

Projet Wadi - INCO- CT- 2005 - 015226

Biodiversité et qualité Biologique des bassins versants

Laou & Tahaddart

« Résultats préliminaires »

Janvier 2008



Introduction

Les cours d'eau méditerranéens se caractérisent, généralement, par des fluctuations de leur débit de telle sorte que la majorité ont un régime temporaire. En effet, ces cours d'eaux sont soumis à la fois à des perturbations naturels dues au contraste saisonnier du climat méditerranéen et aux perturbations anthropiques parmi lesquelles on peut citer les rejets urbains et industriels, la dérivation des eaux, l'altération des ripisylves etc... (Prat, 1993). Ainsi, la répartition saisonnière des communautés de macroinvertébrés aquatiques va être très particulière par rapport à la faune aquatique des autres régions planétaires. Pour toutes ces raisons, la méthodologie appliquée, dans d'autres régions, pour évaluer l'état écologique des réseaux hydrographiques ne pourra être utilisées aux cours d'eau méditerranéens.

Le projet Guadalmed a répondu à ce manque et a élaboré une méthodologie qui a été appliquée et testée sur 12 réseaux hydrographiques du versant méditerranéen de la péninsule Ibérique (Bonada *et al* ; 2002). Cette méthodologie est basée sur un protocole rapide d'évaluation de la qualité écologique (PREQE) des cours d'eau, permettant d'identifier l'état de santé écologique des eaux de manière simple de telle façon qu'elle pourra être facilement utilisé par les gestionnaires.

La position géographique du Maroc dans la rive sud de la Méditerranée, fait que sa partie nord compte plus de 12 réseaux hydrographiques à régime méditerranéen. Parmi ces cours d'eau, le bassin versant Laou constitue l'un des hydrosystèmes les plus importants du domaine rifain dont la typologie, la qualité biologique des eaux de ce bassin ont été étudiées dans le cadre du projet MEDCOR (El Alami et al., 2006). Dans le cadre du projet WADI, ce travail sera complété par une étude exhaustive de l'état écologique de ce bassin versant. En plus, un autre bassin versant cette fois ci atlantique sera également étudié, afin de tester la méthodologie sur un bassin versant appartenant au domaine atlantique.

Dans ce travail, on propose d'appliquer la méthodologie Guadalmed qui a déjà été testé avec succès sur les cours d'eau méditerranéen de la péninsule Ibérique. L'état écologique des deux bassins versant Laou et Tahaddart est évalué en se basant sur des critères écosystémiques (macroinvertébrés, macrophytes, ripisylves).

Ainsi, notre étude comprend deux volets :

-Le premier volet s'intéresse à l'évaluation de l'intégrité écologique du Laou (Méthodologie Guadalmed). Ce volet sera réalisé en collaboration avec **l'Agence des Bassins**

du Loukous. Les résultats du projet Wadi pourront être tester sur d'autres bassins versant marocains afin de normaliser la méthodologie appliquée dans ce travail à une échelle nationale, en espérant que celle-ci soit adoptée par les gestionnaires comme moyen de suivi de l'état écologique des cours d'eau marocains.

-Le deuxième volet concerne l'évaluation de l'état de la biodiversité aquatique

1. Evaluation de la qualité biologique des bassins versant Laou et Tahaddart

1.1 Matériel & Méthodes

1.1.1. Choix des stations

Pour atteindre les objectifs susmentionnés, le choix des stations retenues pour ce travail a été réalisé à la base des critères suivants :

- L'accessibilité des stations,
- Répartition sur l'ensemble des réseaux hydrographiques afin de couvrir les différents habitats types représentés dans la région ;
- Localisation en amont et en aval des différentes sources potentielles de pollution.

En suivant ces critères, 16 stations dans le bassin versant Laou et 12 dans le bassin versant Tahaddart ont été retenues et prospectées de manière saisonnières (Figs. 1 et 2) .

1.1.2. Caractérisation des stations d'étude.

Durant chaque campagne de prospection, une description détaillée de chacune des stations prospectées est faite afin de les caractériser et de relever les différents impacts auxquels, elles sont soumises. Les descriptions sur le terrain sont relevées pour chaque station dans une fiche de terrain (Tableau 1).

Ainsi chaque station est caractérisée par :

Les paramètres morphologiques : largeur, altitude, pente

Le substrat minéral. Plusieurs catégories sont distinguées selon le diamètre moyen des éléments qui les composent : limons, sables, gravier, galets et blocs. L'importance relative de chacun de ces composants minéraux est estimée par son pourcentage de recouvrement des surfaces en eau. Ces pourcentages sont estimés par observation directe à l'échelle de la station.

La végétation aquatique. Les catégories distinguées sont : les macrophytes, les algues, les mousses et les débris en décomposition. Leur importance au niveau d'une station est exprimée, là aussi, par leur pourcentage de recouvrement des zones en eau. Nous avons également considéré la manière de leur répartition dans le milieu aquatique, laquelle a été classée en trois catégories : immergées, émergées et flottantes.

La vitesse du courant : Bien connue pour son action sélective sur les peuplements, elle est quantifiée par une valeur moyenne au niveau d'une station. Des zones de vitesse d'écoulement différentes sont repérées, puis des mesures sont effectuées en nombres plus ou moins proportionnels à l'étendue de ces zones. Les valeurs de vitesse du courant ont été classées en 5 catégories selon la classification de Berg (Arrignon, 1984) : courant très lent : 10 cm/s ; courant lent : $10 < v < 25 \text{ cm/s}$; courant moyen : $25 < v < 50 \text{ cm/s}$; courant rapide : $50 < v < 100 \text{ cm/s}$; courant très rapide : $> \text{ ou } = \text{ à } 100 \text{ cm/s}$.

Les paramètres physico-chimiques et bactériologiques de l'eau : La température, le pH, la conductivité et l'oxygène dissout sont mesurés *in situ* à l'aide d'appareils spécialisés. Parallèlement, pour chaque station un échantillon d'eau est prélevé et transporté au laboratoire dans un réfrigérateur. Les paramètres analysés au laboratoire sont : la dureté calcique, la dureté magnésienne, la dureté totale, les chlorures, les nitrites, les nitrates, l'ammonium, la turbidité et les analyses bactériologiques (Coliformes totaux, Coliformes fécaux, Streptocoques fécaux).

Le tableau 2 résume les différentes techniques utilisées pour mesurer les paramètres ci-dessus.

Paramètres relatifs aux types de menaces (tableau 8):

Les types de menace se résument surtout dans les activités humaines ayant un effet négatif sur les espèces, sans oublier l'intervention de certains facteurs naturels. Pour évaluer l'état de santé de chaque station nous avons octroyé les numéros :

1 : lorsque le type de menace est présent dans la station

0 : lorsque le type de menace est absent de la station

La somme de ces chiffres donne une valeur approximative qui va nous renseigner sur l'état du cours d'eau considéré et sur le degré de menace qui guette les espèces qui le peuplent.

◆ Facteurs naturels

L'abondance et la violence des précipitations des cours d'eau rifains alliées au relief accidenté caractérisé par de fortes pentes, favorisent le ruissellement limitant ainsi les réserves d'eau souterraines (Programme d'Action National de Lutte contre la Désertification, 2001). En effet, le régime des cours d'eau rifains est irrégulier et se caractérise par des crues sévères et des débits d'étiage faibles ou nuls.

De même, l'aridité du climat est l'une des contraintes naturelles qui agit directement sur la biodiversité de la région. En effet, Le secteur IV se caractérise par la faiblesse des précipitations et la sécheresse qui était très accentuée durant cette dernière année.

Par conséquent, les menaces naturelles sont de 3 types :

- Sécheresse
- Inondations/crués
- Eutrophisation

◆ **Facteurs humains**

En effet, dans le bassin versant Laou, ce sont les perturbations hydrologiques qui agissent d'une façon néfaste sur la biodiversité des macroinvertébrés benthiques telles que l'agriculture, les activités polluantes et l'infrastructure routière.

Dans ce travail, 7 types de menaces ont été définis :

◆ **Activité agricole**

- Labourage
- Fertilisation

◆ **Détournement de cours d'eau**

- Irrigation
- canalisation, captages
- détournement de cours d'eau
- Pompes superficiels (et dans la nappe)

◆ **Abreuvement de bétails et piétinements**

◆ **Urbanisation et infrastructure**

- Urbanisation, habitations humaines
- Infrastructure routière
- Infrastructure de tourisme (auberge/sentier)

◆ **Barrages et endiguement**

◆ **Activité polluante.**

1.1.3. Cartographie de la qualité biologique des eaux :

Parallèlement aux analyses physico chimique, la qualité biologique des réseaux hydrographiques Laou et Tahaddart, est évaluée à partir de l'indice biotique IBMWP.

| État écologique | Qualité des eaux | IBMWP | Couleur |
|-----------------|---|--------|---------|
| Très bon | Bonne: Eau non polluée ou non altérée de manière sensible | >101 | Bleue |
| Bon | Acceptable: trace de certains effets de pollution | 61-100 | vert |
| Acceptable | Douteuse: Eau polluée | 36-60 | Jaune |
| Déficient | Critique : Eau très polluée | 16-35 | Orange |
| Mauvais | Très critique: Eau fortement pollué | <15 | Rouge |

1.1.4. Techniques d'échantillonnages

Une procédure de capture spécifique a été adoptée selon qu'il s'agisse du faciès lotique ou lénitique (Bonada et al., 2002) .

1.2. Résultats

1.2.1. Caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques

1.2.1.1. Oued Laou

Conductivité (Fig. 3). Les valeurs les plus faibles ont été relevées dans le haut Laou, à Jbel El khizana (38 et 85,8 $\mu\text{s}/\text{cm}$) et les plus élevées dans les stations du bas Laou, entre 697 et 730 $\mu\text{s}/\text{cm}$. Le reste des stations présentent des eaux peu minéralisées.

Oxygène dissous (Fig. 4). Les eaux du bassin versant Laou présentent des eaux avec une teneur en oxygène dissout variant entre 1 et 15 mg/l. Les valeurs les plus élevées ont été relevées au printemps et les eaux les mieux oxygénées sont celles de l'oued Laou 2^{ème} pont.

Turbidités (Fig. 5). Les eaux les plus turbides sont celles de l'oued Talamebote, et celles du bas Laou variant entre 16.51 et 35, 54 NTU. Les eaux les plus limpides sont celles du haut Laou avec moins de 2 NTU: Maggo, Khizana, Kalaa, Ras El Ma etc.

Dureté calcique (Fig. 6). Les valeurs les plus faibles sont celles relevées dans l'oued Ouara (Khizana) (0,8 mg/l) et Ikajiouene (29, 66 mg/l). Le reste des stations ont présentées des valeurs comprises entre (200 et 400 mg/l). Toutefois certaines stations ont enregistrées des valeurs plus élevées, comme affluent Ras el Ma (510 mg/l), Maggo (679,8 mg/l), et Ras el Ma (987,6 mg/l).

Dureté totale (Fig. 7). La majorité des stations ont présenté des valeurs variant entre 7,72 meq/l et 34, 24 meq/l, toutefois, les valeurs les plus faibles ont été relevées à l'oued Ouara Khizana (1, 16 meq/l) et Ikajiouene (1, 88 meq/l) alors que les plus élevées ont été enregistrées à Laou Tizgharine (54,52 meq/l) et Maggo village (45, 52 meq/l).

Chlorures (Fig. 8). Les eaux les moins chargées en chlorures sont celles du haut Laou avec moins de 5 mg/l, celles des oueds Pont Jebha et Boumarouil sont les plus riches en chlorures (25,52 et 48,55 mg/l respectivement). Le reste des stations maintiennent des valeurs moins de 20 mg/l durant les trois saisons.

Nitrates NH₄⁺ (Fig. 9). L'ensemble des stations présentent des valeurs inférieurs à 10 mg/l, les valeurs les plus élevées ont été relevées dans les oueds Laou 2^{ème} pont (33,95 mg/l) et Boumarouil (21,75 mg/l).

Nitrites NO₂⁻ (Fig. 10). L'ensemble des stations présentent des valeurs oscillant entre 7 et 10,43 mg/l, les valeurs les plus élevées ont été relevées dans les oueds Laou pont Jebha (85,74 mg/l) et Boumarouil (36,57 mg/l).

Ammonium NO₃⁻ (Fig. 11). Les valeurs les plus élevées ont été enregistrées au niveau de l'oued Ouara Ikajiouene (117,6 mg/l), Affluent Ras ell Ma (106,4 mg/l) et oued Tassikisti (85 mg/l), alors que les moins élevées ont été relevées au printemps dans le reste des stations (ne dépassant pas 9 mg/l).

Sulfates (Fig. 12). La majorité des valeurs enregistrées pour ce facteur oscillent entre (200 et 800 mg/l).

Les valeurs les plus élevées ont été enregistré dans le bas Laou (entre 1000 et 3344 mg/l), alors que les plus faibles ont été relevées dans le haut Laou à Maggo et Al Khizana moins de 150 mg/l.

Les coliformes totaux (100 ml d'échantillon) (Fig. 13). La majorité des stations présentent des valeurs oscillant entre 120 et 400, toutefois, La valeur la plus faible a été enregistrée l'oued Kalaa (16). Les valeurs les plus élevées ont été relevées en été, à l'oued Laou 2^{ème} pont (30 000), et l'oued Laou pont Jebha (12000).

Les coliformes fécaux 100 ml d'échantillon (100 ml d'échantillon) (Fig. 14). Les valeurs les plus élevées ont été relevées en été, à l'oued Laou 2^{ème} pont (1000), et Maggo village en

automne (840). Aucune trace de ce paramètre n'a été relevée à Maggo nord village, Ouara Khizana, Moulay Bouchta, Boumarouil, Afertane et Tassikisti. Le reste des stations ont présenté des taux entre 12 et 200

Les streptocoques fécaux (Fig. 15). Les valeurs les plus élevées ont été enregistrées au niveau des oueds : Laou pont Jebha (172), Talembote et Ouara Ikajioune (144) respectivement. Des valeurs nulles ou inférieures à 12 de ce paramètre ont été relevées à Maggo nord village, Ouara Khizana, Moulay Bouchta, Boumarouil, Afertane et Tassikisti, Laou^{2ème} pont, Talembote, Kalaa.

1. 2. 2. 1. Oued Tahaddart

Conductivité (Fig. 16). Les eaux du bassin versant Tahaddart sont plus minéralisées que celles de l'oued Laou, la majorité des stations présentent des eaux avec un taux de minéralisation variant entre 428 à 1200 $\mu\text{s}/\text{cm}$, à l'exception l'oued el Mharhar qui a présenté une valeur en marge de cet intervalle (5910 $\mu\text{s}/\text{cm}$). Toutefois, des valeurs plus faibles ont été relevées à l'oued el Kholj, El Kebir et el Hachef (259, 321 et 327 $\mu\text{s}/\text{cm}$).

Oxygène dissous (Fig. 17). La majorité des valeurs oscillent entre 6,4 et 10 mg/l, les plus hauts teneurs ont été enregistrés dans les oueds Hmatoune (17,97 mg/l), Jbel el Hbib (16, 13 mg/l) et Chemaa (14, 57 mg/l), alors que les valeurs les plus faibles correspondent aux oueds El Kebir (2,63 mg/l) et Sghir (3, 28 mg/l).

