

**UNIVERSITE KASDI-MERBAH OUARGLA**  
**Faculté des sciences de la nature et de la vie**  
**Département des sciences biologiques**



**Mémoire de**  
**MASTER PROFESSIONNEL**

Domaine : Sciences de la nature et de la vie  
Filière : Hydrobiologie marine et continentale  
Spécialité : Aquaculture

**Thème**

**Identification et caractérisation morpho-somatique  
d'un mollusque bivalve *Anodonta cygnea* de  
barrage El Agrem de Jijel**

Présenté par : SELLAMI Anfal & THMANI Meriem  
Soutenu publiquement  
Le : 11 / 09 /2022

**Devant les jurys**

M.	KEBABS A R.	MCB	Président	UKM Ouargla
Mme	MADACHE S.	MAA	Encadreur	UKM Ouargla
M.	BAHMANE I.	Docteur	Examineur	UKM Ouargla

**Année universitaire 2021/2022**

## Liste des tableaux

### Chapitre I. Généralités

1. Synonymes d'un mollusque bivalve *Anodonta cygnea* en fonction de sa localisation d'apparition (DAGET, 1998) .....7

### Chapitre II. Matériel et méthodes

### Chapitre III. Résultats

2. Comparaison des critères distinctifs des 3 espèces de la famille Unionidae *Anodonta cygnea*, *anodonta anatina* et *sinanodonta woodina* du barrage El Agrem de la région de Jijel (F : forme générale ; FMP : forme de la marge postérieure ; FMV : forme de la marge ventrale ; Lt : longueur totale des valves (mm) ; FR : forme des rides de l'umbo ; NR : nombre des rides de l'umbo) .....26

3. Comparaison morphologique des différents critères d'identification entre les 3 espèces d'Unionidae (*Anodonta anatina*, *Anodonta cygnea* et *Sinanodonta woodina*) de barrage El Agrem de la région d Jijel (Lt : longueur totale ; La : largeur totale ; NR : nombre de rides de l'umbo ; C : couleur) .....30

4. Données environnementales recueillies au cours de l'échantillonnage (SE : surface échantillonnée ; EP : effort de pêche) .....31

5. Nombre de rides de l'umbo (R) et des stries de croissance (S) de la valve gauche et droite de la population totale *Anodonta cygnea* de barrage El Agrem de la région de Jijel (G : valve gauche ; D : droite ; M : moyenne ; E : écart-type ; Md : mode ; VE : valeurs extrêmes) .....34

6. Comparaison statistique des différents paramètres linéaires et pondéraux mesurés de la valve gauche (g) et droite (d) d'*A. cygnea* (Lt : longueur totale ; La : largeur ; E : épaisseur ; LEL : longueur entre les ligaments ; S : surface ; P : poids totale ; w : SHAPIRO-test) .....34

7. Coefficients de corrélation (r) et équations de régression de la longueur (Ltg), de la largeur (Lag), de l'épaisseur de la valve gauche (Eg), de la longueur entre légament (LELg), de la surface (Sg), de l'épaisseur de la coquille €, de la longueur inter-légament supérieure (LILsg) et inférieure (LILIg) de l'*Anodonta cygnea* de barrage El Agrem de la région de Jijel .....36

### Chapitre IV. Discussion

8. Comparaison des limites de la longueur totale (Lt), la largeur des valves (La), l'indice R (Lt/La) et R' (La/Lt) des moules *Anodonta cygnea*, *Anodonta Anatina* et *Sinanodonta woodina* du barrage El Agrem de Jijel (- : absence d'information) .....40

9. Test de symétrie chez *A. cygnea* de différentes régions (Lt : Longueur totale ; La : largeur totale ; E : épaisseur ; P : poids total) .....44

10. Comparaison morphométrique d'*A. cygnea* et *A. anatina* dans différentes régions (Lt : Longueur totale ; La : largeur ; E : épaisseur ; Pt : Poids total) .....48
11. Comparaison de quelques paramètres morphométriques (Lt : Longueur totale ; La : largeur ; E : épaisseur ; Pt : Poids total) d'*A. cygnea* et *A. anatina* des différentes régions.....49

## Liste des figures

### Chapitre I. Généralités

1. Caractères morphologiques des valves de la famille Unionidae (A : vue dorsale (vue de l'extérieur) ; B : vue par le dommet (umbo) ; B : vue à l'intérieur (valve gauche) ; L : longueur totale de la valve, H : hauteur de la valve ; E : épaisseur de la valve) (Killeen *et al.*, 2004) ..... 8
2. Différentes formes des valves des Unionidae (Nedeau *et al.*, 2003) ..... 8
3. Ride de l'umbo et les stries de croissance du genre *Anodonta* ..... 9
4. Morphologie externe de l'Anodonte des étangs *Anodonta cygnea* ..... 9
5. Répartition mondiale des moules d'eau douce (A) et celle de l'Anodonte des cygnes *Anodonta cygnea* (B) ([https://mussel-project.uwsp.edu/fmuotwaolcb/validsp\\_105.html](https://mussel-project.uwsp.edu/fmuotwaolcb/validsp_105.html)) ..... 10
6. Cycle de vie des moules d'eau douce Anodontes (<http://www.hydrobioloblog.fr/2015/07/anodonte.html>) ..... 12
7. Principales espèces et groupes de mollusques bivalves d'intérêt aquacole (● : espèces marines ; ● : espèces dulcicoles) (FAO, 2009) ..... 13

### Chapitre II. Matériel et méthodes

8. (A) Localisation géographique du barrage d'El Agrem (B) Vue du barrage El Agrem ([www.googleMap.org](http://www.googleMap.org), modifié) ..... 15
9. Critères d'identifications des espèces de la famille Unionidae (A. forme, position des axes (m : axe postéro-antérieur médian ; d : axe de l'umbo à la jonction dorsale) ; B : nombre et forme des rides de l'umbo) ..... 17
10. Paramètres métriques mesurés d'*Anodonta cygnea* de la région de Jijel (Lt : longueur totale de la valve ; La : largeur de la valve ; Ev : épaisseur de la valve) ..... 17
11. Paramètres métriques mesurés chez *Anodonta cygnea* du barrage d'El Agrem de la région de Jijel (A : mensurations internes ; B : l'épaisseur des valves vides) ..... 19
12. Valve gauche avec les stries de croissance externes (A) et interne (B), l'axe dorso-médian de l'*Anodonta cygnea* de barrage El Agrem de Jijel ..... 21

### Chapitre III. Résultats

13. Echantillon de bivalves d'eau douce de barrage El Agrem de la région de Jijel (A : 22 avril 2022 ; B : 13 juin 2022) ..... 26

14. Photo des critères distinctifs d' <i>Anodonta cygnea</i> (A) et les rides de son umbo (B) échantillonné dans le barrage El Agrem de la région de Jijel.....	28
15. Photo des critères distinctifs d' <i>Anodonta anatina</i> (A) et les rides de son umbo (B) échantillonné dans le barrage El Agrem de la région de Jijel.....	29
16. Photo des critères distinctifs de <i>Sinanodonta woodina</i> (A) et les rides de son umbo (B) échantillonné dans le barrage El Agrem de la région de Jijel.....	30
17. Abondance des différentes espèces échantillonnées de barrage El Agrem de Jijel dans les deux échantillons (E1 et E2) .....	32
18. Dominance totale des différentes espèces échantillonnées de barrage El Agrem de la région de Jijel .....	32
19. Similitude de la longueur (Lt) (A), de la largeur (La) (B) et de l'épaisseur (E) (C) de la valve gauche et droites chez <i>Anodonta cygnea</i> du barrage El Agrem de Jijel .....	33
20. Valeurs moyennes des rides de l'umbo (R) et des stries de croissance (S) de la valve gauche (G) et droite (D) de l' <i>Anodonta cygnea</i> de barrage El Agrem de Jijel.....	35
21. Droites de régression exprimant les relations entre La longueur totale et les différents paramètres pondéraux de la moule <i>Anodonta cygnea</i> de barrage El Agrem de la région de Jijel (Pt : poids totale (A) ; Pvg : Poids des valves vides (B)) .....	37

## Chapitre IV. Discussion



*« On donne généralement le nom de découverte à la connaissance d'un fait nouveau ; mais je pense que c'est l'idée qui se rattache au fait découvert qui constitue en réalité la découverte »*

**CLAUDE BERNARD**



*ANFEL*

Je dédie ce fruit à :



*Mes parents*

*Pour leur patience, leur soutien infini, leurs sacrifices  
et leurs prières et l'aide qui m'ont offert tout au long  
de mes études.*



*Ma sœur Meriem et mon frère Youcef*

*Pour leurs encouragements permanents et leurs  
soutien moral.*



*Mon cher mari Salah Eddine*

*What i can say for you that you don't know about my feelings  
Toward you..... Your Anfel .*



*Mon directeur de mémoire Sarah MADACHE*

*Pour sa gentillesse, ses conseils et son aide.  
Elle m'a fortement poussé à me lancer dans l'aventure de  
la recherche.*



*Mes collègues et mes camarades de mon cursus en  
Aquaculture.*

*Merci d'être à mes côtés*



*Meriem*

J'exprime ma reconnaissance à :



A mon adorable mère

Quoi je fasse ou que je dise, je ne saurai point te remercier comme il se doit. Ton affection me couvre, ta bienveillance me guide et ta présence à mes côtés a toujours été ma source de force pour affronter les différents obstacles.



A mon très cher père

Tu as été toujours à mes côtés pour me soutenir et m'encourager.

Que ce travail traduit ma gratitude et mon affection.

A mes très chers frères et ma sœur.

A ma deuxième famille, la

famille de ma tante

courage et surtout

Réussite.

binôme Anfel.

Ma très chère collègue et

*Merci*





## Remerciements

Nos remerciements s'adressent en premier lieu à « الله », qui nous a accordé le courage, la force et la patience pour mener à terme ce travail de recherche.

Cette étude est le fruit d'un effort conjugué de nombreuses personnes qui ont intervenus à un moment ou un autre pour apporter une aide technique, un conseil, une orientation ou simplement un encouragement. Sans eux, ce mémoire n'aurait jamais pu être conduit convenablement. Qu'ils trouvent ici l'expression de nos très profondes reconnaissances ; en particulier :

Madame Sarah MADACHE (Maître assistant classe A, Université KASDI-Merbah, Ouargla) qui a dirigé ce mémoire avec un intérêt constant et ce malgré les contraintes que nous l'avons rencontrées lors de la réalisation de ce dernier. Nous sommes reconnaissantes des perspectives qu'il nous a offertes, de son soutien et de ses conseils lors de la rédaction du document ainsi d'avoir accepté de nous confier la responsabilité de cette thématique. Ses connaissances en dynamique des populations et caractérisation des espèces aquatiques ont été indispensables à la conception de ce travail. Son encadrement, sa disponibilité, sa confiance, son soutien lors de la rédaction, sa compétence ainsi que sa rigueur, nous ont été d'un grand secours.

Monsieur Rafik KEBABSA (Maitre de conférences classe B, Université KASDI-Merbah, Ouargla), pour l'intérêt qu'il a porté à notre recherche en acceptant de présider le jury de la soutenance et de l'enrichir par leur proposition.

Monsieur Ibrahim BAHMANE (Docteur en Sciences de la mer, enseignant vacataire, Université KASDI-Merbah, Ouargla), d'avoir accepté d'examiner notre travail. Qu'il trouve ici l'expression de nos profondes gratitude.

Nous adressons nos vifs remerciements au directeur de la direction de la pêche et des ressources halieutique de la willaya d'Oued Souf (DPRH), Monsieur Ismail BENMOUSSA, pour nous avoir donné la chance de nous lancer dans ce mémoire en mettant à notre disposition le matériel biologique dont il nous a assuré un échantillon représentatif d'une espèce de moule de la région de Jijel ; sans lui, ce travail n'aurait pas pu arriver à terme.

Nous associons à ses remerciements l'ensemble des enseignants de la filière Hydrobiologie marine et continentale : Madame S. HISOUCI, Monsieur S. BENSALÉM, Monsieur T. IDDER et Monsieur R. GUEZZI ; sans oublier Madame R. MANAMANI qui nous a manqué vraiment.

Nous remercions tous nos collègues de la deuxième année Master AQUACULTURE, qui ont achevé leurs mémoires de fin d'études ; qui nous ont aidé au cours du projet et pour leur contribution directe ou indirecte aux expériences.

Enfin tous ceux qui nous ont soutenu tout au long de ce travail de près ou de loin, par leur amour, amitié et leur sympathie, qu'ils trouvent ici l'expression de nos profondes remerciements.

## Remerciements

## Introduction ..... 1

## Chapitre I. Généralités ..... 5

1. Présentation de la famille des Unionidae .....	6
1.1. Taxonomie .....	6
1.2. Synonymes et appellations vernaculaires .....	6
2. Critères de diagnose .....	7
2.1. Caractéristiques de la famille Unionidae .....	7
2.2. Caractéristiques du genre <i>Anadonta</i> .....	7
2.3. Caractéristiques de l'espèce <i>Anadonta cygnea</i> .....	9
3. Eléments d'écobiologie .....	9
3.1. Distribution géographique .....	9
3.2. Habitat et éléments d'écobiologie .....	11
4. Intérêt économique .....	12

## Chapitre II. Matériel et méthodes ..... 14

1. Echantillonnage et milieu d'étude .....	15
2. Identification .....	16
2.1. Indices écologiques .....	18
2.1.1. Richesse spécifique .....	18
2.1.2. Abondance .....	18
2.1.3. Dominance .....	18
3. Caractérisation morpho-somatique .....	18
3.1. Caractères métriques .....	19
3.2. Caractères numériques (méristiques) .....	21
4. Croissance relative ou relation taille poids .....	21
4. Symétrie et homogénéisation des valves .....	23

## Chapitre III. Résultats ..... 25

1. Identification .....	26
1.1. Critères d'identification .....	26
1.2. Diversité et taxonomie .....	27
1.2.1. <i>Anodonta cygnea</i> .....	27
1.2.1.1. Description .....	27
1.2.1.2. Ecologie .....	27
1.2.2. <i>Anodonta anatina</i> .....	28
1.2.2.1. Description .....	28
1.2.2.2. Ecologie .....	29
1.2.3. <i>Sinanodonta woodina</i> .....	29
1.2.3.1. Description .....	29
1.2.3.2. Ecologie .....	30
2. Données environnementales .....	31

3. Indices écologiques.....	31
4. Symétrie et homogénéisation des valves .....	32
5. Morphométrie .....	34
5.1. Caractères numériques.....	34
5.2. Caractères métriques .....	35
6. Relation taille-poids .....	36
<b>Chapitre IV. Discussion .....</b>	<b>38</b>
1. Identification .....	39
2. Symétrie et homogénéisation .....	44
3. Morphométrie.....	45
4. Relation taille-poids.....	47
<b>Conclusion .....</b>	<b>50</b>
<b>Références bibliographiques .....</b>	<b>53</b>
<b>Résumés .....</b>	<b>68</b>

# INTRODUCTION

L'embranchement des mollusques est considéré comme l'embranchement le plus diversifié du règne animal après celui des arthropodes (FRANC, 1957, ØDEGAARD, 2000). Il regroupe neuf classes dont les gastéropodes (escargots, bigorneaux, limaces, ...etc.), les bivalves (moules, huîtres, etc.), les céphalopodes (poulpes, pieuvres, calmars) et quelques groupes improbables bien moins connus du grand public (caudofovetes, monoplacophores, polyplacophores, scsolénogastres, scaphopodes, solenogastres et rostroconchies) ; avec des valeurs comprises entre 50000 et 200000 espèces décrites et non décrites à ce jour (VAN BRUGGEN, 1995 ; STORK, 1999 ; ØDEGAARD, 2000 ; BOUCHET *et al.*, 2016).

Les mollusques continentaux (terrestres et dulçaquicoles) représentent plus de 30000 espèces, parmi lesquelles un peu plus de 24000 et 7000 espèces de bivalves terrestres et dulçaquicoles décrites respectivement (LYDEARD *et al.*, 2004 ; MOLLUSCABASE Eds., 2021). 75% des moules d'eau douce soit 3688 espèces sont menacés du risque d'extinction à l'échelle mondiale à l'heure actuelle et décrites sur la liste rouge de l'UICN (Union internationale pour la conservation de la nature) (LYDEARD *et al.*, 2004 ; DARWALL *et al.*, 2011 ; UICN, 2021). Cependant, le risque d'extinction de 100 espèces de mollusques d'eau douce typiques de la région de l'Afrique a été évalué selon les catégories et critères de la liste rouge de l'UICN (UICN, 2012).

Au niveau des eaux douces africaines, les familles Cyrenoididae, Dreissenidae et Donacidae peuvent être qualifiées de dulcicoles périphériques où leur aire de répartition en Afrique étant limitée aux marges côtières du continent, exclusivement d'ailleurs sur la façade Atlantique, du Sénégal à l'Angola. Tandis que, les Margaritiferidae, Unionidae, Mutelidae, Etheriidae et Sphaeriidae sont considérés comme dulcicoles primaires et la famille Corbiculidae se rattachent aux dulcicoles secondaires (MOORE, 1969).

Les Unionidae, appelant les anodontes, mulettes et/ou grandes moules, sont des espèces cosmopolites, colonisent de nombreux cours d'eau à courant lent de la plaine, depuis les petits fossés marécageux jusqu'aux plus grandes rivières (RÜETSCHI *et al.*, 2012). Les représentants de cette famille qui en nombre de 860 espèces reconnues et 4843 noms disponibles dans la nomenclature scientifique ; font partie des organismes les plus menacés d'extinction au monde (BOGAN 1993 ; MASTER *et al.*, 2000 ; KLISHKO, 2012 ; LOPES-LIMA *et al.*, 2014 ; LOPES-LIMA *et al.*, 2017 ; LOPES-LIMA *et al.*, 2018) ; dont 200 espèces sont dans la liste rouge de l'UICN (MASTER *et al.*, 2000 ; UICN, 2021). Ce qui

a poussé les scientifiques d'adopter une approche plus systématique et rigoureuse afin d'assurer la protection et la conservation de ces organismes ainsi que les causes de leur déclin (BOGAN, 1993). Ces bivalves sont d'importants indicateurs à l'état de l'intégrité écologique des rivières (HOWARD & CUFFEY, 2006 ; VAUGHN *et al.*, 2004 ; VAUGHN *et al.*, 2008) et dépendent des poissons hôtes pour leur reproduction, ce qui nécessite également des habitats adaptés à ces derniers (WATTERS, 1994).

Une des espèces de cette famille, l'Anodonte des étangs *Anodonta cygnea*, colonise les fonds des petits plans d'eau vaseux, riches en plantes aquatiques, des marécages et même parfois des étangs de jardin (RÜETSCHI *et al.*, 2012). Cette espèce et ses habitats ne sont pas menacés par rapport aux autres représentants de cette famille (MASTER *et al.*, 2000), où elles est classée comme une espèce résistante (RÜETSCHI *et al.*, 2012).

Au niveau des plans d'eau douce du nord Africain, les travaux d'inventaire ou des études de la biologie, l'écologie et la dynamique des Mollusques dulcicoles sont très anciennes et rares dont les premières données reviennent à la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle. En Algérie le genre *Anodonta* est récolté dans la région extrême Nord-Est Algérienne à EL Kala (la Calle) (MORELET, 1864) et les massifs des côtes algériennes (*Anodonta lucasi* (DESHAYES, 1843), *Anodonta tunizana* (MORELET, 1864) et *Anodonta embia* (BGT, 1864)). Cependant, LETOURNEUX et BOURGUIGNAT (1887) ont signalé la présence de cinq espèces d'*Unio*, alors que d'autres travaux de GERMAIN (1908), Pallary (1923), VAN DAMME (1984), BOUMAÏZA (1994) et KHALLOUFI (1998) ont déclaré la présence des genres *Unio*, *Sphaerium* et *Pisidium*. Ailleurs, au Maroc, des populations isolées ont été trouvées dans l'Oued Gnou (*Anodonta pallaryi* (BEDE, 1932)), l'Oued M'da (*Anodonta theryi* (BEDE, 1932)) et dans l'Oued Grou (*Anodonta gruveli* (PERES, 1938)).

Afin de mieux identifier, appréhender les événements environnementaux et son effet sur la répartition des moules anodontes qui composent la population des moules d'eau douce Algériennes, d'améliorer la gestion de cette ressource dans le milieu naturel et de connaître sa biodiversité ; il convient nécessaire d'approfondir nos connaissances sur ses particularités morpho-somatiques, sa biologie et son écologie en particulier sa croissance dans le milieu naturel afin de connaître ces exigences. C'est dans ce contexte que nous avons abordé ce travail. Cette étude est une initiation à un inventaire et une identification des moules d'eau douce Algériennes en général et du barrage El Agrem de la région de Jijel spécialement ; en



complémentarité avec un autre travail sur la détermination de l'âge d'un mollusque bivalve d'eau douce de ce barrage réalisée par BOUSBIE et BRAHMIA (2022).

