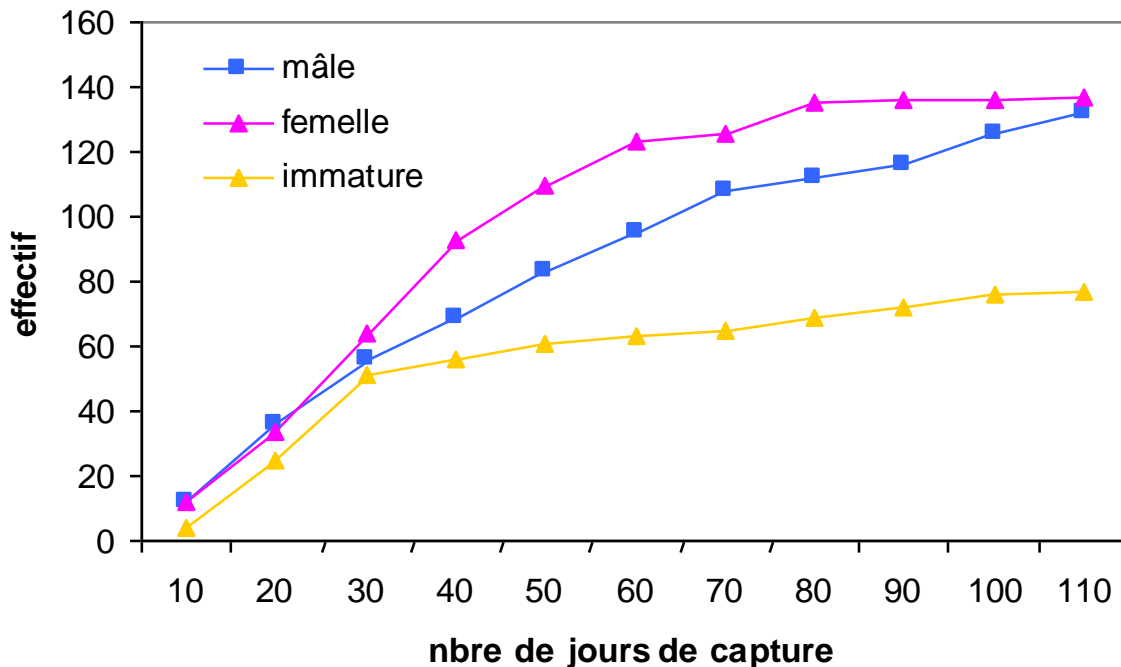


figure 13 : nombre d'individus différents capturés au cours du temps (cumul des trois années)

Si l'on compare les trois courbes, on voit que celles-ci n'ont pas la même trajectoire : les immatures atteignent dès la première année un effectif proche de l'effectif final, les femelles stabilisent leur effectif seulement en fin de deuxième année, et les mâles continuent à voir leur effectif s'accroître jusqu'à la fin des captures, sans apparition d'une asymptote. Ceci indique que pour les immatures et les femelles, tous les individus présents sur le site mais sans doute aussi à proximité ont été capturés, tandis que chez les mâles, d'autres individus sont encore inconnus. Ceci est sans doute dû à la plus grande mobilité des mâles (cf chapitre « mobilité »), et à leur moindre capturabilité (cf tableau IV).

méthode de Lincoln-Petersen

Les estimations ont porté sur trois groupes d'individus : femelles adultes, mâles adultes et immatures. Sont considérés adultes les individus qui ont terminé la croissance, et immatures les individus qui sont toujours en croissance (stade 1). Les juvéniles (moins de un an) ne sont pas pris en compte dans les calculs (Tab. V).

Tableau V. Estimation annuelle de la taille de la population (lincoln-Petersen)

		2002	2003	nb individus marqués 2001/2003
Mâles adultes	Estimation	66	66	110
	écart-type	7,7	2,3	
Femelles adultes	Estimation	67	71	99
	écart-type	7,2	11,03	
Immatures*	Estimation	71	63	153
	écart-type	11,33	10,5	
Total de l'estimation		204	200	

(*) Sans prise en compte des juvéniles de moins de un an.

Comme on peut le voir, les estimations concordent largement entre les deux années, avec un écart-type réduit dans la plupart des cas. Sur le tronçon de canal considéré (858 mètres, entre le San Lorenzo et le Bevinco), l'effectif total se situe aux alentours de 200 individus, composé pour 1/3 de mâles adultes, 1/3 de femelles adultes et 1/3 d'immatures.

Méthode des taux de capture

Le calcul du taux de capture des individus adultes à partir du logiciel MSURGE indique que celui-ci se situe vers 0,79 (0,69-0,86). Si l'on tient compte de la capture de 114 individus différents en 2002 et 98 en 2003, l'estimation de l'effectif adulte s'établit à 163 individus en 2001, 144 individus en 2002 et 124 en 2003 (tableau VI), soit des valeurs proches des valeurs obtenues par la méthode de Lincoln-Petersen. Ces résultats suggèrent une diminution des effectifs au cours des trois années, qu'il est difficile d'interpréter compte tenu des intervalles de confiance des estimations.

Tableau VI : Effectifs adultes, estimés à partir des taux de capture individuels.

	2001	2002	2003
Effectif estimé (adultes seulement)	163 (149-187)	144 (132-165)	124 (114-142)
Nb individus adultes capturés	129	114	98

De ces différentes estimations, on peut conclure que les effectifs présents sur le site d'étude avoisinent 200 individus, composés pour 2 tiers d'adultes et pour 1/3 d'immatures. La fraction juvénile (nouveau-nés en particulier) ne peut pas être estimée précisément compte tenu des taux de capture trop faible pour cette catégorie d'animaux.

Comme on peut le constater, les estimations annuelles obtenues par lincoln-Petersen et par les taux de capture donnent des valeurs très inférieures au total des animaux marqués à l'issue des trois années (200 individus versus 346 individus). Cette différence tient vraisemblablement aux individus périphériques au site d'étude ou peu attirés par les pièges. Sur 346 individus différents, 169 individus ont en effet été capturés une seule fois, ce qui représente une fraction importante du total des captures (49 %).

Si l'on retient une valeur de 200 individus, la densité est donc en moyenne de 23,3 tortues pour 100 mètres de canal, ce qui constitue des valeurs records pour l'espèce (tableau VII). Sur la base de cette valeur, on peut estimer que la population présente sur la réserve avoisine les 2 500 individus (11 kilomètres de canaux).

Tableau VII : Densité de cistudes dans différentes populations.

Site	Habitat	Densités	Auteurs
Italie (Delta du Po)	marais	7,2 cistudes/ ha	Mazotti, 1995
Centre France (Brenne)	étangs	1,2 à 9,5 cistudes/ha	Servan, 2000
Ouest France (Brouage)	canaux et marais	4,7 cistudes/ ha ou 2,3 cistudes/100 m	Duguy et Baron, 1998
Biélorussie	rivières, canaux, petits réservoirs, mares	0,05 à 5 cistudes/100 m	Dobrenkov (1999)
France (Camargue)	canaux et marais	5 cistudes/ha ou 2,8 tortues/100 m	Lyet et cheylan (2002)
France (Camargue)	canaux et marais	14,6 cistudes/ha et 4,3 cistudes/100 m	Olivier (2002)
Sud Est France (Maures)	Ruisseau temporaire	5,4 cistudes/100 m	Cheyland et Poitevin, 1998
France (Corse)	canaux et marais	23,3 cistudes/100 m	Cette étude
Italie (Toscane)	Mares forestières de collines	100 à 700 cistudes/ha	Rovero et Chelazzi (1996)

Discussion

Les estimations réalisées à partir des trois années de capture montrent que la population est extrêmement dense (200 individus sur 858 m de canal) avec des densités 5 à 8 fois supérieures à des situations équivalentes en Camargue (tableau VII). Ces fortes densités pourraient avoir plusieurs origines : un fort recrutement dû à la faible prédation qui s'exerce sur les pontes et sur les juvéniles (cf chapitre reproduction), une productivité du milieu exceptionnelle, un phénomène de densité dépendance. Ce dernier point mérite d'être évoqué car, comme nous avons pu l'observer dans le Var à la suite des incendies, la mortalité des adultes se traduit dans les années qui suivent les feux par un fort rajeunissement de la population et par une nette augmentation des densités. Dans le cas de Biguglia, il est possible que la mortalité adulte engendrée par le

curage du canal (et peut être d'autres causes comme la pollution) libère de la place dans une population adulte saturée, augmentant par là même les densités. La forte proportion d'individus juvéniles et immatures dans la population plaide en faveur de cette hypothèse (cf chapitre structure démographique) sans toutefois la démontrer.

Structure de la population

Sex-ratio

Durant les trois années d'étude, 209 cistudes adultes ont été capturées et sexées. Dans cet échantillon, nous avons compté 99 mâles et 110 femelles soit un sexe-ratio de 0,9 faiblement en faveur des femelles (χ^2 n.s.).

Tableau VIII. Valeur du sexe-ratio observé en fonction des années.

Année	Adultes		Sexe-ratio (M/F)		Immatures		Sexe-ratio (M/F)	
	Mâles	Femelles			Mâles	Femelles		
2001	59	77	0,76	χ^2 n.s.	21	36	0,58	χ^2 p<0,01
2002	56	64	0,88	χ^2 n.s.	16	21	0,76	χ^2 n.s.
2003	55	66	0,83	χ^2 n.s.	13	10	1,3	χ^2 n.s.

Le sexe-ratio observé de la fraction adulte ne varie pas de façon significative entre les années (Tab. VIII). En revanche, le sexe-ratio observé de la fraction immature en 2001 est fortement dévié en faveur des femelles et significativement différent de 1 (χ^2 p< 0,01).

Le sexe-ratio calculé sur les effectifs estimés par la méthode de Lincoln-Peterson n'est pas significativement différent de celui observé (Tab. IX).

Tableau IX. Comparaisons entre sexe-ratio observés et sexe-ratio estimés avec la méthode de Lincoln-Petersen.

Année	sexe-ratio observé (M/F)	sexe-ratio estimé (M/F)	test
2001	0,76	0,75	χ^2 n.s.
2002	0,87	0,98	χ^2 n.s.
2003	0,83	0,92	χ^2 n.s.

En 2003, le sexe-ratio observé est significativement différent selon les différentes techniques de piégeage employées (χ^2 $p < 0.01$) (tab. X). La proportion de mâles capturés est ainsi nettement plus élevée avec l'épuisette que pour les captures avec les nasses et verveux.

Tableau X. Valeur du sexe-ratio observé en 2003 en fonction des différentes techniques de piégeage.

Année	Nasses	Verveux	Epuisette	
2003	0,84	0,95	1.2	χ^2 $p < 0.01$

Tableau XI. Valeurs comparatives des sexe-ratios relevés dans la littérature

Sites	échantillon	Nb mâles/1femelle	auteurs
Sud Est France (Maures)	187	0,75	Cheyland et Poitevin, inédit
Centre France (Brenne)	290	0,47	Servan 1988
Petite Camargue gardoise	66	0,66	Lyet et Cheyland 2002
Camargue	400	0,69	Olivier 2002
Corse	151	0,90	cette étude
Charente-Maritime (Brouage)	302	1,11	Duguy et Baron 1998
Isère (étang de Lempis)	194	1,26	Cadi 2001
Isère (étang de la Serre)	52	3,2	Cadi 2001

Discussion

Les résultats obtenus à partir du sexe-ratio (M/F=0,9) observé sur l'échantillon des individus adultes et par la méthode de Lincoln Index (M/F = 0,92) indiquent un sexe-ratio adulte proche de l'équilibre. Ce résultat s'oppose à la majorité des populations étudiées en France continentale (tab.XI). D'après la bibliographie, la plupart des populations montrent en effet soit une prédominance des femelles (Etangs de la Brenne, Massif des Maures, Camargue), soit, pour un tiers d'entre elles, des populations biaisées en faveur des mâles

(Charente-Maritime et Isère). Ces déviations du sex-ratio sont souvent dues à des problèmes de mortalité différentielle entre sexes (sur-mortalité des femelles lors de la ponte, ou surmortalité des mâles lors de leurs déplacements), eux-mêmes dus à la nature du paysage (site de pontes éloignés du site de vie par exemple pour les populations de l'île Crémieux en Isère). A Biguglia, il semble que ces facteurs ne jouent pas, soit parce que les mâles n'éprouvent pas le besoin de disperser compte tenu des fortes densités de femelles, soit parce que les femelles ont des sites de pontes à proximité immédiate du milieu aquatique, limitant ainsi les risques de mortalité engendrés par les sorties terrestres.

Biométrie

3 mesures biométriques ont systématiquement été prises sur les individus : la longueur totale droite de la carapace, la longueur du plastron et le poids (précision du gramme). Les données de longueur et de poids sont données dans le tableau XII pour la fraction adulte.

On constate que le dimorphisme sexuel est significatif (test de student ; $t=2.94$; $ddl=202$; $p<0,01$), avec un écart de taille en faveur des femelles d'environ 13 mm, et un écart de poids d'environ 188 grammes. Le plus grand mâle capturé faisait 150 mm, la plus grande femelle 163 mm. Ce dimorphisme de taille est habituel chez l'espèce comme l'indique le tableau XIII.

Tableau XII. Caractéristiques biométriques de la fraction adulte de cistudes de la population du Fortin.

Sexe	Effectif	Moyenne	Longueurs min-max (en mm)	Ecart-type
Femelles	103	147,5	120,5-163	7,5
Mâles	101	134,3	110-150	7,4
	Effectif	Moyenne	Poids (en g)	Ecart-type
Femelles	103	553,2	294-779	86,2
Mâles	101	364,6	210-488	58,6

La relation poids/taille est donnée à la figure 15 pour l'ensemble des animaux. On voit que la dispersion des mesures est très faible ce qui est habituel chez les tortues compte tenu de la forte contrainte pondérale imposée par l'enveloppe rigide de la carapace.

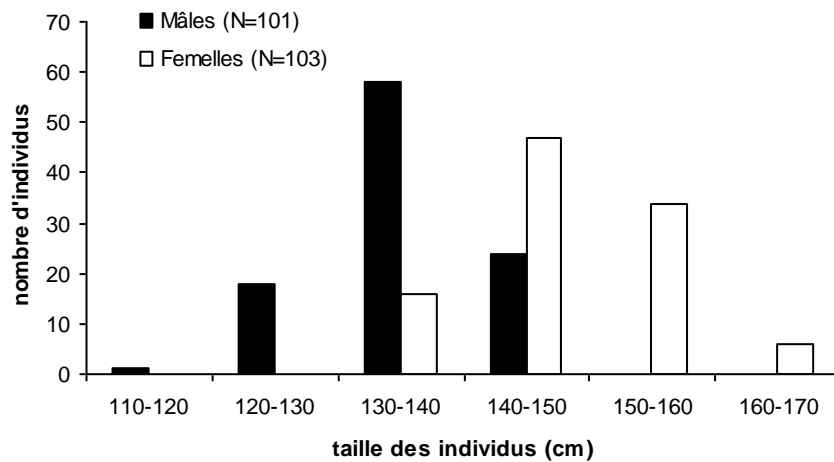


Fig. 14. Longueurs des dossières de 204 cistudes adultes marquées au Fortin.

