

Abréviations

SA : Substrat artificiel

SAV : Substrat artificiel végétatif

SAC : Substrat artificiel caillouteux

SAM : Substrat artificiel meuble

RTCM : Richesse taxonomique cumulative moyenne

Liste des figures

Fig 1 : L'Utilisation du matériel d'échantillonnage en pourcentage au cours de 90 études (Carter et Resh, 2001).	12
Fig 2 : La carte de réseau hydrographique de la Tafna et localisation des stations d'étudiées.....	16
Fig.3 : Dessin d'une cage compte des substrats artificiels caillouteux.....	20
Fig.4: Dessin d'une cage compte des substrats artificiels végétatifs.....	20
Fig. 5 : Dessin d'une cage compte des substrats artificiels meubles	20
Fig. 6 (A-L) : Composition de la faune récolté par les substrats artificiels.....	28
Fig. 7(A-L) : Composition de la faune récolté par le filet surber).....	34
Fig. 8(A-J) : Composition de la faune récolté par les substrats artificiels 15 jours.....	39
Fig. 9(A-J) : Composition de la faune récolté par le substrat artificiel végétatif 15 jours.....	44
Fig.10 (A-J) : Composition de la faune récolté par le substrat artificiel caillouteux 15 jours.....	49
Fig. 11(A-J) : Composition de la faune récolté par le substrat artificiel meuble 15 jours.....	54
Fig. 12 (A-K) : Composition de la faune récolté par le substrat artificiel 30 jours.....	59
Fig. 13(A-L) : Composition de la faune récolté par le substrat artificiel végétatif 30.....	64
Fig. 14(A-K) : Composition de la faune récolté par le substrat artificiel caillouteux 30 jours.....	79
Fig. 15(A-J) : Composition de la faune récolté par le substrat artificiel meuble 30.....	74
Fig 16: La richesse et l'abondance cumulative moyenne des différents types des substrats artificiels total.....	77

Fig 17 : La richesse et l'abondance cumulative moyenne des différents types des substrats artificiels 15 jours.....	80
Fig. 18 : La richesse cumulative moyenne des différents types des substrats artificiels 30 jours.....	84
Fig .19 : La richesse taxonomique et l'abondance des substrats artificiels et le filet sur les hautes et les Basses eaux.....	84
Fig .20: La richesse cumulative moyenne des différents types des substrats artificiels totaux.....	98
Fig. 21 : La richesse cumulative moyenne des différents types des substrats artificiels 15 jours.....	98
Fig. 22 : La richesse cumulative moyenne des différents types des substrats artificiels 30jours.....	98
Fig .23 : La richesse taxonomique total pendant les hautes et les basses eaux.....	96
Fig. 24 : L'abondance total pendant les hautes et les basses eaux.....	96

Liste des tableaux

Tableau 1 : Tableau synthétique des résultats	89
Tableau 2 : Résultat des Analyse de variance ANOVA et KSKAL -WALLIS de l'abondance N et de la richesse taxonomique RT	90

SOMMAIRE

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

Chapitre1 : La synthèse bibliographie

1 : Substrat artificiel.....	4
1-1 : Définition.....	4
1-1-1 : Durée d'immersion nécessaire à l'atteinte de la stabilité des peuplements.....	5
1-1-2 : Les types des substrats artificiels.....	5
1-2 : les filets.....	9
1-2-1 : Définition.....	9

Chapitre2 : Etude du milieu physique

1: Description générale du bassin versant de Tafna.....	13
1-1: Situation géographique.....	13
1-2 : Etude géomorphologique.....	13
1-2-1: Le relief.....	13
1-2-2 : Géologie.....	14
1-2-3: Réseau hydrographique.....	14
1-3 : Présentation de La haute Tafna.....	14
1-4 : Cadre climatique.....	15
1-5 : Descriptions générales des stations d'étude.....	17

Chapitre3 : matériels et méthodes

1 : Matériel et Méthode d'échantillonnage.....	19
1-1-Substrat artificiel.....	19
1-2-Filet surber.....	21
1-3- Tri et identification.....	21
1-4 Traitement et analyse des données.....	23
♦ANOVA et Kruskal – Wallis.....	23

♦Indice de Jaccard.....	23
-------------------------	----

Chapitre4 : résultats et interprétation

1 : La composition faunistique.....	24
-------------------------------------	----

1-1 : La composition faunistique globale.....	24
---	----

❖Substrats artificiels.....	24
-----------------------------	----

❖Filet surber.....	29
--------------------	----

1-2: La composition La composition faunistique de chaque période d’immersion des substrats artificiels.....	35
--	----

1-2-1: les substrats artificiels 15 jours.....	35
--	----

♦la composition globale de substrat artificiels 15 jours d’immersion.....	35
---	----

♦La composition faunistique des substrats artificiels végétatif	40
---	----

♦La composition faunistique des substrats artificiels Caillouteux	45
---	----

♦La composition faunistique des substrats artificiels Meuble	50
--	----

1-2-2 : Les Substrats artificiels 30 jours.....	55
---	----

♦la composition globale des substrats artificiels 30 jours d’immersion.....	55
---	----

♦La composition faunistique des substrats artificiels végétatif	60
---	----

♦La composition faunistique des substrats artificiels Caillouteux	65
---	----

♦La composition faunistique des substrats artificiels Meuble.....	70
---	----

2: La comparaison entre les méthodes des prélèvements	78
---	----

2-1 La comparaison entre les substrats artificiels et le filet surber.....	75
--	----

♦ Richesse spécifique.....	75
----------------------------	----

♦ L’abondance relative.....	75
-----------------------------	----

2-2: La comparaison entre les deux périodes d’immersion des substrats artificiels.....	78
---	----

♦Richesse spécifique.....	78
---------------------------	----

♦L’abondance relative.....	78
----------------------------	----

2-3: La comparaison entre les différents substrats artificiels d'une période d'immersion 15 jours.....	81
2-4: La comparaison entre les différents substrats artificiels d'une période d'immersion 30 jours.....	82
3 : La comparaison entre le filet et les différents substrats artificiels totaux (végétation, callions sable+gravier).....	85
3-1 : La comparaison entre le filet et le substrat artificiel 15jours (végétation, callions sable+gravier).....	86
3-2: La comparaison entre le filet et le substrat artificiel 30jours (végétation, callions sable+gravier).....	86
4- Influence des périodes hydrologiques sur le rendement des méthodes de prélèvement.....	92
Richesse taxonomique pendant les hautes eaux	92
Nombre des taxons collectés pendant les hautes eaux.....	93
Richesse taxonomique pendant les basses eaux.....	93
Nombre des taxons collectés pendant les basses eaux.....	94
Discussion	97
Conclusion	101
Références bibliographiques	103

Introduction

Introduction

L'étude de la faune aquatique d'un cours d'eau requiert une méthode d'échantillonnage adaptée, car elle constitue l'étape essentielle d'un travail de recherche scientifique, en raison de ses effets sur la qualité des données et par suite sur celle des conclusions tirées d'une étude. En raison de la diversité des biotopes présents dans les eaux courantes, de nombreuses méthodes sont utilisées. Les prélèvements de la faune benthique peuvent être faits par des techniques d'échantillonnage très variés tel que les filets, les substrats artificiels, la benne Ekman (225 cm²). En Afrique du Nord les études hydrobiologiques se sont multipliées ces dernières années. Nous citons les travaux de Pihan et Mohati (1948), Yacoubi et Khebiza (1987), Ajakane (1988) et Boulal (1988) au Maroc, les travaux de Ait Mouloud (1987), Louanaci(1987), Arab (1983,1989 et 2004) et Zouakh (1995) en Algérie et plus particulièrement dans l'ouest d'Algérie plusieurs travaux ont eu lieu dans la Tafna, en particuliers ceux de Gagneur et Thomas 1988 ; Gagneur et Aliane (1991) ; Gagneur et Chaoui Boudghene (1991), Taleb et al.(2004), Belaidi et al.(2004), Taleb et al. (2008) ; Bouzid (2009).

Toute fois, afin de pouvoir étudier un milieu aquatique, il est nécessaire de disposer d'une méthode d'échantillonnage reflétant fidèlement la biodiversité du milieu.

Bien que des protocoles standardisés ou représentatifs de collectes des invertébrés aquatiques existent dans de nombreux pays des zones tempérés (Nixon et al ,1996), très peu d'études ont été réalisées à ce sujet dans les zones néo tropicales (Mathooko et al, 1992) et elles sont quasiment inexistantes en Guyane française (Gelemet ,2005). De même, il n'existe pas d'études sur des protocoles adaptés au système « oued » au niveau des oueds nord Africains.

Les échantillonneurs de type coups de filet avec des systèmes de troubleaux ou D-Frame sont les plus utilisés pour les inventaires rapides (Resh et Jackson, 1993). Viennent ensuite les filets fixes (Kick-nets) puis les substrats artificiels de type Hester-Dendy ou Rock Basket. Les quadrats (Surber ou Hess) sont moins utilisés en moyenne, mais n'en demeurent pas moins fréquemment employés en écotoxicologie. En effet, la dimension quantitative et le faible coefficient de variation d'un échantillon à l'autre pour ce type d'outil (Hornig et Pollard, 1978) en font le matériel le plus utilisé pour mesurer l'impact des pollutions connues (Winterbourn, 1985; Voshell et al. 1989; Resh et McElravy, 1993).

Les substrats artificiels constituent un moyen passif de récolte des invertébrés aquatiques qu'ils soient benthique ou nageur en pleine eau.

Déjà employés avec succès dans de nombreux autres pays (USA, CANADA...) ils présentent de multiples avantages comparativement à la méthode de prélèvement classique (filet surber...). En effet en règle générale, les substrats artificiels sont recommandés pour les endroits où l'échantillonnage traditionnel (filet surber, filet troubleau, tamis à benthos, drague à sédiment...) est inefficace ou impraticable, notamment, dans les cours d'eau très profonds ou turbides, dans les cours d'eau à fond mou ou instable, en boue ou en vase organique, dans les cours d'eau dont le fond est constitué de l'assise rocheuse non brisée ou de gros blocs erratiques et dans les cours d'eau soumis à des courants torrentiels (Weber 1973, Boothroyd et Dickie 1989, Voshell et al. 1989).

En effet, de nombreux auteurs se sont intéressés au substrat artificiel comme méthode d'échantillonnage ; citons Mason et al, 1967 ; Hester et Dendy, 1962 ; Hynes, 1970 ; Kalaf, 1975 ; Depaul et al, 1986 ; Vervier, 1990 ; Robinson et al, 1990 ; Climent, 1991 ; Casey et Hendall, 1996 ; Pelletier, 1996 ; Mihael et al, 2000 ; Guillement et Clavier, 2006 ; Gnohossou, 2006. De plus, il est possible de mettre en évidence des informations supplémentaires sur la dynamique de colonisation, la micro répartition des invertébrés et les préférences de substrat par les organismes (Cover et al, 1978, Rosenberg et al 1982, Clifford et al 1989).

Le filet de type Surber doit être très solide pour contrer la grande résistance de l'eau. Le cercle fait environ 30 cm de diamètre il peut prendre la forme d'un demi-cercle ou bien forme d'un cadre. La poche doit être aussi très solide quel que soit le tissu utilisé à une longueur équivalente, ou plus petite, à celle du diamètre avec une maille de 500 µm pour les faciès lotiques (Afnor, 1992).