Le manuscrit est organisé en plusieurs chapitres dont le premier est une synthèse bibliographique sur les mollusques d'eau douce appartenant à la famille des Unionidae et spécialement *Anodonta cygnea* où divers aspects ont été abordés tels que, la taxonomie, les critères de diagnose des moules de cette famille, les éléments d'éco-biologie et l'exploitation de ces moules d'eau douce mondialement. Le deuxième chapitre est une étude d'identification des principales espèces des Unionidae du barrage El Agrem de la région de Jijel échantillonnées sur la base des captures artisanales et expérimentales ainsi qu'une caractérisation morphologique de l'espèce la plus commune, ce qui est le cas d'*Anodonta cygnea*. Le choix de cette espèce est justifié par sa fréquence et son abondance dans les captures réalisées sur les côtes est de l'Algérie. En revanche, le troisième chapitre s'intéresse aux résultats obtenus suivis par une discussion.

# CHAPITRE I. Généralités

## 1. Présentation de la famille des Unionidae

Un total de 18 familles de bivalves ont plus au moins une espèce trouvée en eau douce (BOGAN, 1993). La famille des Unionidae qui représente le plus vieux groupe des mollusques bivalves de 200 millions d'années dont son origine est probablement le Trias (SANTINI, 2012), est la mieux représentée avec environ 837 espèces d'eau douce, réparties dans le monde sauf dans les régions arctiques (FRITZ HAAS, 1969).

### 1.1. Taxonomie

CUVIER (1769-1832), LAMARCK, (1799), RAFINESQUE (1815), GRAY (1847), WRIGHT & WRIGHT (1892), BÜTSCHLI (1910) et BIELER *et al.* (2010) ont décrit en détails la systématique de l'une des représentants de cette famille Anodonte des étangs *A. cygnea*.

**Règne:** Animalia

**Embranchement:** Mollusca

**Classe:** Bivalvia

**Sous classe:** Palaeoheterodonta

**Ordre:** Unionoida

**Famille:** Unionidae

**Sous Famille:** Unioninae

**Genre:** *Anodonta*

**Espèce:** *Anodonta cygnea* (Linnaeus, 1758)

### 1.2. Synonymes et appellations vernaculaires

Les synonymes d'*A. cygnea* prise en considération dans ce manuscrit ont été citées par DAGET (1998), selon la référence de la description originale et la localisation d'apparition ainsi que l'ordre chronologique d'apparition dans la littérature (Tab. 1).

Anodontes des étangs, des cygnes ou encore mulettes de cygnes est l'appellation vernaculaire utilisée par les français d'*A. cygnea*. Les noms de cette espèce diffèrent d'une région à une autre et d'un pays à un autre dont elle s'appelle dammusling au Danemark, zwanemossel ou brede zwanmossel au pays bas et större dammussla au Suède ([www.molluscabase.org](http://www.molluscabase.org)). En revanche, les anglais caractérisent cette espèce par le nom swan mussel.

**Tableau 1.** Synonymes d'un molluque bivalve *Anodonta cygnea* en fonction de sa localisation d'apparition (DAGET, 1998).

Noms	Localités	Références
<i>Mytilus cygnaeus</i>	Europe, à l'embouchure des fleuves	Dodge (1952)
<i>Anodonta Lucasi</i>	Marécages boisés des environs de La Calle (Algérie)	Deshayes (1847)
<i>Anodonta embia</i>	Lac Fetzara près de Bône et cours d'eau de la forêt d'Edough (Algérie)	Bourguignat (1864)
<i>Anodonta Letourneuxi</i>	Cours d'eau vaseux de l'Edough, près de Bône (Algérie)	
<i>Anodonta (Liouvillea) pallaryi</i>	Oued Grou, à 35 km sud de Rabat (Maroc).	Bédé (1932)
<i>Anodonta (Liouvillea) theryi</i>	Oued M'da dans le Gharb ouest (Maroc)	

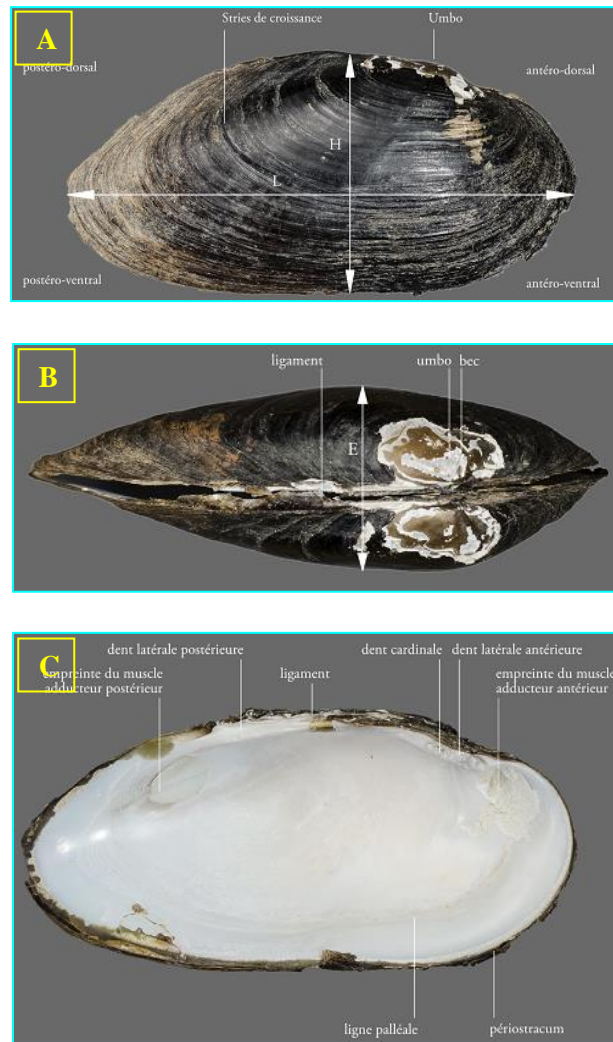
## 2. Critères de diagnose

### 2.1 Caractéristiques de la famille Unionidae

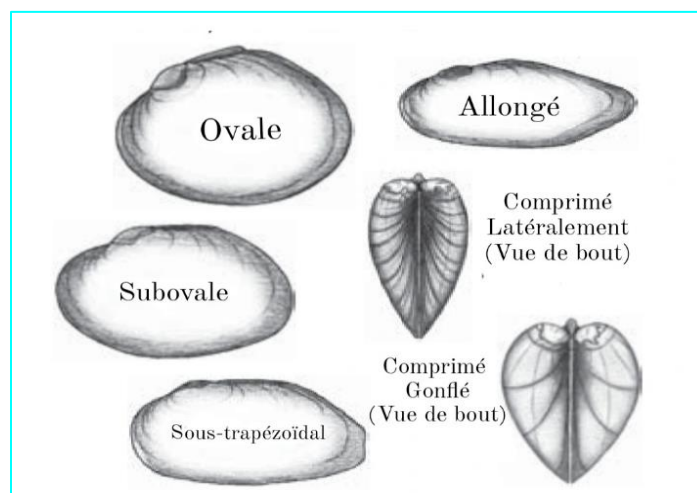
La famille des Unionidae est de loin la plus diversifiée des moules d'eau douce, avec 860 espèces (BOGAN 1993). Les membres de cette famille sont des bivalves acéphales qui ont deux coquilles attachées à une charnière (variable parfois rudimentaire) par un ligament élastique (Fig. 1 A), peuvent atteindre des tailles comprises entre 250 et 300 mm et un âge plus d'un siècle (BAUER, 2001 ; NEDEAU *et al.*, 2003 ; PAQUET *et al.*, 2005 ; NEDEAU *et al.*, 2007). Ils ont un umbo (bec ou crochet) à stries fines et très rapprochées ou bien à larges crêtes aiguës parallèles (Fig. 1 B), le long de la marge dorsale et légèrement en avant de la charnière et sont symétriques bilatéralement le long d'un plan passant entre les deux valves. Ces dernières ont des formes très variables (Ovale, circulaire, triangulaires, carrée, trapézoïdale, elliptique ou comprimée) (Fig. 2) (NEDEAU, 2003), d'apparence assez similaire élongées, nacrées et présentant une sculpture radiale (marques de croissance) (Fig. 1 A) (HUBER, 2010). Elles sont des dents cardinales très fortes notamment sur la valve gauche (Fig. 1 C) (BICHAIN, 2017).

### 2.2 Caractéristiques du genre *Anodonta*

Les mulettes du genre *Anodonta* se caractérisent par une coquille nacrée, un Shell ovale plus ou moins allongé, un bord postérieur et antérieur plus ou moins parallèle ou convexe dont le bord supérieur est plus droit que la partie inférieure et la partie postérieure zone étant beaucoup plus long, une charnière munie de dents cardinales et de lamelles postérieures et une coquille mince, pas forte, assez brillant, jaune-verdâtre. Par ailleurs, La distinction entre les espèces se fait entre autre grâce aux tubercules et des rides de l'umbo parallèles aux stries de croissance (Fig. 3) (DAGET, 1998 ; PAVON, 2011).



**Figure 1.** Caractères morphologiques des valves de la famille Unionidae (A : vue dorsale (vue de l'extérieur) ; B : vue par le dommet (umbo) ; B : vue à l'intérieur (valve gauche) ; L : longueur totale de la valve, H : hauteur de la valve ; E : épaisseur de la valve) (Killeen *et al.*, 2004).



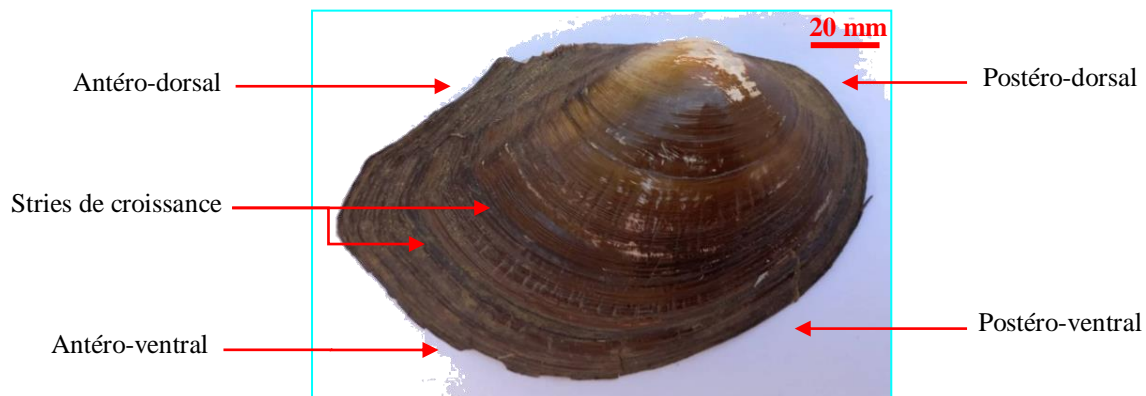
**Figure 2.** Différentes formes des valves des Unionidae (Nedeau *et al.*, 2003).



**Figure 3.** Ride de l'umbo et les stries de croissance du genre *Anodonta*.

### 2.3. Caractéristiques de l'espèce *Anodonta cygnea*

L'anodonte des étangs *Anodonta cygnea*, a une grande coquille de 260 mm (KILLEEN *et al.*, 2004) peu renflée, ovale, plus ou moins allongée avec les bords supérieur et inférieur plus ou moins parallèles ou convexes, le bord supérieur étant plus droit que l'inférieur (DAGET, 1998 ; BICHAN 2017). La région antérieure est largement arrondie, haute et assez courte par rapport à la région postérieure qui est longue et prolongée par un rostre médian obtus. Le test de la coquille de cette espèce est mince, léger assez fragile et recouvert d'un épiderme luisant avec une couleur jaune verdâtre ou olivâtre. Les sommets des valves de la moule des cygnes sont garnis de rides assez fines, nombreuses, très peu flexueuses, parallèles aux stries d'accroissement (Fig. 4) (KILLEEN *et al.*, 2004 ; BICHAN 2017).



**Figure 4. :** Morphologie externe de l'Anodonte des étangs *Anodonta cygnea*.

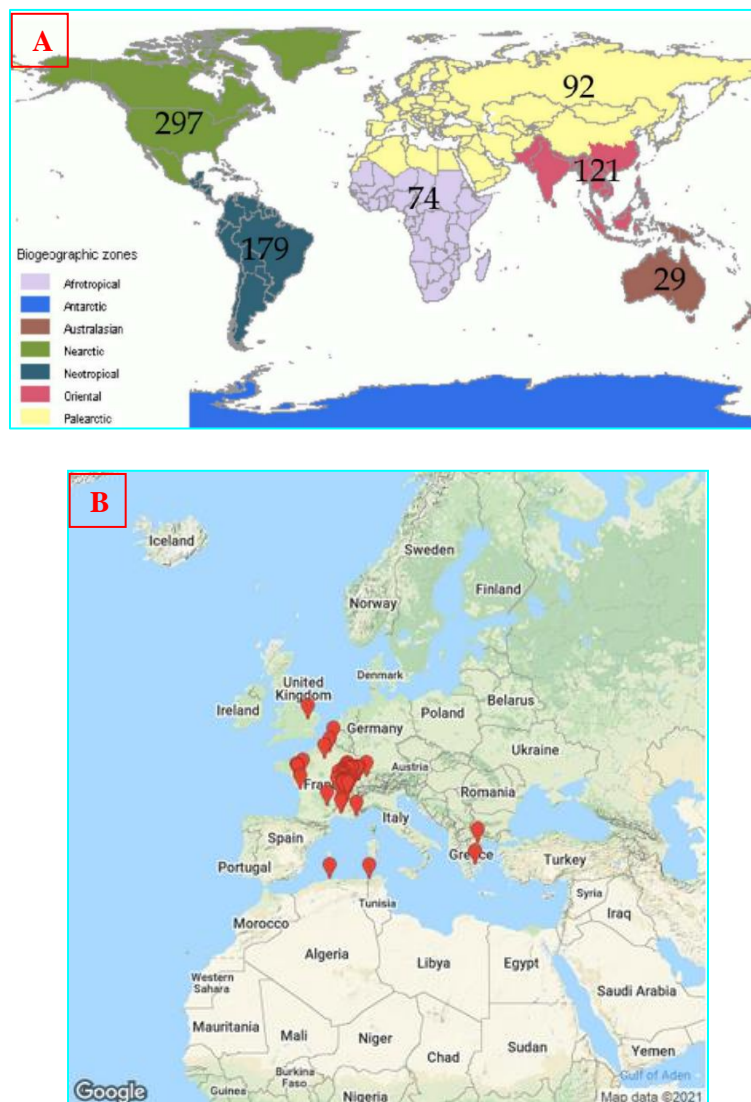
## 3. Éléments d'écobiologie

### 3.1. Distribution géographique

Les moules d'eau douce se trouvent dans tous les continents à l'exception de l'Antarctique, et atteignent sa plus grande diversité dans la région géographique néarctique avec 279 taxons reconnus soit un tiers des espèces décrite réparties en 179, 121, 92, 74, et 29

espèces décrites dans la région néotropical, Oriental, Paléarctique, Afrotropical et la région Australasie respectivement (Fig. 5 A) (BOGAN, 1993 ; GRAF & CUMMINGS 2006).

La distribution d'*A. cygnea* montre une affinité pour les basses altitudes et les zones de concentration de systèmes d'étangs piscicoles (BERAN 2019), elle se trouve au Nord et au centre de l'Europe jusqu'en Grèce, l'Ouest de la Russie, l'Ukraine, le Nord de la Turquie et le Caucasse (GIUSTI *et al.*, 1975 ; BICHANT, 2017). En Afrique du Nord, DAGET (1993) signale la présence d'une population isolée dans l'oued Grou et l'oued M'da dans l'ouest marocain, les marais de l'Edough et le lac Fetzara (aujourd'hui asséché) près de Bône en Algérie (Fig. 5 B).



**Figure 5.** Répartition mondiale des moules d'eau douce (A) et celle de l'Anodonte des cygnes *Anodonta cygnea* (B) ([https://mussel-project.uwsp.edu/fmuotwaolcb/validsp\\_105.html](https://mussel-project.uwsp.edu/fmuotwaolcb/validsp_105.html)).

### 3.2. Habitat et éléments d'écobiologie

L'Anodonte des cygnes *A. cygnea* est très largement répandu dans les fonds vaseux et les eaux calmes stagnantes ou à débit lent au niveau des mares poissonneuses, des bras de rivière et des grands marécages (RÜETSCHI *et al.*, 2012 ; LOPES-LIMA *et al.*, 2014 ; BICHAIN, 2017).

Ces moules sont utiles en raison de leur diversité, leur capacité de filtration et leur lien trophique en tant que prédateurs supérieurs. Ils font jusqu'à 90 % de biomasse d'invertébrés benthiques et ils sont utiles car leur capacité d'alimentation par filtration diminue la biomasse phytoplanctonique (MARLENE *et al.*, 2005). En présence de poissons, elle peut se développer dans des étangs artificiels d'agrément. Elle supporte même périodiquement des baisses de l'oxygène dissous et des eaux légèrement saumâtres à des salinités qui varient entre 0,1 et 0,2 ‰ et une altitude de 465 mètres (GLCLER & MEIER-BROCK, 1994). Dans les lacs eutrophisés, elle devient l'espèce dominante, tandis qu'elle se raréfie dans les plans d'eau moins chargés (BURLAKOVA *et al.*, 2011).

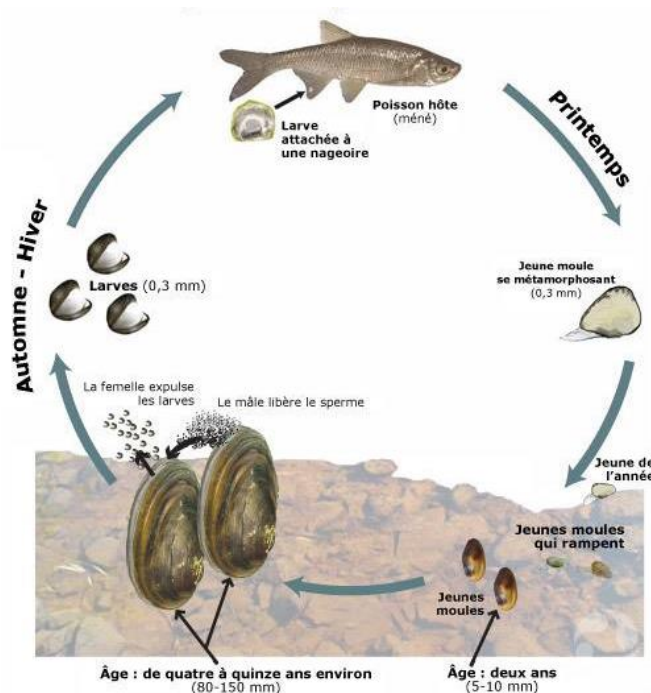
La croissance d'*A. cygnea* est rapide durant les premières années et se ralentit à partir de la 4-6<sup>ème</sup> année (HANSON *et al.*, 1988). La période de croissance maximale se situe au début de l'été, avant l'émission des gamètes où un anneau de croissance hivernal se matérialise par un anneau plus sombre sur la coquille qui sert à déterminer l'âge des individus (PEKKARINEN, 1991). Sa taille maximale de 260 mm est signalée par KILLEEN *et al.* (2004).

La période de reproduction des moules d'eau douce, varie selon les espèces (CLARKE, 1981 ; PARMALEE & BOGAN, 1998 ; NEDEAU, 2003). La reproduction des moules Unionida est unique dans la famille des Unionidés, dont la plupart des espèces sont gonochoriques. Elles ne produisent qu'une seule génération par an (MOUTHON, 2008).

Les populations d'*A. cygnea* ne comprennent que quelques femelles et une grande proportion des hermaphrodites (BAUER, 2001). La production des gamètes culmine en automne et les larves (glochidies) qui correspondent à la vie parasitaire (JONES, 1950), sont retenues dans les branchies maternelles tout l'hiver jusqu'au printemps (WOOD, 1974 ; ALDRIDGE, 1999 ; GIUSTI *et al.*, 1975). Les glochides d'*A. cygnea* ont une longueur de 350 µm et une hauteur de 350 µm, de forme triangulaire, avec une épine caractéristique en forme de crochet à l'apex



ventral ; se fixe au niveau des branches de la carpe commune *Cyprinus capio* et le barbeau *Barbus plebejus lacerta* (BASÇINAR & DÜZGÜNES, 2009) (Fig. 6).



