



UNIVERSITE ABDERAHMANE MIRA - BEJAIA
FACULTE DE TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT DES MINES ET GEOLOGIE

En vue de l'obtention du Diplôme de Master en Mines et

Géologie

Option : Valorisation des Ressources Minérales

Mémoire de Master

Présenté par

HAMHOUM AREZKI

AOUDIA LYÉS

Thème

**Analyse instrumentale de la variabilité physico-
chimique des eaux à l'embouchure de l'oued
Soummam (utilisation de la sonde TROLL 9500)**

Soutenu le 28/06 /2015 devant le jury composé de:

| | | |
|---------------|-------------------------------|------------------------|
| Présidente: | M ^{me} KICHER K | MAB U de Béjaïa |
| Encadreur: | Mr AKDIM A | MAA U de Béjaïa |
| Examinatrice: | M ^{me} BEN ALLAOUA S | MAB U de Béjaïa |
| Invité | Mr MADANI K | Professeur U de Bejaia |

Année Universitaire: 2014-2015

Remerciements

Il nous est particulièrement agréable d'exprimer notre pleine reconnaissance envers tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce travail.

Nos sincères remerciements sont adressés à notre encadreur Mr AKDIM Abdelghani qui nous a proposé ce sujet et accepté de diriger notre travail avec un grand sens de responsabilité.

On tient également à remercier les membres du jury, Mme KICHER, et Mme BEN ALLAOUA d'avoir pris le temps d'examiner et de juger ce mémoire

On tient à remercier très vivement Mr MADANI Khoudir d'avoir répondu favorablement à notre invitation, à prendre place parmi le jury.

À tous les membres de laboratoire de recherche 3BS de l'université de Béjaia.

À tous les membres du hall de technologie à leur tête le responsable Mr YOUSFI Rachid sans oublier Mr OUADFEL Abdellah.

Nos plus vifs remerciements pour Mlle ICHALAL Yasmina qui nous a beaucoup aidé durant tout notre parcours de travail.

À tous les enseignants du département des Mines et Géologies.

Nos remerciements s'adressent aussi à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicaces

Je remercie le bon Dieu de m'avoir donné courage et volonté pour réaliser ce modeste travail.

Je dédie ce travail

A celle qui m'a donné la vie, le symbole de tendresse, qui s'est sacrifiée pour mon bonheur et ma réussite, à ma mère ...

A mon père, école de mon enfance, qui a été mon ombre durant toutes les années des études, et qui a veillé tout au long de ma vie à m'encourager, à me donner l'aide et à me protéger. Que dieu les gardes et les protèges.

A Mes sœurs Thiziri et Thanina.

A ma chère amie Lynda

A mes amis.

A mon binome Arezki.

A tous ceux qui m'aiment.

A tous ceux que j'aime

A VOUS ...

L'yes

Dédicaces

*Je remercie le bon Dieu de m'avoir donné courage et volonté pour réaliser ce
modeste travail.*

Je dédie ce travail

***A celle qui m'a donné la vie, le symbole de tendresse, qui s'est sacrifiée
pour mon bonheur et ma réussite, à ma mère ...***

***A mon père, école de mon enfance, qui a été mon ombre durant toutes les
années des études, et qui a veillé tout au long de ma vie à m'encourager, à
me donner l'aide et à me protéger. Que dieu les gardes et les protèges.***

A Mes frères Omar et Malek.

A la mémoire de mon grand-père.

A mon grand-père, et mes deux grand-mères

A mes oncles, mes tentes à qui je dois beaucoup de respect.

A ma chère amie Sound

A mes amis et amies.

A mon binôme Lyes

A tous ceux qui m'aiment.

A tous ceux que j'aime

A VOUS ...

Arezki

Un jour un sage dira à son neveu

Mon enfant travail !

Mon enfant travail !

Mon enfant travail !

L'enfant posa, mais pourquoi dont grand
papa sage ?

Le sage rétorqua

Si jeunesse savait, si vieillesse pouvait.

Grand sage chinois

Liste des abréviations

ANRH : Agence Nationale des Ressources Hydrauliques est un établissement public algérien à caractère administratif et à vocation scientifique et technique.

CNC : Centre National de Cartographie

DEMB : Direction de l'Energie et des Mines de Bejaia

DHW : Direction Hydraulique de la Wilaya de Bejaia est un organisme implanté dans toutes les Wilaya, activant sous la tutelle du Ministère des Ressources en Eau

DPATB : Direction de la Planification et de l'Aménagement de Territoire de Béjaia

SEWB : Service d'Environnement de la Wilaya de Béjaia,

MES : Matière En Suspension.