Tableau XIII. Comparaison des tailles adultes de tortue cistudes dans quelques populations italiennes et françaises (longueur moyenne de la carapace en mm).

Région concernée	Taille mâles	Taille femelles	Sources
Italie (delta du Pô)	111,2 (n=30)	119,5 (n=73)	Mazotti 1995
Sardaigne	117,9 (n=14)	125,2 (n=10)	Schulze et Fritz 2003
France (massif des Maures)	116,9 (n= 23)	125,2 (n=53)	inédit
Italie (Toscane)	125,9 (n=66)	131,7 (n=115)	Zuffi et al. 1999
France (Gers)	129,9 (n=19)	136,6 (n=25)	Parde 1999
Italie (Emilie-Romagne)	122,5 (n=54)	137,6 (n=72)	Zuffi et Gariboldi 1995
Corse	134,3 (n=101)	147,5 (n=103)	Cette étude
France (Brenne)	142 (n=44)	154 (n=166)	Servan 1988
France (Isère)	141,8	157,9	Cadi 2001
France (Charente-Maritime)	149,5 (n=20)	159,7 (n=30)	Duguy et Baron 1998
France (Camargue)	145,4 (n=130)	163,3 (n=183)	Olivier 2002

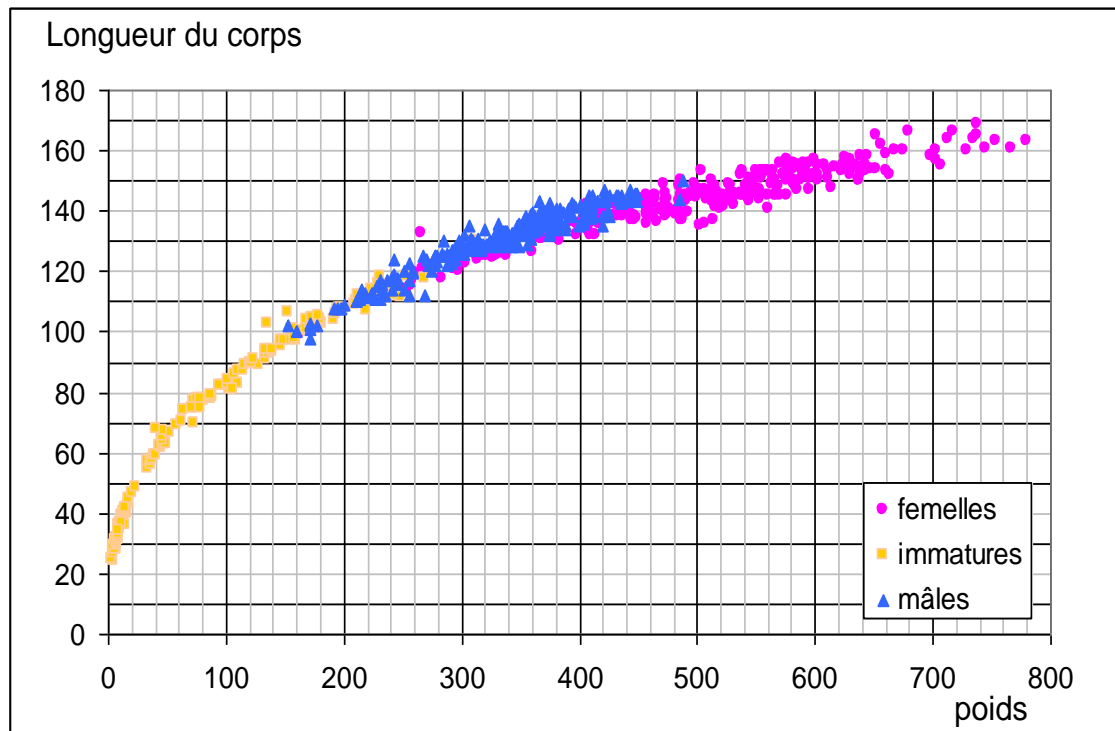


Figure 15 : relation poids/taille pour l'ensemble des individus capturés.

Discussion

D'un point de vue statural, les cistudes de Biguglia se caractérisent par une taille moyenne, intermédiaire entre les tailles observées en Toscane, en Emilie-Romagne et dans le Gers, et celles observées en Brenne ou en Isère. Elles sont en revanche très supérieures aux tailles observées en Sardaigne et dans le Massif des Maures et très inférieures aux tailles observées en Camargue. Ces valeurs de taille sont cependant délicates à interpréter dans la mesure où elles sont largement conditionnées par la limite adoptée pour séparer les adultes des immatures. A conditions de vie égales ou très proches, les cistudes de Biguglia sont en tous cas bien plus petites que les tortues de Camargue, ce qui résulte sans doute de leur appartenance à deux lignées distinctes. L'effet environnemental (phénotypique) semble donc jouer, mais dans les limites imposées par l'effet génotypique (contraintes phylogénétiques).

Croissance

La courbe de croissance a été établie à partir de la lecture des marques cornées visibles sur le plastron (photos) pour les individus âgés de 1 à 9 ans (Fig. 16). Elle se caractérise par une phase exponentielle positive, suivie d'un point d'inflexion vers 9 ans, qui coïncide avec la période d'acquisition de la taille définitive. Durant les premières années de vie, l'accroissement annuel est très important, puisqu'il est de 18,7 mm en moyenne entre 1 et 6 ans (tab.XIV). Il décroît fortement à partir de la maturité sexuelle, et devient nul au delà de 9 ans comme le montre la figure 17.

Comme il est habituel chez l'espèce, les mâles se caractérisent par une taille adulte inférieure aux femelles (cf. paragraphe biométrie), due à un arrêt plus précoce de la croissance.

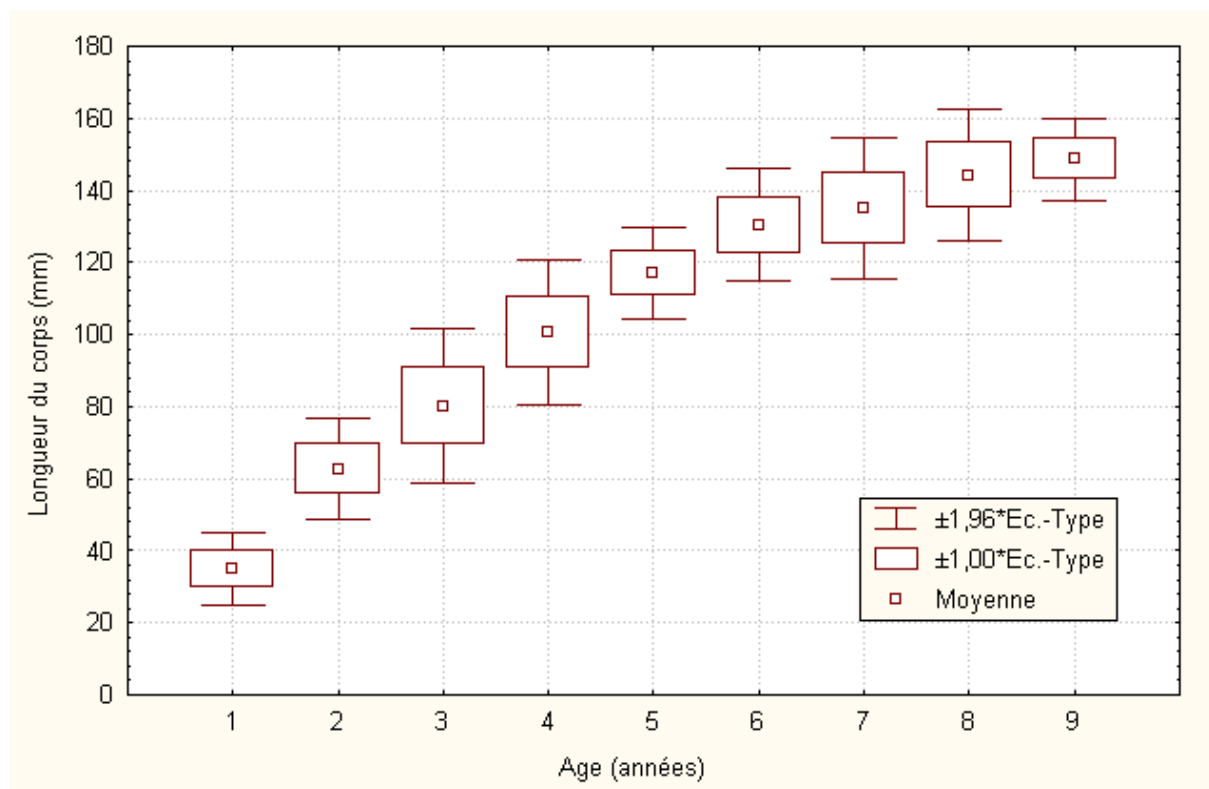


Figure 16 : Courbe de croissance des jeunes et des femelles entre 1 et 9 ans élaborée à partir des lectures d'âge effectuées sur les plaques cornées.

Tableau XIV : Valeurs moyennes de la longueur du corps au cours des 9 premières années.

Age	n	moyenne	minimum	maximum	écartype
1 an	62	34,95	25	48	5,04
2 ans	20	62,51	43	77	7,15
3 ans	26	80,14	56	103	11,00
4 ans	42	100,67	78	131	10,17
5 ans	29	117,09	107	134	6,42
6 ans	27	130,31	119	151	7,98
7 ans	25	135,02	105	149	10,02
8 ans	16	144,13	125	162	9,31
9 ans	6	148,75	142	157	5,81

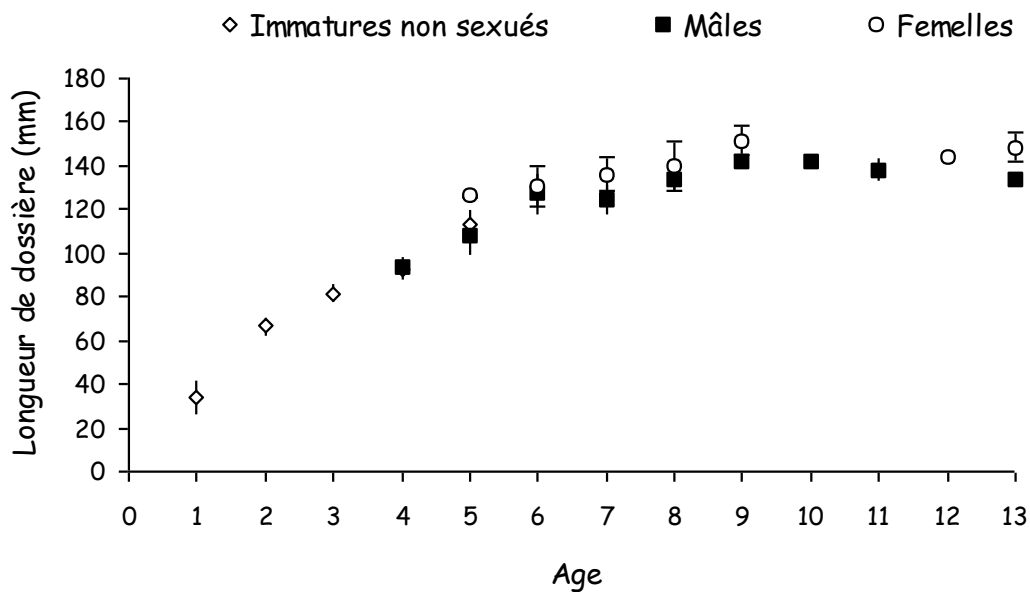


Figure 17 : Courbe de croissance des mâles et des femelles.

Structure d'âge

Si l'on attribue l'ensemble des individus capturés aux trois grandes catégories que sont les individus de moins d'un an, les immatures en croissance et les sub-adultes et adultes âgés de 8 ans et plus, on voit que la structure de la

population est très stable au cours des trois années d'étude (fig. 18). Les adultes y représentent entre 53 et 64 % de l'effectif total, les immatures entre 33 et 37 % et les jeunes entre 2 et 10 % du total. La fraction immature, comprise entre 2 et 7 ans, est donc bien représentée, de même que les très jeunes individus, toujours difficiles à mettre en évidence dans les populations. Compte tenu des taux de captures obtenus sur le site (cf. chapitre « estimation des effectifs »), on peut raisonnablement penser que cette structure démographique exprime bien la réalité, du moins pour ce qui est des classes immatures et adultes.

Si l'on range les individus dans les classes d'usures définies plus haut (fig. 19), on voit que les individus en croissance (classe 1) sont nombreux dans la population (37 % de l'effectif), contrairement aux vieux animaux (stade 4) qui ne représentent que 6 % du total des captures. Ceci tranche avec ce que l'on observe dans la plupart des populations pour lesquelles les vieux individus sont généralement dominants.

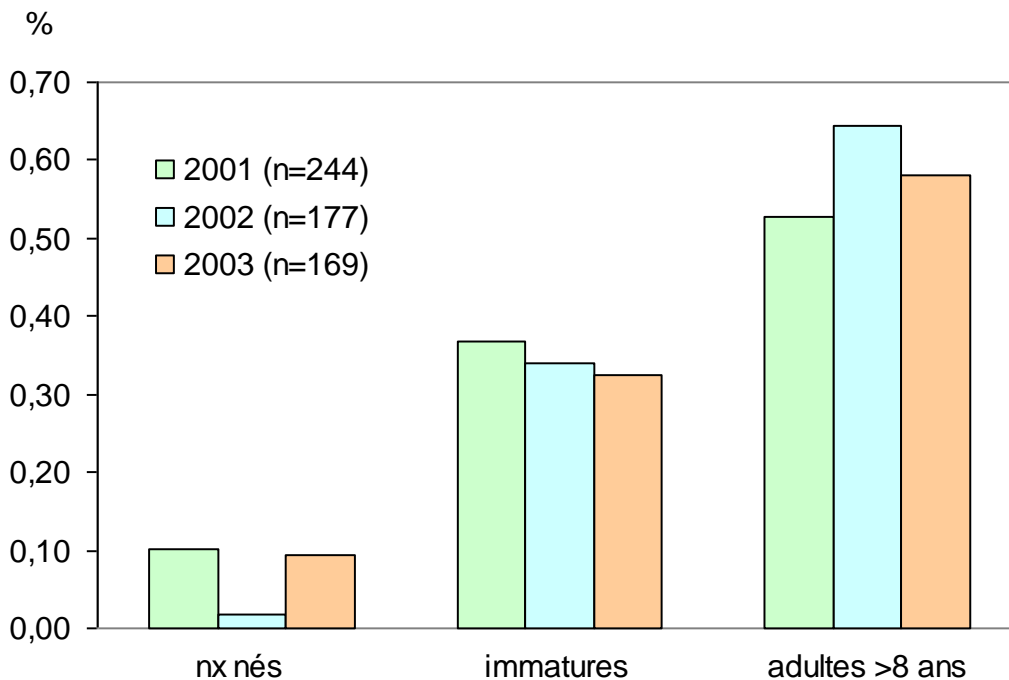


Figure 18 : structure de la population au cours des trois années d'étude.

