

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou
Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques
Département de Biologie



Memoire



En vue de l'obtention du diplôme de Master
En Sciences de la Nature et de la Vie
Option : Ecologie Animale

Thème

**Contribution à l'étude des Coléoptères
de l'assif Sahel et de l'oued Boubhir (s.s).**

Réalisé par:

M^{elle} HAMI Yasmine & M^{elle} HADDADI Yasmine

Membre du jury :

M ^{me} CHAOUCHI N.	Maitre de conférences A	Présidente
M ^{me} SEKHI S.	Maître-assistante A	Promotrice
Mr LAMINE S.	Docteur	Co-promoteur
Mr MEZANI S.	Maître de conférences B	Examineur

Promotion : 2020/2021

REMERCIEMENT

En premier lieu, nous remercions le bon Dieu pour nous avoir accordé la santé, la paix le courage, et la patience d'accomplir ce travail.

*Nous tenons à remercier Mr **LOUNACI A.** Professeur à l'UMMTO de nous avoir accueillis dans son laboratoire.*

*Nous tenons à exprimer nos vifs remerciements à notre promotrice madame **SEKHI S.** Maitre assistance classe A à l'UMMTO pour son appréciable aide, sa grande disponibilité, et ses précieux conseils.*

*Nous remercions aussi Mr **LAMINE S.** Docteur à l'UMMTO pour son aide sur le terrain ainsi que dans la détermination des Coléoptères aquatiques.*

Il nous est agréable d'exprimer nos profondes gratitude et nos remerciements les plus sincères à :

- *Mme **CHAOUCHI N.** Maitres de conférences classe A à l'UMMTO d'avoir accepté la présidence du jury de ce mémoire.*
- *Mr **MEZANI S.** Maitre de conférence classe B à l'UMMTO d'avoir accepté d'examiner ce travail.*

Enfin, nous tenons à remercier tous les enseignants du Département de Biologie qui tout au long des années d'études nous ont transmis leur savoir sans réserve.

Dédicace

To my dear parents, all my family & friends.

Yasmine & Yasmine



Sommaire

Introduction	1
---------------------------	----------

Chapitre I : Caractéristiques générales du milieu d'étude

1. Situation géographique de la région d'étude	3
2. Contexte géologique	3
3. Climatologie	6
3.1. Pluviométries	6
3.2. Température de l'air	7
3.3. Diagramme ombrothermique de BAGNOULS & GAUSSEN	8
4. Végétations	9
5. Perturbations anthropiques	10

Chapitre II : Sites et méthodes d'étude

1. Description des cours d'eau et les stations étudiés	12
1.1. Assif Sahel	14
1.2. Oued Boubhir (s.s)	17
2. Caractéristiques physiques des stations	18
2.1. Pente	18
2.2. Débit	20
2.3. Vitesse du courant	20
2.4. Substrat	22
2.5. Température de l'eau	23
3. Matériels et méthodes d'échantillonnage	24
3.1. Echantillonnage benthique	25
3.2. Conservation des échantillons	25
3.3. Tri et détermination	25
4. Indices écologiques de composition et de structure	25
4.1. Richesse spécifique	25
4.2. Abondance	26
4.3. Abondance relative des espèces (fréquence)	26
4.4. Occurrence relative des espèces	26
4.5. Indice de diversité SHANNON-WEAVER (H') (1963)	27
4.6. Equitabilité	28

5. Traitement statistiques des données	28
5.1. Analyse en composantes principales (ACP)	28
5.2. Analyse factorielle des correspondances (AFC)	28
5.3. Classification ascendante hiérarchique (CAH)	29
5.4. Logiciels de calcul.....	29

Chapitre III : Coléoptères

1. Généralités sur les Coléoptères	30
1.1. Position systématique.....	31
1.2. Classification des Coléoptères	31
1.3. Description générale d'un Coléoptères	32
1.3.1. Larve.....	33
1.3.2. Adulte	35
1.4. Cycle de développement	37
1.5. Ecologie des Coléoptères	38
2. Analyse globale de la faune Coléoptérologique.....	38
2.1. Richesse taxonomique.....	39
2.2. Abondance.....	41
2.3. Abondance et occurrence relative des taxons	42
3. Limites altitudinales des espèces des Coléoptères	43
4. Analyses qualitative et quantitative du peuplement Coléoptérologique	45
5. Structure du peuplement.....	50
5.1. Indice de diversité de SHANNON-WEAVER (H') et d'Equitabilité (E).....	50
6. Structure mésologique.....	52
Conclusion.....	57

Références bibliographiques.

Annexes.

Résumé.

La liste des figures

N° de la figure	Titre	N° de la page
1	Situation géographique de la région d'étude.	4
2	Unités morfo-structurale de la grande Kabylie.	5
3	Précipitations moyennes en (mm) de la région d'étude (période 1995-2014).	7
4	Températures mensuelles de l'air maximales, minimales et moyennes en (°C) à Tizi-Ouzou pour la période 2012-2020 (source O.N.M de Tizi-Ouzou).	8
5	Diagramme de BAGNOULS et GAUSSEN de la région de Tizi-Ouzou (période 2000-2015).	9
6	Réseau hydrographique et emplacement des stations étudiées.	13
7	Altitudes et pentes des stations.	19
8	Largeur du lit et vitesse du courant des stations d'étude.	21
9	Nature de substrats dans les stations étudiées.	23
10	Températures ponctuelles de l'eau relevées dans les stations étudiées.	24
11	Morphologie générale d'un Coléoptère aquatique.	32
12	Morphologie d'une larve de Coléoptère aquatique.	33
13	Morphologie de la tête de la larve d'un Dytiscidae, (a) vue dorsale et (b) ventrale.	34
14	Morphologie de l'adulte d'un Coléoptère aquatique.	35
15	Morphologie de la tête d'un adulte d'un Coléoptère aquatique, (a) vue dorsale et (b) vue ventrale.	36
16	Cycle de développement d'un Coléoptère aquatique.	37
17	Représentation des familles des Coléoptères collectés.	39
18	Richesse spécifique des Coléoptères aux stations étudiées.	41
19	Abondance relative des Coléoptères dans les stations étudiées.	42
20	Abondance relative des taxons des Coléoptères.	43
21	Occurrence relative des taxons des Coléoptères.	43

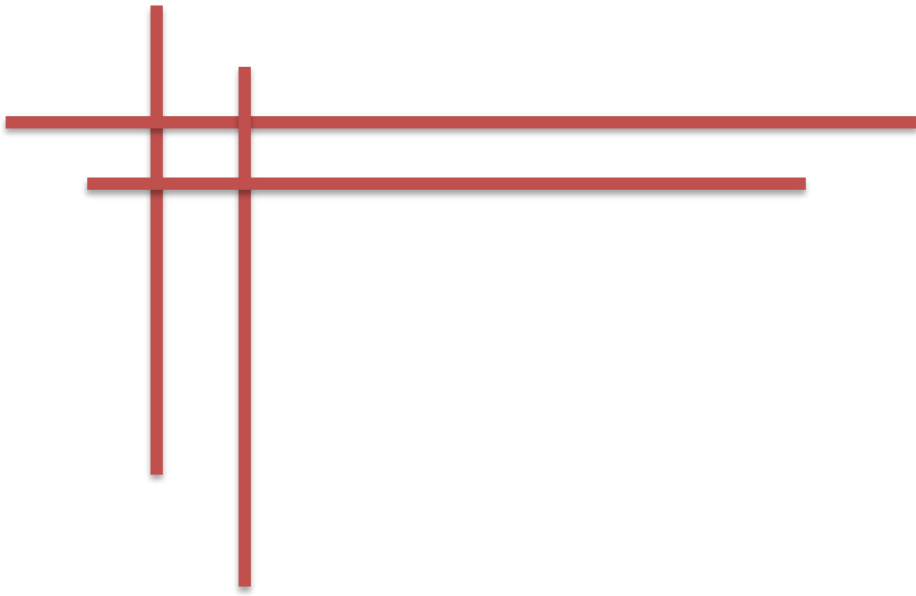
N° de la figure	Titre	N° de la page
22	Abondance des Elmidae dans les stations d'étude.	47
23	Indice de diversité (H') et indice d'Equitabilité (E).	51
24	Dendrogramme de la distribution des stations sur la base des variables environnementales.	53
25	Analyse en composante principales des paramètres écologiques. Plan factoriel F1-F2 : représentation des paramètres.	54
26	Analyse en composante principales des paramètres écologiques. Plan factoriel F1-F2 : représentation des stations dans l'espace.	55
27	Distribution et noyaux d'affinité des taxons et des variables environnementales dans le plan factorielle F1-F2.	56

La liste des tableaux

N° du tableau	Titre	N° de la page
1	Altitudes et pentes des stations.	19
2	Altitudes, largeurs du lit et vitesse du courant mesuré aux stations d'étude.	21
3	Nature des substrats dans les stations étudiés.	22
4	Températures ponctuelles de l'eau enregistrée aux stations d'étude.	23
5	Sous-ordres des Coléoptères aquatiques.	32
6	Répartition de la faune des Coléoptères dans les stations d'étude.	40
7	Evolution de la richesse spécifique et de l'abondance numérique des Coléoptères aquatiques étudiés.	45
8	Indices de SHANNON-WEAVER (H)' et d'Equitabilité (E).	51
9	Caractéristiques environnementales des 8 stations étudiées.	52
10	Matrice de corrélation entre variables environnementales (N = 12, P < 0,05).	53

Liste des photographies

N° de la photo	Titre	N° de la page
1	Station SAD.	14
2	Station SA1.	14
3	Station SA2.	15
4	Station SA3.	15
5	Station SA4.	16
6	Station SA5.	16
7	Station B1.	17
8	Station B2.	18



Introduction



L'eau est une ressource indispensable à la vie pour toutes les espèces animales et végétales. Elle mérite une attention toute particulière, vu qu'elle est très altérée et sérieusement menacée par les activités humaines.

Les cours d'eau sont parmi les écosystèmes les plus complexes et dynamique. Ils jouent des rôles essentiels dans la conservation de la biodiversité, dans le fonctionnement des organismes et dans le cycle de la matière organique.

Parmi les macroinvertébrés qui peuplent les milieux aquatiques, les Coléoptères constituent un groupe très diversifié. Leur présence sur la totalité des cours d'eau et sur tous les types de faciès, offre un large spectre de réponses aux différents stress environnementaux (LAMINE, 2021).

L'ordre des Coléoptères est considéré parmi les groupes faunistiques le plus riche en espèce sur terre. Selon JÄCH & BALKE (2008), il forme l'élément majeur de la biodiversité en raison de leur grande diversité spécifique et fonctionnelle, de leur sensibilité vis-à-vis de la salinisation des eaux et de l'enrichissement en matière organique, il peut être considéré comme un bioindicateur potentiel pour décrire l'état des écosystèmes aquatiques (BILTON et *al.*, 2006 ; MILLÁN et *al.*, 2006 ; SANCHEZ-FERNANDEZ et *al.*, 2006), et les habitats aquatiques (BALKE et *al.*, 2004).

De multiples travaux ont été réalisés dans le domaine d'hydrobiologie sur la faune des Coléoptères aquatiques dans le monde nous pouvons citer ceux de BERTRAND & LEGROS, 1960 ; LUQUE, 1997 ; GONZALEZ et *al.*, 2007 ; KARAMAN et *al.*, 2008; LÖBL & LÖBL, 2015, 2016, 2017).

En Afrique du Nord en général et d'Algérie en particulier, les premiers travaux consacrés à ce groupe d'insectes, datent de la fin du 19^{ème} siècle : REICHE (1869), BEDEL (1895), SAINT-CLAIRE DEVILLE (1905, 1906), PIC (1905), BERTHELEMY (1962, 1964), EL ALAOUI (1983), BERRAHOU et *al.* (2000), BENNAS et *al.*, (2001), BENNAS (2002), CHAVANON et *al.* (2004), TOUAYLIA et *al.* (2009), TOUAYLIA et *al.* (2010), TOUAYLIA et *al.* (2011).

Plus récemment, dans le cadre d'études de la faune de macroinvertébrés d'eau courantes du Nord de l'Algérie, les récoltes effectuées par différents auteurs ont permis de contribuer à une meilleure connaissance de ce groupe d'insectes (LOUNACI 1987 ; AIT MOULOUD, 1988 ; LOUNACI-DAOUDI, 1996 ; LOUNACI et *al.*, 2000 ; LOUNACI, 2005 ; BOUKLI-

HACENE et *al.*, 2012 ; MEBARKI, 2017 ; LAMINE et *al.*, 2019 ; LAMINE, 2021). Ces travaux ont permis de mettre en évidence plusieurs originalités biogéographiques. Les données faunistiques de ces auteurs apparaissent toute fois préliminaires.

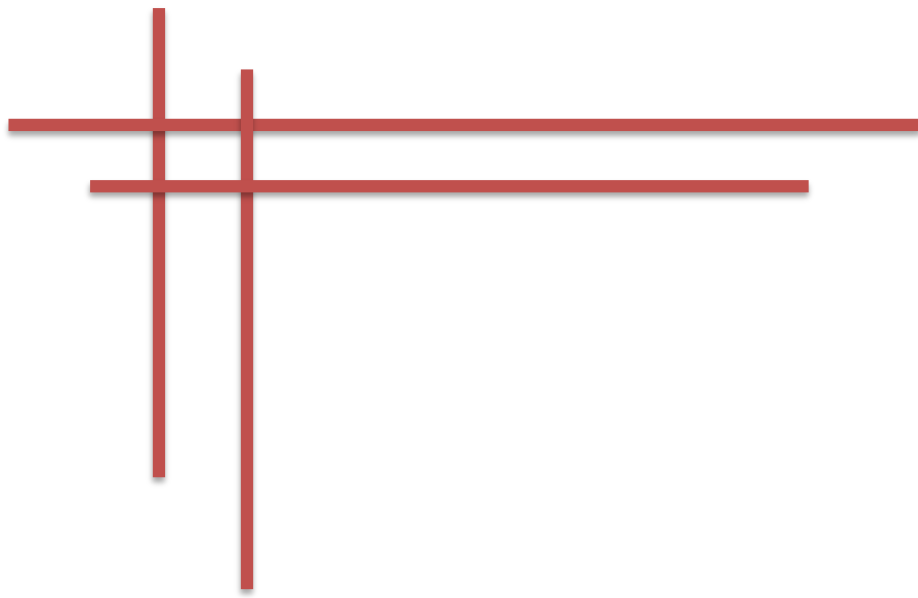
De l'ensemble de ces travaux, il ressort clairement que les données existantes sur l'Algérie en générale et la Kabylie en particulier sont en fait rares, anciennes et fragmentaires. Il existe en outre des régions d'Algérie qui sont encore inexplorées et dont la faune reste encore inconnue.

En effet, ces évaluations globales et régionales nécessitent d'avoir des données réactualisées et complétées, du fait notamment de l'intensification de la pression humaine et du réchauffement climatique en cours, responsable de la dégradation des habitats dans plusieurs secteurs. De telles réactualisation et complément de prospection sont important en ce qui concerne particulièrement les espèces endémiques, ou ayant une aire de répartition fragmentée qui sont souvent les plus fragiles et les plus menacées.

Le présent travail constitue une étude hydrobiologique sur les Coléoptères aquatiques d'assif Sahel (région de Bouzguene) et de l'oued Boubhir (s.s). Les données faunistiques recueillies ont pour objet de contribuer à une meilleure connaissance de ce groupe d'insectes.

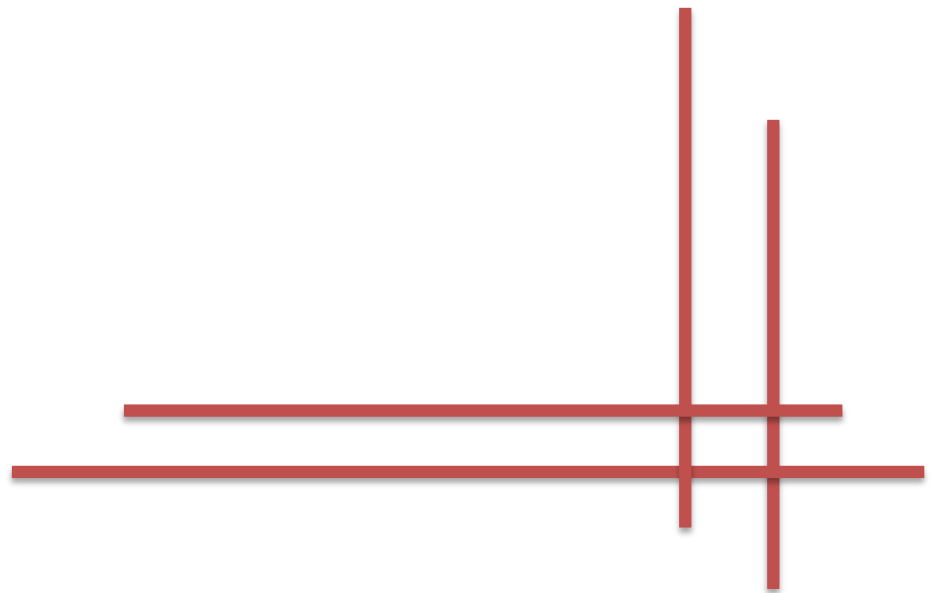
Ce dernier s'articule sur trois chapitres essentiels :

- ▶ Le premier résume les principales caractéristiques physiques et environnementales de la région d'étude : géographie, climatologie, végétation et perturbations anthropiques.
- ▶ Le deuxième traite la description des sites d'étude, les méthodes et techniques d'échantillonnages.
- ▶ Le troisième s'intéresse à l'étude des Coléoptères recensés (faunistique et écologie).



Chapitre I

Caractéristiques générales du milieu d'étude



1. Situation géographique de la région d'étude

La Kabylie du Djurdjura constitue notre région d'étude. Elle est située dans le centre Nord de l'Algérie à 100 km à l'Est d'Alger et à moins de 50 km au Sud du littoral méditerranéen. Comprise entre 3°35' et 5°05' de longitude Est et entre 36°22' et 36°55' de latitude Nord, elle s'étend depuis les sommets du massif du Djurdjura, principalement Thala Guilef (1600 m), Tikjda (1478m), Tizi N'Kouilal (1560 m) et le Col de Tirourda (1750 m) jusqu' en plaines de Tizi-Ouzou (Vallée du Sébaou).

La Kabylie du Djurdjura est drainée par l'oued Sébaou, principal cours d'eau de la région, qui s'étale sur une superficie de 2500 km² et d'une longueur de 117 km (YAKOUB, 2005), il est délimité (figure 1) :

- au Nord, par la Méditerranée ;
- au Sud, par la chaîne du Djurdjura ;
- à l'Est, par le massif de l'Akfadou ;
- et à l'Ouest, par les massifs de Djebel Belloua et d'Ath Aissa Mimoun.

Dans l'impossibilité d'étudier tout le chevelu hydrographique de l'oued Boubhir, qui draine les écoulements en provenance de la dorsale orientale du Djurdjura (Col de Tirourda) et du massif de l'Akfadou (Col de l'Akfadou et de Chellata), notre intérêt s'est porté sur assif Sahel et oued Boubhir (s.s).

2. Contexte géologique

La Kabylie du Djurdjura a fait l'objet de différentes études géologique: stratigraphie, Tectonique et orogénèse (FLANDRIN, 1952; THIEBAULT, 1952; RAYMOND, 1976; GELARD, 1979).

La carte géologique du Nord-Est de la grande Kabylie (figure 2) décrivent une lithologie variée et une structure complexe. Les grandes unités morfo-structurales qui la constituent sont les suivantes:

- **Chaîne calcaire du Djurdjura:** la chaîne du Djurdjura à relief imposant domine toute la Kabylie. Elle a une structure complexe présentant un faciès principal composé essentiellement de terrains calcaires, de roches cristallines et cristallophylliennes de nature magmatique et métamorphique qui lui confère une résistance à l'érosion linéaire mais karstifié.

La lithologie de cette dorsale est d'un intérêt hydrogéologique important car elle favorise le phénomène de karstification qui se manifeste par de grandes galeries souterraines dues aux nombreux écoulements superficiels (YAKOUB, 1996).

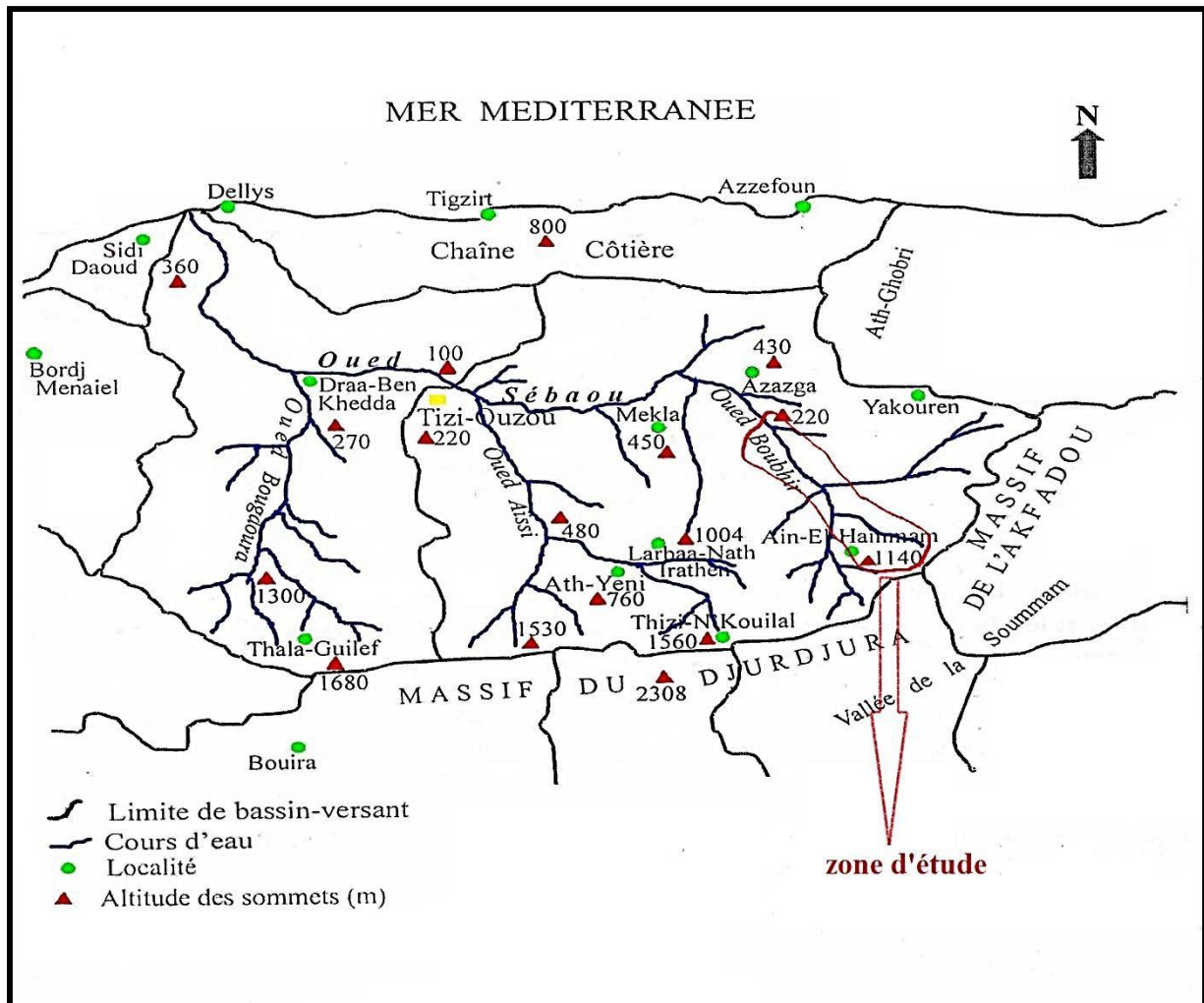


Figure 1: Situation géographique de la région d'étude.

➤ **Socle Kabyle:** des études géologiques sur la région de Grande- Kabylie ont montré qu'il existe au niveau du socle Kabyle cinq ensembles structuraux se répartissent comme suit: les orthogénies inférieures, les marbres, les micaschistes, les orthogénies supérieures et les schistes (YAKOUB, 1996).

De par sa topographie, ce socle il est constitué de formations cristallophylliennes d'origines métamorphique et magmatique (Phyllades, Schistes, Gneiss). Il favorise les écoulements superficiels des eaux vers les principaux affluents de l'oued Sébaou.

3. Climatologie

DOUCET (1997), définit le climat comme étant un ensemble fluctuant de phénomènes météorologiques qui caractérisent principalement l'atmosphère d'un lieu donné et dont l'action complexe influence le comportement des êtres vivants.

La Kabylie du Djurdjura se situant au Nord d'Afrique et en méditerranée occidentale, se trouve sous l'influence du climat méditerranéen.

Notre région d'étude est caractérisée à l'échelle annuelle par une opposition thermique et pluviométrique: la sécheresse de la saison estivale (sécheresse totale bien marquée se prolongeant de juillet à septembre) et des hivers relativement humides avec des précipitations torrentielles à grande irrégularité interannuelle. Les précipitations atmosphériques annuelles sont abondantes et irrégulières (ABDESSELAM, 1995).

Selon MEDDOUR (2010), les données climatiques normées et moyennées sont essentielles pour définir les climats à l'échelle régionale et pour reconnaître les gradients altitudinaux induits par les régimes climatiques.

3.1. Pluviométries

Selon SELTZER (1946), QUEZEL (1957) et CHAUMONT & PAQUIN (1971), la répartition des pluies en Algérie est régie par quatre facteurs géographiques: l'altitude, la latitude, la longitude et l'exposition. Les pluies sont plus importantes dans les régions à grande altitude et dans le versant exposé aux vents humides, elles diminuent dès qu'on s'éloigne du littoral vers le sud.

Les précipitations annuelles moyennes sont de l'ordre de 1100 mm dans la chaîne montagneuse de Djurdjura et de 700 à 800 mm dans la vallée à Tizi-Ouzou. Les pluies sont mal réparties dans l'année, les mois de mai à septembre recevant 15 % seulement des volumes annuels moyens (DERRIDJ, 1990).

Les données pluviométriques enregistrées dans les localités environnantes de la région d'étude (Azazga, Tizi-Ouzou et Boubhir) pour la période 1995-2014 sont portées en annexe 1. Elles nous ont été fournies par l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (ANRH) de Tizi-Ouzou.

La lecture de la figure 3 montre que:

► Les précipitations les plus importantes s'observent de novembre à avril avec deux pics, le premier en décembre avec une valeur de 181 mm au niveau d'Azazga qui est la plus élevée, puis une valeur de 154 mm au niveau de Tizi-ouzou et Boubhir. Le second pic moins important en avril avec 136 mm au niveau d'Azazga, 121 mm à Boubhir et 92 au niveau de Tizi-ouzou.

► Les précipitations les moins importantes s'observent en juin, juillet et aout avec des valeurs varient entre 3,1 mm et 10,7 mm dans les trois régions.

