



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة الشهيد خضر واد سوف

كلية علوم الطبيعة والحياة

قسم البيولوجيا

مذكرة تخرج

لنيل شهادة ماستر أكاديمي

ميدان: علوم الطبيعة وحياة

شعبة: البيئية والمحيط

تخصص: التنوع الحيوي والمحيط

الموضوع :

التنوع الحيوي لللافقاريات المائية الكبيرة في منطقة شط الذيبة

(واد سوف، الجنوب الشرقي الجزائري)

إشراف الأستاذ:

د. عليات مفيدة سوسن

إعداد الطلبة

شمسة سليمان

زغيب علي

بن بوزيد أحمد

الصفة	اعضاء لجنة المناقشة
المشرف	Dr. عليات مفيدة سوسن
رئيس اللجنة	Dr. غريب امينة
ممتحن	Pr. خزاني بشير

الموسم الجامعي: 2025/2026

شكر وعرفان

بسم الله الرحمن الرحيم، والحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات، والصلاة والسلام على سيدنا محمد صلى الله عليه وسلم.

يسرّنا ونحن نختم هذا العمل أن تقدّم بأسمى عبارات الشكر والتقدير لكل من ساهم في دعمنا ومساندتنا خلال مسيرتنا الدراسية وإنجاز هذا العمل المتواضع.

توجّه بخالص الامتنان إلى أستاذتنا المشرفة

الدكتورة: عليات مفيدة سوسن

لما قدّمه لنا من توجيهات قيّمة ونصائح بناءة، ولصبرها وتعاونها الدائم معنا، فكانت خير معين لنا في إنجاز هذا العمل.

كما تقدّم بالشكر الجزيل إلى كافة أساتذة القسم، الذين لم يخلوا علينا بعلمهم ومعرفتهم، وكان لهم الفضل الكبير في تكويننا العلمي والعملية.

ولا ننسى أن نعبر عن عميق شكرنا وامتناننا لعائلاتنا الكريمة، على دعمهم المتواصل وثقتهم الكبيرة بنا، وعلى كل ما قدموه من تشجيع وتحفيز طوال سنوات الدراسة.

ونخصّ بالشكر زملاءنا وأصدقاءنا، الذين شاركوا لحظات التعب والاجتهاد، وقدموا لنا المساندة والدعم في مختلف مراحل هذا المشوار.

وفي الأخير، نسأل الله أن يجزي كل من ساهم في إنجاز هذا العمل خير الجزاء، وأن يوفق الجميع لما فيه الخير والنجاح.

الاهداء

إلى من حصدنا الدعم من عيونهم، ونبتت عزيمتنا بدعائهم...

إلى آبائنا وأمهاتنا، سندنا الثابت، ومصدر فخرنا، الذين لم يخلوا علينا بيومٍ من حب أو تضحية

لتثمر سنوات جهدنا هذا النجاح.

إلى عائلاتنا وإخوتنا، من شاركونا قلق الليالي وفرحة الإنجاز.

إلى أساتذتنا الأفاضل، من أناروا لنا دروب العلم والمعرفة، وكانوا خير دليلٍ ومناير.

إلى أصدقاء الدرب والرفاق، من تقاسمنا معهم مقاعد الدراسة، ومتاعب البحث،

وضحكات الأمل.

إليكم جميعاً، نُهدي هذا العمل المتواضع، ثمرة رحلةٍ لم نكن لنصل إلى نهايتها لولا

وجودكم بجانبنا.

الملخص

Abstract

تندرج هذه الدراسة الإيكولوجية في إطار جرد وتثمين التنوع البيولوجي لللافقاريات المائية الكبيرة في منطقة وادي سوف (الجنوب الشرقي للصحراء الجزائرية). شمل البحث دراسة ميدانية ومخبرية لمصب "شط الذيبة"، وهو نظام بيئي طبيعي تحول إلى اصطناعي نتيجة استقباله لمياه الصرف الصحي المعالجة. تم اختيار أربع محطات لأخذ العينات على مدار ثمانية أشهر (من أكتوبر 2025 إلى ماي 2026) لمتابعة التغيرات المكانية والزمانية (الفصلية) عبر ثلاثة فصول: الخريف، الشتاء، والربيع. أسفرت عمليات الحصاد عن جمع 13,240 فرداً ينتمون إلى 30 نوعاً، موزعة على شعبتين، و5 أصناف، و10 رتب، و24 عائلة. أظهرت المؤشرات البيئية (مثل مؤشر شانون-ويفر ومؤشر التجانس) أن المحطة الثالثة سجلت أعلى تنوع بيئي واستقرار بيولوجي، بينما سجلت المحطة الرابعة أدنى غنى نوعي نتيجة الضغوط البيئية. فصلياً، سجل فصل الربيع الانفجار العددي الأكبر لللافقاريات بنسبة (40%)، في حين سجل الخريف التنوع البيولوجي الأعلى. أكدت التحاليل الفيزيائية والكيميائية للمياه مثل درجة الحرارة، pH، الناقلية الكهربائية، الملوحة، والمواد العالقة (MES) وجود تلوث عضوي حاد ومزمن، حيث ارتفعت قيم الطلب البيوكيميائي للأكسجين (DBO_5) لتصل إلى ذروتها في المحطة الرابعة (49.6 mg/l) خلال الربيع. أدى هذا التدهور في جودة المياه ونقص الأكسجين المذاب إلى هيمنة مطلقة للأنواع الانتهازية الفائقة التحمل للتلوث، مثل يرقات البعوض (*Culicidae*) ويرقات الهاموش (*Chironomidae*) وحشرات بق الماء (*Corixidae*). تبرز هذه الدراسة الأهمية القصوى لاستخدام اللافقاريات الكبيرة كمؤشرات حيوية لتقييم صحة النظم البيئية المائية تحت وطأة الأنشطة البشرية وضغوط المناخ الصحراوي الجاف.

الكلمات المفتاحية: اللافقاريات المائية الكبيرة، شط الذيبة (وادي سوف)، المؤشرات الحيوية، التنوع البيولوجي، التلوث العضوي (DBO_5)، المعايير الفيزيوكيميائية، المناطق الرطبة الصحراوية.

This ecological study focuses on the inventory and assessment of the biodiversity of aquatic macroinvertebrates in the Oued Souf region (Southeastern Algerian Sahara). The research involved field and laboratory investigations at "Chott Dhiba," a natural depression transformed into an artificial ecosystem due to the reception of treated wastewater. Four sampling stations were monitored over an eight-month period (from October 2025 to May 2026) to track spatial and temporal variations across three seasons: Autumn, Winter, and Spring.

The sampling efforts yielded a total of **13,240 individuals** belonging to **30 species**, distributed across 2 phyla, 5 classes, 10 orders, and 24 families. Ecological indices (such as the Shannon-Weaver index and Equitability) indicated that Station 3 achieved the highest biodiversity and biological stability, while Station 4 recorded the lowest species richness due to environmental stress.

Seasonally, Spring witnessed the highest numerical explosion of macroinvertebrates (40%), whereas Autumn recorded the greatest qualitative biodiversity.

Physico-chemical analyses of the water (including Temperature, pH, Electrical Conductivity, Salinity, and Total Suspended Solids - TSS) confirmed chronic and severe organic pollution. Biochemical Oxygen Demand (BOD_5) values peaked significantly at Station 4 (49.6 mg/l) during Spring. This degradation in water quality and depletion of dissolved oxygen led to the absolute dominance of highly pollution-tolerant opportunistic species, such as mosquito larvae (*Culicidae*), midge larvae (*Chironomidae*), and water boatmen (*Corixidae*). This study highlights the critical importance of utilizing aquatic macroinvertebrates as bioindicators to assess the health of aquatic ecosystems subjected to anthropogenic pressures and harsh hyper-arid Saharan climates.

Keywords: Aquatic Macroinvertebrates - Chott Dhiba (Oued Souf) – Bioindicators – Biodiversity - Organic Pollution (BOD_5) - Physico-chemical Parameters - Saharan Wetlands.

فهرس المحتويات

..... شكر وعرفان.

..... الاهداء

..... فهرس المحتويات

..... قائمة الأشكال.

..... قائمة الجداول.

..... مقدمة

الجزء النظري

الفصل الأول عموميات حول اللافقاريات المائية الكبيرة

7(Generalities on Macro-invertebrates) عموميات حول اللافقاريات المائية الكبيرة

8(Habitat) الموئل -1-1-

8(Life Cycle).دورة الحياة -2-1-

8(Diversity) التنوع -3-1-

8(Ecological Role) الدور البيئي -4-1-

9(Importance of Aquatic Macro-invertebrates) أهمية اللافقاريات المائية الكبيرة -2-

9(Biological Indicators of Water Quality) مؤشرات بيولوجية لجودة المياه -1-2-

9(Food Chain) السلسلة الغذائية -2-2-

Decomposition and Recycling of Organic) تفكيك وإعادة تدوير المواد العضوية (-3-2-

10(Matter

11(Regulation of Aquatic Populations) تنظيم المجموعات المائية -4-2-

Negative Effects of Aquatic Macro-) التأثيرات السلبية لللافقاريات المائية الكبيرة (-3-

12(invertebrates

(Invasive Species and Ecological Imbalances) الأنواع الغازية والاختلالات البيئية -1-3-

12

13(Management and Detection Challenges) تحديات الإدارة والكشف -2-3-

13(Disease Vectors) ناقلات للأمراض -3-3-

15(Economic Impact) الأثر الاقتصادي -4-3-

15	Imbalance in Artificial or (Degraded Ecosystems)
15	4-1-4-1 (The most important representatives of Benthic macro-invertebrates)
15	1-4-1-1 البعوض (Culicidae)
17	2-4-1-1 الخنافس المائية (Aquatic Coleoptera)
18	3-4-1-1 متغايرات الأجنحة المائية / البق المائي (Aquatic Heteroptera)
21	4-4-1-1 القراديات المائية (Hydrachnidia / Hydracarina)
22	5-4-1-1 ذباب مايو / ذباب المولد / يوموايات (Ephemeroptera)
24	6-4-1-1 الرخويات (Molluscs)
25	7-4-1-1 مشعرات الأجنحة / ذباب القاضي (Trichoptera)
26	8-4-1-1 ثنائيات الأجنحة (Diptera)
27	9-4-1-1 اليعاسب / الرعاشات (Odonata)
29	10-4-1-1 القشريات (Crustaceans)

الفصل الثاني عرض منطقة الدراسة

33	1-II-1 منطقة الدراسة
33	1-1-II-1 الوضع الجغرافي
33	2-1-II-1 الثروة النباتية:
34	3-1-II-1 الثروة الحيوانية:
36	4-1-II-1 الخصائص المناخية

الجزء التطبيقي

الفصل الثالث الطرق والأدوات

45	III-1 معدات وطرق دراسة العينات المائية وبيئتها
45	1-III-1 اختيار ووصف محطات الدراسة
46	2-III-1 العمل الميداني وتقنيات أخذ العينات
50	3-III-1 الطرق الإحصائية لتحليل النتائج

الفصل الرابع النتائج والمناقشة

قائمة الأشكال

- الشكل 01 شبكة غذائية مبسطة في جدول يقع في مقدمة حوض نهري. (Tiphaine Labed-Veydert, 2021) 10
- الشكل 02 عملية تحليل الأوراق المتساقطة التي تشكل الغطاء النباتي ومصير مكونات الأوراق في الجداول. 11
- الشكل 03 رسم تخطيطي عام يوضح دور الكائنات اللافقارية الكبيرة في تنظيم المجتمعات المائية ... 12
- الشكل 04: مراحل دورة حياة الدودة الشعرية (*Gordius*) 14
- الشكل 05 يوضح دورة حياة البعوض (Alayat, 2024) 16
- الشكل 06: خنفساء مائية، اليسار - منظر ظهري. اليمين - منظر بطني (Holmen, 1987; Serrage, 2024) 18
- الشكل 07 حشرات مائية من رتبة Heteroptera، أ: منظر من الخلف. ب: منظر جانبي لحشرة بالغة من رتبة Heteroptera (Poisson, 1957) 19
- الشكل 08: الجانب البطني لأنثى بالغة لقراد الماء من جنس *Limnesia* وفقًا لـ Proctor، (2006؛ Serrage, 2024) 21
- الشكل 09 الشكل العام ليرقة Ephémères (Moisan, 2010) 23
- الشكل 10 يوضح المظهر الخارجي لنوع من القواقع Ammonoide (Mahmoudi, 2022) 24
- الشكل 11 يوضح مختلف أطوار مشعرات الأجنحة الـ Trichoptera (Mahmoudi, 2022) 25
- الشكل 11 يوضح أشكال مختلفة من رتبة ثنائيات الأجنحة (*Diptera*) 26
- الشكل 12 الشكل العام ليرقات اليعسوب. أ: يرقات اليعسوب أحادي الأجنحة. ب: يرقات اليعسوب ثنائي الأجنحة. ج: الذراع الذقني (Zebza, 2016; Serrage, 2024) 28
- الشكل 13: دورة حياة *Daphnia magna* (Serrage, 2024) 29
- الشكل 14: الموقع الجغرافي لمنطقة وادي سوف (Schedule, 2025) 33
- الشكل 15: متوسط وأقصى وأدنى درجات حرارة شهرية ونطاق درجات الحرارة لمنطقة الدراسة خلال الفترة 2015-2024 37
- الشكل 16: تغيير معدل التساقط الشهري في منطقة واد سوف خلال سنة (2025) 38
- الشكل 17: تغيير معدل التساقط السنوي في منطقة واد سوف خلال سنة (2024-2015) 38

شكل رقم 18 المتوسط الشهري للرطوبة النسبية لمنطقة واد سوف خلال عام 2025	39
شكل رقم 19 المتوسط الشهري لرياح منطقة واد سوف خلال عام 2025	40
الشكل 20 رسم بياني لمطر حراري حسب معيار GAUSSEN و BAGNOUL للمنطقة سوف (محطة قمار - واد سوف، الفترة 2015-2024)	41
الشكل 21: موقع منطقة وادي سوف Emberger	42
شكل رقم 22 خريطة توضح مواقع محطات الدراسة خريطة توضح مواقع محطات الدراسة) مصدر الصور صورة شخصية(2025) (قندوال 2026 Google Maps)	45
الشكل رقم 23 يوضح المواقع الجغرافية لمحطات أخذ العينات (صورة شخصية 2026)	46
الشكل 24: تقنية أخذ عينات اللاقريات المائية (صور شخصية، 2026)	47
الشكل 25: التحديد والحفظ على مستوى المختبر (صور شخصية 2026)	49

قائمة الجداول

الجدول 1: يوضح المواد والأجهزة المستعملة.	47
الجدول 2: يوضح مؤشرات التحليل الفيزيو-كيميائي للماء	49

مقدمة

تُعدّ المناطق الرطبة (Wetlands) من أكثر النظم البيئية إنتاجية على وجه الأرض، فهي تمثل مستودعات طبيعية للتنوع البيولوجي (Biodiversity) وتؤدي وظائف حيوية تتجاوز حدودها المحلية لتكتسب أهمية عالمية (Ramsar Convention, 2018). فهذه المناطق تدعم مجموعة واسعة من الكائنات الحية، من الكائنات الدقيقة إلى الفقاريات الكبرى، وتوفر خدمات بيئية أساسية (Ecosystem services) مثل تنقية المياه، وتنظيم المناخ، وحماية السواحل، وتأمين الموارد للبشر (Millennium Ecosystem Assessment, 2005).

على الرغم من أن المياه العذبة (Freshwater ecosystems) لا تغطي سوى 2.3% من سطح الأرض، إلا أنها تحتضن ما لا يقل عن 9.5% من الأنواع الحيوانية المعروفة (Reid et al., 2019). وتشكل اللافقاريات (Invertebrates) الغالبية العظمى من هذه الأنواع، حيث تُقدّر نسبتها بأكثر من 95% من مجموع الحيوانات المعروفة (Wilson et al., 1999). تتميز اللافقاريات بقدرتها على استعمار جميع البيئات تقريبًا، وهي جزء لا يتجزأ من التنوع البيولوجي البري والمائي. ومن بينها، تبرز المفصليات (Arthropods) بكثرة، إذ يزيد عدد أنواعها عن مليون نوع، حوالي 75% منها حشرات (Grumillon & Ahtiainen, 2007).

تعد اللافقاريات الكبيرة المائية (Aquatic macroinvertebrates) مجموعة مهمة ضمن هذه الكائنات، ويُقصد بها الحيوانات اللافقارية التي يمكن اصطياها باستخدام شبكة أو غربال بحجم 500 ميكرومتر، وتشمل مئات الأجناس من مجموعات تصنيفية متنوعة مثل المفصليات، والرخويات (Mollusks)، والحلقيات (Resh & Hauer, 2017). تلعب هذه الكائنات أدوارًا محورية في الحفاظ على صحة النظم المائية، فهي تساهم في نقل الطاقة عبر السلاسل الغذائية (Food webs)، وإعادة تدوير المواد العضوية (Nutrient cycling)، كما تشكل غذاءً أساسيًا للعديد من الأسماك والبرمائيات والطيور (Moisan, 2017). وتُستخدم اللافقاريات الكبيرة على نطاق واسع كمؤشرات حيوية (Bioindicators) لتقييم جودة المياه (Water quality assessment)، نظرًا لثبات موطنها، وتنوع استجاباتها للتغيرات البيئية، واختلاف حساسيتها للتلوث؛ فاختفاء الأنواع الحساسة وظهور الأنواع المقاومة يعكس بوضوح تدهور جودة المياه (Sanogo et al., 2014; Markert et al., 1999; Nguyen et al., 2017).