Turbidité (Fig. 18). Les eaux les plus turbides sont celles des oueds Mharhar, Chemaa, El Hachef, et El Kebir, avec des teneurs respectivement de 316,6 ; 200,6 ; 191 ; 185,1 NTU. Les eaux les plus limpides sont celles de l'oued el Kholj avec moins de 4 NTU.

Dureté calcique (Fig. 19). Les valeurs les plus faibles sont celles relevées dans l'oued El Kholj (113,8 mg/l). Le reste des stations ont présentées des valeurs comprises entre (240 et 750 mg/l), toutefois certaines stations comme Ouljat Ecchat et el Mharhar ont enregistrées des valeurs plus élevées, dépassant les 4000 mg/l.

Dureté totale (Fig. 20). La majorité des stations ont présenté des valeurs variant entre 10 meq/l et 55 meq/l, alors qu'une valeur supérieure à 200 meq/l a été enregistrée à Mharhar.

Chlorures (Fig. 21). La majorité des stations présentent des valeurs oscillant entre 40 et 300 mg/l. Les eaux les moins chargées en chlorures sont celles de l'oued el Kebir (34, 74 mg/l), alors que la valeur la plus élevée a été relevée à l'oued Mharhar (668,59 mg/l).

Nitrates NH_4^+ (Fig. 22). La valeur la plus élevée a été relevée à l'oued Jbel el Hbib (176, 4 mg/l). La majorité des stations ont présentées des teneurs faibles en Nitrates 2, 73 mg/l, le reste des valeurs varient entre 6 et 15 et ce essentiellement en été.

Nitrites NO₂- (Fig. 23). Au printemps les valeurs des nitrites dans l'ensemble des stations n'ont pas dépassées les 0, 25 mg/l. En été et en Hiver la majorité de stations ont enregistré des valeurs oscillant entre 7 et 10 mg/l. Les valeurs maximales ont été relevées aux oueds Mharhar (17, 24 mg/l), Chemaa, (15, 86 mg/l) et l'Aasel (14, 2 mg/l).

Ammonium NO₃- (Fig. 24). Les valeurs les plus élevées ont été enregistrées au niveau de l'oued Mharhar (151,9 mg/l), Sghir (149,9 mg/l) et oued Aïn el Asel (101,1 mg/l), alors que les moins élevées oscillent entre 0 et 32, 47 mg/l) au printemps.

Sulfates (Fig. 25). Les valeurs les plus élevées ont été enregistrées dans les oueds Mharhar et Sghir (2000 mg/l), alors que les plus faibles ont été relevées dans l'oued el Kholj (344 mg/l).

Les coliformes totaux (100 ml d'échantillon) (Fig. 26). La majorité des stations présentent des valeurs oscillant entre 168 et 444, toutefois, la valeur la plus faible a été enregistrée à l'oued El Kholj (8). Les valeurs les plus élevées ont été relevées dans les oueds Jbel Hbib (7800), Chemaa (2176), Sghir (1776) et Ankouda (984).

Les coliformes fécaux 100 ml d'échantillon (Fig. 27). Les valeurs les plus élevées ont été relevées en été, dépassant les 1000 (l'oued Sghir, Haricha, Jbel Hbib). Aucune trace de ce paramètre n'a été relevée à Ouljat Ecchat, El Hachef et El Kholj. Le reste des stations ont présenté des taux entre 8 et 488.

Les streptocoques fécaux (Fig. 28). La valeur la plus élevée a été enregistrée à Aïn el Assel (144). Des valeurs nulles ou inférieures à 72 de ce paramètre ont été relevées dans le reste des stations.

1.2.2. Qualité Biologique

1.2.2.1. Oued Laou

Campagne printemps 2007. Les résultats obtenus sont représentés dans la figure 29

Les stations situées dans le Haut Laou (Maggo et Khizana) en plus des oueds Kalaa, Boumarouil et My Bouchta, présentent des eaux de bonne qualité. Malgré que certaines d'entre elles sont soumises à certains impacts Tableau (8), le renouvellement continu des eaux et le maintien d'un débit écologique adéquat ont permis le maintien d'un bon état écologique de ces cours d'eau. Les stations ARM, RM, L5, L3 et TA présentent des eaux avec une qualité acceptable, indiquant la présence d'une altération. En effet, plusieurs impacts ont été relevés au niveau de ces stations (tableau 8), notamment ceux d'origine organique, dérivant de l'agriculture, du pâturage etc. En outre, la source Ras el Ma reçoit en plus les rejets excessifs des détergents utilisés pour le lavage des vêtements, activité très fréquente au niveau de la source.

Les deux stations de l'oued Laou, situés sur les deux points d'accès à la ville de Chefchaouen (L1 et L2) en plus de celle située près du village Tizgharine présentent des eaux d'une qualité douteuse indiquant des eaux polluées. Le lessivage de la route, le pâturage et les rejets diffus constituent la source essentielle de pollution de ces points d'eau.

| Code | Station | Valeur IBMPW | Qualité | Couleur |
|------|------------------------|-----------------|------------|---------|
| M1 | Maggo Nord Village | 111 | Bonne | Bleue |
| M2 | Maggo Village | 166 | Bonne | Bleue |
| O1 | Ouara Khizana | 104 | Bonne | Bleue |
| O2 | Ouara Ikadjiouène | 130 | Bonne | Bleue |
| L1 | Laou 1er Pont | 59 | Douteuse | Jaune |
| ARM | Affluent Ras el Ma | 84 | Acceptable | Verte |
| RM | Ras el Ma | 91 | Acceptable | Verte |
| L2 | Laou 2ème Pont | 55 | Douteuse | Jaune |
| MB | My Bouchta (D.Akobae) | 133 | Bonne | Bleue |
| BM | Boumarouil (Aïn Hamra) | 164 | Bonne | Bleue |
| L5 | Laou pont Jebha | 97 | Acceptable | Verte |
| L4 | Laou Tizgharine | 50 | Douteuse | Jaune |
| TS | Tassikesté | 107 | Bonne | Bleue |
| L3 | Laou Afertane | 86 | Acceptable | Verte |
| KE | Kelàa Akchour | 230 | Bonne | Bleue |
| TA | Talembote | 81 | Acceptable | Verte |

Compagne été 2007. Avec le débit d'étiage, 30% des stations se sont asséchés. Pour les autres stations, à l'exception de l'oued Laou 2^{ème} pont qui a présenté des eaux d'une qualité critique avec des signes de fortes pollution, le reste des stations présentent une qualité bonne à acceptable (Fig. 30).

| Code | Station | Valeur IBMPW | Qualité | Couleur |
|------|------------------------|-----------------|------------|---------|
| M1 | Maggo Nord Village | 106 | Bonne | Bleue |
| M2 | Maggo Village | 155 | Bonne | Bleue |
| O1 | Ouara Khizana | sec | | |
| O2 | Ouara Ikadjiouène | 98 | Acceptable | Verte |
| L1 | Laou 1er Pont | 78 | Acceptable | Verte |
| ARM | Affluent Ras el Ma | sec | | |
| RM | Ras el Ma | 68 | Acceptable | Verte |
| L2 | Laou 2ème Pont | 20 | Déficiente | Orange |
| MB | My Bouchta (D.Akobae) | sec | | |
| BM | Boumarouil (Aïn Hamra) | sec | | |
| L5 | Laou pont Jebha | 63 | Acceptable | Verte |
| L4 | Laou Tizrharine | 95 | Acceptable | Verte |
| TS | Tassikesté | sec | | |
| L3 | Laou Afertane | 61 | Acceptable | Verte |
| KE | Kelàa Akchour | 132 | Bonne | Bleue |
| TA | Talembote | 111 | Bonne | Bleue |

1.2.2.1. Oued Tahaddart

Campagne printemps 2007. Les résultats obtenus sont représentés dans la figure 31.

La campagne printanière a révélée que les eaux du bassin versant Tahaddart présentent une qualité bonne à acceptable à l'exception des oueds Hachef et Mharhar. Le premier, présente des eaux d'une qualité critique indiquant des eaux très polluées, alors que le deuxième présente un substrat de limon vaseux inondable rendant difficile d'une part les prospections et d'autres part la colonisation des macroinvertébrés par manques de microhabitats en mesure de les accueillir.

| Code | Station | Valeur IBMPW | Qualité | Couleur |
|------|-------------|-----------------|------------|---------|
| AA | Ain Laâsel | 138 | Bonne | Bleue |
| OC | Ouljat Chat | 110 | Bonne | Bleue |
| HC | Hachef | 27 | Déficiente | Orange |
| AN | Ankouda | 115 | Bonne | Bleue |
| EK | El Kholj | 87 | Acceptable | Verte |
| MA | Mharhar | | | |
| SG | Sghir | 99 | Acceptable | Bleue |
| CH | Chemâa | 133 | Bonne | Bleue |
| EK | El kebir | 91 | Acceptable | Verte |
| JL | Jbel Lehbib | 90 | Acceptable | Verte |
| HM | Hmâtoûne | 81 | Acceptable | Verte |
| HA | Haricha | 148 | Bonne | Bleue |

Campagne été 2007. (Fig. 32)

Dans la saison estivale, 60 % des stations se sont asséchées, et des quatre stations qui étaient en eau, les oueds El Kebir et Sghir ont assisté à une amélioration de la qualité de leur eau, en passant de la qualité acceptable à bonne. La diminution de leur débit a permis le repérage d'autres taxons ce qui a augmenté la valeur de l'indice.

| N° | Station | Valeur IBMPW | Qualité | Couleur |
|----|-------------|-----------------|------------|---------|
| AA | Ain Laâsel | sec | | |
| OC | Ouljat Chat | sec | | |
| HC | Hachef | 33 | Déficiente | Orange |
| AN | Ankouda | sec | | |
| EK | El Kholj | 57 | Douteuse | Jaune |
| MA | Mharhar | | | |
| SG | Sghir | 105 | Bonne | Bleue |
| CH | Chemâa | sec | | |
| EK | El kebir | 114 | Bonne | bleue |
| JL | Jbel Lehbib | sec | | |
| HM | Hmâtoûne | sec | | |
| HA | Haricha | sec | | |

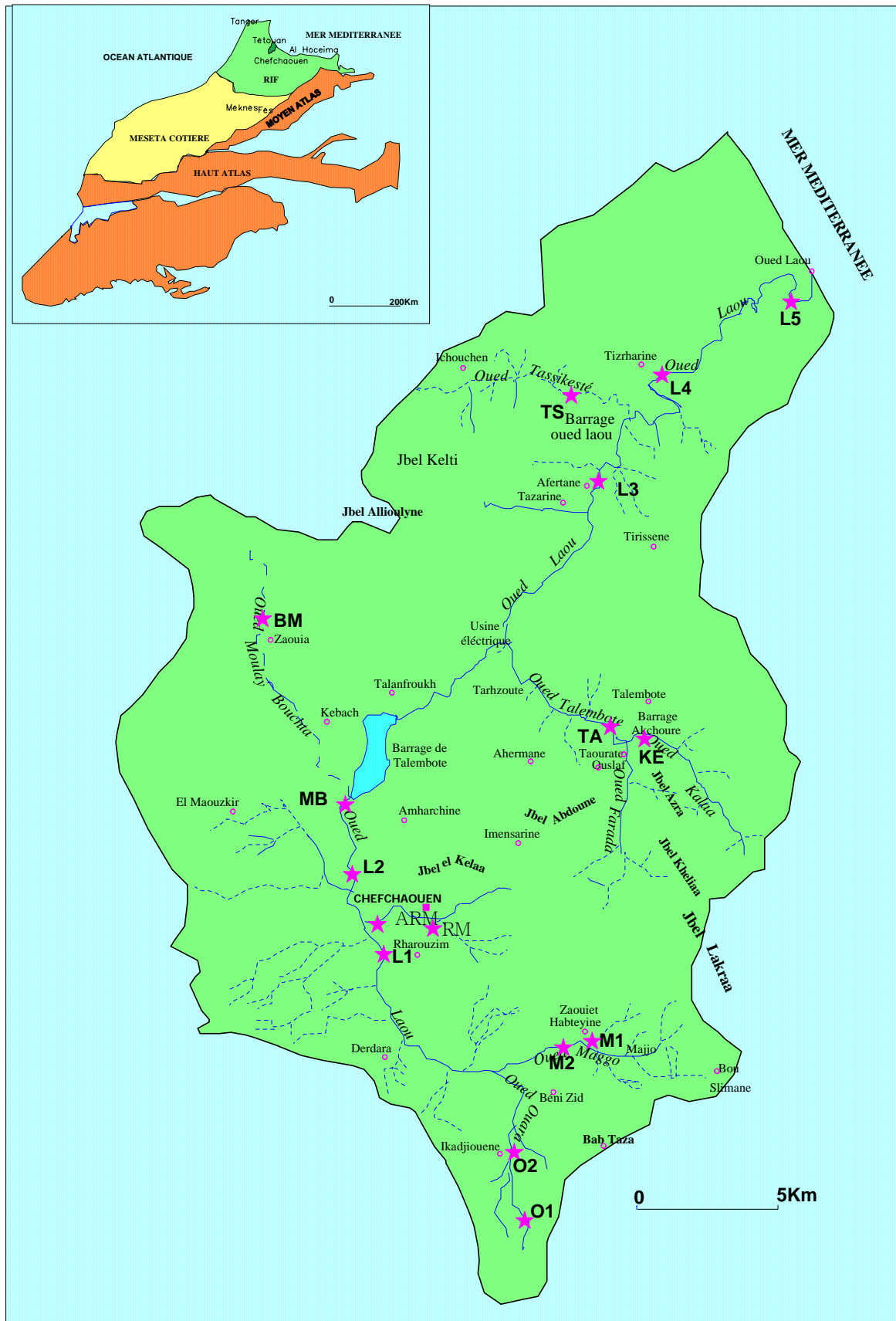
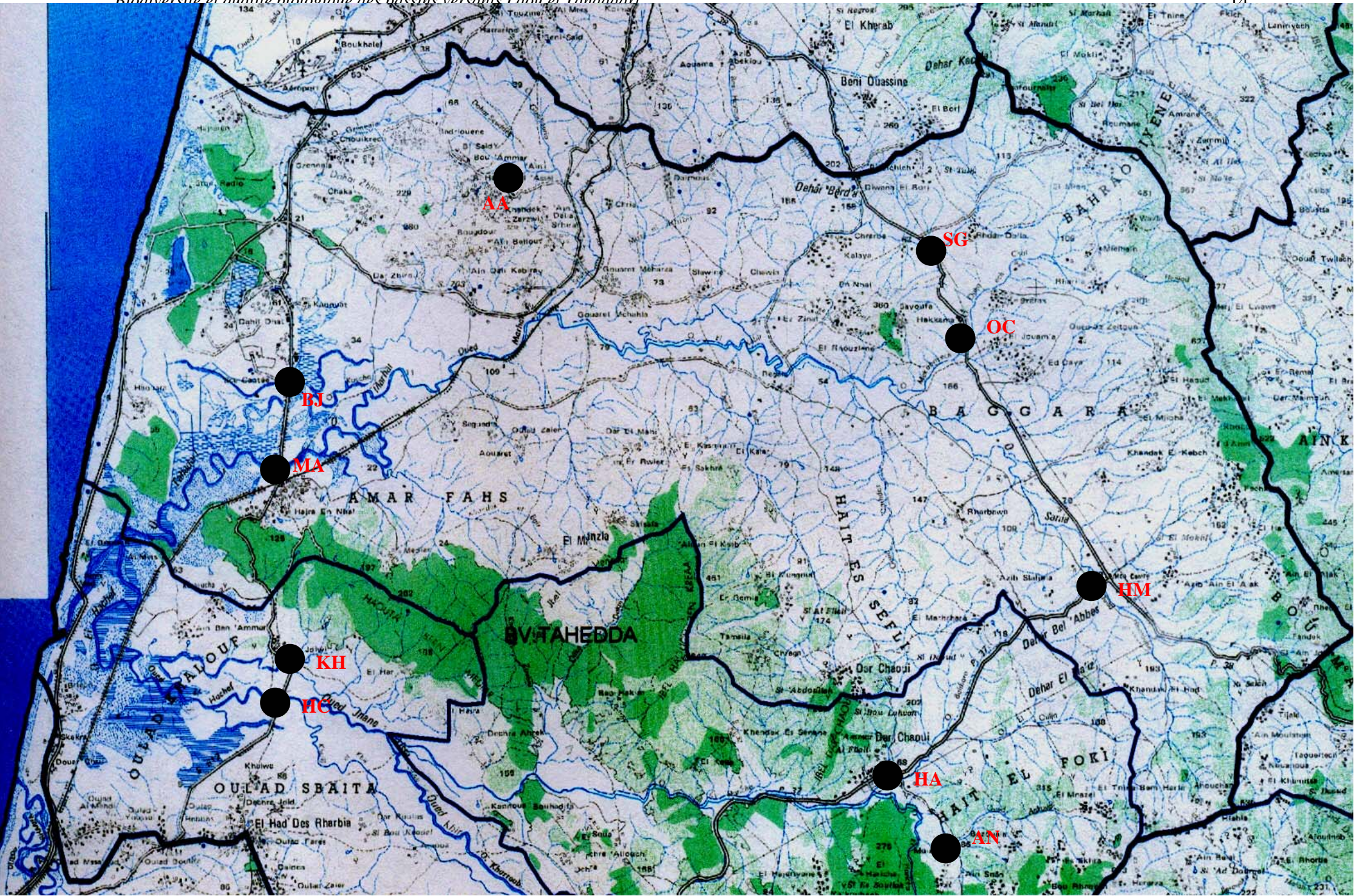