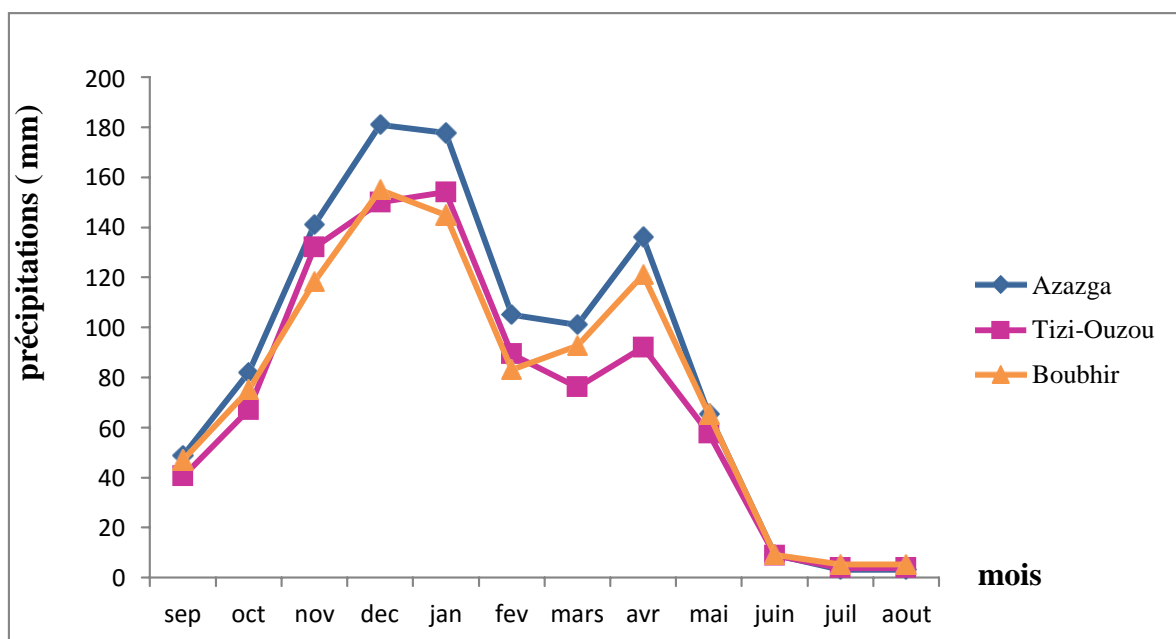


Figure 3 : Précipitations moyennes mensuelles en (mm) de la région d'étude (période 1995-2014).

3.2. Température de l'air

La température de l'air est un facteur important. Selon BARBAULT (2008), en règle générale, la température devient contraire à la vie vers les valeurs supérieures à 60°C et celles inférieures à 0°C. La première limite correspond au seuil critique d'altération de la structure des protéines, le second au seuil de détérioration par gel des structures cellulaires.

Par son importance, la température contrôle l'ensemble des précipitations, des phénomènes métaboliques et conditionne la répartition des espèces végétales et animales (DAJOZ, 1979).

Dans l'annexe 2, nous avons reporté les valeurs moyennes mensuelles, minimales et maximales des températures de l'air enregistrées à Tizi-Ouzou durant la période allant de 2012 à 2020. Ces données nous ont été fournies par l'Office Nationale de la Météorologie de Tizi-Ouzou.

Les moyennes annuelles des températures de l'air sont variables d'une année à l'autre. La lecture de la figure 4 montre que:

- Les mois de juillet et août peuvent être considérés comme les plus chauds. Leurs températures moyennes maximales enregistrées sont représentées de 36°C et 35,1°C.
- Les mois de décembre, janvier et février sont les plus froids avec des températures moyennes minimales de 6,7°C.

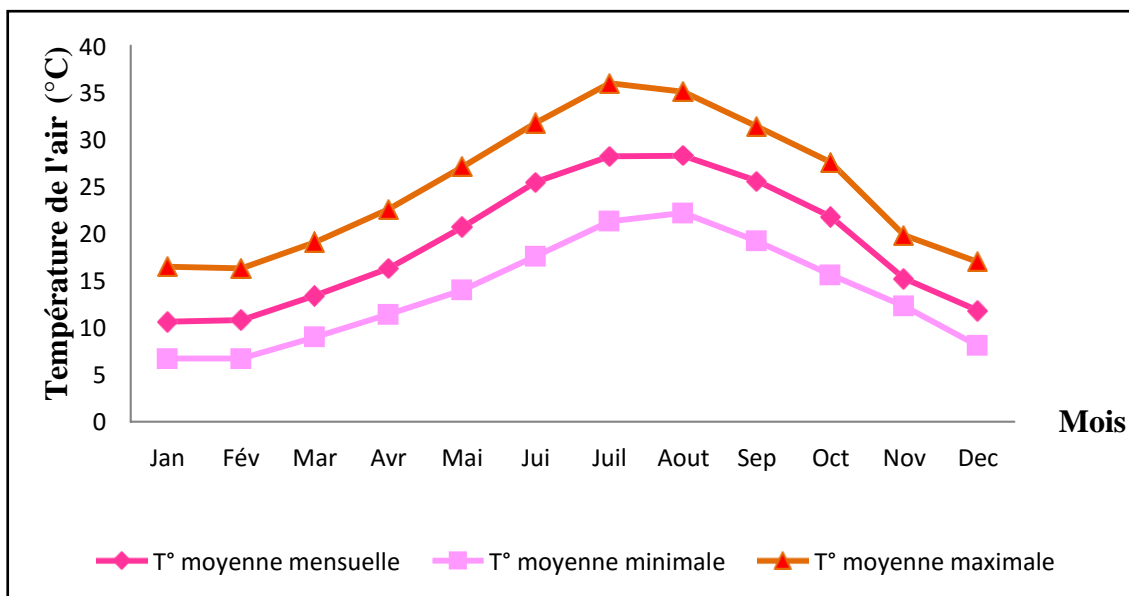


Figure 4: Températures mensuelles de l'air maximales, minimales et moyennes en (°C) à Tizi-Ouzou pour la période 2012-2020 (Source O.N.M de Tizi-Ouzou).

3.3. Diagramme ombrothermique de BAGNOULS & GAUSSEN

Le diagramme ombrothermique est un mode de représentation classique du climat d'une région (DAJOZ, 2000). Il met en évidence les régimes thermiques et pluviométriques d'un site donné (FAURIE et *al.*, 2003).

Ce diagramme permet de distinguer les mois secs dans l'année (figure 5). Le diagramme est conçu de telle sorte que l'échelle de la pluviométrie (P) exprimée en (mm) est égale au double de celle de la température moyenne mensuelle (T) exprimée en degrés Celsius (°C).

$P = 2T$ (BAGNOULS & GAUSSEN, 1953).

Dans annexe 3, nous avons reporté les températures et les précipitations mensuelles enregistrées à Tizi-Ouzou pour la période allant de 2000 à 2015.

Le diagramme ombrothermique (figure 5) montre clairement que:

- ▶ La période sèche dure 3 mois, elle s'étend de début de juin jusqu'à la fin d'août;
- ▶ La période humide est de 8 mois, elle s'étale de janvier jusqu'à la fin mai et de début de septembre à la fin de décembre.

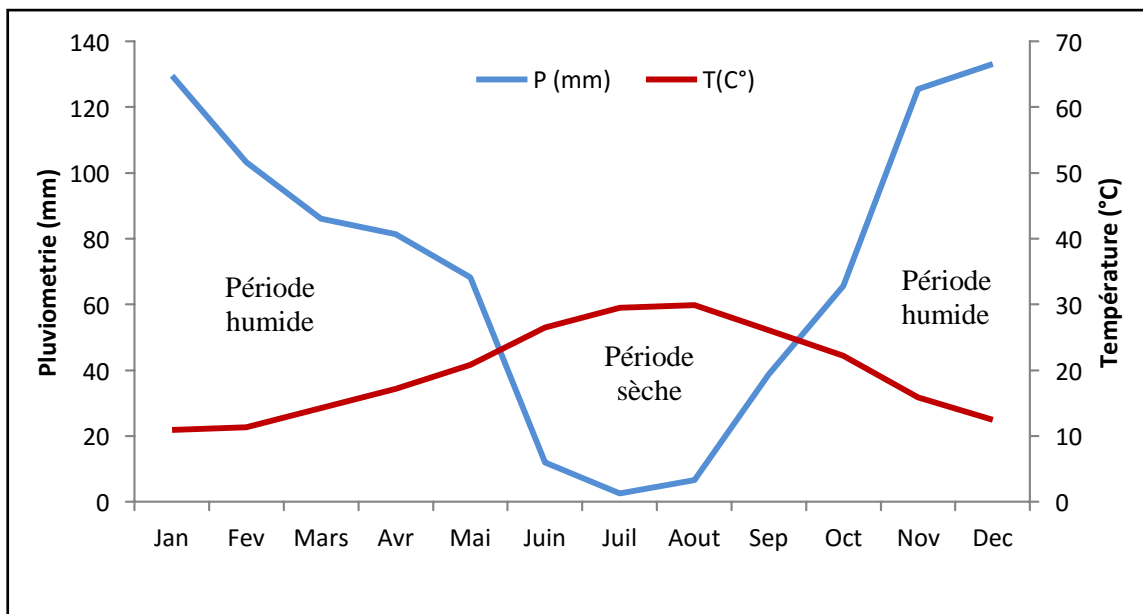


Figure 5 : Diagramme ombrothermique de BAGNOULS & GAUSSEN de la région de Tizi-Ouzou (Période 2000-2015).

4. Végétations

La végétation est un facteur déterminant de la rapidité du ruissellement superficiel, du taux d'évapotranspiration et de la capacité de rétention du bassin. Donc la végétation va jouer le rôle de « régulateur » dans le régime d'écoulement.

En Kabylie, l'hétérogénéité topographique et l'action anthropique ont imprimé au paysage végétal à caractère très morcelé, lequel se présente sous forme de mosaïques assez complexe (LOUNACI, 2005).

L'étude de la répartition des associations végétales qui varie en fonction de l'altitude permet de distinguer:

Dans les hautes altitudes (supérieure à 1100 m), la végétation est constituée principalement de pelouses écorchées à xérophytes épineuses rampantes.

Entre 800 et 1100 m d'altitude, la végétation est formée essentiellement de chêne vert (*Quercus ilex*), de frêne (*Fraxinus sp*) et d'érable (*Acer obtusatum*).

En moyenne montagne (inférieure à 800 m), la végétation est représentée par le figuier (*Ficus carica*) et surtout par l'olivier (*Olea europea*).

En plaine, c'est le domaine des vergers: pommier, oranger, vigne et surtout les cultures maraichères.

Le long des cours d'eau, on rencontre une végétation bourdante qui est constituée d'une strate herbacée et d'épineux (ronces et genets), une ripisylve représentée par l'aulne glutineux (*Ulmus glutinosa*), le houx (*Ilex aquifolium*). Parmi les espèces caducifoliées figurent aussi l'érable, le merisier (*Cerasus avium*), on observe aussi le peuplier noir (*Populus nigra*) et le peuplier blanc (*Populus sabla*).

La végétation aquatique quant à elle, est constituée principalement de mousses dans la partie supérieure des cours d'eau, tandis que les algues et les macrophytes se rencontrent dans les cours d'eau de basses altitudes.

5. Perturbations anthropiques

La pollution est une modification défavorable du milieu naturel qui apparaît en totalité ou en partie comme un sous-produit de l'action humaine. Elle peut être d'origine urbaine, agricole ou industrielle.

Dans le réseau hydrographique étudié l'impact anthropique varie d'une région à une autre, selon l'altitude de secteur.

➤ Dans la partie amont, les principales sources de pollution enregistrées sont d'origine domestique où les agglomérations sont de petites tailles. Les activités humaines ont conservé un caractère traditionnel où l'élevage et les cultures non irriguées sont pratiquement les seules activités agricoles. Leurs impacts sont relativement faibles et potentiels.

➤ Dans la partie aval, la pollution a plusieurs origines :

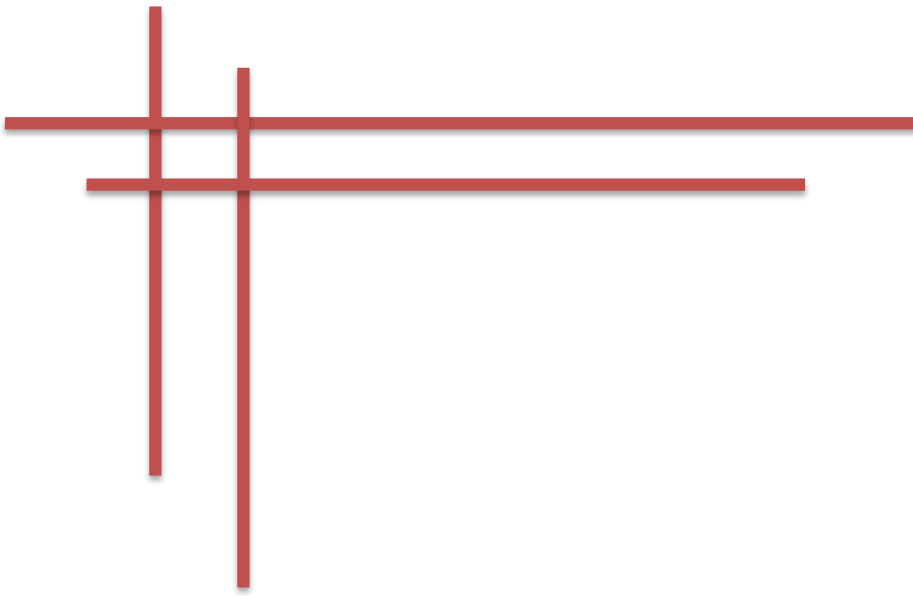
1- Origine urbaine : par l'extension rapide des zones urbaine accentue le déversement de l'eau usée dans les cours d'eau. Pendant la période estivale, les quantités d'effluents trop importantes par rapport au faible débit et aux températures élevées, ne permettent pas aux cours d'eau de s'auto-épurer.

2- Origine agricole: s'intensifie depuis que les agriculteurs utilisent les engrais chimiques, des herbicides et les insecticides pour améliorer le rendement de leurs cultures. Ces produits induisent une dégradation de la qualité des eaux souterraine et de surface.

- **La pollution par la margine**: malgré la petite période de fonctionnement des huileries dans l'année, elles constituent une source permanente de pollution. Le rejet à l'état brut de la margine dans le milieu naturel ainsi, la forte acidité détruit la microflore bactérienne du sol. Son déversement des margines dans des oueds constitue un risque majeur de pollution des nappes souterraines (BOUDJEMA, 2010).

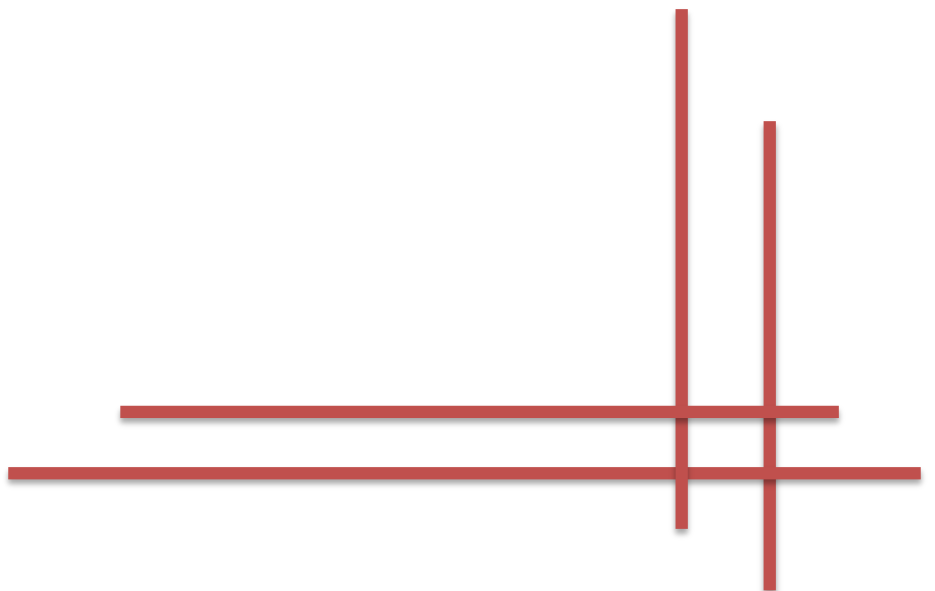
De plus, l'activité d'élevage et le pompage abusif de l'eau à des fins d'irrigation peut progressivement conduire à l'assèchement des territoires situés plus en aval.

3- Origine mécanique: l'extraction de sable et de graviers dans le lit des cours d'eau déstabilise le fond du lit des oueds avec une modification de sa morphologie ainsi qu'une remise en suspension des éléments fins. Ce phénomène réduit les productions primaires et par conséquent contribue à l'altération des écosystèmes aquatiques.



Chapitre II

Sites et méthodes d'étude



Ce chapitre constitue une description des cours d'eau étudiés, ainsi que les caractéristiques des stations et les méthodes d'étude employées.

1. Description des cours d'eau et les stations étudiées

L'oued Sébaou est le principal cours d'eau de la Kabylie du Djurdjura. Il reçoit l'ensemble des écoulements provenant des sous bassins versants: oued Boubhir, oued Aissi, et oued Bougdoura.

Dans le cadre de ce travail, notre intérêt s'est porté sur l'un des principaux affluents de l'oued Boubhir, qui draine des écoulements en provenance de la dorsale orientale du Djurdjura à savoir l'assif Sahel et l'oued Boubhir (s.s).

Les prélèvements ont été effectués au cours d'une seule campagne (avril).

Parmi les stations prospectées, 8 ont été retenues dans le cadre de ce travail. Le choix de ces stations a été effectué en tenant compte particulièrement de certains paramètres tels que l'altitude, la pente, la végétation bordante, la diversité des biotopes, l'amont et l'aval des agglomérations et l'action anthropique ainsi que l'accessibilité aux stations.

► Six stations sur l'assif Sahel: SAD, SA1, SA2, SA3, SA4 et SA5.

► Deux stations sur l'oued Boubhir (s.s): B1 et B2.

Les stations sont indiquées par des carrés sur la figure 6. Pour chaque station nous indiquons :

- la localité la plus proche ;
- l'altitude ;
- la pente;
- largeur du lit mineur ;
- la profondeur moyenne de la lame d'eau ;
- la vitesse du courant ;
- la nature du substrat ;
- la température ponctuelle de l'eau ;
- la végétation ;
- l'impact humain lorsqu'il y en a.

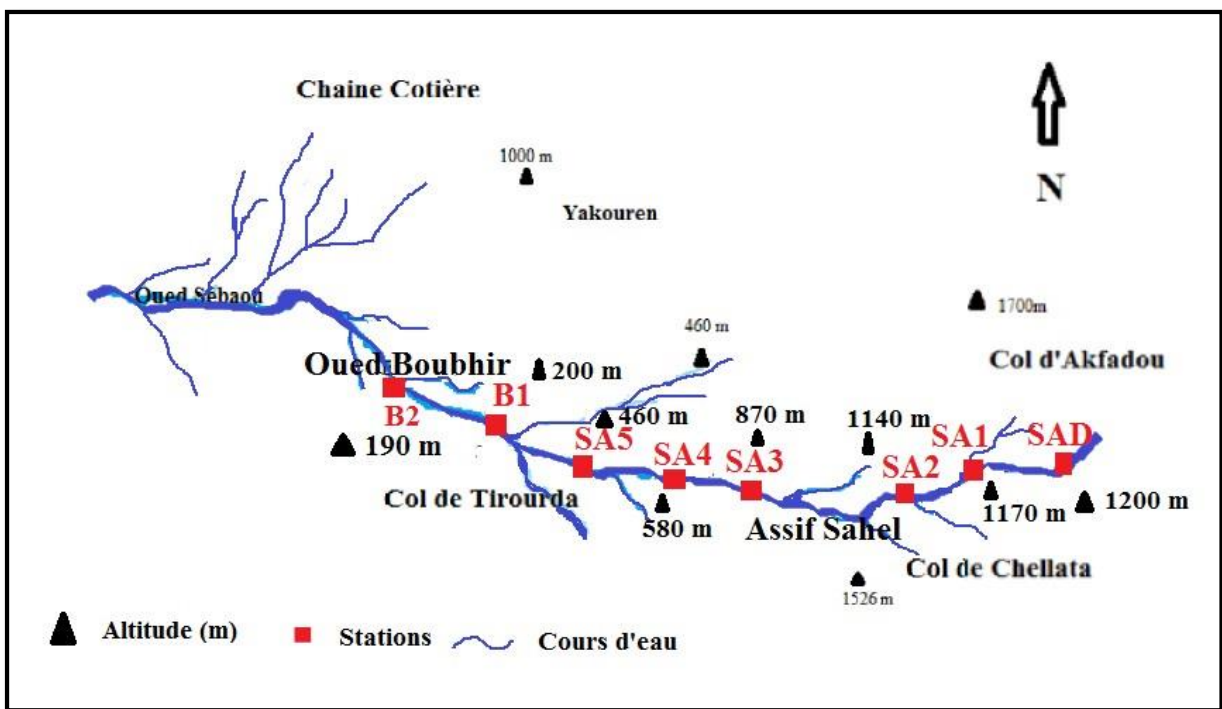
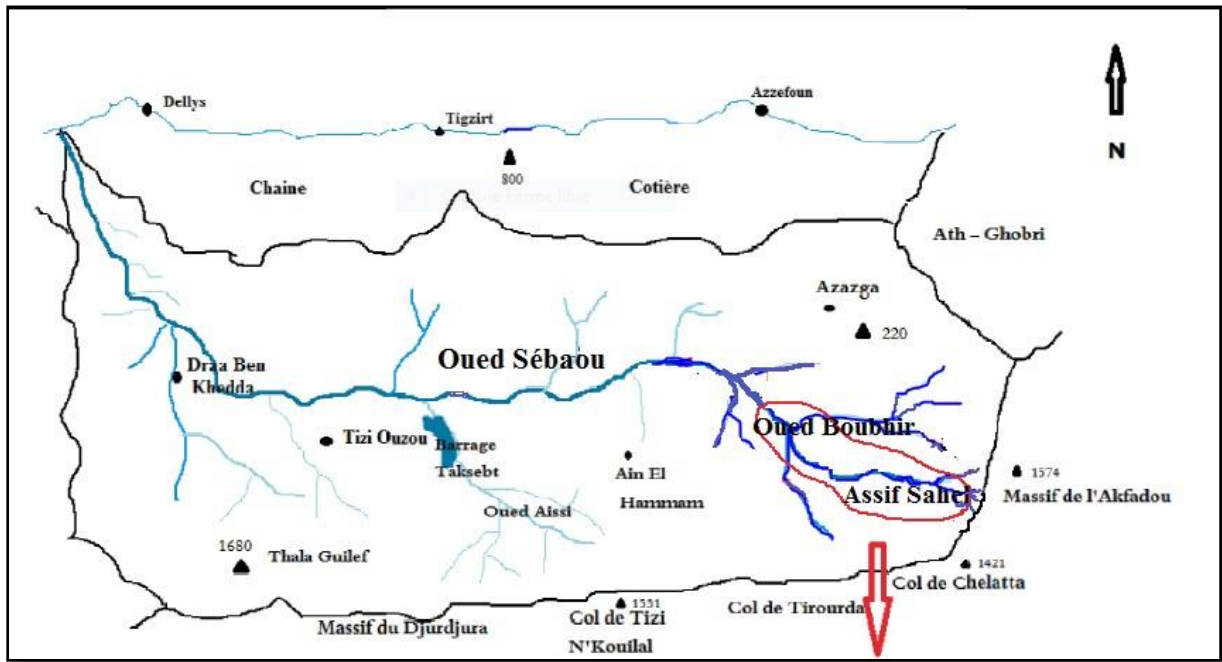


Figure 6 : Réseau hydrographique et emplacement des stations étudiées (YAHIAOUI, 2017).

1.1. Assif Sahel

C'est un cours d'eau de montagne qui prend naissance dans le col de Chellata. Il collecte les écoulements de petits ruisseaux alimentés par les eaux de pluie et de fonte des neiges, son altitude varie entre 1200 m et 430 m. Sa partie supérieure est caractérisée par une pente importante de l'ordre de 10 % qui lui confère un régime hydrologique torrentiel. Alors que sa partie inférieure se caractérise par une pente moins importante ce qui explique l'écoulement laminaire de ces eaux.

► Station SAD (photo 1)

Elle est située à 200 m en aval de source Addardar sis à Ath Zikki.

- Altitude : 1200 m ;
- Pente : 25 % ;
- Largeur du lit : 80 cm ;
- Profondeur moyenne de l'eau : 15 cm ;
- Vitesse du courant : rapide ;
- Substrat : blocs, gros galets, débris végétaux ;
- Température de l'eau : 8 °C ;
- Végétation aquatique : mousses et macrophytes ;
- Végétation bordante : strate herbacée ;
- Recouvrement : 10 %.

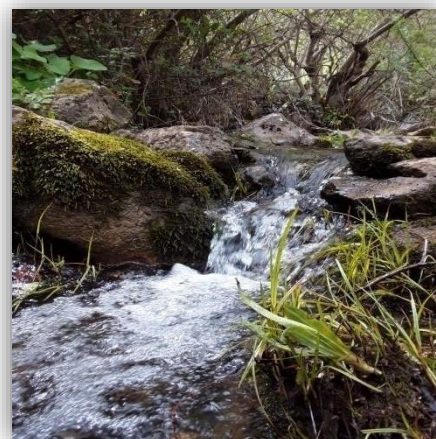


Photo 1: Station SAD

► Station SA1 (photo 2)

Elle se localise à 500 m en aval de la source Addardar et à 7 km en amont des villages d'Ath Zikki.

- Altitude : 1170 m ;
- Pente : 20 % ;
- Largeur du lit : 3 m ;
- Profondeur de l'eau : 20 cm ;
- Vitesse du courant : très rapide.



Photos 2: Station SA1

- Substrat : blocs, rochers, gros galets et graviers, débris végétaux ;
- Température de l'eau : 10 °C ;
- Végétation aquatique : mousses et macrophytes ;
- Végétation bordante : strates herbacée et arborescente ;
- Recouvrement : 70 % ;
- Action anthropique : agriculture artisanale, élevage modeste.

► Station SA2 (photo 3)

Elle se trouve à 1,5 Km en aval de la source.

- Altitude : 1140 m
- Pente : 18%
- Largeur du lit : 2,5 m
- Profondeur de l'eau : 25 cm
- Vitesse du courant : très rapide
- Substrat : galets, limons, graviers, sables et débris végétaux ;
- Température de l'eau : 11 °C
- Végétation aquatique : algues, mousses ;
- Végétation bordante : strates herbacée, arborescente et arbustive ;
- Recouvrement : 70 % ;
- Action anthropique : pompage de l'eau pour l'irrigation.



Photo 3 : Station SA2

► Station SA3 (photo 4)

Cette station est située à 2,5 Km en aval de la source et à 200 m du village Berkiss.

- Altitude : 870 m ;
- Pente : 13% ;
- Largeur du lit : 2 m ;
- Profondeur de l'eau : 30 cm ;
- Vitesse du courant : rapide ;
- Substrat : gros galets, sables, débris végétaux et matière organique importante ;

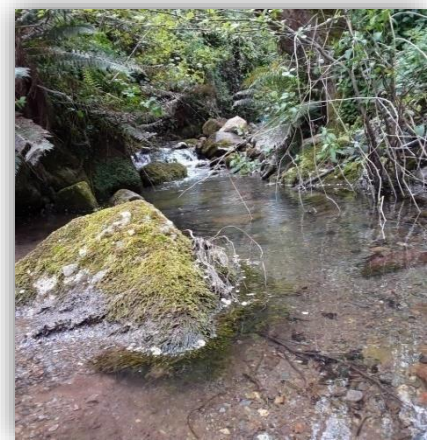


Photo 4: Station SA3

- Température de l'eau : 13 °C ;
- Végétation aquatique: mousses et macrophytes ;
- Végétation bordante : strates herbacée et arborescente ;
- Recouvrement : 30 % ;
- Action anthropique : rejets domestiques, réseaux d'assainissements de différents villages (Thaourirth, Agouni Iflikane et Ighar Amrane).

► Station SA4 (photo 5)

Située à 3,5 Km en aval de la source et à 100 m du village de Mansoura.

- Altitude : 580 m ;
- Pente : 10% ;
- Largeur du lit : 6 m ;
- Profondeur de l'eau : 30 cm ;
- Vitesse du courant : rapide ;
- Substrats : blocs, dalles, galets, graviers, sables et limons et débris végétaux ;
- Température de l'eau : 15 °C ;
- Végétation aquatique : mousses, lichens, algues et macrophytes ;
- Végétation bordante : strates herbacée, arbustive et arborescente ;
- Recouvrement : 30 % ;
- Action anthropique : rejets urbains, pâturage modeste, réseaux d'assainissements de village Berkiss et Amokréz.