تواجه المناطق الرطبة حول العالم ضغوطاً متزايدة بفعل الأنشطة البشرية (Anthropogenic activities) والتغيرات المناخية، مما أدى إلى تراجع مساحاتها وتدهور جودة مياهها وفقدان التنوع البيولوجي (Ben Sassi et al., 2023). وفي هذا السياق، تأتي دراسة اللاقاريات الكبيرة المائية كأداة فعالة لفهم حالة هذه النظم البيئية وتقييم صحتها، من خلال المراقبة البيئية (Ecological monitoring) ورصد تأثير الضغوط البيئية (Environmental stressors)، واقتراح إجراءات الإدارة والحماية المناسبة (Rosenberg & Resh, 1993; Moisan & Pelletier, 2008).

تضم منطقة واد سوف (Oued Souf) في الجنوب الشرقي من الصحراء الجزائرية عدة مسطحات مائية طبيعية وأخرى ذات أصل بشري، مثل شط الذيبة (Chott Dhiba) وسيف المنادي وبحيرة الشط وبحيرة طالب العربي ومحطات الترشيح في بلديات كونين وحساني عبد الكريم. تشكل هذه الأراضي الرطبة موارد مائية ثمينة وتوفر موائل مناسبة لتنوع اللاقاريات القاعية. إلا أن هذه البيئات تعاني من نقص الحماية وتتعرض لتدهور مستمر بسبب تصريف مياه الصرف الصحي (Wastewater discharge) وتراكم النفايات، مما يهدد التنوع البيولوجي المحلي. بالإضافة إلى ذلك، فإن ندرة الدراسات حول اللاقاريات الكبيرة المائية في هذه المنطقة تحدّ من فهم دورها البيئي وإمكانية استخدامها كمؤشرات حيوية.

من هنا، تأتي أهمية دراستنا الأولية التي تهدف إلى:

- حصر وتحديد اللاقاريات الكبيرة الموجودة في إحدى أهم المناطق الرطبة بوادي سوف (شط الذيبة)، لفهم تنوعها بشكل أفضل (Species diversity).
- التعرف على أنواع المؤشرات الحيوية، وكذلك الأنواع التي قد تكون عوائل وسيطة أو ناقلة لمسببات الأمراض.
- إجراء تحليلات فيزيائية-كيميائية (Physico-chemical parameters) للمياه في كل محطة خلال ثلاثة فصول، لدراسة مدى تأثير العوامل الحيوية واللاحوية على التوزيع الزمني (Temporal distribution) والمكاني (Spatial distribution) لهذه اللاقاريات، وتحديد تفضيلاتها البيئية.

تنقسم هذه الدراسة إلى أربعة فصول:

- الفصل الأول: دراسة مرجعية وعموميات حول اللاقاريات الكبرى (تعريف، تصنيف، أهمية، موطن، دورة حياة).

- الفصل الثاني: الخصائص العامة لمنطقة الدراسة (الموقع الجغرافي، الجيولوجيا، المناخ، الغطاء النباتي والثروة الحيوانية).
 - الفصل الثالث: وصف محطات الدراسة، والمواد والأساليب المستخدمة في العمل الميداني (Field study) والمخبري (Laboratory analysis)، بالإضافة إلى تقنيات معالجة النتائج (Data analysis).
 - الفصل الرابع: عرض النتائج المتحصل عليها ومناقشتها.
- وأخيرًا، نختتم الدراسة بخاتمة واستنتاجات عامة وبعض التوجيهات والتوصيات.

الجزء النظري

الفصل الأول

عموميات حول الالفقاريات

المائية الكبيرة

I-1- Generalities on Macro- (invertebrates) اللافقاريات المائية الكبيرة

تُعرف اللافقاريات الكبيرة للمياه العذبة (*Freshwater Macro-invertebrates*) بأنها كائنات حية حيوانية لا تملك هيكلًا عظميًا أو غضروفيًا، ويمكن رؤيتها بالعين المجردة، وتعيش في البيئات المائية (*Aquatic environments*) كالأنهار، والبحيرات، والبرك. وتضم أساسًا الحشرات المائية (*Aquatic insects*)، والرخويات (*Molluscs*)، والقشريات للمياه العذبة (*Freshwater crustaceans*)، إضافة إلى الديدان (*Worms*). تؤدي هذه الكائنات دورًا حاسمًا في النظم البيئية للمياه العذبة (*Freshwater ecosystems*). ونظرًا لتنوعها التصنيفي (*Taxonomic diversity*) وحساسيتها العالية للتغيرات البيئية، فإنها تُستخدم على نطاق واسع كمؤشرات حيوية (*Bio-indicators*) لتقييم جودة وصحة الموائل المائية (*Aquatic habitats*).

(Popoola & Otalekor, 2011 ; Tachet et al., 2006).

تمتلك اللافقاريات المائية الكبيرة تصنيفًا متنوعًا للغاية يشمل عدة شعب. ويمنح هذا التنوع المورفولوجي والوظيفي (*Morphological and functional diversity*) لهذه المجموعة قدرة واسعة من الاستجابات المحتملة لمواجهة الاضطرابات البيئية، مما يجعلها أداة مثالية للتقييم الحيوي (*Bio-assessment*) للنظم البيئية المائية (Resh, 1993 & Rosenberg).

وتشكل الحشرات المائية غالبية اللافقاريات الكبيرة القاعية (*Benthic macro-invertebrates*)، وتتواجد في أشكال مورفولوجية مختلفة تبعًا لدورتها البيولوجية (*Biological cycle*): يرقات (*Larvae*)، عذارى (*Pupae*)، وبالغات (*Adults*) (Anonyme, 2014). ويتميز شكلها العام بوجود ثلاثة أجزاء رئيسية متميزة هي: الرأس (*Head*)، والصدر (*Thorax*)، والبطن (*Abdomen*).

ووفقًا لـ Véronique (2014)، تتيح المؤشرات الحيوية رصد التغيرات البيئية والتلوث، وتقييم مدى تأثير هذه الاضطرابات على النظام البيئي، فضلًا عن مراقبة مدى تحسن الجودة البيئية بعد تطبيق الإجراءات التصحيحية والمعالجات الميدانية (Resh, 1993 & Rosenberg).

I-1-1- الموئل (Habitat)

تتواجد اللافقاريات الكبيرة المائية في الرواسب (*Sediments*)، والغطاء النباتي (*Vegetation*)، والصخور، وكذلك في الحطام العضوي (*Debris*) المتواجد في أنظمة المياه العذبة (Bonada, 2015). وتستعمر هذه الكائنات موائل صغيرة (*Micro-habitats*) نوعية، لا سيما في أعالي المجاري المائية وصبيب المنبع (*Headwater streams*) (aTAPATHHT, 2024)، حيث تؤثر الظروف الفيزيائية-الكيميائية (*Physico-chemical conditions*) وبنية الوسط بشكل مباشر على توزيعها ووفرتها.

I-2-1- دورة الحياة (Life Cycle)

تمر هذه الكائنات بدورات حياة معقدة تتضمن عدة مراحل تشمل: البيضة (*Egg*)، اليرقة (*Larva*) أو العذراء (*Pupa*)، والبالغة (*Adult*) (Bonada, 2015). ويعد الانتقال بين المرحلة اليرقية المائية الصارمة والمرحلة البالغة الهوائية (البرية) ميزة بارزة للعديد من الأنواع، مما يسمح لها باستغلال مكانات بيئية (*Ecological niches*) متميزة أثناء نموها وتطورها (Atapaththu, 2024).

I-3-1- التنوع (Diversity)

تضم اللافقاريات الكبيرة المائية تنوعًا تصنيفيًا هائلًا يشمل مفصليات الأرجل (*Arthropods*)، والرخويات (*Molluscs*)، والحلقيات (*Annelids*) (Resh, 2017 & Hauer). وتتغير تركيبة هذه المجتمعات بشكل كبير تبعًا لجودة المياه والظروف البيئية المحلية، مما يعزز من كفاءتها كمؤشرات حيوية لتقييم الحالة الإيكولوجية للمجاري المائية (Welte et al., 2024).

I-4-1- الدور البيئي (Ecological Role)

تؤدي هذه الكائنات أدوارًا إيكولوجية أساسية؛ إذ تعمل كمفترسات (*Predators*)، وآكلات للحطام (*Detritivores*)، ومرشحات للغذاء (*Filter feeders*)، مما يساهم في استقرار الشبكات الغذائية (*Food webs*) في اوساط المياه العذبة (Chaloner et al., 2009; Atapaththu, 2024). بالإضافة إلى ذلك، يعكس وجودها وتنوعها مؤشرًا موثوقًا للصحة البيئية، وهو أمر بالغ الأهمية لإدارة الموارد المائية وحفظها (Welte et al., 2024).

I-2- أهمية اللافقاريات الكبيرة المائية (Importance of Aquatic Macro-invertebrates) I-2-1- مؤشرات بيولوجية لجودة المياه (Biological Indicators of Water Quality)

تعتبر اللافقاريات الكبيرة المائية مؤشرات حيوية موثوقة للغاية نظرًا لحساسيتها للتغيرات البيئية وتدهور جودة المياه؛ حيث تستجيب الأنواع بشكل متباين للملوثات (Pollutants) كتراكم المواد العضوية، والمغذيات الزائدة المسببة لظاهرة التغذية المفرطة/الخصوبة الزائدة (Eutrophication)، أو المواد الكيميائية السامة. وتملك بعض الأنواع تحملاً منخفضاً جداً لهذه الاضطرابات، في حين تستطيع أنواع أخرى البقاء في ظروف بيئية متدهورة (Ocasio-Torres, 2023 & Orozco-González). ويسمح هذا التباين في مستويات التحمل برسم مقاطع دقيقة للجودة الإيكولوجية للأوساط المائية.

ولتحويل هذه الملاحظات إلى قيم كمية، تُستخدم أدلة قياسية في العديد من دول العالم مثل الدليل الحيوي (Biotic Index) أو دليل مجموعة عمل المراقبة البيولوجية (Biological Monitoring Working Party - BMWP). وتعتمد هذه الأدلة على تركيبة ووفرة الكائنات التي يتم جمعها من موقع معين؛ حيث يشير المؤشر المرتفع عمومًا إلى جودة مياه عالية، بينما يدل المؤشر المنخفض على وجود تلوث حاد أو تدهور بيئي (Roldán-Pérez, 2016 ; Gresens et al., 2009).

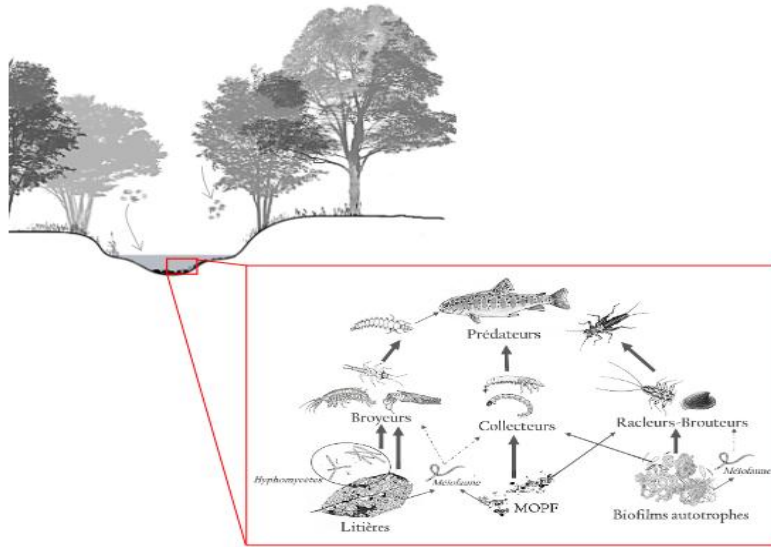
علاوة على ذلك، يتيح هذا الرصد الحيوي تحديد المناطق التي تتطلب تدخلاً سريعاً لإعادة تأهيلها وحمايتها، وهو ما يعد اقتصادياً وأكثر تمثيلاً للتأثيرات على المدى الطويل مقارنة بالتحاليل الكيميائية اللحظية المفاجئة (Gresens et al., 2009).

I-2-2- السلسلة الغذائية (Food Chain)

تحتل اللافقاريات المائية الكبيرة موقعاً محورياً في الشبكات الغذائية (Trophic networks) لأنظمة المياه العذبة عبر نقل الطاقة؛ حيث تتغذى على المنتجين الأوليين (Primary producers) مثل الطحالب (Algae) والمواد العضوية الميتة (الحطام)، محولةً هذه الموارد إلى كتلة حيوية (Biomass) متاحة

للمستهلكين الأعلى (*Higher consumers*) كالأسمك، والبرمائيات، والطيور المائية (Rabo, 2015 ; Bonada, 2024).

إن أي تراجع في تنوع أو وفرة اللافقاريات الكبيرة يمكن ان يضر بديناميكية وتسلسل كافة مستويات السلسلة الغذائية بأكملها، مما يؤثر على مجموعات الأسماك القاعية (*Benthic fishes*) والكائنات المائية الأخرى التي تعتمد عليها بشكل أساسي (Rabo, 2024). وبالمثل، تلعب الأنواع المفترسة منها دورًا هامًا في ضبط مجتمعات اللافقاريات الأخرى للحفاظ على التوازن الغذائي. دور هذه الكائنات حيوي أيضا في البيئات النهرية حيث تعزز دورات الحياة المعقدة وحركة الأنواع. على سبيل المثال، تتغذى الأسماك القاعية بشكل رئيسي على اللافقاريات الكبيرة الموجودة في قاع الأنهار، مما يبرز أهمية الحفاظ على هذه المجتمعات من أجل الأسماك والتنوع البيولوجي المحلي بصفة عامة.



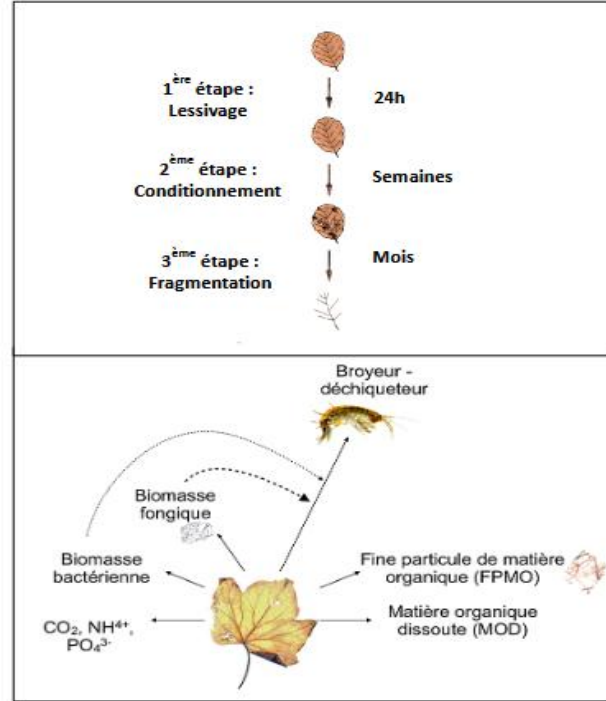
الشكل 01 شبكة غذائية مبسطة في جدول يقع في مقدمة حوض نهري. (Tiphaine Labed-Veydert, 2021)

I-2-3- تفكيك وإعادة تدوير المواد العضوية (Decomposition and

(Recycling of Organic Matter)

تؤدي الكائنات الحطامية المفتتة (*Detritivores*) دورًا محوريًا في تفتيت البقايا النباتية والحيوانية، مما يسهل النشاط الميكروبي (*Microbial activity*) الذي يحول هذه المواد إلى مغذيات أساسية قابلة للامتصاص من قبل النباتات المائية والطحالب (Pandit, 2014 & Rashid). ويضمن هذه الآلية التدوير المستمر للمغذيات داخل الوسط المائي. من جهة أخرى، تساهم الكائنات الترشيحية (*Filter*

(feeders) في تنقية المياه عبر قنص وإزالة الجزيئات العالقة (*Suspended particles*)، مما يدعم شفافية المياه ويضمن مرونة الأنظمة المائية واستقرارها أمام الاضطرابات (Rabo, 2024).