Figure 1. Localisation des stations du bassin versant Laou



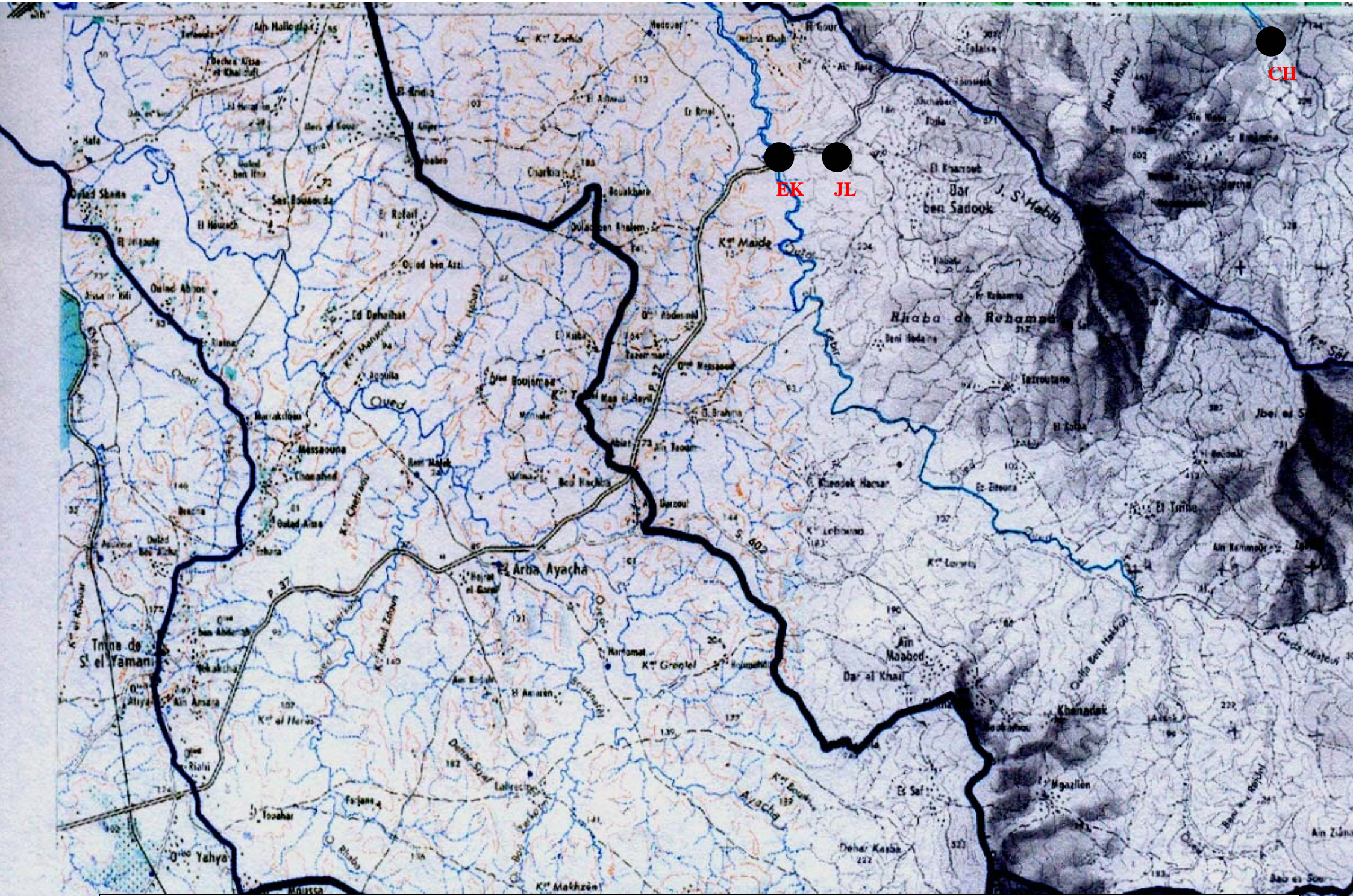


Figure 2. Localisation des stations du bassin versant Tahaddart

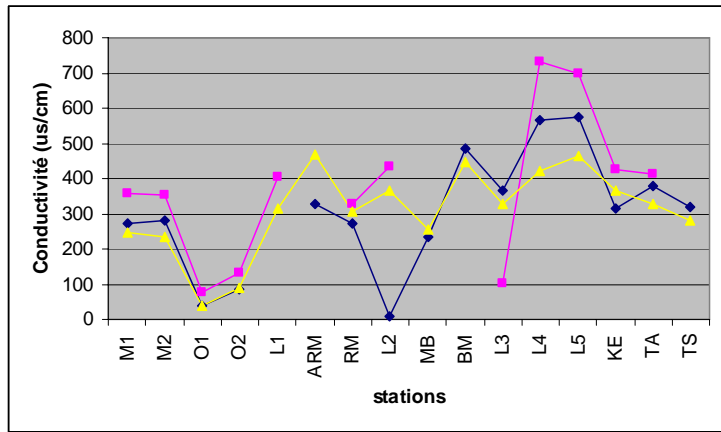


Figure 3 Variation saisonnière de la conductivité des stations du bassin versant Laou

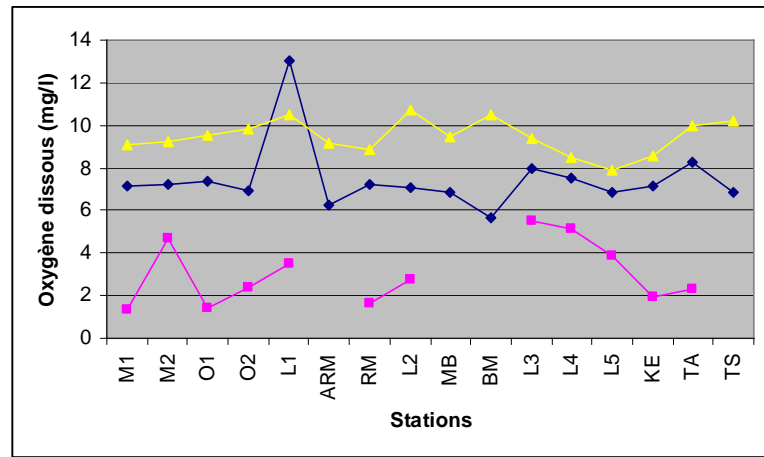


Figure 4 Variation saisonnière de l'oxygène des stations du bassin versant Laou

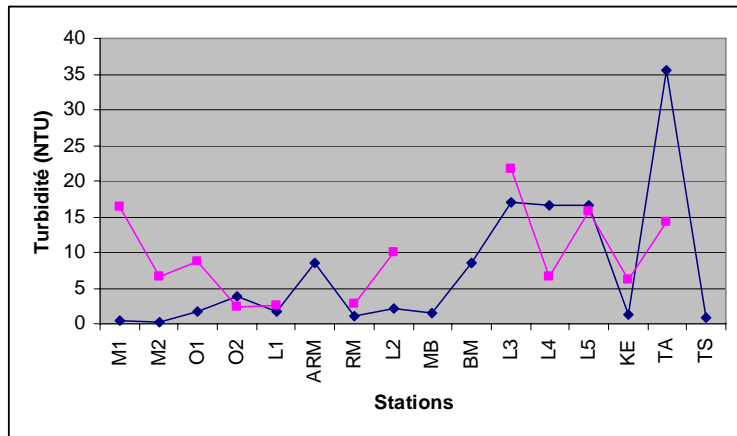


Figure 5. Variation saisonnière de la Turbidité des stations du bassin versant Laou

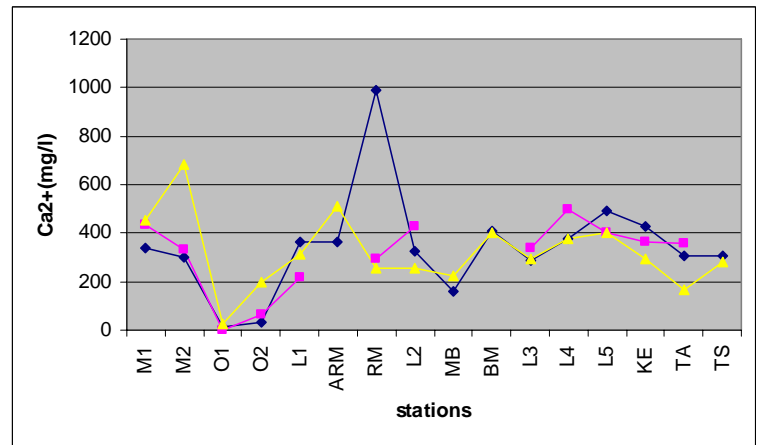


Figure 6. Variation saisonnière du Calcium des stations du bassin versant Laou

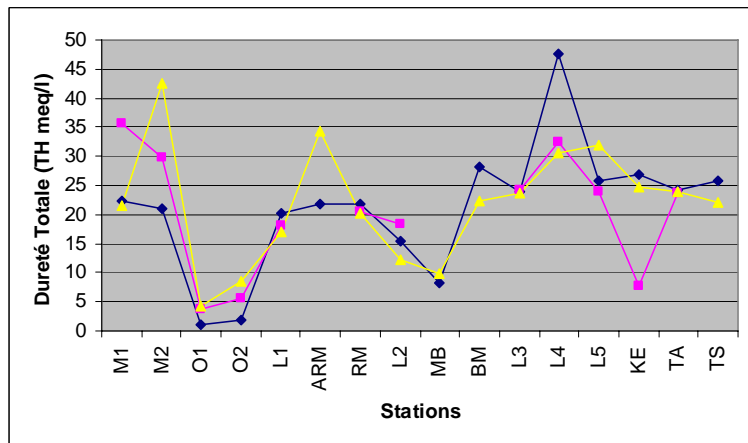


Figure 7. Variation saisonnière de la dureté Totale des stations du bassin versant Laou

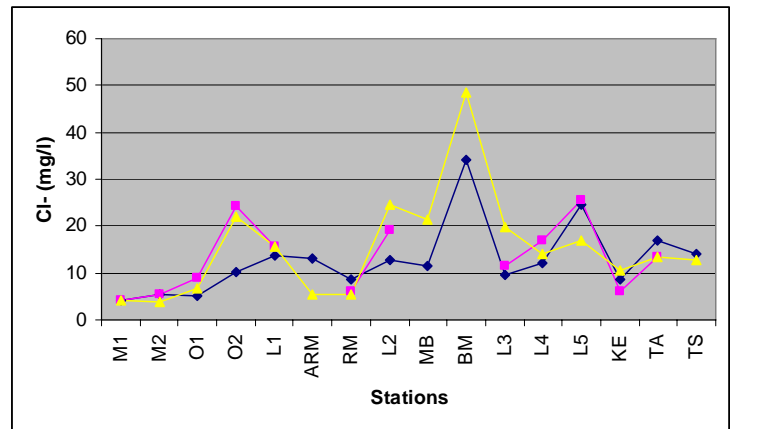


Figure 8. Variation saisonnière des chlorures des stations du bassin versant Laou

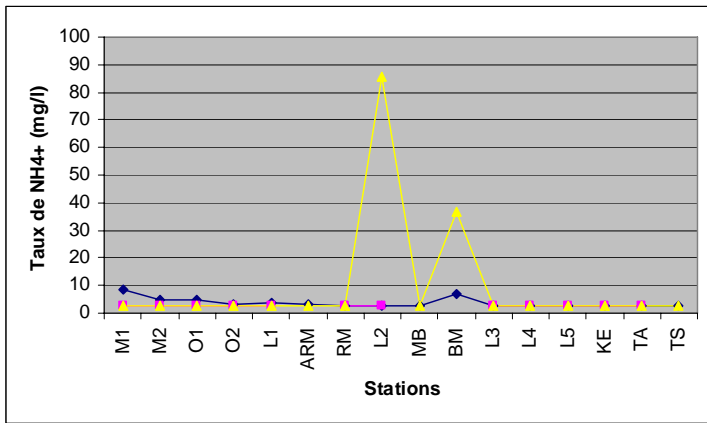


Figure 9. Variation saisonnière des Nitrates des stations du bassin versant Laou

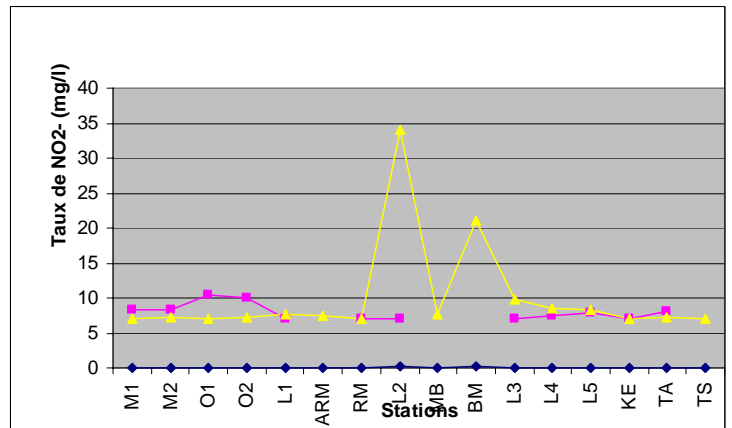


Figure 10. Variation saisonnière des Nitrites des stations du bassin versant Laou