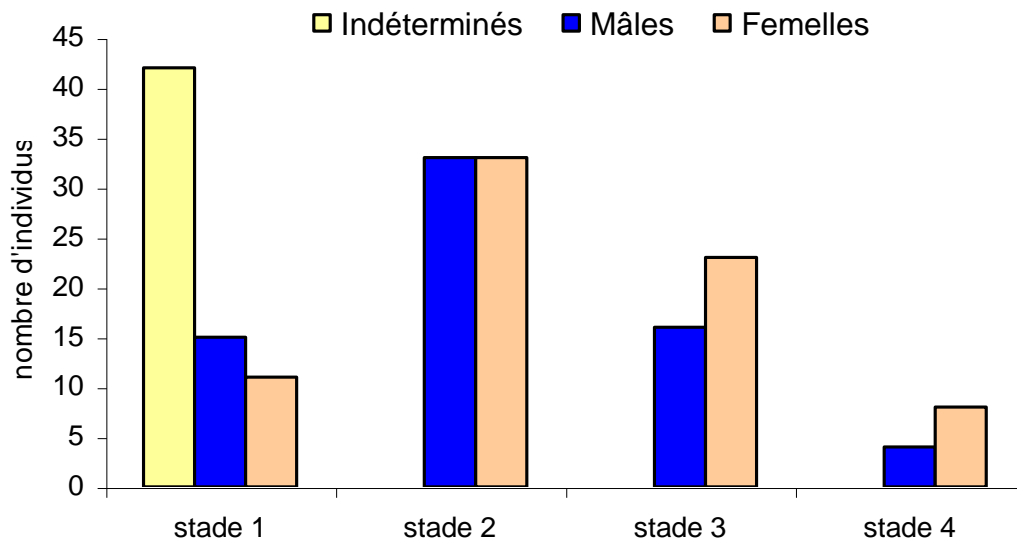


Figure 19 : Distribution des individus capturés dans les 4 stades d'usure.

La distribution des tailles confirme ces résultats (fig. 20). On voit en effet que celles-ci se distribuent de façon très régulière, avec un passage graduel depuis les plus jeunes (à gauche de la courbe) jusqu'aux plus grands

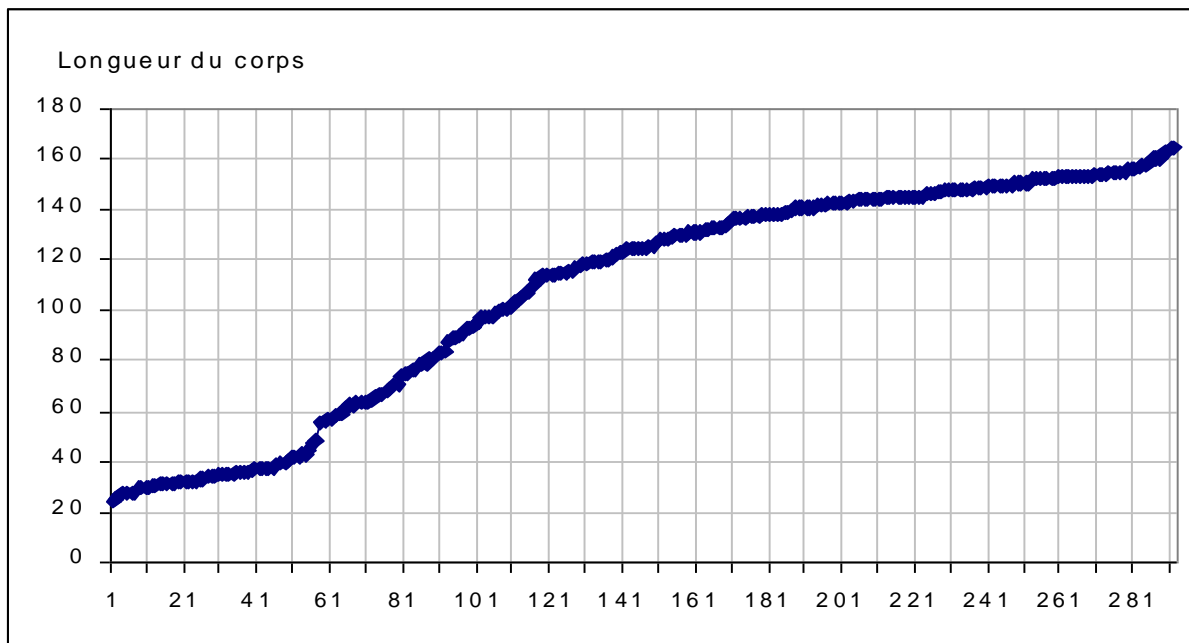


Figure 20 : distribution des individus ordonnés selon leur taille: taille en ordonnées, classement des individus en abscisses. (jeunes et femelles uniquement).

individus (à droite de la courbe). Compte tenu de la variabilité individuelle de la croissance, il est impossible de distinguer différentes cohortes, hormis la cohorte des moins de un an qui se distingue des autres classes d'âge par un décroché vers 50 mm de longueur totale.

Tableau XV. Valeurs comparatives des différents âge ratios relevés dans la littérature (compléter de Olivier 2002)

Sites	% d'individus en croissance	Auteurs
Biélorussie	10%	Dobrenkov 1999
Centre France (Brenne)	15%	Servan 1998
Italie (delta du Po)	21%	Mazzotti 1995
Camargue	12 à 32%	Olivier 2002
Rhône-Alpes (étang de Lempis)	23 %	Cadi et Faverot 2004
Espagne (delta de l'Ebre)	25%	Bertolero 2001
Petite Camargue gardoise	25%	Lyet et Cheylan 2002
Espagne (Donana)	29%	Keller et al. 1998
Ouest France (Brouage)	30%	Duguy et Baron 1998
Centre France (Brenne)	31%	Servan 1988
Corse	37%	cette étude
Rhône-Alpes (étang de la Serre)	46 %	Cadi et Faverot 2004
Sud Est France (Maures)	28 à 67%	Cheylan et Poitevin 1998

Discussion

La structure démographique se caractérise par une forte proportion d'individus en croissance (37 %) et une faible représentation des vieux individus (6 % d'individus au stade 4), ce qui indique un fort renouvellement de la population.

Ces résultats sont peu inhabituels pour cette espèce comme le montre le tableau XV ; la plupart des populations se caractérisent en effet par une faible représentation des classes juvéniles et immatures. L'interprétation des données issues de la bibliographie doit cependant être faite avec prudence en raison des divergences méthodologiques dans l'attribution des classes d'âge (la séparation immature/adultes se fonde sur des critères rarement explicités et souvent variables d'un auteur à l'autre). Quoi qu'il en soit, le fait que la population contienne un grand nombre de jeunes constitue une évidence.

LA REPRODUCTION

Objectifs de l'étude

Les paramètres de la reproduction sont des éléments importants pour connaître la cinétique démographique d'une population. Dans le cas de la cistude, ces paramètres sont difficiles à obtenir en milieu naturel en raison : 1) de la difficulté qu'il y a à localiser les pontes et 2) de la difficulté à connaître le nombre de pontes annuellement produites par une même femelle. La seule technique vraiment utilisable pour connaître la fécondité d'une population est la radiographie (Gibbons et Green 1979, Fertard 1992). Cette technique a été appliquée en 2003 sur 27 femelles. Elle permet d'observer sans difficulté les œufs présents dans les oviductes, comme le montre les photos.

Parallèlement aux radiographies, nous avons systématiquement effectué une palpation pelvienne des femelles de façon à mettre en évidence la présence d'œufs calcifiés dans les oviductes. Cette méthode permet de connaître à quelques jours près la date de la ponte et, d'estimer, sous certaines conditions, le nombre de femelles reproductrices dans la population.

Les questions abordées dans ce chapitre sont les suivantes :

- { quel est l'âge et la taille d'accès à la reproduction des femelles ;
- { quel est le nombre moyen d'œuf par ponte ;
- { quel est le nombre de pontes par femelles et par an ;
- { quelle est la durée de la période de ponte ;
- { quel est le nombre de femelles reproductrices dans la population.

Résultats

Age et taille d'accès à la reproduction :

La taille minimale pour laquelle une femelle a été radiographiée avec des œufs est de 137 mm (tableau XVI). Grâce à la lecture des stries de croissance, nous avons pu déterminer que les femelles commencent à se reproduire dès l'âge de 7 ans, lorsque celles-ci sont encore en croissance. L'acquisition de la maturité sexuelle s'accompagne d'un ralentissement de la croissance parfaitement visible au niveau des lignes de croissance cornées (Kuchling 1998). Dans le cas présent, ce ralentissement intervient entre 5 et 8 ans chez les mâles (moyenne $6 \pm 0,89$ n = 38) et entre 5 et 10 ans chez les femelles (moyenne $7 \pm 1,3$ n = 43).

Nombre moyen d'œuf par ponte

Grâce aux radiographies, l'importance des pontes est connue pour 22 femelles (tableau XVI). La taille moyenne s'établit autour de 6.37 œufs \pm 1.44 avec pour valeurs extrêmes 4 et 10 œufs (fig. 21). La taille de la femelle n'a qu'une influence réduite sur la taille de la ponte comme le montre la figure 22 (r^2 0,166).

Tableau XVI : Résultats des femelles radiographiées (ordre chronologique).

Date	N°tortue	nb oeufs	stade	poids	Longueur dossier (mm)	nb ponte	Remarques
31/05/03	50	7	3	590	150	1	bien calcifiés
16/06/03	50	5	3	565	150	2	mal calcifiés
05/06/03	54	7	3	595	147	1	
31/05/03	76	7	2	635	158	1	
26/05/03	86	7	2	543	144	1	mal calcifiés
11/06/03	86	7	2	550	144	1?	bien calcifiés
16/05/03	97	6	2	734	164	1	bien calcifiés
04/06/03	97	9	2	721	164	2	mal calcifiés
25/06/03	107	4	1,2	492	147	1	
16/06/03	126	5	3	466	145	1	
16/05/03	164	5	4	514	137	1	
23/05/03	164	7	4	466	137	1	
25/06/03	183	7	4	660	152	1	
20/06/03	213	6	4	438	138	1	
14/05/03	220	5	3	577	145	1	
21/05/03	234	6	2	553	144	1	
19/06/03	251	7	3	570	145	1	
19/06/03	255	6	3,4	668	160	1	
02/06/03	258	7	1	456	142	1	
16/06/03	267	5	3	543	148	1?	
26/05/03	286	8	2	647	154	1	
31/05/03	286	8	2	636	154	1	
11/06/03	288	10	3	643	155	1	
19/06/03	291	4		429	138	1?	
16/06/03	309	5	2,3	482	142	1	
03/06/03	317	7	2	482	139	1	
23/06/03	435	6	1	447	139	1	

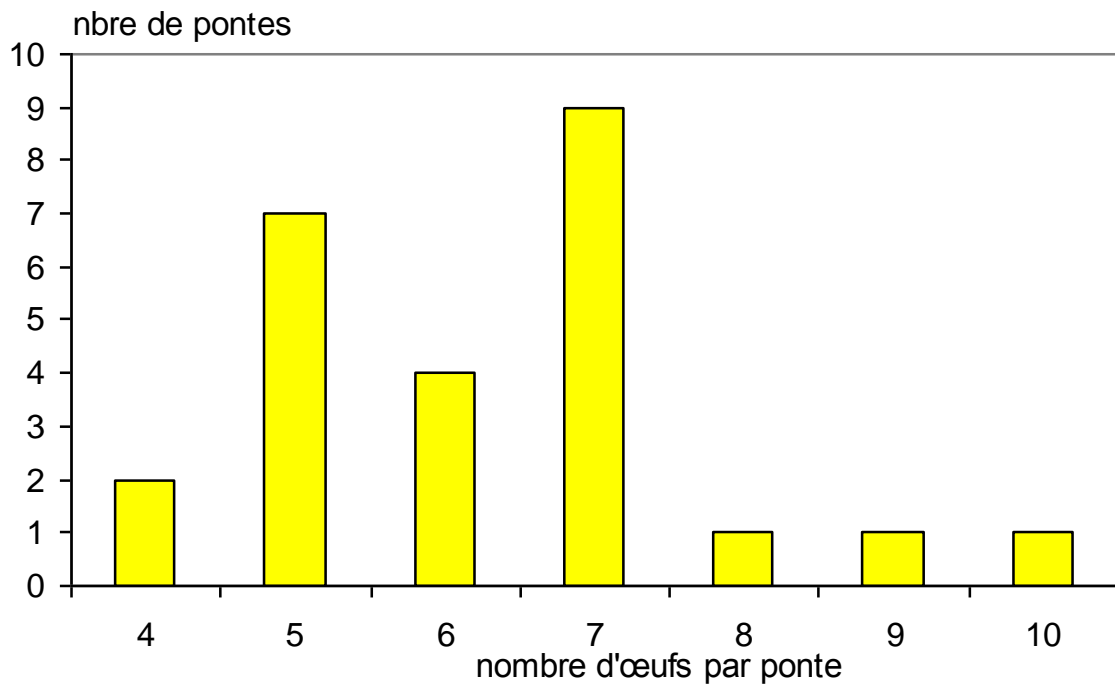


Figure 21 : nombre d'œufs par ponte obtenu par radiographie.