Photo 5: Station SA4

► Station SA5 (photo 6)

Elle est située à 200 m en aval du lieu-dit pont Sahel et à 8 km en aval de la source Addardar.

- Altitude : 460 m ;
- Pente : 6 % ;
- Largeur du lit : 8 m ;
- Profondeur de l'eau : 35 cm ;

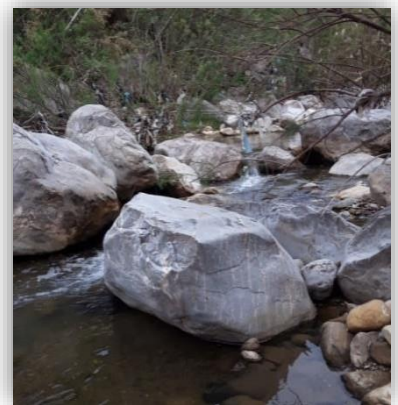


Photo 6 : Station SA5

- Vitesse du courant : rapide ;
- Substrat : dalles, sables, blocs, limons, gravier, galets, débris végétaux et matière organique ;
- Température de l'eau : 17 °C ;
- Végétation aquatique : mousses, lichens, algues ;
- Végétation bordante : strates herbacée, arbustive et arborescente ;
- Action anthropique : rejets domestiques, réseaux d'assainissements du village Sahel.

1.2. Oued Boubhir (s.s)

Il prend naissance au point de confluence des assifs el Khemis et Tirourda. Il coule en orientation Sud- Nord sur une distance d'une dizaine de km, entre 300 m et 180 m d'altitude avant de se jeter dans l'oued Sébaou. Sa pente moyenne est de l'ordre de 2% et la largeur de son lit mineur peut atteindre par endroit plus de 50 m. L'importance de son débit est due aux écoulements en provenance du col de Tirourda, du col de Chellata (assif El-Khemis et assif Sahel) et de l'Akfadou (assif Ousserdoun).

Deux stations sont retenues sur ce cours d'eau : B1 et B2.

► Station B1 (photo 7)

Elle est située à 50 m en amont du pont de Boubhir, et 12 Km en aval de la source.

- Altitude : 200 m ;
- Pente : 1 % ;
- Largeur du lit : 25 m ;
- Profondeur de l'eau : 40 cm ;
- Vitesse du courant : rapide ;
- Substrat : roches, sables, limons, graviers, galets, matière organique et débris végétaux ;
- Température de l'eau : 22 °C ;
- Végétation aquatique : mousses et algues ;
- Végétation bordante : strates herbacée, arborée et arborescente ;



Photo 7: Station B1

- Action anthropique : décharges domestiques, rejets urbains, extraction de sable pompage de l'eau pour l'irrigation.

► Station B2 (photo 8)

Elle est située à 2 Km en aval de la station B1

- Altitude : 190 m ;
- Pente : 0,8 % ;
- Largeur du lit : 19 m ;
- Profondeur de l'eau : 45 cm ;
- Vitesse du courant : rapide ;
- Substrat : roches, galets, graviers, sables et limons, débris végétaux et matière organique ;
- Température de l'eau : 23 °C ;
- Végétation aquatique : algues et macrophytes ;
- Végétation bordante : strates herbacée et arborescente ;
- Recouvrement : 0 % ;
- Action anthropique : pompage de l'eau pour l'irrigation, pâturages et utilisation d'engrais pour l'agriculture, extractions de sable, rejets urbains sur les rives.



Photo 8 : Station B2

2. Caractéristiques physiques des stations

2.1. Pente

La pente est un paramètre écologique important qui dépend de l'altitude, elle joue un rôle important sur la vitesse du courant, la taille des éléments du substrat ainsi que dans la distribution de la faune benthique.

Compte tenu de la longueur des cours d'eau étudiés et de la différence d'altitude entre les ruisseaux et les stations de basse altitude, on observe d'importantes variations de pente.

Le tableau 1 et la figure 7 illustrent les altitudes et les pentes aux stations étudiés.

Tableau 1 : Altitudes et pentes des stations.

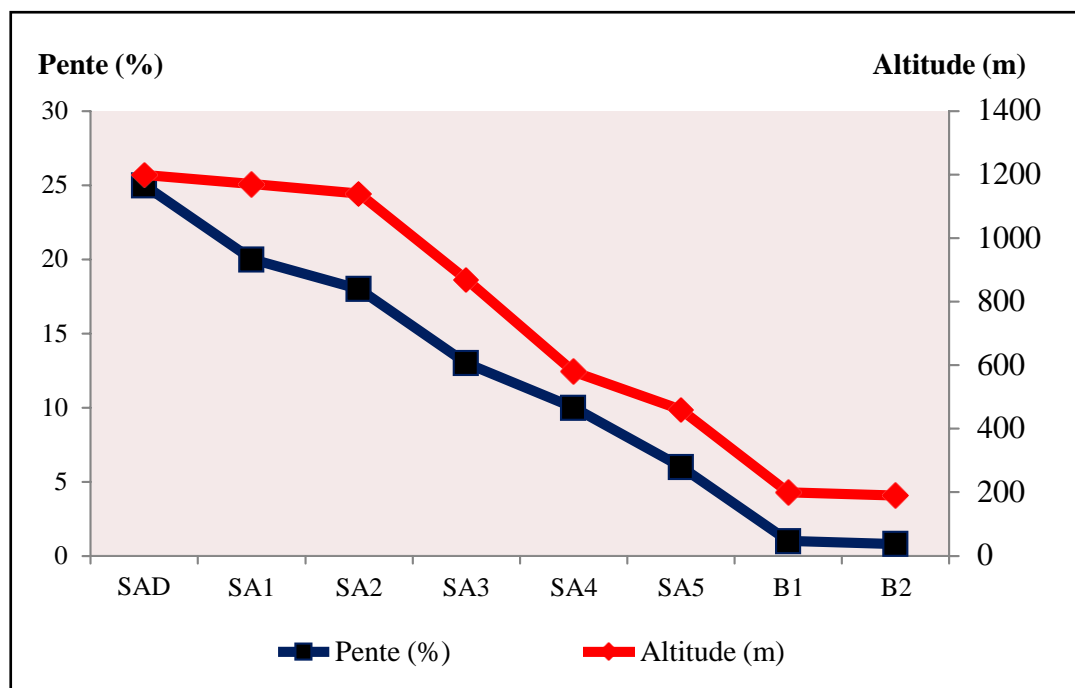
Stations	SAD	SA1	SA2	SA3	SA4	SA5	B1	B2
Altitudes (m)	1200	1170	1140	870	580	460	200	190
Pente %	25	20	18	13	10	6	1	0,8

Le tableau 1 met en évidence trois catégories de secteurs en fonction de la pente:

- Le secteur ayant des pentes comprises entre 10 et 25 % correspondent aux ruisseaux d'altitude et station de moyenne montagne dont les altitudes varient entre 580 et 1200 m.

- Dans la zone de piémont, on assiste à une rupture de pente avec une pente de 6 %.

- En basse altitude (B1 et B2), l'eau coule sur un lit large et relativement plat avec une pente moyenne de l'ordre de 0,9 %.

**Figure 7**: Altitudes et pentes des stations étudiées.

2.2. Débit

Le débit est un volume d'eau en mouvement auquel peut être rattaché une quantité de matière transportée organique ou minérale, inerte ou vivante ou exogène (LAVANDIER, 1979). Il dépend de l'altitude, des précipitations et de la distance à la source la plus en amont.

LOUNACI (2005), signale que le régime hydrologique des cours d'eau de montagne dont l'altitude est supérieure à 1000 m est pluvionival de décembre à mi-avril et pluvial de mi-avril à début juin. La vitesse de transport des substances solides et dissoutes est augmentée par les fortes pluies qui sont à l'origine des crues, ainsi, beaucoup d'organismes sont emportés et la composition chimique des eaux se trouve alors modifiée.

2.3. Vitesse du courant

Sur le plan écologique, l'écoulement de l'eau joue un rôle important. Il agit sur les peuplements aquatiques. Les conséquences de l'action du courant sur la nature du fond sont d'une extrême importance. Il agit sur la distribution des habitats et communautés, il exerce une influence sur le comportement animal et le métabolisme des communautés (LEVEQUE, 1996 ; DECAMPS, 1971).

La vitesse du courant varie d'une station à une autre. Elle dépend des précipitations, de la pente, de la largeur du lit, de la profondeur de la lame d'eau, de l'apport des affluents et de la taille du substrat.

Dans ce travail, en raison des difficultés de la mesure de la vitesse du courant qui est effectuées en surface du cours d'eau, elle est quantifiée par sa valeur moyenne au niveau de chaque station. Les relevés de la vitesse de l'eau des cours d'eau étudiés qui ne présentent que des valeurs indicatrices sont portées sur le tableau 2.

Elles fluctuent généralement de rapide à très rapide selon l'échelle de Berg:

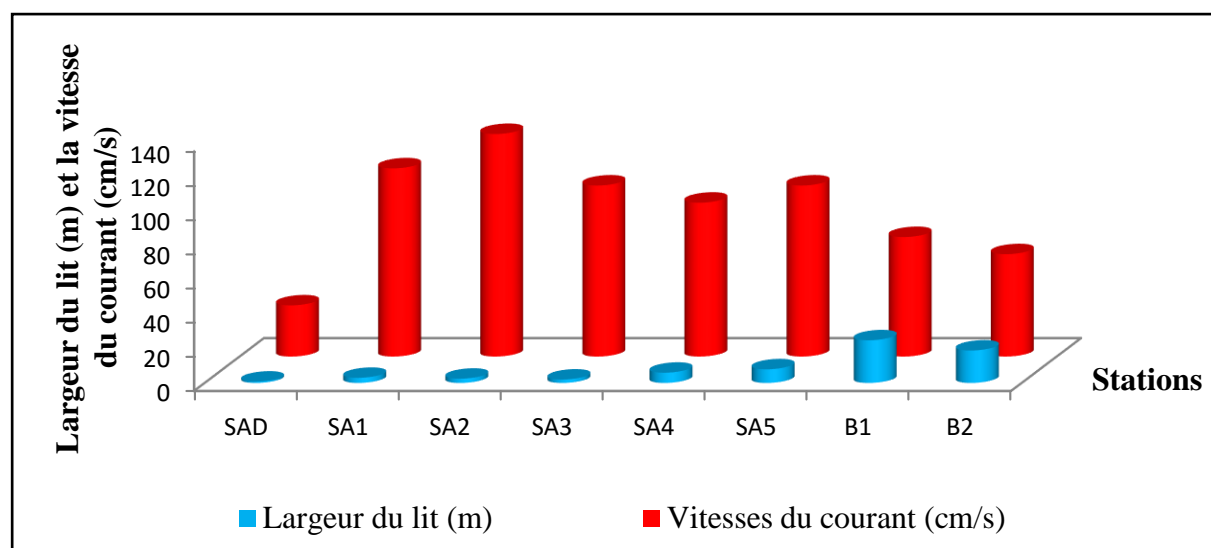
- Vitesse très lente : inférieure à 0,1 m/s ;
- Vitesse lente : 0,1 m à 0,25 m/s ;
- Vitesse moyenne : 0,25 m à 0,50 m/s ;
- Vitesse rapide : 0,50 m à 1 m/s,
- Vitesse très rapide : supérieure à 1 m/s.

Tableau 2: Altitude, largeur du lit et vitesse du courant mesurées aux stations d'étude.

Station	SAD	SA1	SA2	SA3	SA4	SA5	B1	B2
Largeur du lit (m)	0,8	3	2,5	2	6	8	25	19
Vitesses du courant (m/s)	30	110	130	100	90	100	70	60
Vitesses selon la classification de Berg	Rapide	Très rapide	Très rapide	Rapide	Rapide	Rapide	Rapide	Rapide

Les vitesses du courant enregistrées dans toutes les stations étudiées sont classées dans la catégorie rapide sauf pour la station SA1 et SA2 où la vitesse est très rapide. L'importance du courant dans les stations est liée essentiellement à la période d'échantillonnage qui coïncide avec la fonte des neiges qui a contribué à l'élévation de la vitesse du courant.

Les valeurs de la largeur du lit enregistrées sont classées d'une manière croissante en allant d'amont vers l'aval, où la valeur la plus faible a été enregistrée dans la station alticole « SAD » avec une valeur de 0,8 m, par contre, la valeur la plus élevée a été observée au niveau de la station « B2 » avec une valeur de 19 m de largeur (figure 8).

**Figure 8:** Largeur du lit et vitesse du courant des stations d'étude.

2.4. Substrat

La plupart de macros invertébrées benthiques sont spécifiques pour un type bien précis de micro habitat. Ainsi, la diversité de la communauté reflète la diversité des substrats. Tous les substrats les plus instables sont les moins colonisés.

Les cours d'eau présentent une grande variété d'habitats: rochers, dalles, galets, sables, limons, dépôts de débris végétaux. Les mousses et végétaux sont des supports très favorables, car ils servent également de nourriture et d'abri pour la faune. La diversité de la communauté benthique reflète la diversité des substrats.

On distingue deux grands types de substrat : le substrat minéral et le substrat végétal.

- a- **Substrat minéral:** quatre catégories de tailles sont distinguées selon le diamètre moyen des éléments fins qui les composent : galets, graviers, sables et limons.
- b- **Substrat végétal:** il peut être utilisé comme support inerte et comme ressource trophique.

Tableau 3: Nature du substrat dans les stations étudiées.

Station /paramètre	SAD	SA1	SA2	SA3	SA4	SA5	B1	B2
Galet-gravier (%)	85	80	80	60	65	70	25	25
Sable-limons (%)	15	20	15	20	25	15	50	50
Matière organique (%)	0	0	5	20	10	15	25	25
Végétation aquatique (%)	5	5	10	15	15	15	20	25

La lecture du tableau 3, met en évidence que la répartition des stations en fonction de l'altitude et de la nature du substrat est en relation avec l'hétérogénéité du substratum.

Au niveau des stations d'amont, des ruisseaux de source et des stations de moyenne montagne, le substrat est à dominance de gros galets et de graviers. Par contre dans les stations de basse altitude, il est plutôt à dominance de sables et de limons avec l'abondance de la végétation aquatique (figure 9).

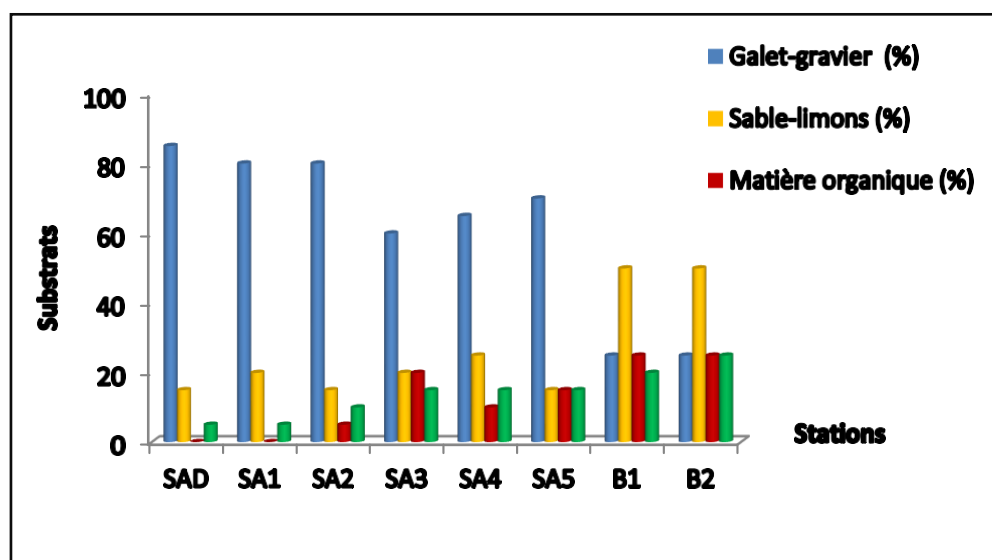


Figure 9: Nature du substrat dans les stations étudiées.

2.5. Température de l'eau

Selon ANGELIER (2000), la température de l'eau est un facteur écologique primordial dans les eaux courantes. Elle conditionne les possibilités de développement et la durée du cycle biologique des êtres vivants ainsi que la composition faunistique d'un cours d'eau et le taux de reproduction.

En chaque point d'un profil longitudinal, la température est en fonction de l'altitude, de la distance à la source, du régime hydrologique, de l'épaisseur de la ripisylve et de la saison.

En effet, de nombreux auteurs ont expliqué l'action prépondérante de ce paramètre dans la répartition des espèces. LAVANDIER (1979), THOMAS (1981), ANGELIER et *al.* (1985) et VINÇON (1987) expliquent la répartition de la faune benthique dans les cours d'eau pyrénéens par l'action de la température. De plus, elle joue un rôle primordial dans le déterminisme de la distribution longitudinale des zoocénoses (LOUNACI, 2005).

Dans ce travail, devant l'impossibilité de réaliser des mesures journalières de la température, nous nous sommes contentés de réaliser des relevés ponctuels dans les stations étudiées lors de l'échantillonnage à l'aide d'un thermomètre à mercure (tableau 4).

Tableau 4: Températures ponctuelles de l'eau enregistrées aux stations d'étude.

Stations	SAD	SA1	SA2	SA3	SA4	SA5	B1	B2
Altitudes (m)	1200	1170	1140	870	580	460	200	190
Températures (°C)	8	10	11	13	15	17	22	23

L'analyse des valeurs ponctuelles des températures de l'eau dans les stations étudiées nous ont permis de les scinder en deux groupes (figure 10) :

- ❖ **Groupe 1** : renferme les stations des ruisseaux de montagne, pour lesquelles la température de l'eau se situe entre 8°C et 13°C. Ce sont les stations des cours d'eau alimentés par les sources : stations SAD, SA1, SA2, SA3.
- ❖ **Groupe 2** : ce sont les stations de moyenne et basse altitude : SA4, SA5, B1, B2 la température de l'eau varie entre 15°C et 23°C. Cela est dû au réchauffement des eaux sous l'influence de l'insolation et l'absence du recouvrement végétal le long des cours d'eau.

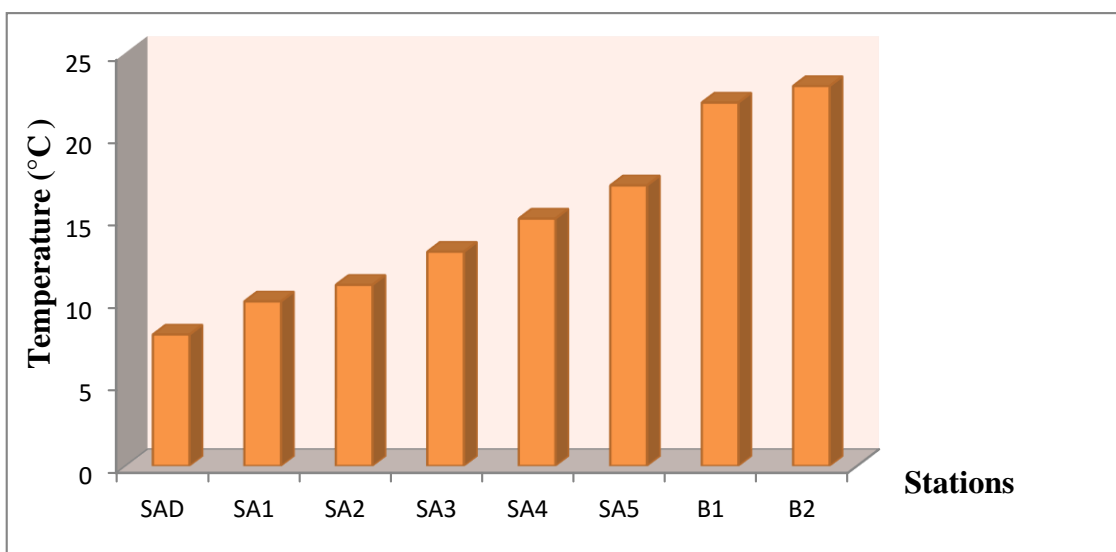


Figure 10: Températures ponctuelles de l'eau relevées dans les stations étudiées.

3. Matériels et méthodes d'échantillonnages

Dans le cadre de notre travail, l'unité de base d'échantillonnage est la station. Elle correspond à un tronçon de cours d'eau dont la longueur est sensiblement égale à dix fois la largeur du lit mouillé au moment du prélèvement (GENIN et *al.*, 2003).

La récolte des macro-invertébrés a été réalisée en une seule campagne: avril 2021. L'échantillonnage consiste à rassembler la plus grande diversité faunistique représentative des habitats à étudier pour obtenir un bilan plus complet possible des taxons présents dans les cours d'eau.

3.1. Echantillonnage benthique

La structure des communautés de macro invertébrée benthique est souvent utilisée comme indicateur des effets de l'activité humaine sur les écosystèmes des cours d'eau et pour fournir des informations sur la qualité de l'eau et de l'habitat.

Les récoltes ont été effectuées à l'aide d'un échantillonneur de type Surber d'ouverture carrée de 30 cm de diamètre et de vide de maille 252 μm .

Une fois la surface à échantillonner choisie, le filet est déposé à contre-courant. Le substrat est alors raclé et les pierres soigneusement retournées de manière à récolter les larves, nymphes et les adultes dans le filet.

3.2. Conservation des échantillons

Les échantillons récoltés sont transférés dans des sachets en matière plastique, puis fixés à l'aide d'une solution de formol à 5 % sur le lieu même du prélèvement. La date, le numéro et les caractéristiques de la station sont notés à chaque prélèvement.

3.3. Tri et détermination

Cette opération consiste à extraire la faune du substrat contenu dans l'échantillon. Elle se fait au laboratoire, ou les échantillons sont rincés sur une série de tamis de mailles de tailles décroissante (5 à 0,2 mm) afin d'éliminer au maximum le substrat fin restant et les éléments grossiers (graviers, plantes, feuilles...). Le contenu des tamis est ensuite versé dans une bassine puis transvasé dans des béchers de 250 cc.

Un pré-tri et une identification de la faune est faite sous la loupe binoculaire. Les organismes sont manipulés à l'aide de pinces fines dans des boîtes à pétri à fond quadrillé.

4. Indices écologiques de composition et de structure

4.1. Richesse spécifique

La richesse spécifique est une mesure de la biodiversité de tout ou partie d'un écosystème; elle désigne le nombre d'espèces (S) présent dans l'espace considéré.

n = nombre d'espèces dans la zone d'étude.

4.2. Abondance

C'est un paramètre pour analyser la structure du peuplement. (n_i = Nombre d'individus d'une espèce).

4.3. Abondance relative des espèces (fréquence)

L'abondance est un paramètre important pour la description d'un peuplement. Il représente le nombre d'individus du taxon (i) présent par unité de surface ou de volume (RAMADE, 2003). Il est variable aussi bien dans l'espace que dans le temps.

n_i = nombre d'individus de l'espèce i .

N = nombre total d'individus.



$$P_i = n_i / N$$

Ces fréquences réparties en 5 classes :

- 0 - 20 % → espèce rare.
- 20 - 40 % → espèce rare et disperser.
- 40 - 60 % → espèce peu abondante.
- 60 - 80 % → espèce abondante.
- > 80 % → espèce très abondante.

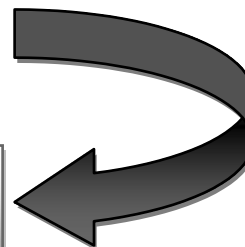
4.4. Occurrence relative des espèces

Appelée aussi indice de constance au sens de DAJOZ (1985), la fréquence d'occurrence est le rapport exprimé en pourcentage, entre le nombre de relevés (P_i) où l'on trouve l'espèce (i) et le nombre total de relevés réalisés (P) dans une même station.

P_i = nombre de prélèvements où l'espèce i est présente.

P = nombre total de prélèvements.

$$C (\%) = P_i / P * 100$$



En fonction de la valeur de C (%), nous qualifions les espèces de la manière suivante:

- C = 100 % → espèce omniprésente.
- C] 100 % – 75 %] → espèce constante.
- C] 75 % – 50 %] → espèce fréquente.
- C] 50 % – 25 %] → espèce accessoire.
- C] 25 % – 5 %] → espèce accidentelle.
- C < 5 % → espèce rare.

On peut aussi les classer comme suite :

- C > 50 % → espèce constante.
- 20 % < C < 50 % → espèce accessoire.
- C < 25 % → espèce accidentelle.

4.5. Indice de diversité SHANNON-WEAVER (H') (1963)

De tous les indices, la formule de SHANNON-WEAVER est l'indice le plus utilisé, il exprime le mieux la diversité des peuplements. Il présente l'avantage de n'être subordonné à aucune hypothèse préalable sur la distribution des espèces et des individus (BLONDEL, 1979; LEGENDRE, 1979 ; BARBAULT, 1981).

L'indice de SHANNON-WEAVER convient bien à l'étude comparative des peuplements. Il est indépendant de la taille de l'échantillon et prend compte à la fois de la richesse spécifique et de l'abondance relative de chaque espèce, permettant ainsi de caractériser l'équilibre du peuplement d'un écosystème.

n_i = nombre d'individus de l'espèce de rang i

N = nombre total d'individus



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

Sachant que : $P_i = n_i / N$

Cet indice a pour unité le 'Bit', sa valeur dépend du nombre d'espèces présentes, de leurs proportions relatives et de la base logarithmique.

H' est d'autant plus petit (proche de 0) que le nombre d'espèces est faible ou quelques espèces dominant; il est d'autant plus grand que le nombre d'espèces est élevé et réparti équitablement. Autrement dit, la diversité est minimale (milieu défavorable) quant H' tend vers zéro (0), et est maximale (milieu équilibré) quant H' tend vers 4,5.

4.6. Equitabilité

D'après PIELOU (1969), l'indice d'équitabilité rend compte de l'abondance relative de chaque taxon. Il est dérivé de celui de Schannon-Weaver. Sachant que plus un peuplement est équilibré (pas de taxon largement dominant), plus il est stable et proche du climax et qu'à l'inverse, toute pullulation est le signe d'un déséquilibre dû à une cause naturelle ou anthropique.

On peut calculer l'équitabilité à partir de l'équirépartition ou diversité maximale (H'_{\max}), laquelle correspond au cas où toutes les espèces seraient représentées par le même nombre d'individu.

H' = indice de SHANNON-WEAVER

S = richesse spécifique

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

\log_2 = logarithme à base 2

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

L'équitabilité varie entre 0 et 1. Elle tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs correspond à une seule espèce, et tend vers 1 lorsque chacune des espèces est représentée par un nombre semblable d'individus.

5. Traitement statistique des données

5.1. Analyse en composantes principales (ACP)

L'ACP a pour objet d'étudier la relation qui existe entre les variables quantitatives. Les résultats sont des données sous forme de graphes, l'un des variables et l'autre des individus. Le graphe des variables est donné par le cercle des corrélations, de rayon $R=1$. Il permet de voir quelles sont les variables qui sont corrélées les unes avec les autres et quelles variables sont expliquées par les axes factoriels.

Le graphe des individus est lu simultanément avec celui des variables, il permet de déduire l'individu qui donne la meilleure (ou la plus faible) valeur de la variable considérée dans la lecture.

5.2. Analyse factorielle des correspondances (AFC)

L'AFC est une méthode statistique d'analyse des données. En fait, elle a le même principe avec l'analyse en composantes principales. Son but est de donner la meilleure

représentation simultanée des groupes de variables, permettant d'obtenir une correspondance entre groupes d'espèces et groupes de stations.

L'AFC réalisée à partir des abondances des espèces aide à déterminer les espèces caractéristiques de chaque groupe.