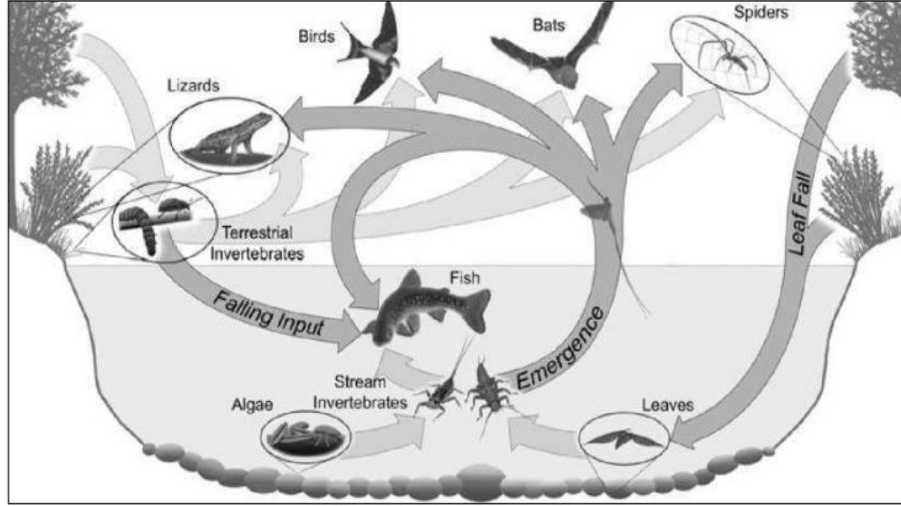
الشكل 02 عملية تحلل الأوراق المتساقطة التي تشكل الغطاء النباتي ومصير مكونات الأوراق في الجداول.

(أ) المراحل المختلفة لتحلل ورقة في مجرى مائي و(ب) مصير المادة الورقية ومنتجاتها الثانوية أثناء التحلل.

تشير الأسهم المنقطة إلى ظاهرة التسهيل المرتبطة بالتكيف الميكروبي (مقتبس من Gessner, 1999)

4-2-I- تنظيم المجموعات المائية (Regulation of Aquatic Populations)

تساهم المفترسات Voracious predators (مثل يرقات اليعاسوب *Dragonfly larvae*) في كبح الكثافة العددية لللافقاريات الأخرى والكائنات الدقيقة، ومنع تكاثرها المفرط الذي قد يؤدي إلى منافسة شديدة على الموارد، أو تراكم النفايات العضوية وتسريع ظواهر الخصوبة الزائدة (*Eutrophication*) (Rabo, 2024). يساهم هذا التنظيم البيولوجي (*Biological regulation*) في الحفاظ على التنوع البيولوجي (*Biodiversity*) وضمان التعايش بين الأنواع المختلفة داخل مكاناتها البيئية الخاصة (Sedeño-Díaz, 2015 & Bonada, 2015; López-López).



الشكل 03 رسم تخطيطي عام يوضح دور الكائنات اللافقارية الكبيرة في تنظيم المجتمعات المائية

(Baxter et al., 2005)

3-I- التأثيرات السلبية لللافقاريات المائية الكبيرة (Negative Effects of Aquatic Macro-invertebrates)

على الرغم من الفوائد الكبيرة لهذه الكائنات، إلا أن إدخال بعض الأنواع إلى بيئات غير بيئتها الأصلية أو حدوث خلل توازن إيكولوجي قد يؤدي إلى آثار سلبية خطيرة.

1-3-I- الأنواع الغازية والاختلالات البيئية (Invasive Species and Ecological Imbalances)

تتحول بعض الأنواع إلى أنواع غازية (*Invasive species*) عند إدخالها خارج نطاق توزيعها الطبيعي، مسببة اختلالات بيئية وأضرارًا اقتصادية هائلة، ومن أبرز أمثلتها:

- بلح البحر المخطط (*Dreissena polymorpha* - Zebra Mussel): يتميز بقدرة استعمارية سريعة وهائلة؛ حيث يشكل مستعمرات كثيفة تلتصق بالبنى التحتية المغمورة كأنايب المياه، والمحطات الصناعية، ومحطات التصفية، مسببًا خسائر اقتصادية فادحة (Xu et al., 2014). كما أن قدرته العالية على الترشيع تقلل من كميات العوالق النباتية (*Phytoplankton*)، مما يحرم الأنواع المحلية من مصادر غذائها، ويؤدي إلى خفض مستويات الأكسجين وحجب الضوء (Jenner, 1992 & Neumann).

- المحارة الآسيوية (*Corbicula fluminea* - Asian Clam): تتميز بمعدل تكاثر مرتفع للغاية وتفضيلها للركائز الرملية أو الطينية. تنافس الأنواع القاعية الأصلية بشدة وتغير من تركيبة الرواسب

وتدفق المغذيات، مما قد يسرع من وتيرة الخصوبة المفرطة (Eutrophication) التي تؤدي الى تدهور الوسط المائي (Karatayev et al., 2005).

- **قوقع نيوزيلندا المائي (Potamopyrgus antipodarum – New Zealand Mud Snail):** مستحث رخوي صغير الحجم يمكن أن تتجاوز كثافته 500,000 فرد/متر مربع في بعض الموائل. يتكاثر بواسطة التوالد اللاجنسي (Parthenogenesis)، مما يمنحه قدرة توسع انفجارية وسريعة، تسمح له بإقصاء الأنواع المحلية وتغيير عمليات تفكيك المادة العضوية، كما يفلت من المفترسات بفضل حجمه الصغير وقوقعته الصلبة (Castro-Diez, 2008 & Alonso).

I-3-2- تحديات الإدارة والكشف (Management and Detection Challenges)

تواجه طرق المراقبة التقليدية (مثل المعاينة البصرية والجمع اليدوي) صعوبة بالغة في الكشف المبكر عن هذه الأنواع عندما تكون بكثافات منخفضة. لذلك، يوصي المجتمع العلمي بتطوير واستخدام التقنيات الجزيئية الحديثة، مثل تحليل الحمض النووي البيئي (Environmental DNA - eDNA)، لضمان كشف حساس ودقيق للغاية لهذه الكائنات حتى وإن وجدت بكثافة ضئيلة جداً في الماء (Ciències et al., 2015).

I-3-3- ناقلات للأمراض (Disease Vectors)

تعتبر بعض اللافقاريات الكبيرة (وخاصة الرخويات كالقواقع والحلزونات) بمثابة مضيفات وسيطة (Intermediate hosts) لطفيليات ممرضة وخطيرة تصيب الإنسان والحيوان.

مثال 1: قواقع المياه العذبة المقرنة (Planorbes) ومرض البلهارسيا (Schistosomiasis): تعتبر البلهارسيا المسببة بواسطة طفيلي *Schistosoma spp* من الأمراض المدارية الخطيرة جداً (أفريقيا، آسيا، أمريكا الجنوبية). ، وتتم دورة انتقالها كالاتي:

[إخراج بيوض الطفيلي في الماء عبر بول أو براز الإنسان المصاب]



[فقس البيوض وخروج اليرقات المهدبة (Miracidiums) واختراقها لقوقعة الحلزونات (مضيف

وسيط)]

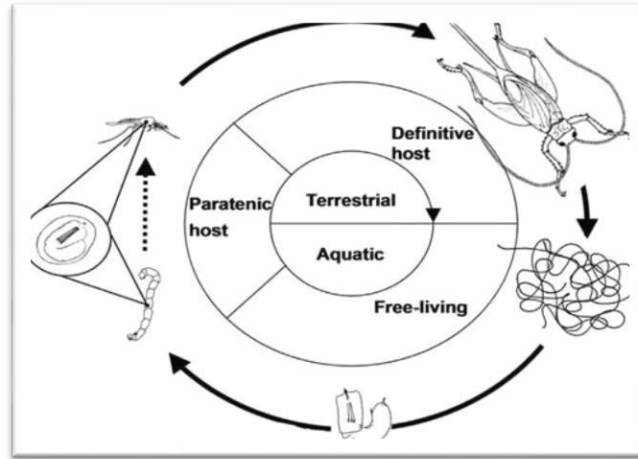


▼
[تطور الطفيلي داخل الحلزون إلى كيسة بوغية، ثم إنتاج يرقات المذنبة (Cercaires)]

▼
[خروج المذنبات تسبح في الماء واختراقها لجلد الإنسان (مضيف نهائي) أثناء السباحة]

▼
[الهجرة عبر الدم وصولاً للكبد والأوعية البولية أو الأمعاء ثم وضع البيوض مجددًا]

- مثال 2: دورة حياة الديدان المنسوجة/الشعرية الخيطية (*Gordius - Gordian Worm*): بناءً على أبحاث (Bolek, M. G., & Hanelt, B. (2024)، تستغرق هذه الدورة من 4 إلى 8 أسابيع مخبرياً، وتوضح مراحلها في الآتي:



الشكل 04: مراحل دورة حياة الدودة الشعرية (*Gordius*)

المرحلة	الوصف العلمي
أ- البيوض (Eggs)	تضع الإناث البيوض في الماء على شكل سلاسل طويلة خيطية.
ب- اليرقات حرة السباحة (Free Larvae)	تفقس البيوض عن يرقات مجهية تسبح بحرية في الوسط المائي.
ج- إصابة المضيف الوسيط	تخترق اليرقة جسم أحد المفصليات المائية (مثل الحشرات المائية).
د- التطور الطفيلي	تنمو اليرقة داخل جسم المضيف لتتحول إلى دودة طويلة ونحيفة تمتص مغذياته.

المرحلة

الوصف العلمي

تؤثر الدودة البالغة على الجهاز العصبي للمضيف وتدفعه للانتحار قفزاً في الماء .

هـ- التوجيه السلوكي

تخرج الدودة البالغة فوراً في الماء ، وتتزاوج مع أقرانها لتبدأ الدورة من جديد .

و- التحرر والتكاثر

- مثال 3: تستضيف بعض القشريات (Crustaceans) يرقات طفيلية ممرضة تؤثر بشكل مباشر على صحة الأسماك والبرمائيات.

I-3-4- الأثر الاقتصادي (Economic Impact)

يتسبب التكاثر المفرط والانتشار الكثيف لأنواع معينة (مثل بلح البحر الحمار المخطط) في انسداد شبكات مياه الشرب، وتدمير التجهيزات الهيدروليكية، مما يرفع من تكاليف الصيانة الدورية للمنشآت الصناعية ومحطات الضخ والتحلية وضخامة الفواتير المترتبة عنها.

I-3-5- الاختلال في النظم البيئية الاصطناعية أو المتدهورة (Imbalance in)

(Artificial or Degraded Ecosystems)

في البيئات المائية الشديدة التلوث، يؤدي اختفاء الأنواع الحساسة إلى هيمنة وتكاثر عشوائي مفرط لأنواع معينة شديدة التحمل للتلوث (مثل ديدان قاعية الطين *Tubifex worms*)، وهو ما يعد إشارة بيولوجية واضحة على حدوث اختلال إيكولوجي حاد وتدهور كامل للنظم البيئية المائية.

I-4- أهم ممثلي اللافقاريات المائية الكبيرة (The most important representatives of Benthic macro-invertebrates)

تشكل الحشرات المجموعة الأكثر تنوعاً ووفرة بين اللافقاريات الكبيرة القاعية-*Benthic macro-invertebrates*، ويتم تصنيفها عموماً حسب طبيعة تحولها البيولوجي:

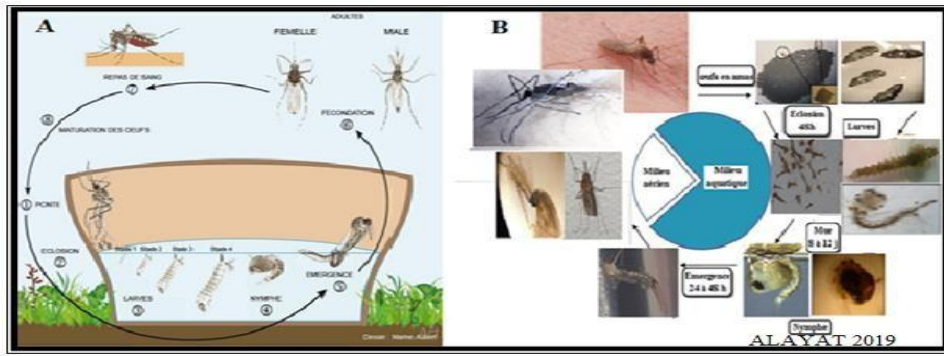
I-4-1- البعوض (Culicidae)

ينتمي البعوض إلى الحشرات كاملة التحول التي تتطور تدريجياً؛ حيث تتنوع تفاصيلها التشريحية والمورفولوجية عبر مراحل نموها المختلفة، إلا أن اليرقات والبالغات تقدم أكبر قدر من الصفات التصنيفية المستعملة في التعريف والتشخيص العلمي. (Himmi, 2007) تمثل عائلة البعوض (*Culicidae*) المجموعة الأهم بين نواقل العوامل الممرضة (*Vectors of pathogens*) القابلة للانتقال إلى الإنسان

والتي تهدد حياة المالبين من البشر ويأتي من مقدمتها الملاريا، حمى واد سوف المتصدي، الحمى الشوكية، حمى الضنك أو حمى تكسير العظام.

(Alayat et al., 2023)، وتم وصف أكثر من 3300 نوع منها حتى الآن. (Merabet, 2015)

تتميز بالغات هذه المجموعة بقرون استشعار طويلة ودقيقة متعددة الحلقات، وتمتلك أجزاء فم ممتدة على شكل خرطوم صلب من النمط الثاقب الماص (Rodhain & (Piercing-sucking type) (Perez, 1985). يتميز البعوض بتحول كامل فيمر بمراحل تطور متباينة يعد من الحشرات كاملة التحول (Holometabolous)، وتشمل دورتها البيولوجية مرحلتين (مائية وهوائية) وتتم عبر عدة خطوات: التزاوج، وضع البيض، الفقس، النمو اليرقي، التذرع (مرحلة العذراء)، وبزوغ الحشرة الكاملة.، وتعتبر مراحل البيضة واليرقة والعذراء مراحل مائية وتُعرف بالمراحل قبل اليافعة (Pre-imaginal stages)، في حين تمتلك مرحلة الحشرة الكاملة أو اليافعة (Imago/Adult) حياة هوائية بيئية (الشكل 05)



الشكل 05 يوضح دورة حياة البعوض (Alayat, 2024)

يتغذى الذكور والإناث البالغون على رحيق الأزهار ويساهمون في تلقيح النباتات (Jolivet, 1980)، إلا أن الأنثى وحدها تحتاج إلى وجبة دم (Blood meal) من أجل نضج البيوض لاستخلاص البروتينات والأحماض الأمينية اللازمة، لذا تُصنف على أنها حشرة دموية (Neveu) (Hematophagous)

(Lemaire, 1923; Alayat, 2024)

-تتراوح دورة حياة البعوض بين 12 إلى 20 يوماً تبعاً للنوع (Adisso & Alia, 2005)، وتتأثر بشدة بعاملتي الحرارة والرطوبة؛ إذ تنخفض هذه المدة إلى 10-15 يوماً في المناطق المدارية الحارة (Bendali-Saoudi, 2006).