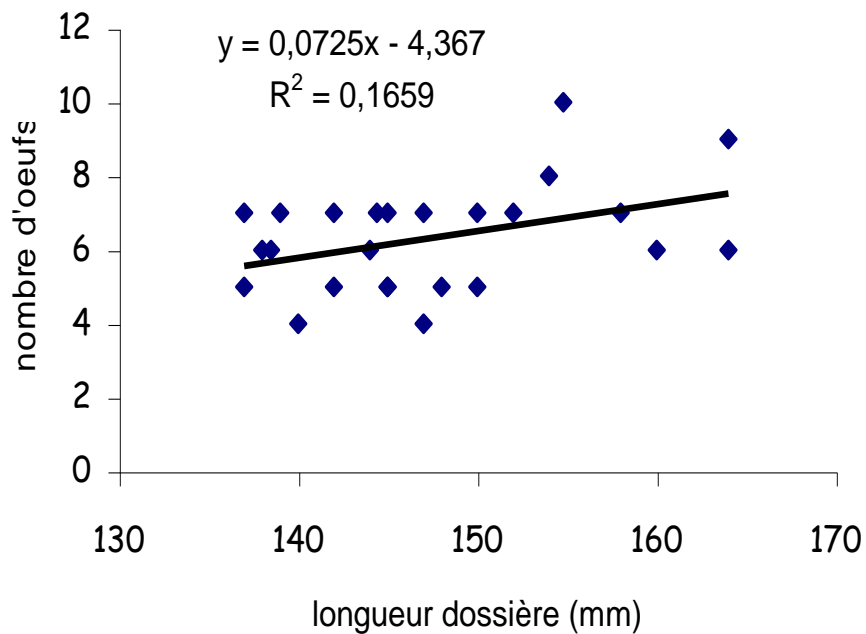


Figure 22 : relation entre la taille des femelles et le nombre d'œufs par ponte.

Nombre de pontes annuelles :

Deux femelles (les n° 50 et 97 appartenant respectivement au stade d'âge 3 et 2) ont effectué deux pontes, visibles sur les radios à 16 et 19 jours d'intervalle (le 31 mai et le 16 juin pour la femelle n° 50 et le 16 mai et le 4 juin pour la femelle n° 97). Aucune troisième ponte a été notée, mais les dates d'arrêt des radiographies (23 juin) ne permettent pas d'affirmer qu'il n'existe pas de troisième ponte dans la population de Biguglia ; celles-ci s'effectuant courant juillet en Camargue (Olivier 2002).

Taux de gravidité :

La palpation systématique des femelles permet de donner un taux minimal de femelles en reproduction par année (tab.XVII). Celui-ci est bien évidemment inférieur au taux réel puisqu'il dépend de la fréquence de capture des animaux au cours de la période reproductrice. En 2001, 16 % des femelles ont été palpées positives (présence d'oeufs calcifiés) avec 1,68 palpations en moyenne, en 2002, 24 % avec 2,81 palpations et en 2003, 41 avec 3,58 palpations. Comme on peut le voir, le taux de gravidité est donc très influencé par le nombre de fois ou la femelle est palpées, ce qui montre que ce taux de gravidité n'exprime pas la réalité, mais simplement une valeur minimale, liée à l'effort d'échantillonnage.

Tableau XVII : Taux de gravidité déduit des palpations pelviennes.

	2001	2002	2003
Nombre femelles examinées	104	58	68
Nombre moyen de palpations (moyenne et écartype)	1,68 ± 0,95	2,81 ± 2,75	3,58 ± 5,02
Nombre femelles avec œufs (N et %)	17 (16%)	14 (24%)	28 (41%)
?	11	4	1

Phénologie de la reproduction :

En 2001, la première ponte a été détectée par palpation le 24 mai, la dernière le 18 juin.

En 2002, la première ponte a été détectée avec certitude le 4 juin, la dernière le 22 juin.

En 2003, les pontes se sont échelonnées du 11 mai au 24 juin sur la base des palpations, et du 31 mai au 23 juin 2003 sur la base des radiographies (tab.XVI et fig. 22). En 2003, le taux de gravidité a montré un premier pic dans la dernière décade de mai, et un second entre le 19 et le 24 juin ce qui s'accorde avec le temps observé entre deux pontes successives à partir des examens radiologiques. Ceci confirme l'existence de deux pontes minimales dans la population de Biguglia.

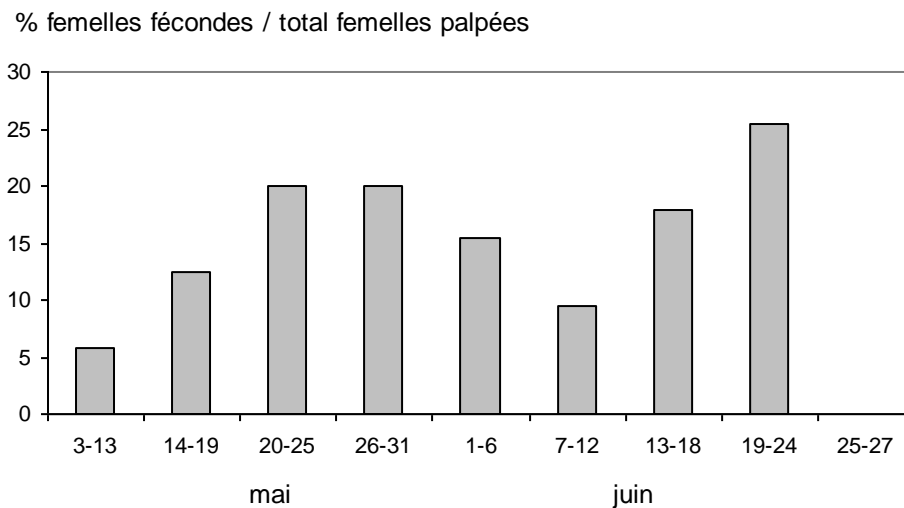


Fig. 22. Phénologie de la reproduction déduite du pourcentage de femelles fécondes (année 2003 : n=267 palpations).

Tableau XVIII : Age d'accès à la reproduction dans différentes populations.

Sites	Âge d'accès à la reproduction	Auteurs
Corse	7 à 9 ans	cette étude
Camargue	6 à 12 ans	Olivier 2002
Sud Est France (Maures)	10 à 11 ans	Cheyland et Poitevin 1998
Ouest France (Brouage)	11 à 12 ans	Duguy et Baron 1998
Ouest France (Brouage)	11 à 12 ans	Duguy et Baron 1998
Rhône-Alpes	10 à 15 ans	Cadi comm. pers.
Centre France (Brenne)	14 à 15 ans	Servan 1988

Tableau XIX. Taille de ponte et taille corporelle des femelles dans différentes populations de cistudes.

Site	nb pontes/an	taille moyenne de ponte et écart-type	longueur moyenne des femelles	auteurs
Italie (Toscane)	1	3,7±0,8	121,2 (n=18)	Rovero et Chelazzi, 1996
Italie (région Pise)	1-2	5,8 ± 0,3 (n=15)	131,7 (n=115)	Zuffi et al. 1999
Sud ouest France (Dordogne)	1	5,9±1,7 (n=21)		Naulleau (2000)
Sud Espagne (Donana)	1à3	6,2±1,3 (n=34)	147,9 (n=128)	Keller, 1997
Corse	1à2*	6,37±1,44 (n=24)	147 (n=24)	cette étude
Centre France (Brenne)	1à2	8,3±1,4 (n=76)	151 (n=148)	Servan et Pieau, 1984; Servan 1988.
Camargue	1à3	8,4±1,8 (n=67)	163,3 (n=183)	Olivier, 2002
Est France (Rhône-Alpes)	1à2	8,5±2,8 (n=10)	151,5	Cadi, 2001
Ouest France (Brouage)	1à2	9,2±1,2 (n=19)	159,7 (n=30)	Duguay et Baron, 1998

*ce résultat est sous-estimé à cause de la courte période d'étude.

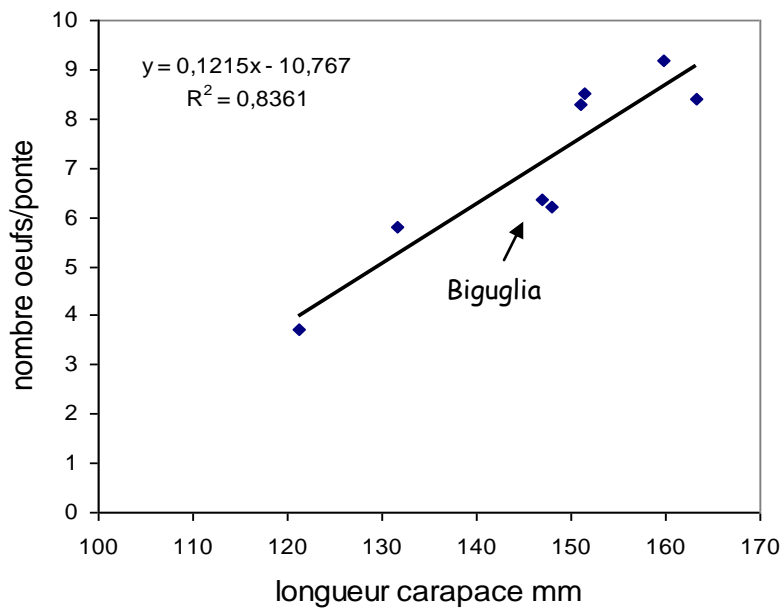


Figure 23 : Relation entre la taille des femelles et la taille des pontes dans différentes populations

Discussion

Pour ce qui concerne la reproduction, la population de Biguglia se caractérise par :

v un âge à la maturité précoce (6 ans en moyenne pour les mâles, 7 ans pour les femelles), notamment par rapport aux populations plus septentrionales où celles vivant dans des milieux peu productifs ne permettant pas une croissance rapide (massif des Maures dans le Var). Cet âge est proche des valeurs obtenues en Camargue par Olivier (2002) mais concerne dans ce cas des individus nettement plus petits (147 mm contre 163 mm respectivement). Comme cela a été constaté ailleurs (Rollinat 1934, Cheylan et Poitevin 1998, Duguy et Baron 1998, Keller 1997), les mâles acquièrent leur maturité sexuelle 1 à 2 ans avant les femelles.

v une taille de ponte moyenne, conforme à la taille des femelles.

Sur ce point, la population de Biguglia se situe dans la norme des populations étudiées en situation continentale (tab.XIX). On n'observe donc pas de réduction de la taille de ponte dans cette population, comme cela a pu être observé chez certains oiseaux ou certains mammifères de Corse (Blondel 1995, Fons et al. 1997)

v la production de deux pontes annuelles au minimum.

Les données radiologiques indiquent le dépôt de 2 pontes chez certaines femelles, ce qui est conforme à la littérature sur le sujet (cf tableau XIX). La courte période d'étude (mai-juin) ne permet pas de savoir si certaines femelles peuvent produire une troisième ponte, comme cela a pu être observé en Camargue et dans le sud de l'Espagne.

En conclusion, les paramètres reproductifs de cette population ne se distinguent pas des populations continentales, eu égard à la taille corporelle des femelles.

LA PREDATION

Pour de nombreuses espèces de tortues, la prédation est la cause majeure de la mortalité au stade œuf (Congdon et al. 1987, Madec 1999). Celle-ci atteint souvent 70 à 80 % des pontes ce qui a des conséquences démographiques non négligeables.

Les cistudes déposent leur ponte à la tombée de la nuit. Elles recherchent pour cela un site ensoleillé, non inondable et de préférence proche du milieu aquatique. Selon la configuration du site, les femelles parcourent quelques mètres à 1 km pour trouver des conditions favorables à la ponte. Lorsque l'emplacement est trouvé, la femelle creuse avec ses pattes arrières une cavité de quelques cm de profondeur qui sera soigneusement rebouchée après le dépôt des œufs. Les pontes vont séjourner dans le sol près de 3 mois, jusqu'aux premières pluies d'automne. C'est dans les premières heures ou les premiers jours qui suivent la ponte que les œufs sont les plus vulnérables, sans doute en raison de l'odeur laissée par la femelle ou par les œufs fraîchement pondus. Aux marais du Vigueirat, 52 % de la prédation enregistrée sur fausses pontes se fait ainsi au cours de la première nuit qui suit le dépôt des pontes.

Afin de mesurer les taux de prédation dans la réserve de Biguglia, deux méthodologies ont été appliquées : la recherche de femelles en activité de ponte de nuit aux heures et aux périodes les plus propices à la ponte, et la mise en place de fausses pontes sur les sites jugés les plus favorables.

Prédation sur pontes naturelles

En Corse, la prédation des pontes naturelles de tortues n'est que peu documentée (Nougarède, 1998). L'absence du blaireau (*Meles meles*), de la fouine (*Martes foina*) et du putois (*Mustela putorius*) diminue la pression globale de prédation, à moins qu'elle ne soit compensée par le renard (*Vulpes vulpes*), commun dans la plupart des régions de l'île.

Sur le secteur d'étude, la prédation des pontes pourrait être due à 5 prédateurs potentiels : le renard, la belette (*Mustela nivalis*), le hérisson (*Erinaceus europaeus*), le rat noir (*Rattus rattus*) et le sanglier (*Sus scrofa*).

Détection de nids prédatés au Fortin

Au cours des trois années d'étude, toutes les recherches destinées à découvrir des pontes se sont révélées négatives, malgré le petit nombre de sites potentiellement favorables. Seule la saison 2002 a permis la découverte de nids

prédatés, à l'occasion des visites sur le terrain consacrées aux captures des individus : une le 15 juin et deux le 25 juin. A proximité du nid prédaté détecté le 15 juin nous avons récolté les restes de coquilles de 7 œufs, tandis que le 25 juin autour des deux nids prédatés (distants de 1 m l'un de l'autre) nous avons récolté les restes de 8 œufs. Dans les trois cas, les pontes avaient été déposées en bordure de piste, à quelques mètres du canal, dans l'herbe rase broutée par les vaches.

Parmi les 5 prédateurs potentiels de pontes sur le secteur d'étude, aucun indice nous a permis de privilégier l'un ou l'autre. L'examen de l'état des œufs prédatés montre une fraction de 80% d'œufs ouverts de manière très délicate contre 20% partiellement broyés. La plupart des œufs présentaient une petite ouverture permettant au prédateur de lécher le contenu sans détruire totalement l'œuf. Cette manière de procéder peut être attribuée aux prédateurs de petite taille, belette ou hérisson, qui ont fait l'objet de plusieurs observations sur le site.

Sur la base des trois années de suivi, on peut donc dire que la prédation naturelle est extrêmement faible à Biguglia, comparativement à ce qui a pu être observé en Camargue, aux marais du Vigueirat notamment (Collet 2003).

Prédation sur fausses pontes

Afin d'évaluer le taux de prédation et le comparer à des expériences similaires réalisées en Camargue, des fausses pontes ont été mises en place en 2002 et 2003 sur le site d'étude. Le protocole consiste à placer dans le sol des pontes constituées de deux œufs de caille, visités à intervalle de temps réguliers. Pour imiter au mieux les pontes naturelles, quelques gouttes d'urine de tortue sont déposées sur les œufs avant leur enfouissement.