MP : Multi Paramètre

NTU : Unité de Turbidité Nephométrique.

ORP : Potentiel Oxydo- Réduction

PH : Potentiel d'Hydrogène.

UPH : Unité du Potentiel d'Hydrogène.

US/Cm : Micro Siemens/ Centimètre.



Sommaire

Sommaire

| | |
|---|----|
| Liste des figures | I |
| Liste des tableaux | II |
| Introduction générale..... | 1 |
| CHAPITRE I : Présentation du site | |
| I.1. Cadre administratif..... | 2 |
| I.1.1. Situation géographique et généralités sur la région | 2 |
| I.1.2. Ressources de la région..... | 4 |
| I.1.2.1. Ressources hydriques | 4 |
| I.1.2.2. Ressources minières | 5 |
| I.1.2.3. Ressources agricoles | 5 |
| I.1.3. Activités de la région | 5 |
| I.1.3.1. Industrie..... | 5 |
| I.1.3.2. Agriculture | 6 |
| I.2. Cadre physique de la zone d'étude..... | 7 |
| I.2.1. Caractéristiques géologiques..... | 7 |
| I.2.1.1. Stratigraphie | 7 |
| I.2.2. Réseau hydrographique | 8 |
| I.2.3. hydrogéologie..... | 10 |
| I.2.4. Climatologie | 11 |
| I.2.4.1 Climat littoral | 11 |
| I.2.4.2 Climat de l'Atlas Tellien..... | 11 |
| I.2.4.3 Climat des hautes plaines | 12 |
| I.2.5. Hydrologie..... | 12 |
| CHAPITRE II : Équipements et mesures | |
| II.1. Équipements de mesure | 14 |
| II.1.1. Présentation de la sonde Multi Paramètres TROLL 9500 | 14 |
| II.1.1.1. Composition de la sonde multi paramètres TROLL 9500 | 15 |
| II.1.1.1.1. Les câbles..... | 16 |
| II.1.2. Caractéristiques standard de la sonde Multi-Paramètre TROLL 9500 | 18 |
| II.1.2.1. Caractéristiques optionnelles de la sonde Multi-Paramètre TROLL 9500 | 18 |
| II.1.2.2. Configuration du système de fonctionnement de la sonde Multi-Paramètre TROLL 9500 | 20 |
| II.1.3. Paramètres d'études | 21 |

Sommaire

| | |
|--|----|
| II.1.3.1.Paramètres physiques..... | 21 |
| II.1.3.1.1. La Température | 21 |
| II.1.3.1.2. La Turbidité | 21 |
| II.1.3.2.Paramètres chimiques | 22 |
| II.1.3.2.1. Le pH | 22 |
| II.1.3.2.2. le Potentiel d'Oxydoréduction..... | 22 |
| II.1.3.1.3. La Conductivité..... | 23 |
| II.2.Phase expérimentale | 23 |
| II.2.1.Mise en marche de la sonde multi paramètres TROLL 9500 | 23 |
| II.2.1.1.Etalonnage des capteurs de la sonde | 23 |
| II.2.1.2.Essai de confirmation..... | 28 |
| II.2.1.3.Mise en mode « ON » de la sonde multi paramètres TROLL 9500 | 28 |
| II.2.2.Mise en place de la sonde | 31 |
| II.2.2.1. Conception du dispositif | 31 |
| II.2.2.2. entretien de la sonde | 34 |
| CHAPITRE III : Résultats et discussion | |
| III.1.Paramètres physiques | 37 |
| III.1.1. La Température | 37 |
| III.1.2. La Turbidité | 38 |
| III.2.Paramètres chimiques :..... | 39 |
| III. 2.1. Le pH | 39 |
| III.2.2. Le Potentiel d'Oxydoréduction..... | 40 |
| III.2.3. La Conductivité | 41 |
| III.3. Étude de l'interdépendance des paramètres | 43 |
| III.3.1. Étude du couple température eaux/température atmosphérique..... | 43 |
| III.3.2. Étude du couple ORP /pH | 44 |
| III.3.3. Étude du couple Conductivité/Température | 45 |
| III.1.2. Étude du couple Turbidité/Précipitations | 46 |
| Conclusion générale | 47 |
| Référence | |
| Annexes | |