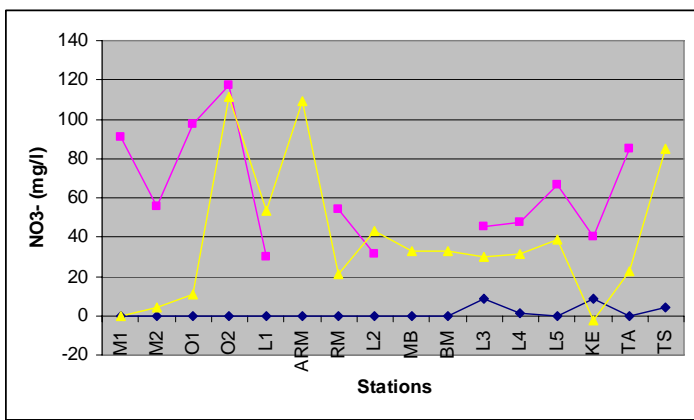


Figure 11. Variation saisonnière d'ammonium des stations du bassin versant Laou

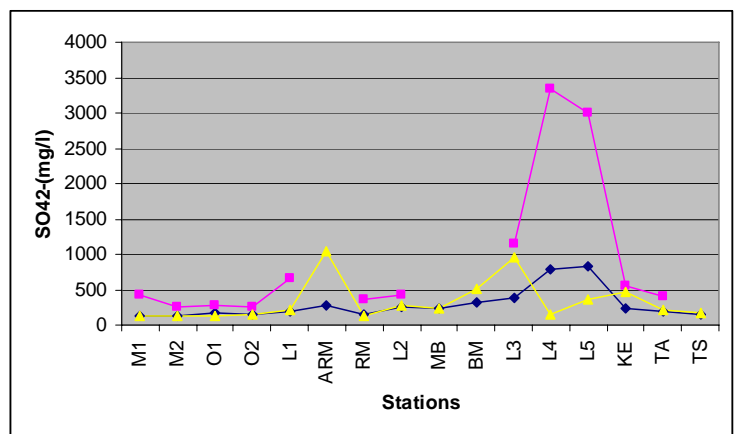


Figure 12. Variation saisonnière des sulfates des stations du bassin versant Laou

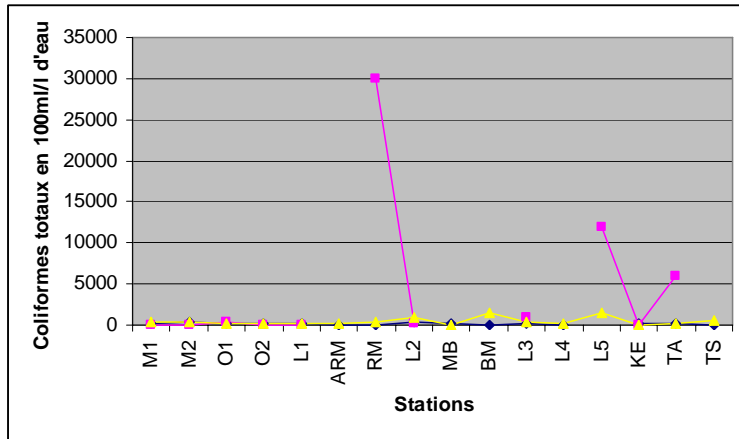


Figure 13. Variation saisonnière des Coliformes totaux des stations du bassin versant Laou

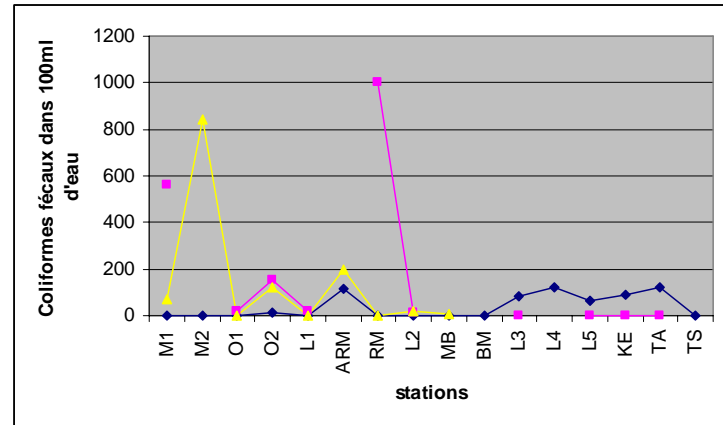


Figure 14. Variation saisonnière des Coliformes fécaux des stations du bassin versant Laou

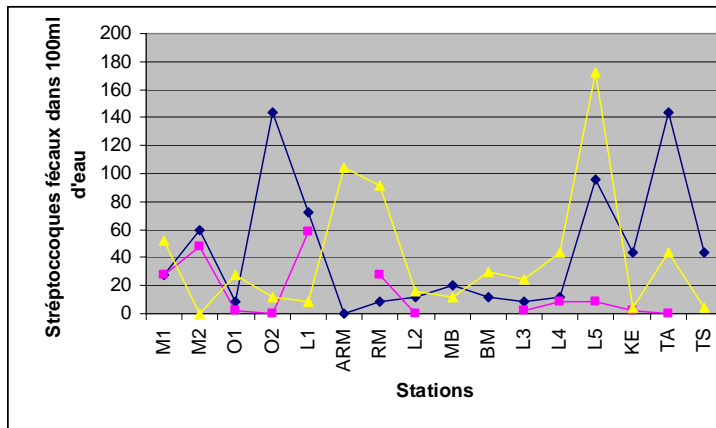


Figure 15. Variation saisonnière des Streptocoques fécaux des stations du bassin versant Laou

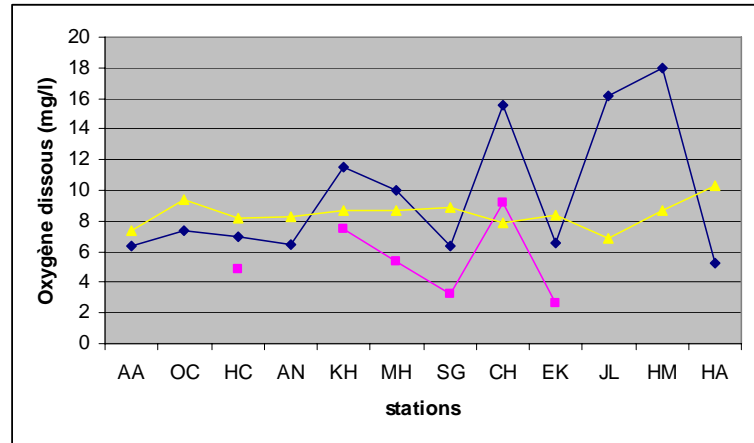
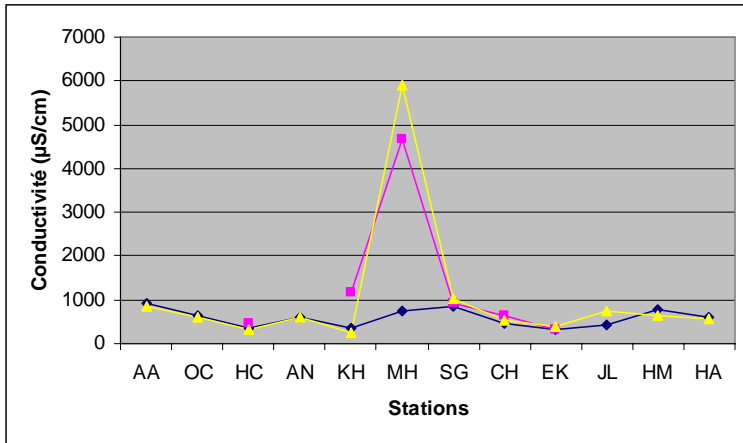


Figure 16 Variation saisonnière de la conductivité des stations du bassin versant Tahaddart

Figure 17 Variation saisonnière de l'oxygène des stations du bassin versant Tahaddart

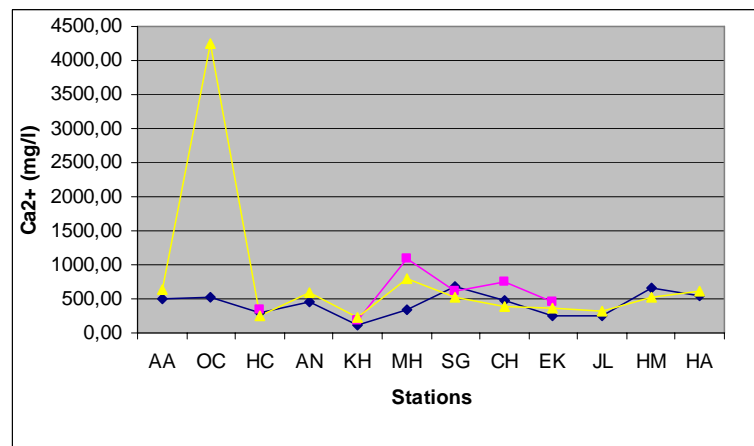
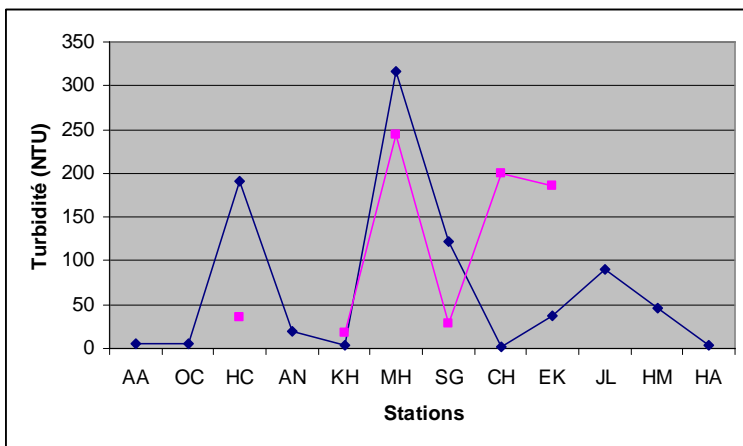


Figure 18. Variation saisonnière de la turbidité au niveau des stations du bassin versant Tahaddart

Figure 19 Variation saisonnière du Calcium au niveau des stations du bassin versant Tahaddart

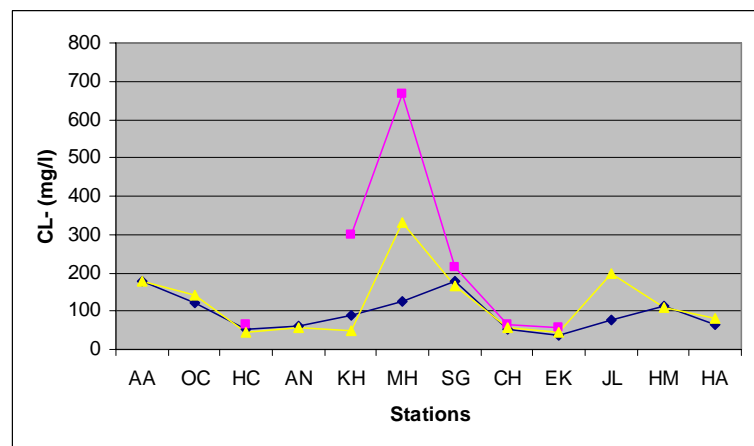
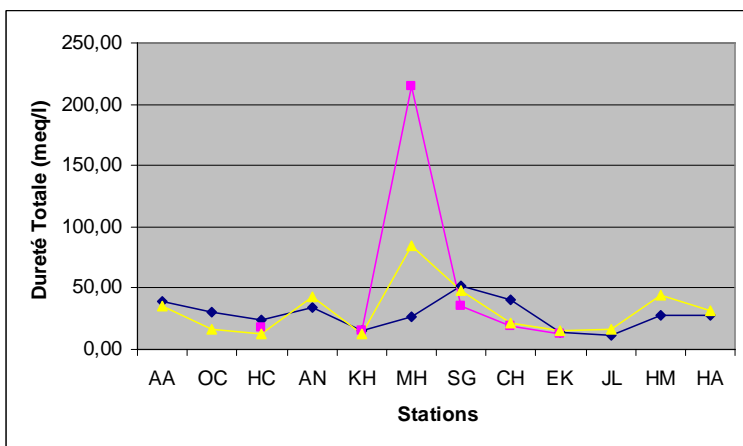


Figure 20 Variation saisonnière de la dureté totale des stations du bassin versant Tahaddart

Figure 21 Variation saisonnière des chlorures des stations du bassin versant Tahaddart

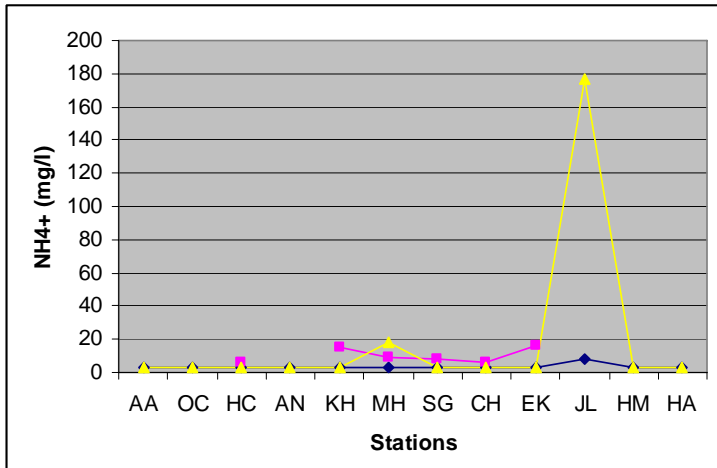


Figure 22. Variation saisonnière des Nitrates des stations du bassin versant Tahaddart

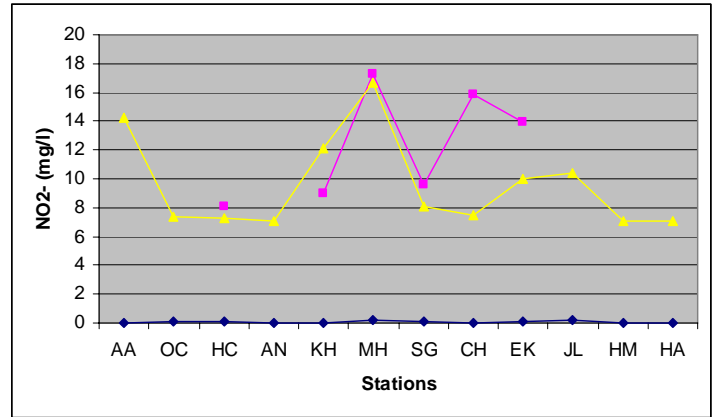


Figure 23. Variation saisonnière des Nitrites des stations du bassin versant Tahaddart

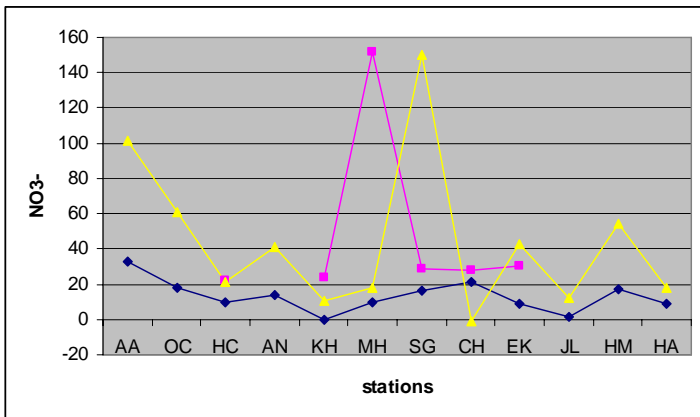


Figure 24. Variation saisonnière de l'ammonium des stations du bassin versant Tahaddart