I-1-4-1-الموضع التصنيفي للبعوضيات (Systematic Position)

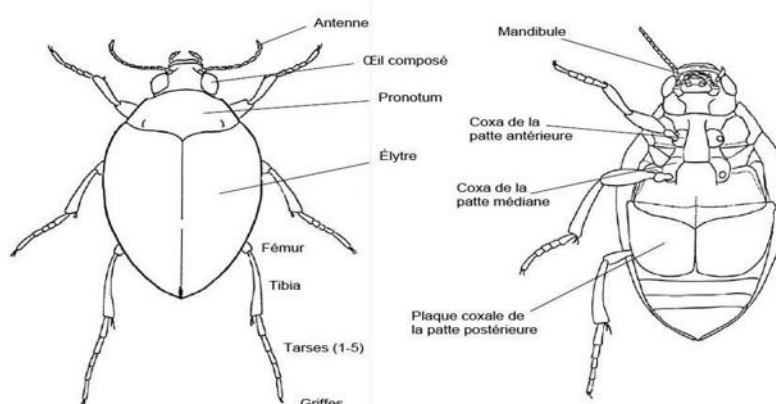
• الاسم العلمي (Scientific Name)	• المرتبة التصنيفية (Taxonomic Rank)
• Animalia الحيوانية	• المملكة (Kingdom)
• Metazoa متعددة الخلايا	• تحت المملكة (Sub-kingdom)
• Arthropoda مفصليات الأرجل	• الشعبة (Phylum)
• Hexapoda سداسيات الأرجل	• تحت الشعبة (Sub-phylum)
• Protostomia أوليات الفم	• الفوق طائفة (Super-class)
• Insecta الحشرات	• الطائفة (Class)
• Pterygota الحشرات المجنحة	• تحت الطائفة (Sub-class)
• Endopterygota داخلية الأجنحة	• الفوق رتبة (Super-order)
• Diptera ثنائيات الأجنحة	• الرتبة (Order)
• Nematocera خيطيات القرن	• تحت الرتبة (Sub-order)
• Culicidae Meigen, 1818	• العائلة (Family)

I-2-4-1-الخنافس المائية (Aquatic Coleoptera)

تشكل الخنافس (Coleoptera) رتبة من الحشرات كاملة التحول (Holometabolous) المزودة بأغمد (Elytra) لحماية أجنحتها الخلفية لذا تعرف بغمدية الأجنحة . وتُعد هذه الرتبة المجموعة الأغنى بالأنواع في العالم الحيواني؛ إذ تضم قرابة ثلث الأنواع الموصوفة عالمياً بواقع 176 عائلة، و29,500 جنساً، وحوالي 386,500 نوعاً تنفرد بتنوع إيكولوجي هائل (Ribera et al., 2002; Short, 2018). وتعتبر الخنافس مؤشرات مثالية لتقييم التنوع البيولوجي في النظم البيئية المائية العذبة. (Ribera & Foster, 1993)

من الناحية المورفولوجية، يعتبر جسمها متجانساً ومقسماً إلى ثلاثة أقسام: الرأس (Tagmata) ويحمل أجزاء فم من النمط القارض (Chewing/Mandibulate type) ، وزوجاً من قرون الاستشعار، وزوجاً من العيون المركبة دون عيون بسيطة؛ الصدر ويحتوي على ثلاثة أزواج من الأرجل المفصليّة وزوجين من الأجنحة، ويتميز بصدر أمامي (Prothorax) واسع ممتد، وصدر أوسط وخلفي ملتحمين؛ والبطن الخالي من الزوائد والمكون من 9 قطع عند الإناث و10 قطع عند الذكور. يتصل الغمدان القاسيان (الزوج الأمامي من الأجنحة المتصلبة غير العرقية) بالصدر لحماية الظهر والبطن، في حين يُستعمل الزوج

الخلفي الغشائي (*Membranous wings*) للطيران (الشكل 6). من الناحية البيولوجية، تختلف حياة وسلوك اليرقات تمامًا عن الحشرات البالغة. (Pierre, 1995; Serrage, 2024)



الشكل 06: خنفساء مائية، اليسار - منظر ظهري. اليمين - منظر بطني (Holmen, 1987; Serrage, 2024)

I-4-2-1-الموضع التصنيفي للخنفساء (Systematic Position)

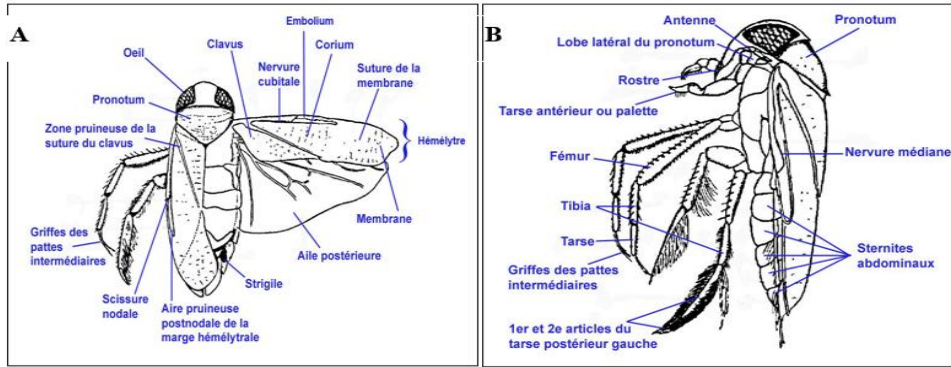
• الاسم العلمي (Scientific Name)	• المرتبة التصنيفية (Taxonomic Rank)
• <i>Animalia</i>	• المملكة (Kingdom)
• <i>Arthropoda</i>	• الشعبة (Phylum)
• <i>Hexapoda</i>	• تحت الشعبة (Sub-phylum)
• <i>Insecta</i>	• الطائفة (Class)
• <i>Pterygota</i>	• تحت الطائفة (Sub-class)
• (<i>Holometabola</i> كاملة التحول)	• الفوق رتبة (Super-order)
• <i>Coleoptera</i> Linnaeus, 1758	• الرتبة (Order)

I-4-3- متغايرات الأجنحة المائية / البق المائي (Aquatic Heteroptera)

تنتمي متغايرات الأجنحة (*Heteroptera*) إلى الحشرات ناقصة التحول (*Hemimetabolous*)؛ حيث تتحول أجزاء فمها إلى خرطوم أو خطم لادغ (*Piercing rostrum*) من النمط الشفهي الثاقب الماص. (Polhemus & Herring, 1970). تتميز أجنحتها الأمامية (الحرشفية أو النصف غمدية (*Hemelytra*) - بجزء قاعدي جلدي متصلب وجزء طرفي غشائي، مما يشكل درعًا واقياً عند طيها

فوق البطن. تمتلك هذه الحشرات غالبًا غدًا عطرية/كريهة الرائحة خلفية الصدر تفرز رائحة البق المميزة للحماية. (Dethier, 1981)

يتكون بطنها من 10 قطع، وتفتح الفتحة التناسلية للذكر في القطعة التاسعة والأنثى في الثامنة. (Poisson, 1957). تمتلك رأسًا حرًا قليل الحركة يحمل قرون استشعار مكونة من 1 إلى 5 قطع، وصدرًا واضحًا يبرز فيه الدرع الصدري (Pronotum) والدرع الصغير (Scutellum). تتكاثر بمعدل جيل إلى جيلين في السنة، وتضع بيوضها على دعامات مغمورة، لتمر بخمسة stades اطوار يرقية من البيضة إلى البالغة (الشكل 7). تنقسم تغذيتها بين أنواع مفترسة آكلة للحيوانات (Zoophagous) وأنواع عشبية آكلة للنباتات. (Slater & Baranowski, 1978) (Phytophagous)



الشكل 07 حشرات مائية من رتبة Heteroptera، أ: منظر من الخلف. ب: منظر جانبي لحشرة بالغة من رتبة

Heteroptera (Poisson, 1957)

I-4-3-1-الموضع التصنيفي لمتغيرات الأجنحة (Systematic Position)

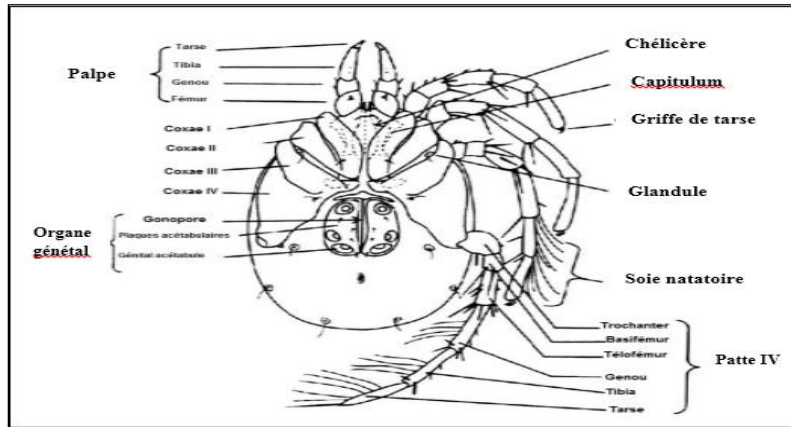
المرتبة التصنيفية (Taxonomic Rank)	الاسم العلمي (Scientific Name)
المملكة (Kingdom)	<i>Animalia</i>
الشعبة (Phylum)	<i>Arthropoda</i>
تحت الشعبة (Sub-phylum)	<i>Hexapoda</i>
الطائفة (Class)	<i>Insecta</i>
تحت الطائفة (Sub-class)	<i>Pterygota</i>

• الاسم العلمي (Scientific Name)	• المرتبة التصنيفية (Taxonomic Rank)
• (Hemipteroidea أشباه نصفية الأجنحة)	• الفوق رتبة (Super-order)
• (Hemiptera نصفية الأجنحة)	• الرتبة (Order)
• <i>Heteroptera</i> Latreille, 1810	• تحت الرتبة (Sub-order)

I-4-4- القراديات المائية (Hydrachnidia / Hydracarina)

تنتشر القراديات المائية في جميع أنحاء العالم وتحت مختلف خطوط العرض، مستعمرة البيئات المائية العذبة والبحرية. (Bernard, 2017) تنتمي (Hydrachnidia) إلى مفصليات الأرجل مخلابيات القرون (Chelicerates)، وتضم حوالي 6000 نوعاً موصوفاً (Walter et al., 2009). تتميز جلودها أو تلويحاتها التغمدية (Integuments) بأنها لينة وزاهية الألوان (برتقالي، أصفر، أحمر)، وهو ما يُنتج عن إفرازات سامة من غدها الجلدية كوسيلة دفاعية طاردة للمفترسات (Walter & Proctor, 1999).

تمتلك أحجاماً مجهرية أو دقيقة جداً (من 0.5 مم إلى 5 مم)، وتندمج أجزاء جسمها (الصدر الأمامي والبطن الخلفي (Prosoma and Opisthosoma) - تماماً دون أي تقسيم ظاهري. تتكون أجزاء فمها من زوج من المخالب القرنية (Chelicerae) وزوج من الملامس القدمية (Pedipalps). تُقسم هذه الكائنات إلى مجموعات رئيسية تشمل Prostigmata و Mesostigmata و Oribatida و Astigmata (Proctor & Walter, 1999). تشمل دورة حياتها (الشكل 8) على مراحل معقدة تطفلية في طورها اليرقي وحررة ومفترسة في طورها البالغ.



الشكل 08: الجانب البطني لأنثى بالغة لقراد الماء من جنس Limnesia وفقاً لـ Proctor (2006؛ Serrage, 2024)

(2024)

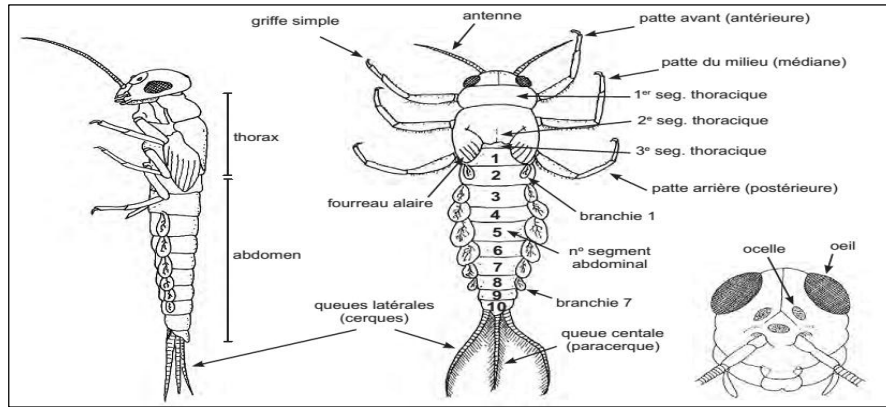
I-4-4-1- الموضع التصنيفي للقراديات المائية (Systematic Position)

• الاسم العلمي (Scientific Name)	• المرتبة التصنيفية (Taxonomic Rank)
Animalia	• المملكة (Kingdom)
Arthropoda	• الشعبة (Phylum)

• الاسم العلمي (Scientific Name)	• المرتبة التصنيفية (Taxonomic Rank)
• (Arachnida) العنكبوتيات)	• الطائفة (Class)
• (Trombidiformes) بروزية الثغور)	• الرتبة (Order)
• Hygrobatoidea	• الفوق عائلة (Super-family)
• Hydrachnidae Leach, 1815	• العائلة (Family)

I-4-5- ذباب مايو / ذباب المولد / يوموايات (Ephemeroptera)

سُميت هذه الرتبة بهذا الاسم (مأخوذ من اليونانية ويعني "قصير العمر" أو "مؤقت") لأن الحشرة البالغة (*Ephemera*) تعيش لفترة قصيرة جدًا تتراوح بين بضع ساعات إلى أيام معدودة، وتخصص حصريًا في التكاثر وتفتقر لأجهزة هضمية وظيفية (El Alami, 2002; Mahmoudi, 2022). تضم الرتبة حوالي 2000 نوع مسجل عالميًا، ويمكن أن يصل طول الحشرة مع القرون الشرجية (Cerci) إلى 4 سم. (Kraiem, 1986)



تتواجد يرقاتها بكثرة

في المياه الجارية (الداول والأنهر)، وتعتبر مؤشرًا بيولوجيًا ممتازًا وذو قيمة عالية في تقييم جودة المياه نظرًا للمتطلبات البيئية الصارمة وحساسية أنواعها العالية للتلوث البيئي وعوز الأكسجين (Alba- Tercedor et al., 1995). تتغذى اليرقات أساسًا على النباتات والمواد كشط الطبقة الطحلبية المحيطة بالصخور، أو الحطام العضوي، وبعضها مفترس، وتكون أجزاء منها قارضة ووظيفية. تتميز الحشرة البالغة برأس عريض، وزوج من الأجنحة العمودية المرفوعة على صدر مقسم إلى ثلاثة أجزاء يحمل كل منها زوجًا من الأرجل، يليه بطن طويل من 10 قطع ينتهي بزوج أو ثلاثة من الخيوط الذيلية أو القرون الشرجية الطويلة. (Kraiem, 1986; Serrage, 2024) (Cerci)

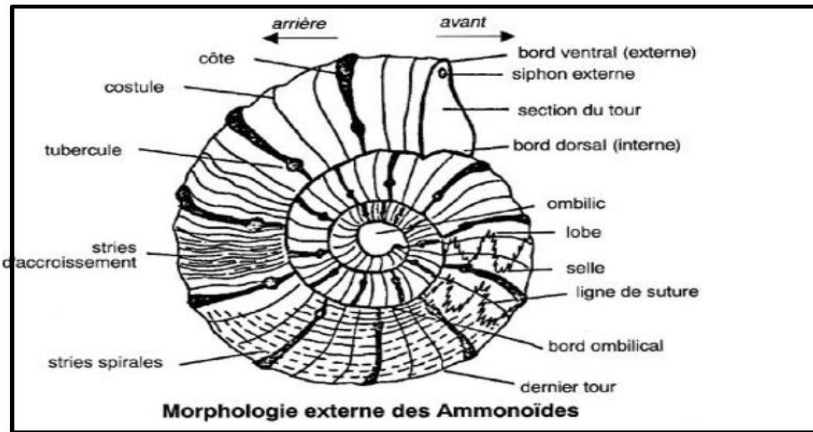
الشكل 09 الشكل العام ليرقة (Moisan) Ephémères، 2010

I-4-5-1- الموضع التصنيفي ليوموايات (Systematic Position)

• الاسم العلمي (Scientific Name)	• المرتبة التصنيفية (Taxonomic Rank)
• <i>Animalia</i>	• المملكة (Kingdom)
• <i>Arthropoda</i>	• الشعبة (Phylum)
• <i>Insecta</i>	• الطائفة (Class)
• <i>Ephemeroptera</i>	• الرتبة (Order)
• <i>Ephemeridae</i> Latreille, 1810	• العائلة (Family)

I-4-6- الرخويات (Molluscs)

الرخويات (Molluscs) كائنات لا فقارية واسعة الانتشار، وتتميز بتنوع أشكالها وأحجامها، علمًا أن 80% منها لا يتعدى طوله 5 سنتيمترات. يتكون جسمها من بنية رخوة غير مقسمة، محاطة ومحمية في أغلب الأحيان بقوقعة كلسية. (Calcareous shell) ينقسم جسمها تشريحياً إلى كتلة عضلية سفلى تُعرف بالقدم (Foot) وتُستخدم للحركة، وكتلة أحشاء عليا مغطاة جزئياً بغشاء نسيجي متخصص يُسمى البرنس/الرداء (Mantle) وهو المسؤول عن إفراز القوقعة الكلسية. كما تتميز بوجود عضو كشط في الفم يسمى المسنة (Radula) مفقود عند ثنائيات الصدفة). تعيش أغلب أنواعها في البيئات البحرية، إلا أنها تستعمر بكفاءة المنظومات المائية القارية للمياه العذبة والبيئات البرية. (Molluscs, 2023)

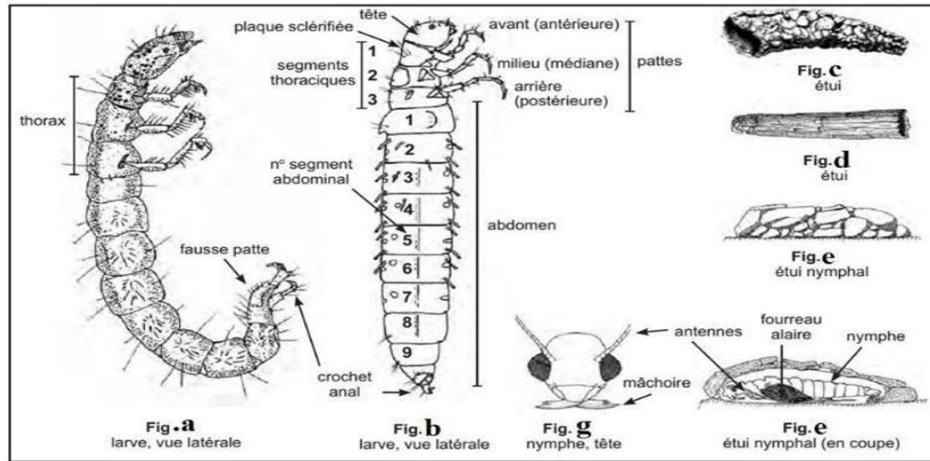


الشكل 10 يوضح المظهر الخارجي لنوع من القواقع Ammonoïde (Mahmoudi, 2022)

I-4-7- مشعرات الأجنحة / ذباب القاضي (Trichoptera)

تُعد مشعرات الأجنحة (*Trichoptera*) حشرات كاملة التحول (*Holometabolous*) تشبه في مظهرها الفراشات، وهي محبة للرطوبة (*Hygrophilous*) ونفاذة من الضوء (تنشط في الغسق أو الليل) (Grassé et al., 1970). تعيش يرقاتها وعذاراها في الوسط المائي، باستثناء بعض الأنواع التابعة لعائلة *Limnephilidae* التي تكيفت ثانويًا مع الحياة البرية. تمايزت هذه الرتبة في نهاية العصر الأولي من سلف مشترك مع الفراشات (*Lepidoptera*).