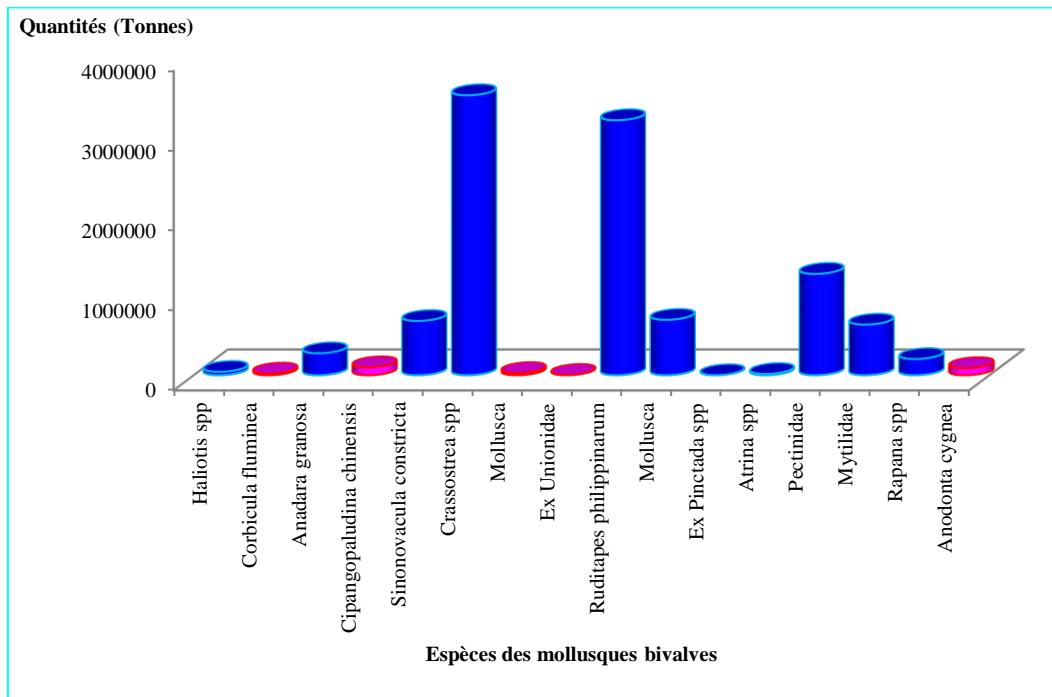
**Figure 6.** Cycle de vie des moules d'eau douce Anodontes (<http://www.hydrobioloblog.fr/2015/07/anodonte.html>)

#### 4. Intérêt économique

Autant qu'une source importante de protéines (CAMUSSO *et al.*, 1994), les mollusques présentent 2,72 % de la totalité de la production mondiale aquacole (25 % de la production aquacole sont des bivalves) (FAO, 2019) (Tab. 1 en annexe). Les statistiques de la Fao recorde 12 espèces de moules d'élevage produites par 44 pays avec  $2,2 \cdot 10^6$  Tonnes de la production mondiale aquacole (Tab. 2 en annexes) dont 42,9 % et 57,1 % représente la production totale de la chine et le reste du monde respectivement. La chine produit la plus grande partie des mollusques bivalves avec 15,8 % de  $2,2 \cdot 10^6$  Tonnes de la production aquacole totale, suivie par l'Espagne (11,2 %) et la nouvelle Zélande (4,6 %) (Tab. 3 en annexe) (FAO, 2019)

En Chine, l'élevage de moules d'eau douce de la famille Unionidae en vue de produire des perles de culture peut se pratiquer en lac naturel, en réservoir ou en étang (Ref....). Quatre espèces de moules perlières y sont élevées en étang: *Margaritifera margaritifera*, *Hyriopsis cumingi*, *Cristaria plicata* et *Anodonta woodiana* (Fig.7). Chaque individu de ces mulettes

peut produire entre 40 et 50 perles de culture à une température comprise entre 20 et 25 °C dont le prix peut varier du 99 à 283 euro/kg, selon la qualité des perles. Ces dernières s'utilisent également dans le domaine médical (FAO, 1981).



**Figure 7.** Principales espèces et groupes de mollusques bivalves d'intérêt aquacole (● : espèces marines ; ● : espèces dulcicoles) (FAO, 2009).

## CHAPITRE II. Matériel et méthodes

## 1. Echantillonnage et milieu d'étude

120 individus de mollusque bivalves provenant de la région de Jijel, ont été capturés au du barrage El Agrem (Fig. 8 A et B) le 22 avril et le 13 juin 2022 par un plongeur.

L'échantillonnage nécessite l'adoption de la technique utilisée pour les moules d'eau douces, pratiquée par plusieurs auteurs (MACAN, 1950 ; HARMAN, 1972 ; WATSON & ORMEROD, 2004) en utilisant une époussette de taille moyenne. Le prélèvement des bivalves des longueurs totales comprises entre 102 mm et 201 mm et des poids totaux de 102,9 g - 628,4 g, a été réalisé au hasard à 2 m de profondeur d'un seul site au niveau de barrage qui se situe à environ 15 km au Sud-est de la wilaya de Jijel. Il s'étend sur une superficie de 4558 Ha (ANONYME, 2022). Ce barrage a été construit dont le but d'assurer l'alimentation en eau potable et industrielle et eau d'irrigation d'environ 6 500 Ha des périmètres agricoles situés à l'aval.

L'échantillon est transporté au laboratoire pendant une période de 12 h dans une cuve de 50 L remplie d'eau et fermée, pour que les moules restent vivantes et en bonne état ; afin d'effectuer une série de manipulations.



**Figure 8.** Localisation géographique du barrage d'El Agrem (www.googleMap.org, modifié)

Comme n'importe quelle étude d'inventaire, les paramètres environnementaux essentiels considérés sont (Harmelin-Vivien *et al.*, 1985) :

- La nébulosité (0: pas de nuage, 1: de moins de couverture nuageuse, 2 à 8 : couverture nuageuse) ;
- L'état du site (0: calme sans ride, 1: calme ridée, 2: belle, 3: peu agitée, 4: agitée, 5: forte, 6: très forte, 7: grosse, 8: très grosse, 9: énorme, - 1: pas d'observation) ;
- La turbidité (0: très claire, 1: clair, 2: trouble, 3: très trouble, 4: trouble à caractère particulier ou plancton, - 1: pas d'observation).

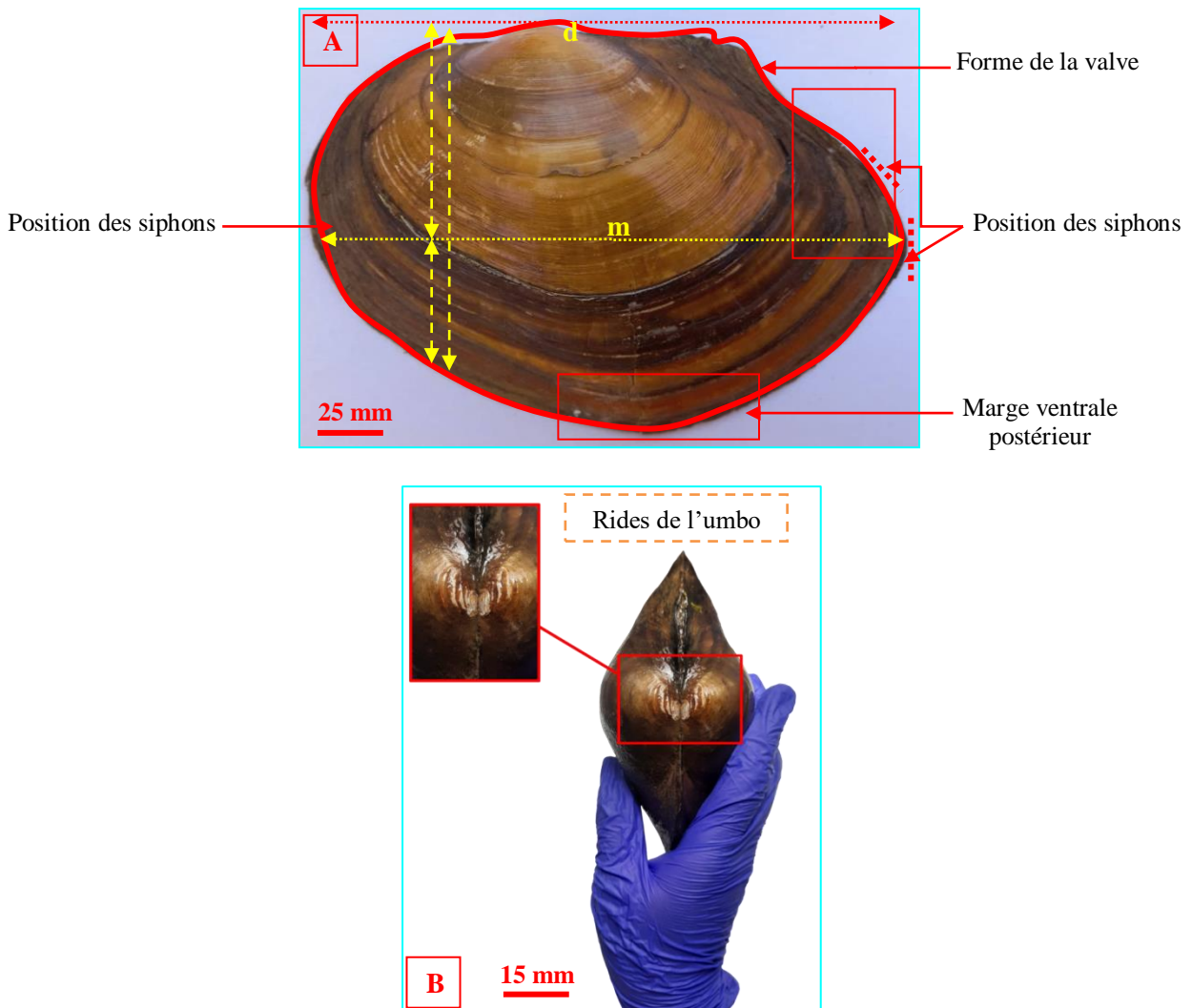
## 2. Identification

Il est généralement recommandé d'utiliser une large variété de méthodes directes et indirectes ainsi que techniques complémentaires pour l'identification des populations malacologique, dont la puissance et la faiblesse dépendent de l'espèce étudiée (CADRIN *et al.*, 2005).

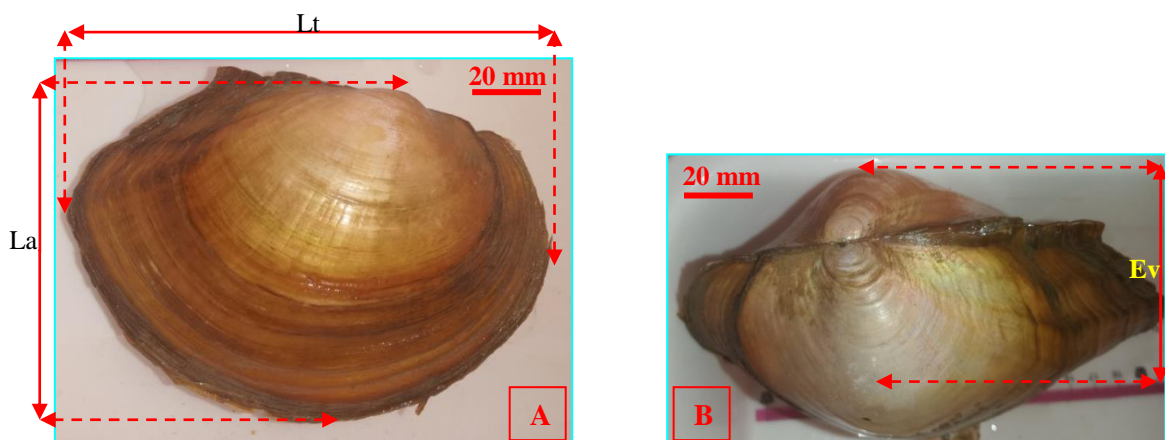
L'échantillonnage nécessite l'adoption de la technique utilisée pour les moules d'eau douces, pratiquée par plusieurs auteurs (MACAN, 1950 ; HARMAN, 1972 ; WATSON & ORMEROD, 2004). De ce fait, sur la base des différents critères dont la forme générale de la valve (Fig. 9 A), de la marge postérieure et ventrale (Fig. 9 A), la forme, la couleur et les rides au niveau de l'umbo (Fig. 9 B), la position des siphons (Fig. 9 A), l'indice R (le rapport Longueur totale (Lt)/largueur de la valve (Lt/La)) (KHALLOUFI & BOUMAÏZA, 2005) ou l'indice R' (La/Lt)) (BOGATOV *et al.*, 2005) (Fig. 10 A et B) et la position de l'axe postéro-antérieur médian (m) qui passe par les deux points les plus éloignés des valves par rapport à l'axe d qui passe par le bec de l'umbo et la jonction dorsale entre les deux valves (Fig. 9 A), les captures sont :

- D'abord triées, d'après des critères morphologiques classiques (forme, couleur, critères numériques essentiellement) afin de séparer les différents groupes ichtyologiques au niveau de l'ordre ou de la famille ;
- Identifier les espèces de moules en utilisant le guide de DAGET (1998), les informations fournies par le cahier technique des malacofaune d'Alsace (BICHAIN, 2017), l'ouvrage de KILLEEN *et al.* (2004) et les Unionidae de la France (VRIGNAUD, 2009).

Une attention particulière a été réservée aux individus de petites tailles qui doivent être traités délicatement à cause de la plus grande ressemblance entre les espèces à ce stade de vie pour ne pas confondre entre ces dernières ce qui pourrait compliquer l'identification.



**Figure 9.** Critères d'identifications des espèces de la famille Unionidae (A. forme, position des axes (m : axe postéro-antérieur médian ; d : axe de l'umbo à la jonction dorsale) ; B : nombre et forme des rides de l'umbo).



**Figure 10.** Paramètres métriques mesurés d'*Anodonta cygnea* de la région de Jijel (Lt : longueur totale de la valve ; La : largeur de la valve ; Ev : épaisseur de la valve).

## 2.1. Indices écologiques

Les indices écologiques calculés ici sont la richesse spécifique, l'abondance et la dominance (FRONTIER, 1983).

### 2.1.1. Richesse spécifique

La diversité des échantillons en taxons a été déterminée par la richesse spécifique totale (nombre total d'espèces différentes identifiées dans un échantillon  $i$ ). cet indice est fréquemment utilisée comme une variable reflétant l'état d'un système et intervient souvent dans les efforts de gestion et de conservation de la biodiversité ainsi que dans l'évaluation de l'impact des activités anthropiques sur cette biodiversité (NICHOLS *et al.*, 1998).

### 2.1.2. Abondance

L'abondance d'une espèce est le nombre d'individus de l'espèce  $i$  dans un prélèvement. Dans le cas présent, nous avons calculé l'abondance totale qui est le nombre d'individus pêchés pour une espèce  $i$ .

### 2.1.3. Dominance

La dominance d'une espèce dans un prélèvement est le nombre d'individus d'une espèce dans le prélèvement par rapport au nombre d'individus de toutes les espèces présentes dans ce même prélèvement. Elle est exprimée en pourcentage selon l'expression suivante:

$$D_a = \frac{N_a}{N_a + N_b + N_c + \dots + N_n}$$

$D_a$ : dominance de l'espèce  $a$ .

$N_a + N_b + N_c + \dots + N_n$  : nombre d'individus des espèces  $a, b, c, \dots, n$ .

## 3. Caractérisation morpho-somatique

Une large gamme de techniques complémentaires sont recommandées pour l'identification d'une même espèce «holistic approach» ce qui permet de résoudre les anomalies apparentes entre les différentes méthodes et aboutir à une définition correcte d'un stock (BEGG & WALDMAN, 1999; SWAIN *et al.*, 2005).

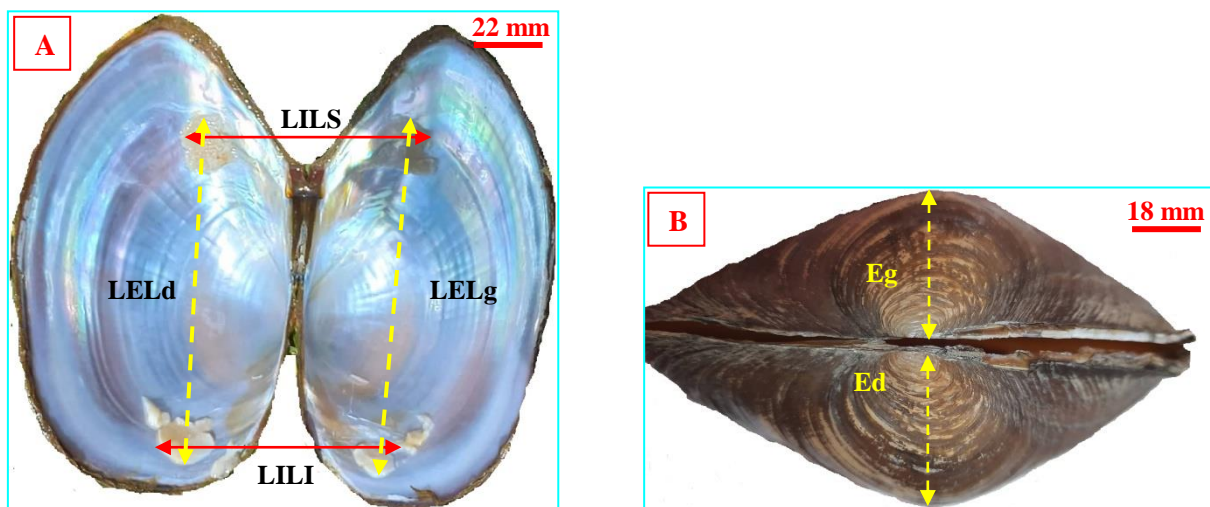
La morphométrie combinée à l'analyse multivariée est une méthode utilisée depuis des décennies pour identifier les stocks des organismes aquatiques en générales et les mollusques bivalves spécialement. Elle offre un bon outil pour explorer les différences morphologiques

entre les stocks et les différentes populations chez les organismes aquatiques. Elle se base sur l'observation des critères morphologiques tels que la forme du corps (aplatissement, allongement, rond comprimé...etc.), la position des siphons, la longueur, la largeur et la hauteur des valves, ... etc. Un problème mineur avec la morphométrie peut résulter de la variation des tailles des individus, mais ces différences peuvent être exclus par la normalisation des données ou par l'application de certaines transformations afin d'éliminer l'effet de taille (ELLIOTT *et al.*, 1995).

L'utilisation des caractères métriques et méristiques ou numériques constitue tout un ensemble de critères permettant la reconnaissance et la classification des espèces de poisson.

### 3.1. Caractères métriques

Une fois la position systématique déterminée, toutes les moules de l'espèce la plus abondante ont été mesurés au millimètre près avec pied à coulisse et pesés au centième de grammes près avec une balance électronique (précision  $\pm 0,01$  g) dont 11 paramètres linéaires (la longueur totale de la valve gauche (Ltg) et droite (Ltd) (Fig. 10 A), la largeur de la valve gauche (Lag) et droite (Lad) (Fig. 10 A), l'épaisseur des deux (E) (Fig. 10 B), l'épaisseur des valves vides gauches (Eg) et droites (Ed) (Fig. 11 A), la longueur inter ligaments (LILI) et entre ligaments supérieure (LELS) et inférieure (LELI) (Fig. 11 B) et la longueur de l'axe d (Fig. 9 A)) ont été mesurés avec pieds à coulisse, en plus du poids total (Pt), le poids de masse viscérale (Pmv) et le poids des coquilles vides gauche (Pvv) ainsi que la détermination du sexe.



**Figure 11.** Paramètres métriques mesurés chez *Anodonta cygnea* du barrage d'El Agrem de la région de Jijel (A : mensurations internes ; B : l'épaisseur des valves vides).



Pour caractériser la morphologie des moules des étangs *A. cygnea* du barrage El Agrem de la région de Jijel, les différentes parties mesurées au niveau des valves ont été exprimées en fonction de la longueur totale ou de l'épaisseur des valves. Etant donné les variations de certains de ces rapports au cours du développement ontogénique des mollusques bivalves, et afin de mettre en évidence de manière plus expressive les changements relatifs de ces dimensions, nous avons utilisé la méthode des moindres rectangles (axe majeur réduit) de TESSIER (1948), préconisé par DAGET (1976) pour les études d'allométrie.

Etant donné sa forme un peu ovoïde, la surface des valves d'*A. cygnea* a été déterminée par la formule suivante.

$$S = \left[ \frac{Lt}{2} \times \frac{La}{2} \right] \times \pi \quad \text{où :}$$

S : surface de la valve (mm<sup>2</sup>).

Lt : longueur totale de la valve (mm).

La : largeur de la valve (mm).

$\pi$  : constante égale à 3,14

Le coefficient de corrélation "r" est calculé et le type d'allométrie est déterminé en utilisant le test "t" de STUDENT (DAGNELIE, 1975) qui s'écrit de la manière suivante :

$$t_{obs} = \frac{(|b^2 - 1| \sqrt{n - 2})}{2b\sqrt{1 - r^2}} \quad \text{où :}$$

n : nombre de couples de données.

r : coefficient de corrélation.

b : coefficient d'allométrie.