5.3. Classification ascendante hiérarchique (CAH)

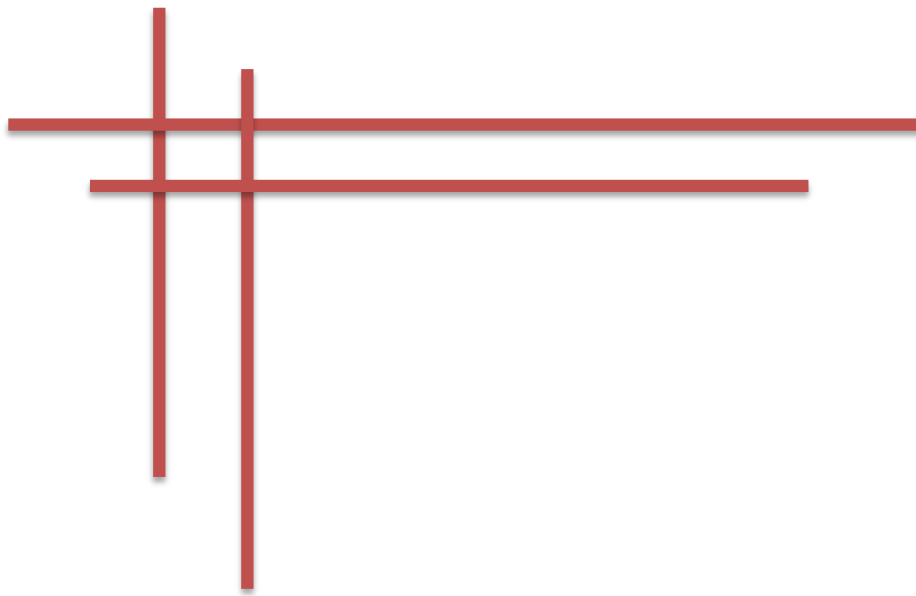
C'est une méthode de classification automatique utilisée en analyse des données, à partir d'un ensemble de n individus, son but est de répartir ces individus dans un certain nombre de classes.

Les méthodes de classification ascendante hiérarchique (CAH) sont basées sur la mesure de la similarité entre individus ou plutôt de façon équivalente de leur dissimilarité.

Pour les CAH réalisées, l'indice de similarité utilisé est celui de la distance euclidienne. Les représentations ont été réalisées sous forme d'arborescence à racine.

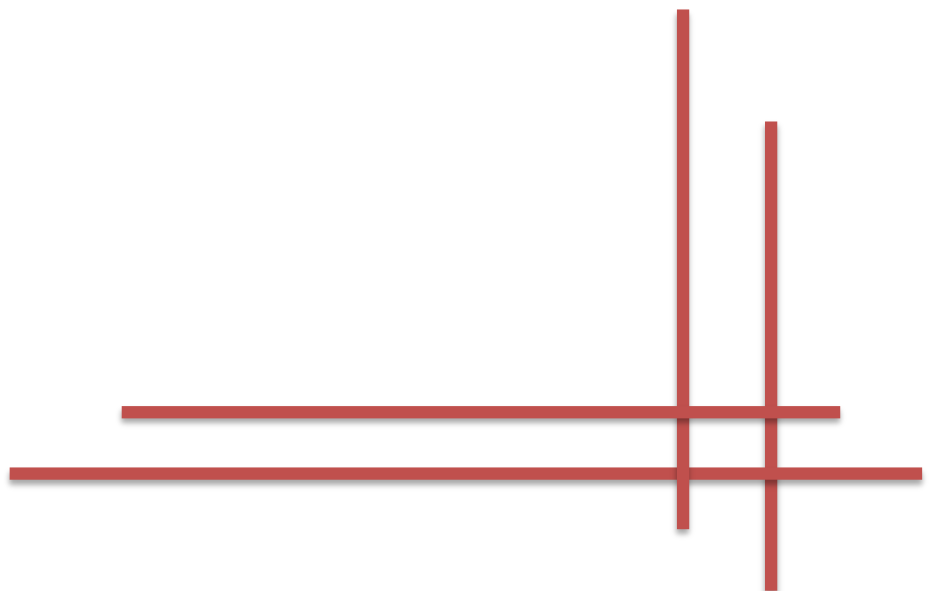
5.4. Logiciel de calcul

Le logiciel 'Statistica 6.4' a permis de réaliser et de donner les différentes représentations graphiques des diverses analyses factorielles de type ACP, AFC et CAH.



Chapitre III

Coléoptères



1. Généralités sur les Coléoptères

Les Coléoptères aquatiques sont les seuls insectes holométaboles à se représenter à la fois sous forme imaginaire et larvaire dans les milieux aquatiques. Ils vivent et colonisent divers habitats : sources, ruisseaux de sources, torrents, rivières à eau modérément courante et rivières à eau quasi-stagnante riche en végétation (TACHET *et al.*, 1980).

En Afrique du Nord, la diversité et l'abondance des Coléoptères aquatiques dépendent de la minéralisation des eaux (GIUDICELLI *et al.*, 1985). Au Maroc, 46 espèces ont été dénombrées au niveau de la zone littorale entre Kenitra et Mohamadia (EL ALLAOUI, 1983). Dans le Rif, 37 espèces ont été répertoriées selon l'étude faite par BENNAS *et al.* 2001, alors que dans la partie Oriental du pays 105 espèces ont été récoltées par CHAVANON *et al.* (2004).

En Algérie, dans la partie ouest du pays, quelques études portant sur ce groupe faunistique de Coléoptères ont été réalisées sur les milieux humides en Algérie et la Tafna en particulier. Parmi ces travaux, CHERIGUEN en 2011 a inventorié 646 individus appartenant à 38 espèces, alors que AMMOURI en 2014 a noté 4332 individus repartis sur 62 espèces.

En Kabylie, LOUNACI (2005) a recensé un total de 84 taxons appartenant à 17 familles et 38 genres. MEBARKI (2017) a prospecté 38 taxons repartie en 15 familles.

L'étude réalisée sur les deux familles de Coléoptères aquatiques Hydraenidae et Elmidae des cours d'eau de Kabylie (LAMINE *et al.*, 2019) a permis de recenser 18 taxons dont 16 identifiés au niveau spécifique et 2 au niveau générique.

L'ordre des Coléoptères constitue un groupe très diversifié et écologiquement très hétérogène pouvant s'adapter à tout type de biotope. Ils sont parfois difficiles à appréhender car ils possèdent des phases aquatiques alternant avec des phases terrestres. Certaines familles possèdent quelques représentants dont seule la phase larvaire est aquatique (Helodidae, Sphaeriidae) ou seule la phase adulte est aquatique (Hydraenidae) alors que d'autres sont strictement aquatiques (Dryopidae, Elmidae, Hydrochidae) (BERTRAND, 1972 ; BERTHELEMY, 1979).

La profondeur de l'eau, la végétation, la nature du fond, la température, la vitesse du courant, la disponibilité alimentaires et l'altitude sont les principaux facteurs de répartition des Coléoptères aquatiques (GUIGNOT, 1959 ; BIGOT & MARAZANOF, 1966 ; MOUBAYED, 1978).

1.1. Position systématique

Les Coléoptères recensés appartiennent au :

- **Classification Règne** : Animalia
- **Embranchement** : Arthropoda
- **Sous-embranchement** : Hexapoda
- **Classe** : Insecta
- **Sous-classe** : Pterygota
- **Infra-classe** : Neoptera
- **Super-ordre** : Endopterygota
- **Ordre** : Coleoptera
- **Familles** : Hydrophilidae, Dytiscidae, Hydraenidae, Haliplidae, Gyridae, Staphylinidae, Dryopidae, Elmidae, Chrysomelidae, Limnobiidae, Helodidae.

Remarque : Nous présentons uniquement les familles récoltées dans ce travail.

1.2. Classification des Coléoptères

Les Coléoptères récoltés dans cette présente étude appartiennent aux deux sous-ordres : **Adephaga et Polyphaga** (tableau 5).

Les Adephaga ont les hanches postérieures sont rattachées au métasternum par une articulation rigide qui partage complètement en deux le premier sternite abdominal visible. Les antennes ont 11 articles généralement filiformes ou moniliformes. Ils passent les stades larvaires et adultes en milieu aquatique, la nymphe étant terrestre (sauf Noteridae). Chez ces familles, les adultes sont généralement très bien adaptés à la vie aquatique, avec notamment des pattes plus ou moins transformées leur permettant de bien nager.

Les Polyphaga ont les hanches postérieures (métacoxas) sont généralement mobiles par rapport au métasternum, ne divisant pas le premier sternite visible. Les antennes sont de différents types, ils constituent un groupe plus hétérogène qui comprend des familles ayant des modes de vie différents. Les adultes de toutes ces familles sont beaucoup moins adaptés à la vie aquatique. Si les Hydrophilidae, Dryopidae et Elmidae passent leur vie dans l'eau (hormis le stade nymphal), les Hydraenidae ne vivent dans l'eau qu'au stade adulte.

Tableau 5: Sous-ordres des Coléoptères aquatiques (TACHET et *al.*, 2006).

	Sous-ordres	
	Adephaga =Hydradephaga. =Hydrocanthares.	Polyphaga.
Larve	Tarse et griffe distincts.	Trase et griffe indistinctes.
Adulte	Métacoxas soudées au métasternum.	Métacoxas soudées au métasternum Suture notopleurale indistincte.
Familles	Haliplidae Hygrobiidae Noteridae Dytiscidae Gyrinidae	Hydraenidae Spercheidae Hydrochidae Helophoridae Hydrophilidae
		Helodidae = Scirtidae
		Elmidae Dryopidae Psephenidae
		Chrysomelidae
		Curculionidae

1.3. Description générale d'un Coléoptère

Ce groupe d'insectes est caractérisé par la présence de pièce buccale de type broyeur et de deux paires d'ailes, dont la supérieure est transformée en éléments coriaces, impropres au vol, ou élytres (FORGE, 1981) (figure 11).

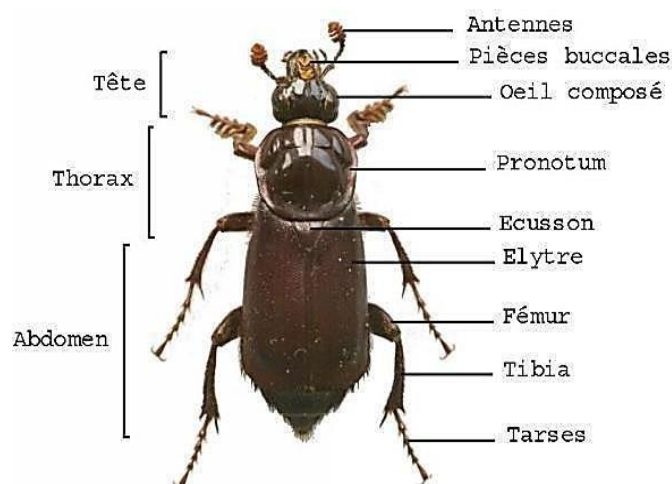


Figure 11 : Morphologie générale d'un coléoptère.

1.3.1. Larve

Correspond à des groupes phylogénétiquement souvent très différents, les larves de Coléoptères sont très polymorphes. Elles sont également de tailles variées (du millimètre pour *Hydroscapha* à 6 cm pour *Hydrophilus*, *Dytiscus* ou *Cybister*), les larves se différencient des autres larves d'insectes holométaboles essentiellement de façon négative (figure 12).

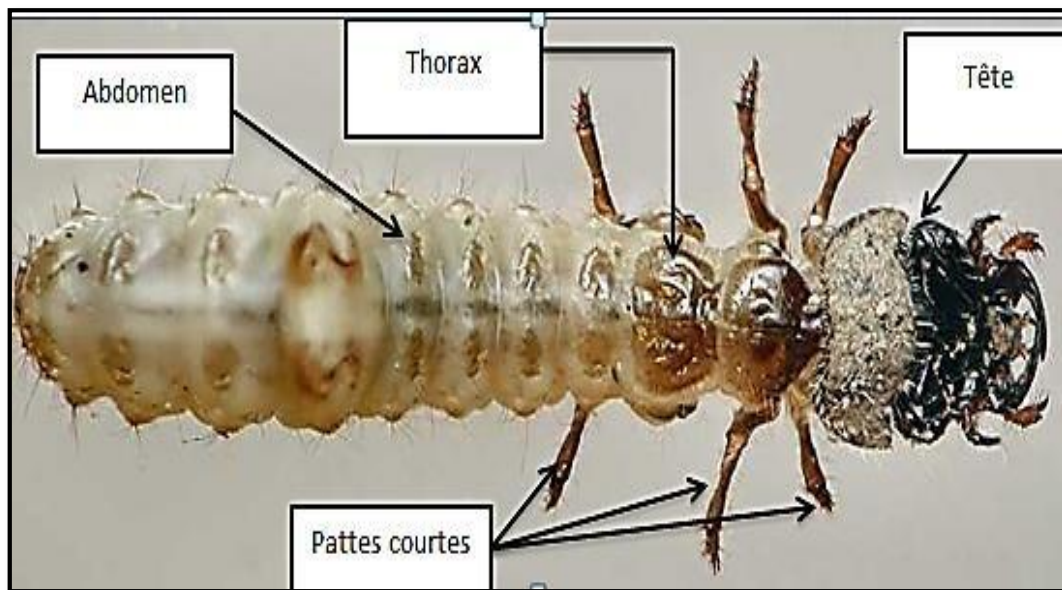


Figure 12 : Morphologie d'une larve de Coléoptère aquatique.

<http://aramel.free.fr/INSECTES19.shtml>

Tête

La tête est toujours bien différenciée et constitue une capsule céphalique entièrement sclérifiée. Les yeux sont constitués de stemmates, ils peuvent être exceptionnellement absents (Dytiscidae). Le clypeus peut présenter à l'avant des dents (Hydrophilidae, Gyrinidae) ou se prolonger par une corne frontale appelée souvent <nasal> (Dytiscidae).

Les antennes sont de taille variable mais comprennent normalement quatre articles pouvant se subdiviser en fouet, elles peuvent alors atteindre la longueur du corps. L'apex des antennes peut être uni ou biramé. Le labre est peu modifié, les mandibules sont généralement de type broyeur, mais chez les Dytiscidae et les Haliplidae les mandibules sont modifiées pour permettre une alimentation liquide. Les maxilles comprennent un cardo court, surmonté par le stipe sur lequel s'insèrent une galéa et une lacinia partiellement fusionnées, elles sont parfois de taille réduite (figure 13).

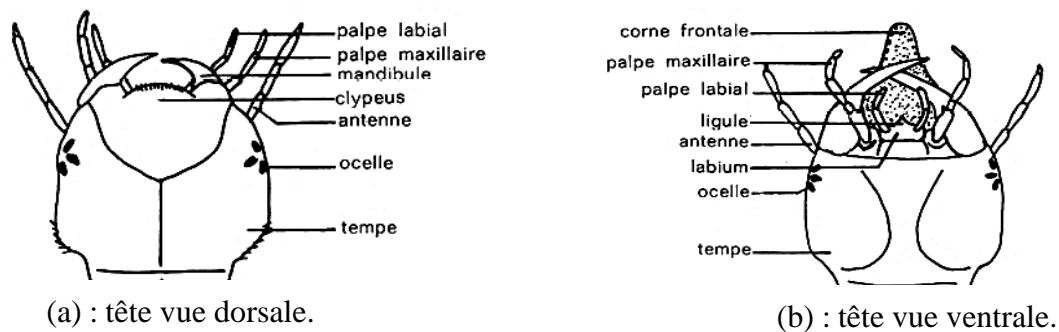


Figure 13 : Morphologie de la tête de la larve d'un Dytiscidae, (a) vue dorsale et (b) ventrale.

Thorax

Le prothorax est légèrement plus développé que les deux autres segments. Dans certains groupes, les tergites sont sclérifiés (notum) chez d'autres ils sont membraneux. Il peut y avoir des branchies dorsales chez peltodytes (Haliplidae). La morphologie des trois paires de pattes est souvent similaire, cependant, chez les Haliplidae, le tibia des PI présente une saillie d'arrêt (pouce), chez les Noteridae le fémur des PI est aplati est élargi en liaison avec un comportement fouisseur, enfin chez certains Dytiscidae les trois paires de pattes sont frangées des soies natatoires. Le nombre d'articles constituant les pattes permet de différencier les Adephaga des deux sous-ordres de Coléoptères.

Chez les Adephaga, la patte comprend cinq articles: hanche, trochanter, fémur, tibia-tarse, ce dernier portant une ou deux griffes terminales. Chez les Polyphaga et les Myxophaga, la patte ne comprend que quatre articles: hanche, trochanter, fémur, tibio-tarse portant ou non des griffes.

Abdomen

Il comprend de 8 à 10 segments visibles. Il peut y avoir des branchies latérales et/ou dorsales (Gyrinidae, Haliplidae, Hydrophilidae) des pseudopodes. L'extrémité de l'abdomen peut présenter des variations importantes, porter des appendices articulés pairs tels que les urogomphes (Dytiscidae). Les derniers segments peuvent aussi former un atrium respiratoire (Hydrophilidae).

1.3.2. Adulte

Les élytres toujours présents recouvrent le plus souvent complètement l'abdomen. Comme celles des larves, les tailles sont très variables : 1 mm pour Hydrophilidae à plus de 4 cm pour *Dyriscus* et *Hydrophilus* (figure 14).

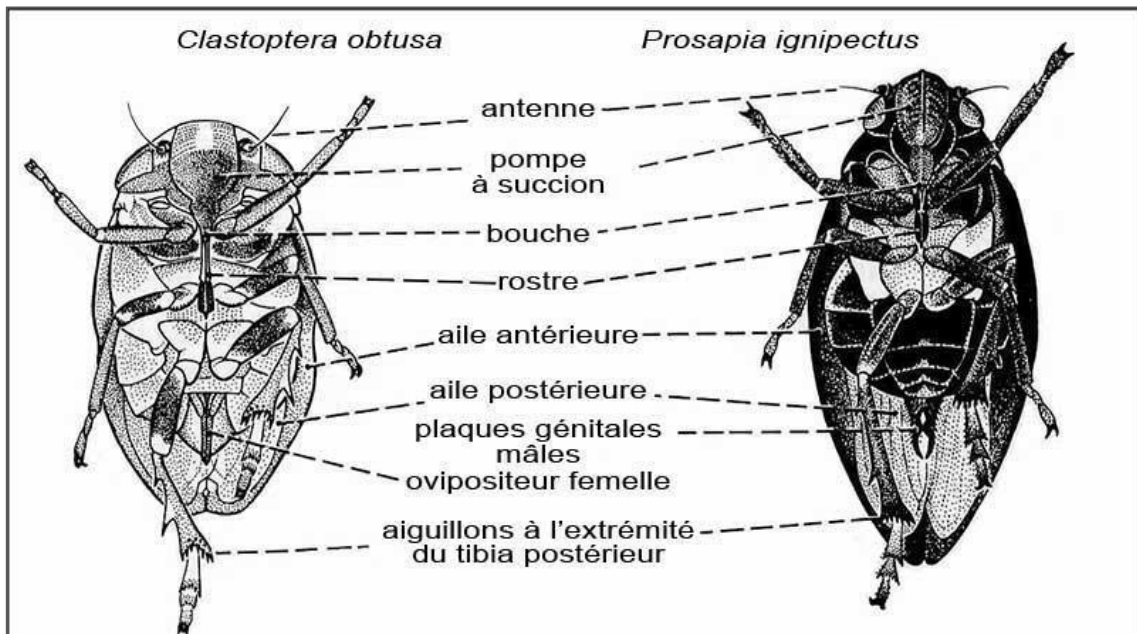


Figure 14: Morphologie de l'adulte d'un Coléoptère aquatique (ANGUS, 1992).

Tête

La capsule céphalique est rigide, elle est prognathe. Dorsalement, des antennes de formes variées avec de sept articles chez les Hydrohididae à onze chez les Hdryadephaga. Les yeux sont composés. Chez les Gyrinidae, ils sont divisés en deux parties: une paire latéraux dorsale (vision aérienne) et une paire ou ventrale (vision subaquatique). Les pièces buccales sont de type broyeur.

Sous le labre se présentent successivement une paire de mandibules, fortement sclérifiées est plus ou moins dentées, une paire de Maxilles bien développés avec lacinia et galéa bien individualisées; les palpe maxillaire est toujours multiarticulé.

Chez les Hydrophilidae et les Hydraenidae, les palpes maxillaires sont développés. Ventralement la capsule céphalique possède une gula allongée (figure 15).

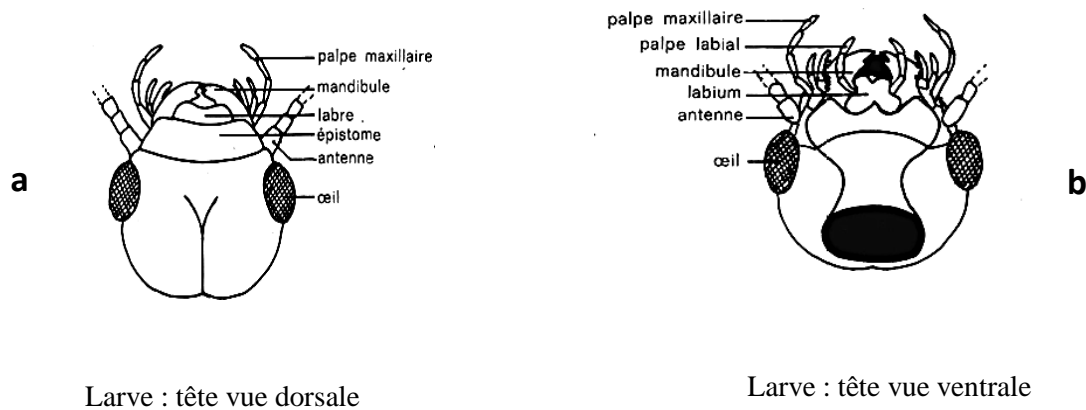


Figure 15 : Morphologie de la tête d'un adulte d'un Coléoptère aquatique, (a) vue dorsale et (b) vue ventrale.

Thorax

Les trois segments présentent chez les Coléoptères des développements très différents liés à la présence des élytres. Le prothorax constitue une pièce unique par suite de fusion partielle des tergites, sternites et pleurites, des lignes de sutures sont cependant visibles. Le prothorax est également indépendant des deux autres segments qui sont unis à l'abdomen pour former le ptérothorax. Dorsalement le pronotum est bien développé. Ventralement le prothorax est bien visible et se prolonge souvent entre les hanches (coxa) par une apophyse prestermale.

Le mésothorax est le plus petit segment thoracique, il porte en effet les élytres, structures protectrices, sans grand rôle dans le vol. Les élytres protègent en général l'abdomen. Comme pour le pronotum, les différentes ornements des élytres sont utilisées comme critères d'identification. Le métathorax est bien développé en particulier chez les Coléoptères les mieux adaptés à la nage.

Les pattes comportent normalement une hanche ou coxa, un trochanter, un fémur, un tibia et un tarse composé de tarsomères (jusqu'à cinq) dont le dernier, l'onychium, porte deux griffes. Chez certains Hydrophilidae, les pattes postérieures sont bien adaptées à la nage (aplatissement, présence de franges de soies...etc).

Abdomen

L'abdomen n'est pas visible dorsalement, sauf parfois les deux derniers segments. Il comprend fondamentalement 10 segments mais il y a des régressions et des invaginations dans la région postérieure. Les tergites, protégés par les élytres, sont mous. Les sternites sont toujours sclérifiées, au maximum 7 sont visibles. La structure des genitalia mâles (édéage) est un principal caractère utilisé pour distinguer les espèces.

1.4. Cycle de développement

La durée de vie en général de un an ou plusieurs années (Dytiscidae). Les Coléoptères sont le plus souvent ovipares : selon les espèces, la femelle pond entre un seul (Hydroscaphidae), et des milliers d'œufs. Quelques rares espèces sont vivipares, les femelles donnant directement naissance à des larves, comme par exemple chez certains Tenebrionidae.

Les Coléoptères passent par quatre stades : l'œuf, la larve, la nymphe et adulte (ou imago). Du stade œuf au stade adulte parfait (imago), ce dernier subit une série de transformations, ces œufs sont pondus dans un milieu où la larve trouve de la nourriture.

Les larves des Coléoptères ont souvent une morphologie, un mode de vie et un régime alimentaire tout autres que ceux de des imagos et cette spécialisation a un fait important dans leur l'évolution (figure 16).

Les larves de Coléoptère sont constituées de 13 segments, un au niveau de la tête, trois au niveau du thorax (qui portent trois paires de pattes) et neuf au niveau de l'abdomen. Leur tête présente des mandibules broyeuses similaires à celles des adultes. Les larves se transforment ensuite en imago.

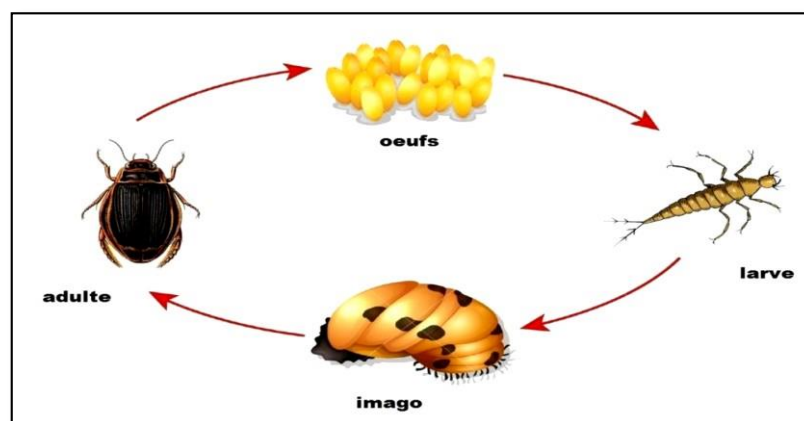


Figure 16: Cycle de développement d'un Coléoptère aquatique (BENDI HASSANE, 2016).

1.5. Écologie des Coléoptères

Les Coléoptères ont colonisé la totalité des habitats d'eaux continentales possibles. Ils se rencontrent en milieu superficiel, phréatique, dans les zones eutrophe et oligotrophe, en eaux douces et dans les milieux saumâtres, en haute montagne et en plaine; sous tous les climats.

Les larves des Coléoptères ne pénètrent que rarement dans les milieux interstitiels, mais peuvent cependant se trouver à plusieurs décimètres à l'intérieur des sédiments. Les régimes alimentaires sont extrêmement variés, ils ont tous un appareil buccal qui est souvent de type broyeur avec herbivore strict (Curculionidae, Donaciinae), des détritivores, des algivores (les Haliplidae) et des carnivores. Chez les adultes, certains sont prédateurs, notamment chez les Dytiscidae et les Gyrinidae, mais la majorité est plutôt détrivore- algivore.

Ils possèdent un système respiratoire trachéen, les Coléoptères présentent des adaptations morphologiques et anatomiques caractéristiques. Pour les espèces holopneustiques (à stigmates thoraciques et abdominaux fonctionnels) ou hemipneustiques (seulement quelques stigmates fonctionnels), les échanges respiratoires se font soit à la surface de l'eau soit au contact des plantes immergées avec en général des capacités de réserve (chambres sous-élytrales, plastrons respiratoires ou atriums abdominaux). (TACHET et *al.*, 2006).

2. Analyse globale du peuplement coléoptérologique

Les prélèvements benthiques réalisés ont permis de recenser dans les différentes stations étudiées 213 individus de Coléoptères appartenant à 11 familles et 16 genres (tableau 6).

La famille des Elmidae est la mieux représentée, elle regroupe à elle seule 5 genres, viennent ensuite les Gyrinidae avec 2 genres et les autres familles sont monogénériques.

Du point de vue importance numérique des Coléoptères inventoriés, la famille des Gyrinidae se place en premier avec 98 individus (soit 46 % du peuplement), suivie des Elmidae avec 40 individus (soit 13% du peuplement). Les autres familles présentent des abondances relatives comprises entre 1 et 7 % (figure 17).

La répartition des Coléoptères dans les différentes stations étudiées met en évidence leur importance dans le cours supérieur (870 – 1200 m) où 10 genres ont été recensés (soit 62,5 % du peuplement coléoptérologique).