Cet appareil est plus couramment utilisé pour l'échantillonnage quantitatif sur fond pierreux ou graveleux des cours d'eau comme elle est utilisée surtout dans les eaux peu profondes, de quelques centimètres à 30 centimètres (Lamotte et Bourliere, 1971; Goaziou, 2004).

Le filet surber permet de capturer une grande variété d'espèces d'invertébrés aquatiques à différents stades de développement (œufs, larves, nymphes, adultes). Certains nagent à la surface ou en eau libre, d'autres vivent plutôt sur la végétation, d'autres encore se fixent sur les pierres ou s'enfoncent dans les sédiments, et d'autres encore vivants dans le courant ou accrochée sur le fond. (Mary, 1999)

La présente étude constitue une première approche de comparaison de méthodes de prélèvement d'invertébrés aquatique dans le système « oued ». Dans cette première étape du projet, les deux méthodes retenues sont le filet surber et le substrat artificiel.

L'objectif de ce travail était donc de tester les deux méthodes d'échantillonnage basées sur la mise en place de substrat artificiel et le filet surber afin de déterminer la plus efficace pour l'étude des invertébrés dans la haut Tafna. Par ailleurs, toujours dans l'optique de contribuer à une meilleure compréhension de la problématique de l'échantillonnage, nous nous sommes interrogés sur le temps d'immersion optimale du substrat artificiel.

Chapitre I

Synthèse Bibliographique

La synthèse bibliographique

L'hydrobiologiste dispose d'un certain nombre de méthodes d'échantillonnage des invertébrés aquatiques. L'intérêt de chacune est variable en fonction du type d'étude et des contraintes, du milieu et de la biologie des espèces étudiées.

Une méthode d'échantillonnage se doit d'avoir plusieurs qualités, notamment une représentation la plus fidèle possible du peuplement

En ce qui concerne les eaux courantes, les méthodes employées sont surtout le Substrats Artificiels, Le filet Surber, filet Hess Kick net, D- Frame, Filet Haveneau, Le filet Troubleau, Filet Wisconsin, Coup de chalut vertical, le Tamis à benthos, la Benne Ekman.....

1-Substrat artificiel :

1-1 : Définition :

Première bonne définition générale du substrat artificiel a été formulée par Klemm et al, 1990 comme suite : les substrats artificiels sont des dispositifs faits de matériaux naturels ou artificiels de divers compositions et configurations qui sont placés dans l'eau à une profondeur et une période d'exposition prédéterminées pour la colonisation des communautés d'invertébrés aquatiques. Ils sont employés pour obtenir des échantillons qualitatifs et quantitatifs des macros invertébrés dans (les fleuves, les rivières, les lacs et les réservoirs), bien qu'utilisée avec succès dans de nombreux pays (USA, CANADA...).

Deuxième définition selon Jolivet et Maselot ,2004 les SA sont des instruments privilégiés pour l'étude des macrobenthose des courants pour les quelles ils sont utilisés en routine en Amérique du nord (Cover et Harrel ,1978 ; Hilsenhoff, 1969 ; Meier et al, 1979 ; Raby et al, 1978 Wise et Molles, 1979 ; Rosenberg et Reshe, 1993.

Selon une convention établie par (Rosenberg et Resh, 1982) les substrats artificiels se divisent en deux catégories :

- les substrats artificiels « **représentatifs** » dont la nature se rapproche de celle du substrat naturel du cours d'eau.
- les substrats artificiels « **standardisés** » qui diffèrent du substrat naturel mais fournissent une surface uniforme de colonisation.

1-2 : La durée d'immersion nécessaire à l'atteinte de la stabilité des peuplements

La durée optimale d'immersion résulte d'un subtil compromis entre plusieurs facteurs : Colonisation la plus complète possible, le risque de perte des échantillons, la prédation et l'invasion par la vase minimums... Pour ces diverses raisons, elle est d'autant plus difficile à déterminer. Les durées d'exposition recensées dans la bibliographie variaient de 15 jours à plusieurs mois mais manquent souvent d'une justification expérimentale (Rosenberg et Resh 1982).

Selon Khalaf et Tachet (1978) la durée d'immersion optimale est de 4 à 6 semaines. Ce temps relativement long est nécessaire à la fois pour le développement d'une couche biologique et pour permettre la colonisation par les espèces les moins mobiles (Gastéropodes et Trichoptères à fourreau).

1-3 Les types des substrats artificiels**➤ L'appareille de Mason et al, 1967 :**

il s'agit d'une cage grillagée de dimension (20cm/ 20cm / 10cm) munie d'un couvercle et dans laquelle on place des cailloux (10kg), végétation, sable et gravier. La cage est reliée à un flotteur de repérage et mise à l'eau pendant 6 semaines pour colonisation. Trois réplicats sont le plus fréquemment recommandés dans les études menées par les substrats artificiels (Mason et al 1973 ; Voshell et Simmons, 1977 ; De Pauw et al, 1986).

-L'inconvénient :

Cette technique ne semble pas quantitative car il est difficile de rapporter la quantité d'invertébrés récoltés à une unité de surface ou de volume de sédiment.

Le substrat végétatif présente des inconvénients de par son double emploi en tant que ressource et refuge par les organismes. En effet, il est possible que l'essence végétale introduise un biais dans l'échantillonnage. Elle peut par exemple, par un phénomène d'appétence, favoriser ou au contraire, par un phénomène de répulsion, inhiber la colonisation de certains taxons.

-L'avantages :

Utilisée surtout pour l'étude des eaux polluées car elle permet de définir des indices d'abondance relative des différentes espèces qui sont comparables d'un point à un autre. De plus, il est évident que de nombreux animaux s'échappent lors de la remontée de l'appareil et c'est la principale critique que l'on fait à ce genre de technique. Elle reste tout de même valable pour les Tricladés et les Hirudinés aussi que pour les mollusques qui vivent plus ou

moins fixés au substrat. Le choix de matériau présente de nombreux avantages : faible coût de revient, accessibilité aisée et disponibilité tout au long de l'année. Selon (Piscart et al, 2006) les substrats de types sable et graviers ne mettent pas en évidence de stress à travers des changements de structure taxonomique de leurs assemblages alors que les communautés naturelles aux quelles ils contribuent changent significativement d'amont en aval.

➤ **L'appareil de Samuel J et Gérade M (2004) :**

Cet appareil est constitué de pierres et de cordes. La corde synthétique épaisse (0,5 cm de diamètre avec des pierres de 4 à 10 cm. Ensemble est enveloppé d'un gréage métallique plastifié à maille carrées de 1 cm de côté. Chaque cage mesure 20/10/10cm, les pierres, occupant environ 1/3 de la hauteur de la cage, forment la couche du fond en contact directe avec le substrat naturel. Une corde, d'une longueur de 8m, est insérée ensuite dans l'espace restant.

-L'avantage

Les pierres de 4 à 10 cm donnent des résultats deux fois supérieures (en termes d'abondance de macro invertébrés) à des cailloux de 2,5 cm, la surface devant être préférentiellement rugueuse.

➤ **L'appareil de Hester et Dendy, 1962 :**

Il s'agit d'une couche de plaques de « Masonite », séparées les une des autres par des petites plaques, remplace les cailloux et sert de substrat de colonisation. Ces diverses plaques sont reliées entre elles par une tige filetée, et maintenues par deux boulons. La surface des grandes plaques est de 20 cm² environ et celle des petites de 6,5 cm². Cette appareil à 8 plaques est attaché à un fil de nylon et déposé au fond de l'eau. Après un temps de colonisation allant de 3 semaines l'appareil est sorti du milieu.

Selon le même principe, l'échantillonneur multi plaque constitués par des plaques de plastique ou de verre de plus petite taille préalablement quadrillées. (exemple, les lames utilisées par Simoéon et al, 1965 avaient des quadrillages de 1 cm² de surface découpés en 400 petits carrés, 4 carrés représentant 1 mm². Sur chaque lame, on poinçonne 3 quadrillages.

Les plaques sont immergées dans une cage à glissières ou il est facile de les installer ; on combine les plaques en matière plastique et les plaques de verre pour éliminer statistiquement l'influence de la nature de substrat dans la colonisation.

- L'inconvénient

Aucune directive établie pour la construction.

-L'avantage :

Cette technique utilisée en pleine eau pour estimer la quantité de végétaux et animaux tychoplanctonique qui sont entraînés par le courant dans grands fleuves et l'influence des pollutions sur ces masses vivantes (Siméon et al, 1965). Deux à trois substrats artificiels sont nécessaires pour les taxa totaux et six à onze pour les effective totaux (Hall et al .1982, Slick et al.1986) avec des échantillonneurs multi plate.

➤ Le Plonctomètre : L'appareil de type (Liakhov et Jidkov, 1953)

L'appareil est gros fixe, retenu par un câble. Il est possible de l'immerger à différentes profondeurs ; l'appareil est descendu en position ouverte (clapet est ouvert) on le laisse travailler pendant un temps donné ; les auteurs signalent qu'en 5 minutes il passe de 400 à 700 litres d'eau. On ferme le clapet à l'aide du filin que l'on détend et l'appareil est ensuite remonté.

-L'avantage :

Il peut être immergé à différentes profondeurs pour étudier la répartition spatiale de la faune en dérive.

➤ Le Piège de Mundie, 1956 et le piège « boîte à piquet » de Kimerle et Anderson, 1967

Il s'agit de cônes ou de boîtes disposés à la surface des plans d'eau ou légèrement immergés, et qui font obstacle à la sortie des insectes dans le milieu aérien lors de leur mue imarginale.

◆ Le piège de Mundie (1956) :

Se compose d'un cône en filet d'acétate de cellulose qui est à demi immergé et maintenu en position de travail à l'aide de flotteurs et de lest. Les insectes colonisent le cône et éclosent en haut du dispositif

◆ Piège « boîte à piquet » de Kimerle et Anderson, 1967 : Se compose par deux écrans l'un de matière plastique noire et l'autre claire

-L'inconvénient :

Ces pièges, qui ne possèdent pas de réceptacle de capture, sont probablement moins fiables que

celui de Mundie et s'avèrent difficilement utilisables en eau courante à cause des possibilités de fuite des insectes par action du courant et des vagues.

➤ **Appareille utilisés par (Gnohossou, 2006)**

Le panier utilisé est de 20 cm de diamètre et 14 cm de hauteur avec des mailles de 0,5 cm environ; le diamètre des cailloux était compris entre 2 et 3 cm. Avant de mettre du sable ou de la vase dans le panier, le fond de ce dernier a été recouvert de toile cirée jusqu'à la moitié de sa hauteur pour empêcher le lessivage du substrat à travers les mailles branchages ont été mélangés aux cailloux ou au sable dans une proportion de volume de 1/5 de branchages et 4/5 environ de sable ou cailloux.

-L'avantage

Deux à trois panier de substrats artificiels rocheux par station suffisent pour les richesses taxonomique et six à onze panier de substrats artificiels rocheux par station pour la récupération d'un grand effective (Slack et al.1986, Shaw et Minshall.1980) ou un nombre de panier légèrement plus élevé (Hall. 1982 ; Climents et al. 1988).

◆ Conclusion générale sur les avantages et les inconvénients des substrats artificiels.