Protocole 2002 :

En 2002, 36 pontes constituées de 2 œufs de caille chacune ont été disposées au hasard, sur une parcelle rectangulaire de 200 m de long sur 25 m de large, située immédiatement au sud de l'embouchure du Bevinco, en bordure du canal de ceinture (tab. XX). Une trame virtuelle, faite de rectangles de 50 m (L) par 10 m (l), a servi de grille repère pour disposer les fausses pontes sur le terrain. La position de chaque nid est déterminée par tirage aléatoire avec remise. 4 nids sont posés tous les 2 jours durant 20 jours pendant la période de ponte (du 7 au 26 juin). Ils sont inspectés tous les 2 jours et les nids non prédatés sont enlevés au bout du 6^{ème} jour pour éviter tout risque d'odeur pouvant attirer les prédateurs (tab. XX).

Protocole 2003 :

En 2003, le protocole a été modifié de façon à prendre en compte une plus grande superficie du site. Dans ce cas, 4 lots de 20 pontes constituées de 2 œufs de caille chacune ont été disposés tout au long du canal (entre le San Lorenzo et le Bevinco), sur 4 secteurs de 200 m de long, durant la période 7 juin au 21 Juin à raison de 4 pontes déposées tous les 2 jours.

Comme en 2002, celles-ci ont été aspergées de quelques gouttes d'urine de cistude. Les pontes étaient visitées tous les deux jours, lors de la mise en place des nouvelles pontes. Les pontes non prédatées, vieilles de 6 jours, étaient enlevées.

Résultats

En 2002, 3 pontes ont été prédatées sur un total de 36, soit un taux de prédation de 8,3 %.

Tableau XX : Résultats de l'expérience « fausse pontes » en 2002

jour de pose	X	Y	07-juin	09-juin	11-juin	13-juin	15-juin	18-juin	20-juin	22-juin	24-juin	26-juin
1	17	5	Pose	0	0	enlevé						
1	12	0	Pose	0	0	enlevé						
1	12	5	Pose	0	0	enlevé						
1	6	0	Pose	0	0	enlevé						
3	7	2		pose	0	0	enlevé					
3	4	5		pose	0	0	enlevé					
3	12	0		pose	0	0	enlevé					
3	8	4		pose	0	0	enlevé					
5	6	1			pose	0	predaté	predaté				
5	10	2			pose	0	0	enlevé				
5	19	0			pose	0	0	enlevé				
5	15	2			pose	0	0	enlevé				
7	8	5				pose	0	0	enlevé			
7	20	0				pose	0	0	enlevé			
7	7	5				pose	0	0	enlevé			
7	9	3				pose	0	predaté	predaté			
9	2	5					posé	0	0	enlevé		
9	0	3					posé	0	0	enlevé		
9	19	1					posé	0	0	enlevé		
9	12	3					posé	0	0	enlevé		
11	10	3						posé	0	0	Enlevé	
11	9	1						posé	0	0	Enlevé	

											é	
11	11	0						posé	0	0	Enlevé	
11	17	0						posé	0	0	Enlevé	
13	20	1							posé	0	0	0
13	9	4							posé	0	Prédaté	0
13	11	3							posé	0	0	0
13	5	5							posé	0	0	0
15	13	2								posé	0	0
15	5	1								posé	0	0
15	3	3								posé	0	0
15	11	0								posé	0	0
17	8	0									Posé	0
17	14	2									Posé	0
17	12	5									Posé	0
17	13	1									Posé	0

En 2003, 3 pontes ont été prédatées sur un total de 80, soit un taux de prédation de 3,7 % (tableau XXI). Dans les deux cas, le taux de prédation apparaît donc particulièrement faible sur le site du Fortin.

Tableau XXI. Résultats de l'expérience de fausses pontes en 2003.

Coordonnées de la ponte (m)	Date de dépôt de la ponte	Date de détection de la ponte prédaté	Observations
800	13/06/03	19/06/03	aucune trace
1510	07/06/03	15/06/03	aucune trace
1645	09/06/03	15/06/03	aucune trace

Prédation des adultes et des jeunes

Bien que nous n'ayons pas d'observations directes sur ce point, les nouveau-nés constituent des proies pour plusieurs espèces d'oiseaux : Corvidés lorsqu'ils quittent le nid (corneille noire surtout), Ardéidés lorsqu'ils gagnent l'eau (héron cendré surtout). A Biguglia, il ne semble pas y avoir de poissons capables d'ingérer des jeunes, comme c'est le cas sur le continent avec les brochets, les sandres ou les poisson-chats.

Sur un assez grand nombre d'individus, jeunes et adultes, nous avons pu noter des traces de rongeurs, et sur certains sujets, des traces de crocs, imputables sans doute à des chiens ou à des renards (photos). La prédation par

les rongeurs est sans doute le fait de rats noirs, très abondants en Corse et qui sont connus pour s'attaquer aux tortues lorsque celles-ci sont en hibernation. La prédation par les chiens et les renards doit être plus limitée car elle nécessite une capture terrestre, très limitée dans le temps (femelles en activité de ponte essentiellement).

Discussion

L'absence ou la quasi absence de nids prédatés indique que l'action des prédateurs est extrêmement faible sur le site, comparativement à ce qui est connu dans d'autres populations. En Camargue (Marais du Vigueirat), le suivi de pontes naturelles récemment pondues a montré que la prédation touchait entre 76 et 85 % des nids (Collet 2003); l'année 2003 ayant permis la découverte de 511 pontes prédatées sur l'ensemble du site. Cette prédation est essentiellement due au renard, et de façon moindre au blaireau et peut être au putois. Des taux de prédation semblables ont été observés en Autriche (55 à 78 % de prédation selon Rossler 1999), en Italie (75 % selon Zuffi et al. 1999) et en Pologne (80 % selon Jablonski et Jablonska 1998).

Les expérimentations réalisées à partir de fausses pontes confirment la faible prédation des nids : 8 % en 2002 et 4 % en 2003. Les expérimentations faites en Camargue (marais du Vigueirat et réserve de Mahistre) selon le même protocole ont en effet donné des taux de prédation de 47 et 60 % en 2002, soit des valeurs très supérieures aux valeurs obtenues à Biguglia la même année.

On peut donc affirmer que la prédation au stade œuf est extrêmement réduite sur le site, ce qui confère un avantage démographique certain à cette population.

La prédation au stade juvénile est sans doute modérée en raison de l'absence de poissons carnassiers de grosse taille et du petit nombre d'oiseaux susceptibles de les capturer (héron cendré surtout).

PREFERENCES D'HABITAT

La cistude utilise au cours de sa vie deux types d'habitats : le milieu aquatique pour la quasi totalité de ses activités et le milieu terrestre pour déposer les pontes, ce qui n'occupe guère plus de une à deux journées dans une année (quelques heures au plus pour le dépôt d'une ponte). Le milieu aquatique est donc déterminant, bien que la qualité des sites de ponte constitue également un facteur clé de la survie de l'espèce.

Pour aborder les préférences d'habitats, deux procédures ont été appliquées : 1/ une description des milieux terrestres présents de part et d'autre du canal sur une largeur de 50 mètres, selon un pas de 100 mètres (9 tronçons) que nous avons comparé au nombre d'individus différents capturés dans ces tronçons et 2/ une description du milieu aquatique selon un pas de 20 mètres, que nous avons relié au nombre de tortues capturées sur chacun des 43 tronçons. Les deux paramètres retenus pour caractériser le milieu aquatique sont d'une part de pourcentage de la surface en eau ensoleillée au cours de la journée et d'autre part, le pourcentage de végétation flottante présente sur la portion de canal considérée.

Répartition des captures sur le site test

Comme le montre le graphique (fig. 24), la distribution des cistudes est très hétérogène sur la portion de canal étudiée, certaines zones étant très recherchées, d'autre peu, avec une certaine constance au cours des différentes années de suivi. Ceci suggère des préférences pour certains secteurs, offrant des caractéristiques particulières.

En revanche, l'examen de la figure 25 indique qu'il n'y a pas de ségrégation spatiale entre les sexes et les classes d'âge ; ces trois catégories d'individus apparaissent en effet de façon équilibrée quelle que soit la portion de canal prise en compte.

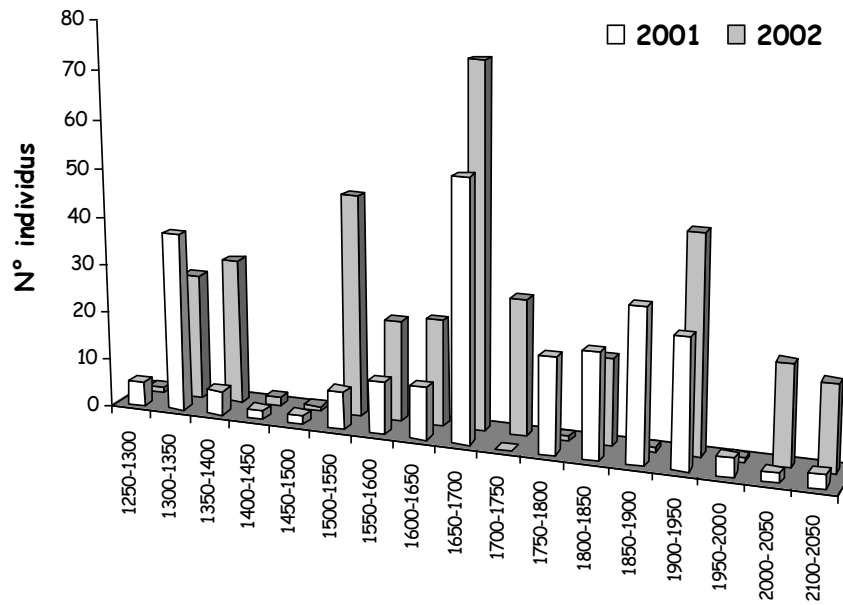


Figure 24 : Répartition des captures sur le site au cours des sessions 2001-2002.

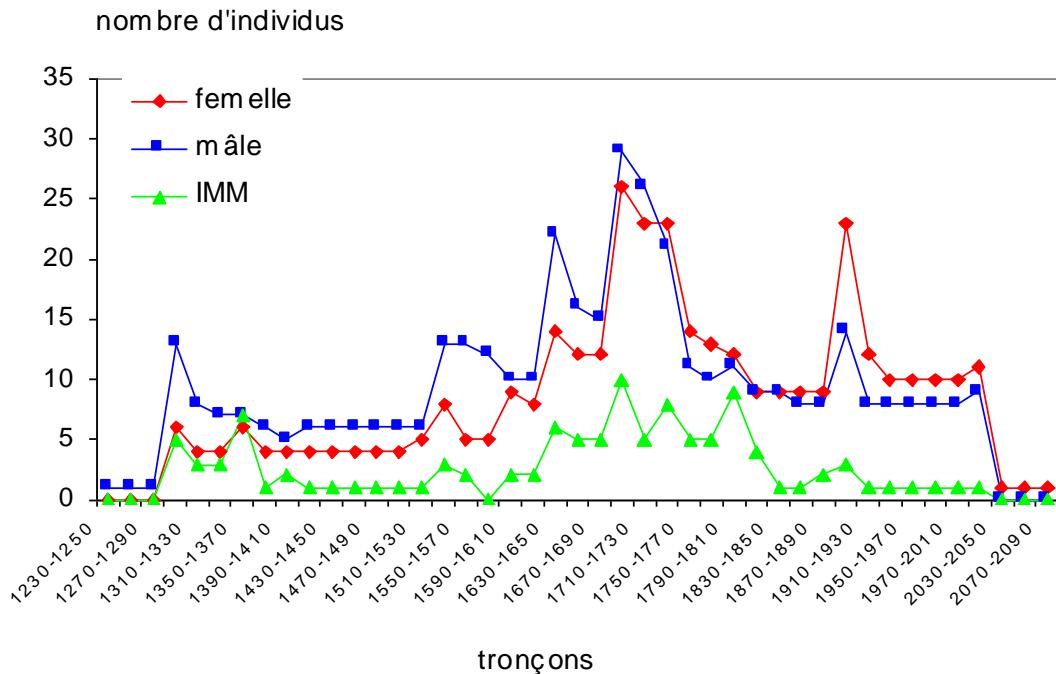


Figure 25 : répartition des femelles, des mâles et des immatures sur la portion de canal étudiée (données 2003)

Tableau XXII. Typologie de l'habitat du secteur d'étude.

nombre d'individus	COTE OUEST	CANAL	COTE EST
7		1200-1300	
	Berge : phragmites+ronces 2m	Lentilles 20%	Berge: aulnes+bande d'herbe 15 m
	30% aulnes+ 30% cannes	Ombre	
Friche dense 1,7 m			
44		1300-1400	
	40% Berge : cannes de Provence	50% Lentilles+plantago	30% aulnaie fin
	60% Berge : phragmites		70% bande herbe 2 m+joncs+tamaris
Friche dense 1,7m			
3		1400-1500	
	70% aulnes linéaire	Lentilles 80 %+plantago	Berges nues
	30% aulnes claire	Ombre	bande herbe 2 m+joncs+tamaris
48		1500-1600	
	50% Berge : phragmites+ronces 2m	Lentilles 80%	Berges nues
	prairies	50 % soleil	bande herbe 2 m+tamaris
50% Berge : aulnes	50% ombre		
74		1600-1700	
	Berge: phragmites+ronces 2m	Algues+lentilles 50%	Berge: végétation 80cm
	prairies	Soleil	bande herbe 1,5m+ronces+aulnes
23		1700-1800	
	Berge: prêles	Algues 80%	Berges nues
	Cultures	Soleil	bande herbe 8m+tamarix
19		1800-1900	
	Berge: phragmites 1m	80% algues	Berges nues
	Cultures	Soleil	bande herbe 10m+tamarix+joncs
43		1900-2000	
	Berge: eucalyptus+phragmites	Pas de vég. Flottante	Berges nues
	Cultures	Ombre	bande herbe 15m+tamarix+joncs
26		2000-2100	
	Berge perpendiculaire : phragmites 2m	Pas de vég. Flottante	Berges nues
	Cultures	Ombre	bande herbe 20m+joncaie

Typologie de l'habitat

Le tableau XXII synthétise les habitats présents tous les 100 m de part et d'autre du canal. Les distances (en mètres) ont été mesurées à partir de la station de pompage du Fortin (position 0).

Comme le montre ce tableau, les secteurs les plus fortement occupés (1600-1700, 1500-1600, 1300-1400) sont des secteurs bien ensoleillés, sans arbres au niveau des berges, et bien pourvus en végétation aquatique. Les moins occupés sont les secteurs bordés de grands arbres (aulnes ou eucalyptus), faisant ombre sur le canal une bonne partie de la journée, et souvent pauvres en végétation aquatique (secteurs 1200-1300, 1400-1500).