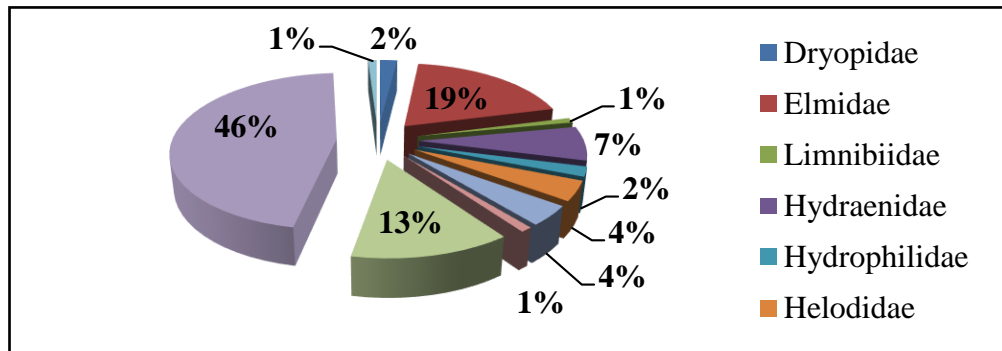


Figure 17 : Représentation des familles de Coléoptères collectés.

2.1. Richesse taxonomique

La lecture de la figure 18 relative à la richesse taxonomique stationnelle des Coléoptères montre des fluctuations au long des cours d'eau étudiés. Le nombre de genres varie d'une station à une autre, il fluctue entre un minimum d'un seul taxon récolté à la station B1 et un maximum de dix taxons recensés à la station SAD. Cette variation dépend de plusieurs paramètres tels que la qualité du milieu, la présence ou l'absence de la végétation aquatique, la vitesse du courant, la température de l'eau ainsi que la nature du substrat.

Les stations d'altitude sont les plus diversifiées. Les conditions écologiques favorables ainsi que la grande diversité des habitats ont permis le développement d'une faune riche.

La richesse taxonomique la plus élevée est notée au niveau de la station SAD (1200 m) avec 10 genres recensés, suivie par la station SA1 (1170 m) avec 7 genres. Ces stations présentent une vitesse du courant rapide à très rapide, un substrat grossier, une ripisylve moyenne de 40 %, une végétation aquatique composée de mousses et de macrophytes et une température de l'eau relativement basse.

Les stations SA4 de moyenne montagne (580 m d'altitude), B1 et B2 de basse altitude (190 et 200 m d'altitude) présentent la richesse taxonomique la plus faible avec 1 à 2 genres seulement. Les seuls représentant de Coléoptères dans ces stations sont les Dytisidae (*Dytiscus*) pour la station B1 et les Gyrinidae pour les deux autres stations (SA4 : *Aulonogyrus* et *Gyrinus* et B2 : *Gyrinus*). Cette réduction dans la richesse taxonomique est due essentiellement aux différentes agressions anthropiques. En effet, ce secteur est caractérisé par la disparition de la plupart des taxons du secteur amont du cours d'eau et la prolifération des taxons eurythermes et polluo-résistants.

Tableau 6 : Répartition de la faune des Coléoptères dans les stations d'étude.

Taxons/ Stations	SAD	SA1	SA2	SA3	SA4	SA5	B1	B2	Ab	AbR (%)	AbR (%)	Occ	OccR (%)
Altitudes	1200	1170	1130	870	580	460	200	190					
Dytiscidae													
<i>Dytiscus</i>	3							24	27	12,67	100	2	25
Dryopidae													
<i>Dryops</i>						3			3	1,4	100	1	12,5
Elmidae													
<i>Elmis</i>	8	3	5						16	7,51	40	3	37,5
<i>Limnius</i>	2	4	6						12	5,63	30	3	37,5
<i>Potamophilus</i>	3	3							6	2,81	15	2	25
<i>Oulimnius</i>	3								3	1,4	7,5	1	12,5
<i>Dupophilus</i>	3								3	1,4	7,5	1	12,5
Gyrinidae													
<i>Aulonogyrus</i>					3	3			6	2,81	6	2	25
<i>Gyrinus</i>		3			3	2	36	48	92	43,19	94	5	62,5
Limnebiidae													
<i>Limnebius</i>	3								3	1,4	100	1	12,5
Hydraenidae													
<i>Hydraena</i>	2	2	4	3		3			14	6,57	100	5	62,50%
Hydrophilidae													
<i>Hydrophilus</i>	5								5	2,34	100	1	12,5
Helodidae													
<i>Hydrocyphon</i>	9								9	4,22	100	1	12,5
Haliplidae													
<i>Peltodytes</i>		3							3	1,4	100	1	12,5
Staphylinidae													
<i>Staphylinus</i>		2	3	3					8	3,75	100	3	37,5
Chrysomelidae													
<i>Macrolea</i>				3					3	1,4	100	1	12,5
Ab	41	20	18	9	6	11	36	72	213				
Rs	10	7	4	3	2	4	1	2					

Ab : abondance.

AbR : abondance relative.

Occ : occurrence.

OccR : occurrence relative.

Rs : richesse stationelle.

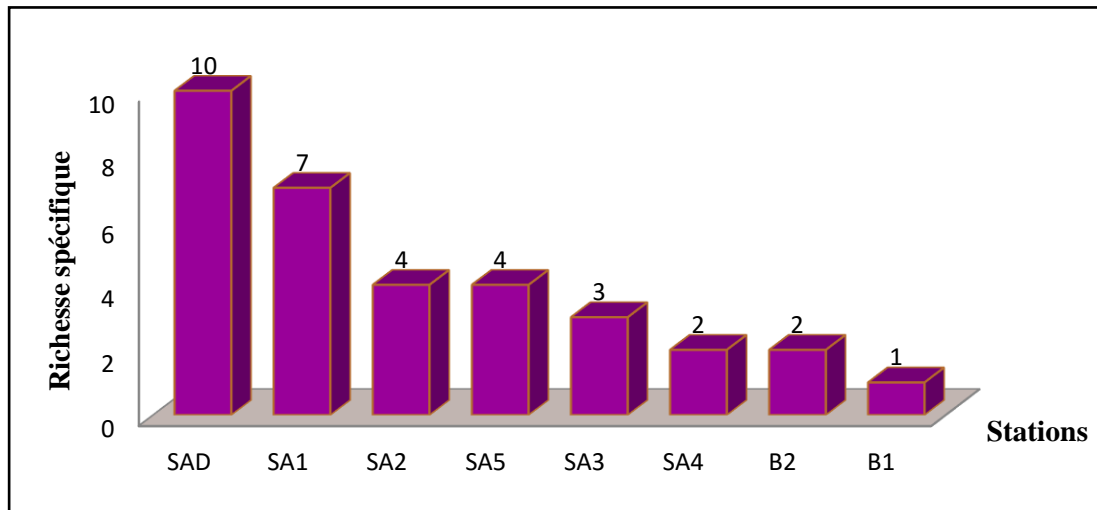


Figure 18: Richesse taxonomique (générique) des Coléoptères aux stations étudiées.

2.2. Abondance

Les Coléoptères recensés dans ce travail totalisent 213 individus. Leur abondance stationnelle varie d'un minimum de 6 individus (station SA4) à un maximum de 72 individus (station B2). L'effectif le plus élevé en Coléoptères noté au niveau de la station B2 est dû à la prolifération des genres *Gyrinus* (48 individus) et *Dytiscus* (24 individus). Ces deux genres semblent thermophiles et tolèrent la présence de la matière organique (figure 19).

La station SAD compte 41 individus de Coléoptères appartenant à 6 familles et 10 genres, parmi ces derniers, 5 genres totalisant 23 individus (soit 56,09 % du peuplement stationnel) sont inféodés à la source Addardar (SAD). Ces genres, très localisés, sont qualifiés de sténothermes d'eau froide : *Oulminius*, *Dupophilus*, *Limnius*, *Hydrophilus* et *Hydrocyphon*.

L'abondance la plus faible est notée au niveau de la station SA4 avec seulement 6 individus répartis équitablement entre deux genres de la famille des Gyrinidae à savoir *Aulonogyrus* et *Gyrinus*. Ils semblent tolérant les différentes perturbations anthropiques auxquelles est soumise la station.

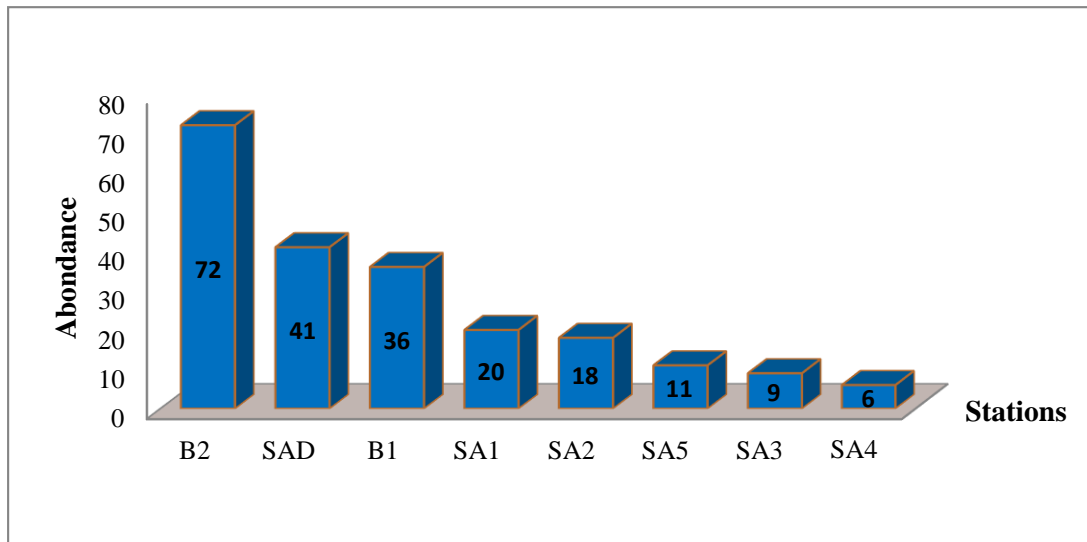


Figure 19: Abondance des Coléoptères dans les stations étudiées.

2.3. Abondance et occurrence relatives des taxons

La lecture des figures 20 et 21 visualisent graphiquement l'abondance et l'occurrence relatives des taxons (genres) récoltés dans les 8 stations d'étude. Ils peuvent être classés en 3 groupes.

- **Taxons dominants ou constants dont la fréquence d'occurrence est supérieure à 50% :** Ce sont en général les espèces à population plus ou moins denses : *Gyrinus* et *Hydraena*, et *occurrente* (occurrence 62,50 %). Ces taxons sont à large valence écologique. Ils colonisent tous les types d'habitats d'eau courante.
- **Taxons assez fréquents et peu abondants:** Ce sont en général les taxons ayant des fréquences d'occurrences comprises entre 25 et 50 %, ce sont des éléments à population peu dense : *Elmis*, *Limnius*, *Staphylinus*, *Dytiscus*, *Potamophilus* et *Aulonogyrus*.
- **Taxons rares à la fois très peu abondants et très peu fréquents :** Ce sont en général des taxons très localisés qui sont repérés dans une station et qui se caractérisent des biotopes bien spécialisés : *Hydrocyphon*, *Hydrophilus*, *Dryops*, *Oulimnius*, *Dupophilus*, *Limnebius*, *Peltodytes* et *Macroplea*.

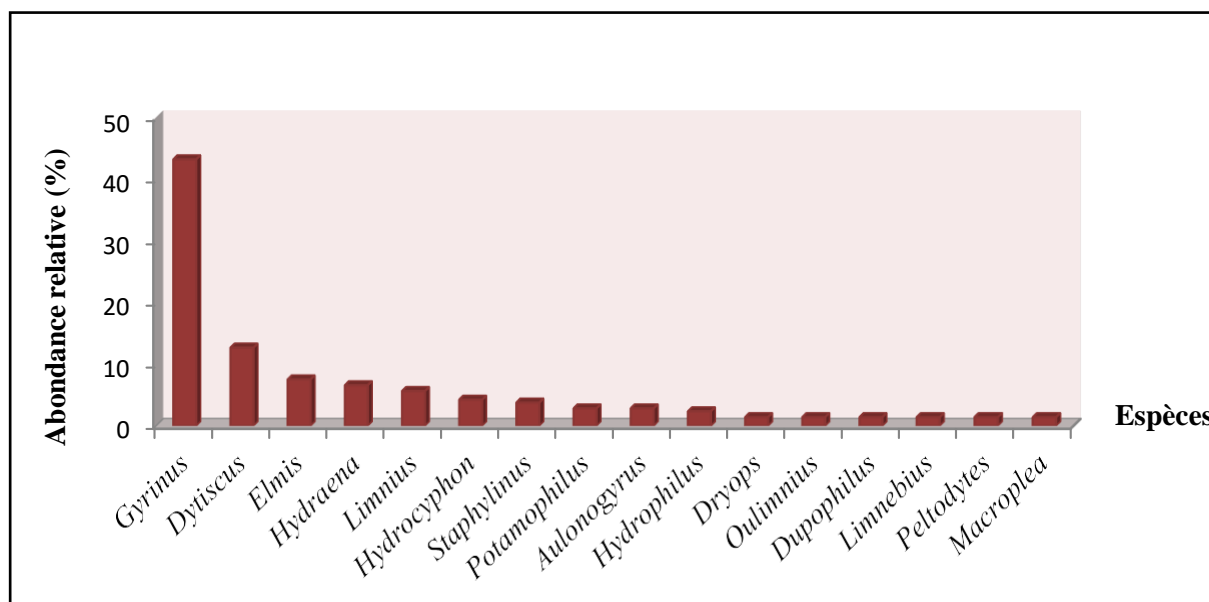


Figure 20: Abondance relative (%) des Coléoptères recensés.

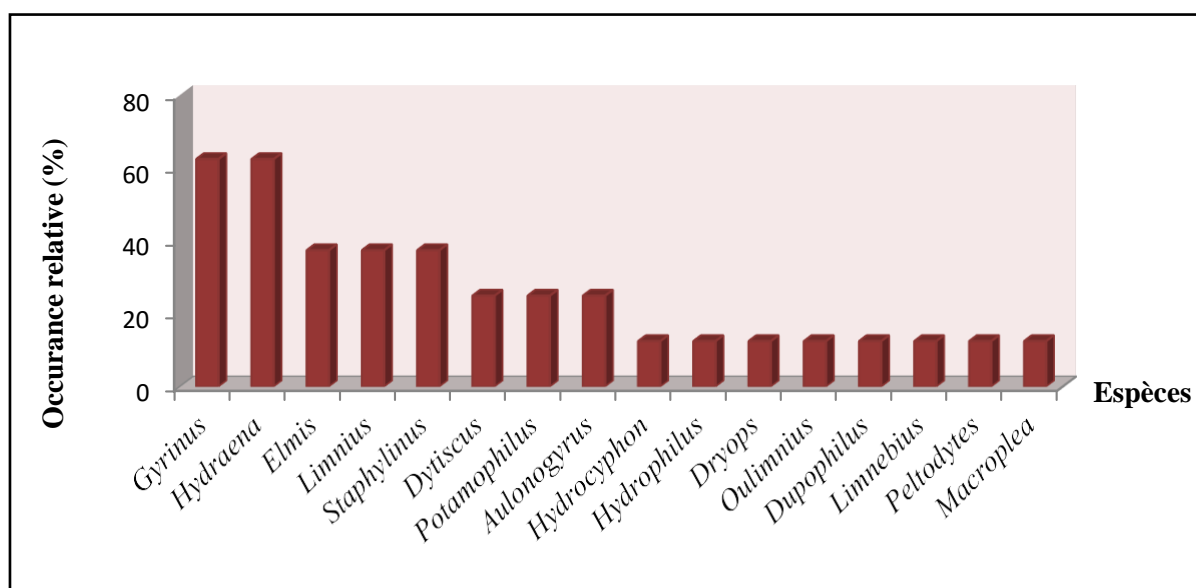


Figure 21: Occurrence relative (%) des Coléoptères inventoriés

3. Limites altitudinales des Coléoptères récoltés

Les Coléoptères récoltés correspondent dans leur globalité au peuplement des cours d'eau à courant rapide à moyen. Ils ont un réel intérêt pour la zonation des cours d'eau et apparaissent comme des indicateurs de zones.

L'examen de tableau 7 montre que cet ensemble peut être réparti en 5 groupes :

- **Le premier groupe** : est composé de genres alticoles et sténothermes d'eau froide qui se localisent dans la partie supérieure du réseau hydrographique étudié. Les genres appartenant à ce groupe sont très localisés de biotopes bien spécialisés, il s'agit : *Elmis*, *Limnius*, *Potamophilus*, *Oulimnius*, *Hydrophilus*, *Hydrocyphon*, *Peltodytes*, *Limnebius*, *Dupophilus*. Ce sont des éléments qui ne descendent pas au-dessous de 1000 m d'altitude.

- **Le deuxième groupe** : les genres appartenant à ce groupe descendent plus bas par rapport au groupe précédent, et atteignent la limite altitudinale inférieure à 460 m. Deux genres sont cités : *Hydraena* et *Staphylinus*.

- **Le troisième groupe** : renferme 3 genres (*Aulonogyrus*, *Macrolea* et *Dryops*) qui ne remontent pas au-dessus de 870 m d'altitude et ne descendent pas au-dessous de 460 m d'altitude.

- **Le quatrième groupe** : est composé un seul genre: *Gyrinus*. Ce dernier semble être eurytherme et eurytope, il n'est pas inféodé à un seul type de biotope. Il peut s'accommoder à des élévations de températures, comme il peut aussi côtoyer des biotopes à courant très vif, présentant une large distribution longitudinale depuis les stations d'altitude jusqu'aux zones de piémont. Il est à large valence écologique.

- **Le cinquième groupe** : est constitué de l'unique genre *Dytiscus*, il présente une répartition longitudinale fragmentée. Il est noté à la station SAD, la plus alticole (1200 m d'alt.) et à la station B2, la plus basse (190 m d'alt.).

Tableau 7 : Evolution de la richesse spécifique et de l'abondance numérique des Coléoptères aquatiques étudiés.

Altitudes (m)/espèces	Alt ≥ 1000	400 ≤ Alt < 1000	Alt < 400
<i>Elmis</i>	16	0	0
<i>Limnius</i>	12	0	0
<i>Potamophilus</i>	6	0	0
<i>Oulminius</i>	3	0	0
<i>Hydrophilus</i>	5	0	0
<i>Hydrocyphon</i>	9	0	0
<i>Peltodytes</i>	3	0	0
<i>Limnebius</i>	3	0	0
<i>Dupophilus</i>	3	0	0
<i>Hydraena</i>	8	6	0
<i>Staphylinus</i>	5	3	0
<i>Aulonogyrus</i>	0	6	0
<i>Macrolea</i>	0	3	0
<i>Dryops</i>	0	3	0
<i>Gyrinus</i>	3	5	84
<i>Dytiscus</i>	3	0	24
R.taxonomique	13	6	2
Abondance	75	26	108

4. Analyses qualitative et quantitative du peuplement coléoptérologique

Dans le présent travail, les Coléoptères récoltés dans les 8 stations échantillonnées entre 180 et 1200 m d'altitude, comptent 213 individus appartenant à 11 familles, 16 genres et deux sous ordre : les Adepfaga et les Polyphaga.

Le sous-ordre des Polyphaga est le mieux représenté. Il compte 73 % du total coléoptérologique. Il compte 8 familles et 12 genres : Dryopidae (1), Elmidae (5), Limnebiidae (1), Hydraenidae (1), Hydrophilidae (1), Heloplidae (1), Staphilidae (1) et Chrysomilidae (1).

Le second sous-ordre à savoir les Adepfaga (27 % des Coléoptères) n'est que représenté par 3 familles et 4 genres : Dytiscidae (1), Gyrinidae (2) et Haliplidae (1).

➤ Famille des Gyrinidae

La plupart des Gyrinidae colonisent les eaux calmes. Ils peuplent généralement les eaux stagnantes ou à courant très lent des bordures des cours d'eau.

Dans les cours d'eau étudiés, les Gyrinidae représentent la famille la plus diversifiée avec 98 individus appartenant à 2 genres (*Aulonogyrus*, *Gyrinus*), elle forme 46 % de peuplement des Coléoptères récoltés.

- *Gyrinus* est le genre le plus représenté dans le peuplement coléoptérologique avec 92 individus, soit 94 % de la famille des Gyrinidae, il est récolté presque dans toutes les stations étudiées (SA1, SA4, SA5, B1 et B1), mais avec un effectif très élevé dans les stations d'aval (36 individus récoltés dans B1 et 48 individus dans B2).

D'après LOUNACI (2005), ils colonisent les basses altitudes, et peuplent généralement les stations à courant lent et riches en végétations aquatique (MEBARKI, 2017).

- *Aulonogyrus* compte 6 individus (soit 6 % de la famille des Gyrinidae), il est récolté dans deux stations SA4 (580 m) et SA5 (460 m).

Ce genre sensé lié aux stations de piémont caractérisées par un courant rapide, un substrat hétérogène riche en débris végétaux et de matière organique ainsi qu'une végétation aquatique riche et diversifiée. Il peut être qualifié de rhéophile et de polluo- résistant.

➤ Familles des Elmidae

Les Elmidae sont des organismes vivants dans les biotopes lotiques, comparativement aux autres Coléoptères. Ils sont assez fréquents, abondants et rhéophiles. Seuls quelques éléments, tels que *Oulminius*, présentent une faible tendance limnophile et peuvent coloniser les eaux peu courantes (BERTHELEMY, 1966).

Dans les stations étudiées les Elmidae avec 40 individus occupent la deuxième place des Coléoptères sur le plan numérique. Ils représentent 19 % du peuplement global des Coléoptères. La famille des Elmidae, avec 5 genres recensés, est la plus diversifiée (figure 22).

- Le genre *Elmis* est connu par 16 individus soit 40 % des Elmidae récoltés dans les stations alticoles (SAD, SA1 et SA2), ce qui met en évidence son caractère rhéophile et sténotherme d'eau froide (LOUNACI, 2005). Et selon BERTHELEMY (1966) considère que les *Elmis* connus nettement plus muscicoles que les autres genres : leurs proportions par rapport aux autres Elmidae étant maximales dans les mousses.

- Le genre *Limnius* noté dans la station SAD, SA1 et SA2 totalise un effectif de 12 individus (soit 30 % des Elmidae). Son absence en plaine pourrait s'expliquer par les

conditions thermiques estivales élevées et l'impact négatif des activités anthropiques qui agissent dans la partie inférieure du réseau hydrographique (LOUNACI, 2005).

- Le genre *Potamophilus* avec un total de 6 individus (soit 15 % des Elmidae) a été récolté dans deux stations d'altitude (SAD et SA1). Selon HAOUCHINE (2011), ce genre est alticole, il se cantonne principalement dans les biotopes d'altitude (900-1115 m), ce qui corrobore avec nos résultats, puisque le taxon a été noté entre (1170- 1200 m d'alt.).

- Les genres *Oulminius* et *Dupophilus*, sont rare dans nos récoltes, et se cantonnent dans une seule station d'altitude (SAD), avec 3 individus chaque'un, soit 7,5 % des Elmidae.

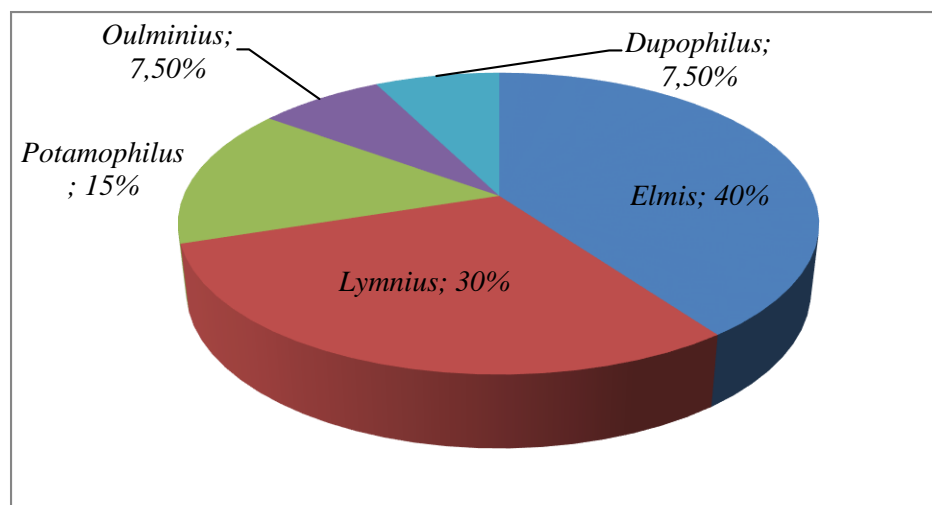


Figure 22 : Abondance des Elmidae dans les stations d'étude.

➤ La famille des Dytiscidae

Les Dytiscidae constituent un des groupes les plus importants des Coléoptères aquatiques, groupe bien homogène, bien distinct notamment des autres Adéphaga aquatiques (BERTRAND, 1972). Ils affectionnent les milieux à eau peu courantes.

Dans les cours d'eau étudiés, les Dytiscidae comptent 27 individus et représentent 13 % du peuplement coléoptérologique. Ils sont représentés par l'unique genre *Dytiscus* récolté dans deux stations SAD et B2. Ce genre montre une forte préférence pour les parties inférieure des cours d'eau dont on remarque un effectif relativement élevé avec 27 individus dans la station B2 (190 m d'alt.). Il est considéré comme élément de zone de piémont (MEBARKI, 2017).

➤ **Famille Haliplidae**

Selon BERTRAND (1972), les Haliplidae vivent principalement dans les eaux calmes ou peu courante, riche en macrophytes rivulaires.

La famille des Haliplidae est représentée par l'unique genre *Peltodytes*. Il est rare dans nos récoltes, il est recensé seulement à la station SA1 située à 1170 m d'altitude (torrent de montagne) avec 3 individus. *Peltodytes* est sténotope, rhéophile et sténotherme d'eau froide.

➤ **Famille des Hydraenidae**

Les Hydraenidae sont généralement rhéophiles, peuplant le milieu lotique. Ils occupent les biotopes les plus diversifiés, aussi bien les eaux froid que les eaux chaudes de basse altitude et de plaine (KADDOURI, 1986).

Dans les cours d'eau étudiés, les Hydraenidae représentent 7 % des Coléoptères récoltés avec 14 individus, ces derniers appartiennent tous au genre *Hydraena* qui est recensé dans 5 stations : SAD, SA1, SA2, SA3 et SA5.

Le genre *Hydraena* est rare et semble affectionner des torrents de montagne et piémont. Il est rhéophile et a tendance sténotherme d'eau froide, il est absent dans les stations B1 et B2 de basse altitude, ce qui est due probablement aux actions néfastes de l'homme au niveau de ces stations (la présence de la matière organique suite aux déferents rejets). Les représentants de ce genre occupent divers micro habitats aquatiques, ils vivent selon SAINZ-CANTERO & ALBA-TERCEDOR (1991) dans les eaux courantes, parmi les détritiques organiques, et pouvant supporter des eaux fortement minéralisées, parmi les végétations aquatiques rivulaires, en altitude 1200 m. Le genre *Hydraena* est très abondant et très fréquent dans les cours d'eaux de Kabylie, et également très eurytherme et moins eurytope, il colonise les biotopes froids et chauds (MEBARKI, 2017).

L'absence du taxon *Hydraena* dans certaines stations pourrait s'expliquer par les conditions thermiques trop élevées et l'impact des actions anthropiques (SEKHI, 2010).

➤ **Famille des Helodidae**

A l'état imaginal les Helodidae sont terrestres, ils fréquentent le voisinage des eaux, les lieux humides ou boisées par contre à l'état larvaire ils sont tous aquatiques : mares, lacs et ruisseaux (BERTRAND, 1972).