La valeur de  $t_{obs}$  est comparée à celle de "t" théorique:  $t_{1 - \alpha/2}$  (donnée par la table de STUDENT) où  $\alpha$  représente le seuil de confiance au risque d'erreur de 5 % pour n - 2 degré de liberté. Deux cas peuvent se présenter :

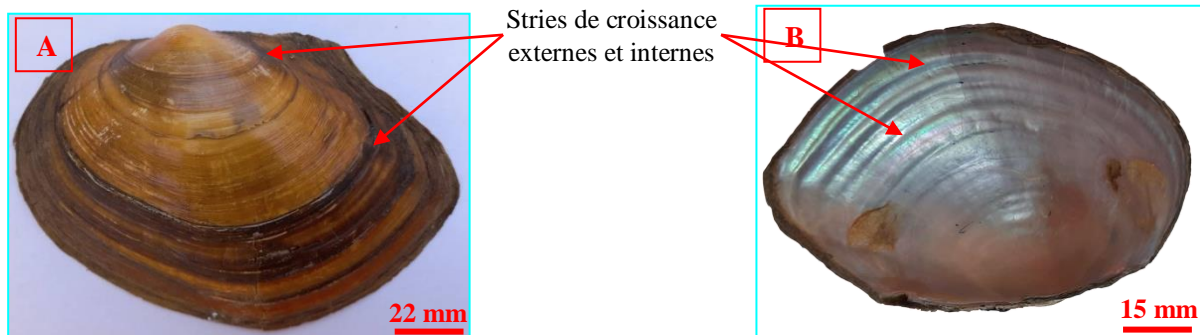
- Si  $t_{obs} \leq t_{1 - \alpha/2}$ , la différence entre les 2 paramètres mesurés n'est pas significative et la valeur  $b = 1$ . Il y a donc isométrie (ou allométrie simple) entre les deux paramètres étudiés.

- Si  $tobs > t1 - \alpha/2$ , la différence entre les 2 paramètres mesurés est significative. Il y a donc une allométrie minorante (négative) si  $b < 1$  ou majorante (positive) si  $b > 1$ .

Le test d'allométrie décrit précédemment permis ensuite de définir le type de relation unissant les caractéristiques métriques des deux valves gauche ou droite au cas d'homogénéité.

### 3.2. Caractères numériques (méristiques)

Deux caractères numériques ont été pris en considération dont le nombre des rides au niveau de l'Umbo (Fig. 9 B) et les nombre des stries de croissance afin de déterminer l'âge des moules *A. cygnea* (Fig. 12 A et B).



**Figure 12.** Valve gauche avec les stries de croissance externes (A) et interne (B) de l'*Anodonta cygnea* de barrage El Agrem de Jijel.

### 4. Croissance relative ou relation taille-poids

L'expression mathématique de la croissance relative permet, pour sa part, de connaître l'embonpoint des bivalves (RICHTER *et al.*, 2000) et constitue une donnée nécessaire pour l'estimation des biomasses des moules et l'analyse des changements ontogénétiques (SAFRAN, 1992) et différents aspect de la dynamique des populations. La croissance relative s'applique dans divers domaines de la biologie, de la physiologie, de l'écologie et dans la gestion des ressources halieutiques. Ses variations mensuelles peuvent nous renseigner sur l'activité sexuelle, notamment sur la période de reproduction. Dans les sciences halieutiques, cette croissance permet d'estimer le poids à partir de la taille (BEYER, 1991), le poids à partir de l'âge (PETRAKIS ET STERGIU, 1995), et d'exprimer l'équation de la croissance linéaire en croissance pondérale (PAULY, 1993). Elle permet aussi de distinguer l'histoire de

vie et la morphologie d'une espèce à une autre et entre les populations des différents habitats et ou régions.

D'une manière générale, la croissance relative permet de vérifier l'existence d'une corrélation liant le poids à la taille du bivalve et de modéliser la relation. Si l'organisme vivant garde la forme générale et le même poids durant toute son existence, son poids sera proportionnel au cube de sa longueur. Donc, la relation liant la taille au poids est une fonction exponentielle de forme:

$$P_t = a.L_t^b \text{ où :}$$

$P_t$  : poids total de la coquille (g).

$L_t$  : longueur totale (mm).

$a$  : constante.

$b$  : coefficient d'allométrie.

Les paramètres  $a$  et  $b$  sont déterminés par le programme Fishparm<sup>®</sup> version 3 (PRAGER *et al.*, 1987). Cette équation peut être linéarisée par transformation logarithmique des données :

$$\text{Log } P_t = \text{Log } a + b \text{ Log } L_t$$

L'ajustement de ce modèle linéaire aux données longueur-poids observées est réalisé par la méthode des moindres rectangles. La valeur de coefficient  $b$  est comparée statistiquement à  $b_0 = 3$  au seuil  $\alpha = 5\%$ ,  $1\%$  et  $0,1\%$ , à l'aide d'un test  $t$  de Student (DAGNELIE, 1975) selon la formule suivante :

$$t_{\text{obs}} = \frac{|b^2 - b_0^2| \sqrt{n-2}}{2b_0 \cdot b \sqrt{1-r^2}} \text{ avec :}$$

$n$ : effectif.

$b$  : pente.

$r$  : coefficient.

$b_0$  : pente théorique (= 3).

La valeur de  $t_{obs}$  est comparée à celle de "t" théorique:  $t_{1-\alpha/2}$  (donnée par la table de STUDENT) où  $\alpha$  représente le seuil de confiance au risque d'erreur de 5 % pour  $n - 2$  degré de liberté. Deux cas peuvent se présenter:

- Si  $t_{obs} \leq t_{1-\alpha/2}$ , la différence entre les 2 paramètres mesurés n'est pas significative et la valeur  $b = 1$ . Il y a donc isométrie (ou allométrie simple) entre les deux paramètres étudiés.
- Si  $t_{obs} > t_{1-\alpha/2}$ , la différence entre les 2 paramètres mesurés est significative. Il y a donc une allométrie minorante (négative) si  $b < 1$  ou majorante (positive) si  $b > 1$ .

Pour éviter les aléas pondéraux dus à la quantité d'eau qui reste à l'intérieur de la coquille, nous avons considéré le poids de la masse viscérale (Pmv) et le poids des valves vides (Pvv).

## 5. Symétrie et homogénéisation des valves

Il n'est communément admis que les valves droite et gauche des mollusques bivalves sont parfaitement symétriques. Malgré que, si cela paraît évident à l'œil nu, il semble important de le vérifier afin de pouvoir ensuite utiliser indifféremment les valves droite ou gauche pour les analyses. Avant d'effectuer n'importe quel test de similitude, il faut confirmer la normalité par SHAPIRO-Test afin de connaître les catégories des tests utilisés paramétriques ou non paramétriques.

Cependant, la similitude des valves gauches et droites du même individu est d'abord vérifiée par le test  $t$  de Student d'égalité des moyennes ( $H_0: m_1 = m_2$ ) avec le logiciel R® (R Development Core Team, 2014), selon la formule :

$$t_{obs} = \frac{(|m_1 - m_2|)}{\sqrt{\frac{SCE_1 + SCE_2}{n(n-1)}}} \quad \text{où :}$$

$m_1$  : la moyenne de l'otolithe droit.

$m_2$  : la moyenne de l'otolithe gauche.

$SCE_1$  : somme des carrés des écarts de l'otolithe droit.

$SCE_2$  : somme des carrés des écarts de l'otolithe gauche.

$n$  : effectif total.

La valeur de  $t_{obs}$  doit être comparée avec celle de la valeur théorique  $t_{1-\alpha/2}$  de la distribution de STUDENT à 2 (n-1) degrés de liberté.

- Si  $t_{obs} \leq t_{1-\alpha/2}$  : on accepte l'hypothèse d'égalité des deux moyennes.
- Si  $t_{obs} > t_{1-\alpha/2}$  : on rejette l'hypothèse et on considère que les deux otolithes sont différents.

La comparaison est faite par classe de tailles d'amplitude égale à 10 mm pour la longueur totale (Lt) et la largeur des valves (La) et 5 mm pour l'épaisseur des valves.

Avant d'effectuer l'analyse statistique des moyennes, il est nécessaire aussi de contrôler la normalité des valeurs et la validité de l'hypothèse d'égalité des variances :

$$H_0 = \sigma_1^2 = \sigma_2^2$$

Ce test s'écrit de la manière suivante :

$$F_{obs} = \frac{\sigma^2 \max}{\sigma^2 \min} \text{ dont } \begin{cases} \sigma_1^2 = \frac{SCE_{yx_1}}{n_1 - 1} \\ \sigma_2^2 = \frac{SCE_{yx_2}}{n_2 - 1} \end{cases}$$

L'hypothèse d'égalité des variances résiduelles doit être rejetée au niveau  $\alpha$  lorsque :

$$F_{obs} \geq F_{1-\frac{\alpha}{2}} \text{ pour } \begin{cases} \alpha = 0,05 \\ K_1 = (n_1 - 1)ddl \\ K_2 = (n_2 - 1)ddl \end{cases} \text{ où :}$$

Où :  $1SCE_{yx_1}$  : somme des carrés des écarts du premier échantillon ;

$2SCE_{yx_2}$  : somme des carrés des écarts du deuxième échantillon ;

- $n_1$  : effectif total de premier échantillon ;

-  $n_2$  : effectif total du deuxième échantillon.

CHAPITRE III. Résultats

## 1. Identification

Pendant une durée de 15h 30 min, nous avons pu échantillonner un total de 120 individus le 22 avril (76) et 13 juin (44) (Fig. 13), rattachés à 2 genres différents *Anodonta* et *Sinanodonta*. Le premier genre est représenté par deux espèces *Anodonta cygnea* et *A. anatina* alors qu'une seule espèce (*Sinanodonta woodina*) représente le second.



**Figure 13.** Echantillon de bivalves d'eau douce de barrage El Agrem de la région de Jijel (A : 22 avril 2022 ; B : 13 juin 2022).

### 1.1. Critères d'identification

Le tableau 2 compare les différents critères utilisés pour l'identification des moules d'eau douce du barrage d'El Agrem de Jijel où la forme, la couleur des individus, les rides de l'umbo (forme et nombres),...etc. permet de distinguer 3 espèces de la famille des Unionidae.

### 1.2. Diversité et taxonomie

#### 1.2.1. *Anodonta cygnae* (LINNAEUS, 1758)

Embranchement : Mollusca

Classe : Bivalvia

Sous-classe : Autobranchia

Ordre : Unionida

Famille : Unionidae

Genre : *Anodonta*

Espèce : *Anodonta cygnae* (Linnaeus, 1758)

### 1.2.1.1. Description

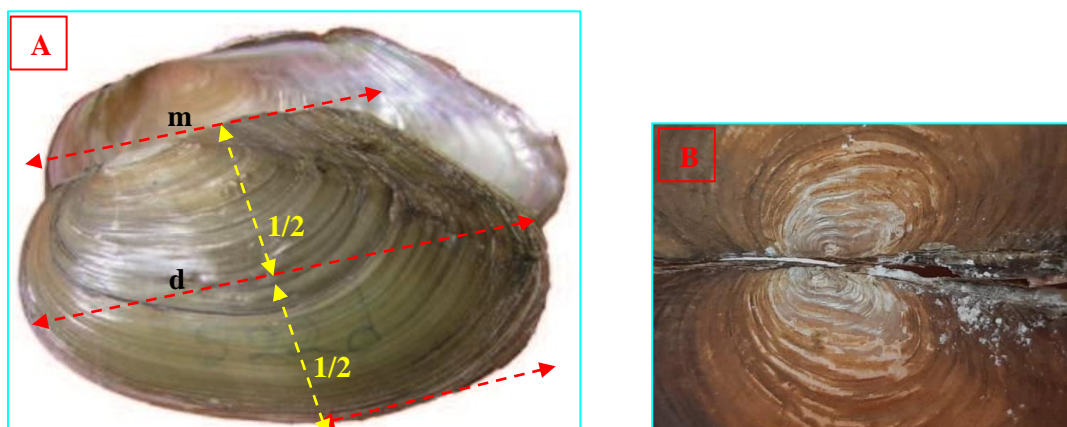
L'*Anodonta* des étangs *Anodonta cygnea* est mal connu en raison de la confusion avec *A. anatina*. Son aire de répartition est sensiblement identique mais elle est vraisemblablement beaucoup plus rare.

La coquille est ovale, allongée, peu ventrue, de couleur brune, plus ou moins sombre, à valves égales (Fig. 14 A). La région antérieure, courte, est inférieure à la moitié de la région postérieure. Le test est léger, mince, lisse, finement strié, transparent, fragile et très peu nacré, à nacre saumoné. *A. cygnea* ont des tailles et des largeurs comprises entre 130 mm et 191 mm et 97 mm et 121 mm respectivement. L'indice R varie entre 1,45 et 1,80. (Tab. 2 et 3). Cette espèce se caractérise par une charnière, mince, complètement dépourvue de dents, de lamelles latérales et de plis, une cavité umbonale large et peu profonde. Les impressions musculaires sont très peu marquées, en particulier la palléale et celles des muscles adducteurs antérieurs. Le sommet est très peu proéminent et l'umbo est garnie de 5 à 10 rides fines concentriques et parallèles aux stries d'accroissement (Fig. 14 B).

### 1.2.1.2. Ecologie

Espèce menacée qui vit dans les eaux vaseuses, stagnantes ou à débit lent, les mares poissonneuses, les bras de rivière et les grands marécages.

La création de retenues lui a été profitable. *Anodonta* des étangs est plus tolérante à l'eutrophisation mais moins tolérante au courant qu'*A. anatina*.



**Figure 14.** Photo des critères distinctifs d'*Anodonta cygnea*(A) et les rides de son umbo (B) échantillonné dans le barrage El Agrem de la région de Jijel.



### 1.2.2. *Anodonta anatina* (Linnaeus, 1758)

Embranchement : Mollusca

Classe : Bivalvia Lin

Sous-classe : Autobranchia

Ordre : Unionida

Famille : Unionidae

Genre : *Anodonta*

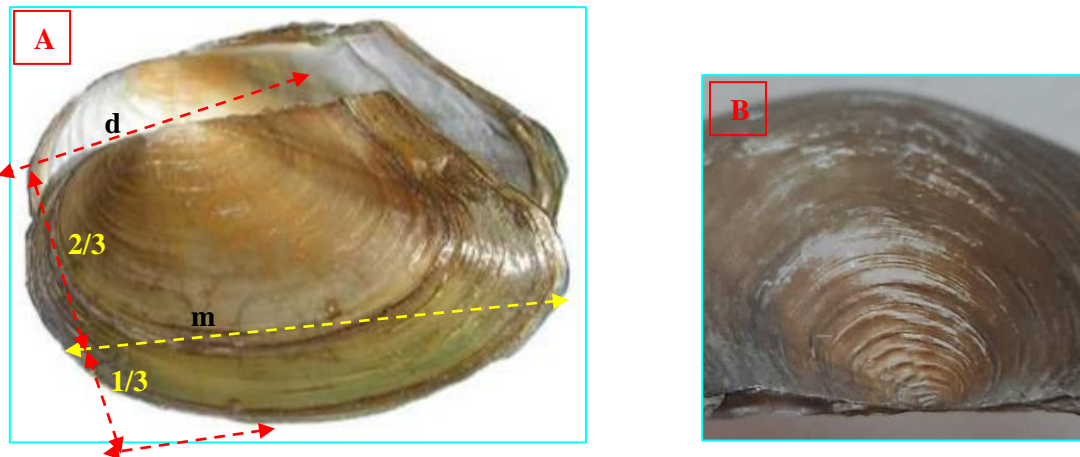
Espèce : *Anodonta anatina* (Linnaeus, 1758)

#### 1.2.2.1. Description

*Anodonta anatina* (Linnaeus 1758) est un bivalve d'eau douce qui se différencie des autres espèces du genre *Anodonta* par sa coquille marron à noir jaunâtre, mince et peu solide, et sa forme globale de fer de lance, ovulaire assez allongée et très peu ventrue ; ce qui marque les différents individus de cette espèce de nos échantillons. L'axe d très divergent de l'axe médian m (Fig. 15 A). La marge postérieure avec des ondulations tandis que la marge ventrale est convexe alors que la crête postérieure bien marquée et un angle postéro-dorsal accusé. Elle se caractérise également par un sommet peu élevé, obtus, garnis de rides fines, nombreuses, non ou très peu flexueuses et presque toujours parallèles au ligament qui coupe obliquement les stries d'accroissement, des stries d'accroissement inégales et assez fines, une région antérieure très arrondie et postérieure trois fois plus longue, terminée par un rostre assez long, obliquement cunéiforme tronqué. En revanche, les rides de l'umbo qui sont presque droites et presque parallèles avec les ligaments, varie 4-8 rides par individus (Fig. 15 B). La taille moyenne est de  $141,48 \pm 22,87$  avec un indice R et R' variant de 1,3 à 1,7 et de 0,58 à 0,75 respectivement (Tab. 2 et 3).

#### 1.2.2.2. Ecologie

La moule des rivières se trouve dans les courantes à faible courant et même stagnantes où elle vit dans les fleuves, les rivières, les lacs sur les substrats de vase ou de sable. Très tolérante quant à la qualité de l'eau et du substrat, elle tolère aussi des courants plus rapides. Sa dissémination a pu se faire à la faveur de transport de poisson infecté par des larves. De même, la création de retenues collinaires lui a été favorable.



**Figure 15.** Photo des critères distinctifs d'*Anodonta anatina* (A) et les rides de son umbo (B) échantillonné dans le barrage El Agrem de la région de Jijel.

### 1.2.3. *Sinanodonta woodiana* (Lea, 1834)

Embranchement : Mollusca

Classe : Bivalvia

Sous-classe : Autobranchia

Ordre : Unionida

Famille : Unionidae

Genre : *sinanodonta*

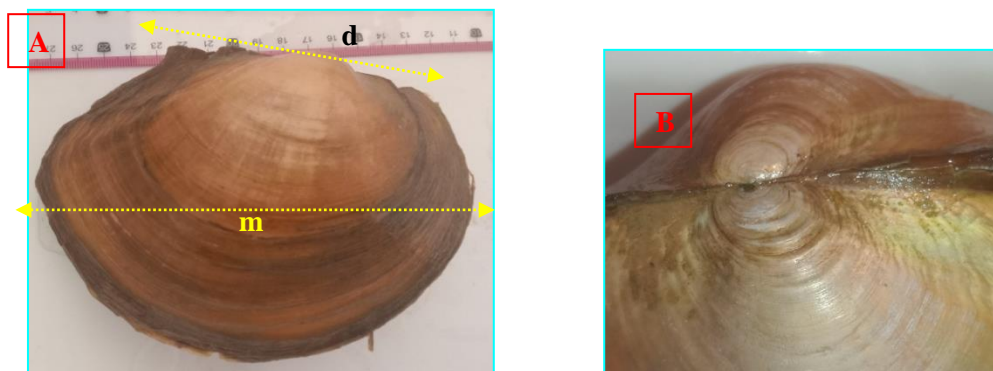
Espèce : *sinanodonta woodiana* (Lea, 1834)

#### 1.2.3.1. Description

La coquille de *S. woodiana* ou l'Anodonte chinoise est très grande et épaisse fortement arrondie sur le bord ventral ; le bord dorsal est relativement court (Fig. 16 A). Elle se distingue des autres espèces de la famille Unionidae par l'absence de dents et des plis au niveau de la charnière, 5 à 8 épaisses stries de l'umbo fortes, transverses à subconcentriques et concentrique (Fig. 16 B) ainsi que de par sa coloration jaune à verdâtre et son nacre rose orangée. Les moules *S. woodiana* qui ont une coquille souvent ronde aussi haute que large, dépasse largement 150 mm et sa longueur atteint 200 mm (Tab. 2 et 3). Contrairement aux autres Anodontes, la coquille est relativement peu variable quelque soit l'habitat. Ses caractères en font une espèce que l'on ne peut pas confondre avec les autres bivalves de la région.

### 1.2.3.2. Ecologie

Cette espèce très tolérante se trouve dans les cours d'eau lenticules, les canaux et les plans d'eau. Elle préfère les fonds sablo-vaseux. L'Anodonte chinoise habite les étangs, les fleuves et les canaux.



**Figure 16.** Photo des critères distinctifs de *Sinanodonta woodina*(A) et les rides de son umbo (B) échantillonné dans le barrage El Agrem de la région de Jijel.

**Tableau 3.** Comparaison morphologique des différents critères d'identification entre les 3 espèces d'Unionidae (*Anodonta cygnea*, *Anodonta anatina* et *Sinanodonta woodina*) de barrage El Agrem de la région d Jijel (Lt : longueur totale ; La : largeur totale ; C : couleur).

Espèces \ Critères	Lt (mm)	La (mm)	C
<i>Anodonta cygnea</i>	130 - 191	97 - 121	Brun, Jaunâtre, Verdâtre
<i>Anodonta anatina</i>	102 - 201	68 - 137	Marron, Noir, verdâtre
<i>Sinanodonta woodina</i>	150 - 200	132 - 145	Jaune, Verdâtre

## 2. Données environnementales

Le tableau 4 résume les valeurs moyennes des paramètres environnementaux prises lors de l'échantillonnage ainsi que sa superficie. Durant une période d'échantillonnage de 8h 45 min pendant la journée du 22 avril, l'eau était généralement trouble (2) et la couverture nuageuse était faible (1). Dans l'ensemble, le site d'étude dont la superficie globale échantillonnée est estimée à 20 m<sup>2</sup> contre 15 m<sup>2</sup> lors du deuxième prélèvement où le barrage était calme (0) et clairs (1).