-L'avantage

En effet, quoique les substrats artificiels offrent des conditions d'échantillonnage uniformes d'une station à l'autre. Ils permettent d'échantillonner une zone qui n'est pas accessible à l'aide d'un troubleau (car trop profonde) ou par dragage bateau (car la pente y est souvent trop importante). La méthode SA est utile pour repérer non seulement des taxons à faible valeur bioindicatrice (tels les Cambaridae, les Viviparidae, les Athericidae, les Dendrocoelidae ...) mais elle peut aussi se révéler utile pour trouver quelques odonates (Gomphidae et Platycnemididae) ou des Sialidae et des Polycentropodidae. (Vassilis Spyrtos et al, 2009). De plus, les substrats artificiels présentent un avantage de ne pas être influencés par le manipulateur (Cairns et Dickson, 1971; Rosenberg et Resh, 1982). Selon Environmental Protection Agency (EPA) (EPA 1973 dans Cover et Harrel, 1978) et Dethier (1988), cette technique permet de faire des comparaisons qualitatives et quantitatives précises.

-L'inconvénient

Les substrats artificiels sont peu utilisés dans les inventaires rapides, car ils nécessitent que l'opérateur retourne une deuxième fois sur le terrain. De plus, le délai de colonisation du substrat par les organismes est important (plusieurs semaines). Une durée d'immersion plus longue aurait augmenté les risques de perte ou de vol des substrats immergés. (Gnohossou,

2006). De plus la fuite des organismes qui représente le principal inconvénient dans l'utilisation de SA (Cairns, 1982).

2-les filets

2-1 Définition :

Les filets sont des instruments indispensables à l'entomologiste peuvent servir soit à récolter des insectes au hasard, soit au contraire à capturer un individu repéré à l'œil. Ils se composent essentiellement de 4 parties : La poche, le cercle, le système de fixation et le manche. Il est évident que ces différentes parties peuvent être modifiées selon les types d'utilisation. Cependant chacune doit répondre à des caractéristiques essentielles.

➤Le filet surber

Le filet surber est constitué d'un cadre métallique qui se déplie en deux sections. Une section sert de support pour le filet à petite maille et autre section sert pour délimiter la parcelle échantillon. La section de la parcelle échantillon est de 30 cm par 30 cm, soit 900cm². Il est surtout utilisé dans les eaux peu profondes, de quelques centimètres à 30 centimètres.

L'avantage

Permet de bien contrôler le prélèvement et le rendement en fonction de la densité du benthos. Le filet surber récolte la faune des eaux courantes, vivants dans le courant ou accrochée sur le fond (Guillemet et Clavier, 2006).

➤Le filet Hess

Le principe de fonctionnement de cet appareil est le même que celui du surber. Le cadre est ici un cercle métallique de 0,5 m de diamètre et le filet ouvert aux deux extrémités est vertical.

L'avantage

On utilise cette version jusqu'à des profondeurs avoisinant 50 cm

➤Le filet Kick net

Le filet est attaché sur deux côtés et mesure 1 m sur 1 m. Le principe de fonctionnement de ce filet est similaire à celui des seines utilisées pour la pêche. L'utilisateur déloge les animaux présents dans le substrat en amont du filet.

L'avantage

On l'utilise généralement pour échantillonner en substrat graveleux dans un cours d'eau au débit rapide (jusqu'à 1 m d'eau quand il existe un courant suffisant pour pousser les organismes délogés vers le filet).

➤ Le filet D- Frame

Ce filet à une dimension de 0,3 m sur 0,3 m. L'ouverture est en forme de « D » et le filet est attaché autour de l'ouverture.

L'avantage

Ce système peut être utilisé dans un grand nombre d'habitats différents. En mouvement, on prospecte par tractions successives sur une distance de 50 cm environ ou encore par mouvements de va-et-vient sur une surface équivalente.

Filet Wisconsin

Le filet Wisconsin est constitué d'un cerceau métallique qui retient un filet en forme de cône terminé par un réceptacle. Ce filet est retenu dans l'eau grâce à des cordes attachées au cerceau. Il s'emploie de la même façon que le D-frame

➤ Le Filet Haveneau

Cette appareil est constitué par du muni d'un manche et un filet conique mesure 0,5 m de largeur sur 0,3 m de hauteur. Il s'emploie de la même façon que le D-frame.

L'avantage

Il permet la prospection des milieux lents (avec ou sans végétation) ou de profondeur importante.

➤ Le filet troubleau

Le filet troubleau est constitué d'un cadre métallique relié à un manche de bois. Le cadre métallique à une dimension de 40 cm par 15 cm. La poche doit être en tissu à mailles plus larges (toile à son, cellular, toile d'embourre à grosse mailles) de façon à permettre une évacuation rapide de l'eau tout en retenant les insectes.

-l'avantage :

Déplacement de troubleau (distance 2 m) s'applique à divers type de lit et de substrat et à différentes profondeurs ; permet de prélever des échantillons dans plusieurs habitats du cours d'eau par contre le Troubleau stationnaire généralement utilisée au milieu du seuil ; dans de bonne densité relativement dans la zone de richesse et d'abondance maximum (Guillemet et Clavier, 2006). Filet troubleau capable de récolter bien les insectes lents comme Hydrophiliidae, des Népidae que de rapides nageurs comme des Dytiscidae ou des Notonectidae (Pellier, 1996)

-L'inconvénient de l'ensemble des filets

Application limitée à certains types de substrats ; il faut regrouper les échantillons pour évaluer les effets dans toute la largeur du cours d'eau. (Guillemet et Clavier, 2006).

Les filets sont révélés des méthodes de prélèvement beaucoup plus « agressive », dénaturant parfois sensiblement les invertébrés ce qui peut se révéler problématique quant leur identification repose sur les caractéristiques morphologiques très fragiles et difficiles à observer.

Déplacement de troubleau (distance 2 m) peut traverser plusieurs habitats hétérogènes. Ce qui complique la caractérisation des habitats et la détermination exacte des groupes de référence.

➤Le Coup de chalut vertical :

Un coup de chalut vertical, de nuit, capturera les invertébrés qui sont benthiques de jour, mais planctonique la nuit. L'ouverture de ce chalut est de $0,5\text{m}^2$ et on y trouve un filet dont les mailles mesurent de 500 à 800m

➤Le Tamis à Benthos

Le tamis à benthos est constitué d'un cadre métallique en forme de boîte dont le fond est constitué d'un tamis avec des mailles de 0,5 mm.

➤Les Bennes

Il existe plusieurs types des Bennes (Benne Ekman 225cm^2 , Benne Friedinger environ 350cm^2 , Benne Ekman- Lenz 225cm^2) et la Benne Ponar ou Petersen

-L'avantage

La Benne de type Ekman, est utilisées pour les sédiments meubles et les sédiments durs. Elle est préconisée pour l'échantillonnage des invertébrés dans les zones profondes.

-L'inconvénient

Ce matériel coûteux, et ne sont pas préconisées pour l'inventaire rapide des macroinvertébrés benthiques. Le prélèvement avec la benne entraîne la fuite des organismes très mobiles comme les Amphipodes.

Remarque

Selon Carter et Resh, 2001, et suite à un sondage sur méthodes de prélèvement des invertébrés aquatiques, il s'est avéré que le filet troubleau, le filet D-Frame et dans une moindre mesure le filet kick net et le substrat artificiel s'avère les plus utilisés. Leur utilisation représente environ 80 %. (Fig. 1)

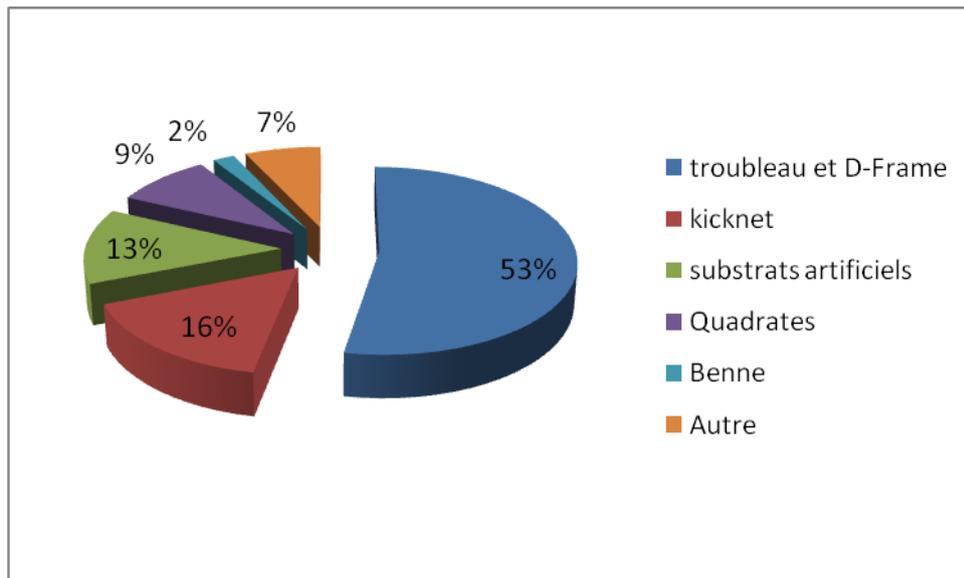


Fig 1 : L'Utilisation du matériel d'échantillonnage en pourcentage au cours de 90 études (Carter et Resh, 2001)

Chapitre II

Etudes du milieu

1 -Description générale du bassin versant de Tafna

1-1 Situation géographique

Le bassin versant de Tafna, situé au nord ouest du territoire Algérien, s'étend sur la totalité de la wilaya de Tlemcen, et s'étale sur le royaume du Maroc avec, une superficie totale de 7245km². L'oued Tafna est le principale cours d'eau de ce bassin versant : Il prend naissance dans les monts de Tlemcen au niveau de la grotte de Ghar Boumaâza à une attitude de 1100m et arrive à l'embouchure (Rachgoune) après un parcours de 170 km, il coule d'abord dans une vallée encaissée jusqu'au bordj de Sidi Medjahed puis traverse la plaine de Maghnia et celle de Remchi. Il reçoit plusieurs affluent citons :

-Sur la rive droite, l'oued Isser qui reçoit l'oued Chouly à 870 m d'altitude et l'oued Sikkak au niveau de la plaine de Remchi à 80 m d'altitude, l'oued Khemis l'oued Boumessaoud, l'oued Zitoun.

-Sur la rive gauche l'oued Sebdou, l'oued Mouilah affluent principale de la Tafna conflue avec la Tafna à 260m d'altitude au niveau de la plaine de Maghnia, l'oued Boukiou qui prend naissance dans les monts des Traras pour rejoindre le cours le la Tafna dans la plaine des Ghossel.

1-2 Etude géomorphologique

- 1-2-1 Le Relief

Le bassin de la Tafna est constitué de reliefs des Mont de Tlemcen et des monts de traras délimitant entre eux une vaste zone déprimée : La plaine de Maghnia, la moyenne et basse Tafna.

L'amont du bassin de la Tafna est constitué par les monts de Tlemcen (Altitude moyenne 900 – 1000m) et culminants a1848 m à niveau du Djebel Temouchfi qui occupent environ la moitié de la superficie totale, ils dessinent la bordure sud du bassin versant. C'est une masse compacte, qui surplombe la moyenne Tafna au Nord et les hautes plaines au sud. Les monts des Traras au Nord-ouest dressent une barrière entre le bassin et la mer, ils correspondent à une série de crête de direction NE-SW culminant à 1136m au Djebel Fillaoucene.

Au sud- ouest, la plaine de Marghnia se prolonge au Maroc par le plain des Angads (Oujda).