La prise en compte de la couverture végétale aquatique et de l'ensoleillement selon un pas de 10 mètres fournit des résultats difficilement interprétables (fig 26, 27 et 28), notamment pour ce qui concerne la végétation aquatique. L'ensoleillement semble quant à lui contribuer à la présence des tortues de façon plus notable. Il explique 32% de la variance du nombre de cistudes présentes sur le secteur étudié ($p < 0.05$). De fait, il est probable qu'une étude portant sur l'ensemble du cycle annuel amène à des conclusions plus nettes. En mai-juin, les conditions climatiques permettent en effet aux cistudes de s'affranchir pour partie des contraintes thermiques, ce qui n'est sans doute pas vrai aux périodes plus froides de l'année. L'activité nocturne, très importante à cette période, montre que le facteur ensoleillement n'est pas déterminant à cette période de l'année, contrairement aux périodes de déficit thermique du printemps et de l'automne.

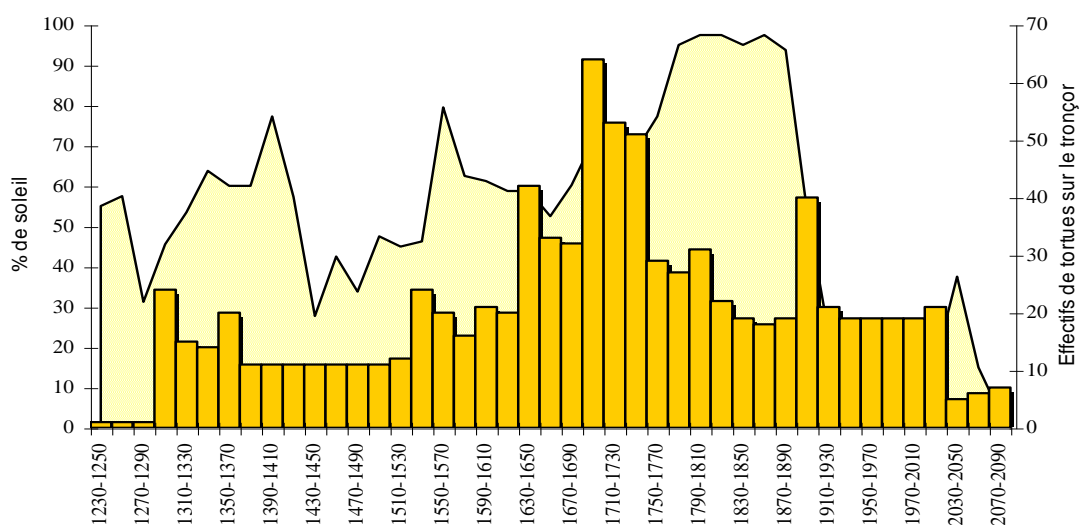


Figure 26 : Pourcentage d'ensoleillement et nombre de tortues présentes sur le tronçon de canal étudié.

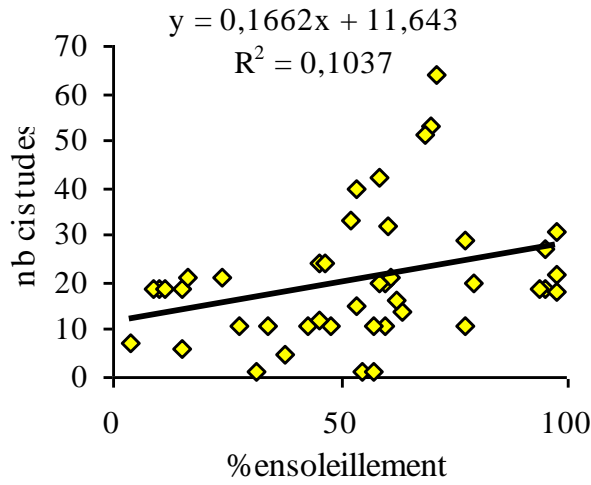


Figure 27 : Relation entre le pourcentage d'ensoleillement et la couverture végétale et le nombre de cistudes présentes sur le tronçon de canal intéressé.

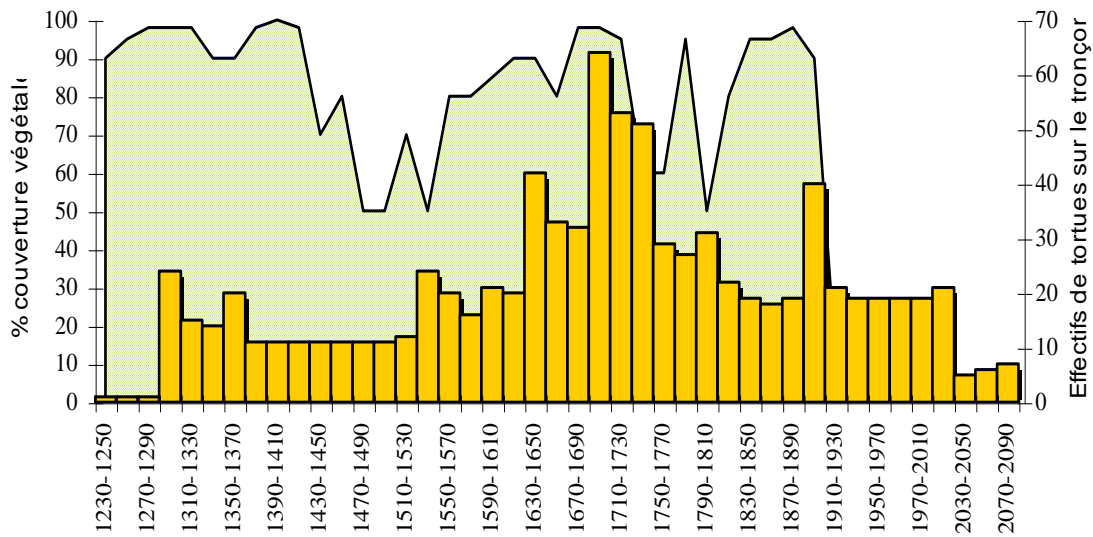


Figure 28 : Pourcentage de végétation aquatique et nombre de tortue présentes sur le tronçon étudié.

MOBILITE DES ANIMAUX

L'ensemble de la zone d'étude (858 m) ayant été couverte par des captures, au filet ou à l'épuisette, il est possible de calculer les distances maximales couvertes durant les sessions d'étude (mai et juin). Ces distances sont des distances vraies dans la mesure où le canal ne permet pas aux animaux d'emprunter d'autres voies de circulation aquatique.

Au sein d'une même saison de capture, la distance maximale parcourue excède rarement 500 mètres ; seul un mâle et un immature ont en effet été repris respectivement à 1117 mètres et 610 mètres de leur point de capture initial. Comme le montre le tableau XXIII, les différences entre sexes et classes d'âge sont peu marquées, et toutes non significatives.

Tableau XXIII. Amplitude maximale des déplacements observés entre en 2002 et 2003.

	Moyenne	valeur max (en m)	écart-type (en m)
Mâles 2002 (n=46)	181	720	149
Mâles 2003 (n=53)	104	1117	183
Femelles 2002 (n=57)	122	330	96
Femelles 2003 (n=64)	76	500	118
Immatures 2002 (n=11)	109	270	79
Immatures 2003 (n=67)	69,51	610	123,1

Par ordre décroissant, se sont les mâles adultes qui bougent le plus, puis les femelles adultes, puis les immatures. Ceci est cependant pour partie lié au nombre de recaptures enregistrées pour chacune des catégories ; recaptures qui sont plus nombreuses pour les adultes que pour immatures.

En moyenne, les immatures utilisent 10 % de la zone d'étude (858 m de canal), les femelles adultes 12 % et les mâles adultes 16,6 %.

Discussion

Les résultats obtenus montrent que la mobilité des animaux est assez réduite durant une session d'étude (mai-juin) puisque celle-ci avoisine 150 mètres chez les mâles et les femelles, un peu moins chez les jeunes individus.

Une étude comparable, menée en Camargue Gardoise sur un canal très semblable au canal de ceinture de Biguglia a montré des déplacements près de deux fois supérieurs (moyenne entre deux captures 327 m femelles, 338 mâles, 145 immatures) mais sur une période de suivi plus longue (avril à septembre) (Lyet et Cheylan 2002).

Les faibles distances de déplacements observés à Biguglia pourraient avoir deux explications : une durée de suivie plus courte à Biguglia ou une densité des individus plus fortes (2,8 ind/100m en Camargue contre 23,3 ind/100m à Biguglia) entraînant une compétition spatiale accrue.

MENACES

L'étude a permis d'identifier quelles sont les principales menaces pouvant mettre en danger la population de cistudes. Ce constat résulte d'observations ponctuelles qui mériteraient d'être approfondies par la mise en place de protocoles spécifiques, souvent délicats sur le plan technique et lourds à mettre en oeuvre. Dans ce qui suit, nous donnons des constats préliminaires, qui devront être précisés par des études ciblées.

Curage du canal

Le curage du canal de ceinture est effectué tous les ans de septembre à avril, au moyen d'une pelle mécanique munie d'une faucheuse. Il est destiné à désobstruer le canal de la végétation et faciliter ainsi la circulation de l'eau. Lors du curage, la vase et la végétation aquatique sont extraits du canal pour être déposées sur les côtés. A cette occasion, de nombreuses tortues sont prises par la machine et rejetées broyées sur les digues (photos). L'impact de cette pratique est difficile à évaluer mais nos observations laissent à penser qu'il n'est pas négligeable. Après passage de l'engin, le nombre d'animaux observés en insolation sur les berges est en effet très faible comparativement à ce qui a pu être observé avant passage. L'on sait qu'une sur-mortalité des adultes est particulièrement néfaste aux espèces à longue durée de vie dans la mesure où l'équilibre démographique repose pour l'essentiel sur la survie adulte, et non sur la survie des jeunes ou des œufs (Henry et al. 1998).

Pour quantifier cet impact de façon précise, il faudrait mettre en place un protocole spécifique, permettant d'estimer les effectifs avant et après curage par exemple. Ceci nécessite un investissement important et une bonne coordination avec les services chargés des travaux sur la réserve.

Emission de polluants

Lors de l'étude, on a pu constater des pollutions importantes dans le canal de ceinture, entre le débouché du Bevinco et le pont de la Marana. Durant ces épisodes, l'eau devient nauséabonde et prend une teinte grisâtre à bleuâtre, avec des matières en suspension. Dans les jours qui ont suivis ces épisodes, nous avons découvert plusieurs cadavres de tortues intacts, sans traces externes pouvant expliquer leur mort : 2 femelles, 3 mâles et un nouveau-né.

C'est dans cette zone que se situe la station d'épuration de Biguglia qui reçoit une forte charge polluante ainsi que des effluents industriels. Lors de surcharges hydrauliques, les effluents se déversent dans le canal de ceinture,

véritable égout à ciel ouvert, notamment dans les périodes de sécheresse inhabituelles, où il y a peu de dilution (AGENC 1989).

Démoustication

La démoustication n'intéresse pas le plan d'eau proprement dit mais les zones les plus polluées, comme certains canaux, les sorties de rejets ou de stations d'épuration. A partir du mois de mai, ces zones font l'objet de traitements saisonniers réalisés à pied ou par avion. On ne connaît pas pour l'instant l'impact direct ou indirect de ces mesures sur la tortue cistude.

Activité de pêche

La pêche est pratiquée à l'aide de filets fixes disposés dans différents secteurs de l'étang (« capéchades »). Ces filets sont connus pour causer une mortalité importante dans les populations de cistudes, notamment en Camargue (Lyet et Cheylan, 2002), en Espagne (delta de l'Ebre) et au Portugal (Araujo et al. 1997). A Biguglia, cet impact semble faible dans la mesure où les filets sont très majoritairement tendus dans l'étang qui, du fait de sa salinité, ne possède pas ou pratiquement pas de tortues. Il est plus important semble-t-il lorsque les filets sont tendus en travers des grands canaux tels que le canal sud qui lie l'étang au Golo.

Sur-fréquentation

La cistude est un animal craintif, qui plonge dès qu'elle se sent menacée. Comme tous les reptiles, elle a besoin de s'insoler longuement pour atteindre une température interne adéquate (activité dite de thermorégulation). Les dérangements occasionnés par le passage de véhicules ou de promeneurs ont donc pour effet d'abaisser sa température interne ce qui a des répercussions non négligeables sur le plan énergétique.

La fréquentation des zones occupées par les tortues (canal de ceinture essentiellement) peut donc avoir un effet sur les populations, si celui-ci devient trop importante, surtout aux saisons clés que sont le printemps (mars à mai) et l'automne (septembre-octobre). Durant ces périodes, les cistudes sont souvent en déficit thermique, ce qui les oblige à passer beaucoup de temps en insolation.

Abandon du pâturage

L'embroussaillage constitue une menace importante, dans la mesure où la cistude utilise des espaces peu végétalisés pour déposer ses pontes. Le

développement d'une végétation rivulaire dense peut par ailleurs compromettre l'accès des femelles aux zones de pontes.

Le maintien d'un pâturage équilibré sur le site est donc vivement recommandé.

RECOMMANDATIONS DE GESTION

***Améliorer la qualité des eaux**

Les problèmes de pollution (d'origine agricole et de rejet d'eaux usées) ne sont pas négligeables sur la Réserve. Ils pourraient à long terme menacer l'avenir de l'écosystème aquatique.

La protection de l'écosystème lagunaire passe donc par une diminution importante, sinon totale, des rejets actuels, qui dans la plupart des cas, s'effectuent dans le canal de ceinture. La réhabilitation de celui-ci passe donc par la mise en œuvre de solutions techniques au niveau du bassin versant et non pas seulement au niveau même de l'étang.

Les mesures et objectifs établis dans le cadre du SAGE devraient permettre à l'avenir de réduire ces sources de pollution .

***Adapter les interventions sur les canaux aux préférences écologiques de l'espèce.**

Le curage du canal de ceinture de l'étang de Biguglia semble avoir un impact important sur les populations de cistudes.

Certaines recommandations peuvent être formulées afin de limiter la mortalité des tortues :

- périodes de travaux optimales :

La période hivernale semble à éviter dans la mesure où les tortues sont en hibernation au fond du canal, totalement inactives, et donc peu à même de fuir la pelleteuse ou retourner à l'eau si celles-ci sont rejetées sur la berge.

La période estivale apparaît plus favorable dans la mesure où les tortues sont actives, donc aptes à échapper au passage de la pelle. Par contre, les pontes peuvent être détruites par le passage de l'engin, ou recouvertes par les boues déversées sur les berges. Sur ce dernier point, on peut recommander que les

rejets soient faits dans des zones herbeuses denses, en principe dépourvues de pontes, en évitant les rejets terreux des années précédentes et les zones rases peu végétalisées, favorables aux pontes.