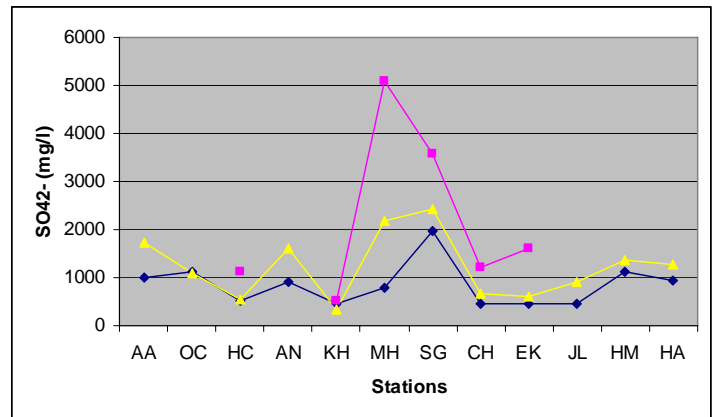


Figure 25. Variation saisonnière des sulfates des stations du bassin versant Tahaddart

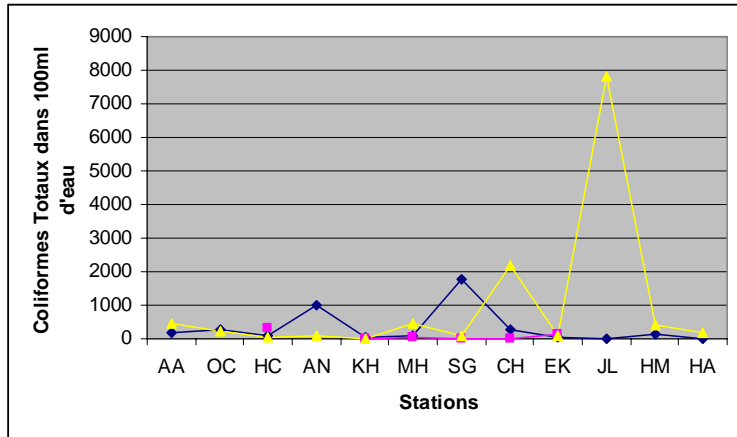


Figure 26. Variation saisonnière des Coliformes totaux des stations du bassin versant Tahaddart

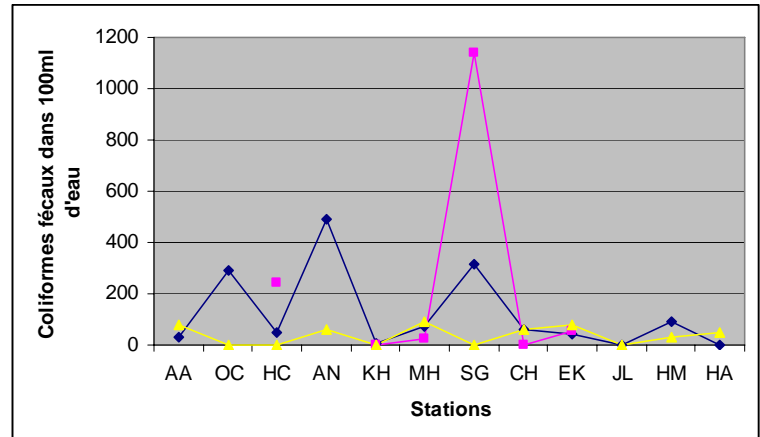


Figure 27. Variation saisonnière des Coliformes totaux des stations du bassin versant Tahaddart

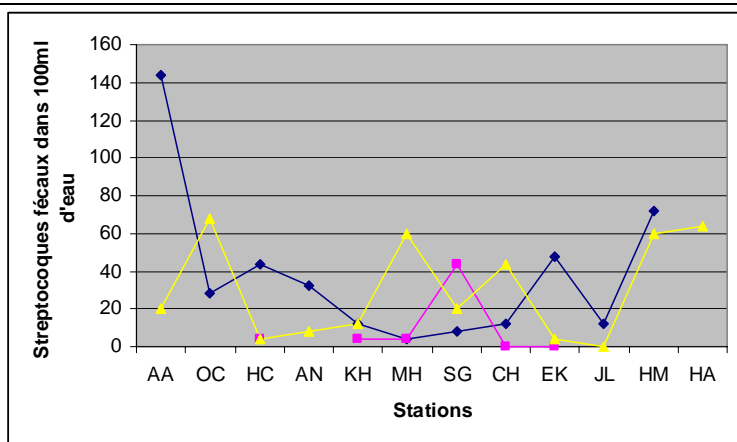


Figure 28. Variation saisonnière des Streptocoques fécaux des stations du bassin versant Tahaddart

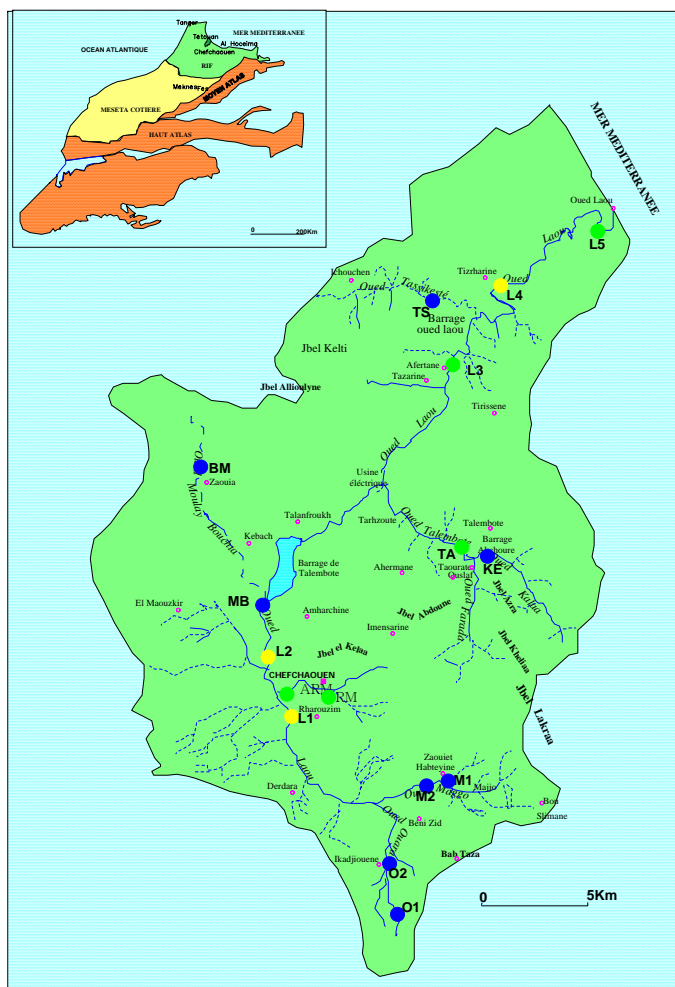
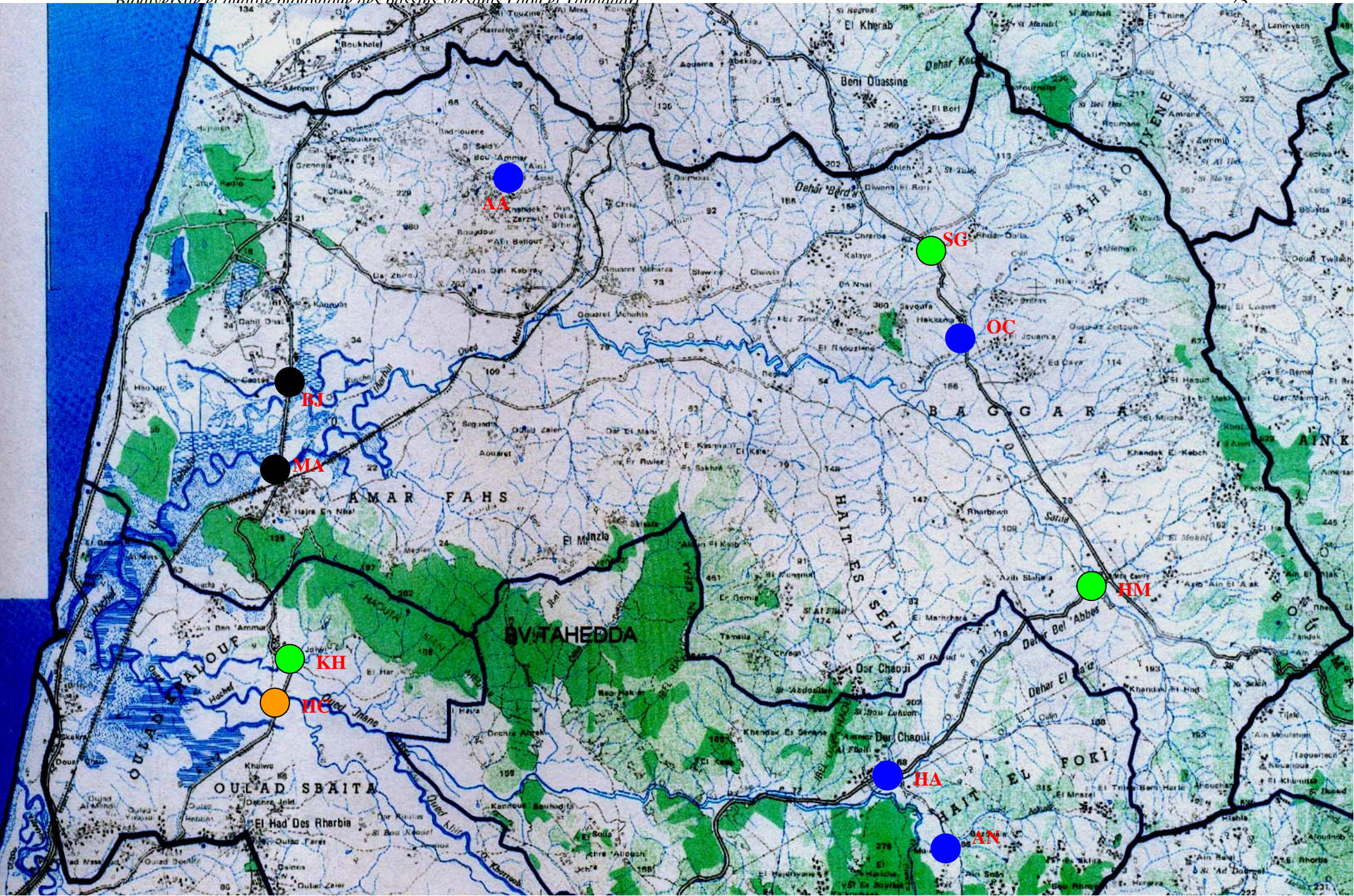


Figure 29. Cartographie de la qualité biologique de l'eau du réseau hydrographique Laou au printemps par le biais de l'IBMWP



Figure 30. Cartographie de la qualité biologique de l'eau du réseau hydrographique Laou en été par le biais de l'IBMWP



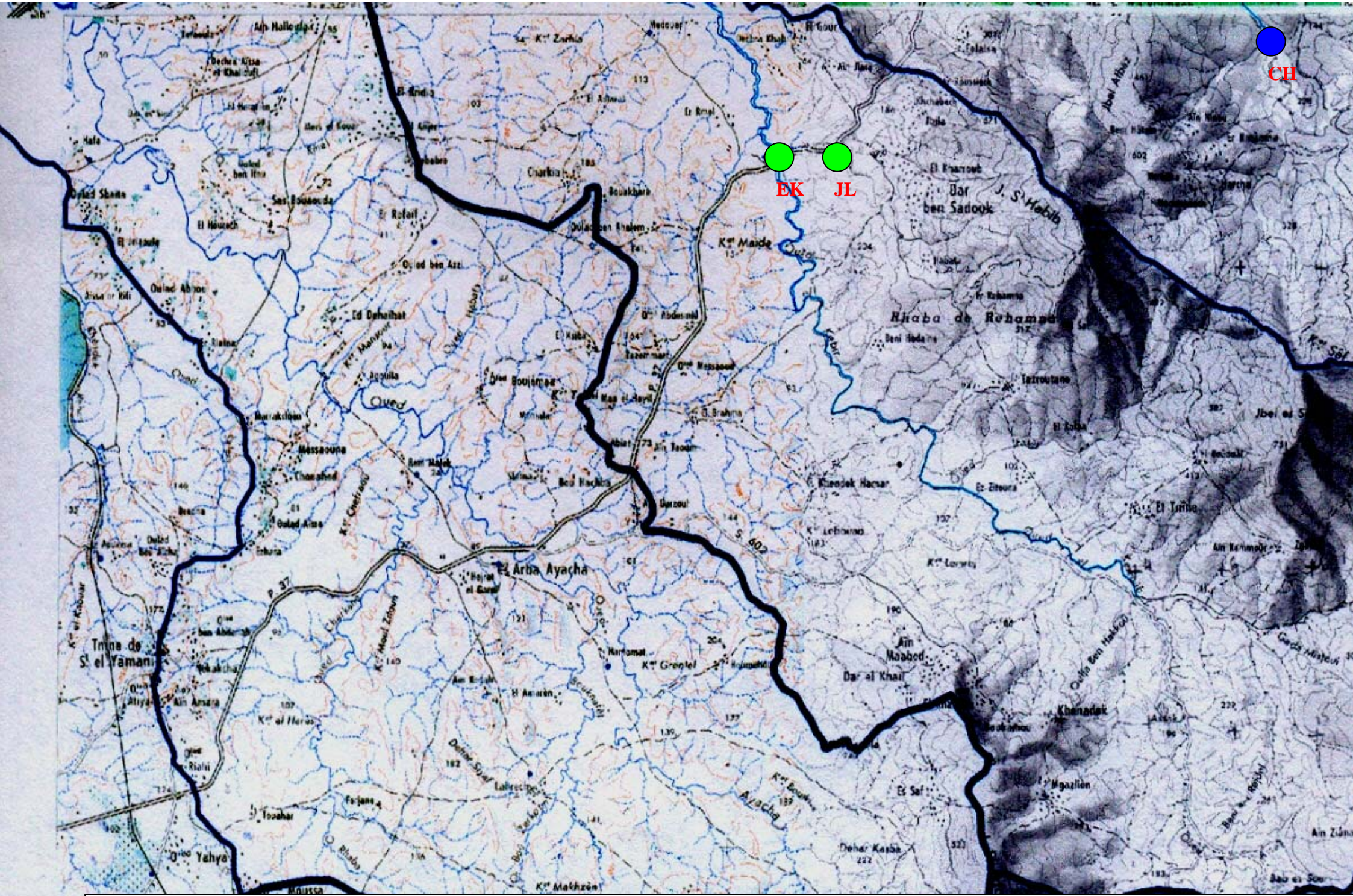
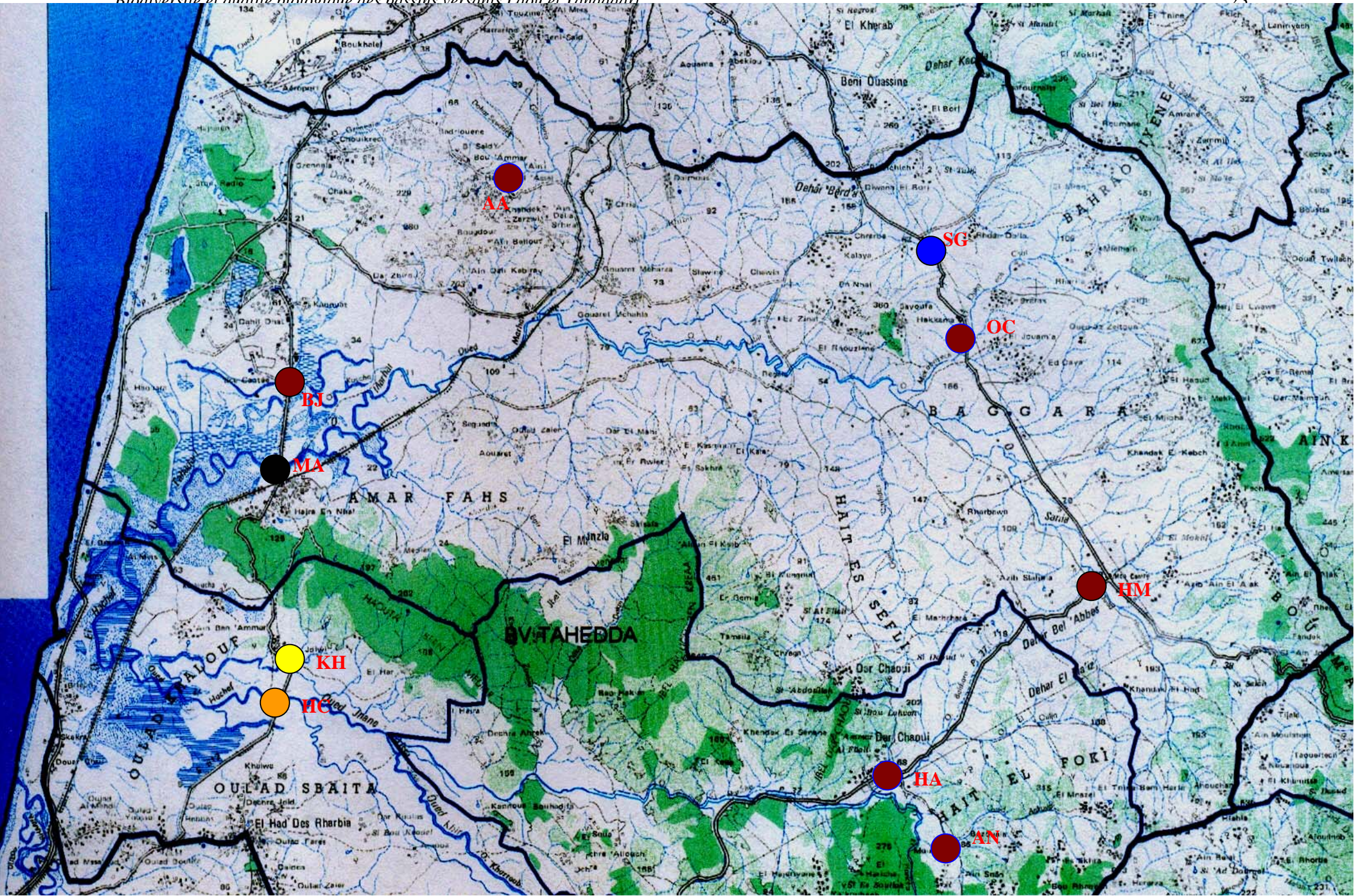