1-2-2Géologie

Le bassin de la Tafna se subdivise en deux parties essentielles :

La première partie est l'amont du bassin qui est représenté par les versants nord et sud du mont de Tlemcen dont il comprend la plupart des sources de la wilaya. Ils font partie de la formation jurassique supérieure, constituée de dolomies riches en carbonates magnésiens. Ces formations recèlent les plus grands aquifères de la région (Collignon ,1986)

La deuxième partie est le bassin aval, orienté vers le Nord, il comprend la moyenne et la basse Tafna. Il appartient au miocène (formation tertiaires) caractérisés par des marnes et des grès (Gentil ,1903)

- 1-2-3 Réseau hydrographique

Le bassin versant de la Tafna est caractérisé par un réseau hydrographique important, non seulement à cause de son relief, mais aussi à l'abondance des roches imperméables telle que l'argile et marne. Il est drainé par l'importante artère fluviale de la Tafna et ses affluents.

Les affluents qui drainent une partie de la plaine d'Oujda au Maroc. L'écoulement dans les oueds du bassin versant de la Tafna est caractérisé par :

- Une forte irrégularité inter mensuelle et inter annuelle avec une précipitation moyenne annuelle de 394,3mm avec des maxima mensuels de 45mm en novembre et décembre et de 54mm en février et mars, et un minimum de 1 à 2 mm en juillet.
- Des crues à très fort débit instantané à différentes périodes de retours, pouvant engendrer des inondations ;
- Un débit d'étiage très faible à nul, s'étalant du mois de juin jusqu'à septembre ;
- Le cours de cet oued peut se subdiviser en trois parties : La haute Tafna, la moyenne Tafna et la basse Tafna.

1-3 Présentation de la haute Tafna

Ou il prend sa source dans les monts de Tlemcen à une altitude de 1090 m au niveau de la grotte de Ghar Boumaaza, à une distance de 100 à 300 m on observe nettement un sous écoulement permanent entre la source et la rivière.

L'oued prend naissance dans le territoire d'Ouled Ouriach et se dessine après la jonction d'une grande norme de ramifications creusées dans les terrains jurassiques qui descendent de crêtes atteignant 1500 m.

Les ramifications se réunissent aux environs de Sebdou, à une altitude d'environ 920m au niveau de l'oued Sebdou.

A partir de cet endroit, et jusqu' à sidi Medjahed, l'oued suit un cours dans une vallée encaissée, creusée dans les terrains jurassiques.

L'oued khémis avec un sous bassin de 340 m² draine la vallée des monts de Tlemcen et rejoint la Tafna au niveau du barrage de Béni Bahdel.

L'oued khémis de 35Km de long, prend sa ressource sur le versant Nord-Ouest des monts de Tlemcen à 1050 m d'altitude. Il est alimenté essentiellement par des sources qui lui assurent un écoulement pérenne. Dans cette région montagneuse, l'oued Tafna reçoit l'oued khémis (rive droite) et l'oued Sebdou (rive gauche).

L'oued Chouly c'est une affluent rive gauche de l'oued Isser, il prend naissance dans les monts de Tlemcen à partir de plusieurs sources pérennes à une altitude de 1300 m.il présente une orientation SW-NS une pente moyenne de 22,6%. Cet oued coule dans une vallée alluviale encaissée en amont et large vers l'aval.

1-4 Cadre climatique

Le climat dans sa définition générale est un ensemble de conditions atmosphérique qui rendent le milieu de la surface terrestre plus au moins habitable.

Le climat méditerranéen est un climat de transition entre la zone tempérée et la zone tropicale avec un été chaud et très sec, tempérée en bordure de la mer, seulement l'hiver est très frais et plus humide Emberger (1955), Estlenne et Godard (1970)

Selon Seltzer (1946), le climat général de l'Algérie est de type méditerranéen caractérisé par une Période pluvieuse allant en moyenne de Septembre à Mai et un été sec et ensoleillé.

La saison chaude s'étend de Mai à Octobre, mois pendant lesquels les températures mensuelles sont supérieures à la moyenne annuelle, alors que la saison froide correspond à Novembre à Avril. Le maximum de température est atteint en juillet et Août.

Dans ce bassin il règne un climat semi aride avec hiver froid à pluviométrie irrégulière et des fortes crues et un été chaud et sec de longue durée.

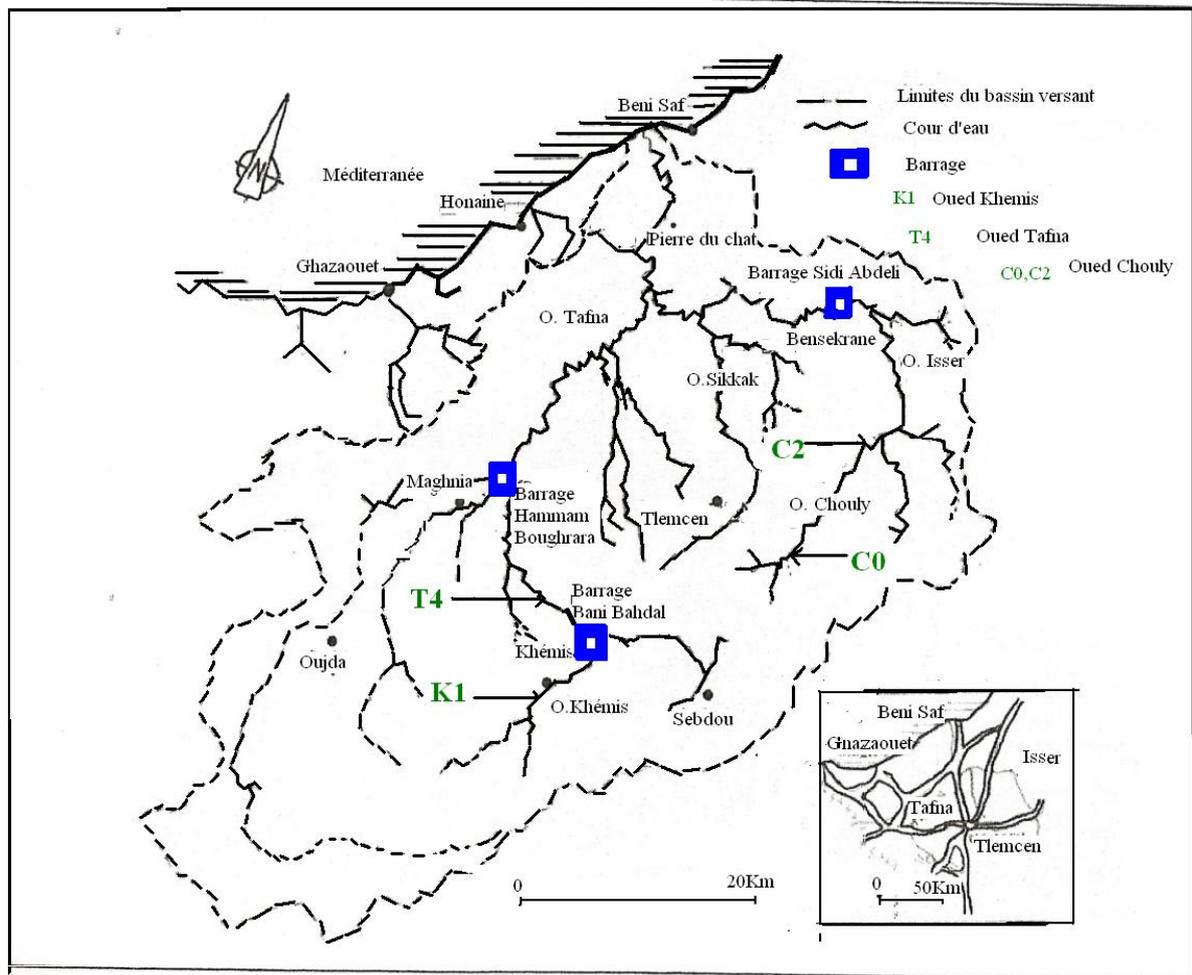


Fig 2 : la carte de réseau hydrographique de la Tafna et localisation des stations d'étude.

1-5 Description générale des stations d'études

1-5-1 L'oued Tafna (station T4)

Cette station est située à 8 km à l'aval du barrage de Béni Bahdel à 490 m d'altitude, 34° 44' 47" latitude Nord et 1°34' 26" longitude Ouest. La largeur du lit mineur est comprise entre 4 et 5 m et une largeur du lit majeur qui atteint 8 m. La profondeur est de 0,15 m à 0,35 m, le débit est moyen avec une vitesse du courant rapide. Le fond est formé de galet, de bloc, de sable et de cailloux. Cette station est caractérisée aussi par une eau transparente et une végétation aquatique très dense composée essentiellement d'algues filamenteuses. Le couvert végétal riverain est également important, les rives sont bordées par plusieurs espèces telles que, *Nerium Oleander*, *Ficus Carica*, *Marrubium vulgare*.

1-5-2 L'oued khémis (station K1)

Cette station est située à 4,5 Km en amont du village de khémis à 950 m d'altitude, 34° 38' 51" latitude Nord et 1° 33' 09" longitudes Ouest. La largeur du lit mineur varie de 3m à 4 m et une largeur du lit majeur qui atteint 6 m. La profondeur est de 0,10 m à 0,40 m et le débit moyen avec une vitesse du courant assez rapide. Le fond est formé des roches et des sables avec de très rares galets dispersés. Cette station est caractérisée aussi par une eau transparente et une végétation aquatique très dense au printemps composée essentiellement de bryophytes sur les blocs en courant fort par contre sur les rives nous citons *Ficus Carica*, *Nerium Oleander*.

1-5-3 L'oued Chouly (stations C0, C2)

-La station C0 est située à 2 km en amont du village de Yabder à 850 m d'altitude, 34° 49' 15" latitude Nord et 1° 27' 45" longitude Ouest. La largeur du lit mineur est comprise entre 2,5 à 4,5 m et une largeur du lit majeur est beaucoup plus large et atteint 11 m, la profondeur est de 0,10 m à 0,20 m et le débit est moyen avec une vitesse de courant assez forte. Le fond est formé de sables, de cailloux, de galets et des blocs. Cette station est caractérisée par une eau transparente et une végétation aquatique rare composée surtout de Bryophytes, par contre les rives sont bordées par certaines espèces telles que, *Ficus Carica*, *Nerium Oleander*.

-La station C2 est située à 5 Km de la commune d'Ouled Mimoun, au pont de la route qui la relie à Sidi Abdelli à 535 m d'altitude, 34° 55' 54" latitude Nord et 1° 04' 28" longitude Ouest. La largeur du lit mineur est de 5 m et une la largeur du lit majeur qui est plus large et

atteint 12 m. La profondeur de l'eau est de 0,20 m à 0,25 m et le débit est moyen avec une vitesse du courant assez fort. Le fond est formé de cailloux et de galets. Cette station est caractérisée aussi par une eau transparente et une végétation aquatique nulle par contre les rives sont bordées par une végétation important telle que, *Populus Alba*, *Nerium Oleander*, *Marrubium Vulgare*, *Chamaerobce*.

Chapitre III

Matériels et méthodes

1 -Matériel et Méthode d'échantillonnage

Les invertébrés aquatiques ont été échantillonnés dans quatre stations du tronçon amont du réseau hydrographique de la Tafna, incluant les trois oueds : Oued Tafna, Oued Khémis et Oued Chouly.

Ces stations appartiennent à la haute Tafna et présentent des caractéristiques similaires.

La période d'échantillonnage a eu lieu de Février 2010 à Juin 2010.

Pour chaque station, deux types de prélèvement ont été effectués dans cette étude à savoir des prélèvements à substrat artificiel et des prélèvements au filet de type Surber.