Dans les cours d'eau prospectés la famille des Helodidae est représentée par un seul genre *Hydrocyphon* avec un effectif de 9 individus. Ils sont eurytopes relativement peu abondants, et essentiellement récoltés dans la station de haute montagne (SAD).

➤ **Famille des Staphylinidae**

Les Staphylinidae vivent généralement dans des endroits humides au bord des eaux douces ou salées. Ils se rencontrent parmi les matières en décomposition : feuilles mortes, excréments, cadavres (GAETAN, 1990).

La famille des Staphylinidae totalise dans nos récoltes 8 individus soit 4 % du peuplement coléoptérologique globale. Ces derniers appartiennent à l'unique genre *Staphylinus*, récolté dans les stations alticoles et moyenne montagne (SA1, SA2, SA3). Il semble être rhéophile et sténotherme d'eau froide.

➤ **Famille des Hydrophilidae**

D'après BERTRAND (1972), les Hydrophilidae fréquentent les eaux douces et même les eaux saumâtres et d'une façon générale, plutôt les eaux stagnantes que courantes. Ils abondent particulièrement les collections d'eau à végétation abondante.

Dans les cours d'eau étudiés, les Hydrophilidae sont faiblement représentés avec 5 individus (2 %) du genre (*Hydophilus*). Ce genre est récolté à 1200 m (SAD). Il semble être sténotope, rhéophile et sténotherme d'eau froide.

➤ **Famille des Dryopidae**

Les Dryopidae colonisent différents types de milieux à eaux courantes et stagnantes, certains sont totalement aquatiques, d'autres amphibiens et parfois terrestres (OLMI, 1972 ; BERTRAND, 1972 ; BERTHELEMEY & OLM, 1978).

Dryops est l'unique représentant de cette famille, il est noté à la station SA5 avec 3 individus. Cette station de piémont (460 m d'altitude) se caractérise par un substrat

hétérogène riche en débris végétaux, une végétation aquatique riche en mousses, algues et lichens et un pourcentage de 15 % en matière organique (rejets domestiques et réseaux d'assainissements).

Il semble être thermophile, il fréquente les eaux calmes riches en végétations aquatiques (LOUNACI, 2005).

➤ Famille des Limnobiidae

Les Limnobiidae ne sont aquatiques qu'à l'état imaginal (BERTRAND, 1972). Ils sont thermophiles, fréquentant les eaux calmes à fonds riches en sédiments fins et en algues filamenteuses (LOUNACI, 2005).

Nous avons recensé un seul genre à cette famille : *Limnibius* avec seulement 3 individus récoltés à la station SAD (1200 m d'altitude), il semble être sténotope et sténotherme d'eau froide. Il vit dans les zones alticole à eaux relativement fraîches (LOUNACI, 2005).

➤ Famille des Chrysomelidae

Peut coloniser différents types de milieux à eaux courantes et stagnantes, froides, ou tempérées certains sont totalement aquatiques, d'autres terrestres (JOLIVET, 1968).

Le seul représentant de cette famille est le genre *Macroplea*, récolté à la station SA3 (870 m). Il a un caractère rhéophile et sténotope d'eau froide.

5. Structure du peuplement

5.1. Indices de diversité SHANNON-WEAVER (H') et d'Équitabilité (E)

L'indice de diversité et d'Équitabilité sont élevés lorsque la richesse spécifique est importante et la répartition des espèces est équilibrée. Un peuplement moins diversifié avec des espèces dominantes s'exprime par une faible valeur de ces indices.

Les résultats obtenus pour l'indice de diversité de SHANNON-WEAVER varient entre 0 à 3,33 Bits et pour l'indice d'Équitabilité les valeurs fluctuent entre 0 et 0,99 (tableau 8).

Les stations SAD et SA1 enregistrent les valeurs les plus élevées de H' avec respectivement 3,33 Bits et 2,81 Bits. Ces deux torrents de montagne (1200 et 1170m d'altitudes), se caractérisent par un substrat grossier, température de l'eau basse, un courant rapide à très rapide, une végétation aquatique riche en mousses et macrophytes avec l'absence d'action anthropique ou très négligeable. Ce qui permet l'installation d'une faune assez diversifiée, rhéophile et sténotherme d'eau froide et polluo-sensible. En effet, la richesse spécifique est maximale dans la SAD (10 genres) suivie par la station SA1 (7 genres).

Le secteur des stations SAD et SA1 est bien équilibré. L'Equitabilité dans ce secteur est élevée ce qui est dû à l'équipartition des individus entre les différents genres recensés.

Les stations SA2, SA3 et SA5 représentent un H' compris entre 1,59 et 2 Bits. La plupart des genres alticoles disparaissent progressivement avec la diminution de l'altitude et le changement dans les caractéristiques des milieux essentielles d'enrichissement des eaux en matière organique suite à l'augmentation de l'impact anthropique.

Enfin les stations SA4, B1 et B2 présentent les indices H' les plus faibles fluctuant de 1 à 0 Bits. La station B1 de plaines (200 m d'altitude) ne présente qu'un seul genre (*Gyrinus*) avec 36 individus, ce qui témoigne le peuplement le plus déséquilibré (E=0).

Tableau 8: Indices de SHANNON-WEAVER (H') et d'Equitabilité (E).

Stations	SAD	SA1	SA2	SA3	SA4	SA5	B1	B2
H' max	3,33	2,81	2	1,59	1	2	0	1
E	0,93	0,98	0,97	0,99	0,99	0,98	0	0,91

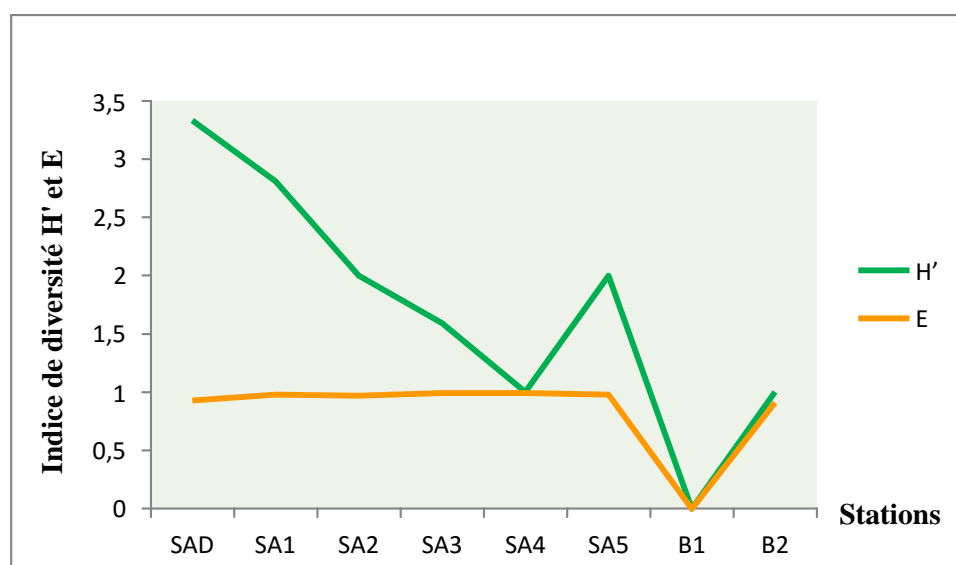


Figure 23: Indice de diversité (H') et indice d'Equitabilité (E).

6. Structure mésologique

Plusieurs auteurs tels que LAVENDIER, (1979); LOUNACI *et al.* (2000), ont signalé que la distribution spatiale des macro invertébrés benthiques est en fonction des facteurs environnementaux qui varient d'une station à une autre.

L'objectif de cette étude est de déterminer l'organisation spatiale et la structure des communautés des Coléoptères des cours d'eau étudiés en fonction de ces facteurs.

Pour une meilleure illustration pour cette étude, nous avons fait appel aux différentes méthodes d'analyse quantitative : ACP, AFC et CAH.

Dans ce travail, 12 descripteurs environnementaux sont pris en compte pour caractériser chacune des 8 stations étudiées (tableau 9).

Tableau 9 : Caractéristiques environnementales des 8 stations étudiées :

Lar: Largeur du cours d'eau (m), **Pro:** Profondeur moyennes (cm), **Vit:** Vitesse du courant (cm/s), **Alt:** Altitude (m), **Pen:** Pente (%), **Dis:** Distance à la source (km), **Tem:** Température ponctuelle (°C), **Rec:** Recouvrement (%), **Vaq:** Végétation aquatique (%), **GG:** Galets graviers, **SL:** Sable limons, **MO:** Matière organique (%).

Stations/paramètres	Alt	Pent	Diss	Larg	Prof	Vit	Vaq	GG	SL	Temp	Rec	MO
SAD	1200	25	0,2	0,8	15	30	5	85	15	8	10	0
SA1	1170	20	0,5	3	20	110	5	80	20	10	70	0
SA2	1140	18	1,5	2,5	25	130	10	80	15	11	70	5
SA3	870	13	2,5	2	30	100	15	60	20	13	30	20
SA4	580	10	3,5	6	30	90	15	65	25	15	30	10
SA5	460	6	8	8	35	100	15	70	15	17	0	15
B1	200	1	12	25	40	70	20	25	50	22	0	25
B2	190	0,8	14	19	45	60	25	25	50	23	0	25

L'analyse des corrélations entre les différents paramètres a montré que certaines variables sont inter corrélées (tableau 10) et particulièrement:

- altitude, pente, substrats grossiers et recouvrement variables parfaitement linéaires liées par une relation de plus en plus croissante;

- largeur moyenne du lit, distance à la source, profondeur, température de l'eau, matière organique, végétation aquatique, sables et limons, variables liées par une relation

décroissante. Leurs coefficients de corrélation sont hautement significatifs ($r > 0,7$) et indiquent que ces paramètres sont fortement corrélés. Quant à la vitesse du courant, son niveau de liaison est faible par rapport aux autres paramètres.

Tableau 10 : Matrice de corrélation entre variables environnementales (N = 12, P < 0,05).

	Alt	Pent	Diss	Larg	Prof	Vit	Vaq	GG	SL	Temp	Rec	MO
Alt	1,00											
Pent	0,98	1,00										
Diss	-0,95	-0,94	1,00									
Larg	-0,88	-0,86	0,93	1,00								
Prof	-0,95	-0,98	0,94	0,83	1,00							
Vit	0,24	0,06	-0,28	-0,31	-0,05	1,00						
Vaq	-0,93	-0,95	0,91	0,80	0,98	-0,15	1,00					
GG	0,88	0,88	-0,91	-0,93	-0,90	0,30	-0,92	1,00				
SL	-0,80	-0,77	0,86	0,94	0,78	-0,38	0,80	-0,96	1,00			
Temp	-0,97	-0,97	0,98	0,93	0,97	-0,19	0,94	-0,93	0,87	1,00		
Rec	0,73	0,61	-0,70	-0,60	-0,58	0,71	-0,61	0,59	-0,50	-0,64	1,00	
MO	-0,88	-0,91	0,86	0,78	0,93	-0,14	0,94	-0,91	0,76	0,87	-0,64	1,00

La classification hiérarchique ascendante (CAH) des différents paramètres mésologiques met en évidence 2 groupe.

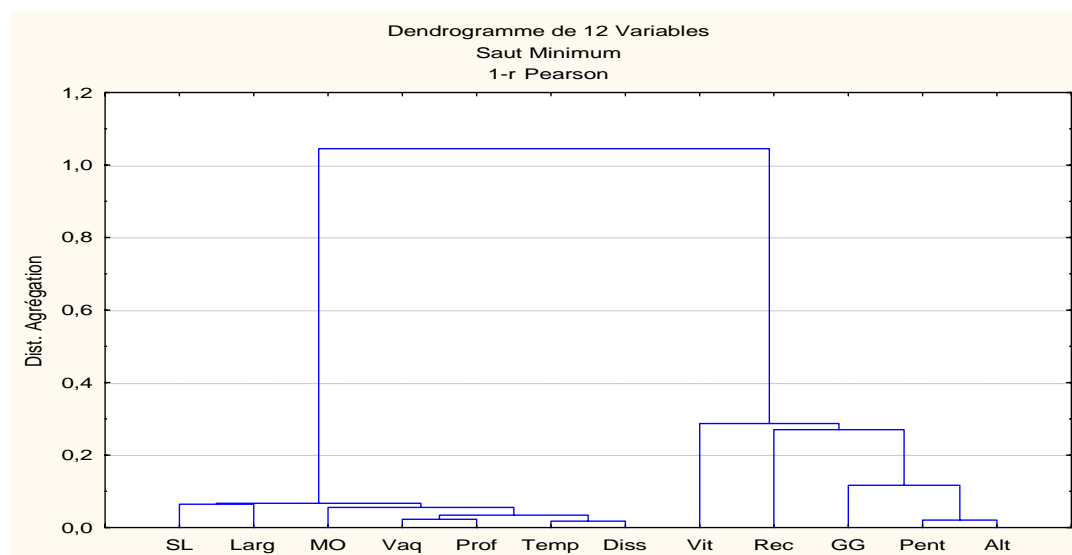


Figure 24 : Dendrogramme de la distribution des stations sur la base des variables environnementales.

L'analyse en composantes principales (ACP) des paramètres environnementaux fait apparaître dans l'espace deux facteurs significatifs F1 (axe 1) et F2 (axe 2). Ces deux axes concentrent une information totale de 91,39 %, elle est autrement significative 91,93 % (F1 : 80,31 % et F2 : 11,62 %).

Les variables pente, altitude, galets et graviers et recouvrement sont fortement liées entre elles et avec l'axe 1 (en position négative) et bien représenté dans le plan F1-F2 (extrémités des vecteurs proches du cercle de corrélation) décroissent progressivement de l'amont vers l'aval.

Les variables profondeur, largeur du lit, matière organique, distance à la source, températures, sables et limons et végétation aquatique sont fortement corrélées entre elles et avec l'axe 1 (en position négative), voient leur valeur augmenter de l'amont vers l'aval.

La variable vitesse du courant est corrélée positivement avec l'axe 2.

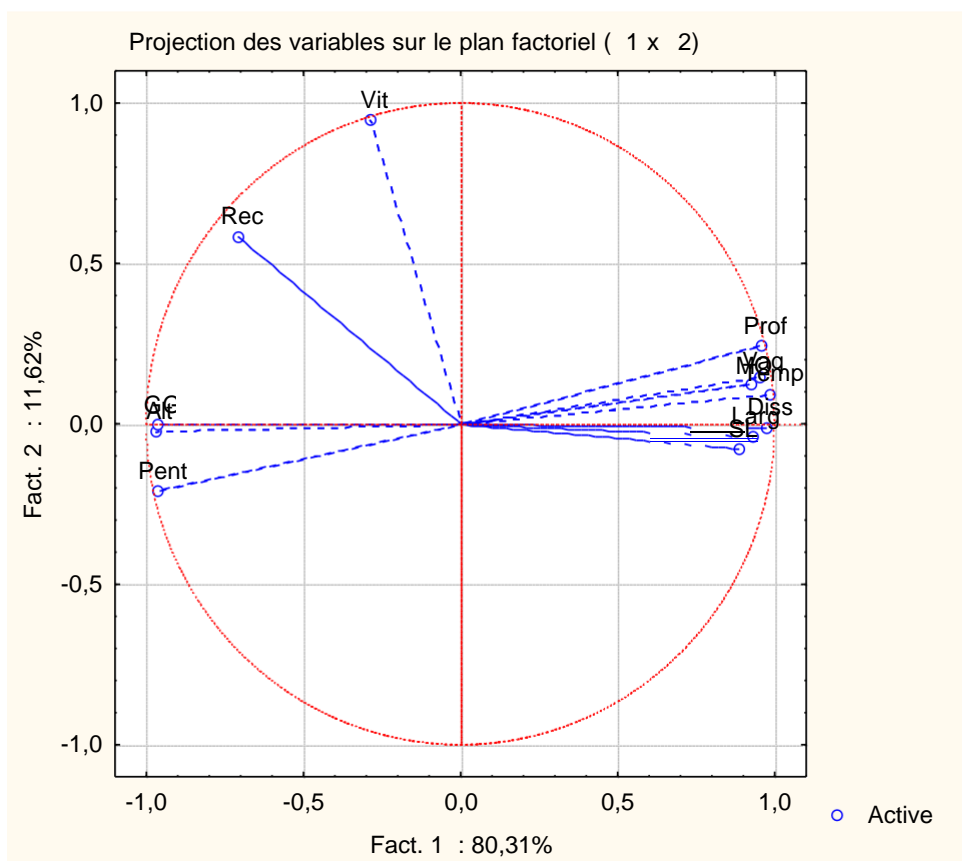


Figure 25 : Analyse en composante principale des paramètres écologiques. Plan factoriel F1-F2 : représentation des paramètres.

La représentation des stations dans l'espace des mêmes facteurs significatifs (F1 et F2) met en évidence deux groupes :

Les stations SA5, B1 et B2 (piémont et basse altitude) dont les altitudes sont comprises entre (190 m - 460 m) sont corrélées positivement avec l'axe 1 et s'opposent aux stations les plus alticoles et de moyennes montagnes (SAD, SA1, SA2, SA3 et SA4) en position négative.

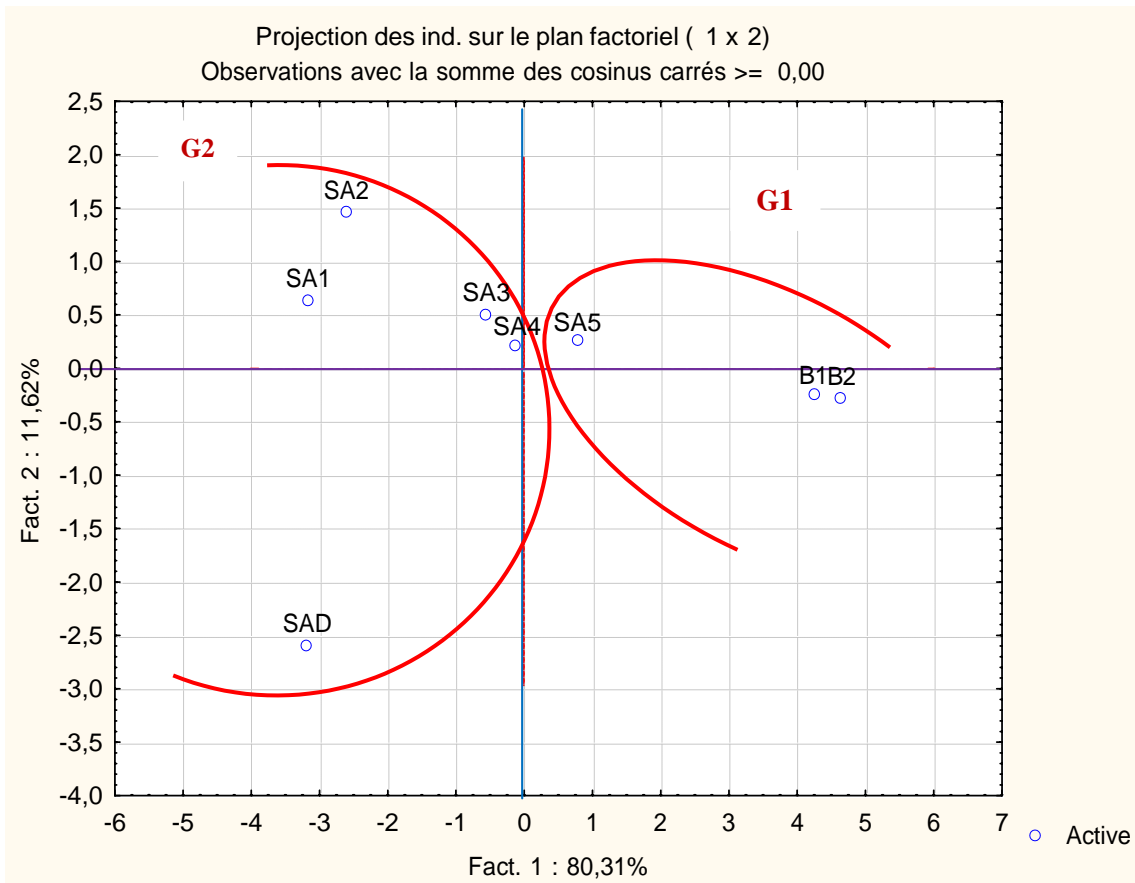


Figure 26 : Analyse en composante principales des paramètres écologiques. Plan factoriel F1-F2 : représentation des stations dans l'espace.

La distribution spatiale des espèces est précisée grâce à une analyse factorielle des correspondances (AFC) réalisée sur la matrice paramètres environnementaux x espèces (12 paramètres x 16 genres). La recherche de noyaux d'affinité est rendue possible grâce à la classification ascendante hiérarchique utilisée à partir des coordonnées des variables et des observations suivant les axes de l'AFC.

Les deux premiers axes de l'AFC cumulent 85,79 % de l'information contenue dans la matrice des données (F1 : 74,62 %, F2 : 11,17 %). Elle est hautement significative (figure 27).

L'axe 1 représente principalement le gradient longitudinal, montrant des valeurs positives pour les genres de piémont et de basse altitude et des valeurs négatives pour des genres alticole et de moyenne montagne. Cette analyse factorielle a permis de distinguer deux principaux groupes.

Le groupe 1 est constitué des genres très liés au secteur de stations de piémont et de basse altitude, définis par les genres *Dryops*, *Aulonogyrus*, *Dytiscus* et *Gyrinus*. Ce dernier est à large valence écologique. La présence de ce genre est essentiellement liée au substrat hétérogène riche en matière organique, végétation aquatique importante et température d'eau élevée. Ce groupe est lié à l'axe 1 en position positive et s'oppose au deuxième groupe qui est en position négative qui présente un cortège des genres hémi sténothermes peuplant les cours d'eau de source et moyenne montagne. Dans cet ensemble, nous avons :

- *Limnibius*, *Hydrophilus*, *Hydrocyphon*, *Oulmnius* et *Dupophilus*, genres généralement représentatifs des stations de source.
- *Elmis*, *Limnius*, *Potamophilus*, *Hydraena*, *Peltodytes*, *Staphilinus*, *Macroplea*, genres à forte affinité pour les habitats de moyenne montagne, caractérisés par un substrat grossier, pente élevée, recouvrement important et une tendance nette à la rhéophilie.

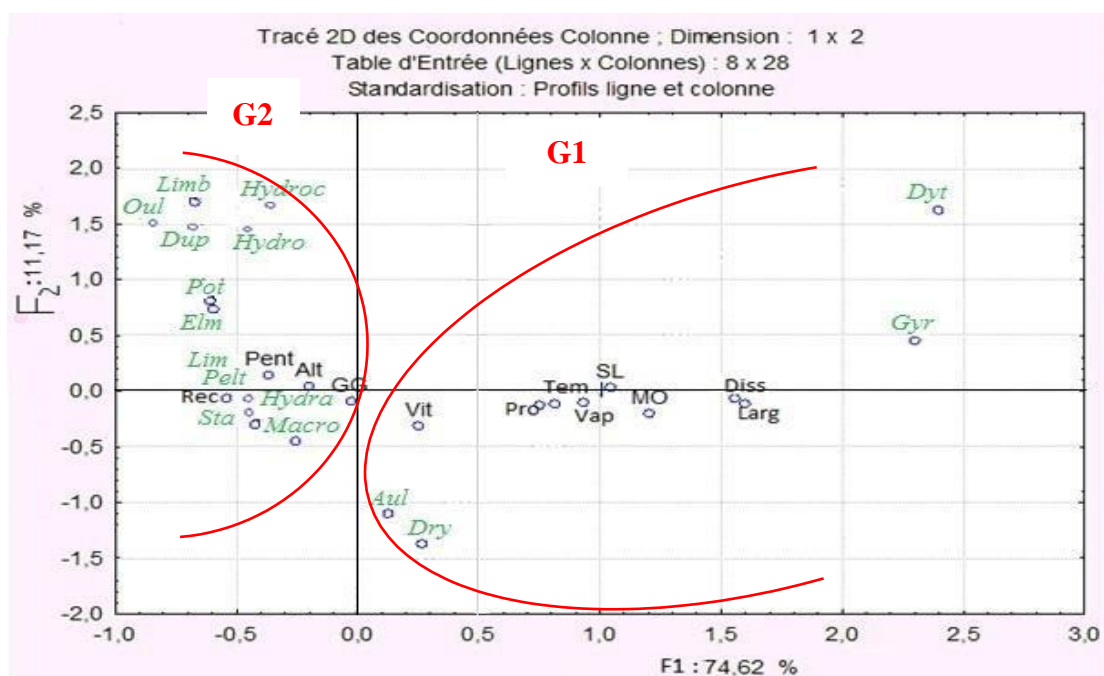
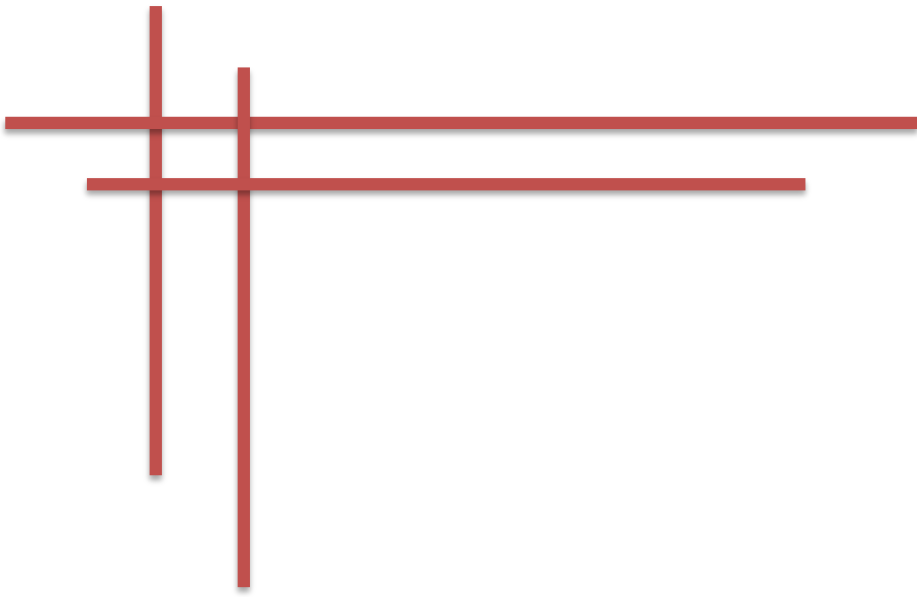
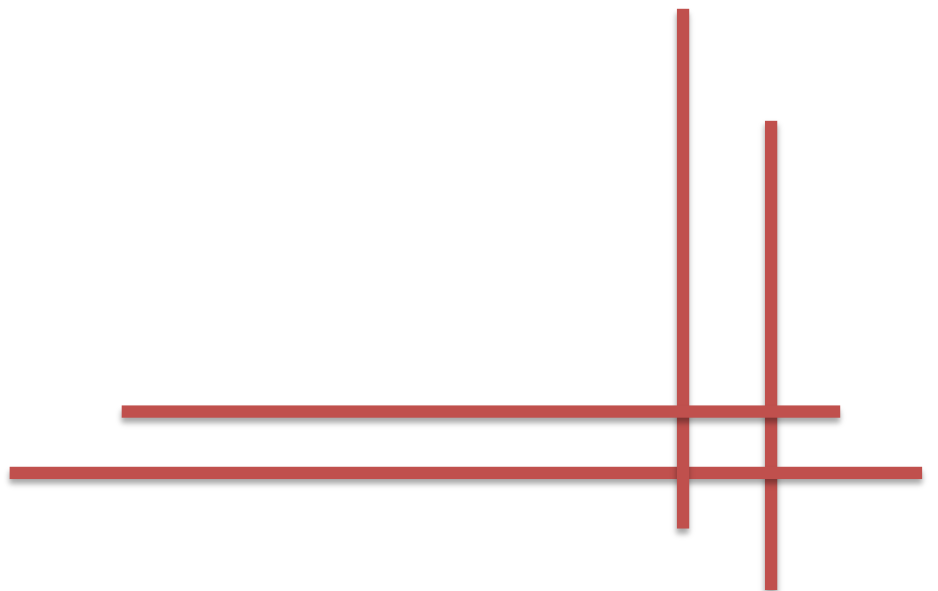


Figure 27 : Distribution et noyaux d'affinité des taxons et des variables environnementales dans le plan factorielle F1-F2.