Figure 31. Cartographie de la qualité biologique de l'eau du réseau hydrographique Tahaddart au printemps par le biais de l'IBMWP



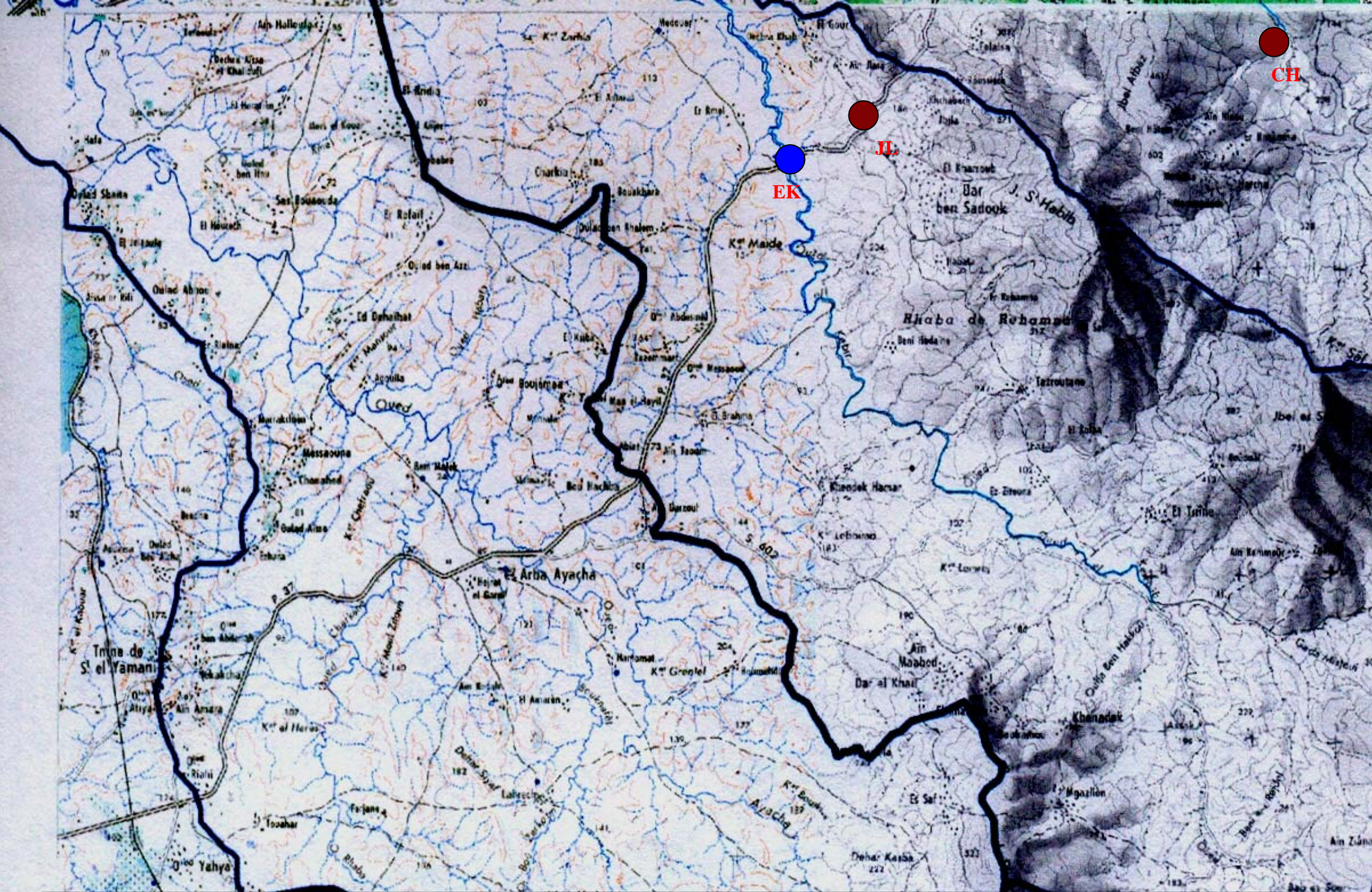


Figure 32. Cartographie de la qualité biologique de l'eau du réseau hydrographique Tahaddart en été par le biais de l'IBMWP

Tableau 1. Fiche de terrain : Projet Wadi : Hydrobiologie

| | | | | | |
|--|--|------------------------|--|--|----------------------|
| Fiche N° : | | Nbre de tubes : | | Nbre de bocaux : | |
| Station : | | Date : | | Heure | |
| Localité : | | Province : | | Carte Top. : | |
| Habitat Type : | | Bassin Versant : | | S/ Bassin Versant : | |
| Altitude | | C.G. : | | UTM : | |
| Etage de Végétation : | | Ombroclimat : | | Nature Géol. du terrain : | |
| T°C : | | pH : | | Conductivité | |
| Salinité : | | Turbidité : | | D.O. : | |
| Larg. Min. : | | Larg. Max. : | | Long. : | |
| Section mouillée : | | | Ensoleillement : <input type="checkbox"/> Nul <input type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/> Fort | | |
| Profondeur : | | Vitesse: | | Débit : | |
| Pente : | | Distance à la source : | | Hydrologie: <input type="checkbox"/> Etiage <input type="checkbox"/> Moyennes eaux <input type="checkbox"/> crue | |
| VEGETATION: | | | | | |
| Végétation aquatique | | Immer | S-Immer | Flot | Végétation riveraine |
| Mousses | | | | | Herbes |
| Algues | | | | | Arbustes |
| Macrophytes | | | | | Arbres |
| Pérlithon | | | | | |
| SUBSTRAT : | | | | | |
| | | | | Limon : | |
| | | | | Sables : | |
| | | | | Graviers | |
| | | | | Galets | |
| | | | | Blocs | |
| Environnement : <input type="checkbox"/> Prairial <input type="checkbox"/> Forestier <input type="checkbox"/> Agricole <input type="checkbox"/> Urbain | | | | Largeur ripisylve : <input type="checkbox"/> RG <input type="checkbox"/> RD | |
| Impacts | | | | | |
| Infrastructure | <input type="checkbox"/> Barrages, <input type="checkbox"/> ponts, <input type="checkbox"/> canalisation, <input type="checkbox"/> proximité agglomérations, <input type="checkbox"/> Extraction du sable ou du gravier. | | | | |
| Agriculture | <input type="checkbox"/> Détournement des cours d'eau, <input type="checkbox"/> Captage des sources, <input type="checkbox"/> Pompage des eaux, <input type="checkbox"/> Pollutions diffuses par les fertilisants et les pesticides. | | | | |
| Rejets : | <input type="checkbox"/> Urbains <input type="checkbox"/> Industriels, <input type="checkbox"/> déchets domestiques, <input type="checkbox"/> plastiques, <input type="checkbox"/> Autres | | | | |
| Autres | <input type="checkbox"/> pâturage, <input type="checkbox"/> Avifaune aquatique, <input type="checkbox"/> Activités touristiques, <input type="checkbox"/> Présence d'espèces allochtones. | | | | |
| Prélèvement : | <input type="checkbox"/> RG <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> RD | | Homogène : | | Hétérogène : |
| Echantillonnage complet <input type="checkbox"/> ou partiel <input type="checkbox"/> (si partiels préciser la cause : crue, manque de matériels ou de temps) | | | | | |
| Observations : | | | | | |

Tableau 2. Techniques d'analyses des paramètres physico-chimiques,

tableau élaboré dans le deuxième rapport

2. Evaluation de la biodiversité du bassin versant Laou

2.1. Introduction

Durant cette dernière décennie, les études réalisées sur l'hydrobiologie du bassin versant Laou ont montré la vulnérabilité de ses écosystèmes aquatiques face aux impacts qui les guettent. Des mesures de protection et de conservation de ces habitats doivent être prises, afin d'éviter leur dégradation et la perte de la biodiversité qu'ils hébergent. Ainsi on a considéré qu'il serait donc nécessaire d'assigner des priorités de conservation, et identifier les espèces et les espaces qui nécessitent des mesures urgentes de conservation.

De ce fait, le présent travail va permettre de dévoiler le plus fidèlement possible la biodiversité spécifique des macroinvertébrés aquatiques dans les écosystèmes aquatiques du Bassin versant Laou. Ceci nous amènera de mettre en évidence :

- les tronçons de cours d'eau hébergeant une biodiversité maximale (hot spot) et/ou hébergeant des espèces endémiques, rares ou menacées.
- les habitats identifiés comme étant les plus fragiles et/ou les plus menacés.

Cette étude nous permettra de proposer la conservation de tronçons de cours d'eau abritant une importante biodiversité, pour le repeuplement et la restauration des cours d'eau qui ont subi une dégradation de leur faune.

2.2 Méthodologie générale

Le groupe le plus diversifié de la faune benthique est le groupe des insectes aquatiques, représentant ~70% des espèces connues des groupes majeurs de macroinvertébrés benthiques. Par conséquent, en tant que groupe hautement diversifié, les insectes sont des candidats excellents pour l'étude de variations de la biodiversité. Pour évaluer, préalablement, la biodiversité et l'état de santé des différents écosystèmes aquatiques du bassin versant Laou, les mollusques et 6 ordres d'insectes aquatiques (Ephéméroptères, Plécoptères, Trichoptères, Coléoptères, Hétéroptères et Odonates), sont pris en compte dans cette analyse préliminaire. Ces insectes sont considérées par les hydrobiologistes comme étant un matériel précieux pour ce type d'évaluation vu leur valeur écologique dans :

- la détection de toutes sources de perturbation du milieu environnant;
- l'évaluation de l'état de la biodiversité des écosystèmes aquatiques

De même nous avons choisi 26 stations réparties sur l'ensemble du bassin versant Laou (Tableau 1a, Annexe1)

Dans ce paragraphe, une description, très succincte, de la méthodologie employée est donnée afin de présenter les paramètres qui ont été utilisés pour définir et évaluer l'état de la biodiversité dans le bassin versant.

2.2.1. Paramètres relatifs aux espèces

Quatre catégories d'espèces ont été définies, auxquelles a été ajoutée la catégorie disparue :

◆ **espèces endémiques (E)**

Seules les espèces endémiques du Rif et du Maroc ont été retenues toutefois l'endémie à l'échelle du Maghreb ou de la région ibéromaghrébine, sera prise en compte dans l'estimation du degré des menaces.

◆ **espèces rares (R)**

Tout taxon ayant été trouvé dans une seule station ou récolté moins de 5% des stations avec des abondances très faibles (<5 individus/station) ont été considérés comme rares.

◆ **espèces remarquables (RM)**

Ce sont les espèces qui présentent des valeurs écologique et/ou patrimoniale très importante, telles que les espèces pollusensibles ou bioindicatrices de la pollution, les endémiques maghrébines ou ibéromaghrébines.

◆ **espèces menacées (M)**

Taxon ayant de très faible chance de survie, à cause de sa répartition très restreinte dans l'espace (endémiques localisées, espèces rares ayant des valeurs écologique ou patrimoniale) et des menaces qui pèsent sur lui ou sur son habitat.

2.2.2. Paramètres relatifs aux habitats

Les habitats sont d'une grande importance car ils permettent d'évaluer la vulnérabilité des taxons qui les peuplent et d'identifier les sources de menaces qui peuvent nuire à ces écosystèmes aquatiques. Les types d'habitats rencontrés dans le bassin versant Laou peuvent être subdivisés en 3 catégories :

◆ **Les eaux stagnantes**

Cette catégorie est représentée uniquement par les gueltas (**GU**) qui sont des petites mares d'eaux douces ou très légèrement saumâtres permanentes ou temporaires.