تتميز يرقات العديد من العائلات بقدرتها على بناء بيوت أو حافظات متقلبة (*Cases*) من حبيبات الرمل أو بقايا النباتات المحيطة بها لحمايتها. وتعتبر هذه الرتبة من المجموعات الأساسية في المياه العذبة؛ حيث يضم هذا التنوع ما لا يقل عن 105 جنسًا في أوروبا والمناطق المجاورة، وتُستخدم بقوة كأدلة حيوية على نقاء البيئات المائية وظروفها الهيدروليكية المواتية. (Tachet, 2013)



الشكل 11 يوضح مختلف اطوار مشعرات الاجنحة ال (Trichoptera) (Mahmoudi, 2022)

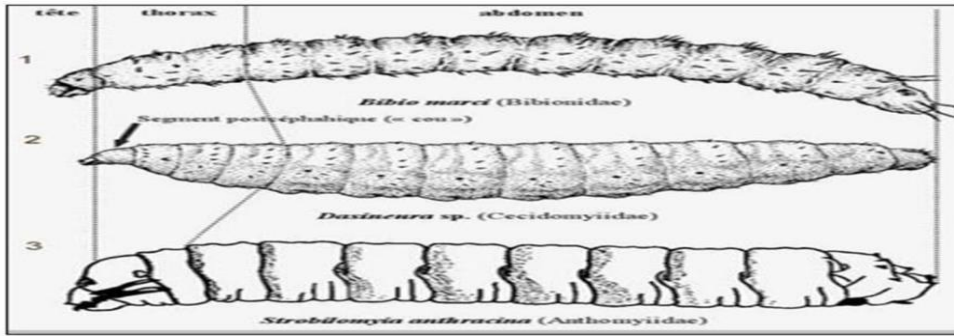
I-4-7-1- الموضع التصنيفي لمشعرات الأجنحة (Systematic Position)

• الاسم العلمي (Scientific Name)	• Merteba التصنيفية (Taxonomic Rank)
• <i>Animalia</i>	• المملكة (Kingdom)
• <i>Arthropoda</i>	• الشعبة (Phylum)
• <i>Hexapoda</i>	• تحت الشعبة (Sub-phylum)
• <i>Insecta</i>	• الطائفة (Class)
• <i>Pterygota</i>	• تحت الطائفة (Sub-class)

• الاسم العلمي (Scientific Name)	• Merteba التصنيفية (Taxonomic Rank)
<i>Trichoptera</i> Kirby, 1813	الرتبة (Order)

I-4-8- ثنائيات الأجنحة (Diptera)

تمثل رتبة ثنائيات الأجنحة (*Diptera*) مع الخنافس المجموعات الحشرية الأكثر تنوعًا وغزارة في العالم. وعلى الرغم من أن الأشكال المائية أقل عددًا من الأشكال البرية، إلا أنها تكتسي أهمية طبية واقتصادية بالغة (كالبعوض وذباب الخيل). تتميز هذه الرتبة بالتحول الكامل، وتستعمر اليرقات بيئات المياه الراكدة (*Lentic*) والجارية (*Lotic*) على حد سواء. تبعًا للأنواع، تستغرق المراحل اليرقية المائية (تتخللها 3 إلى 4 انسلخات) من بضع أسابيع إلى سنتين كاملتين، وتنتج أغلب الأنواع جيلًا واحدًا أو جيلين في السنة. تعتمد أغلب اليرقات المائية في تنفسها على التنفس الجلدي المباشر أو عبر الغلاصم/الخياشيم المائية. (Johannsen, 1977; Dejoux et al., 1983) (*Tracheal gills*)



الشكل 11 يوضح أشكال مختلفة من رتبة ثنائيات الأجنحة (*Diptera*)

I-4-8-1- الموضع التصنيفي لثنائيات الأجنحة (Systematic Position)

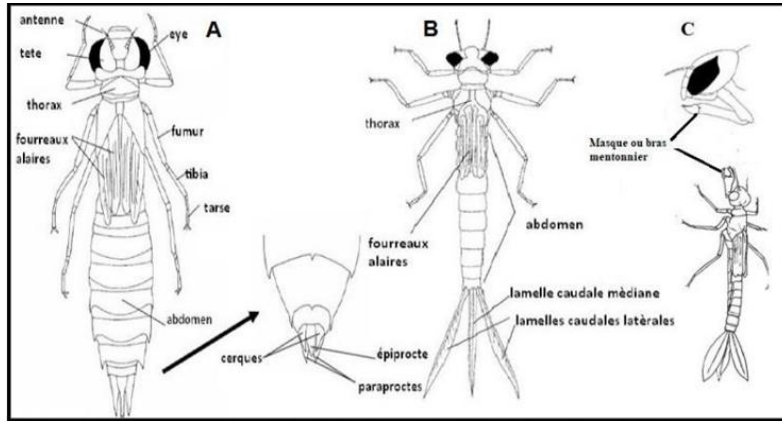
• الاسم العلمي (Scientific Name)	• المرتبة (Taxonomic Rank)
<i>Animalia</i>	المملكة (Kingdom)
<i>Arthropoda</i>	الشعبة (Phylum)
<i>Hexapoda</i>	تحت الشعبة (Sub-phylum)
<i>Insecta</i>	الطائفة (Class)
<i>Pterygota</i>	تحت الطائفة (Sub-class)

• الاسم العلمي (Scientific Name)	• المرتبة (Taxonomic Rank)
• (Tachet, 2010)	• الرتبة (Order)
<i>Diptera</i>	

I-4-9- اليعاسب / الرعاشات (Odonata)

يأتي الاسم العلمي للرعاشات (Odonata) من الإغريقية ويعني "الفكوك المسننة"؛ إذ تتميز اليرقات والبالغات بأنها مفترسات لحمية ضارية. (Voracious predators) تنقسم الرتبة إلى تحت ربتين: الرعاشات الصغيرة أو دمي الماء (Zygoptera / Damselflies) وتضم حوالي 2700 نوع، والرعاشات الكبيرة أو اليعاسب (Anisoptera / Dragonflies) وتضم حوالي 2900 نوع (Souache, 1993).

تستعمر اليعاسب كافة أنواع الأراضي الرطبة وتعتبر حلقة بيئية أساسية لضمان توازن واستقرار هذه الأوساط؛ فبصفتها مفترسات تقوم بضبط أعداد الكائنات الحية الأخرى، وبصفتها فرائس تساهم في دعم مجتمعات الأسماك والطيور، مما يجعل وجودها دليلاً مؤكداً على ثراء غزارة المياه العذبة وصحتها الإيكولوجية. (D'aguilar & Domanget, 1998) تظهر الفوارق المورفولوجية بوضوح بين يرقات المجموعتين؛ حيث تكون يرقات Zygoptera صغيرة ونحيفة وتنتهي مؤخرة بطنها بثلاثة صفائح ذيلية غلصمية (Caudal lamellae) تُستخدم للتنفس والحركة، بينما تكون يرقات Anisoptera أكبر حجماً وينتهي بطنها بهرم شرجي/ذيلي. (Caudal pyramid) وتعد تراكيب أجزاء الفم المتحورة، وبخاصة القناع أو الذقن (Mentum/Labial mask)، بالإضافة إلى قرون الاستشعار والأرجل، أدوات تشخيصية حاسمة لتحديد العائلات والأجناس. (Zebesa, 2016)



الشكل 12 الشكل العام ليرقات اليعسوب. أ: يرقات اليعسوب أحادي الأجنحة. ب: يرقات اليعسوب ثنائي الأجنحة. ج: الذراع الذقني (Zebsa, 2016; Serrage, 2024).

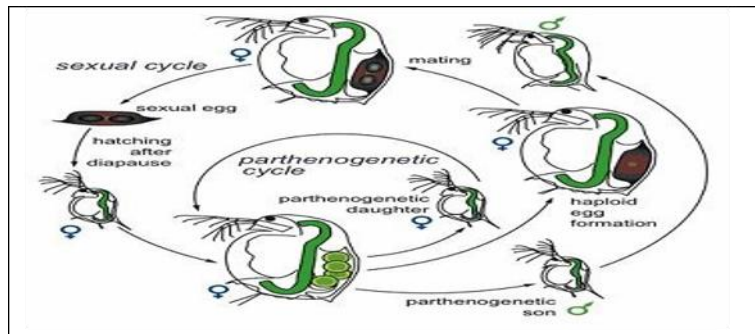
I-4-9-1- الموضع التصنيفي لليعاسب (Systematic Position)

• الاسم العلمي (Scientific Name)	• المرتبة التصنيفية (Taxonomic Rank)
• <i>Animalia</i>	• المملكة (Kingdom)
• <i>Arthropoda</i>	• الشعبة (Phylum)
• <i>Hexapoda</i>	• تحت الشعبة (Sub-phylum)
• <i>Insecta</i>	• الطائفة (Class)
• <i>Pterygota</i>	• تحت الطائفة (Sub-class)
• <i>Odonata</i> Fabricius, 1793	• الرتبة (Order)

• I-4-10- القشريات (Crustaceans)

تعيش القشريات المائية في المياه العذبة الراكدة أو ضعيفة التيار الغنية بالحطام والمواد العضوية؛ لذا يعد التكاثر المفرط لبعض أنواعها (مثل براغيث الماء) مؤشراً على حدوث تلوث عضوي حاد في الوسط المائي. في المقابل، تظهر هذه الكائنات حساسية شديدة تجاه التلوث بالنترات والمبيدات الحشرية، فضلاً عن تأثرها الشديد بظاهرة تحمض المياه وعوز الأكسجين المذاب. (Hullnudd, 2009)

ينقسم جسم القشريات عموماً إلى ثلاثة أقسام رئيسية: الرأس (Cephalon)، الصدر (Thorax)، والبطن (Abdomen). (Tachet, 2010) وتمتلك كحد أدنى خمسة أزواج من الأرجل المفصليّة (باستثناء الأوستراكودا) بالإضافة إلى زوجين من قرون الاستشعار المميزة لها عن باقي المفصليات. (Beaumont & Cassier, 2009) وتعد دافنيا (*Daphnia magna*) من أشهر نماذج القشريات الفرعية المجهرية لدراسة السمية البيئية وتأثير الملوثات على التكاثر البيولوجي (الشكل 13)



الشكل 13: دورة حياة *Daphnia magna* (Serrage, 2024)

I-4-10-1- الموضع التصنيفي للبراغيث المائية كمثال (Systematic Position)

• الاسم العلمي (Scientific Name)	• المرتبة التصنيفية (Taxonomic Rank)
• <i>Animalia</i>	• المملكة (Kingdom)
• <i>Arthropoda</i>	• الشعبة (Phylum)
• <i>Crustacea</i> (القشريات)	• الطائفة (Class)
• <i>Branchiopoda</i> (غليسية الأرجل)	• تحت الطائفة (Sub-class)
• <i>Cladocera</i> (متشعبات القرون / براغيث الماء)	• الرتبة (Order)
• <i>Daphnidae</i> Straus, 1820	• العائلة (Family)

الفصل الثاني

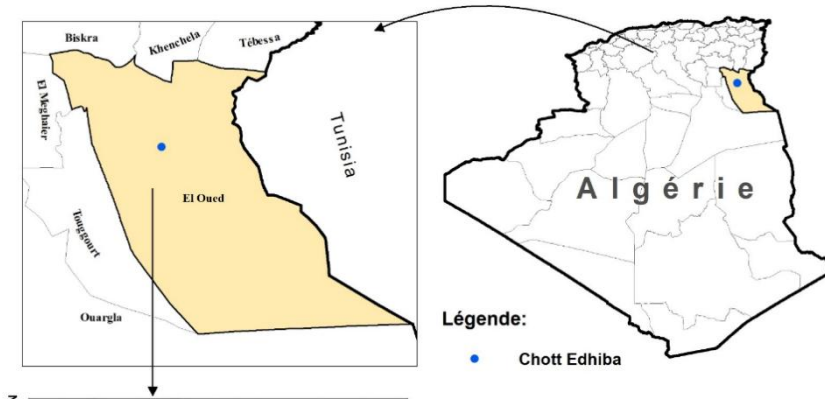
عرض منطقة الدراسة

II-1- منطقة الدراسة

II-1-1- الوضع الجغرافي

تقع منطقة وادي سوف في الجزء الجنوبي الشرقي من الجزائر والشمال العرق الشرقي الكبير يبلغ طول حدودها مع تونس حوالي 300 كلم وتبعد عن عاصمه البلاد ب 630 كلم ويحدها من الشرق الجمهورية التونسية. ومن الغرب كل من ولايات المغير وتقرت، ومن الشمال ولايات تبسة وخنشلة وبسكرة، ومن الجنوب ولاية ورقلة تقع ولاية واد سوف بين الاحداثيات الجغرافية التالية 6.9667 من الخط الطول، و 33.4000 من خط العرض (D.abbass, wordpress). حيث يبلغ مساحتها 54.573 كم 2 أي بنسبة 2.29 % ، كما يبلغ عدد سكان حوالي 134.699 نسبة وهذا لسنة 2023 و 2024.

(الشكل 14) (قدول، 2025).



الشكل 14: الموقع الجغرافي لمنطقة وادي سوف (Schedule, 2025)

II-1-2- الثروة النباتية:

يتميز المظهر العام لمنطقة سوف بالنباتات المفتوحة والمتفرقة. تنمو النباتات هناك بشكل متفرق، مما يترك مساحات كبيرة بينها. تشكل النباتات العشبية غالبية الأنواع، بينما الأشجار والشجيرات الخشبية نادرة. وبالتالي، فإن الأراضي في منطقة سوف معرضة للتآكل وتحرك الرمال، على عكس الأراضي الرطبة حيث تغطي النباتات الكثيفة سطح التربة وتحميها من عوامل التآكل.

يتأثر منظر المنطقة بالفصول. هناك دورة مدتها أربع سنوات تتطور خلالها النباتات حسب الفترات. بشكل عام، تزدهر المجتمعات النباتية خلال موسم الأمطار، أي في الشتاء والربيع (من يناير إلى مايو). على النقيض من ذلك، خلال موسم الصيف الجاف، تقل الغطاء النباتي بشكل كبير، وتتحول معظم التربة إلى بقايا نباتات وسيقان جافة.

الأنواع النباتية الرئيسية المسجلة في منطقة سوف هي التالية:

❖ نباتات الكثبان الرملية:

Stipagrostis pungens, *Helianthemum lippii*, *Retama retam*(الرتم), *Cyperus conglomeratus*, *Limoniastrum guyonianum*, *Ephedra alata*, *Astragalus gomboeformis*, *Euphorbia guyoniana*, *Haloxylon scoparium*,
, *Ammosperma cinereum*, *Zygophyllum glutinosum*, *Cistanche violacea*, *Farsetia aegyptia*.

❖ النباتات المسطحة:

Matthiola longipetala ، *Eremobium aegyptiacum* ، *Plantago psyllium* ،
Plantago albicans ، *Atractylis Carduus* ، *Ifloga spicata* ، *Schismus barbatus* ،
Cutandia dicotoma ، *Asphodelus refractus* ، *Bassia muricata* ، *Launaea fragilis* ،
Brocchia cinerea ، *Launaea capitata* ، *Silene villosa* ، *Arnebia decumbens* ، *Lotus* .

❖ النباتات في المناطق المالحة:

Halocnemum cruciatum، *Tamarix boveana*، *Suaeda vera*، *Phragmites australis*، *Frankenia pulverulenta*، *Limoniastrum guyonianum*، *Aeluropus littoralis*،
Sonchus maritimus، *Spergularia marina* (Halis، 2024).

II-1-3- الثروة الحيوانية:

وفقا (Catalisano 1986) فإن عدد الأنواع التي يمكن أن تحتويها الصحراء لكل وحدة مساحة صغير نسبيا مقارنة بأنظمة بيئية أخرى على الكوكب. ومع ذلك، فإن الصحراء موطن لتتوع مذهل من الحيوانات، بما في ذلك اللاقاريات، والأسماك، والبرمائيات، والزواحف، والطيور، والثدييات. في الصحراء الجزائرية، تظل دراسات الحيوانات نادرة (Le Berre ، 1989).