**Tableau 4.** Données environnementales recueillies au cours de l'échantillonnage (SE : surface échantillonnée ; EP : effort de pêche).

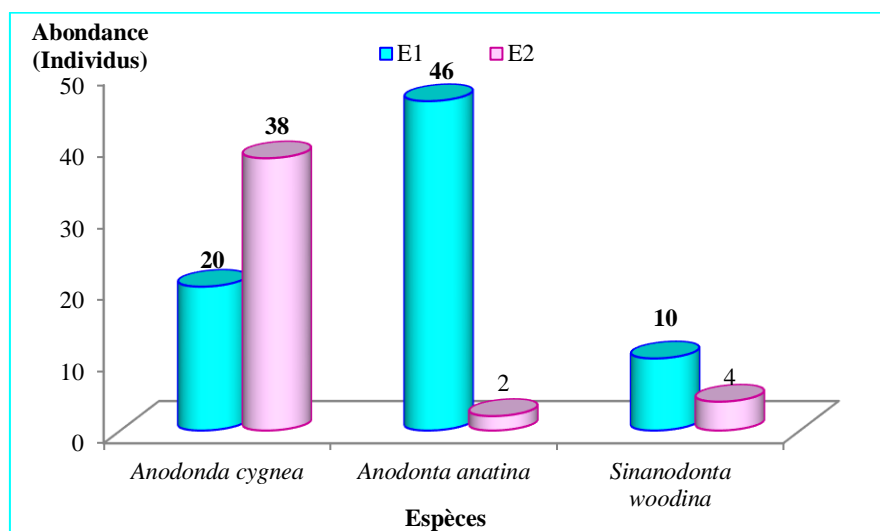
Date	Nébulosité	Etat de barrage	Turbidité	SE	EP (h, min)
22 avril 2022	1	1	2	20	8h 45 min
13 juin 2022	0	1	1	15	7h 15 min
Total				35	15h 45 min

### 3. Indices écologiques

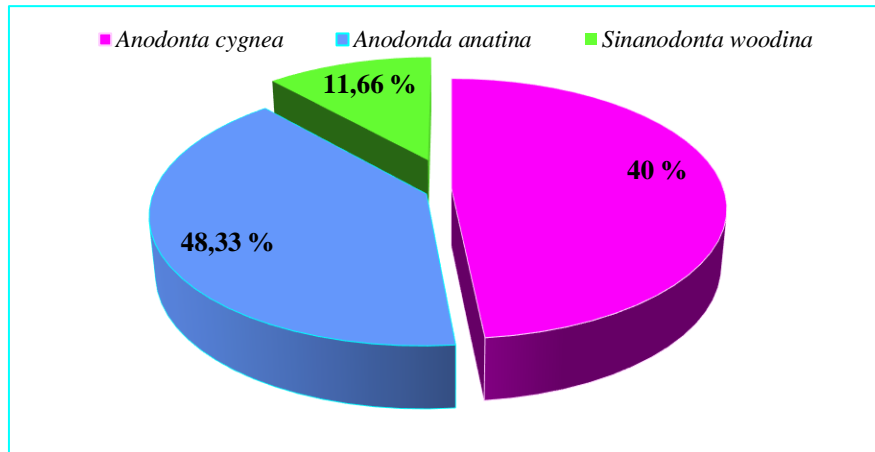
Tous les individus des espèces inventoriées ont été provenus de la pêche expérimentale réalisée dans le barrage El Agrem de la région de Jijel à une profondeur de 2 m. Le tableau 4 en annexes et les figures 17 et 18 résument la richesse spécifique, l'abondance totale, la dominance des différentes espèces des Unionidae pêchées dans le barrage lors des deux échantillons. En effet, nous n'avons dénombré que 3 espèces dans chaque l'échantillon.

Le genre *Anodonta* domine avec environ 88,33 % de la quantité échantillonnée. L'espèce *A. anatina* est la plus abondante (46 individus, soit une dominance 60,52 %) suivie d'*A. cygnea* avec 20 individus et une dominance de 26,31 % lors du premier prélèvement (Fig.17 et 18 ; Tab 4 en annexes). Tandis que, l'Anodonte des étangs prédomine le second échantillon avec 86,36 %. Cependant, 48,33 % de l'échantillon total finale est représenté par *A. cygnea* contre 40 % d'*A. anatina* (Tab, 4 en annexes). L'Anodonte chinoise *S. woodina* vient en troisième position dans les deux échantillons avec une abondance dominance totale de 11,66 % (Fig. 18 ; Tab. 4 en annexes).

L'analyse statistique montre une différence significative entre les deux dominances ( $\chi^2=3,25$  ;  $P \leq 0,05$ ), ce qui rend l'échantillon en faveur de l'Anodonte des étangs *A. cygnea*.



**Figure 17.** Abondance des différentes espèces échantillonnées de barrage El Agrem de Jijel dans les deux échantillons (E1 et E2).

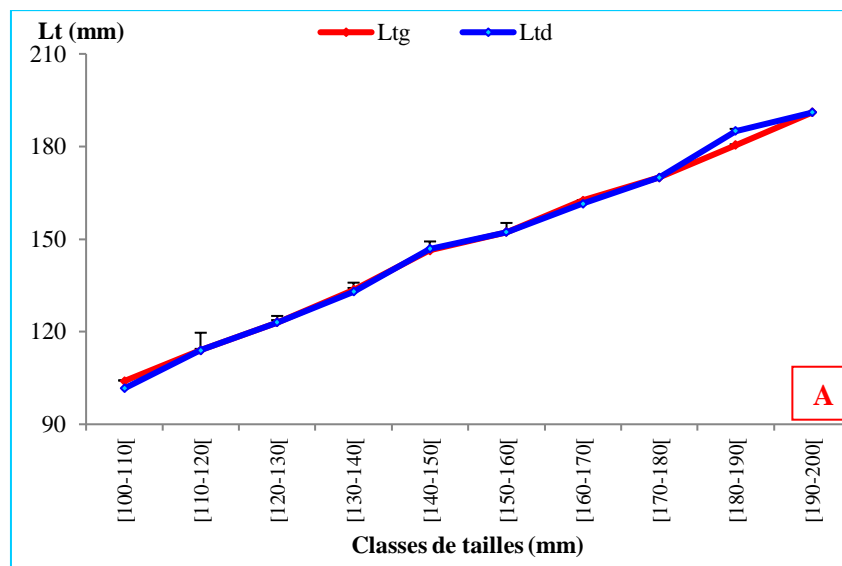


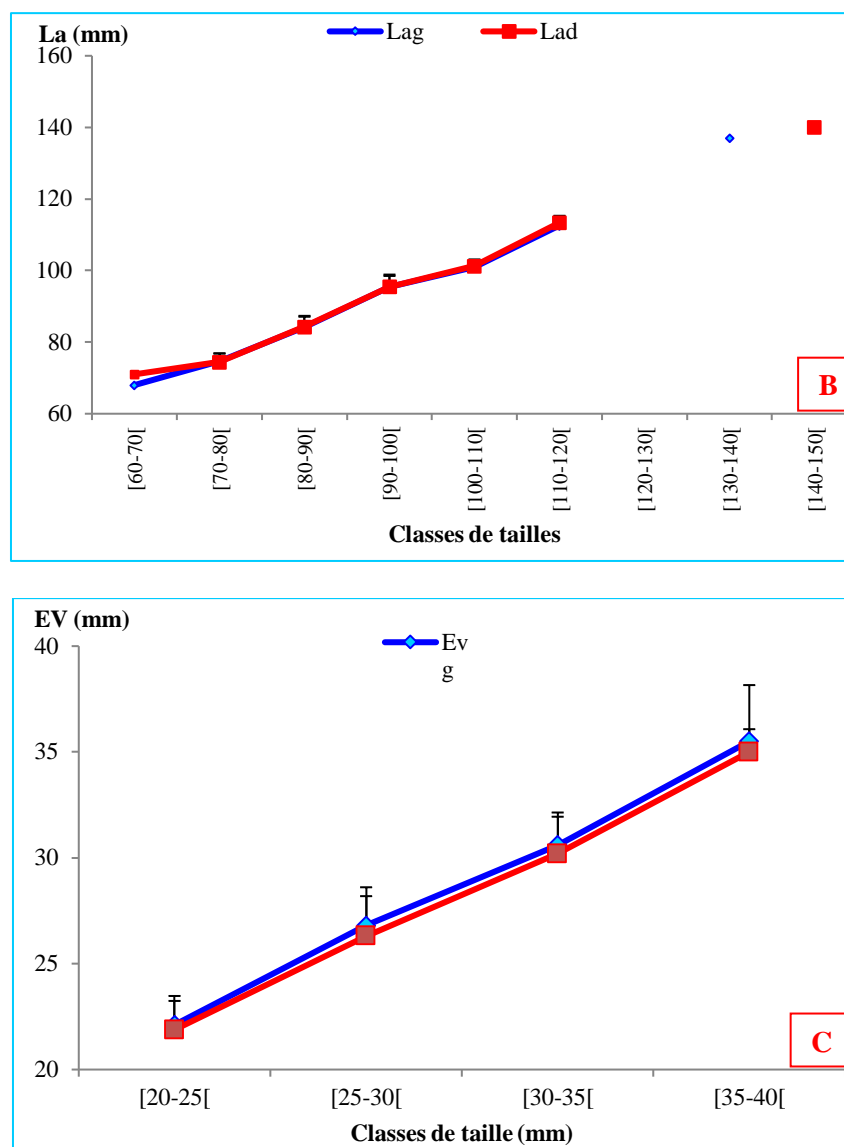
**Figure 18.** Dominance totale des différentes espèces échantillonnées de barrage El Agrem de Jijel.

#### 4. Symétrie et homogénéisation des valves

Nous avons observé 58 paires de valve de l’Anodonte des étangs *A. cygnea* de longueur totale comprise entre 130 et 191 mm. La face bombée des valves est marquée des rides et des stries de croissance qui laissent apparaître des marques en forme d’anneaux claires et sombres qui correspondent respectivement à des périodes de croissance rapide et lente.

Le test d’égalité des moyennes par critères (Tab. 5, Fig. 1 en annexes) et par classe de taille (Fig. 19 A et B ; Tab. 5, 6 et 7 en annexes), prouve la similitude ( $P > 0,05$ ) métrique et pondérale des valves gauches et droites des moules des étangs après avoir confirmé sa normalité par SHAPIRO-Test ( $P > 0,05$ ) (Tab. 5 ; Fig. 1 en annexes). De ce fait, nous avons retenu pour l’étude biométrique la valve gauche.





**Figure 19.** Similitude de la longueur (Lt) (A), de la largeur (La) (B) et de l'épaisseur (E) (C) de la valve gauche et droites chez *Anodonta cygnea* du barrage El Agrem de Jijel.

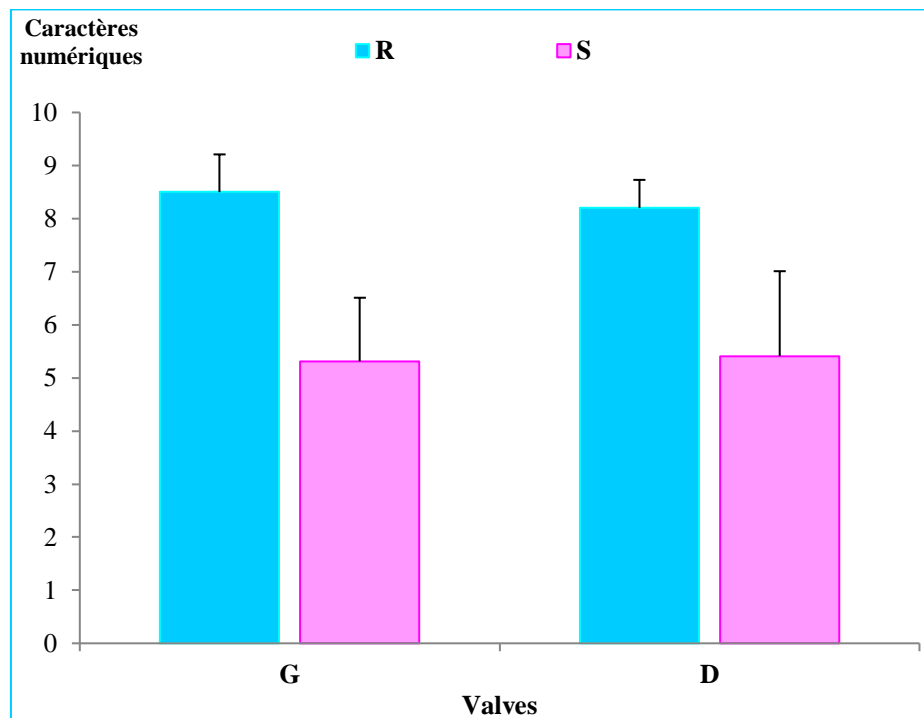
## 5. Morphométrie

### 5.1. Caractères numériques

L'analyse statistique du nombre des rides de l'umbo d'*A. cygnea* ne montre aucune différences significatives entre la valve gauche et droite ( $P > 0,05$ ) avec des valeurs moyennes de  $8,5 \pm 0,71$  et  $8,2 \pm 0,53$  respectivement (Tab. 6 ; Fig. 20).

Concernant le nombre des stries d'arrêt de croissance dénombré au niveau des deux valves de la population totale d'*Anodonta* des étang, nous a permis d'isoler 5 groupe d'âge de ( $4^+$  à  $9^+$ ) avec l'absence de l'âge  $9^+$  pour des tailles comprise entre 130 mm et 191 mm. L'âge

moyen est identique au niveau de la valve gauche ( $5,31 \pm 1,20$  année) et droite ( $5,41 \pm 1,61$  année) ( $P > 0,05$ ) (Tab. 6 ; Fig. 20).



**Figure 20.** Valeurs moyennes des rides de l'umbo (R) et des stries de croissance externes (S) de la valve gauche (G) et droite (D) de l'*Anodonta cygnea* de barrage El Agrem de la région de Jijel.

## 5.2. Caractères métrique

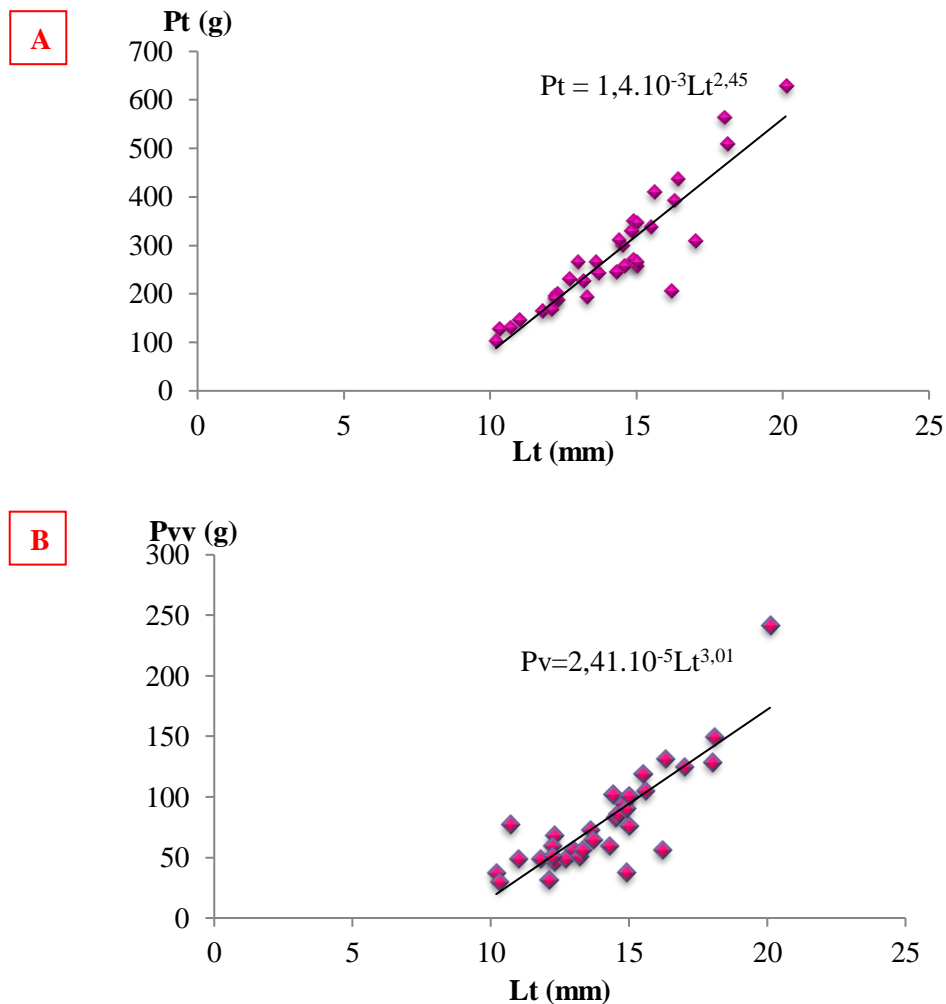
Les équations de régression des différents caractères métriques en fonction de la longueur totale ( $L_t$ ) ou de l'épaisseur (E) de la valve gauche et leurs coefficients de corrélation sont consignées dans le tableau 7. Tous les paramètres mesurés sont significativement corrélés à la longueur totale ou à l'épaisseur totale de la valve gauche ( $0,74 \leq r \leq 0,98$  ;  $P \leq 0,001$ ). La plus faible corrélation est celle qui lie l'épaisseur de la valve gauche à la longueur totale

L'examen des paramètres métriques chez *A. cygnea* (Tab. 7) révèle que, l'isométrie concerne un seul caractère parmi les huit mesurés ; il s'agit de l'épaisseur de la valve gauche soit en fonction de la longueur totale ou de l'épaisseur totale de la coquille. Quatre mesures présentent une allométrie minorante : la largeur, l'épaisseur totale de la valve, la longueur inter-ligament supérieure et inférieure. Seule la surface de la valve gauche présente une croissance majorante.

### 6. Relation taille-poids

L'expression mathématique de la relation taille poids est établie chez *Anodonta* des étangs pour le poids totale (Pt), le poids de la valve vide gauche (PVg) (Tab. 9 en annexes ; Fig. 21 A et B).

Les résultats obtenus mettent en évidence une corrélation très hautement significative entre la longueur totale de cette moules et son poids totale (0,84 ;  $P \leq 0,001$ ) (Fig. 21 A), ainsi que son poids des valves vides (0,74 ;  $P \leq 0,001$ ) (Fig. 16 C). L'analyse statistique révèle une allométrie minorante pour la relation taille-poids (Pt/Lt) ( $b = 2,929$  ;  $P \leq 0,01$ ). Ceci s'explique par le fait que la croissance pondérale d'*Anodonta* des rivières évolue moins vite que sa croissance linéaire. Toutefois, l'isométrie de croissance est constaté pour le poids de valves vides ( $b = 3,01$  ;  $P \leq 0,001$ ).



**Figure 21** Droites de régression exprimant les relations entre La longueur totale et les différents paramètres pondéraux de la moule *Anodonta cygnea* de barrage El Agrem de la région de Jijel (Pt : poids totale (A) ; Pv : Poids des valves vides (B)).



## CHAPITRE IV. Discussion

## 1. Identification

L'identification des espèces des macro-bivalves de la région de Jijel s'effectue en se basant sur des critères morphologiques, morphométrique, anatomiques en utilisant différents guides (DAGET, 1998 ; KILLEEN *et al.*, 2004 ; VRIGNAUD, 2009 ; BICHAIN, 2017) et bases de données des mollusque (INPN et GBIF, ARCTOS et Mollusca), nous ont permis d'identifier 3 espèces (*A. cygnea*, *A. anatina*, et *S. woodina*), appartiennent à deux genres (*Anodonta* et *Sinanodonta*) de la famille Unionidae.

La systématique et l'identification par l'indice R et R' est utilisés chez presque la totalité des représentants des Unionidae. Ils sont utilisés chez *Cristaria plicata* des côtes Est de la Russie (OLGA *et al.*, 2016), les mulettes du genre *Unio* en Ukraine et eau Russie (KLISHKO *et al.*, 2017) et l'Anodonte des rivières *A. anatina* en Turquie (OLGA *et al.*, 2017). En revanche, il varie de 1,5 à 1,65 chez *A. cygnea* de Oued Sedjenène en Tunisie (KHALLOUFI & M. BOUMAÏZA, 2005) et de 1,45-1,80 dans le barrage El Agrem. OLGA *et al.* (2018) ont pu identifier également les différentes espèces de la famille Unionidae par l'indice R' dont ils classent les individus qui ont un rapport compris entre 0,52 et 0,62 dans la catégorie d'*A. anatina*. Ces résultats sont comparables à celles déterminés dans le barrage El Agrem de la région de Jijel (0,58-0,75). Alors que, *S. woodina* présente un rapport de 0,1-0,8 (SPYRA *et al.*, 2012) (Tab. 8).