1-1-Substrat artificiel

Les substrats artificiels utilisés sont des cages métallique gréage de maille 0,5 cm et une dimension de 20cm x 10cm x 10cm, soit un volume d'environ 2000 cm³. Les cages ont été d'abord remplies à mi-hauteur par trois types de substrats artificiels (cailloux d'un diamètre compris entre 2 et 3 cm, végétations, le sable et le gravier), le fond de ce dernier a été recouvert de toile cirée jusqu'à la moitié de sa hauteur pour empêcher le lessivage du substrat à travers les mailles des cages. Deux exemplaires de chaque type de substrat ont été implantés sur le fond du cours d'eau pendant une période de 15 jours et une période de 01 mois d'immersion.

Lors de la récupération du prélèvement, le substrat artificiel est mis le plus rapidement possible dans le filet de vide de maille 300 µm. Cette précaution permet de récupérer les organismes délogés lors de l'opération. Il s'avère que le lessivage du substrat artificiel est limité s'il est déplacé lentement (Grant, 1989).

- les cages sont démontées et les substrats artificiels sont nettoyés manuellement pendant quelque temps à l'intérieur d'un seau d'eau

-le mélange est vidé dans le filet pour récupérer la faune et la matière organique s'y trouvant.

- l'échantillon est versé dans une boite étiquetée pour les reconnaître et conservé en ajoutant du formol à 4 %.

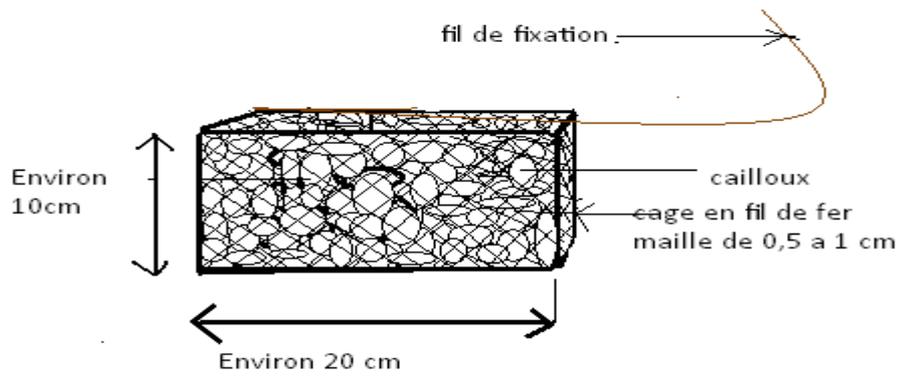


Fig 3: substrat artificiel caillouteux

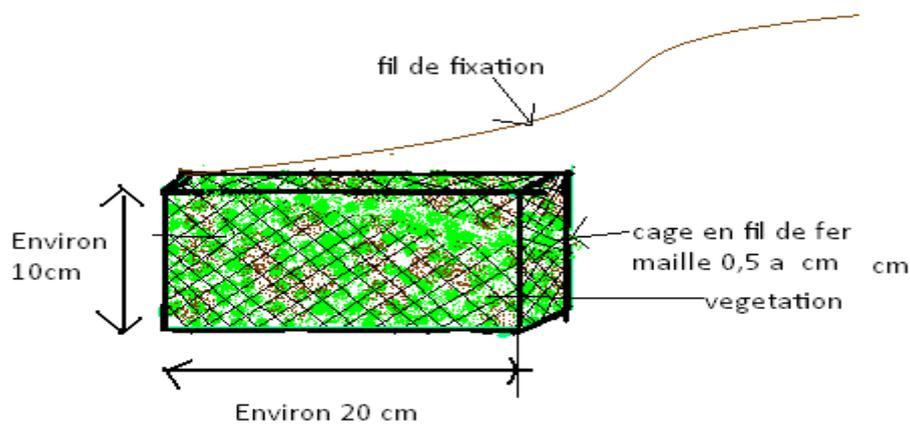


Fig 4 : substrat artificiel végétatif

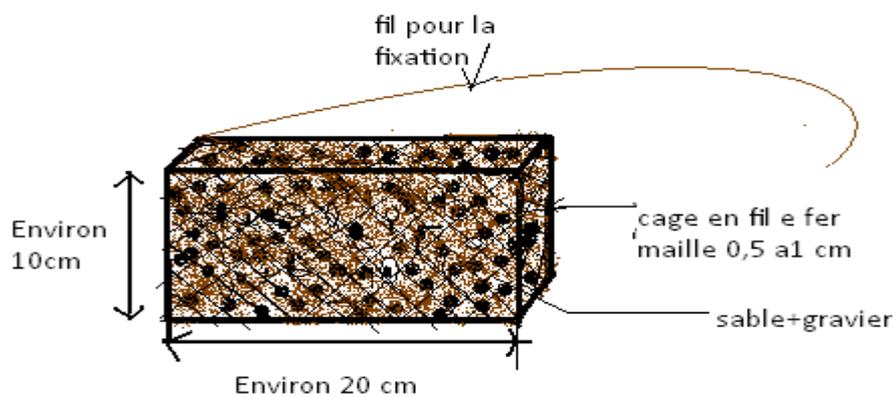


Fig 5 : substrat artificiel meuble

1-2 -Filet surber

Les prélèvements de la faune benthique ont été faits aussi par le filet surber de 300 µm de vide de maille. Cette technique consiste à :

-Délimiter une surface à échantillonner d'une longueur de 30 cm sur une largeur de 30 cm (c.-à-d. la largeur du filet).

-Placez le filet surber sur le substrat en l'enfonçant légèrement entre les sédiments afin qu'aucun organisme ne puisse passer en dessous. L'ouverture doit faire face au courant.

- Nettoyer manuellement pendant quelque temps les sédiments et les débris à l'intérieur du filet à échantillonner, puis, brasser le fond sur quelques centimètres afin d'y déloger les organismes enfouis. Le courant fera entrer les organismes dans le filet. Dans certaines situations, on pourra les aider à y entrer en créant un courant avec les mains.

- Retirer le filet en s'assurant qu'aucun organisme ne puisse être emporté par le courant.

Pour ce faire, retirer le filet à contre-courant. Ensuite tremper le filet dans l'eau plusieurs fois et le secouer afin de se débarrasser des sédiments fins.

Le contenu du filet est mis dans des boîtes en plastique contenant du formol à 4% pour la conservation sans oublier de les étiqueter pour les reconnaître.

-Répéter cette opération plusieurs fois et selon les différents types d'habitats de la station.

1-3 Technique de tri et de détermination

Au laboratoire, la totalité des échantillons sont triés à l'aide d'une loupe binoculaire. A la suite du tri, les macroinvertébrés sont stockés dans de l'alcool à 70 % avant d'être identifiés.

Les macroinvertébrés ont été déterminés au genre, ordre ou à la famille grâce à des clés de détermination, (Tachet et al, 1980 ; Tachet et al. 2002).



Photo : filet surber

1-4 *Traitement et analyse des données*

- ANOVA1

Les données obtenues ont été traitées à l'aide des logiciels statistiques d'analyse de variances et de comparaison de moyennes (MINITAB 12).

Des analyses de variances (ANOVA 1) ont été réalisées pour comparer les deux méthodes, les différents substrats artificiel et les deux périodes d'immersion pour le substrat artificiel, avec pour variables la richesse taxonomique et l'abondance totale.

-Test de KRUSKAL- WALLIS

Le teste de KRUSKAL- WALLIS est une généralisation de celui de Wilcoxon-Man-Whitny et permet de déterminer si les K sommes des rang se révèlent trop disparates pour que l'hypothèse nulle d'unicité de la population d'origine des échantillons soit retenus.

♦Indice de Jaccard :

Pour évaluer la ressemblance spécifique entre les deux méthodes (substrats artificiel et filet surber), nous avons utilisé le coefficient d'affinité de Jaccard (Hellowel, 1978) avec :

$$J = c / a + b - c$$

a: nombre d'espèce communes dans la méthode de filet surber.

b : nombre d'espèces communes dans la méthode de substrats artificiels.

C : nombre d'espèces communes dans les deux méthodes.

Conclusion

Notre travail contribue à la mise en évidence d'un type d'échantillonnage des invertébrés aquatiques dans les oueds nord africains. Bien que ce travail a été entrepris dans quelques stations, les résultats sont attendus pour être applicable à l'ensemble de la zone amonts de la Tafna, vue la similitude dans la diversité et la microdistribution des espèces aquatiques inféodées à ces zones.

La comparaison a été réalisée entre les deux méthodes d'échantillonnage (substrats artificiels et filet surber), les différents types de substrat et entre les deux périodes d'immersion des substrats artificiels (SA 15 jours, SA 30 jours).

Les résultats obtenus montrent que parmi les 74 taxons récoltés, 69 taxons sont récoltés par le filet surber et 65 taxons sont colonisés par les substrats artificiels. Cette apparente ressemblance qualitative masque une composition faunistique moins similaire. Au plan quantitatif, les résultats sont au contraire différents. Le filet fournit plus de taxons, alors que le substrat artificiel fournit plus d'individus.

D'autre part, le filet surber apparaît plus efficace dans la collecte de certains taxons nageur comme les Héteroptères et les Baetidae. Tandis que le substrat artificiel semble plus efficace pour les espèces rampantes et les espèces d'eau calme.

L'utilisation des SA présente des avantages considérables vis-à-vis du filet surber sur l'aspect méthodologique et notamment sur la qualité de conservation du matériel biologique récolté. Le filet surber se révèle une méthode de prélèvement beaucoup plus agressive dénaturant parfois sensiblement les invertébrée ce qui peut se révéler problématique quant leur identification repose sur les caractéristiques physiologiques très fragiles et difficiles à observer en état, de plus effet manipulateur est annulé par SA.

Le nombre de taxons récolté exclusivement par une seule méthode nous incite à utiliser les deux méthodes parallèlement pour répondre à un recensement le plus précis possible

Les résultats ont montré aussi une différence non significative entre les deux périodes d'immersions ce qui indique l'acceptabilité les deux périodes d'immersion (15 jours et 30 jours) sans pour autant dépasser 30 jours d'immersion pour éviter le vol ou la perte

d'espèces. Suite à ces résultats, nous réalisons la nécessité de récupérer les substrats après une semaine d'immersion pour vérifier la perte de taxons au-delà de cette durée de pose.

Les résultats ont montré aussi que les SA végétative est plus riche qualitativement et quantitativement que les autres substrats artificiel (cailloux et meuble). Un mélange de substrat améliorerait la rentabilité qualitative comme la colonisation par Hydrophilidae, Elmidae, Nematode et Corduligastéridae et aussi si elle est améliorée par SA meuble pour favoriser la colonisation par Gerridae, Nemoridae, Sphaeridae et nymphe Empididae.

En conclusion la période de 15 jours d'immersion est suffisante, le substrat artificiel végétative est plus efficace par rapport aux autres substrats artificiels et les deux méthodes sont mieux efficace si elles sont appliqué parallèlement.

Toutefois, un travail complémentaire doit être réalisé ultérieurement pour optimiser l'utilisation des substrats artificiels et ceci en considérant le facteur nombre de substrat à déposer, les microhabitats et la taille de la cage.

Discussion

un total de 74 taxons et 29731 individus ont été récoltés par les deux méthodes de prélèvement de la faune benthique, le filet surber et le substrat artificiels.