❖ اللاقاريات

وفقا لأعمال عليا (Ferdjeni (2008), Khechekhouche et Moustefaoui (2008), Allal (2008), Gori (2009), Bousbia (2010), Ababsa et al. (2011), Ababsa (2012),

Brahmi (2010), Brahmi et al. (2012), Aouimeur (2016) et Khechekhouche et al. (2009–2018)، تنتمي اللافقاريات الرئيسية المسجلة في منطقة سوف إلى 14 رتبة تضم 336 نوعا. تصنف هذه الأنواع في 144 عائلة، مقسمة إلى 22 رتبة و4 فئات. عائلة Formicidae ، التي تضم 19 نوعا، هي الأغنى. من بين أكثر الترتيبات تمثيلا هي: خنافس الخنافس: 22 عائلة؛ les ; Hyménoptères et Diptères : 20 عائلة لكل منهما؛ les Héteroptyères : 9 عائلات. من حيث الفئات، تهيمن الحشرة ب 17 رتبة، تليها العنكبوت (5 رتب) والقشريات (رتبتان).

❖ الأسماك والبرمائيات والزواحف

فيما يتعلق بالأسماك، تم الإبلاغ عن عائلة واحدة فقط: عائلة Poeciliidae، التي تمثلها نوع *Gambusia affinis*.

نظرا لجفاف المناخ وغياب أماكن المياه الدائمة، فإن البرمائيات نادرة في منطقة سوف. ومع ذلك، لوحظت بعض الأنواع بشكل متقطع، بما في ذلك الضفادع والضفادع التي تستطيع التكيف مع البيئات المؤقتة، مما يسمح لها بالبقاء في ظروف بيئية قاسية.

تضم المنطقة تنوعا كبيرا من الزواحف، متكيفة جيدا مع ظروف الصحراء. بين عامي 2008 و2009، تم تسجيل 27 نوعا من الزواحف في منطقة سوف. تنقسم إلى 15 نوعا من الصوريان، تنتمي إلى أجناس مختلفة مثل أكانثوداكتيلوس، سينكوس، أغاما و

تارانغولا، 8 أنواع من الأوفيديان، بما في ذلك جنس سير/ستيس، بالإضافة إلى نوع واحد من الشيلونيان. (Moen et al., 2013; Moen et al., 2020;). الطيور

قائمة الطيور في منطقة سوف هي توليفة لعدة دراسات، لا سيما دراسات إيسنمان ومولي (Allal, 2008; Ababsa et al., 2011; Jozol et al., 2017; Gedol et al., 2024).

وقد حدد هذا العمل 13 عائلة و28 نوعا من الطيور. عائلة سيلفيدياي هي الأكثر تمثيلا، مع سيلفيا نانا (Scopoli, 1769) وسيلفيا ديزررتيكولا (Tristram, 1859).

❖ الثدييات

تتنتمي الأنواع الثديية الرئيسية المسجلة في منطقة سوف إلى 6 رتب و 7 عائلات وإجمالي 20 نوعا (Alal, 2008; Al-Khashqosh and Al-Mustafawi, 2008; Alia and Fardani, 2008;) (Alia, 2012; Alia et al., 2012). من بين هذه المجموعات، القوارض هي الأكثر تمثيلاً، مع أنواع مثل *Gerbillus nanus* (Blanford, 1875) و *Rattus rattus* (Linnaeus, 1758).

II-1-4-4- الخصائص المناخية

II-1-4-1- إطار المناخ

المعايير المناخية المستخدمة في هذه الرسالة تستند إلى بيانات الأرصاد الجوية التي قدمها المكتب الوطني للأرصاد الجوية (ONM، 2025)، والتي جمعتها محطة قمار في الواد على مدى فترة عشر سنوات من 2015 إلى 2024. تقع هذه المحطة في مطار قمار

خط الطول: 6°47'18" شرقاً،

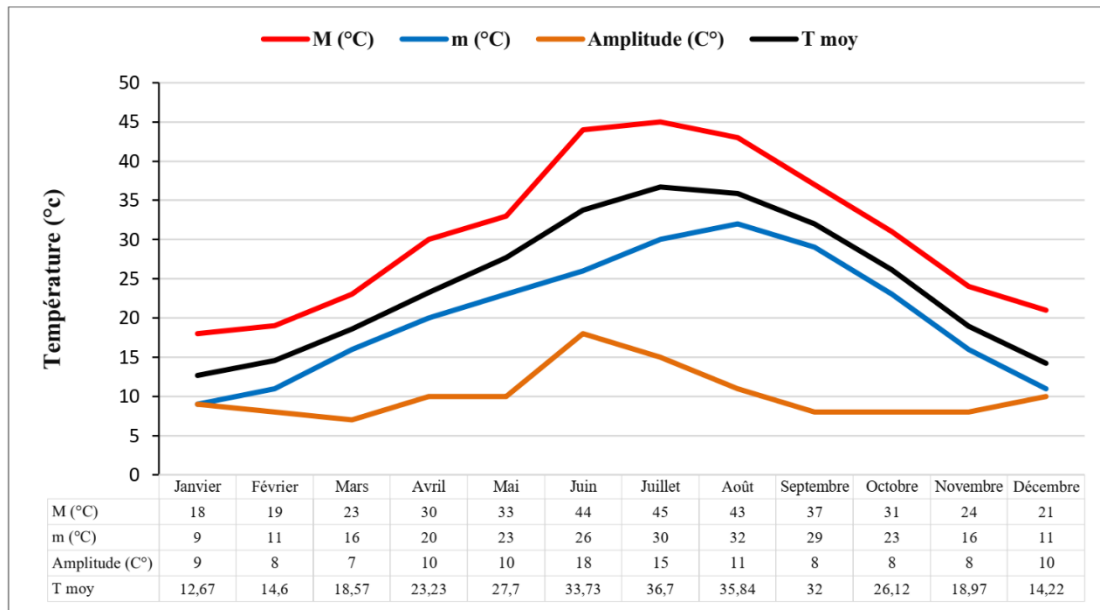
خط العرض : 33°30'22" شمالاً.

الارتفاع: 63 متراً.

II-2-4-1- درجة الحرارة

وفقاً Ramade (1984)، تعتبر درجة الحرارة عاملاً بيئياً رئيسياً يحدد توزيع جميع الكائنات الحية في المحيط الحيوي.

تكشف البيانات الحرارية لمنطقة سوف عن نظام مناخي نموذجي للصحراء الكبرى. يتميز هذا النظام الحراري بمتوسط درجة حرارة سنوية يتراوح بين 20.50°م و 30.67°م، ونطاق سنوي يتراوح بين 09°C و 18°C، مما يعكس القارية الواضحة لمناخ الصحراء. ترتفع درجات الحرارة القصوى لتصل إلى أقصى درجة (45 درجة مئوية) في يوليو، وهو أكثر الشهور حرارة، وتنخفض درجات الحرارة الدنيا إلى 09 درجات مئوية في يناير، وهو أبرد شهر (الشكل 15).



الشكل 15: متوسط وأقصى وأدنى درجات حرارة شهرية ونطاق الدراسة خلال سنة 2025.

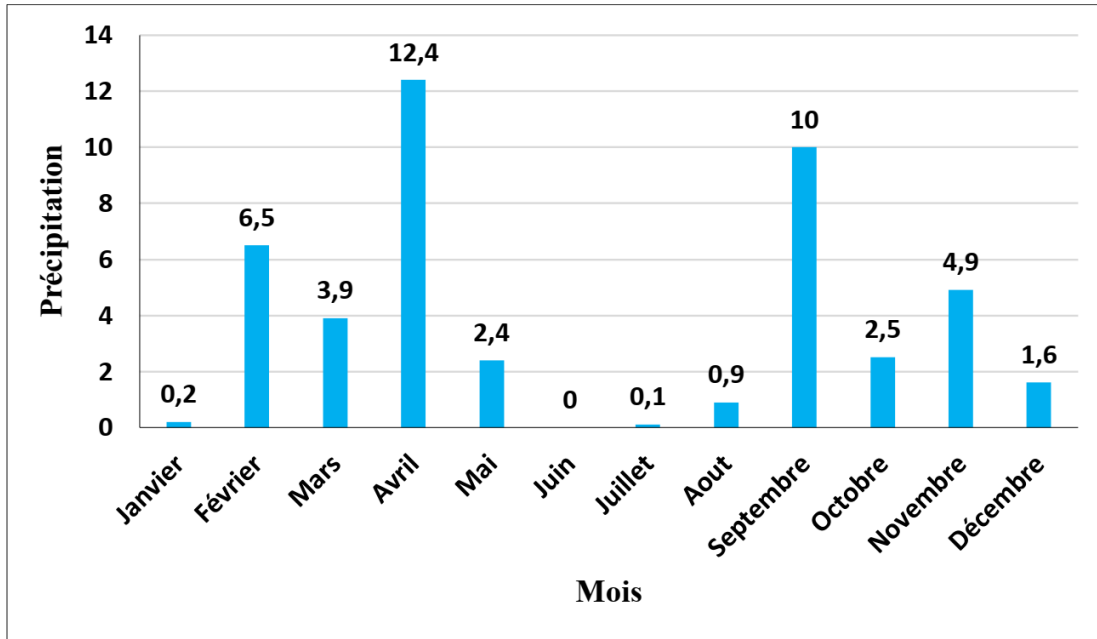
II-1-4-3- هطول الأمطار

هطول الأمطار هو عامل بيئي يحدد عمل النظم البيئية البرية ويحدد التوزيع الجغرافي للنباتات (Ramade 1984).

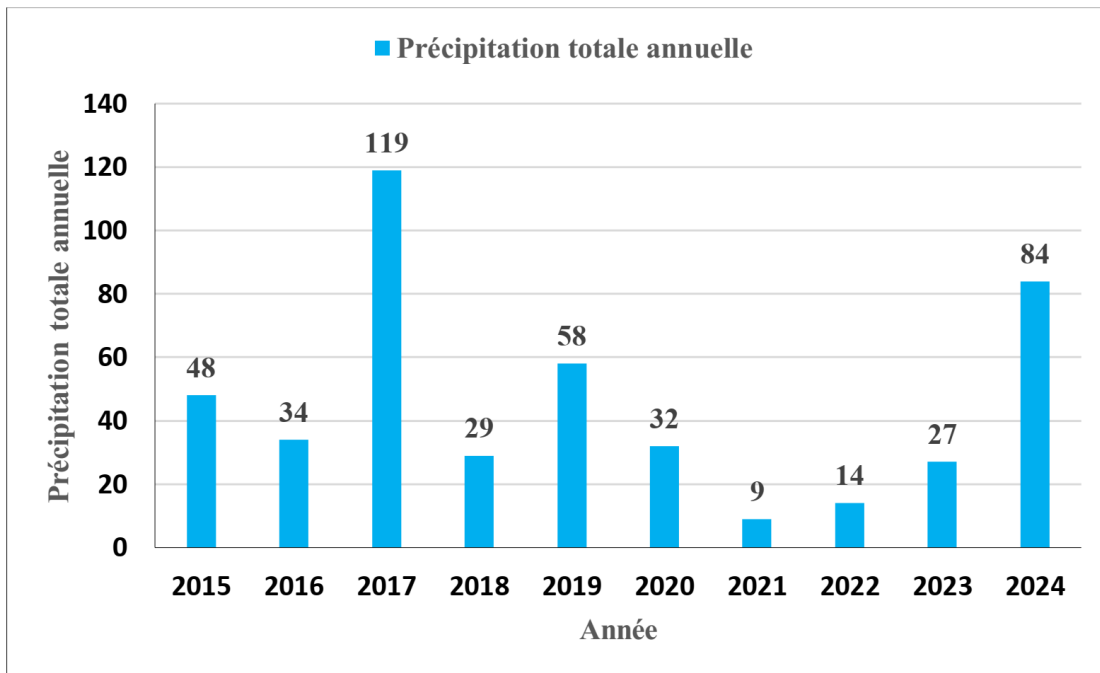
يتميز نظام هطول الأمطار في منطقة الدراسة (واد سوف) بعدم انتظام زمني (تغيرات بين السنويين والموسمين) مع قيم منخفضة ونادرا استثنائية.

خلال الفترة من 2015 إلى 2024، تتلقى منطقتنا 45.4 مم من متوسط الأمطار السنوي مع تباين كبير بين السنوات تتراوح من 09 ملم في 2021 (أكثر السنة جفافا) إلى 119 ملم في 2017، وهو ما يعادل أكثر السنة مطرا (الشكل 17).

يتراوح متوسط هطول الأمطار الشهري (الشكل 16) بين 0 ملم (في يونيو هو أكثر الشهور جفافا) و12.4 ملم (في أبريل، وهو أكثر الشهور أمطارا) ويكشف عن نظام موسمي ثنائي النمط مع أقصى هطول أمطار، وأقصى في الربيع (أبريل: 12.4 ملم) وأقصى ثانوي في الخريف (سبتمبر: 10 ملم). بالإضافة إلى ذلك، شهدت أمطار شهرية ملحوظة ذات طبيعة متفرقة ومركزة بقيم استثنائية في فبراير 2015 (41 ملم)، أبريل 2017 (39 ملم)، أبريل 2024 (40 ملم) ونوفمبر وسبتمبر 2017 بقيم 32 و30 ملم على التوالي (الشكل 17)



الشكل 16: تغيير معدل التساقط الشهري في منطقة واد سوف خلال سنة (2025).

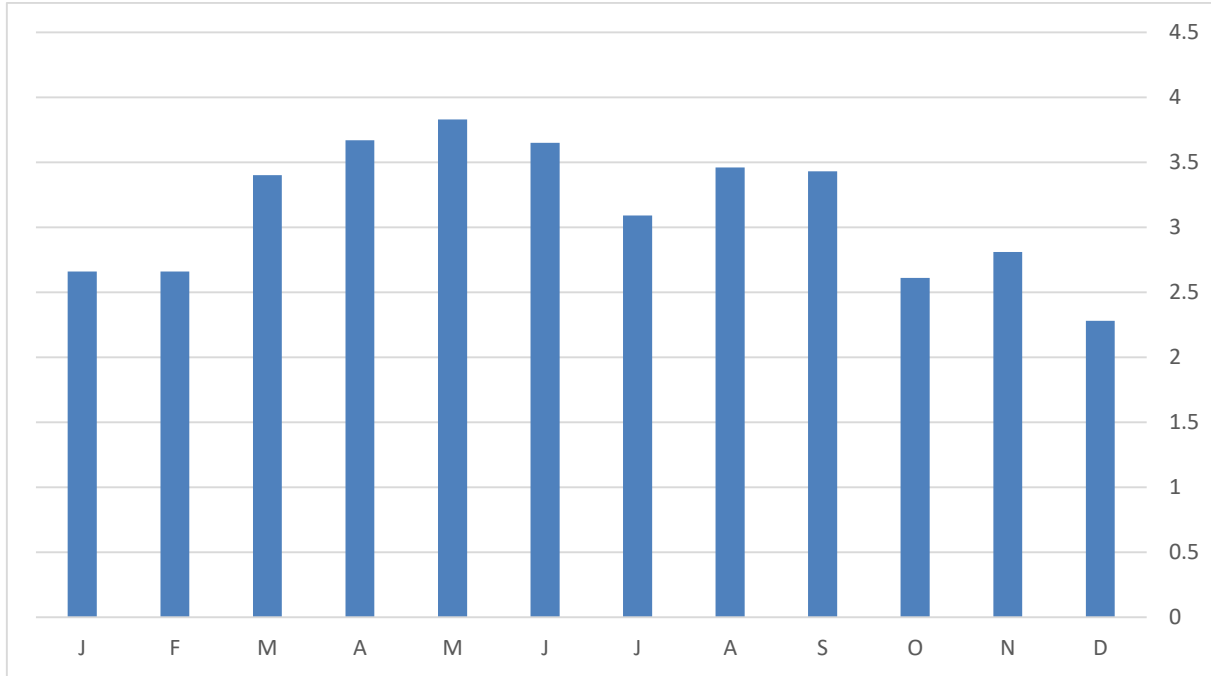


الشكل 17: تغيير معدل التساقط السنوي في منطقة واد سوف خلال سنة (2024-2015).

4-4-1-II- رطوبة الهواء

الرطوبة النسبية هي نتيجة التفاعل المعقد بين عوامل مناخية متعددة مثل كمية وطبيعة الهطول (المطر، الثلج، البرد) وتوزيعها الزمني (عدد الأيام)، درجة حرارة الهواء ونشاط الرياح التي تسرع عملية التبخر (Faurie et la، 1980).

متوسط الرطوبة النسبية الشهرية لمنطقة سوف خلال الفترة 2015-2024 (الجدول 2) هو 43.13%. لاحظت التغيرات الموسمية مع الحد الأقصى للفصل الشتوي في ديسمبر (65.2%) والحد الأدنى الصيفي في يوليو (24.9%).