*A. cygnea* domine quantitativement l'échantillon avec 48,33 % contre 40 % (*A. anatina*) et 11,66 % (*S. woodina*). Les deux dernières espèce s'intègrent dans la liste des bivalves protégés suite à l'effet néfaste de l'environnement (BOGAN 1993 ; KLISHKO 2012 ; LOPES-LIMA *et al.*, 2014). La présence de ces trois espèces est signalée dans plusieurs régions du monde ; au péninsule ibérique (ARAUJO *et al.*, 2009), à Bouches du Rhône en France (PAVON, 2011), au Rhin (BICHAN, 2017), ...etc.

RÜETSCHI *et al.* (2012), signale que l'Anodonte des étangs *A. cygnea* et ses habitats ne sont pas menacés. En général, la famille des Unionidae sont en danger d'extinction (WILLIAMS *et al.*, 1993). La présence de la mulette des cygnes en abondance peut être expliquée par les caractéristiques du site d'échantillonnage vue que cette espèce préfère les eaux stagnantes par rapport à *A. anatina* qui aime les eaux courantes (RÜETSCHI *et al.*, 2012 ; LOPES-LIMA *et al.*, 2014 ; BICHAIN, 2017). Cependant, dans les eaux de la Républiques Tchèque, *A. anatina* est plus abondante que *S. woodina* et *A. cygnea* qui est

considéré comme espèce rare dans ce pays ; d'où prend le nom d'Anodonte commun (BERAN, 2019).

*A. cygnea* a été décrite sur les côtes algériennes depuis 1847 par Deshayes dans les marécages boisés de la Calle, lac Fetzara près de Bône et les cours d'eau de la forêt d'Edough (BOURGUIGNAT, 1864), marocaine (BEDE, 1932) et au niveau de Oued Sedjenène en Tunisie (KHALLOUFI & BOUMAÏZA, 2005). Tandis que, l'anodonte chinoise *S. Woodiana* est considérée comme une espèce invasive dont l'introduction est possible dans la région alors que l'autre (*A. anatina*) est citée comme une forme juvénile d'*A. cygnea* par DAGET (1998). Cette espèce se confond avec *A. anatina* à cause de ses grandes ressemblances où HAAS (1969) le considère comme une seule espèce (*A. anatina*). Van Damme (1984) considère que *A. cygnea* et *A. anatina* sont deux formes proches et que les différences qui existent ne permettent pas de les séparer en deux espèces. De même MANDAHL-BARTH (1988) les considère deux formes de la même espèce. L'Anodonte des étangs, présente une sensibilité plus faible face à la dégradation de la qualité de l'eau par rapport aux autres moules des Unionidae dont elle occupe les fonds vaseux des plans d'eau de basse altitude du Plateau. Les plans d'eau riches en nutriments et souvent envahis de plantes aquatiques lui conviennent parfaitement. Elle vit également dans les étangs et les mares colonisés par les poissons, les bras morts en voie d'atterrissement et les eaux marécageuses (RÜETSCHI *et al.*, 2012). Son aire de distribution s'étend du Nord et Centre de l'Europe jusqu'en Grèce, Ouest de la Russie, Ukraine, Nord de la Turquie et Caucase (VRIGNAUD, 2009 ; BUCHANT, 2017). La forme est la taille de ces coquilles varient considérablement selon le milieu colonisé (stagnant ou courant) et selon le taux de carbonate de Calcium dissous dans l'eau (BUDDENSIEK, 1995 ; MOORKENS, 2000 ; RUDZITE, 2004). La forme de l'Anodonte des étangs, changera d'une forme allongée vers une forme ovale avec l'âge (DRANREB, 2019). C'est la seule espèce hermaphrodite parmi les Unionidae indigènes. Cette particularité lui confère un avantage dans les habitats isolés, qu'elle colonise souvent avec un nombre restreint d'individus. Ainsi, un individu isolé peut encore se reproduire (RÜETSCHI *et al.*, 2012).

*A. anatina* a été signalée environs la Calle en Algérie et oued Grou au Maroc (DAGET, 1998). Des *Anodonta* fossiles ont été signalées du Miocène de l'oued Smendou au nord de Constantine en Algérie par Coquand en 1854 (PAILARY, 1901) sous les noms d'*A. smendovenssis* (COQUAND, 1854) et *A. aquensis* (Matheron, 1842). Elle est largement répandue dans les fleuves, les rivières et les lacs (HINZMANN *et al.*, 2013) de l'Europe et de

l'Asie à une latitude de moins de 65 ° Nord de Portugal, Sicile et la Turquie jusqu'à lac Baïkal en Sibérie (GRAF, 2007), sur des substrats vaseux ou sableux d'une profondeur qui varie entre 20 et 30 cm de profondeur. Elle habite les eaux lenticules et lotiques (HINZMANN *et al.*, 2013). De ce fait, sa dissémination a pu se faire à la faveur de transport de poisson infecté par des larves. De même, la création de retenues collinaires lui a été favorable (VRIGNAUD, 2009).

*S. woodina* n'a jamais été signalé dans nos plans d'eau douce et même en Afrique (DAGET, 1998) et de même dans nos plans d'eau douce algériens. Cette espèce est originaire de l'Est de l'Asie (du bassin de l'Amour jusqu'au Cambodge) (DUDGEON & MORTON 1983 ; GIRARDI & LEDOUX, 1989 ; WATTERS, 1997). Elle est signalée également en Amérique centrale (WATTERS, 1997) et certains pays Européens (SPYRA *et al.*, 2012) dont elle est apparue au début en Roumanie dans les étangs piscicoles (SARKANY-KISS, 1986) et après en Hongrie (MIENIS, 2003) pour se propager dans la plupart des pays Européens à la suite : l'Autriche, la Hollande, la Pologne, l'Ukraine (MIENIS, 2006 a), l'Italie, la Roumanie, la Serbie (MIENIS, 2006 b), la Grèce (ALBRECHT *et al.*, 2006 ; MIENIS, 2006 c), la Slovaquie, la Belgique et l'Allemagne (MIENIS, 2003). La présence de nouvelles espèces s'explique par l'introduction des poissons hôtes comme vecteur pour la colonisation de nouveaux milieux aquatiques (RÜETSCHI *et al.*, 2012) comme il a été déclaré en Europe tels que la carpe herbivore *Ctenopharyngodon idella* (VALENCIENNES, 1844), *Aristichthys nobilis* (RICHARDSON, 1836) et *Hypophthalmichthys molitrix* (VALENCIENNES, 1844) (KRASZEWSKI & ZDANOWSKI, 2001). En France, son introduction s'est faite par l'intermédiaire d'Amours blancs (*Ctenopharyngodon idella*) parasités par des glochidies (VRIGNAUD, 2009).

La mulette chinoise est considérée comme espèce invasive ce qui est signalée en Europe (DOUDA *et al.*, 2011) et peut perturber le fonctionnement des biocénoses locales (HAKENKAMP *et al.*, 2001 ; SOUSA *et al.*, 2009). En Pologne par exemple, elle menace les espèces endémiques en particulier celles de la même famille (KRASZEWSKI & ZDANOWSKI, 2010). L'Anodonte chinoise *S. woodina* n'habite pas les eaux de basses températures (DOMAGALA *et al.*, 2007). En dehors de son aire de distribution d'origine, la présence de *S. woodina* dans nos plans d'eau est sous l'effet de certains facteurs influençant la répartition spatiale des espèces benthiques ; qui sont complexes et d'une approche difficile dont la granulométrie des substrats qui a été démontrée par de nombreux auteurs (SANDERS,

1958 ; RHOADS & YOUNG, 1970 ; BLOOM *et al.*, 1972 ; THOMASSIN, 1978 ; CHARDY & CLAVIER, 1988). De ce fait, la moule chinoise s'adapte aux différents plans d'eau douce (lacs eutrophes, étangs piscicoles, barrage) (POPA *et al.*, 2007 ; BERAN, 2008). L'introduction de cette espèce peut être due à l'introduction des espèces de carpes (empoissonnement), effectuées depuis 1990. En effet, son transport se fait accidentellement par des poissons hôtes des glochidies qui sont le vecteur de son introduction (GHERARDI *et al.*, 2008), ce qui a été signalé également dans le lac Maggiore en Italie (KAMBURSKA *et al.*, 2013). Ses captures ont été effectuées à des profondeurs comparables de notre travail (3 m) ; de 0,3 m à 6 m en France (ADAM, 2010) et de 1,5 à 2,5 m dans le lac Konin en Pologne (ZDANOWSKI, 2007).

Par un manque de temps et du matériel, seulement un seul site du barrage d'El Agrem a été inspecté deux fois en respectant la même méthodologie de l'inventaire qui est celle de FALKNER *et al.* (2001) où la plongée est la méthode de récolte la plus adaptée pour prélever les mollusques sur une surface définie. La différence entre les résultats obtenus lors des deux prélèvements est expliquée par les menaces naturelles communes pour les moules, incluant souvent la prédation, la compétition entre les espèces de moule, la sédimentation excessive, les inondations et les périodes de sécheresse, ou par son déplacement faible de quelques mètres au maximum dans une journée à l'aide de son pied (WHITFORD, 2012), ainsi que la méthode utilisée destructives (filets maillants, senne de plage, chalut de pêche) et non destructives (comptage visuel, télémétrie acoustique, vidéo sous-marine) et de l'effort d'échantillonnage dans l'espace et dans le temps (GRAY & BELL, 1986 ; LEBER & GREENING, 1986 ; BOUCHON-NAVARO *et al.*, 1992).

Il est généralement recommandé d'utiliser une large variété de méthodes directes et indirectes ainsi que techniques complémentaires pour l'identification des populations malacologiques, dont la puissance et la faiblesse dépendent de l'espèce étudiée (CADRIN *et al.*, 2005). Afin d'aboutir à une définition correcte d'un stock et de résoudre les anomalies apparentes entre les différentes méthodes, on utilise la technique « Holistic approach » (BEGG & WALDMAN, 1999 ; SWAIN *et al.*, 2005). Les méthodes d'identification des stocks peuvent être groupées en trois catégories (CADRIN *et al.*, 2005):

- Des méthodes basées sur les traits d'histoire de vie de bivalve comme la reproduction,
- la mortalité, la croissance et la distribution.

- Des méthodes basées sur les marqueurs comme la morphologie du corps, leur composition chimique, les caractères génétiques et les parasites.
- Des méthodes basées sur l'application de marquage comme le marquage recapture «tagging».

Les moules d'eau douce sont en déclin dans le monde (BOGAN, 1993 ; LYDEARD *et al.*, 2004) et la connaissance de la diversité et de la variabilité de la population et du potentiel reproductive a été identifié comme clé sa conservation et sa protection (FERREIRA-RODRIGUEZ *et al.*, 2019).

La majorité des individus d'*Anodonta* des étangs *A. cygnea* sont des femelles (40) et 18 cas d'hermaphroditismes avec absence de sexe male. Comme la plupart des moules d'eau douce (VAN DER SCHALIE, 1969, 1970 ; HEARD, 1975 ; MORTON, 1991 ; ARAUJO, 1995), l'*Anodonta* des étangs est considéré comme espèce gonochorique (GALHANO & SILVA, 1983) et le caractère hermaphrodite est signalé par BLOOMER (1930) et HEARD (1975), où cette espèce change et fertilise leurs propres gamètes. Tandis que, la majorité de la population des mulette de cygne de la lagune Mira au Portugal est hermaphrodites (LIMA *et al.*, 2012). Historiquement, des études des Unionidae indique que l'hermaphrodisme est rare ou occasionnel (VAN DER SCHALIE, 1966 ; HEARD, 1975 ; SMITH, 1979 ; DUDGEON & MORTON, 1983 ; KAT, 1983 ; BAUER, 2001). En revanche, 14 % de la population d'*A. cygnea* du lac Çıldır en Turquie sont des hermaphrodites contre 86 % de femelles (BASÇINAR & DÜZGÜNES, 2009). L'étude de GIRGIBO (2013) a montré la présence des deux sexes dans l'échantillon du lac Kojjärvi et Päijänne en Finlande. De même chez *A. anatina* ou le comportement sexuel est sous l'effet des conditions environnementales. Elles deviennent gonochoriques dans les eaux courantes alors que le taux d'hermaphrodisme augmente dans les eaux stagnantes ce qui est signalée par HINZMANN *et al.* (2013). Les sexes sont généralement séparés chez *Anodonta* des rivières avec quelques populations hermaphrodites dans les eaux continentales françaises (PRIE, 2013) alors que chez *A. cygnea*, les populations sont composées essentiellement d'individus hermaphrodites avec seulement quelques femelles. Les animaux deviennent hermaphrodites quand la densité diminue (BAUER & WÄCHTLER 2000 ; ARAUJO & RAMOS 2001) comme chez *M. margaritifera* et probablement chez *M. auricularia*, mais *U. crassus* se caractérise que par des sexes séparés avec une sex-ratio équilibré (ENGEL 1990 ; HOCHWALD 1997, 2001).

## 2. Symétrie et homogénéisation

Dans un deuxième temps, la description statistique des espèces a permis de montrer que sur un certain nombre de critères morphométriques, ainsi que sur la forme générale de la coquille et sur la croissance de l'Anodonte des étangs *A. cygnea* sont bien équivalves. Ceci permet désormais l'utilisation de la valve droite ou de la valve gauche indifféremment pour le reste de l'étude. Ces résultats sont identiques à ceux observés par ANCOLEN (2008) dans Lac de Neuchâtel en Suisse où les deux valves d'*A. cygnea* et *A. anatina* sont identiques et symétriques (Tab. 9).

## 3. Morphométrie

Pour conforter nos résultats, nous avons étudié la morphométrie somatique de la population d'Anodonte des cygnes *A. cygnea* car la condition préalable à toute étude d'un groupe d'animaux est l'identification des individus qui le composent et le concept morphologique estime que la distinction morphologique est le critère décisif du rang de l'espèce (De La Paz, 1975). Ce concept typologique est fallacieux car il surestime le rôle strictement secondaire des différences de forme.

Les analyses statistiques des caractères méristiques des populations d'Anodonte des étangs récoltées dans le barrage d'El Agrem, ont permis de mettre en évidence une nette individualisation des mulettes. Pour le nombre des rides de l'Umbo, *A. cygnea* dispose un nombre moyen de  $8,35 \pm 0,62$  statistiquement, plus élevés que toutes les autres espèces identifiées de la famille des Unionidae. Il varie de 4 à 8 chez *A. anatina* et de 5 à 8 chez la mulette chinoise.

De même, le nombre de stries de croissance qui interprète l'âge des mulettes du barrage d'El Agrem de la région de Jijel est identique au niveau de la valve gauche ( $5,31 \pm 1,20$  année) et droite ( $5,41 \pm 1,61$  année) ( $P > 0,05$ ). L'âge maximal identifié est de 9+. Les résultats du présent travail concernant la détermination de l'âge diffèrent à ceux trouvés dans le lac Kojärvi et Päijänne en Finlande, dont GIRGIBO (2013), a pu isoler 7 groupes d'âge (2+ à 9+) au lac Kojärvi contre 6 au lac Päijänne (2+ à 8+). La croissance est rapide dans le lac Kojärvi par rapport au lac Päijänne.

Toutefois, les données méristiques seules ne peuvent prétendre conduire à une certitude absolue des résultats, vu que pour chaque espèce, la probabilité n'est pas nulle de rencontrer des individus dont les caractères s'écartent des valeurs limites propre à l'espèce considérée. Des disparités observées au niveau de certains caractères numériques peuvent être dues aux aléas méthodologiques (limites de comptage) ou de la représentativité ou de la taille de l'échantillon dans certains cas. De plus, les résultats mentionnés dans la littérature pour les Mulettes Anodontes ne font pas de distinction entre les individus d'une même espèce dans le même site.

La nette séparation mise en évidence en utilisant les caractères méristiques, entre les mulettes Anodontes, est observée en utilisant la morphométrie somatique. Selon QUIGNARD (1978), toute variation d'un caractère morphologique, n'est peut être que l'amorce d'un phénomène de sous-spéciation ou de spéciation. La morphométrie fournit une image schématique et complémentaire de l'architecture d'une coquille et met en évidence une nette structuration de la population d'*A. cygnea* étudiée. On reconnaît toutefois les mulettes des cygnes du barrage El Agrem par une isométrie de croissance de l'épaisseur de la valve, une allométrie minorante pour la largeur, l'épaisseur totale de la valve, la longueur inter-ligament supérieure et inférieure. Et allométrie majorante en ce qui concerne la surface de la valve.

Les différences morphologiques sont observées chez d'autres espèces de mulettes. Utilisant la morphologie somatique, VANCOLEN (2008) a différenciés la population d'*A. cygnea* et *A. anatina* du Lac Neuchâtel en Suisse pour la caractérisation Lt/La ( $F = 44,43$  ;  $P \leq 0,001$  ; *A. cygnea* : isométrie ; *A. anatina* : allométrie minorante) et Lt/E ( $F = 12,70$  ;  $P \leq 0,001$  ; *A. cygnea* : isométrie ; *A. anatina* : isométrie). Tandis qu'une allométrie minorante est signalé en Filandre chez les deux espèces pour les la largeur, l'épaisseur et le poids ( $P \leq 0,001$ ) (ALDRIDGE, 1999) (Tab. 10). L'explication de ces différences morphologiques peut tenir simplement aux circonstances de croissance des échantillons étudiés où aux déterminismes génétiques liés à un processus sélectif local (LEMAIRE *et al.*, 2000). Cela peut également correspondre à la plasticité morphologique (CAPOCCIONI *et al.*, 2011) ou à une combinaison d'effets environnementaux et génétiques. Très probablement, la raison pour laquelle *A. cygnea* se présente comme étant un clade si complexe est liée à son cycle de vie distinct qui est, parmi les autres espèces, le plus associé à des environnements fragmentés (lagunes, estuaires et masses d'eau douce).



*A. cygnea* de la lagune Mira au Portugal sont hermaphrodites (LIMA *et al.*, 2012) à une taille moyenne de  $127 \pm 25$  mm (94-170 mm) et un poids moyen de  $256 \pm 90,5$  g (132,8 – 4015 g). Ces valeurs sont proches à nos résultats obtenus où la taille de cette Anodonte varie entre 102 mm et 191 mm. Par contre, KHALLOUFI & M. BOUMAÏZA (2005), signale une taille moyenne de  $72,44 \pm 11,55$  mm à Oued Sedjenène en Tunisie (80,56-42,86 mm). La taille maximale de 200 mm est observée au niveau des plans d'eau du Bouches du Rhône en France (PAVON, 2011) et de 170 mm au péninsule ibérique (ARAUJO *et al.*, 2009). *A. anatina* de nos prélèvements est plus grande (201 mm) que les individus d'*A. cygnea* (191 mm) et *S. woodina* (200 mm). Tandis que, BICHAN (2017) mentionne que la moule chinoise comme l'espèce géante de la famille des Unionidae au Haut et du Bas Rhinde dont elle peut atteindre 260 mm (Tab. 10). Dajet (1998), indique une taille de 85 mm et 137 mm pour *A. anatina* et *A. cygnea* respectivement. Cette dernière est plus grande dans les eaux de Filandre (150,5 mm) par rapport à la moule des rivières (116 mm) (ALDRIDGE, 1999).

#### 4. Relation taille-poids

La croissance relative indique une allométrie minorante pour la population totale d'*A. cygnea* et une isométrie de croissance pour la relation taille-poids des valves vides. La croissance relative est variable dans le temps sous l'influence de plusieurs facteurs biotiques et abiotiques, notamment la disponibilité de la nourriture au niveau de l'habitat, le développement des gonades et la période de reproduction (BAGENAL & TESCH, 1978) et la température de l'eau (JOBBLING, 1997 ; CAMPANA & NEILSON, 1985). Le poids maximal d'Anodonte des étangs échantillonnée (628,4 g) est nettement inférieur à celui du Lac Çıldır en Turquie (163 g) (Başçınar & Düzgüneş, 2009) et de *S. woodina* du Lac Maggiore (400,12 g) (KAMBURSKA *et al.*, 2013 (Tab. 10).

# Conclusion

A partir des pêches expérimentales par une plongée, réalisées le 12 Avril et le 13 juin 2022, nous avons échantillonné un total de 120 individus rattachés à 2 genres de la famille d'Unionidae (88,33 % : *Anodonta* et *Sinanodonta*) et 3 espèces (*A. cygnea* (48,33 %), *A. anatina* (40 %) et *S. woodina* (11,66 %)) avec une dominance de la moulette *A. cygnea*. L'anodonte des cygnes et des rivières ont été déjà décrites par des travaux antérieurs aussi bien sur les côtes Algériennes que dans certains pays du bassin Méditerranéen avec des proportions numériques qui diffèrent d'une aire géographique à une autre. Contrairement à ces deux représentants du genre *Anodonta* ; *S. woodina* est signalée pour la première fois en Algérie. Ces différences de la richesse spécifique ou des abondances sont attribuées à de nombreux facteurs tels que la méthode, la stratégie et l'effort d'échantillonnage ainsi que les caractéristiques et les particularités environnementales locales. La diversité spécifique peut être biaisée parfois par l'action conjuguée de ces facteurs. Comparé à d'autres espèces des moules d'eaux douce, le genre *Anodonta* et *Sinanodonta*, mérite une attention toute particulière dans nos plans d'eau.