Le mois d'avril semble être la période la plus adaptée dans la mesure où les pontes n'ont pas été déposées, ou les tortues sont suffisamment actives pour échapper à la pelleteuse et où une partie de celles-ci occupe les marais inondés adjacents. Ce mois serait à privilégier dans les secteurs à forte densité de tortues.

Dans la mesure du possible, il serait bon d'espacer au maximum le cycle de curage.

- Conduite des travaux de curage

Deux éléments sont nécessaires à la biologie de l'espèce : l'existence de postes d'insolation et l'existence d'une végétation aquatique relativement dense. Les postes d'insolation sont en effet utilisés pour la régulation thermique et la végétation, comme abri et source indirecte de nourriture. La végétation immergée semble également jouer un rôle important lors de l'hibernation, qui se fait préférentiellement dans les parties les plus densément encombrées (Thienpont 2004).

Pour maintenir des postes d'insolation et permettre aux femelles d'accéder aux sites de ponte, il est important de conserver les berges en pente assez douce (45 ° environ) ou de pratiquer par endroit des accès peu pentus.

Pour maintenir une végétation aquatique suffisante, il est important de ne pas curer le canal trop profondément, et d'espacer les passages sur un lieu donné.

Le dépôt de la vase gagnera à être fait en arrière de la végétation rivulaire, sans tassement au godet, avec si possible un aplanissement au retour ou le lendemain pour permettre aux tortues prises dans la vase de s'extraire de celle-ci. Cet aplanissement aura également pour effet de constituer des zones favorables à la ponte l'année qui suit les travaux.

***Entretien des berges et des sites de pontes**

Le développement excessif de la végétation représente une menace. Il est donc important :

- de maintenir des zones ouvertes et empêcher l'embroussaillage des prairies et pelouses sèches (la cistude recherche pour pondre des lieux où l'herbe est peu élevée) ;

- de limiter le développement de la végétation rivulaire du canal afin de conserver un ensoleillement des berges suffisant.

Pour l'entretien des digues, des prairies ou des parcelles en friches, le pâturage est une pratique favorable qu'il conviendra de maintenir voire de développer.

***Contrôle de la Tortue de Floride**

En Corse et particulièrement à Biguglia, la Tortue de Floride ne constitue pas une menace sérieuse. Les lâchers diffus de tortues de Floride (*Trachemys scripta*) y sont pour l'instant exceptionnels (Lebret 2000), mais ils pourraient cependant mettre en péril les populations.

Il conviendra donc de rester vigilants vis à vis de la libération dans le milieu naturel de cette espèce exotique. Une sensibilisation au problème pourrait être faite dans les années qui viennent.

*** Réduire l'impact de la fréquentation en zone sensible**

L'ouverture d'un site à la fréquentation (équestre, pédestre, cycliste) a des impacts non négligeable sur la faune. Dans le cas de la Cistude, la sur-fréquentation peut localement perturber la tranquillité des animaux et accroître les risques de prélèvement d'individus ou de prédation par les chiens.

Outre un contrôle de cette fréquentation dans les zones sensibles, il conviendra de limiter cet impact par un certain nombre de mesures simples : éloigner les sentiers des abords du canal, favoriser une végétation écran entre le sentier et le milieu aquatique, limiter les périodes d'ouverture au grand public lors des mois les plus sensibles (printemps et automne). Ceci vaut spécialement pour les mois de mars à mai qui sont les plus importants pour la biologie de l'espèce (maturation des œufs notamment). Durant cette période, il serait bon d'interdire l'accès aux sites les plus importants, ou d'en limiter les jours de visite, ou d'en limiter les heures (favoriser dans ce cas la fin de journée, lorsque les tortues ont réalisé l'essentiel de leur besoins thermiques).

PROPOSITIONS POUR UN SUIVI DE LA POPULATION

L'étude conduite au cours de ces trois années a permis de dresser un état des lieux de la situation de l'espèce dans la réserve naturelle. Sur la base des résultats acquis, il est possible de proposer une méthodologie de suivi à long terme de la population, permettant sur le long terme, une surveillance de l'état de santé de la population. (monitoring).

Pour être efficace, cette méthodologie se doit d'être à la fois simple dans sa mise en œuvre et robuste sur le plan statistique.

Pas de temps proposé pour le suivi :

Celui-ci doit représenter le meilleur compromis entre plusieurs variables ou contraintes : investissement financier ou humain disponible, vitesse des changements que l'on se propose de suivre, pertinence de l'information. S'agissant d'une espèce à longue durée de vie, un pas de temps compris entre 5 et 10 ans semble largement suffisant pour suivre les tendances évolutives de la population. Les évaluations prévues dans le cadre du dispositif européen Natura 2000 reposent sur un pas de temps de 6 ans, pas de temps qui nous semble convenir à la problématique cistude.

Paramètres mesurés :

Trois paramètres nous paraissent importants à prendre en compte : l'occupation spatiale du site, les densités relatives et la structure démographique.

- l'occupation spatiale permet de voir si la l'occupation actuelle du territoire se maintient de façon stable ou si celle-ci régresse d'un point de vue géographique ;
- les densités relatives permettent de mesurer, sous forme indiciaire, l'évolution des effectifs ;
- La structure démographique permet de déceler d'éventuelles perturbations écologiques ou déséquilibres : sur-mortalité adulte, problème de recrutement etc.

Pour aborder ces trois points de façon simultanée, la méthodologie qui semble la plus appropriée consistera à effectuer, tous les 6 ans, une campagne de piégeage sur l'ensemble de la réserve, selon un protocole léger consistant à placer des nasses sur un nombre déterminés de sites (cf méthodologie donnée en annexe). Les nasses présentent l'avantage, par rapport à de l'observation visuelle, de ne pas être influencées par la nature du paysage (visibilité des animaux), faiblement influencées par les conditions météorologiques et d'activité des animaux (l'observation visuelle ne détecte que les animaux en insolation, activité très variable selon les jours et l'heure chez les reptiles), ni pas l'acuité de l'observateur. Elles sont faciles à manipuler, peu coûteuses, et livrent un taux de capture journalier facilement exploitable sur le plan statistique.

Dans ce cas, les évolutions dans la distribution spatiale seront exprimées en présence-absence (pièges positifs ou négatifs) rapportée à un secteur et à un

nombre de pièges donné. L'effort de piégeage (temps de pose pour un piège) devra être supérieur à l'effort moyen nécessaire à la capture d'un individu.

Les évolutions de densité pourront être déduites des taux de capture réalisés sur l'ensemble de la réserve, ou sur chacun des secteurs préalablement définis (nombre moyen de captures par piège). La période optimale pour réaliser ce type de campagne sera mai et juin, période d'activité maximale des animaux. Les conditions météorologiques devront être standardisées (temps ensoleillé, sans perturbation depuis 2 jours par exemple), ainsi que les heures de visite des pièges.

L'évolution des structures démographiques pourra être déduite des mesures pratiquées sur les individus : taille, poids, âge et stades d'usures. Comme il a été dit plus, les nasses n'expriment pas de façon complète l'ensemble des catégories d'individus présents dans la population, notamment la catégorie des très jeunes individus qui est souvent sous-représentée dans les nasses et les verveux. Cette sous-représentation n'est cependant pas gênante dès lors qu'elle est systématique à tous les comptages. Les très jeunes individus, difficiles à capturer par piégeage, se retrouveront 2 ou 3 ans plus tard dans la catégorie juvéniles, ce qui permettra d'évaluer l'importance du recrutement dans la population. S'agissant d'une espèce longévive, le recrutement annuel n'est pas très important à connaître dans le cas présent. C'est le recrutement durant une génération qui est important à évaluer.

CONCLUSION GÉNÉRALE

- Ces trois années d'études ont permis d'acquérir une assez bonne connaissance sur la population de cistude de l'étang de Biguglia.
- Plusieurs points saillants ont pu être mis en évidence.
- Sur le plan de la distribution géographique, l'espèce n'occupe que la rive ouest et sud de l'étang, plus particulièrement le canal de ceinture, les ruisseaux qui s'écoulent du bassin versant et quelques zones inondables situées à proximité. Elle manque dans l'étang proprement dit, hormis aux embouchures des petits fleuves qui débouchent dans l'étang, et sur toute la rive est, du fait d'une salinité trop élevée pour l'espèce.
- Sur l'ensemble de la zone favorable, ses effectifs sont importants et très régulièrement répartis. Les valeurs obtenues sur une zone test donne une densité de 23 tortues/100 mètres de canal, ce qui permet d'évaluer la population totale à environ 2 500 individus. Ceci en fait une des plus grosses populations connues de Corse sinon la plus importante.
- Sur le plan morphologique, les cistudes de Biguglia sont de taille moyenne (mâles adultes 134 mm, femelles adultes 147 mm), intermédiaires entre les cistudes de Toscane et les cistudes de Brenne ou d'Isère. Leur croissance est rapide puisqu'elles atteignent la maturité sexuelle vers 6 ans chez les mâles et vers 7 ans chez les femelles, ce qui est très précoce pour l'espèce.
- Les structures démographiques traduisent un fort renouvellement des classes d'âge, indice d'une bonne reproduction mais peut être aussi d'une surmortalité adulte élevée.
- La prédation des pontes semble extrêmement faible, en contraste de ce qui s'observe ailleurs. Ceci semble dû à l'absence de certains prédateurs sur le site (renard, sangliers notamment) ou en Corse : fouine, blaireau.

- L'étude de la reproduction indique une fécondité conforme à ce que l'on connaît dans les populations continentales, eu égard à la taille des femelles de la population.
- Au bilan, la population apparaît aujourd'hui très dynamique et non menacée.
- Quelques facteurs de menaces ont cependant pu être notés : mortalité engendrée par le curage mécanique du canal, émission de polluants, modifications des pratiques agricoles ou pastorales. Le canal de ceinture recueille en effet les écoulements provenant du bassin versant, dont certains apparaissent particulièrement toxiques. Il faudra donc veiller à réduire ses polluants dans les années qui viennent. Le curage du canal ne semble pas mettre en péril pour l'instant la population, malgré les mortalités observées lors des travaux. Des adaptations mineures permettraient sans doute de réduire ses effets.
- Le pâturage constitue quant à lui un facteur très positif qu'il conviendra de pérenniser.
- Compte tenu de l'importance de cette population, un suivi à long terme mérite d'être mis en place afin d'évaluer la pertinence des modes gestion qui seront mis en place sur la réserve dans le futur.

REFERENCES CITEES

- AGENC 1989. Etang de Biguglia. Dossier scientifique. Propositions pour la création d'une réserve naturelle, 110 p. Département de la Haute Corse, Bastia.
- ANONYME 1996. Plan d'action pour les reptiles et les amphibiens. Ministère de l'environnement.
- ARAUJO P.R., SEGURADO P. & DOS SANTOS N.R. 1997. Bases para a conservação das Tartarugas de agua doce (*Emys orbicularis* & *Mauremys leprosa*). Instituto da Conservação da Natureza. Ministerio do Ambiente, Portugal, 72 p.
- ATATÚR M. K. 1995. A preliminary report on the present status of Turkey's terrestrial and freshwater turtles from the viewpoint of conservation. In BALLASINA D. (éd.). Red data book on mediterranean chelonians, Edagricole, Bologna.
- BOZHANSKY A T. et ORLOVA V F. 1998 Conservation statut of the European pond turtle, *Emys orbicularis* (Linnaeus, 1758) in European Russia. . In : FRITZ U., JOGER U., PODLOUCKY R. & SERVAN J. (eds). Proceedings of the EMYS symposium Dresden 96. *Mertensiella*, **10** : 41-46.
- BERTOLERO A. 2001. Seguint de les poblacions de quelonis al Parc Natural del Delta de l'Ebre durant l'any 2001. Rapport Parc Natural del Delta de l'Ebre, 74 p.
- BLONDEL J. 1995. Biogéographie : approche écologique et évolutive. Masson, Paris. 297 p.
- CADI A. 2001. Plan de conservation de la cistude d'Europe en Isère et développement sur Rhône-Alpes : Bilan 2001. Rapport Conservatoire Rhône-Alpes des Espaces Naturels. 50 p.
- CADI A. & FAVEROT P. 2004. La cistude d'Europe, gestion et restauration des populations et de leur habitat . Guide technique - Conservatoire Rhône -Alpes des espaces naturels, 108 p.
- CADI A. & JOLY P. 1998. Introduction d'espèces allochtones : mécanismes de coexistences avec les espèces autochtones. Application à l'étude de la compétition pour l'exposition au soleil chez *Emys orbicularis* et *Trachemys scripta elegans*. Rapport d'activité 1998. Université Lyon 1 et fondation pierre Vérots. 16 p.
- CANTERA J.P. et THIBAUT J.C. 1992. L'accueil de l'avifaune sur l'étang de Biguglia. Rapport interne AGENC, 38 p.
- CASTANET J. (1988) -Les méthodes d'estimation de l'âge chez les chéloniens. *Mésogée*, **48** : 21-28.
- CHEYLAN M. 1995. Les tortues d'Hermann et Cistude en Corse. Situation actuelle et mesures de sauvegarde. In BALLASINA D. (éd.). Red data book on mediterranean chelonians, Edagricole, Bologna.
- CHEYLAN M. 1998. La tortue cistude en Languedoc-Roussillon : statut passé et actuel, proposition en vue de la conservation de l'espèce. DIREN-Languedoc-Roussillon, 31 pp.
- CHEYLAN M. et POITEVIN F. 1998. Impact of fire on a population of European pond turtle (*Emys orbicularis*) in the south-eastern France. In: FRITZ U., JOGER U., PODLOUCKY R. et SERVAN J. (eds.): Proceedings of the EMYS symposium Dresden 96. *Mertensiella*, **10**: 67-82.
- COLLET L. 2003. Distribution des pontes de la Cistude d'Europe (*Emys orbicularis*) aux Marais du Vigueirat (13). Maîtrise Sciences Technique, Rouen. 22 p.
- CONGDON J.D., BREITENBACH, G.L., Van LOBEN, SELS R.C., TINKLE, D.W. 1987. Reproduction and nesting ecology of snapping turtles (*Chelydra serpentina*) in southeastern Michigan. *Herpetologica*, **43** : 39-54.
- CLANZIG S. 1991. Le benthos de la lagune de Biguglia (Haute Corse), tendances évolutives du milieu. Document du C.I.E.L. n° 12, 53 p.
- CORBETT K. 1989. Conservation of European reptiles and amphibians. London (Christopher Helm), 274 pp.