◆ **Les eaux courantes**

Cette catégorie est la plus répandue. Elle regroupe les différents types de cours d'eau trouvés dans le Bassin versant :

| | | |
|------------|-------------------------------|---|
| SA | Source aménagée | eaux naturelles émergeant directement de la nappe phréatique et qui sont captées sous la forme d'un réservoir pour servir la population avoisinante |
| RSP | Ruisseau de Source permanent | petit cours d'eau de montagne permanent naissant à partir de l'écoulement d'une source avoisinante |
| RST | Ruisseau de Source temporaire | petit cours d'eau de montagne temporaire naissant à partir de l'écoulement d'une source avoisinante |
| CPS | Permanent du cours supérieur | Rivière/ruisseaux permanent dont l'altitude dépasse 700 m |
| CPM | Permanent du cours moyen | Rivière/ruisseaux permanent ne dépassant pas 700 m d'altitude |
| CPI | Permanent du cours inférieur | Rivière de plaine ne dépassant pas les 50 m d'altitude |
| CTS | Temporaire du cours supérieur | Rivière/ruisseaux temporaire dont l'altitude dépasse 700 m |
| CTM | Temporaire du cours moyen | Rivière/ruisseaux temporaire ne dépassant pas 700 m d'altitude |

◆ **Milieus artificiels**

Ce type d'habitat regroupe :

| | | |
|-----------|----------------------------|---|
| CL | Canal d'irrigation /Séguia | canal/séguias de conduction d'eau coulant à ciel ouvert et utilisé souvent pour l'irrigation |
| RE | réservoir d'eau/abreuvoir | petite construction, en forme de bassin, alimentée le plus souvent par une source ou un cours d'eau avoisinant. Elle est utilisée pour l'irrigation et/ou comme abreuvoir pour le bétail. |

2.2.3. Paramètres relatifs aux types de menaces (voir 1.1.2.)

2.3 Etat de référence de la biodiversité des macroinvertébrés aquatiques.

La répartition des espèces vulnérables, leur abondance et La typologie des habitats sont résumées sous la forme de tableaux

2.3.1. Espèce endémiques

Tableau 3. Localisation et abondance des espèces et sous espèces endémiques dans le Bassin versant Laou

| Nom latin | Localisation | Type d'Habitat | Abondance |
|-----------------------------------|----------------------------------|------------------------------|-----------|
| <i>E. maugeti</i> | L2,L9,L10,T14, | CPS,RMP,CI, | C |
| <i>N. Villocostata</i> | L7,T2, | CTM,CPM | PB |
| <i>N. substriata</i> | T3, | CPM | R |
| <i>H. obscurus</i> | L2,T3,T6,T7,T10,T12,T13, T14, | CPS,CPM,RMP,RA,CI, GU,CI, | A |
| <i>H. africana</i> | L2, | CPS, | PB |
| <i>H. rigua</i> | L2,L7,L9,L10,T2,T3,T10 | CPS,CTM,RMP,CPM, CI, | A |
| <i>L. kamali</i> | L2,L7,T1,T2,T3,T10,T12,T14, | CPS,CTM,CPM,CI,GU | C |
| <i>D. theryi</i> | L2 | CPS | R |
| <i>Micronecta vidali</i> | T6 | RMP | R |
| <i>Nepa cinerea</i> | L12,T3,T10,T12 | GU,CPM,CI, | C |
| <i>Velia ioannis</i> | L2,L9,L10,T14, | CPS,RMP,CI, | C |
| <i>Choroterpes(Ch.) volubilis</i> | T1,T2 | CPM | R |
| <i>Habrophlebia sp.</i> | L1,L2,L5,L10,T2,T3, | CPS,CPI,RMP,CPM | A |
| <i>Ecdyonurus ifranensis</i> | L5,L7,L8, | CPI,CTM, | PA |
| <i>Rhithrogena mariae</i> | L7 | CTM | R |
| <i>Agapetus sp1.</i> | L1,T4, | CPS,CPM | PB |
| <i>Wormaldia sp.1</i> | T3, | CPM | PB |
| <i>Hydropsyche fezana</i> | L2,L3,L7,L9,L10,T3,T4,T10, | RMT,CTM,CPS,CPM, CI,RMP | A |
| <i>Hydropsyche maroccana</i> | L5,L6,L7,T1,T2,T3, | CPI,CTM,CPM | PB |
| <i>Tinodes sp.1</i> | L1,L2,L7,L9,T3, | CPS,CTM,RMP,CPM, | C |
| <i>Allogamus sp</i> | L1,L2,L3,L10,T2,T4, | RMT,CPS,CPM,RMP | A |
| <i>Limnephilus sp</i> | L1 | CPS | R |
| <i>Calamoceras sp.1</i> | L1,L2,L9,L10,T3, | CPS,RMP,CPM, | A |
| <i>Isoperla cf. kir</i> | L2,T1, | CPS, CPM, | PB |

1 Fréquence relative : <5% : espèces rares (R) ; Fréquence relative comprise entre 5% et 14 % : espèces peu abondantes (PB) ; Fréquence relative comprise entre 15% et 25% : espèces communes (C) ; Fréquence relative >25% espèces Abondante (A) (Dajoz, 1982).

2.3.2. Espèce rares

Tableau 4. Localisation et abondance des espèces et sous espèces rares dans bassin versant Laou

| Nom latin | Localisation | Type d'Habitat | Abondance |
|--------------------------------------|----------------|----------------|-----------|
| <i>H. guignoti</i> | L7 | CTM | R |
| <i>L. opacus</i> | L9 | CPS | R |
| <i>O. poweri</i> | T3 | CPM | R |
| <i>G. caspiusI</i> | L2 | CPS | R |
| <i>D. pisanus</i> | T8 | SA | R |
| <i>Gerris brasili</i> | T7 | RA | R |
| <i>Micronecta vidali</i> | T6 | RMP | R |
| <i>Acentrella almohades</i> | L7, T1, T2, T3 | CTM, CPM | PB |
| <i>Agapetus incertulus</i> | T3, | CPM, | R |
| <i>Ithytrichia clavata</i> | T3, | CPM, | PB |
| <i>Allotrichia pallicornis</i> | T2, | CPM, | PB |
| <i>Chimarra marginata</i> | L7, T1, | CTM,CPM | PB |
| <i>Mesophylax aspersus</i> | L7, T2 | CTM, CPM | R |
| <i>Stenophylax sp.1</i> | T14 | CI | R |
| <i>Setodes cf. argentipunctellus</i> | T3, | CPM | R |
| <i>Lymnaea peregra</i> | T3 | CPM | R |
| <i>Gyraulus laevis</i> | L3 | RMT | R |
| <i>Planorbarius metidjensis</i> | L12 | GU | R |
| <i>Mercuria confusa</i> | L3 | RMT | R |

1 Fréquence relative : <5% : espèces rares (R) ; Fréquence relative comprise entre 5% et 14 %: espèces peu abondantes (PB) ; Fréquence relative comprise entre 15% et 25% : espèces communes (C) ; Fréquence relative >25% espèces Abondante (A) (Dajoz, 1982).

2.3.3. Espèces remarquables

Tableau 5. Localisation et abondance des espèces et sous espèces remarquables dans le bassin versant Laou.

| Nom latin | Localisation | Type d'Habitat | Abondance |
|---------------------------------|---------------------|------------------|-----------|
| <i>O. villocostata</i> | L7,T3, | CTM,CPM, | PA |
| <i>Boyeria irene</i> | T2,T3, | CPM | PA |
| <i>Cordulegaster boltonii</i> | L2,L9,T3,T10, | CPS,RMP,CPM,CI | C |
| <i>Onychogomphus forcipatus</i> | T3, | CPM | PA |
| <i>Epeorus sylvicola</i> | L1,L2,L9,L10,T2,T4, | CPS,RMP,CPM, | A |
| <i>Potamanthus luteus</i> | L5,L6,L7,T2, | CPI,CTM,CPM | PA |
| <i>Micrasema moestum</i> | L1,T3,T4, | CPS,CPM | PA |
| <i>Silonella aurata</i> | L1,L3,L10,T3, | CPS,RMT,RMP,CPM, | C |
| <i>Athripsodes sp.1</i> | L1,T3, | CPS, CPM, | PA |
| <i>Leuctra geniculata</i> | L2,L5,T3,T14, | CPS,CPI,CPM,CI, | C |
| <i>Perla marginata</i> | L1,L2,T2,T3,T4, | CPS,CPM | C |
| <i>Eoperla ochracea</i> | L10,T2,T3,T4, | RMP,CPM, | PA |

1 Fréquence relative : <5% : espèces rares (R) ; Fréquence relative comprise entre 5% et 14 % : espèces peu abondantes (PB) ; Fréquence relative comprise entre 15% et 25% : espèces communes (C) ; Fréquence relative >25% espèces Abondante (A) (Dajoz, 1982).

2.3.4. Espèces menacées

Tableau 6. Localisation et abondance des espèces et sous espèces menacées dans le bassin versant Laou

| Nom latin | Localisation | Type d'Habitat | Abondance |
|------------------------------------|--------------|----------------|-----------|
| <i>L. opacus</i> | L9 | RMP | R |
| <i>D. theryiI</i> | L2, | CPS | R |
| <i>Guerris brasili</i> | T7 | RA | R |
| <i>Baetis meridionalis</i> | L7,T2, | CTM,CPM | PA |
| <i>P.conccinum</i> | L5 | CPI | R |
| <i>Ecdyonurus rothschildi</i> | L5,L7,L8 | CPI,CTM | PA |
| <i>Choroterpes(Ch.) atlas</i> | T1,L5 | CPM,CPI | R |
| <i>Ephoron virgo</i> | L5,L7 | CPI,CTM | R |
| <i>Orthotrichia cf. angustella</i> | L5, | CPM, | R |
| <i>Leuctra maroccana</i> | L2 | CPS | R |
| <i>Isoperla cf. kir</i> | L2,T1, | CPS,CPM | PA |
| <i>Protonemura talboti</i> | L2 | CPS | R |

1 Fréquence relative : <5% : espèces rares (R) ; Fréquence relative comprise entre 5% et 14 % : espèces peu abondantes (PB) ; Fréquence relative comprise entre 15% et 25% : espèces communes (C) ; Fréquence relative >25% espèces Abondante (A) (Dajoz, 1982).

2.4 Identification des écosystèmes aquatiques clés du bassin versant Laou

Dominée à l'est par la dorsale calcaire et à l'ouest par les hautes crêtes numidiennes, la vallée du Laou est ici véritablement majestueuse, comme l'est la biodiversité aquatique qu'il héberge. Ce réseau hydrographique vient en tête avec pas moins de 115 espèces de macroinvertébrés aquatiques. Ce réseau hydrographique héberge des taux élevés d'endémisme élevé (pas moins de 22 espèces endémiques) et des espèces cataloguées comme menacées (16 espèces menacées) et 10 d'espèces rares y sont également présentes. En outre, pas moins de 13 espèces s'avèrent exclusive à ce réseau hydrographique : *P.conccinum*, *R mariaae*, *E.virgo*, *Limnephilus sp*, *Nemoura sp.*, *P. talboti*, *G. laevis*, *P. metidjensis*, *M. confusa*, *H. guignoti*, *L. opacus* et *G. caspius*.

Tableau 7. Richesse spécifique, Endémie, rareté et nombre d'espèces menacées par réseau hydrographique du BV Laou.

| | Richesse Totale | Nb.Endémique | Nb.Rares | Nb. Menacées |
|------------------|-----------------|--------------|----------|--------------|
| Laou | 115 | 22 | 10 | 16 |
| Talembote | 114 | 18 | 16 | 6 |

Au sein de ce réseau hydrographique, les habitats types, qui ont montré la diversité spécifique la plus élevée sont les cours supérieurs des oueds à caractères permanents et dans une moindre mesure les cours moyens.

L'oued Maggo et Tassikisti héberge à eux seuls (**47 et 38 %**) respectivement de la faune benthique de l'oued Laou. Ils sont suivis par les 2 stations de l'oued Tamalout situées au piémont de Jble Kelti. Ces deux stations, abritent également une proportion considérable de cette faune aquatique.

Ces cours d'eau Maggo, Tamalout et Tassikesti, offrent une multitude d'espaces vitaux et un environnement hétérogène, en mesure d'accueillir une étonnante diversité des espèces.

Ces quatre cours d'eaux hébergent à eux seuls, presque, la totalité des espèces recensées dans l'ensemble du réseau hydrographique. Toutefois, exception faite, de l'oued Tassikesti qui est loin de l'action anthropique, les autres cours d'eau sont soumis à plusieurs impacts. Ces perturbations, seront sans aucun doute la cause de recul et de disparition des espèces les plus exigeantes et leur remplacement par les espèces les plus ubiquistes sans aucune valeur écologique et patrimoniale.

A titre d'exemple, dans la période entre 1987 et 2007, à Maggo village, on a constaté un recul marqué chez les éphémères (de 9 à 7 espèces) et des trichoptères (de 20 à 8 espèces). (Tayoub, 1989 ; El Alami, 1989, El Alami & Dakki, 1998). Durant la dernière décennie, la prolifération des habitations à côté de l'oued, le captage et les rejets non contrôlés, sont à l'origine du déclin de cette biodiversité.

Un autre exemple, de recul des espèces exigeantes comme conséquence de la perturbation du milieu aquatique, se matérialise dans la disparition de l'Elmidae *Limnius opacus* de Afertane (Bennas, 2002).

Un autre habitat aquatique, ayant une valeur écologique moins importante pour la majorité des ordres de macroinvertébrés aquatiques, est **les Gueltas**. Toutefois, pour certaines familles de Coléoptères, d'Odonates et d'Hétéroptères, il s'agit de l'habitat le plus préféré. Ces retenues d'eau, parfois naturelles et parfois aménagées de manière traditionnelle sous forme d'abreuvoir pour les bétails, constituent un refuge par excellence, de ces familles notamment dans les régions où les autres habitats aquatiques font défaut. En effet, dans la région de Tajiniarte et de Tamrabet, il s'agit de l'unique habitat aquatique qu'on a pu trouver, et la faune qu'il héberge n'est pas à négliger. Ce type **d'habitat, mérite également une attention particulière pour la conservation de la biodiversité qu'il héberge.**

L'oued Talembote a lui-même deux affluents, oueds Farda et Kelaa (gorges) qui se rejoignent au niveau d'une toute petite retenue dans un site de toute beauté, surplombé d'un

pics rocheux. Cet endroit inattendu, est connu sous le nom de Akchour. Ses gorges profondes forment alors une limite naturelle entre le massif de Kelti et la portion méridionale de la dorsale calcaire. Ils constituent l'un des plus beaux paysages du bassin versant Laou.

Les innombrables originalités, des habitats aquatiques de sous bassin versant Talembote, sont à l'origine de cette indéniable biodiversité aquatique qu'il héberge. L'originalité de ce sous bassin réside dans les forts taux d'endémismes (**18 espèces**), de la rareté de ces espèces (**13 espèces**), et également par le nombre relativement faible des espèces menacées (**6 espèces**) si on le compare avec l'ensemble du bassin versant. En outre, pas moins de **13 espèces** s'avèrent **exclusives** à ce réseau hydrographique *C. volubilis*, *Stenophylax sp.1*, *Cheumatopsyche sp.*, *L. peregra*, *L. gracilis*, *L. femoralis*, *O. poweri*, *H. limbatus*, *D. pisanus*, *G. brasili*, et *M. vidali*.

Il apparaît que les plus fortes biodiversités se rencontrent dans les cours moyens des oueds permanents.