Le test d'égalité des moyennes par critères et par classe de taille prouve la similitude métrique et pondérale des valves gauches et droites des mulettes des étangs à été confirmé par le test de symétrie ainsi que la normalité.

Pour le nombre des rides de l'Umbo, *A. cygnea* dispose un nombre moyen de  $8,35 \pm 0,62$  statistiquement, plus élevés que toutes les autres espèces identifiées de la famille des Unionidae. Il varie de 4 à 8 chez *A. anatina* et de 5 à 8 chez la moulette chinoise. L'analyse statistique du nombre des rides de l'umbo d'*A. cygnea* ne montre aucune différences significatives n'a été signalé entre le e nombre des rides de l'umbo d'*A. cygnea* de la valve gauche et droite ( $P > 0,05$ ). Alors que le comptage des stries de croissance internes et externes au niveau des coquilles, nous ont donné 5 groupes d'âges de 4+ et 9+ ans. La longueur totale (Lt) et le poids total (Pt) varient entre 130 - 191 mm et entre 102,9 - 628,4 g, respectivement.

Tous les paramètres mesurés sont significativement corrélés à la longueur totale ou à l'épaisseur totale de la valve gauche ( $0,74 \leq r \leq 0,98$  ;  $P \leq 0,001$ ). La plus faible corrélation est celle qui lie l'épaisseur de la valve gauche à la longueur totale. L'isométrie de croissance ne concerne qu'un seul caractère l'épaisseur des valves vides. Quatre mesures présentent une allométrie minorante : la largeur, l'épaisseur totale de la valve, la longueur inter-ligament

supérieure et inférieure. Seule la surface de la valve gauche présente une croissance majorante.

La croissance relative d'*Anodonta* des rivières est minorante ( $b = 2,45$ ). Elle est globalement isométrique pour la relation poids des valves vides ( $b = 3,01$ ) en fonction de la longueur totale.

### **Perspective**

Afin de mieux inventorier les différentes espèces de mollusques bivalves de nos plans d'eau, un échantillonnage plus serré et étalé dans le temps, en utilisant des méthodes de prélèvement différentes mais complémentaires, permettrait non seulement de capturer d'autres espèces des Unionidae et d'autres familles, mais éventuellement de mettre en évidence : le rôle de nurserie de la zone d'étude pour cette famille, son maintien et sa durabilité dans le temps et la croissance favorable des glochidies et des stades juvéniles fera l'intitulé d'autres travaux.

Les résultats soulèvent les questions d'une possible répartition hétérogène des mulettes et d'une invasion d'une nouvelle espèce introduite occasionnellement *S woodina* à travers les poissons d'où nécessite une étude plus approfondie sur la répartition spatiale de chaque espèce, les caractéristiques de chaque site, la densité et l'abondance de chaque espèce et le plus important de connaître .....

## Références bibliographiques

ADAM, B., 2010. L'Anodonte chinoise *Sinanodonta woodiana* (Lea, 1834) (Mollusca, Bivalvia, Unionidae): une espèce introduite qui colonise le bassin Rhône-Méditerranée. *Journal électronique de la malacologie continentale* 6: 278–28.

ALBRECHT, C., LOHFINK, D. & R. SCHULTHEIß. 2006. Dramatic Decline and loss of mollusc diversity in long-lived lakes in Greece. *Tentacle* 14: 11-13.

ALDRIDGE D.C. 1999. The morphology, growth and reproduction of Unionidae (Bivalvia) in a fenland waterway. *Journal of Molluscan Studies*, 65: 47-60. ALTABA C.R. 1990. T

FRANC, A. 1957. Mollusques terrestres et fluviatiles de l'archipel néo-calédonien (1957), André Franc (1911-2000), Paris, Éditions du Muséum ; (Lons-le-Saunier, impr. de M. Declumé) 200 p.

ANONYME, 2022. Agence Nationale des barrages et transfert. Soudoud-Dzair.

ARAUJO, R. & M.A. RAMOS, 2001. Action plans for *Margaritifera auricularia* and *Margaritifera margaritifera* in Europe. Council of Europe Publishing, Strasbourg.

ARAUJO, R., REIS, J., MACHORDOM, A., TOLEDO, C., MADEIRA, M. J., GÓMEZ, I., VELASCO, J., C., MORALES, J., BAREA, J., M., ONDINA, P. & AYALA, I., 2009. Las náyades de la península Ibérica. *Sociedad Española de Malacología*. 27 (2): 7-72.

BASÇINAR N. S. & DÜZGÜNES, E., 2009. A Preliminary Study on Reproduction and Larval Development of Swan Mussel [*Anodonta cygnea* (Linnaeus, 1758)] (Bivalvia: Unionidae), in Lake Çıldır (Kars, Turkey). *Turk. J. Fish. Aquat. Sci.* 9: 23-27.

Bauer, G. & K. Wächtler, 2000. Environmental relationships of Naiads: threats, impact on the ecosystem, indicator function. In G. Bauer & K. Wächtler (eds.), *Ecology and evolution of the freshwater mussels Unionoida*. Springer, Berlin: 311-315.

Bauer, G. 2001. Frame work and driving forces for the evolution of Naid life histories in Bauer G., Wachtler K. eds, *Ecological studies: Ecology and evolution of the fresh water mussels unionida*, vol. 145, Berlin: *Springer-Verlag*, 233-255.

BAUER, G. 2001. Framework and driving forces for the evolution of naiad life histories, In: G. Bauer and K. Wächtler (Eds.), *Ecology and Evolution of the Freshwater Mussels Unionoida*, Ecological Studies. Springer - Verlag Berlin Heidelberg, 145: 233-255.

BEDE, P., 1932 - Le genre *Anodonta* au Maroc. *Bull. Soc. Sei. nat. Maroc*, 12 (7-8): 223-227, 3 fig.

BEGG G.A., WALDMAN J.R., 1999. An holistic approach to fish stock identification. *Fisheries Research*, 43: 35-44.

BEGG G.A., Waldman J.R., 1999. An holistic approach to fish stock identification. *Fisheries Research*, 43: 35-44.

BERAN, L., 2008: Expansion of *Sinanodonta woodiana* (LEA, 1834) (Bivalvia, Unionidae) in the Czech Republic.– *Aquat. Inv.* 3: 91–94.

BERAN, L., 2019. Distribution and recent status of fresh water mussels of family Unionidae (Bivalvia) in the Czech Republic. *Knowl.Manag.Aquat.Ecosyst.* 420, 45.

BEYER, J.E. 1991. On length-weight relationships. 2. Computing mean weights from length statistics. *Fishbyte* 9, 50-54.

BICHAIN, J.M. 2017. Les macro-bivalves (Anodontes, Corbicules, Moules et Mulettes) du Haut- et du Bas-Rhin. Malacofaune d'Alsace (cahier technique - volume 3) : 46 pp.

BIELER, R.; CARTER, J. G.; COAN, E. V. (2010). Classification of Bivalve families. Pp. 113-133, in: Bouchet P. & Rocroi J.-P. (2010), Nomenclator of Bivalve Families. *Malacologia*. 52(2): 1-184.

BLOOM, S.A. SIMON, J.L., HUNTER, V.D., 1972. Animal-sediment relations in community analysis of a Florida estuary. *Mar. Biol.* 13 : 43-56.

BLOOMER, H. H., 1930. A note on the sex of *Anodonta cygnea*. Proceeding of the malacological society of London. 19: 10-14.

BOGAN AE., 1993. Freshwater bivalve extinctions (Mollusca: Unionoida) a search for causes. *American Zoologist* 33: 599-609.

BOGATOV, V. V., STAROBOGATOV, Y. I. & PROZOROVA, L. A., 2005. Mollusks of the genus *Collepteron* (*Anodontinae*, Bivalvia) from Russia and adjacent territories. *ZoolZhurnal*. 84: 1050-1063.

BOUCHON-NAVARO Y., BOUCHON C. & M. LOUIS, 1992. L'ichtyofaune des herbiers de phanérogames marines de la baie de Fort-De-France (Martinique, Antilles Françaises). *Cybiurn*, 16 (4): 307-330.

BOURGUIGNAT, J.R., 1864 - Malacologie de l'Algérie, Paris, Challamel aîné éd., vol. 2, 380 p., 26 pl.

BUDDENSIEK, V. 1995. - The culture of juveniles freshwater pearl mussels *Margaritifera margaritifera* L. in cages: a contribution to conservation programmes and the knowledge of habitat requirement. *Biological Conservation* 74: 33-40.

BURLAKOVA L E, KARATAYEV A Y, KARATAYEV V A, MAY M E, BENNET D L, COOK M J. 2011. Endemic species: contribution to community uniqueness effect of habitat alteration, and conservation priorities. *Biol Conserv.* 144:155-165.

CADRIN S.X., FRIEDLAND K.D., WALDMAN J.R., 2005. Stock identification methods: applications in Fishery Science. *Elsevier Academic Press*, 719 pp.

CAMUSSO, M., BALESTRINI, R., MURIANO, F., MARIANI, M., 1994. Use of freshwater mussel *Dreissena polymorpha* to assess trace metal pollution in the lower River Po (Italy). *Chemosphere* 29, 729-745.

CAPOCCIONI F., COSTA C., AGUZZI J., MENESATTI P., LOMBARTE A., CICCOTTI E.,

2011. Ontogenetic and environmental effects on otolith shape variability in three Mediterranean European eel (*Anguilla anguilla*, L.) local stocks. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 397: 1-7.

CHARDY, P., OAVIER, J., 1988. Biomass and trophic structure of the macrobenthos in the south-west lagoon of New Caledonia. *Mar. BioL*, 99 : 195-202.

CUVIER, G., 1798 - Tableau élémentaire de l'Histoire naturelle des animaux. Paris, Baudoin éd., 710 p., 14 pl.

CUVIER, G., 1817 - Le Règne animal distribué d'après son organisation. Paris, Déterville éd., vol. 2: xviii + 532 p.

CUVIER, G., 1830 - Le Règne animal distribué d'après son organisation ( 2e édition). Paris, Déterville éd., vol. 3: 504 p.

DAGET J., 1998. Catalogue raisonné des Mollusques bivalves d'eau douce africains. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands / Orstom, Paris, France. 329p.

DAGET, J. 1976. Les modèles mathématiques en écologie. *Masson*, Paris. 172 p.

DAGNELIE, P. 1975. Théorie et méthodes statistiques. 2: les méthodes de l'inférence statistique. Les presses agronomiques de Gembloux. 451 p.

DARWALL, W.R.T., SMITH, K.G., ALLEN, D.J. & HOLLAND, R.A., 2011. The diversity of life in African freshwaters: under water, under threat: an analysis of the status and distribution of freshwater species throughout mainland Africa. [Online]. Cambridge, UK and Gland, Switzerland, IUCN.

DE LE PAZ R. 1975. Systématique et phylogénèse des Sparidae du genre *Diplodus* Raf. (Pisces, Teleostei). *Trav. Doc. ORSTOM.*, 45: 1-96.

DESHAYES, G.P., 1847 - Histoire naturelle des Mollusques. In: Exploration scientifique de l'Algérie. Paris, *Imp. natn.*, *Atlas*: 135 pl.

DODGE, H., 1952 -A historical review of the Mollusks of Linnaeus. Part 1. The classes Loricata and Pelecypoda. *Bull. Amer. Nat. Hist.*, 100 (1): 1-264.

DOMAGAŁA, J., A. M. ŁABĘCKA, B. MIGDALSKA & M. PILECKA-RAPACZ, 2007: Colonization of the channels of Międzyodrze (North-Western Poland) by *Sinanodonta woodiana* (LEA, 1834) (Bivalvia, Unionidae). – *Pol. J. Nat. Sci.* 22: 679–690.

DOUDA, K., M. VRTILEK, O. SLAVIK AND M. REICHARD, 2011: The role of host specificity in explaining the invasion success of the freshwater mussel *Anodonta woodiana* in Europe. – *Biol. Inv.* Published online 09 April 2011.

DRANREB, B., 2019. Anodonte des cygnes (*Anodonta cygnea*, Linné) Moule géante d'eau douce connue des Romain.

DUDGEON, D. & B. MORTON, 1983, The population dynamics and sexual strategy of



*Anodonta woodiana* (Bivalvia: Unionacea) in Plover Cove Reservoir, Hong Kong. *Journal of zoology*, 201: 161–183.

ELLIOTT, N.G., HASKARD, K. AND KOSLOW, J.A., 1995. Morphometric analysis of orange roughly (*Hoplostethus atianticus*) off the continental slope of Southern Australia. *J. Fish. Biol.*, 46: 202-220.

ENGEL, H., 1990. Untersuchungen zur Autökologie von *Unio crassus* (Philipsson) in Norddeutschland, Universität Hannover, Hannover.

ETHAN J. NEDEAU, MARK M. MCCOLLOUGH, AND BETH I. SWARTZ, 2003. The Freshwater Mussels of Maine. 31 p.

FALKNER, G., OBRDLIK, P., CASTELLA, E. & SPEIGHT, M. D. C. 2001. Shelled Gastropoda of Western Europe. München. (Friedrich Held Gesellschaft): 267 pages.

FAO, 1981. Développement de l'aquaculture continentale en Chine. Rapport du Voyage d'Etude FAO/PNUD organisé pour les pays africains francophones. 22 avril – 20 mai 1980. FAO Doc. *Tech.Pêches*, (215): 152 p.

FAO, 2019. Global Fishery and Aquaculture Production Statistics 1950–2017 (v2019.1.0), published through FishStatJ. [www.fao.org/fshery/statistics/software/fshstatj/en](http://www.fao.org/fshery/statistics/software/fshstatj/en).

FERREIRA-RODRÍGUEZ, N., AKIYAMA, Y. B., AKSENOVA, O. V., ARAUJO, R., BARNHART, M. C., BESPALAYA, Y. V. & VAUGHN, C. C., 2019. Research priorities for freshwater mussel conservation assessment. *Biological Conservation*, 231, 77–87.

FRODE ØDEGAARD, 2000. « How many species of arthropods? Erwin's estimate revised », *Biological Journal of the Linnean Society*, vol. 71, n° 4, 2000, p. 583–597.

FRONTIER S. 1983. Stratégies d'échantillonnage en écologie. Masson, Paris. 494 p.

GALHANO, M. H. & M.SILVA, 1983. The reproductive cycle of *Anodonta cygnea* L. from the Mira lagoon (Portugal). *Publicações do Instituto de Zoologia Dr. Augusto Nobre*, 179: 1–5.

GERARD A., 1978. Recherches sur la variabilité de diverses populations de *Ruditapes decussatus* et *R. philippinarum* (Veneridae, Bivalvia), Thèse 3<sup>e</sup> cycle, Univ. Bretagne Occidentale, Brest, France, 149 p.

GERMAIN, L. 1905. Note sur les mollusques du Sahara et plus particulièrement du Touat: 35S-360. In: Gautier, Le Sahara, Appendice X, Paris.

GHERARDI F, BERTOLINO S, CASELLATO S, CIANFANELLI S, FERRAGUTI M, LORI E, MURA G, NOCITA A, RICCARDI N, ROSSETTI G, ROTA E, SCALERA R, ZERUNIAN S, TRICARICO E (2008) Animal xenodiversity in Italian inland waters: distribution, modes of arrival, and pathways. *Biological Invasions*10: 435–454.

GIRARDI, H. & J.C. LEDOUX. 1989. Présence d'*Anodonta woodiana* (Lea) en France (Mollusques, Lamellibranches, Unionidae). *Bull. mens. Soc. Linn. Lyon* 58(9): 286-291.

GIRGIBO N., 2013. Morphological variation of the unionidae mussel *Anodonta anatina*. Mémoire de master. University of Jyväskylä, Faculty of Science. 36p.

GIUSTI F., CASTAGNOLO L., MORETTI L. Y RENZONI A. 1975. The reproductive cycle and the glochidium of *Anodonta cygnea* L. from Lago Trasimeno (Central Italy). Mo

GRAF D L. 2007. Palearctic fresh water mussel (Mollusca: Bivalvia: Unionoida) diversity and the Comparative Method as a species concept. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia* 156:71–88.

GRAF, DL., CUMMINGS KS. 2006. Palaeoheterodont diversity (Mollusca: Trigonioida + Unionoida): what we know and what we wish we knew about freshwater mussel evolution. *Zool J Linn Soc* 148:343-394.

GRAY C.A. & J.D. BELL, 1986. - Consequences of two common techniques for sampling vagile macrofauna associated with the seagrass *Zostera capricorni*. *Mar Ecol Prog Ser*, 28: 43-48

GRAY, L. E., 1847 -A list of the genera of recent Mollusca, their synonyma and types. Proc. 2001. Soc. London: 129-219.

HAAS, F., 1969 - Superfamilia Unionacea. In: Das Tierreich, Berlin, 88: ix + 663 p.

HAKENKAMP, C. C., S. G. RIBBLETT, M. A. PALMER, C. M. SWAN, J. W. REID & M. R. GOODISON, 2001: The impact of an introduced bivalve (*Corbicula fluminea*) on the benthos of a sandy stream. – *Freshw. Biol.* 46: 491–501.

HARMAN, W. N. 1972. Benthic substrates: their effects on freshwater mollusca. *Ecology*, 53: 271-277.

HARMELIN-VIVIEN M., HARMELIN J.G., CHAUVET C., DUVAL C., GALZIN R., LEJEUNE P., BARNABE G., BLANC F., CHEVALIER R., DUCLERC J. & G. LASSERRE, 1985. Évaluation visuelle des peuplements et populations de poissons. Problèmes et méthodes. *Rev. Ecol. (Terre Vie)*, 40: 467-539.

HEARD, W. H., 1975. Sexuality and other aspects of reproduction in *Anodonta* (Pelecypoda: Unionidae). *Malacologia*, 15: 81–103.

HINZMANN, M., LOPES-LIMA, M., TEIXEIRA, A., VARANDAS, S., SOUSA, R., LOPES, A., FROUFE, E., MACHADO, J., 2013. Reproductive Cycle and Strategy of *Anodonta anatina* (L., 1758): Notes on Hermaphroditism. *Journal of Experimental Zoology Part A: Ecological Genetics and Physiology* 319, 378–390.

HOCHWALD, S., 1997. Populationsökologie der Bach muschel (*Unio crassus*). Bayreuther Forum Ökologie 50.

HOCHWALD, S., 2001. Plasticity of life-history traits in *Unio crassus*. In G. Bauer & K. Wächtler (ed.), *Ecology and evolution of the Freshwater Mussels Unionoida*. Springer,

Berlin, Heidelberg: 127-141.

HOWARD, J. K., & CUFFEY, K. M., 2006. The functional role of native fresh-water mussels in the fluvial benthic environment. *Freshwater Biology*, 51, 460-474.

HUBER M., 2010. Compendium of Bivalves. A Full-color Guide to 3'300 of the World's Marine Bivalves. A Status on Bivalvia after 250 Years of Research, Hackenheim, ConchBooks, 901 pp. + CD p.

JACQUES WHITFORD STANTEC LIMITED. 2012. Preliminary Assessment of the Recovery Potential of the Brook Floater (*Alasmidonta varicosa*), Canadian Population. Can. Manusc. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2995: vii + 42 p.

JONES, R. 1950. Propagation of fresh-water mussels, the progressive fish-culturist, U.S. Fish and wildlife service craborchard national wildlife refuge carterville. Illinois: 13-25.

KAMBURSKA L, LAUCERI R, BELTRAMI M, BOGGERO A, CARDECCIA A, GUARNERI I, MANCA M, RICCARDI N (2013) Establishment of *Corbicula fluminea* (O.F. Müller, 1774) in Lake Maggiore: a spatial approach to trace the invasion dynamics. *BioInvasions Records* 2: 11–23.

KAMBURSKA LYUDMILA, ROSARIA LAUCERI AND NICOLETTA RICCARDI, 2013. Establishment of a new alien species in Lake Maggiore (Northern Italy): *Anodonta* (*Sinanodonta*) *woodiana* (Lea, 1834) (Bivalvia: Unionidae). *Aquatic Invasions (2013) Volume 8, Issue 1*: 111–116.

KARATAYEV AY, PADILLA DK, MINCHIN D, BOLTOVSKOY D, BURLAKOVA LE (2007) Changes in global economies and trade: the potential spread of exotic freshwater bivalves. *Biological Invasions* 9: 161–180.

KAT, P. W., 1983. Sexual selection and simultaneous hermaphroditism among the Unionidae (Bivalvia: Unionidae). –*Journal of zoology*, 201: 395–416.