Quelque soit la méthode utilisée, la faune prélevée est composée par les Insectes qui représentent plus des 2/3 de la faune totale, largement dominés par les Diptères Chironomidae et par les Ephéméroptères Caenidae.

La majorité des taxons (79,73%) sont collectée simultanément par les deux méthodes et au niveau des 3 substrats. Les autres taxons sont récoltés par une seule méthode (20,27%) ou encore un seul substrat (7,09%). Ces résultats sont conformes avec ceux de (Fredeen & Spurr, 1975) où ils montrent que les proportions des taxons non similaires restent souvent pauvres par rapport aux taxons similaires.

Les résultats obtenus dans cette étude montrent des différences non significatives entre la richesse taxonomique prélevée par le filet surber et le substrat artificiel. Alors que, l'abondance totale des invertébrés récoltée est considérablement plus élevée dans les substrats artificiels que dans de filet surber. Cette différence s'observe surtout au niveau de 26 taxons : Ce sont principalement les mollusques (comme les Lymnaeidae, les Bythinellidae, les Bithyniidae, les Planorbiidae, les Physidae), Lumbriculidae, les Planaires, les Erpobdellidae, les Chironomiidae, les Athéricidae, les Gammaridae, les Caenidae, les Leptophlébiidae, les Dytiscidae et les Lestidae qui sont deux à trois fois plus importantes dans les substrats. Les insectes comme les Psychodidae, les Simuliidae, les Baetidae, les Ecnomiidae, les Hydroptychidae, les Serocostomatidae, les Hydrophilidae et les Naucoridae sont au contraire, plus abondants au niveau du filet surber. Pas de différences entre les deux méthodes ont été enregistrées pour les Gerridae, les Aeshnidae et les Nympe Dixidae.

D'autre part, Si la différence reste non significative au niveau de la richesse taxonomique entre les deux méthodes, elle apparaît au niveau de la composition faunistique. En effet certains taxons comme Caloptergidae, Corduligasteridae, Hydrometridae, les Sphaeridae et Glossiphoniidae, n'ont pas pu être récolté par le filet, mais ils sont attirés par les substrats artificiels. Ceci serait lié à la l'inaccessibilité de leur micro-habitat par le filet. En effet, un des avantages du substrat artificiel est la récolte plus facile aux sites non accessibles par le filet (Glemet et al. 2005) . La préférence pour coloniser les substrats résulterait aussi du mode de

vie des espèces aquatiques. Les Calopterygidae sont des Odonates qui se déplacent en marchant au sol ou dans la végétation à l'abri du courant, ont échappé au filet surber. Alors que les invertébrés nageurs sont plus facilement récoltés par ce dernier (Mc Cofferty, 1981). Ce qui expliquerait l'abondance des larves de Baetidae significativement plus élevée dans les récoltes par le filet.

D'autre part, l'absence de certains taxons dans le substrat artificiel comme les Anthomyidae, Dolichopodidae, Culicidae, Dryopidae, Leuctiridae, Notonectidae, Viviparidae et les Hydroptiliidae serait lié à leur comportement dans l'eau. C'est le cas par exemple des Notonectidae qui adoptent une posture d'affût inversée sous la surface des eaux, l'abdomen dirigé vers le haut. En effet, la faible abondance des Hétéroptère dans les collectes par la méthode des substrats artificiels a déjà été signalé par Clavier et Guillemet (2006) au niveau de fleuve Guyanais en raison de leur caractère « patineur » et ne plongent que pour se nourrir. De même, les Culicidé se tiennent le plus souvent, pendues par leur siphon, sous la surface des eaux. Les substrats artificiels étant immergés, ces taxons n'auraient par conséquent, pas pu y être retrouvés. Quant aux larves de Leuctridae, elles semblent préférer les interstices des premières couches du milieu hyporheique (Bethélemy, 1968) et donc plus facilement récolés par le filet.

Les différences faunistique entre les deux méthodes apparaissent plus marquées si l'on considère l'effectif de chaque taxon. Les Mollusques Gastéropodse, les Annélides et les Planaires sont significativement plus abondants dans les substrats artificiels. Alors qu'au niveau de la méthode de filet surber l'effectif reste faible pour ces taxons. Selon Bournaud et al. (1978) ces taxons sont moins bien représenté sur le substrat flottant car ils sont rarement présents dans la dérive (Minshall et Petersen, 1985). Au contraire les Tichoptères, les Hétéroptères et les Arachnidae sont significativement plus abondants au niveau du filet surber.

Au sein du substrat artificiel, le nombre de taxons entre les 2 périodes d'immersion 15 jours et 30 jours est similaire (58 taxons et 59 taxons). Ces résultats sont conformes avec ceux de Clavier & Guillemet (2006) et (Zar, 1984) ou ils ont montré que les variations des temps d'immersion n'a pas une influence significative sur la richesse taxonomique totale. Cependant certains taxons sont récoltés uniquement dans une seule période d'immersion. C'est le cas des Nemouridae, Calopterygidae, Mesovelliidae qui sont spécifiques la période de 15 jours et les Hydrophilidae, Corduligastéridae, Hydrometridae, Naucoridae, Gerridae et Sericostomatidae

spécifiques des relevés de 30 jours avec une faible abondance pour chaque taxons. Cela implique une apparente stabilité qui masque en réalité, des remplacements de taxons au cours de la deuxième période (Glemet et al. 2005 ; Gnohossou, 2006).

La faune collectée pour les deux périodes d'immersion (15 jours et 30 jours) est dominé par les Insectes avec une abondance relative supérieure à 60% suivi par les Mollusques (>17%) et enfin par les Crustacées (>10%). L'abondance totale ne diffère pas significativement entre les deux périodes. Ce qui n'est pas en accord avec les résultats d'Elouard (1983) ou la variabilité avec la durée d'immersion a été mis en évidence. Ceci n'est pas valable pour certains taxons comme les Epheméroptères dont l'effectif diminue ou se stabilise avec la durée d'immersion (Glemet et al. 2005). Dans notre cas on note une différence de stratégie de colonisation du substrat, avec une diminution considérable d'abondance pour les Planaires, les Crustacées, les Trichoptères, les Mollusques, les Odonates, les Nématodes, les Arachnides et les Plécoptères, et une augmentation d'abondance des Diptères, des Annélides, des Coléoptères, des Epheméroptères et des Hétéroptères. Aucune stabilité n'a été enregistrée. Certains travaux ont montré une grande variabilité du temps nécessaire à l'atteinte de la stabilité taxonomique qui s'élève à 8 jours (Ulfstrand 1968) et l'absence de stabilisation après dix semaines (Lapchin, 1977). Selon Khalaf et Tacchet (1978) la durée d'immersion optimale est de 4 à 6 semaines. Ce temps serait nécessaire pour permettre la colonisation par les espèces les moins mobiles (Jolivet et al. 2001)

Dans notre cas on propose qu'il soit nécessaire de devoir relever le substrat après une durée d'immersion d'une semaine pour vérifier la récolte des espèces à colonisation rapide. En effet les observations de Pauw et al. (1986) ont montré que les taxons étaient présents après une semaine.

Concernant les types de substrat artificiel testés, on note une similarité de la richesse taxonomique totale avec un maximum enregistré au niveau du substrat artificiel végétative (51 taxons) à chaque période d'immersion dont 16 taxons sont collecté uniquement par ce substrat. De plus, le substrat artificiel végétatif a livré un effectif significativement plus élevé d'individus (8755 individus) en particulier les organismes adapté à la reptation entre les débris de végétaux (Orth et Thomas, 2005)

L'utilisation du seul substrat artificiel végétatif fournit 87,69% de richesse taxonomique et 51,50 % d'abondance et donc s'avère plus rentable qualitativement et quantitativement pour les collectes des invertébrés aquatiques. Ces résultats sont conformes avec les résultats de

Guillement et Clavier (2006) ou' ils ont collectés 38 taxons par le substrat artificiel végétatif et 20 taxons pour le filet troubleau.

Toutefois, les données présentées dans cette étude montrent que la faune augmente en plaçant les deux ou trois substrats. Cela implique la nécessité de combiner les 3 substrats pour une liste faunistique exhaustive.

La variabilité de la richesse taxonomique entre les campagnes de prélèvement, quelques soit la méthode utilisée, s'expliquerait par l'arrivée de nouvelle espèces et le départ d'autres espèces (les Calopterygidae, les Cordiligastéridae, les Hdrophilidae, les Hydrometridae, les Notonectidae, les Naucoridae, les Gerridae, les Nemauridae, les Mesovilliidae) en fonction des deux périodes hydrologiques hautes eaux et basses eaux

La richesse taxonomique maximale est d'ailleurs enregistrée en hautes eaux quelque soit la méthode (67 taxons pour le filet surber et 61 taxons pour le substrat artificiel contre 55 taxons pour le filet surber et 55 taxons pour le substrat artificiel pendant les basses eaux). Ce résultat s'éloigne de celui de Mary (1999), Yule & Pearson (1996) et Gnohossou (2006) ou la richesse taxonomique maximale a été enregistrée à l'étiage a cause des conditions plus stable que celles des hautes eaux (augmentation de la dérive).

Donc, si on considère la richesse taxonomique, le filet surber est plus efficace pendant les hautes eaux que les substrats artificiels qui eux, sont plus rentables pendant les basses eaux par contre quelque soit le niveau d'eaux , les substrats artificiels sont plus efficace de collecte une grande abondance que les filet surber.

Les références bibliographiques

- Afnor, 1992** : Détermination de l'indice biologique global normalisé (IBGN). NF T 90-350. Association française de Normalisation, Paris.
- Ajakane A, 1988**. Etude hydrobiologique du bassin versant de l'oued N'fis (haut Atlas Marocain). Biotypologie, dynamique saisonnière, Impact de l'assèchement sur les communautés benthiques. Thèse 3^{ème} cycle. Univ. Marrakech (Maroc) : 192p
- Ait mouloud S, 1987**. Essais de recherche sur la dérive de la macro invertébrée dans l'oued Aissi : faunistique, écologie et biogéographie. Thèse magister. Univ des sciences et de la technologie. Houari Boumediene : 119p
- Arabe A et Zebdi A, 1983**. Contribution à l'évaluation de la qualité de l'eau des oueds de la Mitidja. Mém. DES. univ des sciences et de la technologie. Houari Boumediene : 116p
- Arab A, 1989**. Étude de peuplements d'invertébrés et de poissons appliquée à l'évaluation de la qualité des eaux et des ressources piscicoles des oueds mouzaia et chiffa. Thèse magister. univ des sciences et de la technologie. Houari Boumediene 142p
- Arabe A, 2004**. Recherche faunistique et écologique sur les réseaux hydrographiques du Chélif et des bassins du mazafran. Thèse doctorat. F.S.B. Univ sciences et de la technologie. Houari Boumediene : 116p
- Arrignon J, 1976**. Aménagement écologique et piscicole des eaux douces. 3^{ème} édition : 59 p
- Attar K, 1991**. Contribution à l'étude faunistique de l'oued sikkak par la méthode de l'indice biologique. Mém; ing. Inst. Biologie. Univ. Tlemcen: 12p
- Barton D R. et J. L. Metcalfe – Smith, 1992**. « A comparaison of sampling techniques and summary indices for assessment of water quality in the Yamaska river, Quebec, based on benthic macroinvertebrates », Environ. Monit. Assess. 21 : 225-244
- Belaidi –Aliane N, 1992**. Étude de la salinité dans le bassin versant de la Tafna et son influence sur quelques organismes benthiques. Thèse de magister. Écologie animale. univ Tlemcen : 64p
- Belaidi -Aliane N, Taleb A et Gagneur J, 2004**. Contribution and dynamics of hyporheic and surface fauna in a semi- arid stream in relation to the management of a polluted reservoir. *Ann. Limnol. Int. J. Lim.*, 40(3) : 237-248
- Benbekhti N, 1999**. Contribution à l'étude d'impact des rejets urbains et industriels sur la qualité de l'eau dans la région de Maghnia. mém. ing. dépt biologie. univ. Tlemcen : 42p