Une mention toute particulière doit être faite au sujet de l'**oued Kalaa**. C'est en effet, le milieu aquatique le plus fortement biodiversifié de la région étudiée. En effet, pas moins de **60 espèces** de macroinvertébrés aquatiques y ont été capturées, dont **14 sont endémiques** et **7 espèces rares**. La physionomie de ce cours d'eau, offre une multitude de microhabitats, capable d'héberger une faune aquatique très diversifiée. Toutefois, la persistance de cette biodiversité aquatique à l'oued kalaa, se trouve menacée.

L'auberge Akchour, construit en amont, constitue **un foyer de perturbation** de ce cours d'eau, d'une part, par le **pompage** pour alimenter les citernes de l'auberge et d'autre part, par **les rejets** qu'il puisse engendrer. Actuellement, le site Akchour, connu à l'échelle de tout le Maroc, reçoit, durant toute l'année, une avalanche de touristes qui viennent admirer le paysage spectaculaire et enchanteur de la région. Malheureusement, la majorité n'a aucune notion sur la protection de la nature et sur les règles de tourisme de montagne. Des ordures, sont observés tout le long de l'oued jusqu'à la fameuse cascade, qui alimente ce cours d'eau.

Par ailleurs, face à cette intensification très accrue de sa fréquentation touristique, **des mesures de protection s'avèrent nécessaires**. Des actions comme, l'installation de panneaux de sensibilisation, à l'entrée du site et tout le long des itinéraires parcourus par les touristes (la cascade et le pont de dieu), pourront atténuer le degré de perturbation.

L'oued Talembote, malgré sa proximité du village Talembote et de l'usine électrique, se maintient en bon état de conservation.

A Jbel Tazaout, la nature du terrain fait que les eaux de ruissellements après la fonte de neige se percolent dans les nappes, et les seuls points d'eau qui affleure dans ce secteur, sont **des sources captées en abreuvoirs**. Ce genre d'**habitats**, bien qu'il soit inhospitalier pour les Ephemeroptères, les Trichoptères et les Plécoptères, il est d'une **importance capitale** pour les **Coléoptères et les Hémiptères**. Les **menaces** qui pèsent sur ces habitats sont le **piétinement du bétail** qui peut interrompre le développement nymphal qui a lieu sur les rives de ces habitats, en plus de **l'excès de matières organiques** des excréments.

Sur la piste allant de Talasemtane à Chefchaouen, en passant par Afesca, Bab- Larz, Azilène et Tissemlal, les habitats types qu'on trouve sont les sources, les canaux d'irrigations, les abreuvoirs et des petites gueltas. Les deux premiers habitats sont les plus riches en espèces et les plus diversifiés. Toutefois, le captage et le contrôle du débit d'écoulement menacent l'état de conservation de ces habitats. Les tuyaux d'arrosage branchés à la source même, utilisés pour l'irrigation des champs du kif, réduit l'écoulement naturel de ces hydrosystèmes ce qui se répercute directement sur la structure des peuplements qu'ils hébergent.

Tableau. 8. Ecosystèmes aquatiques à Hotspot de biodiversité benthique du BV Laou (Tronçons de cours d'eau à Hotspot sont signalés en gras. En gris un exemple d'habitat perturbé)

| Code | Station | Code | Activité agricole | Abreuvement de bétails et piétinements | Hurbanisation et infrastructure | Détournement de cours d'eau | Barrages et endiguement | Activité polluante | Sécheresse/crue | Eutrophisation | Σ | Richesse spécifique | Nb. Endémique | Nb. Rares | Nb. Remarquables | Nb. Menacés |
|-----------|---------------------------|------------|-------------------|--|---------------------------------|-----------------------------|-------------------------|--------------------|-----------------|----------------|----------|---------------------|---------------|-----------|------------------|-------------|
| L1 | Oued Majjo | CPS | 1 | | 1 | 1 | | 1 | 1 | | 5 | 22 | 7 | | 5 | 1 |
| L2 | Oued Majjo | CPS | 1 | 1 | | 1 | | | | | 3 | 54 | 19 | 2 | 5 | 4 |
| L3 | Oued Majjo | RMT | | | | | | | 1 | | 1 | 9 | 2 | 3 | 1 | |
| L4 | Oued Laou | CPM | | | | | | | 1 | | 1 | 3 | | | | |
| L5 | Oued Laou | CPI | | 1 | 1 | | | 1 | 1 | | 4 | 18 | 3 | | 2 | 5 |
| L6 | Oued Abiyati | CTM | | | | | | | 1 | 1 | 2 | 5 | 1 | | 1 | |
| L7 | Oued Tassikeste | CTM | | | | | | | 1 | | 1 | 43 | 11 | 4 | 2 | 3 |
| L8 | Oued Tassikeste | CTM | | | | | | | 1 | | 1 | 6 | 1 | | | 1 |
| L9 | Oued Tamalout 1 | RMP | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | | | 5 | 25 | 7 | 3 | 2 | 1 |
| L10 | Oued Tamalout 2 | RMP | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | | | 5 | 28 | 8 | | 3 | |
| L11 | Abreuvoir Aïn Tiniouene | RA | | 1 | | | | | | | 1 | 11 | | | | |
| L12 | Aïn Tajiniarte | GU | | 1 | | | | 1 | | | 2 | 4 | | 1 | | |
| T1 | Oued Talembote | CPM | | | | 1 | 1 | | | | 2 | 26 | 5 | 1 | | 2 |
| T2 | Oued Talembote | CPM | | 1 | | | | | | | 1 | 45 | 10 | 3 | 5 | 1 |
| T3 | Oued Kelaa | CPM | | | 1 | | | | | | 1 | 60 | 14 | 7 | 10 | |
| T4 | Oued Farda | CPM | | | 1 | | | | | | 1 | 13 | 3 | | 4 | |
| T5 | Aïn Akane | SA | | 1 | | | | | | | 1 | 8 | | | | |
| T6 | Ruisselet de source Akane | RMP | 1 | 1 | | 1 | | | | | 3 | 18 | 4 | 2 | | |
| T7 | Abreuvoir Est Akane | RA | | 1 | | | | 1 | | | 2 | 13 | 2 | 2 | | 1 |
| T8 | Aïn Tissemlal | SA | | | | | | 1 | 1 | | 2 | 6 | | 2 | | |
| T9 | Abreuvoir Tissemlal | RA | 1 | 1 | | 1 | | | 1 | | 4 | 6 | | 0 | | |
| T10 | Seguia Tissemlal | CI | 1 | 1 | | 1 | | | 1 | | 4 | 17 | 7 | | 1 | |
| T11 | Guelta haut Tissemlal | GU | | | | | | | 1 | 1 | 2 | 4 | | | | |
| T12 | Guelta Azilene | GU | | | | | | | 1 | | 1 | 10 | 4 | | | |
| T13 | Guelta Bab Larz | GU | | | | 1 | | | 1 | | 2 | 3 | 2 | | | |
| T14 | Seguia Anssar Afeska | CI | | | 1 | 1 | | | | | 2 | 24 | 6 | 1 | 1 | |

Bibliographie

- Bennas 2002. Coléoptères aquatiques Polyphaga du Rif (Nord du Maroc) : Faunistique, Ecologie et Biogéographie. Thèse de doctorat d'Etat. Univ. Abdelmalek Essaâdi, Tétouan, 383 pp.
- El Alami, M. 1989. Etude hydrobiologique d'un réseau hydrographique Nord-Rifain, l'Oued Laou: Typologie, écologie et biogéographie des Ephéméroptères. Thèse de 3^{ème} cycle, Uni. Mohamed V, Fac. Sci., Rabat. 187pp.
- El Alami, M. et Dakki, M. 1998. Peuplements d'Ephéméroptères et de Trichoptères de l'Oued Laou (Rif Occidentale, Maroc) : distribution longitudinale et biotypologie. Bull. Inst. Sci., Rabat, 21. p. 51.
- Tayoub, H. 1989. Etude hydrobiologique d'un réseau hydrographique rifain, l'oued Laou: Typologie et Ecologie des Trichoptères. Thèse Doctorat 3^{ème} cycle, Fac. Sci. Rabat, 137 pp.
- WCWC (Worlds conservation Monitoring Centre). 1992. Global Biodiversity: Status of the earth's living resources. Chapman & hall, Londres, UK.

Annexe 1

Tableau 1a. Localisation géographique et types d'habitat des principales stations étudiées dans le bassin versant Laou.

| Station | Altitude (m) | localité | Latitude N | Longitude W | BV/SBV | Type d'habitat |
|---------------------|--------------|----------------------------|-------------|-------------|-----------|--------------------------------|
| Majjo | 777 | Village | 35°6.324' | 5°11.200' | Laou | Permanent du cours supérieur |
| Majjo | 905 | Nord Majjo-Village | 35°6.486' | 5°11.267' | Laou | Permanent du cours supérieur |
| Majjo | 800 | Zaouiet El habtiyne | 35°6.784' | 5°11.784' | Laou | Ruisselet de Source temporaire |
| Laou | 105 | Ifansa | 35°18.081' | 5°14.133' | Laou | Permanent du cours moyen |
| Laou | 55 | Afertane | 35°20.190' | 5°11.333' | Laou | Permanent du cours inférieur |
| Abiyati | 140 | Ifansa | 35°17.919' | 5°14.000' | Laou | Temporaire du cours moyen |
| Assikeste | 170 | Afechtal | 35°23.568' | 5°14.667' | Laou | Temporaire du cours moyen |
| Assikeste | 240 | Afechtal | 35°23.649' | 5°13.900' | Laou | Temporaire du cours moyen |
| Tamalout 1 | 860 | Village Tamaloute | 35°22.457' | 5°17.488' | Laou | Permanent du cours moyen |
| Tamalout 2 | 880 | Aval village Tamaloute | 35°22.486' | 5°17.500' | Laou | Permanent du cours moyen |
| Lac Ain Tinouene | 400 | Tamrabet | 35°18.453' | 5°11.334' | Laou | réservoir d'eau/abreuvoir |
| Tajiniarte | 640 | Tajiniarte | 35°17.'375' | 5°11.276' | Laou | Guelta |
| | | | | | | |
| Talembote | 120 | Usine électrique | 35°16.865' | 5°15.150' | Talembote | Permanent du cours moyen |
| Talembote | 320 | Avant village Talembote | 35°15.041' | 5°11.717' | Talembote | Permanent du cours moyen |
| Kelaa | 400 | Akoumi | 35°14.554' | 5°10.500' | Talembote | Permanent du cours moyen |
| Karda | | Akoumi | | | Talembote | Permanent du cours moyen |
| Akane | 1261 | Akane | 35°15.824' | 5°08.767' | Talembote | Source aménagée |
| Lac de source Akane | 1261 | Akane | 35°15.824' | 5°08.767' | Talembote | Ruisselet de Source temporaire |
| Lac Est Akane | 1518 | Est Akane, après Sapinière | 35°16.216' | 5°07.833' | Talembote | réservoir d'eau/abreuvoir |
| Tissemlal | 1046 | Tissemlal | 35°10.910' | 5°14.871' | Talembote | Source aménagée |
| Lac Tissemlal | 1300 | Tissemlal | 35°11.252' | 5°14.181' | Talembote | réservoir d'eau/abreuvoir |
| Tissemlal | 1300 | Tissemlal | 35°11.252' | 5°14.181' | Talembote | canal d'irrigation |
| Lac haut Tissemlal | 1469 | Tissemlal | 35°11.171' | 5°13.716' | Talembote | Guelta |
| Azilene | 1345 | Bab Izilène | 35°10.903' | 5°10.289' | Talembote | Guelta |
| Bab Larz | 1621 | Bab Lerz | 35°11.419' | 5°12.620' | Talembote | Guelta |
| Lac Ansar Afeska | 1293 | Afeska | 35°10.184' | 5°11.105' | Talembote | Canal d'irrigation /Séguia |

Annexe 2

Tableau 1b. Les impacts anthropiques et naturels constituant des menaces potentielles sur la macrofaune benthique du Bassin versant

| Station | Altitude (m) | localité | Latitude N | Longitude W | BV/SBV | Code | Type de menace | | | | | |
|--------------|--------------|----------------------------|-------------|-------------|-----------|------|-------------------|--|---------------------------------|-----------------------------|-------------------------|--------------------|
| | | | | | | | Activité agricole | Abreuvement de bétails et piélinements | Hurbanisation et infrastructure | détournement de cours d'eau | Barrages et endiguement | Activité polluante |
| | 777 | Village | 35°6.324' | 5°11.200' | Laou | CPS | 1 | | 1 | 1 | | 1 |
| | 905 | Nord Majjo-Village | 35°6.486' | 5°11.267' | Laou | CPS | 1 | 1 | | 1 | | |
| | 800 | Zaouiet El habtiyne | 35°6.784' | 5°11.784' | Laou | RMT | | | | | | |
| | 105 | Ifansa | 35°18.081' | 5°14.133' | Laou | CPM | | | | | | |
| | 55 | Afertane | 35°20.190' | 5°11.333' | Laou | CPI | | 1 | 1 | | | 1 |
| | 140 | Ifansa | 35°17.919' | 5°14.000' | Laou | CTM | | | | | | |
| ste | 170 | Afechtal | 35°23.568' | 5°14.667' | Laou | CTM | | | | | | |
| ste | 240 | Afechtal | 35°23.649' | 5°13.900' | Laou | CTM | | | | | | |
| ut 1 | 860 | Village Tamaloute | 35°22.457' | 5°17.488' | Laou | RMP | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 |
| ut 2 | 880 | Aval village Tamaloute | 35°22.486' | 5°17.500' | Laou | RMP | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 |
| n Tiniouene | 400 | Tamrabet | 35°18.453' | 5°11.334' | Laou | RA | | 1 | | | | |
| e | 640 | Tajiniarte | 35°17.'375' | 5°11.276' | Laou | GU | | 1 | | | | 1 |
| | | | | | | | | | | | | |
| ote | 120 | Usine électrique | 35°16.865' | 5°15.150' | Talembote | CPM | | | | 1 | 1 | |
| ote | 320 | Avant village Talembote | 35°15.041' | 5°11.717' | Talembote | CPM | | 1 | | | | |
| | 400 | Akoumi | 35°14.554' | 5°10.500' | Talembote | CPM | | | 1 | | | |
| | | Akoumi | | | Talembote | CPM | | | 1 | | | |
| | 1261 | Akane | 35°15.824' | 5°08.767' | Talembote | SA | | 1 | | | | |
| source Akane | 1261 | Akane | 35°15.824' | 5°08.767' | Talembote | RMP | 1 | 1 | | 1 | | |
| st Akane | 1518 | Est Akane, après Sapinière | 35°16.216' | 5°07.833' | Talembote | RA | | 1 | | | | 1 |
| | 1046 | Tissemlal | 35°10.910' | 5°14.871' | Talembote | SA | | | | | | 1 |
| ssemlal | 1300 | Tissemlal | 35°11.252' | 5°14.181' | Talembote | RA | 1 | 1 | | 1 | | |
| mlal | 1300 | Tissemlal | 35°11.252' | 5°14.181' | Talembote | CI | 1 | 1 | | 1 | | |
| issemlal | 1469 | Tissemlal | 35°11.171' | 5°13.716' | Talembote | GU | | | | | | |
| e | 1345 | Bab Izilène | 35°10.903' | 5°10.289' | Talembote | GU | | | | | | |
| arz | 1621 | Bab Lerz | 35°11.419' | 5°12.620' | Talembote | GU | | | | 1 | | |
| r Afeska | 1293 | Afeska | 35°10.184' | 5°11.105' | Talembote | CI | | | 1 | 1 | | |