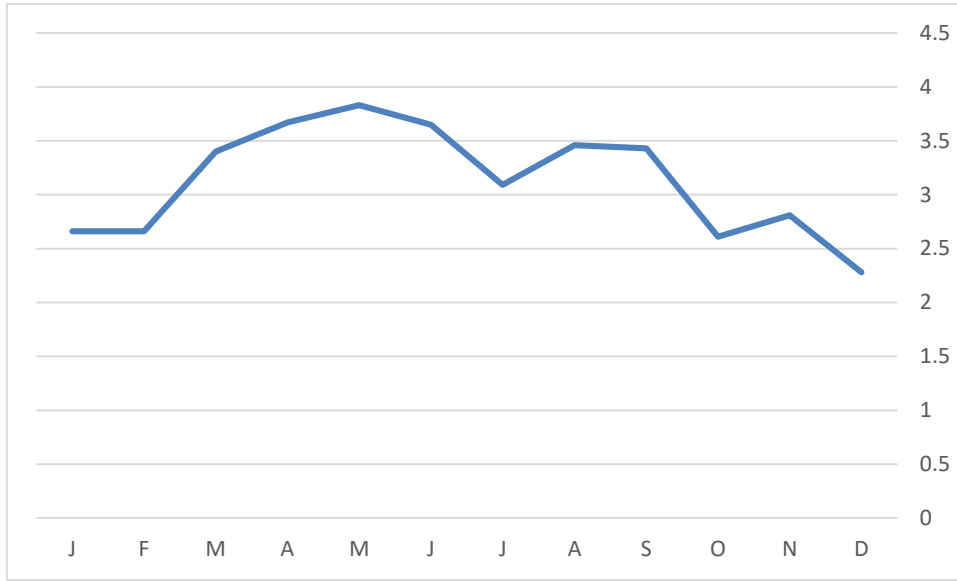
شكل رقم 18 المتوسط الشهري للرطوبة النسبية لمنطقة واد سوف خلال عام 2025.

Source : O.N.M., 2025

II-4-5- الرياح

وفقاً (Dreux1980)، تمارس الرياح تأثيراً غير مباشر على الكائنات الحية من خلال تكثيف عملية التبخر والنتح وزيادة ظروف الجفاف. بالإضافة إلى ذلك، يُمثل هذا العامل اللاحيوي عاملاً محدداً (Facteur limitant) يحدّ انتشار أو نمو بعض العشائر الأحيائية. (Ramade ، 2005).

يتميز نظام الرياح في منطقة سوف برياح متوسطة الشدة لمعظم أيام السنة (الجدول 3)، لكنه يزداد بشكل ملحوظ خلال فترات الانتقال في الربيع والخريف ويصل إلى ذروته في مايو بسرعة 3.83 م/ث.



شكل رقم 19 المتوسط الشهري لرياح منطقة واد سوف خلال عام 2025.

المصدر: O.N.M.، 2025

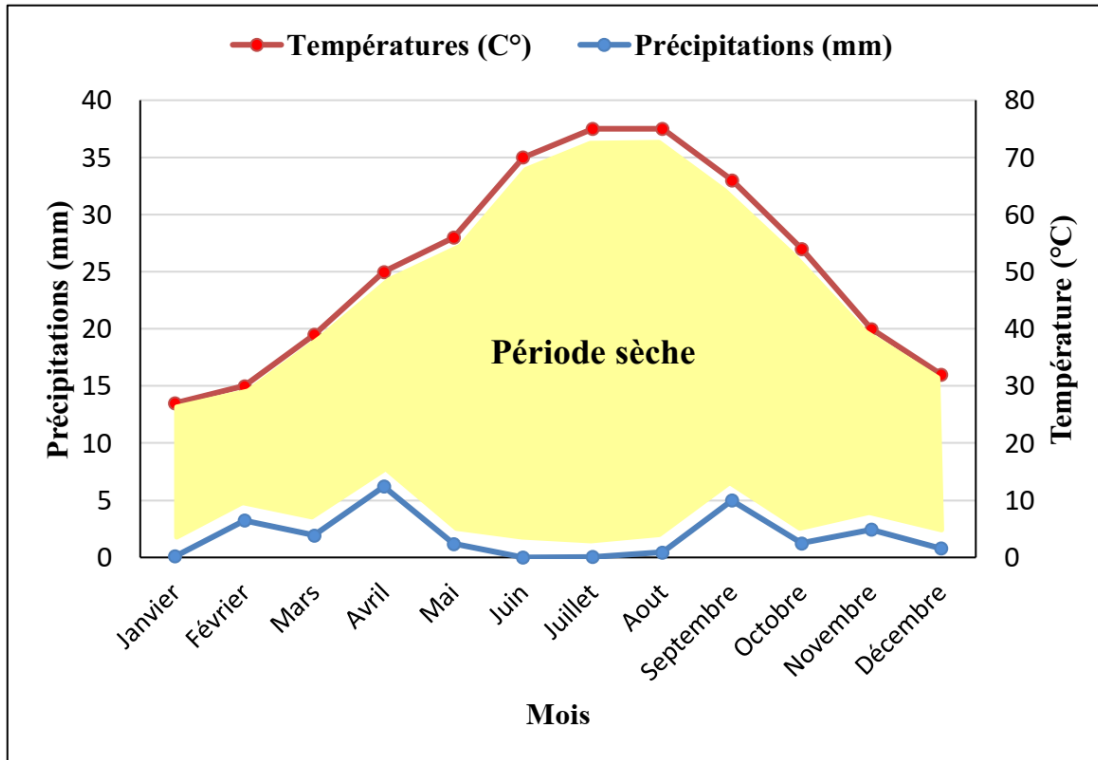
II-4-6- الإطار المناخي الحيوي

يتضمن إنشاء تركيب مناخي توصيف درجات الحرارة وتغير الأمطار في منطقة الدراسة وتوليد مؤشرات ومخططات مناخية (مؤشر Emberger ، مخطط الطقس GAUSSEN و BAGNOUL ، ومؤشر Martonne) التي تستخدم لحساب أنماط هطول الأمطار الموسمية والمرحلة المناخية الحيوية للمنطقة.

❖ رسم بياني لـ BAGNOUL و GAUSSEN

يعكس مخطط الطقس من قبل BAGNOUL و GAUSSEN (1953) مدة وشدة فترة الجفاف ويأخذ في الاعتبار تأثير الإجهاد المائي على نمو النباتات وتكوين الكتلة الحيوية. فترة الجفاف هي عندما يكون معدل الهطول الشهري (P) أقل أو يساوي عتبة جفاف تتوافق مع ضعف متوسط درجة الحرارة الشهرية (2T).

يوضح مخطط التردد الحراري (الشكل 7) ب أن الظروف المناخية جافة للغاية مع نقص هطول الأمطار مقارنة بدرجات الحرارة (نقص دائم في المياه). وفقا لمعيار BAGNOUL و GAUSSEN (P) $\geq 2T$ ، يكشف المخطط عن جفاف دائم (منطقة صفراء) على مدار السنة بأكملها (12 شهرا)، وهو سمة مميزة لمناخ شديد الجفاف.



الشكل 20 رسم بياني لمطر حراري حسب معيار GAUSSEN و BAGNOUL للمنطقة سوف (محطة قمار - واد سوف، الفترة 2015-2024).

7-4-1-II- معدل هطول Emberger (Q₂)

وفقا Dajoz (1971)، يتيح مخطط Emberger لمعدل الأمطار من الممكن تحديد المرحلة المناخية الحيوية لمنطقة معينة من قيمة ال m ونسبة Q₂ التي طورها Emberger (1955) والتي تنطبق على دول البحر الأبيض المتوسط والصحراء الشمالية. يمكن حساب هذا الحاصل وفقا Stewart (1969) بالصيغة التالية:

$$Q_2 = (3.43 * P) / (M - m)$$

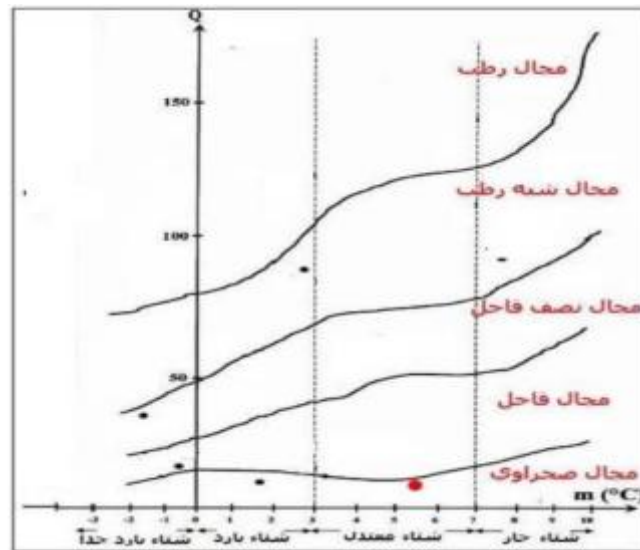
- Q : هطول الامطار حاصل من Emberger

- P : متوسط هطول الأمطار (بالمليمتر).

- M : متوسط درجات الحرارة القصوى لأسخن شهر (°C)

- m : متوسط درجات الحرارة الصغرى لأبرد شهر (°C)

جعلت البيانات المناخية $Q_2 = 5,8$ و $m = 09\text{ }^{\circ}\text{C}$ من الممكن تصنيف منطقة سوف في المرحلة الحيوية المناخية في الصحراء مع الشتاء الدافئ (الشكل 8)



الشكل 21: موقع منطقة وادي سوف Emberger

الجزء التطبيقي

الفصل الثالث

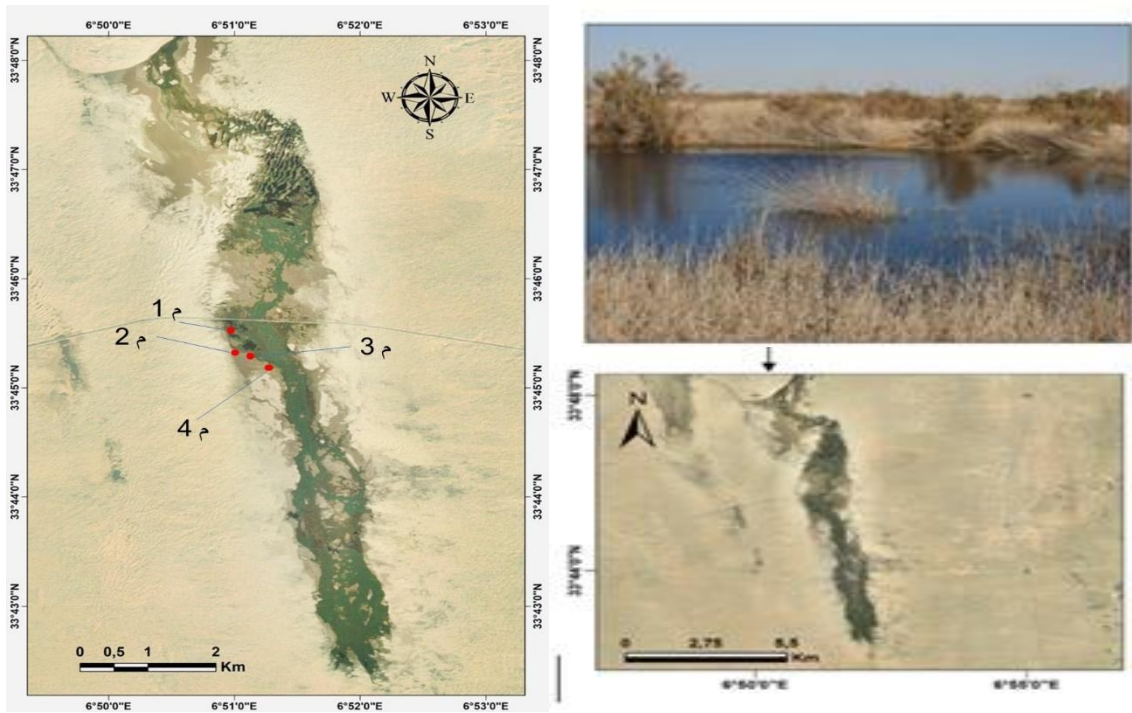
الطرق والأدوات

III- معدات وطرق دراسة العينات المائية وبيئتها

أولاً، يتناول هذا الفصل اختيار المحطات والأساليب المستخدمة في الموقع.

III-1- اختيار ووصف محطات الدراسة

في هذا العمل، وبعد استطلاع ميداني لبعض البرك المتواجد في مصب شط الذيبة بواد سوف التي تزيد مساحته عن 1544 هكتاراً، ويقع على بعد 16 كم من بلدية سيدي عون بإحداثيات $33^{\circ} 35' 32''$ و $33^{\circ} 40' 00''$ شمالاً و $6^{\circ} 55' 00''$ و $7^{\circ} 02' 00''$ شرقاً على الطريق الوطني رقم 48. فهو يشكل الوعاء النهائي لجميع مياه الصرف الصحي المعالجة من محطات محطات التنقية في الولاية (ONA)، وقد تم اختيار أربع محطات كنقاط أخذ عينات لللافقاريات المائية الكبرى تقع على حافة المستنقع. تم أخذ عدة عينات على مدى ثمانية أشهر، من أكتوبر 2025 إلى ماي 2026. (الشكل 22).



شكل رقم 22 خريطة توضح مواقع محطات الدراسة (مصدر الصور صورة شخصية 2025) (قنودال 2026 Google Maps)

ملاحظة: يمثل منخفضاً طبيعياً (سبخة) تحول إلى نظام بيئي اصطناعي نتيجة استقبله للمياه المستعملة المعالجة القادمة من محطات التصفية بالولاية، وتحيط به مساحات شاسعة من الأراضي المفتوحة والكثبان الرملية (العرق الشرقي الكبير).



محطة 02



محطة 01



محطة 04



محطة 03

الشكل رقم 23 يوضح المواقع الجغرافية لمحطات أخذ العينات (صورة شخصية 2026)

III-2- العمل الميداني وتقنيات أخذ العينات

من ديسمبر 2024 إلى يونيو 2025، تم جمع الحيوانات المائية مرتين في الشهر من المحطات المذكورة سابقاً. تم أخذ العينات باستخدام فيليه مفرغ بحجم شبكة 0.5 مم. يغمر نهاية الشبكة بالماء، ثم تتحرك بشكل منتظم لتجنب الاضطرابات.

تم أخذ عينات على عمق يتراوح بين 20 و40 سم، على ضفة كل محطة مختارة. تم وضع العينات المجمعة في حاويات محكمة الإغلاق مملوءة بماء من الموقع، مع وضع تعليمات دقيقة عليها (بما في ذلك تاريخ وموقع الجمع)، ثم نقلها إلى المخبر أين تفرز بناء على شكلها الخارجي وتحفظ في الكحول (الميثانول 75%) من أجل تصنيف (Alayat, 2024).



الشكل 24: تقنية أخذ عينات اللافقريات المائية (صور شخصية، 2026)

الوسائل والأجهزة المستعملة

الجدول 1: يوضح المواد والأجهزة المستعملة.

الأدوات المستعملة	مغرفة بلاستيكية أو معدنية حجمها 1ل، علب بلاستيكية لفرز العينات ، قارورات بلاستيكية، شرائح، ساترات، أنابيب اختبار بلاستيكية، علب بتري بيشر، دورق، سحاحة، أنابيب مخبرية، أسطوانة مدرجة، الماصة الدقيقة، ماصات مدرجة، ورق الترشيح . القفازات
المواد	NaOH، ماء مقطر، جليسيرين، ماء مقطر، أمونياك صافي، نيتريت الصوديوم، كاشف phénolcristallisé، Acide sulfanilique Acide ascorbique، Hcl:Zambelli .chlorure D'ammonium, Tartrate d'antimoine
الأجهزة المستعملة	جهاز قياس ال pH، حاضنة، جهاز قياس الناقلية الكهربائية، ميزان إلكتروني حساس، جهاز قياس الكثافة الضوئية، حمام مائي مكبر مزدوج العدسات مجهز بآلة تصوير

III-2-2- جمع عينات المياه للتحليل الفيزيائي-كيميائي

قمنا بأخذ عينة ماء في بحيرة شط الذيبة وتم وضع معايير الدقيقة لاختيار المواقع وطريقة الجمع. تم أخذ عينات من المواقع الأربعة المختارة.

قبل أخذ العينات، تمت إزالة الحجارة والفروع والجذور والحصى الأخرى بعناية. يتم أخذ العينات عن طريق غمس الزجاجاة، من الرقبة للأسفل، إلى حوالي 30 سم تحت سطح الماء. ثم تم تصعيده بوصف حركة "U"، لتجنب الجسيمات الطافية على السطح وتلك التي تتجمع من الرواسب (Rodier et al., 1996).

تعتمد كمية الماء المسحوبة على نوع الاختبار الذي سيتم إجراؤه، وسيتم تحديد المواد الحافظة المستخدمة لكل لكل خاصية يتم تحليلها. تخزن العينات عند درجة حرارة 4 °C (Aminot & Chaussepied, 1983).

III-2-2-1- العمل على مستوى المخبر

في المختبر، تشمل الطرق المطبقة أخذ تجميع وفرز عينات اللافقاريات المائية وعينات الماء ، بالإضافة الى تحديد الأنواع التي تم جمعها في الميدان.