- Bendiouis et Chaoui boudghène C, 1991** .contribution al' étude de la faune hypogée d'Afrique du nord (milieu hyporhéique et phréatobique). Thèse magister. Inst. Biologie ; univ. Tlemcen : 109p
- Berthélemy C, 1968.** Contribution a la connaissance des Leuctiridae. *Annales de Limnologie*, t. 4, fasc. 2 : p 175-198
- Boulal M, 1988.** Recherche écologique sur la faune aquatique des puits de la région de Tizit (Anti Atlas occidental Maroc). Thèse 3^{ème} cycle ecol. Gén. Sec. Marrakech : 228p
- Boothroyd I K G and B.N. Dickie , 1989.** Macroinvertebrate colonization of Perspex artificial substrates for use in biomonitoring studies. *N. Zeal. J. Mar. Freshwater Res.* **23**:467-478.
- Bournaud M G, Chavanon H et Tachet, 1978.** «Structure et fonctionnement des écosystèmes du haut-Rhone francais. Clonisation par les macroinvertébrés de substrats artificiels suspendus en pleine eau ou posés sur le fond», *verh. internat.verein. limnol.*20 :1485- 1493.
- Bouزيد S, 2008.** Etude de la dynamique du phosphore dans la Tafna. Thèse de Magister en Biologie. Univ. Tlemcen. 139P
- Cairns J Jr (ed), 1982.** Artificial substrates. Ann arbor science, Ann arbor, MI, 279 pp.
- Casey R J et S.A. Hendall, 1996.** Comparaison among colonisation of artificial substratum type and natural substratum by benthic macro invertebates. *Hydrobiologia* 341p
- Chaoui Boudghène C, 1984.** Contribution a l'étude de la faune dans le milieu hyporhéique des oueds asséchés. Mém .ing. inst. Biologie. univ ; tlemcen. 53p
- Cairns Jr J et K.L. Dickson, 1971.** « A simple methede for the biological assesment of the effectes waste discharges on qualitic bottom-dwelling organisms », *Jornal WPCF* 43 :755-772.
- Clement W H, 1991.** characterization of steam benthic communities using sbstrate-filled trays : colonisation, variability, and sampling selectivity. *Journal of frshwater ecology* 6 : 209-221p
- Clements W H., D.S. Cherry and J. Cairns Jr, 1988** .Impact of heavy metals on insect communities in streams: a comparison of observational and experimental results. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* **45**:2017-2025.
- Clifford H F; Gotceitas V et Casey R J, 1989.** Roughness and colour of artifical substratum particles as possible factors in colonization of stream invertebates. *Hydrobiologia* : **175**: 89-95.
- Collignon B, 1986.** Hydrogéologie appliquée des aquifères karstique des monts de Tlemcen

(Algérie) thèse- doctorat- nouveau régime –univ-avignon : 282p

Cover E C et Harrel R C, 1978. Sequences of colonization, diversity, biomass and productivity of macroinvertebrates on artificial substrates in a freshwater canal.

Hydrobiologia : **59**: 81-95.

Crossman J S et J. Cairns J R , 1974. «A comparative study between two different artificial substrate samples and regular sampling techniques», *hydrobiol.*44 :517-522.

Dahmani B, Hadji F et Allal F, 2002. Traitement des eaux du bassin hydrographique de la tafna(N W-Algérie). Départ. Ch.Fac. univ. Tlemcen.Désalination ; Vol, 152 : 113-124

Dajoz R. 1982. Précis d'écologie, 4^{ème} édition, paris, bordas, 503p.

Davis et Simon, 1995 . Biological assessment and criteria. Tools for water resource planning and decision making. *Lewis Publishers*, Boca Raton, Florida.

Crossman J S et J. Cairns J R , 1974. «A comparative study between two different artificial substrate samples and regular sampling techniques», *hydrobiol.*44 :517-522.

Dahmani B, Hadji F et Allal F, 2002. Traitement des eaux du bassin hydrographique de la tafna(N W-Algérie). Départ. Ch.Fac. univ. Tlemcen.Désalination ; Vol, 152 : 113-124

Dajoz R. 1982. Précis d'écologie, 4^{ème} édition, paris, bordas, 503p.

Davis et Simon, 1995 . Biological assessment and criteria. Tools for water resource planning and decision making. *Lewis Publishers*, Boca Raton, Florida.

De Pauw N ; Roels D et A. P. Fontoura ,1986. Use of artificial substrates for standardized sampling of macroinvertebrates in the assessment of water quality by the belgian biotic Index. *Hydrobiologia* 133: 237- 258.

Dethier, 1988. «Les macroinvertébrés benthiques du Rhone genevois1. Aspects méthodologiques et indices de qualité biologique globale», *Bull. Mens. Soc. linn.lyon*57 :262-280.

Ekman S, 1911. Neue Apparte zur qualitativen und qualitatinen unter suching der boden founa der binnenseen. *Int.Rev. hydrobiol* ; 3,553- 561

Elouard J R I, 1983. - Impact. D'un insecticide organophosphore (le teméphos) sur les entomocenoses associees aux stades préimaginaux du complexe *Simulium damnosum* (Diptera : Simuliidae). These Doctorat d'État, université Paris Sud, centre d'Orsay : 576.

Emberger L, 1955. Une classification biogeographique des climats recueil. *Trav.Labo. Geol. Zool. Fac. Sci. Montpellier.* 48p

Estienne P et Godard A, 1970. « Climatologie » collection 3^{ème} édition. 80

Fredeen F J H et Spurr DT, 1978. - Collecting semiquantitative samples of black fly larvae (Diptera : Simuliidae) and other aquatic insects from large rivers with the aid of artificial

substrates. Quaesf. Enf ; Edmonton, 14 (3) : 411-413.

Glemet R, Thomas A et Horeau V, 2005. Colonisation de substrats artificiels par les Ephémères dans les ruisseaux et rivières de Guyane Française : résultats préliminaires. *Ephemera*, 6 (2) : 85-107.

Gagneur J, 1976. Etude des diptères du lot et étude de la retenue de Gajar. Thèse Doct. Univ. Paul. Sabatier. Toulouse : 195p

Gagneur J et Thomas A G B, 1988. Contribution à la connaissance des Ephéméroptères d'Algérie. I- Répartition et écologie. (1^{ère} partie) (Insecta, Ephéméroptera). Bull. Soc. Hist. Not. Toulouse 124 : 223- 231P

Gagneur J et Aliane N, 1991. Contribution a la connaissance des Plécoptères d'Algérie. Labo. Hydrob.Univ. Paul. Sabatier.Toulouse. I .N.E.S. Bio, BP.358.D2A.13000.

Gagneur J et Chaoui Bodghane C, 1991. Sur le rol du milieu hyporeique pendant l'assèchement des oued de l'uest Algérien *Stygologia* 6(2)

Gentil L, 1903. Carte géologique du bassin versant de la tafna, oran- serv .publ.geol , Algeru.

Gnohossou P M, 2006 La faune benthique d'une lagune ouest Africaine (le Lac Nokoue au Binin), diversité, abondance, variations temporelles et spatiales, place dans la chaine trophique .Thèse Doctorale. Ecologie et Environnement Aquatique. L'Institut National Polytechnique de Toulouse 184p

Granti F, 1989 Monitoring insecticide side-effects in large-scale treatment programmes:Tsetse spraying in Africa. P 43-59.

In: *Pesticides and Non-target Invertebrates*. Jepson P C. (ed.).Andover, UK: Intercept.

Guillemet L et Clavier S, 2006. Mise en place d'un protocole d'échantillonnage adopté aux zones lenticues et aux zones aval des fleuve Guyanais. Laboratoire d'environnement de petit Sant- B.P. 823-97388 Kouron Cedex (hydreco-labops@wanadoo.fr). 47P

Hall T J , 1982. Colonizing macroinvertebrates in the Upper Mississippi River with a comparison of basket and multiplate samplers. *Freshwater Biology* 12:211-215.

Hester F E et J. S. Dendy, 1962. A multiplate sampler for aquatic macroinvertebrates. Trans. Am. Fich. Soc. 91:420-421

Hellawel J M, 1978 .Biological surveillance of rivers water, research centre : 332p

Hellawell J M, 1986: Biological indicators of freshwater pollution and environmental management. *ElseiverApplied Sciences Publications*, London/New York.

Hilsenhoff W L, 1969. An artificial substrate device for sampling benthic stream invertébrates. *Limnomogy and oceanography*, 14 : 465- 471

Hess A D, 1941. New limnological sampling equipment. *Limnol. Sot. Am. Spec. Publ. No. 6*, p. 1-5.

Hornig C E et J. E. Pollard, 1978 .*Macroinvertebrate sampling techniques for streams in semi-arid regions*, Office of Research and Development, Environmental Monitoring and Support Laboratory, US Environmental Protection Agency, Las Vegas, Nevada, EPA-600/4-78-040.

Hynes H B N, 1970.The ecology of running water, toronto, university of toronto,555p.

Jolivet S, G. Masselot et A. Nel, 2001. Présence de metretetus ps. (Ephemeroptera : Amelitedae) en foret de Rambouillet (yvelines, France. utilisation de substrat artificiel par les macroinvertébrésde ruisseaux temporaire. *Ephemera*, 3 (1) :53-68

Jolivet S et G. Masselot, 2004. Substrat artificiels et évaluation biologique des etanges .Diplôme d'étude supérieur d'université Paul Sabatier, Toulouse, France. 80p

Khalaf G, 1975 : Utilisation de substrats artificiels, en eau courante pour l'étude de la Répartition et de la dynamique de colonisation des macroinvertébrés benthiques. Thèse de doctorat des Sciences. Université Paul Sabatier, Toulouse, France. 177 p.

Khalaf G et Tachet H, 1977. La dynamique de colonisation des substrats artificiels par les macroinvertébrés d'un cours d'eau. *Annales de limnologie*, 1977, **13** : 169-190.

Khalaf G et Tachet H, 1978. Un problème d'actualité : revue de traveau en matière d'utilisation des substrats artificiels pour l'échantillonnage des invertébrés des eaux courantes. *Bulletin d'ecologie*, 9 (1) :29-38.

Kimerle R A et Anderson N H, 1967. Evaluation of aquatic insect emergence traps. *J. Econ. Ent* ; **60**, 5, 1255-1259.

Klemm D J, P.A. Lewis, F. Fulk et J. M. Lazorchak, 1990. Macroinvertébrate field and laboratory methodes for evatuating the biological integrity of surface waters, cincinnati,ohio, US. Environmental protection agency, office of research and development, environmental monitoring systemes laboratory. EPA 256p

Kondratieff P F et G .M Simmons Jr, 1982. « Nutrient retention and macroinvertébrate comunity structure in a small stream receiving sewage effluent », *Arch. Hydrobiol.* 94 :83-98.