Conclusion



L'échantillonnage benthique réalisé le 10 avril 2021 dans les 8 stations de l'assif Sahel et de l'oued Boubhir (s.s) échelonnés entre 190 m et 1200 m d'altitude, ont permis la récolte de 213 individus de Coléoptères. Ils appartiennent à 11 familles et 16 genres.

Sur le plan qualitatif, la famille des Elmidae est la plus diversifiée, elle compte 5 genres (*Elmis*, *Limnius*, *Potamophilus*, *Oulimnius* et *Dupophilus*), suivie par la famille des Gyrinidae représentée par 2 genres (*Gyrinus* et *Aulonogyrus*). Les autres familles sont mono génériques.

Du point de vue importance numérique des Coléoptères inventoriés, la famille des Gyrinidae se place en premier avec 98 individus (soit 46 % du peuplement), suivie des Elmidae avec 40 individus (soit 13% du peuplement). Les autres familles présentent des abondances \leq à 7 %.

La richesse taxonomique varie de 1 à 10. Elle est maximale à la station SAD (1200 m d'alt.) avec 10 genres recensés, dont 5 sont exclusifs à la source Addardar, ils sont sténotopes et sténothermes d'eau froide (*Oulimnius*, *Dupophilus*, *Limnibius*, *Hydrophilus* et *Hydrocyphon*). Les stations de moyenne montagne (SA4 : 580m d'alt.) et de basse altitude (B1 : 200 m et B2 :190 d'alt.) présentent la richesse taxonomique la plus faible avec 1 à 2 genres seulement. Les seuls représentants des Coléoptères dans ces stations sont les Dytisidae (*Dytiscus*) et les Gyrinidae (*Aulonogyrus* et *Gyrinus*). Cette réduction dans la richesse taxonomique est due essentiellement aux différentes agressions anthropiques. En effet, ce secteur est caractérisé par la disparition de la plupart des taxons du secteur amont du cours d'eau et la prolifération des taxons eurythermes et polluo-résistants.

L'analyse de la distribution longitudinale de ces éléments des cours d'eau étudiés, met en évidence 5 groupes :

- Le premier groupe est composé de 9 genres très localisés dans la partie supérieure du réseau hydrographique étudié, ils sont alticoles et sténothermes d'eau froide. Ce sont des éléments qui ne descendent pas au-dessous de 1000 m d'altitude: *Elmis*, *Limnius*, *Potamophilus*, *Oulimnius*, *Hydrophilus*, *Hydrocyphon*, *Peltodytes*, *Limnebius* et *Dupophilus*.

- Le deuxième groupe est constitué de genres qui descendent plus bas par rapport au groupe précédent et atteignent la limite altitudinale inférieure à 460 m d'altitude : *Hydraena* et *Staphylinus*.

- Le troisième group renferme 3 genres qui ne remontent pas au-dessus de 870 m d'altitude et ne descendent pas au-dessous de 460 m d'altitude : *Aulonogyrus*, *Macroplea*, *Dryops*.

- Le quatrième groupe composé de l'unique genre *Gyrinus* qui semble être eurytherme et eurytope, il est à large valence écologique.

- Le cinquième groupe constitué du genre *Dytiscus*, il présente une répartition longitudinale fragmentée.

L'analyse des corrélations entre les différents paramètres a montré que certaines variables sont inter corrélées. La distribution spatiale des espèces est précisée grâce à une analyse factorielle des correspondances (AFC) réalisée sur la matrice paramètres environnementaux x espèces (12 paramètres x 16 genres). Cette analyse a permis de distinguer deux principaux groupes :

Le premier groupe est constitué de genres très liés au secteur de stations de piémont et de basse altitude (*Dryops*, *Aulonogyrus*, *Dytiscus* et *Gyrinus*). Ces genres sont essentiellement liés au substrat hétérogène riche en matière organique, végétation aquatique importante, température d'eau élevée.

Le deuxième groupe présente un cortège de genres hémi sténothermes peuplant les cours d'eau de source (*Limnibius*, *Hydrophilus*, *Hydrocyphon*, *Oulmnius* et *Dupophilus*) et moyenne montagne (*Elmis*, *Limnius*, *Potamophilus*, *Hydraena*, *Peltodytes*, *Staphilinus* et *Macroplea*), caractérisés par un substrat grossier, pente élevée, recouvrement important et une tendance nette à la rhéophilie.

Les données obtenues dans cette présente étude constituent une contribution importante dans les recherches sur les Coléoptères de la zone géographique étudiée. Des études plus étalées dans le temps et dans l'espace sont nécessaires pour compléter les données biologiques et écologiques de ce groupe faunistique.



Références bibliographiques



- **ABDESSELAM M. 1995.** Structure et fonctionnement d'un karst de montagne sous climat méditerranéen : exemple du Djurdjura occidental (Grande Kabylie, Algérie). Thèse de Doctorat, Université Franche Compté : 233 pp.
- **AIT-MOULOUD S. 1988.** Essais de recherches sur la dérive des macro-invertébrés dans l'Oued Aissi : faunistique, écologie et biogéographie. Thèse de Magister, Université des Sciences et de la technologie Houari Boumediene, Alger : 118 pp.
- **AMMOURI R. 2014.** Les Coléoptères aquatiques du bassin versant de la Tafna- Mémoire de Magistère, Université Tlemcen : 180 pp.
- **ANGELIER E., ANGELIE M.L. & LANGA J. 1985.** Recherche sur l'écologie des hydracariens (*Hydrachnella*, *Acari*) dans les eaux courantes. *Annales de Limnologie*, **21**(1) : 25-640 pp.
- **ANGELIER E. 2000.** Ecologie des eaux courantes. Editions Techniques & Documentation : 199 pp.
- **ANGUS R.B. 1992.** Insect: coleopteran: Hydrophilidae: Helophorinae. Süß wasserfauna von Mitteleuropa 20/10-2. G. Fisher, Stuttgart: 144 pp.
- **ANONYME.** Données climatiques de l'Office Nationale de la Météorologie. Station régionale de Tizi-Ouzou. Documentation O. N. M.
- **ANNONYME.** Données hydro-biologiques de l'Agence nationale des ressources hydrauliques. Station régionale de Tizi-Ouzou. Documentation. A.N.R.H.
- **BAGNOUL F. & GAUSSEN H. 1953.** Saison sèche et indice xérothermique. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse*, **88** : 193-239.
- **BALKE M., JÄCH M.A. & HENDRICH L. 2004.** Insecta: Coleoptera. In: Yule C. M. & Sen Y. H. (eds.): Freshwater invertebrates of the Malaysian Region. *Academy of Science Malaysia, Kuala Lumpur.*: 555-609 pp.
- **BARBAULT R. 1981.** Ecologie des populations et des peuplements. Des théories aux faits. Masson éd, paris : 208 pp.
- **BARBAULT R. 2008.** Ecologie générale. Structure et fonctionnement de la biosphère. Edition DUNOD, 6ème édition : 390 pp.

- **BEDEL L. 1895.** Catalogue raisonné des Coléoptères du Nord de l'Afrique (Maroc, Algérie, Tunisie et Tripolitaine) avec notes sur la faune des Iles Canaries et de Madère. Première partie. *Société Entomologique de France* (édition), Paris : 420 pp.
- **BENDI HASSANE. D. 2016.** Stratification longitudinale des coléoptères Polyphaga (Arthropodes-Insectes) de la haute Tafna (Nord-Ouest algérien). Mémoire de Master, université Abou Bekr Belkaid, Tlemcen : 75 pp.
- **BENNAS N., SÁINZ-CANTERO C.E. & OUAROUB A. 2001.** Nouvelles données sur les Coléoptères aquatiques du Maroc : Les Hydraenidae Mulsant, 1844 du Rif, faunistique et biogéographie. *Zologica Baetica*, **12**: 135-168 pp.
- **BENNAS N. 2002.** Coléoptères Aquatiques Polyphaga du Rif (Nord du Maroc) : Faunistique, Ecologie Biogéographie. Thèse d'état, Université Abdelmalek Essaâdi, Faculté des Sciences de Tetouan (Maroc) : 383 pp.
- **BERRAHOU A., CHAVANON G. & RICHOUX P. 2000.** Études sur la basse Moulouya (Maroc Oriental): 6. Les Coléoptères aquatiques de l'oued Zegzel. *Bulletin. de la Société. Limnologie. de Lyon*, **69** (3) : 44-50 pp.
- **BERTHELEMY C. 1962.** Contribution à l'étude systématique des Elminthidae (Coléoptères). *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse*, **97** (1-2) : 201-225 pp.
- **BERTHELEMY C. 1964.** Elminthidae d'Europe occidentale et méridionale et d'Afrique du Nord (Coléoptères). *Extrait du Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse*, **99** (1-2) : 244-285 pp.
- **BERTHELEMY C. 1966.** Recherches écologiques et biogéographiques sur les Plécoptères et Coléoptères d'eau courante (*Hydraena* et Elminthidae) des Pyrénées. *Annales de Limnologie*, **2** (2) : 227-458 pp.
- **BERTHELEMY C. & OLMI M. 1978.** Psephenidae, Dryopidae et Elmidae in "Limnofaune Europea". J. Illies (Ed), G. Fischer, Stuttgart: 315-318 pp.
- **BERTHELEMY C. 1979.** Elmidae de la région Paléarctique occidentale : systématique et répartition. (Coleoptera : Dryopidae). *Annales de Limnologie*, **15** (1) : 1-102 pp.
- **BERTRAND H. & LEGRO C. 1960.** Hydrocanthares (excl. Gyrinidae) recueillis à Madagascar (mission BERTRAND, 1960). *Cab. O.R.S.T.O.M, ser, Hydrobiol, Vol V, n° 3 /4, 1971*: 241 -249 pp.

- **BERTRAND H. 1972.** Larves et nymphes des Coléoptères aquatiques du globe. F. Paillart, Imp. Paris : 804 pp.
- **BIGOT L. & MARAZANOF F. 1966.** Notes sur l'écologie des Coléoptères aquatiques des Marismas du Guadaquivir et prélier inventaires des Coléoptères et Lépidoptères du Coto Donana (Andalucia). *Annales de Limnologie*, **2(3):**491-502 pp.
- **BILTON D.T., Mc ABENDROTH L. BEDFORD A. & RAMSAY P.M. 2006.** How wide to cast the net. Coss- taxon congruence of species richness, community similarity and indicator taxa in ponds. **51:** 578-590 pp.
- **BLONDEL J. 1979.** Biogéographie et écologie. Masson ed. Paris : 173 pp.
- **BOUDJEMA S. 2010.** Etude perspective de l'état de l'environnement en Algérie : cas de bassin versant du Sébaou, Tizi-Ouzou : 144 pp.
- **BOUKLI-HACENE S., HASSAINE K. & PONEL P. 2012.** Les peuplements des Coléoptères du marais salé de l'embouchure de la Tafna (Algérie). *Review of Ecology (Terre et Vie)*, **67** : 11-115 pp.
- **CHAUMONT M. & PAQUIN C. 1971.** Carte pluviométrique de l'Algérie au 1/ 500 000 avec notice explicative. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle d'Afrique du Nord* : 24 pp.
- **CHAVANON G., BERRAHOU A. & MILLÁN A. 2004.** Apport à la connaissance des Coléoptères et Hémiptères aquatiques du Maroc Oriental : Catalogue faunistique. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, **35** : 143-162 pp.
- **CHERIGUEN I. 2011.** Recherche d'une microdistribution des Coléoptères dans différents habitats de l'amont de la Tafna. Mémoire de Magister en Ecologie et Biologie des populations, Université de Tlemcen : 180 pp.
- **DAJOZ R. 1979.** Précis d'écologie. Paris. G.V: 549 pp.
- **DAJOZ R. 1985.** Précis d'écologie. Ecologie fondamentale et appliquées. 5 ème édition. Gauthier Villard. Paris : 505 pp.
- **DAJOZ R. 2000.** Précis d'écologie, Ed. Dunod, paris, 6eme édition : 542 pp.
- **DECAMPS H. 1971.** La vie dans les cours d'eau. Presses universitaires de France, Paris : 128 pp.

- **DERRIDJ A. 1990.** Etude des populations de *Cedrus atlantica* M. en Algérie. Thèse Docteur es-sciences, Université Paul Sabatier, Toulouse : 288 pp.
- **DOUCET R. 1997.** La science agricole : climat, sols et productions végétales du Québec, Berger, Canada : 1-10 pp.
- **EL ALAOUI A. 1983.** Contribution à l'étude des Coléoptères Hydrocanthares de la zone Littorale entre Knitra et Mohamedia. Bulletin de l'institut Scientifique, Rabat, n° 7 : 127 - 142pp.
- **FAURIE C., FERRA C., MEDORI P., DEVAUX I. & HEPTIME J-L. 2003.** *Ecologie : approche scientifique et pratique*, 5ème édition Lavoisier, Paris : 69 pp.
- **FLANDRIN J. 1952.** La chaîne du Djurdjura : monographie régionale. XIXème congrès géologique international, 1 ère série (19) : 49 pp.
- **FORGE P. 1981.** Les Coléoptères. Clé de détermination. 487 pp.
- **GAETAN C. 1990.** Guide des Coléoptères d'Europe. Edition Delachaud et Niestlé 1990 : 479 pp.
- **GELARD J.P. 1979.** Géologie du Nord-est de la Grande Kabylie : un segment de zones internes de l'orogène littoral maghrébin. Thèse Doctorat en Sciences, Université de Dijon : 335 pp.
- **GENIN B., CHAUVIN C. & MENARD F. 2003.** Cours d'eau et indices biologique. Pollution –méthodes-IBGN.2ème édition educ agri : 215 pp.
- **GIUDECELLI J., DAKKI M. & DIA A. 1985.** Caractéristiques abiotiques et hydrobiologiques des eaux courantes méditerranéennes. *Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie*, **22** : 2094 - 2101 pp.
- **GONZÁLEZ J., BASELGA A. & NOVOA F. 2007.** Diversity of water beetles (Coleoptera: Gyrinidae, Haliplidae, Noteridae, Hygrobiidae, Dytiscidae and Hydrophilidae)in Galicia, Northwest Spain : Estimating the Completeness of the Regional Inventory. *The Coleopteriste Bulltin* **61**(1): 95 - 110 pp.
- **HAOUCHINE S. 2011.** Recherche sur la faunistique et l'écologie des macroinvertébrés des cours d'eau de Kabylie. Mémoire Magister, U.M.M.T.O, Tizi-Ouzou : 116 pp
- **JÄCH A. M & BALKE M. 2008.** Global diversity of water beetles (Coleoptera) in fresh water. *Hydrobiologia*, **595**: 419 - 442 pp.

- **JOLIVET P. 1968.** Les donaciinae de l'Afrique du Nord (col.Chrysomilidae), Lyon : 307-315 pp.
- **KADDOURI A. 1986.** Révision des *Hydraena* du Maroc, d'Algérie et de la Tunisie (Coleoptera, Hydraenidae). Thèse de Doctorat, Université Paul Sabatier, Toulouse : 156 pp.
- **KARAMAN B., KRYAK S. & DARILMAZ M.C. 2008.** Faunistic study of the aquatic beetles (Coleoptera) of Trabzon Province (Turkey). *Munis Entomology and zoology* **3** (1): 437-446 pp.
- **LAMINE S. 2021.** Recherche sur la faunistique, l'écologie et la biogéographie des Epheméroptères, Plécoptères, Trichoptères et Coléoptères Hydraenidae et Elmidae des cours d'eau de la Kabylie du Djurdjura. Thèse de Doctorat, Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou : 248 pp.
- **LAMINE S., LOUNACI A., REDING, J.-P.G. & VINÇON G. 2019.** *Marthamea bayae*, a new species of stonefly from Algeria (Plecoptera: Perlidae). *Zootaxa*, **4603** (2) : 311 pp.
- **LAVANDIER P. 1979.** Ecologie d'un torrent Pyrénée de haute montagne : l'Estaragne. Thèse de doctorat d'Etat. Université Paul Sabatier, Toulouse : 532 pp.
- **LEGENDRE L. & LEGENDRE P. 1979.** Ecologie numérique. I. Le traitement multiple des données écologiques: II. La structure des données écologiques. Masson ed. Masson ed. Paris: 197 pp et 247 pp.
- **LEVEQUE C. 1996.** Ecosystèmes aquatiques, Edition Hachette, Paris : 159 pp.
- **LÖBL I. & LÖBL D. 2015.** *Catalogue of Palaearctic Coleoptera. Hydrophiloidea-Staphylinoidea. Vol. 2. Revised and updated edition.* Brill, Leiden, Boston: 1702 pp.
- **LÖBL I. & LÖBL D. 2016** *Catalogue of Palaearctic Coleoptera, Scarabaeoidea—Scirtoidea—Dascilloidea Buprestoidea—Byrrhoidea. Vol. 3. Revised and Updated Edition.* Brill, Leiden : 983 pp.
- **LÖBL I. & LÖBL D. 2017.** *Catalogue of Palaearctic Coleoptera. Archostemata-Myxophaga-Adephaga. Vol. 1. Revised and updated edition.* Brill, Leiden, Boston : 1443 pp.
- **LOUNACI A. 1987.** Recherches hydrobiologiques sur les peuplements d'invertébrés benthiques du bassin de l'oued Aïssi (Grande-Kabylie). Thèse de Magister. Université des Sciences et de la technologie Houari Boumediene, Institut des sciences de la nature, Alger : 133 pp.

- **LOUNACI A., BROSSE S., AÏT MOULOUD S., LOUNACI-DAOUDI D., MEBARKI N. & THOMAS A.G.B. 2000a.** Current knowledge of benthic invertebrate diversity in an Algerian stream: a species check-list of the Sébaou River basin (Tizi-Ouzou). *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse*, **136** : 43-55 pp.
- **LOUNACI A. 2005.** Recherches sur la faunistique, l'écologie et la biogéographie des macro-invertébrés des cours d'eau de Kabylie Tizi-Ouzou, Algérie). Thèse de Doctorat d'état en biologie. Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou : 208 pp.
- **LOUNACI-DAOUDI D. 1996.** Travaux sur la faunistique, l'écologie et la biogéographie des insectes du réseau hydrographique du Sébaou. Thèse de Magister, Université de Tizi-Ouzou : 152 pp.
- **LUQUE A. 1997.** Aquatic Coleoptera from the South of Corbana (Spain), (Haliplidae, Gyrimidae, Noteridae, Dytiscidae, Hydraenidae, *Hydrochidae*, *Helophoridae*, *Hydrophilidae*, *Dryopidae* et *Elmidae*). *Revue Zoológica baetica* – vol.8, Pp – 49 – 64 (1p. 1 /4), ISSN 1130 – 4251, Espagne.
- **MEBARKI M. 2017.** Bio-écologie et biogéographie des macro-invertébrés benthiques de quelques cours d'eau du Nord de l'Algérie et distribution spatiale des peuplements. Thèse de Doctorat. Université des Sciences et de la technologie Houari Boumediene, Alger : 231 pp.
- **MEDDOUR R. 2010.** Bioclimatologie, phytogéographie et phytosociologie en Algérie. Exemple des groupements forestiers et pré-forestiers de la Kabylie Djurdjurienne. Thèse d'État en Sciences Agronomiques. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou : 397 pp.
- **MILLÁN A., ABELLÁN P., RIBERA I., SÁNCHEZ-FERNÁNDEZ D. & VELASCO J. 2006.** The Hydradeptera of the Segura basin (SE Spain): Twenty-five years studying water beetles (Coleoptera). *Memorie del la Società Entomologica Italiana*, **85**: 137-158 pp.
- **MOUBAYED Z. 1978.** Etude écologique des marais du sud de la Crau (Bouches du Rhane). Analyse des peuplements d'invertébrés Lulçaquicoles et leur relation avec l'hydrologie, la végétation et les influences humaines. Thèse 3^{ème} cycle, Université Aix-Marseille III: 222 pp.
- **OLMI M., 1972.** The palearctic species of the genus *Dryops* Oliver Coleoptera, Dryopidae. *Bull.Mus. Zool. Univ. Torino*, **5**: 69-132 pp.
- **PIC M. 1905.** Diagnoses de Coléoptères algériens. *L'échange*, **21**: 145-148 pp.

- **PIELOU E. C. 1969.** An introduction to mathematical ecology. Wiley-Interscience, New-York: 286 pp.
- **QUEZEL P. 1957.** Peuplement végétal des hautes montagnes de l'Afrique du Nord. Ed. Le chevalier : 459 pp.
- **RAMADE F. 2003.** Elément d'écologie: Ecologie fondamentale. 3ème édition. Dunod. Paris: 190 pp.
- **RAYMOND D. 1976.** Evaluation sédimentaire et tectonique du Nord-Ouest de la Grande Kabylie au cours du cycle alpin. Thèse de Doctorat en Sciences, Paris : 154 pp.
- **REICH M. L. 1869.** Catalogue des Coléoptères de l'Algérie et des contrées voisines avec description d'espèces nouvelles. *Mémoire de la Société Limnologique, Normandie*, **15** : 44 pp.
- **SAINTE-CLAIRE DEVILLE J. 1905.** Notes sur les *Hydraena* d'Algérie. *L'Échange*, 248, 1-4.
- **SAINTE-CLAIRE DEVILLE J. 1906.** Synopsis des *Hydraena* du Nord de l'Afrique. *L'Abeille*, **3** : 283-287 pp.
- **SÁINZ-CANTERO C.E. & ALBA-TERCEDOR J. 1991.** Los Polyphaga acuáticos de Sierra Nevada (Granada, España) : (Coleoptera : Hydraenidae, Hydrophilidae, Elmidae, Dryopidae). *Boletín de la Asociación Española de Entomología*, **15** : 171-198 pp.
- **SÁINCHEZ-FERNANDEZ D., ABELLAN P., MELLADO A., VELASCO J. & MILLAN A. 2006.** Are water beetles good indicators of biodiversity in Mediterranean aquatic ecosystems. The case of the Segura river basin (SE Spain). *Biodiversity and Conservation*, **15**: 4507-4520 pp.
- **SEKHI S. 2010.** Recherches sur la faunistique et l'écologie des macro-invertébrés des cours d'eau Tiout, Hadjadj et Moghrar (Wilaya de Naâma). Mémoire de Magister, Université des Sciences et de la technologie Houari Boumediene, Alger: 118 pp.
- **SELTZER P. 1946.** Le climat de l'Algérie. *Travaux de l'Institut Météorologique et Physique du Globe*, Université d'Alger. Typo. Litho, Alger : 219 pp.
- **SHANNON C.E. & WEAVER W. 1963.** The mathematical theory of communication. Urbane: university of Illinois Press: 177 pp.

- **TACHET H., BOURNAUD M. & RICHOUX PH. 1980.** Introduction à l'étude des macroinvertébrés des eaux douces (systématique élémentaire et aperçu écologique). *Association Française de Limnologie* : 150 pp.
- **TACHET H., BOURNAUD M. & RICHOUX P. 2006.** Introduction à l'étude des macroinvertébrés des eaux douces (Systématique élémentaire et aperçu écologique) : 315 pp.
- **THOMAS A.G.B. 1981.** Travaux sur la taxonomie, la biologie et l'écologie d'insectes torrenticoles du Sud-Ouest de la France (Ephéméroptères et Diptères : Dixidae, Cecidomyiidae, Rhagionidae et Athericidae), avec quelques exemples de perturbations par l'homme. Thèse de Doctorat en Sciences, Université de Toulouse : 330 pp.
- **THIEBAULTE J. 1952.** Socle métamorphique en Grande Kabylie : monographie régionale. XIXème congrès international, 1ère série (4) : 43 pp.
- **TOUAYLIA S., BEJAOUI M., BOUMAÏZA M. & GARRIDO J. 2009a.** Nouvelles données sur la famille des Hydraenidae Mulsant, 1844, de Tunisie (Coleoptera). *Bulletin de la société entomologique de France*, **114** (3) : 317 – 326.
- **TOUAYLIA S., GARRIDO J., BEJAOUI M. & BOUMAÏZA M. 2010b.** A contribution to the study of the aquatic Adephaga (Coleoptera: Dytiscidae, Gyrinidae, Haliplidae, Noteridae, Paelobiidae) from Northern Tunisia. *The Coleopterists Bulletin*, **64** (1): 53 – 72pp.
- **TOUAYLIA S., GARRIDO J., BEJAOUI M. & BOUMAÏZA M. 2011b.** Altitudinal distribution of aquatic beetles in Northern Tunisia: relationship between specific richness and altitude. *The Coleopterists Bulletin*, **65** (1) : 53-62 pp.
- **VINÇON G. 1987.** Comparaison de la faune benthique des vallées d'Aure et d'Ossau, en vue de l'élaboration d'une méthodologie de surveillance des cours d'eau de montagne. Thèse de Docteur ingénieur, Université Paul Sabatier, Toulouse : 381 pp.
- **YAHIAOUI L. 2017.** Contribution faunistique et évaluation biologique de la qualité de l'eau de l'Assif Sahel et du Oued Boubhir. Mémoire de Master. Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou : 79 pp.
- **YAKOUB B. 1996.** Le problème de l'eau en Grande Kabylie. Le bassin versant du Sébaou. Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou : 189 pp.
- **YAKOUB B. 2005.** L'eau dans le bassin versant du Sébaou et le village de Tizi-Ouzou (Evaluation, contraintes et recommandations). Thèse Doctorat ès Sciences, Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou : 269 pp.

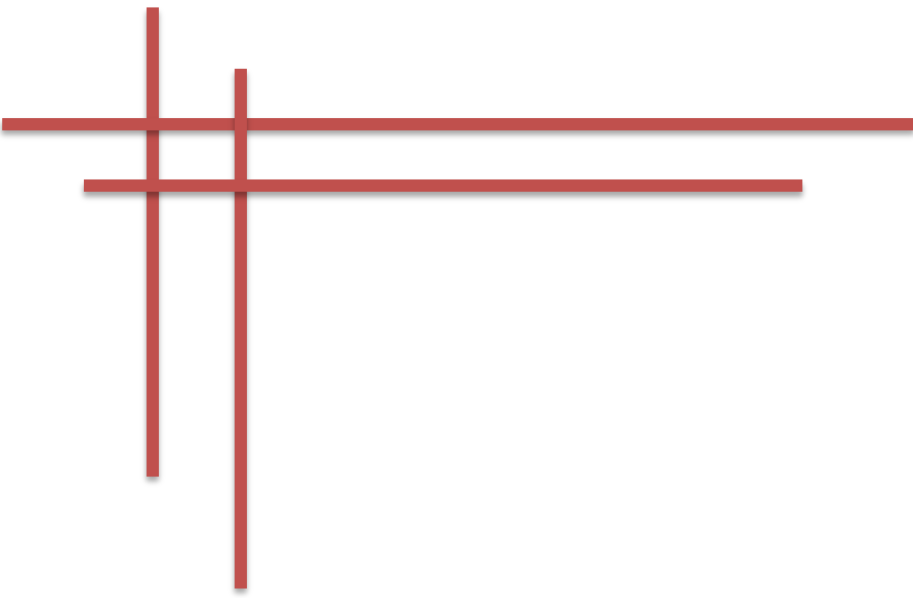
Sites internet

<https://www.persee.fr/doc/linly>

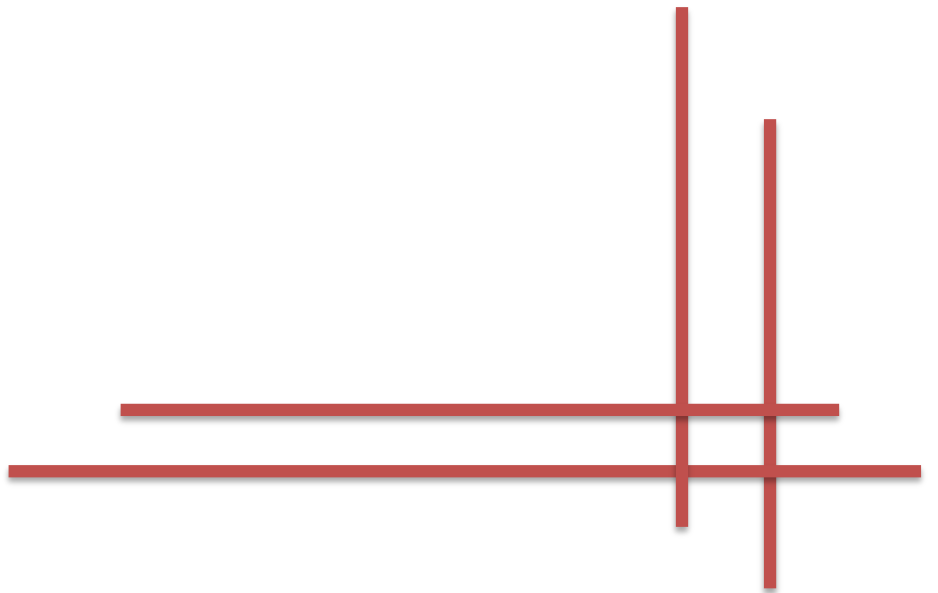
<https://doi.org/10.3406/linly>

<http://perso.wanadoo.fr/acorep/>

<http://aramel.free.fr/INSECTES19.shtml>



Annexes



Annexe 1 : Précipitations moyennes mensuelles de la région d'étude (Azazga, Tizi-Ouzou et Boubhir) pour la période 1995-2014. (Sourcel'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (ANRH) de Tizi-Ouzou).