Sommaire

Liste des Figures

| | |
|--|----|
| Figure 1: Carte de position du bassin versant de la Soummam..... | 2 |
| Figure 2: Carte des trois sous bassins versants fondamentaux du bassin versant de la Soummam..... | 3 |
| Figure 3: Carte de localisation du secteur étudié..... | 4 |
| Figure 4: culture arboricole dans la vallée de la Soummam..... | 6 |
| Figure 5: Extrait de la carte géologique de l'Algérie 1/500 000..... | 7 |
| Figure 6: carte du réseau hydrographique du bassin versant de la Soummam..... | 9 |
| Figure 7: Carte du réseau hydrographique de la vallée de la Soummam..... | 10 |
| Figure 8: relation hydraulique nappe-Oued d'après le jaugeage différentiel..... | 11 |
| Figure 9: Carte géologique du bassin versant de la Soummam. | 13 |
| Figure 10 : sonde multi paramètres TROLL 9500 avec son dispositif à Oued Soummam..... | 14 |
| Figure 11 : La Sonde Multi paramètre TROLL 9500..... | 15 |
| Figure 12 : Câble robuste..... | 16 |
| Figure 13 : grand déshydratant..... | 17 |
| Figure 14: TROLL Com (câble Connecte)..... | 17 |
| Figure 15 : les différents connecteurs de la sonde..... | 19 |
| Figure 16 : Fenêtre de dialogue du logiciel Win-Situ 4.5818..... | 20 |
| Figure 17 : boite de dialogue pour le choix du paramètre de la Turbidité..... | 24 |
| Figure 18 : boite de dialogue pour le choix du mode de calibrage..... | 24 |
| Figure 19: boite de dialogue de confirmation de calibrage..... | 25 |
| Figure 20: boite de dialogue du choix de paramètre pH..... | 25 |
| Figure 21 : boite de dialogue de calibrage du pH..... | 26 |

| | |
|---|----|
| Figure 22 : boite de dialogue du choix du paramètre de la conductivité..... | 27 |
| Figure 23 : boite de dialogue du choix de calibration..... | 27 |
| Figure 24 : boite de dialogue de calibrage de la conductivité..... | 28 |
| Figure 25 : boite de dialogue pour la programmation d'un nouvel essai..... | 29 |
| Figure 26 : boite de dialogue pour l'attribution d'un titre pour notre nouvel essai..... | 29 |
| Figure 27 : les différents paramètres que contient la sonde affichée sur le logiciel..... | 30 |
| Figure 28 : boite de dialogue pour l'ajout d'un nouveau teste..... | 30 |
| Figure 29 : assemblage tubes/pates..... | 31 |
| Figure 30 : jumelage des barres à l'aide d'une tige en acier plein..... | 32 |
| Figure 31 : schéma du dispositif assemblé..... | 33 |
| Figure 32 : la cage de la Sonde..... | 34 |
| Figure 34 : nettoyage de la sonde et des capteurs..... | 35 |
| Figure 35 : changements de batteries (piles de 1.5 vols) de la sonde..... | 36 |
| Figure 36 : Graphique représentant les variations temporelles de la Température..... | 37 |
| Figure 37 : Graphique représentant les variations temporelles de la Turbidité | 38 |
| Figure 38 : Graphique représentant les variations temporelles du pH..... | 40 |
| Figure 39 : Graphique représentant les variations temporelles de l'ORP..... | 41 |
| Figure 40 : Graphique présentant les variations temporelles de conductivité..... | 42 |
| Figure 41 : Graphique représentant les variations temporelles de la température des eaux et la température atmosphérique | 43 |
| Figure 42 : Graphique représentant les variations temporelles du pH et de l'OR..... | 45 |
| Figure 43 : Graphique représentant les variations temporelles de la Conductivité et de la Température..... | 4 |

Figure 44 : Graphique représentant les variations temporelles de la turbidité47

Liste des tableaux

Tableau 1: les besoins et les zones industrielles importantes du couloir.....6



INTRODUCTION

INTRODUCTION GÉNÉRALE

La Vallée de la basse Soummam est une région à vocation touristique agricole, et industrielle ce qui mène aux rejets, volontairement ou accidentellement, de manière concentrée ou répartie, d'importantes quantités de matière et de chaleur dans les eaux de surface, en particulier dans les rivières. On cherche généralement ainsi à évacuer et à disperser des déchets [Leuven RSEW et *al*, 2003].