Lyakhove S. M et Jidkov L .F, 1953. A bottom sampler. An apparantus for studying benthic organisms carried down by river currents. *Zool. Zb* ; **32**, 1020-1024 (en russe)

Lamotte M et Bourliere F, 1971. Problèmes d'écologie : L'échantillonnage des peuplements animaux des milieux aquatiques. 59-84p

Lapchin A, 1977. Colonisation des Substrats artificiels par les Ephémères dans des ruisseaux

des rivières de Guynais Française : P 85-107

Lounaci A, 1987. Recherches hydrobiologiques sur les peuplements d'invertébrés benthiques du bassin de l'oued Aissi (grand kabylie. Houari Boumadiene: 133p

Mackay R J, 1992. «Colonization by lotic macroinvertebrates a review of processes and patterns», can.J.Fich Aquat.49:617-628

Mary N, 1999. Caractérisation physico- chimique et biologique des cours d'eau de la nouvelle-Calidonie, proposition d'un indice biologique fonde sur l'étude des macroinvertebes benthiques. Thèse Pour l'obtention du titre de Docteur de l'Université Française du Pacifique : 200p.

Mason W T, J.B. Anderson and G.E. Morrison, 1967. A limestone-filled, artificial substratesampler-float unit for collecting macroinvertebrates in large streams. *Progressive Fish Culturist* **29**: 74.

Mason W T Jr, C.I. Weber, P.A Lewis and E.C. Julian , 1973. Factors affecting the performance of basket and multiplate macroinvertebrate samplers. *Freshwater Biol.* **3**:409-436.

Mathooko J M et Mavuti K M , 1992. Composition and seasonality of benthic invertebrates and drift in the Naro Moru River, Kenya. *Hydrobiologia.* **232**: 47-56.

Meier P G; D.L. Penrose et L.Polak, 1979: the rate of colonization by macro- invrtebrate on artificial substrat samplers. *Freshwater biology ; 9* : 381 -392

McCafferty WP,1981. Aquatic entomology. *Jones & Bartlett publ.* Boston. 448 p.

Minshall G W. et R.C. Petersen Jr, 1985. «Towards à theory of macroinvertébrate community structure in stream ecosystems», *Arch.hydrobiol.*104(1) :49-76.

Micha J C, 1970. « Etude quantitative du benthos d'une riviere de Belgique : L'ourthe Liègeoise ». *Annls.Limnol.* **6** : 255-280.

Mundie J H, 1956. Emergence traps for aquatic insects. *Mitt. Int. Ver. Limnol ; 7*, 1- 13

Nixon S C, Mainstone C P, Iversen T M et al, 1996. The harmonised monitoring and classification of ecological quality of surface waters in the European Union. WRC Report No. CO4150, Medmenton, UK, 293pp.

Olsen L H, Sunssen J et Pederen , 2000 : les petits animaux des lacs et des rivieres. Delachaux et Niestlé S- A, Lausanne (Switzerland). Paris : 224p

Orth, K., A. Thomas. 2005. Les éphémères de la Guyane Française. 11. Clés de détermination illustrées des familles (phases larvaire et adulte) Ephemroptera. *Ephemera.* **5** (2) : 85-94.

Pauw N De, D. Roels et A. P. Fontoura, 1986. Use of artificiel substrates for standardized

sampling of macroinvertebrates in the assessment of water quality by the Belgian Index ; *Hydrobiologia*, 133 (3) : 237- 258.

Pelletier L, 1996. Le bassin de la rivière Saint- Maurice/ les communautés benthiques et l'intégrité biotique du milieu, direction du suivi de l'environnement, Gouvernement du Québec Octobre 2002

Pelletier L et J. St-Onge ,1998. Le bassin de la rivière chaudière : les communautés benthiques et l'intégrité biologique du milieu, dans ministère de l'environnement chaudière : l'état de l'écosystème aquatique - 1996, Québec, Direction des écosystèmes aquatiques, envirodop n° EN980022, Rapport n) EA-12

Pihan J A et Mohati A, 1984 : les peuplements benthique du réseau permanent de l'oued ourika (haut Atlas de Marrakech). *Qualité des eaux. Verh. Internat. Limnol* : 22-2110-2113p

Piscart C, Moreteau J C et Beisel J N, 2006 « Biodiversity and structure of macroinvertebrate communities along a small permanent salinity gradient (Meurthe River, France) », *Journal of the North American Benthological Society* 50p

Raby K B, J.D.Newbold et D.C.Erman , 1978. Effectivités of an artificial substrate for sampling macroinvertebrate in small streams. *Fresh water biology*, 8:1-8

Resh V, H. et J. K. Jackson , 1993. "Rapid assessment approaches to biomonitoring using benthic macroinvertebrates", p. 195-233, dans Rosenberg, D. M. et V. H. Resh (éd.), *Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates*, New York, Chapman and Hall.

Resh V, H et E. P. Mcelravy, 1993 « Contemporary quantitative approaches to biomonitoring using benthic macroinvertebrates », p. 159-194, dans Rosenberg, D. M. et V. H. Resh (éd.), *Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates*, New York,

Robinson C T, G. W. Minshall et S. R. Rushforth , 1990: Seasonal colonisation dynamics of macroinvertebrates in an Idaho stream. *Journal of the North American Benthology Society* 240-248.

Rosenberg D M. and V.H. Resh, 1982. The use of artificial substrates in the study of freshwater benthic macroinvertebrates. Chapter 6, In Cairns, J. Jr. (editor) *Artificial substrates. Ann Arbor Science*, Ann Arbor, 279 p.

Rosenberg D M et Resh V H (Eds.), 1993: *Freshwater biomonitoring and benthic invertebrates*. Chapman and Hall, and New York: 488 p.

Shaw D W and G.W. Minshall, 1980. Colonization of an introduced substrate by stream macroinvertebrates. *Oikos* 34:259-271. Siméon C et Bonnefoy C.J, 1965 Diagnostic de la pollution des eaux par les effluents chimique au moyen des methods hydrobiologique.

Rapport C. E. A; 2751, Centre de Pierrelote.

Seltzer P, 1946. Le climat de l'Algérie, carte H.T institut. Terre et Phys du glob. Univ. Alger. 219P

Slack KV, R.F. Ferreira and R.C. Averett, 1986. Comparison of four artificial substrates and the Ponar grab for benthic invertebrate collection. *Water Res. Bull.* **22**:237-248.

ST-ONGE J et Y. Richard. 1994, 1996. *Les communautés benthiques du bassin de la rivière L'Assomption et l'intégrité des écosystèmes fluviaux*, ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction des écosystèmes aquatiques, envirodoq n° EN940241, rapport n° QE-88, 105 p. et 13 ann.

ST-ONGE J, 1999. « Le bassin de la rivière Yamaska : les communautés benthiques et l'intégrité biotique du milieu, section 5 », dans ministère de l'Environnement (éd.), *Le bassin de la rivière Yamaska : état de l'écosystème aquatique*, Québec, Direction des écosystèmes aquatiques, envirodoq n°EN990224, rapport n°EA-14.

Surber E W, 1937. Rainbow trout and bottom fauna production in one mile of stream. *Trans. Am. Fish. Soc* ; **66**. 193-202.

Tachet M, Bournaud M et Richoux P, 1980. Introduction a l'étude des macroinvertébrés des eaux douces (systematique élémentaire et aperçu écologique). Univ. Lyon1. Ass. Française de Limnologie : 155p.

Tachet H, Richoux P, Bournaud M et Usseglio-Polatera P, 2002. Invertébrés d'eau douce. Systématique, biologie écologie. *CNRS éditions*. 587p.

Tahri H, 2002. Contribution a l'évaluation de la qualité de l'eau de l'oued tafna (moyenne et basse) par l'utilisation de la méthode biologique IBG.Mém. Ing. Inst. Biologie. Univ. Tlemcen : 45p

Taleb A, 2004. Contribution a l'étude du fonctionnement de l'écosystème oued. Rôle du milieu hyporhéique dans l'évolution de la qualité des eaux en aval du barrage de Hammam Boughrara sur la Tafna. Thèse. Doc. Univ. Tlemcen : 104p

Taleb A, Belaidi N Sanchez-Pérez J M, Vervier P, Sauvage S, Gagneur J, 2008. The role of the hyporeics of a semi arid gravel bed stream located downstream of a heavily polluted reservoir (Tafna wadi, Algeria). *River Research and applications* volume 24, Issue2, P 183-196

Townsend C R and A.G. Hildrew, 1976. Field experiments on the drifting, colonization and continuous redistribution of stream benthos. *J. Animal Ecol.* **45**:459-772.

Ulfstrand T, 1977. The invertebrate fauna of streams in over heimdalen. pp 271-276

- Voshell J R et Jr and Simmons, 1977.** An evaluation of artificial substrates for sampling macrobenthos in reservoirs. *Hydrobiologia* **53**:257-269.
- Voshell J R; Jr. R.J. Layton and S.W. Hiner, 1989.** Field techniques for determining the effects of toxic substances on benthic macroinvertebrates in rocky-bottomed streams. In Aquatic toxicology and hazard assessment: U.M. Cowgill and L.R. Williams, *American Society for Testing and Materials*, Philadelphia. **12**:134-155.
- Voshell, J.R., Jr and Simmons. 1977.** An evaluation of artificial substrates for sampling
- Weber C I. (editor), 1973.** Biological field and laboratory methods for measuring the quality of surface waters and effluents. U.S. Environmental Protection Agency, Environmental Monitoring Series, EPA-670/4-73-001. pp. 1-186.
- Williams D D. et H. B. N .Hynes, 1976.** «The recolonization mechanisms of stream benthos», *Oikos* **27** :265-272
- Winterbourn M J, 1985.** “Sampling stream invertebrates”, p. 241-258, dans Pridmore, R. D. et A. B. Cooper (éd.), *Biological monitoring in freshwater : proceedings of seminar*, Hamilton, November 21-23, 1984, Part 2. Water and Soil Miscellaneous Publication n° 83. National Water and Soil Conservation Authority, Wellington, New Zealand.
- Wise D H et M.C.Molles Jr , 1979.** colonization of artificial substrate by stream insectes : influence of substrate size and diversity *hydrobiologia*.**65** :69-74
- Yacoubi- Khebiza M , 1987.** L'étude de la faune hyporhéique de l'oued N'fis et ses affluents au voisinage du barrage Lala Taberboust. Mém. C.E.A.Fac. Sc. Marrakech :70P
- Yule C M et Pearson R G, 1996.** Aseasonality of benthic invertebrates in a tropical stream on Bougainville Island, Papua New Guinea. *Arch. Hydrobiol.* 137p.
- Yule C M, 1995.** Benthic invertebrate fauna of an aseasonal tropical mountain stream
- Yadi H B, 1985** ecologie comparée de trois sources de la région de Tlemcen. Mem.des.inst. Univ. Tlemcen : 44p
- Yadi H B, 1991.** Nature et évolution de la matière minérale et organique dans le bassin de la Tafna (N. W. Algérien). Thèse de magister écologie animale. Univ. Tlemcen : 131p.
- Yannick G, 2004.** Méthodes d'évaluation de l'intégrité biologique du milieu aquatique basées sur les macroinvertébrés benthique- Rapport de stage. Direction du suivi de l'état de l'environnement. p50
- Zar J H, 1984.** Biostatistical analysis. Pentice-Hall Inc ; Englewood Cliff, NJ.718 p
- Zouakh D E , 1995.** Etude des macroinvertébrés et des poissons de l'oued el Harrach et de ses affluents appliquée a l'évaluation de la qualité des eaux. Thèse Magistère. Université de la science et de la technologie. Houari Boumediene 65P.