	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout
Azazga	48,7	82	141	181	177,7	105	101	136	65,3	9,2	3,1	3,1
TiziOuzou	40,5	67	132	150	154	89,3	76,1	92	57,7	8,8	3,8	3,8
Boubir	47	75	118,2	155	144,9	83	92,7	121	65,3	9,1	5,2	5,2

Annexe 2 : Températures moyennes mensuelles de l'air en (°C) (maximales, minimales, moyennes) enregistrées à Tizi-Ouzou (Période 2012-2020, Source O.N.M de Tizi-Ouzou).

mois/T°C	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec
T° moyenne mensuelle	10,6	10,8	13,4	16,3	20,7	25,5	28,2	28,3	25,6	21,8	15,2	11,8
T° moyenne minimale	6,7	6,7	9	11,4	14	17,6	21,3	22,2	19,2	15,6	12,3	8,1
T° moyenne maximale	16,5	16,3	19,1	22,6	27,1	31,8	36	35,1	31,4	27,6	19,8	17

Annexe 3 : Températures et les précipitations mensuelles enregistrées à Tizi-Ouzou (période 2000 - 2015).

Mois	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec
T(C°)	10.94	11.34	14.26	17.16	20.86	26.48	29.48	29.89	26.09	22.20	15.84	12.50
P (mm)	129.60	103.29	86.07	81.34	68.18	12.03	2.52	6.66	38.8	65.62	125.44	133.12

Annexe 4 : Altitudes et pentes des stations.

stations	SAD	SA1	SA2	SA3	SA4	SA5	B1	B2
Altitudes (m)	1200	1170	1140	870	580	460	200	190
Pente %	25	20	18	13	10	6	1	0,8

Annexe 5 : Altitude, largeur du lit et vitesse du courant mesure aux stations d'étude.

Station	SAD	SA1	SA2	SA3	SA4	SA5	B1	B2
Largeur du lit (m)	0,8	3	2,5	2	6	8	25	19
Vitesses du courant (cm/s)	Rapide	Très rapide	Très rapide	Rapide	Rapide	Rapide	Rapide	Rapide

Annexe 6 : Nature du substrat dans les stations étudiées.

Station /paramètre	SAD	SA1	SA2	SA3	SA4	SA5	B1	B2
Galet-gravier (%)	85	80	80	60	65	70	25	25
Sable-limons (%)	15	20	15	20	25	15	50	50
Matière organique (%)	0	0	5	20	10	15	25	25
Végétation aquatique (%)	5	5	10	15	15	15	20	25

Annex 12 : Occurrence relative des taxons des Coléoptères.

Taxons	<i>Gyrinus</i>	<i>Hydraena</i>	<i>Elmis</i>	<i>Limnius</i>	<i>Staphylinus</i>	<i>Dytiscus</i>	<i>Potamophilus</i>	<i>Aulonogyrus</i>	<i>Hydrocyphon</i>	<i>Hydrophilus</i>	<i>Dryops</i>	<i>Oulimnius</i>	<i>Dupophilus</i>	<i>Limnebius</i>	<i>Peltodytes</i>	<i>Macroplea</i>
Occurance	62,5	62,5	37,5	37,5	37,5	25	25	25	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5

Annexe 13 : Abondance des Elmidae dans les stations d'étude.

Taxons	<i>Elmis</i>	<i>Lymnius</i>	<i>Potamophilus</i>	<i>Oulminius</i>	<i>Dupophilus</i>
Abondance	40%	30%	15%	7,50%	7,50%

Annex 14 : Indices de SHANNON-WEAVER (H)' et d'Equitabilité (E).

Station	SAD	SA1	SA2	SA3	SA4	SA5	B1	B2
H' max	3,33	2,81	2	1,59	1	2	0	1
E	0,93	0,98	0,97	0,99	0,99	0,98	0	0,91

Annexe 15 : Caractéristiques environnementales des 8 stations étudiées :

Lar: Largeur du cours d'eau (m), **Pro**: Profondeur moyennes (cm), **Vit**: Vitesse du courant (cm/s), **Alt**: Altitude (m), **Pen**: Pente (%), **Dis**: Distance à la source (km), **Tem**: Température ponctuelle (°C), **Rec**: Recouvrement (%), **Vaq**: Végétation aquatique (%), **GG**: Galets graviers , **SL**: Sable limons , **MO**: Matière organiques (%).

Stations/paramètres	Alt	Pent	Diss	Larg	Prof	Vit	Vaq	GG	SL	Temp	Rec	MO
SAD	1200	25	0,2	0,8	15	30	5	85	15	8	10	0
SA1	1170	20	0,5	3	20	110	5	80	20	10	70	0
SA2	1140	18	1,5	2,5	25	130	10	80	15	11	70	5
SA3	870	13	2,5	2	30	100	15	60	20	13	30	20
SA4	580	10	3,5	6	30	90	15	65	25	15	30	10
SA5	460	6	8	8	35	100	15	70	15	17	0	15
B1	200	1	12	25	40	70	20	25	50	22	0	25
B2	190	0,8	14	19	45	60	25	25	50	23	0	25

Annexe 16 : Matrice de corrélation entre variables environnementales (N = 12, P < 0,05).

	Alt	Pent	Diss	Larg	Prof	Vit	Vaq	GG	SL	Temp	Rec	MO
Alt	1,00											
Pent	0,98	1,00										
Diss	-0,95	-0,94	1,00									
Larg	-0,88	-0,86	0,93	1,00								
Prof	-0,95	-0,98	0,94	0,83	1,00							
Vit	0,24	0,06	-0,28	-0,31	-0,05	1,00						
Vaq	-0,93	-0,95	0,91	0,80	0,98	-0,15	1,00					
GG	0,88	0,88	-0,91	-0,93	-0,90	0,30	-0,92	1,00				
SL	-0,80	-0,77	0,86	0,94	0,78	-0,38	0,80	-0,96	1,00			
Temp	-0,97	-0,97	0,98	0,93	0,97	-0,19	0,94	-0,93	0,87	1,00		
Rec	0,73	0,61	-0,70	-0,60	-0,58	0,71	-0,61	0,59	-0,50	-0,64	1,00	
MO	-0,88	-0,91	0,86	0,78	0,93	-0,14	0,94	-0,91	0,76	0,87	-0,64	1,00

Année 2012		Janv	Fevr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout	Sept	Octo	Novem	Decem	Tot	Moy
T°Moy/mensu	en°C	9,9	6,5	13,3	15,3	19,9	26,4	27,8	30,3	24,4	20,8	16,3	11,9	222,8	18,6
T°Moy/mensu	mini	5,6	2,7	9,0	11,0	14,0	20,0	21,6	23,4	18,7	15,8	12,5	8,2	162,5	13,5
T°Moy/mensu	MAX	16,3	11,9	19,7	21,1	27,0	34,2	35,7	30,1	32,3	28,1	21,8	17,4	295,6	24,6
T°Max/absol		19,1	19,0	26,5	33,5	33,0	42,5	43,7	45,2	40,6	38,0	31,7	25,3		
date		le01	le25	le20	le28	le31	le29	le26	le17	le21	le04	le04	le25		
T° min/absol		2,2	-0,4	3,5	6,4	9,2	16,6	17,0	19,5	14,2	9,0	7,0	3,8		
date		le20	le13	le01	le17	le01	le05	le24	le26	le04	le29	le30	le10		
RR en mm&1/10		69,5	269,5	97,8	146,8	40,2	1,1	0,0	6,4	10,9	96,3	68,7	39,8	847,0	
RR(Mx en 24hres)		24,3	41,0	30,4	33,4	15,5	0,9	0,0	6,4	4,5	35,0	22,2	8,2		
DATE		le29	le02	le09	le16	le19	le13		le31	le02	le26	le19	le01		
Nbre j RR ≥ 1mm		7	15	9	9	6	0	0	1	4	10	10	10		
Nbre j de grele		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Nbre j de neige		0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Nbre j d'orage		1	2	1	1	1	1	0	1	0	3+1	2	0		
Humidité moy	en%	84	88	81	76	71	61	60	49	65	69	79	83	866	72
HUM/moy mini	en%	55	63	52	50	45	36	34	23	36	38	53	57	542	45
Hum/moy Max	en%	95	98	97	95	93	87	86	78	89	90	96	97	1102	92
VENT moyen m/s		0,3	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	0,7	0,6	1,1	0,9	3,6	0,3
Vent MAX ≥ 16m/s		0	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	25	17	22	16		

Année 2013		Janv	Fevr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout	Sept	Octo	Novem	Decem	Tot	Moy
	T°Moy/mensu	en°C	10,8	9,4	14,3	15,8	17,5	22,0	26,7	26,9	24,1	23,1	13,6	11,2	215,4
T°Moy/mensu	mini	6,9	5,2	10,4	11,3	12,8	15,5	20,3	20,3	19,1	18,1	17,9	7,4	165,2	13,8
T°Moy/mensu	MAX	15,7	14,6	19,4	21,8	23,0	28,9	34,5	35,1	31,1	30,6	10,7	16,9	282,3	23,5
T°Max/absol		23,0	22,7	28,0	28,7	31,1	41,5	41,8	42,5	36,5	39,6	5,0			
date		le19	le01	le22	le14	le09	le17	le27	le06	le26	le03	le28	le24		
T° min/absol		3,6	2,4	2,0	6,1	9,3	11,0	16,8	17,2	14,7	13,3	30,0	4,0		
date		le26	le10	le16	le08	le06	le02	le08	le22	le23	le31	le07	le09		
RR en mm&1/10		211,8	185,7	93,5	64,5	151,6	0,0	0,3	11,3	37,6	39,0	164,9	103,7	1063,9	
RR(Mx en 24hres)		37,7	27,3	21,2	21,3	55,3	0,0	0,3	5,0	27,1	39,0	19,4			
DATE		le23	le11	le01	le24	le21		le28	le27	le09	le30	le20	le02		
Nbre j RR ≥ 1mm		16	15	14	9	8	0	0	3	4	1	21	10		
Nbre j de grele		2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Nbre j de neige		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Nbre j d'orage		3	5	2	3	5	0	2	4	4	0	1	0		
Humidité moy	en%	80	80	73	77	78	65	64	60	73	69	83	83	884	74
HUM/moy mini	en%	55	56	47	50	53	39	37	32	45	41	60	59	573	48
Hum/moy Max	en%	95	96	93	96	96	91	91	88	96	92	97	97	1127	94
VENT moyen m/s		1,5	1,6	2,6	1,9	1,9	1,7	1,8	1,3	1,3	xx	xx	xx	15,6	1,3
Vent MAX ≥ 16m/s		27	28	23	19	23	10	0	0	0	xx	xx	xx		

Année	2015	Janv	Fevr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout	Sept	Octo	Novem	Decem	Tot	Moy
		T°Moy/mensu	en°C	9,9	9,8	13,1	17,3	21,4	24,7	29,7	28,8	24,4	20,2	14,9	12,2
T°Moy/mensu	mini	6,0	6,5	8,4	11,7	15,2	17,9	22,2	23,2	19,7	16,0	10,8	7,2	164,8	13,7
T°Moy/mensu	MAX	15,6	13,9	19,3	24,4	28,7	32,0	38,4	35,8	30,5	26,2	21,0	19,3	305,1	25,4
T°Max/absol		20,6	20,0	27,4	30,0	41,0	40,9	44,6	42,0	38,0	36,4	25,9			
date		le16	le11	le20	le16	le04	le30	le29	le08	le12	le05	le03	le19		
T° min/absol		2,5	1,2	3,6	6,0	9,5	15,0	20,0	19,5	14,4	11,4	5,5	4,2		
date		le03	le10	le01	le08	le23	le02	le18	le16	le26	le31	le28	le04		
RR en mm&1/10		200,9	181,5	70,2	0,0	10,4	15,3	4,1	2,6	41,1	81,7	102,7	0,0	710,5	
RR(Mx en 24hres)		50,0	26,3	15,2	0,0	9,6	14,2	4,1	1,4	17,8	20,7	24,6	0,0		
DATE		le31	le17	le21		le29	le14	le31	le22	le30	le21	le26			
Nbre j RR ≥ 1mm		11	16	9	0	1	1	1	2	4	8	8	0		
Nbre j de grele		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Nbre j de neige		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Nbre j d'orage		4	4	1	0	0	5	1	0	2	0	0	0		
Humidité moy	en%	82	80	75	71	62	60	51	59	65	72	80	75	830	69
HUM/moy mini	en%	55	55	46	42	35	32	23	33	40	47	53	48	510	43
Hum/moy Max	en%	97	96	96	94	88	87	82	84	86	90	95	92	1084	90
VENT moyen m/s		1,0	2,0	1,3	1,7	xx	xx	xx	xx	2,8	2,3	1,7	1,4	14,2	1,2
Vent MAX ≥ 16m/s		28	21	17	35	xx(v/f)	xx	xx	xx	32	0	22	0		

Année	2016	Janv	Fevr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout	Sept	Octo	Novem	Decem	Tot	Moy
		T°Moy/mensu	en°C	12,8	12,6	12,5	16,1	19,0	24,3	27,9	27,1	24,3	22,5	15,7	12,6
T°Moy/mensu	mini	8,6	8,5	7,8	11,2	13,6	17,1	20,7	20,4	18,0	16,9	11,4	9,3	163,5	13,6
T°Moy/mensu	MAX	18,4	18,0	17,6	22,1	25,0	32,0	35,7	34,6	31,7	29,6	21,3	17,6	303,6	25,3
T°Max/absol		24,0	24,2	33,0	31,0	33,0	38,5	42,0	40,0	39,8	38,5	31,9	21,5		
date		le 08	le 02	le 30	le15	le09	le28	le21	le01	le05	le25	le04			
T° min/absol		3,7	2,5	2,4	5,7	5,1	11,5	13,5	16,5	14,5	12,2	7,4			
date		le 18	le 05	le 07	le10	le02	le02	le16	le24	le21	le31	le25	le31		
RR en mm&1/10		59,9	96,2	185,3	61,8	68,4	5,9	0,0	0,0	4,2	16,6	68,4	150,1	716,8	
RR(Mx en 24hres)		30,5	48,8	42,3	30,3	39,3	3,0	0,0	0,0	1,7	8,9	22,7	48,5		
DATE		le 15	le 15	le 10	le05	le06	le17			le14	le09	le08			
Nbre j RR ≥ 1mm		9	8	11	5	6	3	0	0	2	4	10	8		
Nbre j de grele		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Nbre j de neige		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Nbre j d'orage		1	1	5	1	3	0	2	0	1	4	1	1		
Humidité moy	en%	76	73	76	75	71	59	55	59	62	65	72	85	827	69
HUM/moy mini	en%	52	49	51	51	46	31	30	34	34	38	49	64	530	44
Hum/moy Max	en%	92	91	93	94	92	87	82	82	83	84	91	95	1065	89
VENT moyen m/s		2,2	2,5	2,5	2,1	2,7	2,5	2,8	2,5	1,8	1,7	1,5	0,9	25,7	2,1
Vent MAX ≥ 16m/s		21	23	19	15	22	18	22	17	0	17	18	21		

Année	2017														
		Janv	Fevr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout	Sept	Octo	Novem	Decem	Tot	Moy
T°Moy/mensu	en°C	8,9	12,7	14,5	16,4	21,8	26,4	29,4	29,7	23,9	19,5	13,7	10,4	227,3	18,9
T°Moy/mensu	mini	5,2	8,6	8,8	10,5	15,2	19,8	22,3	25,1	18,1	13,5	9,8	7,5	164,4	13,7
T°Moy/mensu	MAX	13,7	18,2	21,2	23	29,6	34,6	37,5	37,4	30,0	26,7	19,4	14,3	305,6	25,5
T°Max/absol		21,1	27,4	27,0	28,1	37,5	42,7	47,2	46,0	37,2	31,8	31,9	20,7		
date		le31	le13	le3	le14	le05	le27	le31	le02	LE 01	le 13	le 03	le 31		
T° min/absol		0	2,4	5,0	7,5	10	15,5	16,2	17,6	14,8	11,2	6,2	2,8		
date		le18	le10	le25	le22	le 02	le07	3	le22	LE 11	le 28	le 22	le 05		
RR en mm&1/10		250	36	29	37,0	2	8,8	0,4	0	37,8	35,3	126	138,0	700,3	
RR(Mx en 24hres)		37,6	23,5	16,0	27,0	1	4	4,0	0,0	24	30,0	33			
DATE		le28	le07	le24	le05	le 26	le 01	le22		LE 09	le 19	le 10	le 2		
Nbre j RR ≥ 1mm		15	5	3	5	1	3	0	0	1	3	10	14		
Nbre j de grele		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Nbre j de neige		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Nbre j d'orage		2	1	2	0	1	1	1	1	1	0	1	1		
Humidité moy	en%	82	75	72	68	62	58	49	56	61	66	76	83	808	67
HUM/moy mini	en%	62	51	43	43	35	31	24	30	34	39	50	63	505	42
Hum/moy Max	en%	94	92	92	90	86	84	75	80	83	85	91	94	1046	87
VENT moyen m/s		1,5	2,2	2,1	2,2	2,2	2,7	2,4	2,9	2	1,2	1,0	1,0	23,4	2,0
Vent MAX ≥ 16m/s		23	32	19	21	23	20	24	23	1	2	4	5		

Année	2018	Janv	Fevr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout	Sept	Octo	Novem	Decem	Tot	Moy
		T°Moy/mensu	en°C	11,2	9,9	13,6	16,5	17,8	22,8	27,8	27,4	25,3	19,1	14,9	11,9
T°Moy/mensu	mini	7,1	6,4	10,2	11,8	13,5	16,8	21,5	20,8	20,3	15,3	11,4	7,7	162,8	13,6
T°Moy/mensu	MAX	17,0	14,6	17,9	22,5	27,7	29,7	35,5	35,1	32,0	24,9	20,2	17,3	294,4	24,5
T°Max/absol		21,7	26,0	27,6	31,9	35,8	35,8	43,9	38,6	41,0	32,7	25,7	23,0		
date		25	28	10	23	24	28	13	16	3	14	12	4		
T° min/absol		4,1	2,0	4,3	5,6	8,8	12,7	17,5	19,2	14,3	7,4	6,3	4,9		
date		13	11	23	1	15	8	6	20	29	29	29	18		
RR en mm&1/10		31	108	187	102,0	33	34	0,5	0	42	182	175	44,0	938,5	
RR(Mx en 24hres)		12,0	32,0	61,0	31,0	10	22	0,5	0,0	21	43,0	93	34,0		
DATE		11	10	24	13	27	2	15		15	17	3	14		
Nbre j RR ≥ 1mm		9	14	19	13	14	5	0	0	7	15	12	4		
Nbre j de grele		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Nbre j de neige		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Nbre j d'orage		0	0	2	1	2	0	0	0	1	2	1	0		
Humidité moy	en%	79	80	75	75	80	68	59	60	67	76	77	83	879	73
HUM/moy mini	en%	56	57	54	50	59	43	32	33	41	50	54	62	591	49
Hum/moy Max	en%	93	93	90	91	94	89	82	83	85	92	91	94	1077	90
VENT moyen m/s		1,5	0,8	1,9	1,2	0,7	0,3	1,2	1,9	1,6	1,3	1,3	0,8	14,5	1,2
Vent MAX ≥ 16m/s		23	17	30	20	19	17	26	16	28	19	23	21		

Année	2019														
		Janv	Fevr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout	Sept	Octo	Novem	Decem	Tot	Moy
T°Moy/mensu	en°C	9,2	10,7	13,5	15,3	18,8	25,1	29,1	28,5	24,6	20,5	14,3	13,4	223,0	18,6
T°Moy/mensu	mini	5,8	6,2	8,6	11,8	13,5	16,8	21,5	23,0	19,5	15,7	11,3	9,7	163,4	13,6
T°Moy/mensu	MAX	14,0	16,9	19,8	22,5	27,7	32,4	35,5	35,5	31,5	27,4	18,5	18,4	300,1	25,0
T°Max/absol		18,9	21,4	27,8	29,9	30,7	42,8	43,6	43,2	39,3	34,9	25,7	22,8		
date		27	10	16	18	28	29	6	1	14	14	2	20		
T° min/absol		1,6	2,9	4,7	7,4	9,2	12,3	19,9	18,3	14,9	16,3	5,7	5,4		
date		14	4	1	12	5	1	17	15	11	13	20	30		
RR en mm&1/10		187	51	51	56	35	1	11	10	47	43	220	22,0	734,0	
RR(Mx en 24hres)		41,0	28	19,0	15	14	0,8	9,0	3,1	19	17,0	96,0	7,0		
DATE		23	2	21	1	2	19	31	13	14	2	11	18		
Nbre j RR ≥ 1mm		15	5	5	8	3	0	2	3	7	8	18	8		
Nbre j de grele		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Nbre j de neige		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Nbre j d'orage		4	1	1	20	1	2	1	2	2	1	4	1		
Humidité moy	en%	84	76	74	77	66	60	55	59	69	69	78	76	843	70
HUM/moy mini	en%	65	50	49	54	42	36	30	37	44	44	58	56	565	47
Hum/moy Max	en%	94	91	90	93	89	83	78	80	89	87	91	89	1054	88
VENT moyen m/s		1,5	1,2	1,7	1,9	1,5	2,8	2,5	2,2	1,7	1,6	1,9	1,6	22,1	1,8
Vent MAX ≥ 16m/s		29	18	16	22	21	29	33	23	26	31	24	22		

Année	2020	Janv	Fevr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout	Sept	Octo	Novem	Decem	Tot	Moy
		T°Moy/mensu	en°C	10,8	13,2	14,3	16,6	31,4	24,4	28,8	28,8	23,6	18,5	16,7	12,2
T°Moy/mensu	mini	6,8	7,9	10,4	12,5	15,1	17,7	21,7	22,6	18,4	13,2	12,7	9,0	168,0	14,0
T°Moy/mensu	MAX	16,2	20,6	19,8	22	28,7	31,7	37,3	36,5	30,5	26,3	22,7	16,5	308,8	25,7
T°Max/absol		20,3	24,9	29,2	31,6	35,8	43,0	42,8	42,0	35,8	33,5	30,4	21,8		
date		24	29	12	15	4	30	26	11	15	6	25	16		
T° min/absol		3,3	5,1	4,2	8,1	11,3	13,2	17,6	18,1	12,8	9,5	7,1	4,3		
date		7	23	8	5	15	10	6	31	28	17	25	31		
RR en mm&1/10		62	0	77	118	4	11	0,0	7	31	29	141	177,0	657,0	
RR(Mx en 24hres)		24,0	0,0	27,4	44,2	2	5	0,0	3,6	14	19,3	83,5	40,2		
DATE		12		2	19	17	4		14	9	11	28	2		
Nbre j RR ≥ 1mm		7	0	10	10	2	3	0	3	8	4	5	15		
Nbre j de grele		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Nbre j de neige		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Nbre j d'orage		0	0	0	2	0	1	0	1	2	0	0	1		
Humidité moy	en%	80	75	76	80	66	58	53	53	66	67	71	81	826	69
HUM/moy mini	en%	59	49	55	58	41	31	28	30	40	37	49	61	538	45
Hum/moy Max	en%	92	90	92	93	88	83	80	77	85	86	85	93	1044	87
VENT moyen m/s		0,8	1,1	2,1	1,8	2,0	2,2	2,3	1,8	1,9	1,8	0,2	2,1	20,1	1,7
Vent MAX ≥ 16m/s		14	14	29	22	23	22	14	18	18	19	15	22		

Résumé

L'échantillonnage benthique réalisé le 10 avril 2021 dans 8 stations (6 dans l'assif Sahel et 2 dans le oued Boubhir (s.s)) échelonnés entre 190 m et 1200 m d'altitude, ont permis la récolte de 213 individus de Coléoptères. Ils appartiennent à 11 familles et 16 genres.

Le présent travail constitue une étude hydrobiologique globale d'assif Sahel et de l'oued Boubhir (s.s). Il est axé principalement sur l'analyse des données faunistiques et se fixe pour objectif de dresser une liste de taxons de groupe faunistique considéré (Coléoptères), de rechercher les relations entre les caractéristiques du milieu et sa faune.

Sur le plan qualitatif la famille des Elmidae c'est la plus diversifiée, suivie par la famille des Gyrinidae. Les autres familles sont mono génériques.

Du point de vue importance numérique, la famille des Gyrinidae est en première position suivie des Elmidae. Les autres familles présentent des abondances très faibles.

La richesse taxonomique est maximale à la station SAD, minimale dans les stations SA4, B1 et B2.

L'analyse des corrélations entre les différents paramètres a montré que certaines variables sont inter corrélées.

La distribution spatiale des espèces est précisée grâce à une analyse factorielle des correspondances (AFC) a permis de distinguer deux principaux groupes : le premier regroupe des espèces thermophiles et eurythermes contrairement au deuxième qui constitue un cortège des espèces sténothermes d'eau froide.

Mots clés : L'échantillonnage benthique, Coléoptères, mono génériques, thermophiles, eurythermes, espèces sténothermes.

Abstract

The benthic sampling carried out on April 10, 2021 in 8 stations (6 in the Sahel assif and 2 in the Boubhir wadi (s.s)) spaced between 190 m and 1,200 m altitude, allowed the collection of 213 individuals of Coleoptera. They belong to 11 families and 16 genera.

The present work constitutes a comprehensive hydrobiological study of Assif Sahel and the Boubhir (s.s) wadi. It is mainly focused on the analysis of faunistic data and the objective is to draw up a list of taxa of the faunistic group considered (Coleoptera), to research the relationships between the characteristics of the environment and its fauna.

Qualitatively, the Elmidae family is the most diverse, followed by the Gyrinidae family. The other families are generic mono.

From the point of view of numerical importance, the family of Gyrinidae is in first position followed by Elmidae. The other families show very low abundances.

The taxonomic richness is maximum at station SAD, minimum at stations SA4, B1 and B2.

Analysis of the correlations between the different parameters showed that some variables are inter-correlated.

The spatial distribution of the species is clarified thanks to a factorial correspondence analysis (CFA) made it possible to distinguish two main groups: the first groups together thermophilic and eurythermal species unlike the second which constitutes a procession of stenothermal cold water species.

Key words: Benthic sampling, Coleoptera, mono generics, thermophiles, eurytherms, stenothermic species.