KHALLOUFI, N. & BOUMAÏZA, M. 2005. Première note sur la présence d'*Anodonta cygnea* (Linnaeus, 1758) (Mollusca, Bivalvia, Unionidae) en Tunisie. *Zool. baetica*, 16: 21-29.

KILLEEN, I.J., D. ALDRIDGE & G. OLIVER, 2004. Freshwater bivalves of Britain and Ireland. FSC/AIDGAP, London, 144 pp.

KLISHKO OK 2012. MOLLUSCA. *IN*: KOVALEVA TC, ANDREEV AV (EDS) Red Book of the Zabaikalsky Territory: Animals. Novosibirsky Publishing House, Novosibirsk, 207–238. [In Russian].

KLISHKO, O., LOPES-LIMA, M., FROUFE, E., BOGAN, A., VASILIEV, L. & YANOVICH, L., 2017. Taxonomic reassessment of the freshwater mussel genus *Unio* (Bivalvia: Unionidae) in Russia and Ukraine based on morphological and molecular data. *Zootaxa* 4286 (1) : 093–112.

KRASZEWSKI A, ZDANOWSKI B, 2007. *Sinanodonta woodiana* (Lea, 1834) (Mollusca) – a new mussel species in Poland: occurrence and habitat preferences in the heated lake system.

Polish *Journal of Ecology* 55(2): 337–356.

KRASZEWSKI, A. & B. ZDANOWSKI, 2008–2010: *Sinanodonta woodiana* (LEA, 1834) szczeżuja chińska – In: Z. GŁOWACIŃSKI, H. OKARMA, J. PAWŁOWSKI and W. SOLARZ (eds.), *Księga gatunków obcych inwazyjnych w faunie Polski*.

LAMARCK, J.B., 1799 - Prodrome d'une nouvelle classification des coquilles. *Mém. Soc. Hist. nat. Paris*: 63-91.

LEBER K.M. & H.S. GREENING, 1986. Community studies in seagrass meadows: a comparison of two methods for sampling macro-invertebrates and fishes: *Fish. Bull.*, 84 (2): 443-450.

LEMAIRE C., ALLEGRUCCI G., NACIRI M., BAHRI-SFAR L., KARA M.H., BONHOMME F., 2000. Do discrepancies between microsatellite and allozyme variation reveal differential selection between sea and lagoon in the sea bass (*Dicentrarchus labrax*)?. *Molecular Ecology*, 9: 457-467.

LETOURNEUX, A. & BOURGUIGNAT, J.R., 1887. *Prodrome de la Malacologie terrestre et fluviatile de la Tunisie*. Paris, 166 p

LIMA, P., MONTEIRO S. M., SOUSA M. & MACHADO, J., 2012. A Histological Study of Oogenesis in the Freshwater Mussel *Anodonta cygnea* (Linnaeus, 1758) in Mira Lagoon, Portugal. *Malacologia*, 55(2): 251-261.

Linnaeus, c., 1758 - *Systema Naturae*, 10e éd., vol. 1 (1-6): 824 p.

LOPES-LIMA, M., BURLAKOVA, L. E., KARATAYEV, A. Y., MEHLER, K., SEDDON, M., & SOUSA, R. 2018. Conservation of freshwater bivalves at the global scale: Diversity, threats and research needs. *Hydrobiologia*, 810, 1–14.

LOPES-LIMA, M., SOUSA, R., GEIST, J., ALDRIDGE, D. C., ARAUJO, R., BERGENGREN, J., ZOGARIS, S. 2017. Conservation status of freshwater mussels in Europe: State of the art and future challenges. *Biological Reviews*, 92, 572–607.

LOPES-LIMA, M., TEIXEIRA, A., FROUFE, E., LOPES, A., VARANDAS, S., & SOUSA, R. 2014. Biology and conservation of freshwater bivalves: Past, present and future perspectives. *Hydrobiologia*, 735, 1–13.

LYDEARD C, COWIE RH, PONDER WF, BOGAN AE, BOUCHET P, CLARK SA, CUMMINGS KS, FREST TJ, GARGOMINY O, HERBERT DG, HERSHLER R, PEREZ KE, ROTH B, SEDDON MB, STRONG EE, THOMPSON FG (2004). The global decline of nonmarine mollusks. *BioScience* 54 (4): 321–330,

LYDEARD C, MAYDEN RL. 1995. A diverse and endangered aquatic ecosystem of the southeast United States. *Conservation Biology* 9:800–805

LYDEARD, C., COWIE, R. H., PONDER, W. F., BOGAN, A. E., BOUCHET, P., CLARK, S. A., & THOMPSON, F. G. (2004). The global decline of nonmarine mollusks. *BioScience*, 54, 321– 330.

MACAN, T. T. 1950. Ecology of freshwater Mollusca in the English Lakes District. *Journal of Animal Ecology*, 19: 124-146.

MANDAHL-BARTH, G., 1988 - Studies on african freshwater bivalves. Publ. Danish Bilharziasis Laboratory: 161 p., 410 fig.

MARLENE, E., C. FABBRO, R. S. SCHNEIDER & FOSTER, W., 2005. *Journal of great lakes research: devoted to research on large lakes of the world and their watersheds*. Volum 31, number 1. ISSN 0380-1330.

MIENIS, H. K. 2003. Additional information concerning the conquest of Europe by the invasive Chinese Pond Mussel *Sinanodonta woodiana*. 8. Where are the records from the Netherlands ? *Ellipsaria* 5(3): 14-15.

MIENIS, H. K. 2006 a. Additional Information Concerning the Conquest of Europe by the Invasive Chinese Pond Mussel *Sinanodonta woodiana*. 13. News from Austria, the Netherlands, Poland and Ukraine. *Ellipsaria* 8(2): 9-10.

MIENIS, H. K. 2006 b. Additional Information Concerning the Conquest of Europe by the Invasive Chinese Pond Mussel *Sinanodonta woodiana*. 14. News from Italy, Romania and Serbia. *Ellipsaria* 8(3): 8-9.

MIENIS, H. K. 2006 c. Additional Information Concerning the Conquest of Europe by the Invasive Chinese Pond Mussel *Sinanodonta woodiana*. 12. News from Austria, Slovakia and Greece. *Ellipsaria* 8(1): 8-9.

MOLLUSCABASE EDS. (2021) MolluscaBase. Accessed at <http://www.molluscabase.org> on yyyy-mm-dd. [Online]. Available from: <https://www.doi.org/10.14284/448>

MOORKENS, E. A. 2000. - Conservation Management of the Freshwater Pearl Mussel *Margaritifera margaritifera*. Part 2: Water Quality Requirements. Irish Wildlife Manuals, No. 9, 44 pp.

MORELET, A., 1864. Description de coquilles inédites. *Journ. De Conchyl.*, 12: 155-159.

MORTON, B., 1991. Do the Bivalvia demonstrate environment-specific sexual strategy? A HonG-Kong model. *Journal of Zoology*, 223: 131-142.

MOUThON, J., 2008. Discovery of *Sinanodonta woodiana* (LEA, 1834) (Bivalvia: Unionacea) in an eutrophic reservoir: the Grand Large upstream from Lyon (Rhône, France). – *MalaCo*. 5: 241–243.

NEDEAU, E.J., BETH I. SWARTZ. 2007. Freshwater mussel assessment. Maine Department of Inland Fisheries and Wildlife, Bangor, Maine, 116 p.

NEDEAU, E.J., VICTORIA, J. 2003. A Field Guide to the Freshwater Mussels of Connecticut. Bureau of Natural Resources / Wildlife Division, Department of Environmental Protection, Hartford, Connecticut, 33 p.

NEVES, R. J., 1999. Conservation and commerce: Management of fresh water mussel (Bivalvia: Unionoidea) sources in the United States. *Malacologia* 41:461–474.

NICHOLS J.R., SCHINGOETHE D.J., MAIGA H.A., BROUK M.J. & PIEPENBRINK M.S. 1998. Evaluation of corn distillers grains and ruminally protected lysine and methionine for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 81 (2): 482-491.

OLGA K. K., LOPES-LIMA, M., FROUFE, E., BOGAN A., E. & ABAKUMOVA V. Y., 2016. Systematics and distribution of *Cristaria plicata* (Bivalvia, Unionidae) from the Russian Far East. *Zoo Keys*. 580: 13–27.

OLGA K. KLISHKO, MANUEL LOPES-LIMA, ARTHUR E. BOGAN, DMITRY V. MATAFONOV, ELSA FROUFE, 2018. Morphological and molecular analyses of Anodontinae species (Bivalvia, Unionidae) of Lake Baikal and Transbaikalia.

PALLARY, P., 1901 - Sur les Mollusques fossiles terrestres et fluviatiles de l'Algérie. *Mém. Soc. géol. Fr., Paléont.*, 22: 206 p., 6 pl.

PALLARY, P., 1923 a. Description de trois Mollusques nouveaux du Maroc. *Bull. Soc. Sc. nat. Maroc*, 3 (34): 78-79.

PALLARY, P., 1923 b. Faune malacologique des eaux douces de la Tunisie. *Arch. Inst. Pasteur Afr. Nord*, 3 (4): 22-47, 1 pl.

PAQUET, A., PICARD, I., CARON, F., ROUX, S. 2005. Les moules au Québec. Le naturaliste canadien. La société québécoise d'histoire naturelle du Canada. Québec, Canada. Vol. 129 No.1, p.78-85.

PAULY, D. 1993. Fishbyte section editorial. *Naga, ICLARM Quart.* 16, 26.

PAVON, D., 2011. Memento pour l'aide à la détermination des mollusques continentaux du département des bouches-du-rhône. 1<sup>re</sup> édition. issn 0373-0875.

PERES, J. M., 1938 - Sur une nouvelle espèce marocaine du genre *Anodonta*. *Bull. Mus. natn. Hist. nat., Paris*, (2) 10: 425-428, 2 fig.

PETRAKIS, G. & STERGIU, K.I., 1995. Weight-length relationships for 33 fish species in Greek waters. *Fish. Res.*, 21: 465-469.

PHILIPPE BOUCHET, SOPHIE BARY, VIRGINIE HEROS & GILBERTO MARANI MUSEUM, 2016. *How many species of molluscs are there in the world's oceans, and who is going to describe them?* Philippe, Paris, Muséum national d'histoire naturelle, 2016, 463 p. p. 9-24.

POPA, O. P., B. S. KELEMAN, D. MURARIU & L. O. POPA, 2007: New record of *Sinanodonta woodiana* (LEA, 1834) (Mollusca: Bivalvia: Unionidae) from Eastern Romania. – *Aquat. Inv.* 2(3): 265–267.

PRAGER M.H., SAILA, S.B., RECKSIEK, C.W., 1989. FISHPARM: a microcomputer program for parameter estimation of nonlinear models in fishery science. 2nd edition, Old

Dominion University, Oceanography technical report 87-10, Norfolk, Virginia, 36pp.

PRIE, V., 2013. Taxonomie et biogéographie des mollusques d'eau douce patrimoniaux : quelles échelles pour la délimitation des taxons et des unités de gestion ? Thèse de Doctorat. Ecole Doctorale Sciences de la Nature et de l'Homme – ED 227. 300p.

QUIGNARD J.P., 1978. Introduction à l'ichthyologie méditerranéenne: aspect général du peuplement. *Bulletin de l'Office National des pêches de Tunisie*, 2: 3-21.

RAFINESQUE, CS., 1815 - Analyse de la Nature ou tableaux de l'Univers et des corps organisés. Palerme, 224 p.

RHOADS. O.C. YOUNG. O.K. 1970. The influence of deposit-feeding benthos on bottom sediment stability and community trophic structure. *J. Mar. Res.* 28: 150-178.

RICHTER, H.C., LUCKSTADT, C., FOCKEN, U. & BECKER, K. 2000. An improved procedure to assess fish condition on the basis of length-weight relationships. *Arch. Fish. Mar. Res.*, 48: 255-264.

RUDZÎTE, M. 2004. - Distribution of the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* (Linnaeus 1758) in Latvia in relation to water quality. *Acta Universitatis Latviensis, Biology* 676: 79-85.

SAFRAN, P. 1992. Theoretical analysis of the weight-length relationship in fish juveniles. *Mar. Biol.*, 112: 545-551.

SANDERS, H.L., 1958. Benthic studies in Buzzards bays. Animal-sediment relationships. *Limn. ceanogr.*, 3: 245-258.

SMITH, D. G., 1979. Sexual characteristics of *Margaritifera Margaritifera* (Linnaeus) populations in central New England. *The Veliger*, 21: 381–383.

SOUSA, R., J. L. GUTIERREZ & D. C. ALDRIDGE, 2009: Non-indigenous invasive bivalves as ecosystem engineers. – *Biol. Inv.* 11: 2367–2385.

SPYRA A., STRZELEC M., LEWIN I., KRODKIEWSKA, MICHALIK-KUCHARZ MARIOLA A. & GARA M., 2012. Characteristics of *Sinanodonta woodiana* (LEA, 1834) Populations in Fish Ponds (Upper Silesia, Southern Poland) in Relation to Environmental Factors. *nternat. Rev. Hydrobiol.* 97:12-25.

STORK NE.1999. Estimating the number of species on Earth. Pages 1–7 in Ponder WF, Lunney D, eds. *The Other 99 %: The Conservation and Biodiversity of Invertebrates*. Mosman (Australia): Royal Zoological Society of New South Wales.

SWAIN D.P., HUTCHINGS J.A., FOOTE C.J., 2005. Environmental and Genetic Influences on Stock Identification Characters. *In: Stock Identification Methods: Applications in Fishery Science*, Cadrin S.X., Friedland K.D., Waldmann J.R., (eds.). Academic Press, San Diego, 45-85.

TEISSIER, G. 1948. La relation d'allométrie : sa signification statistique et biologique. *Biometrics*, 4(1) : 14-53.

THOMASSIN. B.A., 1978. Les peuplements des sédiments coralliens de la région de Tuléar (SW de Madagascar). Leur insertion dans le contexte côtier indo-Pacifique. Thèse Doct., Univ. Aix-Marseille IL 494 p. + annexes.

UICN (2021). La Liste rouge de l'UICN des espèces menacées. Version 2021-1. [Online]. 2021. Liste rouge de l'UICN des espèces menacées™. Available from: <https://www.iucnredlist.org>

Van Bruggen AC. 1995. Biodiversity of Mollusca: Time for a new approach. Pages 1–19 in van Bruggen AC, Wells SM, Kemperman TCM, eds. *Biodiversity and Conservation of the Mollusca*. Oegstgeest-Leiden (The Netherlands): Backhuys.

VAN DAMME, D., 1984 - The freshwater Mollusca of Northern Africa. Distribution, Biogeography and Palaeoecology. Dordrecht, Junk éd., 164 p., 144 fig.

VAN DER SCHALIE, H., 1969. Two unusual unionid hermaphrodites. *Science*, 163: 1333–1334.

VAN DER SCHALIE, H., 1970. Hermaphroditism among North American freshwater mussels. *Malacologia*, 10: 93–112.

VAUGHN, C.C., GIDO, K.B. & SPOONER, D.E. (2004). Ecosystem Processes Performed by Unionid Mussels in Stream Mesocosms: Species Roles and Effects of Abundance. *Hydrobiologia*.

VAUGHN, C.C., NICHOLS, S.J. & SPOONER, D.E. (2008). Community and foodweb ecology of freshwater mussels. *Journal of the North American Benthological Society*. 27 (2), 409–423.

VRIGNAUD S., 2009. Les Unionidés de la France. *Rev. sci. Bourgogne-Nature*, 180-187.

WATSON, A. L. & ORMEROD, S. J. 2004. The distribution of three uncommon freshwater gastropods in the drainage ditches of British grazing.

WATTERS GT.1994. AN Annotated Bibliography of the Reproduction and Propagation of the Unionoidea (Primarily of North America). Columbus: Ohio Biological Survey, College of Biological Sciences, Ohio State University.

WILLIAMS, J. D., WARREN, M. L., CUMMINGS, K. S, HARRIS, J. L. & NEVES, R. J., 1993. Conservation status of fresh water mussels of the United States and Canada. *Fisheries* 18: 6–22.

WOOD E.M. 1974. Development and morphology of the glochidium larva of *Anodonta cygnea* (Mollusca: Bivalvia). *Journal of Zoology*, London, 173: 1-13.

WRIGHT, S. H. & WRIGHT, B. H. (1892). On the revision of the Unionidae. *The Nautilus*. 6(7): 80-81 Wright & Wright (1892).



## Identification et caractérisation morpho-somatique d'un mollusque bivalve *Anodonta cygnea* (Linnaeus, 1758) de barrage El Agrem de Jijel

Cette étude est consacrée à l'identification et la caractérisation morphologique des Unionidae du barrage El Agrem de la région de Jijel. Sur un échantillon totale de 120 individus nous avons identifié 2 genres de la famille Unionidae (*Anodonta* et *Sinanodonta*) rattachés à 3 espèces (*A. cygnea* (40,33 %), *A. anatina* (40 %) et *S. woodina* (11,66 %)). Le genre *Anodonta* prédomine avec environ 88,33 %. La similitude linéaire et pondérale des valves d'*A. cygnea* confirme la symétrie ces valves. La caractérisation morpho-somatique par les caractères numériques permet la familiarisation d'Anodonte des étangs avec un nombre moyen des rides de l'umbo de  $8,35 \pm 0,62$  et 5 à 9 stries d'arrêt de croissance. La croissance des différentes parties des valves de cette espèce n'est pas toujours isométrique par rapport à la longueur totale ou l'épaisseur totale. Cependant l'isométrie de croissance ne concerne qu'un seul caractère l'épaisseur des valves vides. Quatre mesures présentent une allométrie minorante : la largeur, l'épaisseur totale de la valve, la longueur inter-ligament supérieure et inférieure. Seule la surface de la valve gauche présence une croissance majorante. La croissance relative d'Anodonte des rivières est globalement ( $b = 2,45$ ).

**Mots clés:** Unionidae, *Anodonta cygnea*, *Anodonta anatina*, *Sinanodonta woodina*, identification, morphométrie, symétrie.

### تصنيف و تحديد الوصيف المورفولوجي لثنائية الصدفة *Anodonta cygnea* في سد العقرم بمنطقة جيجل

خصصت هذه الدراسة لتصنيف و تحديد الوصيف المورفولوجي ل Unionidae من سد العقرم بمنطقة جيجل. من بين 120 فرداً، حددنا فصيلتين من عائلة Unionidae (*Anodonta* و *Sinanodonta*) و ثلاثة أنواع (*A. anatina* (40.33%) و (*A. cygnea* (40%) و (*S. woodina* (11.66%). تهيم فصيلة *Anodonta* العينة بحوالي 88.33% التجانس الخطي والوزني للمحار *A. cygnea* يؤكد تناسق و تناظر الصدفتين. يسمح الوصف الشكلي لصدفة المستنقعات بتصنيفها على أساس عدد تجاعيد umbo  $8.35 \pm 0.62$  و عدد خطوط النمو من 5 إلى 9. إن نمو الأجزاء المختلفة لصفات هذا النوع ليس دائماً متناسوي القياس فيما يتعلق بالطول الإجمالي أو السمك الكلي ومع ذلك ، فإن النمو المتجانس يتعلق فقط بسمك الصدفة الفارغة. أربعة قياسات تنمو بشكل متناقص: يظهر نمو متزايد على سطح الصدفة اليسرى فقط. نمو البلح النهري جيداً بينما يظهر مؤشر نمو الطول و الوزن متناقصاً و منخفضاً ( $b = 2,45$ ).

**الكلمات الدالة:** Unionidae, *Anodonta anatina*, *Anodonta cygnea*, *Sinanodonta woodina* ، التصنيف، مرفولوجية ، التناظر.

## Identification and morphosomatic characterization of a bivalve mollusc *Anodonta cygnea* (Linnaeus, 1758) from the El Agrem de Jijel dam

This study is devoted to the identification and morphological characterization of Unionidae from the El Agrem dam in the Jijel region. Out of a total sample of 120 individuals, we identified 2 genera of the Unionidae family (*Anodonta* and *Sinanodonta*) attached to 3 species (*A. cygnea* (40.33%), *A. anatina* (40%) and *S. woodina* (11, 66%)). The genus *Anodonta* predominates with about 88.33%. The linear and weight similarity of the valves of *A. cygnea* confirms the symmetry of these valves. The morph-somatic characterization by numerical characters allows the familiarization of Anodonte of the ponds with an average number of umbo wrinkles of  $8.35 \pm 0.62$  and 5 to 9 growth arrest lines. The growth of the different parts of the valves of this species is not always isometric with respect to the total length or the total thickness. However, the growth isometry concerns only one character, the thickness of the empty valves. Four measurements present a lowering allometry: the width, the total thickness of the valve, the superior and inferior inter-ligament length. Only the surface of the left valve shows an increasing growth. The relative growth of river clams is globally ( $b = 2.45$ ).

**Key words:** Unionidae, *Anodonta cygnea*, *Anodonta anatina*, *Sinanodonta woodina*, identification, Morphometric, symmetric