- DELAUGERRE M. et M. CHEYLAN 1992. Atlas de répartition des Batraciens et Reptiles de Corse. P.N.R.C/E.P.H.E., 128 pp.
- DOBRENKOV 1999. Characteristic features of the pond turtle (*Emys orbicularis*) ecology and morphology in the north of the range area. In : Abstract of the second symposium on *Emys orbicularis*- June 1999 Brenne : 10.
- DUGUY R. 1997. Cistude d'Europe, *Emys orbicularis* (Linné, 1758): Rapport d'étude sur la population de saint Sornin et la Gripperie (marais de Brouage, Charente-Maritime). S.E.P.R.O.N.A.S. 12 p + annexes.
- DUGUY R. et BARON J P. 1998. La cistude d'Europe, *Emys orbicularis* dans le marais de Brouage (Char.-Mar.) : cycle d'activité, thermorégulation, déplacements, reproduction et croissance. *Ann. Soc. Sci. nat. Char-Mar.*, 8 (7) : 781-803.
- FERTARD B. (1992) -Etude des caractéristiques radiographiques et chronologiques de la ponte chez *Testudo hermanni* en semi-liberté. First International Congress of Chelonian Pathology, Gonfaron, SOPTOM : 190-199.
- FONS R., POITEVIN F., CATALAN J. et CROSET H. (1997) - Decrease in litter size in the shrew, *Crocidura suaveolens* (Mammalia, Insectivora) from Corsica (France) : evolutionary response to insularity ? *Canadian J. Zool.*, 75 : 954-958.
- FORMAN F. et FORMAN B. 1981. Herpetologische Beobachtungen auf Corsica. *Herpetofauna*, Ludwigsburg, 3, 10 : 12-16.
- FRISONI G.F. et DUTRIEUX E. 1992. L'étang de Biguglia: Diagnostique écologique 1991-1992. Rapport IARE/Conseil Général de Haute Corse/DIREN Corse/AGENC/OEHC, 148 p.
- FRITZ U. 1996. Zur innerartlichen Variabilität von *Emys orbicularis* (Linnaeus, 1758). 5a . Taxonomie in mittel-westeuropa, auf Korsika, Sardinien, der Appenninen-Halbinsel und Sizilien und unterartengruppen von *E. orbicularis* (Reptilia, Testudines, Emydidae). *Zool.abh. Mus. Tierk. Dresden*. 48 (13): 185-242.
- FRITZ U. 2001. *Emys orbicularis* (Linnaeus, 1758) Europäische Sumpfschildkröte. In: BÖHME W. (eds): *Handbuch des Reptilien und Amphibien Europas*. Band 3/IIIA: Schildkröten (Testudines) I. Aula-Verlag: 343-515.
- FRITZ U. 2003. Die Europäische Sumpfschildkröte. Supplement des Zeitschrift für Feldherpetologie 1. Laurenti Verlag, 224 p
- GASC J.P., CABELA A., CRNOBRNJA-ISAILOVIC J., DOLMEN D., GROSSENBACHER K., HAFFNER P., LESCURE J., MARTENS H., MARTINEZ RICA J.P., MAURIN H., OLIVEIRA M.E., SOFIANIDOU T.S., VEITH M. et ZUIDERWIJK A. (éds.) 1997. Atlas of Amphibians and Reptiles in Europe. *Societas Europaea Herpetologica et Museum National d'Histoire Naturelle (IEGB/SPN)*. Paris, 496 pp.
- GAUTHIER A., ROCHE B. et FRISONI G. F. 1984. Contribution à la connaissance des lacs d'altitude de la Corse. P.N.R.C, CRDP Ajaccio : 221 pp.
- GIBBONS J.W. & GREENE J.L. 1979. X ray photography : a technique to determine reproductive patterns of freshwater turtles. *Herpetologica* 35 : 86-89.
- HENRY P.Y., NOUGAREDE JP., PRADEL R. & CHEYLAN M. 1998. Survival rates and demography of the hermann's tortoise *Testudo hermanni* in Corsica, France. In MIAUD C. & GUYETANT R. (eds) : *Current studies in herpetology*. Le Bourget du lac, France, SEH : 189-196.
- HERVET S. et M. SALOTTI 2000. Les tortues pléistocènes de Castiglione (Oletta, Haute Corse) et la preuve de leur indigénat en Corse. *C. R. Acad. Sci. Paris*, 330 : 645-651.
- I.A.R.E. 1999. Suivi de la macrofaune benthique de l'étang de Biguglia. Rapport interne Rés. Nat. de l'étang de Biguglia, 17 p.

- JABLONSKI A. & JABLONSKA S. 1998. Egg laying in the European pond turtle, *Emys orbicularis* (L.) in Leczynsko-Wlodawskie lake district (east Poland). In : FRITZ U., JOGER U., PODLOUCKY R. et SERVAN J. (eds.): Proceedings of the EMYS symposium Dresden 96. *Mertensiella*, 10: 141-146.
- KELLER C. 1997 -Ecologia de poblaciones de *Mauremys leprosa* y *Emys orbicularis* en el Parque Nacional de Donana. Thèse inédite. Universidad de Sevilla. 197 p.
- KELLER C. 1999. Reproductive ecology of *Emys orbicularis* in southwestern Spain and comparison with other populations. Proceedings of the second symposium on *Emys orbicularis*- June 1999 Brenne. Program and abstracts : 15.
- KELLER C., ANDREU A.C. & RAMO C. (1998) -Aspects of the population structure of *Emys orbicularis hispanica* from southwester Spain. In : FRITZ U., JOGER U., PODLOUCKY R. & SERVAN J. (eds.) : Proceedings of the EMYS symposium Dresden 96. *Mertensiella*, 10 : 147-158.
- KUCHLING G. 1998. How to minimize risk and optimize information gain in assessing reproductive condition on fecundity of live female chelonians. *Chelonian Conservation and Biology*, 3 (1) : 118-123.
- LEBRET A. 2000. Problématique de gestion de la Cistude d'Europe *Emys orbicularis* en Corse (annexe II de la directive "habitats") par rapport aux introductions d'une espèce invasive: la "tortue de Floride" *Trachemys scripta elegans*. Rapport Association des Amis du Parc, Bastia, 31 p.
- LENK P., FRITZ U., JOGER U., & WINKS M. 1999. Mitochondrial phylogeography of the European pond turtle, *Emys orbicularis* (Linnaeus 1758). *Molecular Ecology*, 8 :1911-1922.
- LOMBARDINI K. 2002. Etude de la population de cistudes (*Emys orbicularis*) de la Réserve naturelle de l'étang de Biguglia (Haute Corse). Seconde année d'étude
- LYET A. et M. CHEYLAN 2002. La cistude d'Europe (*Emys orbicularis*) en Camargue gardoise. Statut des populations et proposition de mesures de protection. Résultats des recherches menées en 2000-2001. Rapport EPHE p. 58.
- MADEC D. 1999. La prédation des pontes dans le processus de raréfaction de la tortue d'Hermann *Testudo hermanni hermanni* dans le massif des Maures (Var). Diplôme EPHE, Montpellier, 99 p.
- MAZZOTTI S.1995. Population structure of *Emys orbicularis* in the Bardello (Po delta, northern Italy). *Amphibia-Reptilia*, 16 : 77-85.
- MERTENS R. 1957. Unterlagen zu einer « Herpetologia Tyrrhenia » V. Die Amphiben und Reptilien Korsikas. Senck. Biol., Frankfurt am Main, 38 (3-4) : 175-192.
- MNHN, WWF 1994. Inventaire de la faune menacée en France. Nathan, Paris.
- NAULLEAU G.2000. Reproduction and growth in *Emys orbicularis* under extreme variations in water levels, in Dordogne, France. Proceedings of the second symposium on *Emys orbicularis*- June 1999 Brenne. *Chelonii*, 2 : 49-52.
- OLIVIER A., CHEYLAN M. et ROSECCHI E.1999. First data on the ecology of the European pond turtle (*Emys orbicularis*) in the Camargue (Rhône delta). In : Abstracts, 2nd International Symposium *Emys orbicularis*. Le Blanc, 25-26-27 June 1999, S. 21.
- OLIVIER A. 2002. Ecologie, traits d'histoire de vie et conservation d'une population de cistude d'Europe *Emys orbicularis* en Camargue. Mémoire d'E.P.H.E. 165 p.
- PARDE J.M. 1998. La cistude d'Europe (*Emys orbicularis* L.) dans l'Armagnac (Gers). AREMIP. Rapport final, 51 p.
- PARENT G.H. 1983. Le projet de la réintroduction de la cistude d'Europe en Haute Savoie : méthodologie de l'enquête préalable. *Bull. Soc. Herp. Fr.*, 25 : 15-24.
- PERENNOU C. et CANTERA J-P. 1993. Etude de faisabilité sur la réintroduction de l'Erismaure à tête blanche sur l'étang de Biguglia, Haute Corse. AGENC, Tour du Valat, 63 p.

- PODLOUCKY R. 1997. *Emys orbicularis* (Linnaeus, 1758). In : GASC J.P. et al (eds). Atlas of amphibians and reptiles in Europe. Societas Europaea Herpetologica et Museum d'Histoire Naturelle. Paris : 170-171.
- QUESADA R. 1998. Plan de sauvegarde de la Cistude d'Europe (*Emys orbicularis*) dans le département de l'Isère. Rapport Association "Lo Parvi", Saint-Chef. 30 p.
- ROLLINAT R. 1932. Observations sur le développement de l'embryon de la Cistude d'Europe et sur la sortie de terre des jeunes sujets. *La Terre et la vie* 2 (5) : 251-256.
- ROSSLER 2000. The ecology and reproduction of an *Emys orbicularis* population in Austria. Proceedings of the second symposium on *Emys orbicularis*- June 1999 Brenne. *Chelonii*, 2 : 69-72.
- ROVERO F. et CHELAZZI G.1996. Nesting migrations in a population of *Emys orbicularis* (L.) (Chelonia Emydidae) from central Italy. *Ethology Ecology and Evolution*, 8 : 297-304.
- SERVAN J. 1988. La cistude d'Europe dans les étangs de Brenne. *Mésogée*, 48: 91-95.
- SERVAN J.1995. *Emys orbicularis* in France. In : BALLASINA D. (eds). *Red Data Book on Mediterranean Chelonians*. Bologna (Edagricole) : 59-68.
- SERVAN J.2000. Réflexions sur la gestion des reptiles et des tortues en particulier en France : 1- La protection des espèces. *Bull. Soc. Herp. Fr.*, 90 : 5-21.
- SERVAN J.et PIEAU C.1984. La cistude d'Europe : mensuration d'oeufs et de jeunes individus. *Bull. Soc. Herp. Fr.*, 31 : 20-26.
- SCHULZE A., FRITZ U. 2003. Morphological variation in Tyrrhenian *Emys orbicularis* revisited. *Amphibia Reptilia* 24 :230-234.
- THIENPONT S. 2004. Habitats et comportements de ponte et d'hivernation chez la Cistude d'Europe (*Emys orbicularis*) en Isère. Mémoire diplôme EPHE, Montpellier.
- THIRION J.M. et A. PORTHEAULT 2002. Connaissances passées et actuelles de la Cistude d'Europe *Emys orbicularis* (Linné, 1758) en Charente-Maritime. Rapport Nature Environnement 17 (SEPRONAS), 33 p.
- ZUFFI M.A.L., ODETTI F. & MEOZZI P. 1999. Body size and clutch size in the European pond turtle *Emys orbicularis* from central Italy. *J. Zool. Lond.*, 247 : 139-143.

ANNEXES

Proposition d'une méthodologie de suivi à long terme de la population

Il s'agira d'évaluer, par un protocole de piégeage « léger », les modifications pouvant intervenir 1/ dans la distribution de l'espèce, 2/ dans les densités relatives et 3/ dans la structure démographique.

La technique de piégeage proposée est la nasse à deux entrées, posée dans l'eau avec des flotteurs et appâtée avec de la viande ou du poisson. Le nombre total de jours/piège serait de 200, soit 10 nasses posées durant 20 jours ou 20 nasses posées durant 10 jours.

Le protocole (10 nasses) pourrait être le suivant : 10 nasses posées sur un secteur donné durant 2 jours, puis déplacées sur un autre secteur durant 2 jours et ainsi de suite jusqu'à couverture de toute la réserve (voir schéma). Les pièges seraient posés durant l'après-midi, visités le matin suivant, et enlevés le surlendemain (2 jours de pose effective) pour être posés sur un nouveau secteur. A titre indicatif, la pose de 10 nasses demande environ 3 heures, préparation comprise. La visite et le contrôle des animaux (mesures, ré-appâtage etc.) 2 heures environ, la dépose des pièges environ 2 heures selon les difficultés d'accès au site.

Compte tenu des taux de captures obtenus en 2002 et 2003 sur le site du Fortin, le « rendement » moyen de 100 pièges posés durant 2 jours devrait se situer entre 130 et 150 captures, chiffre jugé suffisant pour obtenir des renseignements fiables sur la structure démographique de la population, les densités relatives et la distribution de l'espèce (des tests dit de « puissance » pourront être effectués pour tester la robustesse statistique de l'échantillonnage sous différentes conditions d'évolution).

Temps total prévu pour mener à bien le protocole : environ 20 jours, à raison de 3 heures par jour environ.

Secteurs à prendre en compte (10 nasses posées durant 2 jours sur chacun de sites) :

- secteur 1 : station de pompage du Fortin > ruisseau San Lorenzo ;
- secteur 2 : ruisseau San Lorenzo jusqu'au Bevinco ;
- secteur 3 : Bevinco jusqu'au fossé Borgogna ;

- secteur 4 : fossé Borgogna jusqu'à la pointe Canalta ;
- secteur 5 : pointe Canalta jusqu'à l'embouchure Pietre Turchine ;
- secteur 6 : de l'embouchure Pietre Turchine jusqu'à Rosignani ;
- secteur 7 : Rosignani jusqu'à Fornoli ;
- secteur 8 : de Fornoli jusqu'à Mormorana ;
- secteur 9 : de Mormorana jusqu'à Broncole ;
- secteur 10 : de Broncole jusqu'au canal de la Canonica.

Pas de temps proposé : La cistude étant une espèce à longue durée de vie, un suivi relativement espacé dans le temps suffit pour mesurer des évolutions dans la populations, quelles soient démographiques, géographiques ou de densité.

Le pas de temps de 6 ans est proposé par la commission européenne pour évaluer les tendances évolutives des populations animales et végétales dans le cadre du dispositif Natura 2000. Ce pas de temps s'accorde assez bien avec le temps de génération de la cistude (âge à la maturité) et peut donc être proposé dans le cas présent pour suivre sur le long terme l'évolution de cette population.