III-2-2-2- تصنيف اللافقاريات المائية

تم تحديد الأنواع باستخدام عدسة مكبرة ثنائية العين ومجهر فوتوني. تم التقاط البنى الشكلية المميزة باستخدام الكاميرا المدمجة (Leica). في كثير من الحالات، كان التشريح تحت المجهر و المكبر ضروريا. تم تحضير العينات باستخدام علب بترى مزودة بقطرة من الجلسرول بعد غسلها بالماء المقطر. تم تصنيف العينات التي تنتمي الى Water beetles استنادا إلى Index of North African beetles (Biddle, 1925)، وكذلك Index of the Atlantic Wings of Alsace، الذي أنشئ تحت سلطة جمعية الألزاسية لعلم الحشرات (Callotte, 1990; 2001; Schutt, 1999; 2000). تم تحديد الهيدراكاريين باستخدام المفاتيح الثنائية: كوك (1974)، سميث (1976، 2007)، Perrier (1979) and Krantz (1975)، بنسبة لرتبة Ephemères، تم استخدام مفاتيح Belfiore (1983) بالإضافة إلى أعمال Gatuliat and Sartori (2008). تم تحديد Hétero-ptères aquatiques بناء على دراسات Boisson (1957), Jansson (1969, 1986) and Detier (1986)، بالإضافة إلى العديد من المنشورات التي تناولت الحيوانات المائية في منطقة البحر الأبيض المتوسط وأفريقيا. بالنسبة لعائلة Colicidai، تم التعرف بشكل منهجي باستخدام مفاتيح ثنائية مناسبة بناء على سلسلة من السمات الشكلية المحددة. تم استخدام أعمال Hemi (2007) والبرنامج الذي طوره Schaffner et al. (2001) كمراجع. تم توثيق هياكل التعريف بواسطة التصوير المجهرى باستخدام كاميرا مدمجة. (الشكل 25)



الشكل 25: التحديد والحفظ على مستوى المختبر (صور شخصية 2026)

III-2-3- المعالجة الفيزيائية-الكيميائية لعينات المياه

على مدى ثمانية أشهر، من أكتوبر 2025 إلى ماي 2026 جمعنا عينات المياه وسجلنا قيما من 6 مؤشرات فيزيائية وكيميائية، على مستوى محطات الدراسة الأربعة . أجريت التحاليل في مختبر محطة معالجة مياه الصرف الصحي في واد سوف، تحت المكتب الوطني للصرف الصحي (ONA). ، تم قياس كل من الرقم الهيدروجيني (pH)، درجة الحرارة، الناقلية الكهربائية ، الملوحة BOD5 و mes

❖ التحاليل الفيزيائية والكيميائية للماء

التحليل الفيزيوكيميائي للماء المأخوذ من المكامن اليرقية يهتم ب 5 مؤشرات على مستوى مخابر المعالجة في الجزائرية للمياه بواد سوف.

الجدول 2: يوضح مؤشرات التحليل الفيزيوكيميائي للماء .

المؤشر	التعريف
PH	يسمح بمعرفة حامضية أو قاعدية المحاليل، ليس له وحدة يُقرأ مباشرة كدلالة على تركيز شوارد H_3O^+ الناتجة عن تثبيت بروتون H^+ في جزئ الماء .
الناقلية	وتُعرف بمجموع المعادن الموجودة في المحلول وتسمى بالناقلية الكهربائية ، تدل على مدى قدرة نقل المحاليل للتيار الكهربائي وتعطي فكرة على معدنية الماء وحدتها Si/m أو mS/m .
MES	وهو كمية المواد العالقة في الماء وحدتها mg/l وتتعلق أساسا بانحلال المواد المترسبة في الماء .
درجة الملوحة	تركيز الأملاح في الماء (أملاح الصوديوم – أملاح المغنيزيوم ...) ، ليس لها وحدة لكن يُمكن أن يعبر عنها ب g/l .
BOD5	الطلب البيولوجي للاكسجين لمدة 5 أيام

III-3- الطرق الإحصائية لتحليل النتائج

تتعدد وتتنوع طرق تحليل البيانات، إذ تعتمد على أساليب أخذ العينات والأهداف المراد تحقيقها. ويقترح كل من DAGET (1976) و SOUTHWOOD (1978)، كما ورد في LOUADI (1999)، عند دراسة المجتمعات الحيوانية، وخاصة الحشرات، إجراء تحليلات لتوزيع الوفرة (distribution d'abondance) وحساب المؤشرات البيئية (indices écologiques)، لا سيما مؤشرات التنوع. كما يُحسب indice de similitude بين محطات الدراسة، وتُجرى تحاليل إحصائية للبيانات. وفي هذا الإطار، قمنا بتحليل النتائج المتحصل عليها.

تمت معالجة النتائج الخاصة بـ macro-invertébrés benthiques أولاً من خلال تقييم جودة الماء $qualité de l'échantillonnage$ ، ثم عولجت بواسطة مؤشرات بيئية خاصة بالتركيب (composition) والبنية (structure).

III-3-1- فحص النتائج المتحصل عليها من خلال $qualité de l'échantillonnage$

وفقاً لـ RAMADE (1984)، تُعبّر $qualité de l'échantillonnage$ بالعلاقة:

$$a/N$$

حيث:

- a: عدد الأنواع التي تمت ملاحظتها مرة واحدة فقط خلال N من الرفوعات (relevés).
- N: العدد الإجمالي للرفوعات.

ويسمح هذا المؤشر بتقييم جودة عملية أخذ العينات؛ فكلما كانت قيمة a/N صغيرة، كانت $qualité de l'échantillonnage$.

III-3-2- استغلال النتائج بواسطة indices écologiques de composition

من أجل تقييم تنوع اللافقاريات المائية الموجودة في المحطات الأربعة للدراسة، استُخدمت عدة indices écologiques de composition، من بينها:

- richesse spécifique
- richesse moyenne
- fréquence centésimale (F.C) أو abundance relative (A.R)
- indice d'occurrence

(Ramade, 2000).

وتُسهّم هذه المعايير في توصيف تركيب الأنواع وتوزيعها داخل الأنظمة البيئية المدروسة.

ويُترجم تنوع المجتمعات الحية عادةً من خلال:

- *richesse spécifique totale*: وتمثل العدد الإجمالي للأنواع (S) الموجودة في الوسط الحيوي (biotope).
- *richesse spécifique moyenne* (s): وتعكس متوسط عدد الأنواع المسجلة خلال سلسلة من عمليات الجمع (prélèvements).

كما يمكن التعبير عن هذا التنوع باستخدام مجموعة من المؤشرات المختلفة.

III-2-3-1- الثراء النوعي الكلي *Richesse spécifique totale*

حسب Ramade (1984)، فإن *richesse spécifique totale* هي عدد الأنواع الموجودة داخل تجمع أحيائي (peuplement) في نظام بيئي معين.

III-2-3-2- الثراء النوعي المتوسط *Richesse spécifique moyenne*

تمثل *richesse spécifique moyenne* متوسط عدد الأنواع الموجودة في عينات التجمع المدروس.

وتُعد هذه القيمة ذات أهمية كبيرة في دراسة بنية التجمعات الحيوية، حيث تعبر عن متوسط عدد الأنواع المسجلة في كل (relevé) (Ramade, 1984).

ووفقًا لـ Blondel (1979) تُحسب كما يلي:

$$S_m = \sum n_i / N$$

حيث:

- $\sum n_i$: مجموع الغنى النوعي الكلي.
- N: العدد الإجمالي للرفوعات (relevés).

III-3-2-3- Abondances relatives الوفرة النسبية

تمثل fréquence centésimale النسبة المئوية لأفراد نوع معين (ni) مقارنةً بالعدد الإجمالي للأفراد لجميع الأنواع مجتمعة (Dajoz, 1971).

وتُستخدم abundance relative لتوصيف التنوع الحيواني (diversité faunistique) داخل وسط معين.

ويُحسب هذا المؤشر وفق العلاقة:

$$F\% = (ni / N) \times 100$$

حيث:

- ni : عدد أفراد النوع المدروس.
- N : العدد الإجمالي للأفراد لجميع الأنواع.

III-3-2-3- indice d'occurrence درجة الثبات

تعبّر constance عن نسبة عدد الرفوعات التي تحتوي على النوع المدروس مقارنةً بإجمالي عدد الرفوعات المنجزة (Dajoz, 1982).

ويتم حسابها وفق الصيغة التالية:

$$C (\%) = (Pi \times 100) / P$$

حيث:

- Pi : عدد الرفوعات التي تحتوي على النوع المدروس.
- P : العدد الإجمالي للرفوعات المنجزة.

وبناءً على قيمة C يتم تصنيف الأنواع كما يلي:

- Espèces constantes إذا كان: $C \geq 75\% \leq 100\%$
- Espèces régulières إذا كان: $C \geq 50\% < 75\%$
- Espèces accessoires إذا كان: $C \geq 25\% < 50\%$
- Espèces accidentelles إذا كان: $C \geq 5\% < 25\%$

III-3-3- indices écologiques de structure بواسطة استغلال النتائج

تُبرز indices écologiques de structure جودة المجتمع الحشري (entomofaune) المدروس. وتشمل:

- Indice de diversité de Shannon-Weaver
- Indice d'équi-répartition
- Indice de Jaccard

III-3-3-1- مؤشر شانون-ويفر للتنوع الحيوي Indice de diversité de Shannon-Weaver

وفقًا لـ Blondel et al (1973)، يُعرّف التنوع بأنه مستوى عدم التجانس داخل التجمع الحيوي (peuplement).

وأشار Margalef (1958)، كما ورد في Legendre et al (1984)، إلى أن indice de diversité H' de Shannon-Weaver يُعد مقياسًا مهمًا للتنوع البيولوجي، ويُحسب وفق المعادلة:

$$H' = -\sum P_i \log_2(P_i)$$

حيث:

- $P_i = n_i / N$
- n_i : عدد أفراد النوع i.
- N : العدد الإجمالي للأفراد.
- $\log_2$: اللوغاريتم ذو الأساس 2.

ويتراوح هذا المؤشر بين:

$$H' \leq 5 \geq 0$$

وتُعتبر النتيجة عن قيمة مقاسة بوحدة bits.

يوفر هذا المؤشر معلومات حول تنوع الأنواع في كل وسط مدروس، إذ يعتمد التنوع ليس فقط على عدد الأنواع الموجودة، وإنما أيضًا على abundance relative لكل نوع (Barbault, 1981).

ويبلغ المؤشر قيمته القصوى عندما تكون جميع الأنواع ممثلة بأعداد متساوية من الأفراد. أما انخفاضه فيشير إلى فقر التجمع الحيوي بالأنواع (Blondel, 1979). وفي المقابل، فإن ارتفاع قيمته يدل على أن الوسط غني بأنواع Culicidés ويوفر ظروفًا ملائمة لتطورها.

Diversité maximale

يعبر Blondel (1979) عن diversité maximale بالعلاقة:

$$H'_{\max} = \log_2 S$$

حيث:

- $H'_{\max}$: التنوع الأقصى معبراً عنه بوحدة bits.
- S : richesse totale des espèces

III-3-3-2- مؤشر التجانس Indice d'équi-répartition

بحسب Blondel (1979)، فإن équitabilité تمثل النسبة بين التنوع الملاحظ والتنوع الأقصى،

وتحسب كما يلي:

$$E = \frac{H}{H'_{\max}}$$

وتتراوح قيمة E بين 0 و 1.

- عندما تقترب E من الصفر، فهذا يدل على عدم توازن أعداد الأنواع، حيث تهيمن نوعية أو نوعان على التجمع بأكمله.
- عندما تقترب E من الواحد، فهذا يعني وجود توازن بين أعداد الأنواع المختلفة، وتكون وفرتها متقاربة.

III.3.3.3 Analyse de similitude (Indice de JACCARD)

بهدف مقارنة تجمعات Culicidés بين المحطات الأربعة اثنتين باثنتين، استخدم coefficient de similitude de JACCARD، والذي يعتمد فقط على وجود أو غياب الأنواع (-présence / absence).

ويُحسب وفق العلاقة:

$$J = \frac{a+b+c}{a+b+c} \times 100$$

حيث:

- a : عدد الأنواع الموجودة فقط في الرفع (relevé a).
- b : عدد الأنواع الموجودة فقط في الرفع (relevé b).

- c : عدد الأنواع المشتركة بين الرفعين.

وقد استُخدم هذا المعامل لمقارنة التركيب النوعي للأنواع بين مختلف المحطات. وكلما اقتربت قيمة coefficient de JACCARD من 100٪، دلّ ذلك على تشابه نوعي كبير بين المحطتين المقارنتين

الفصل الرابع

النتائج والمناقشة

قائمة المراجع

- À la rencontre des mollusques. (2023). Guide de découverte des mollusques d'eau douce et terrestres. 73. Moisan, J. (2017). Caractérisation des communautés de macroinvertébrés benthiques du nord du Québec Fosse du Labrador. Québec: Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction générale du suivi de l'état de l'environnement.
- Ecuador, International Journal of Limnology, 53, 203-219. 82.Orurco-González, C. E., & Ocasio-Torres, M. E. (2023). Aquatic macroinvertebrates broindicators of water quality: A study of an ecosystem regulation service in a tropical river. Ecologies, 4(2), 209-228.
- Hellis, Y.)2005(الموسوعة النباتية لمنطقة سوف Encyclopédie des plantes de la région Souf(.
- Henri tacht, invertébrés d'eau douce, imprime en france, (2012).
- Manar, N. (2008). Étude bioécologique des crustacés planctoniques dans les zones humides de l'Est algérien [Mémoire de Master, Université d'Annaba].
- Margalef, R. (1958). Information theory in ecology. General Systems, 3, 36-71.
- Markert, B., Wappelhorst, O., Weckert, V., Herpin, U., Siewers, U., Friese, K., & Breulmann, G. (1999). The use of bioindicators for monitoring the heavy-metal status of the environment. Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, 240(2), 425-429.
- McCafferty, W. P. (1981). Aquatic entomology: The fishermen's and ecologists' illustrated guide to insects and their relatives. Boston, MA: Jones and Bartlett Publishers.
- Moisan, J. (2010). Guide d'identification des principaux macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Québec.
- Moisan, J. (2010). Guide d'identification des principaux macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Québec. ISBN: 978-2-550-58416-2.
- Moisan, J., & Pelletier, L. (2013) Guide de surveillance biologique basée sur les macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec - Cours d'eau peu profonds à substrat grossier. Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs.

- Moison, M., Roux, F, Quadrado, M., Duval, R., Ekovich, M., Le, D. H., ... & Budar, F. (2010). Cytoplasmic phylogeny and evidence of cyto-nuclear co-adaptation in *Arabidopsis thaliana*. *The Plant Journal*, 63(5), 728-738. <https://doi.org/10.1111/j.1365-313X.2010.04276.x>
- MOSTEFAOUI O. & KHECHEKHOUCHE E., 2008 *Ecologie trophique de Fennees Zelda (Zimmermann, 1780) dans les régions sahariennes cas de la région du Souf et la cuvette d'Ouargla*. Mém. Ing. Agro. ITAS. Ouargla, 162p.
- NADJAH, A., 1971. *Le Souf des Oasis*. Alger: Editions la Maison des livres, 174 p.
- Neumann, D., & Jenner, H. A. (1992). *The zebra mussel Dreissena polymorpha*. Schweizerbart Science Publishers.
- Neves-Lemaire, M. (1923). L'évolution de la classification des Culicidae. *Annales de Parasitologic Humaine et Comparée*, 1(1), 1-18.
- Nguyen, T. H. T., Boets, P., Lock, K., Forio, M. A. E., Echelpoel, W. V., Butsel, J. V., Utreras, J. A. D., Everaert, G., Granda, L. E. D., Hoang, T. H. A. T., & Goethals, P. L. M. (2017). Water quality related macroinvertebrate community responses to environmental gradients in the Portoviejo River
- Pierre, F. B. (1995). *Cle illustrée des familles des Coleopteres de France*. *L'Entomologiste*, 50, 56. ISSN: 0013-8886.
- Pierre, F.R. (1995). *Clé Illustrée des Familles des Coléoptères de France*. Paris *l'Entomologiste*. Tome 50. 56, 0013-8886.
- Poisson , R. (1957). *Heteroptères aquatiques (Faune de France, n° 61)*. Paris: Paul Lechevalier.
- Poisson, R. (1957), *Faune de France.n° 61, Heteroptères Aquatiques*, figure 33, page 59.
- Polhemus, J. T., & Herring, 1. L. (1970). *Études hydrobiologiques en Nouvelle-Caledonie (Mixon 1965 du Premier Institut de zoologie de l'Université de Vienne)*. X. *Aquatic and semi-aquatic Hemiptera of New Caledonia*, *Cahiers ORSTOM, Série Hydrobiologic*, 4(2), 3-12.
- Popoola, K.O.K., & Otalekor, A. (2011). Analysis of aquatic insects communities of Awba reservoir and its physico-chemical properties.
- Proctor, H. C. (2006). *Key to aquatic mites known from Alberta*. Ottawa: Agriculture and Agri-Food Canada.