Il est souvent bien difficile de faire la part du naturel et de l'artificiel dans des cours d'eau soumis depuis des siècles à l'influence humaine. Cette influence ne se manifeste d'ailleurs pas seulement par des rejets d'eaux usées, mais aussi, par la transformation physique des bassins versants et du lit des rivières. Certaines circonstances exceptionnelles telles que la pollution et la sécheresse permettent de mesurer la pression exercée sur les cours d'eau du fait de l'activité humaine [Admiraal W, 1993, Balk F, 1993]

Nous allons tenter donc de faire une étude physico-chimique pour les eaux du bassin versant de l'Oued Soummam qui fait partie du littoral Algérien.

Durant notre travail, nous nous intéressons à une étude physico-chimique des eaux à l'embouchure de l'oued Soummam. Les prélèvements et les analyses se feront à l'aide d'une sonde multi paramètres TROLL 9500, équipement de mesure et d'analyse *in situ*, et ce pour une période d'un mois commençant du 18 avril 2015 jusqu'au 19 mai 2015.

Cependant l'objectif visé est de tester l'efficacité d'un équipement nouvellement acquis par l'organisme d'accueil assurant notre stage, et sa réponse aux attentes de la communauté scientifique en matière de fiabilité des données (quantitativement et qualitativement).

Dans un deuxième temps nous tenterons de traiter les résultats que générera la Sonde et nous les interpréterons afin de pouvoir comprendre l'évolution des paramètres choisis dans le cadre de notre étude.

Pour bien mener notre étude, nous avons opté pour la répartition du travail comme suit :

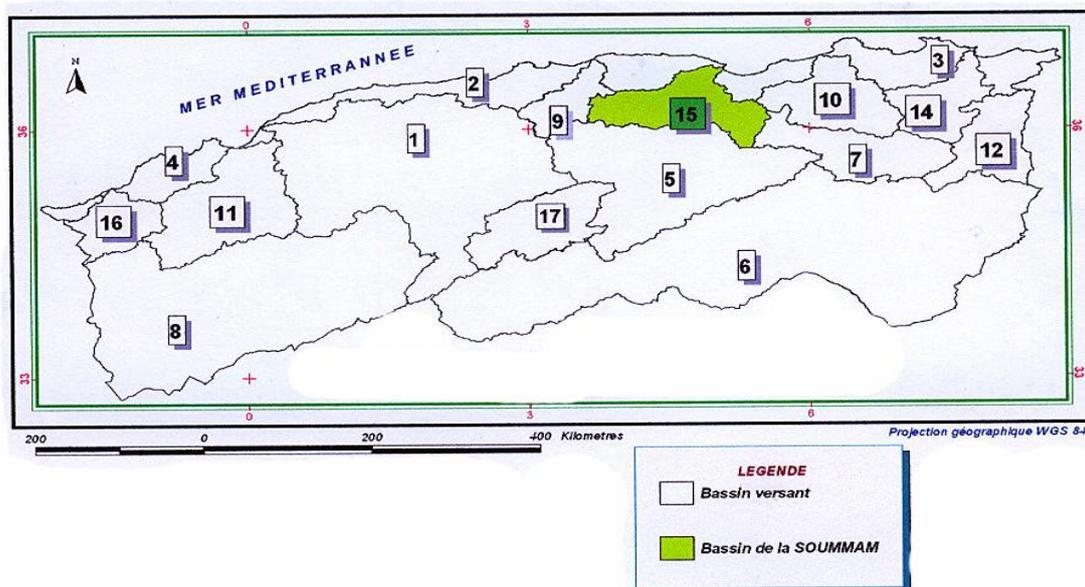
- Inventaire bibliographique sur la zone d'étude ;
- Présentation de la sonde Multi-Paramètre TROLL 9500 ;
- Étape de l'installation de la sonde et de sa mise en marche ;
- Génération des données et traitement graphique des résultats.

Présentation du site

I.1. Cadre administratif

I.1.1. Situation géographique et généralités sur la région

La vallée de la Soummam se situe à environ 230 km à l'est d'Alger et appartient administrativement à la wilaya de Bejaia [Perrier J, 1964]. Elle est limitée au Nord par les montagnes de la grande Kabylie (massif du Djurdjura), par la mer méditerranée et les chaînes côtières de la petite Kabylie. Au Sud, elle est limitée par les monts de Hodna [Benhamiche, 1997]. Le bassin versant se jette dans la mer Méditerranée à Bejaia après un cours de 80 km environ orienté Sud-ouest – Nord-est [SEWB, 1997]. La superficie du bassin versant de l'oued Soummam est d'environ 9125 Km² et un périmètre de 554 km, son numéro est 15 dans le répertoire de l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques [ANRH, 1990].

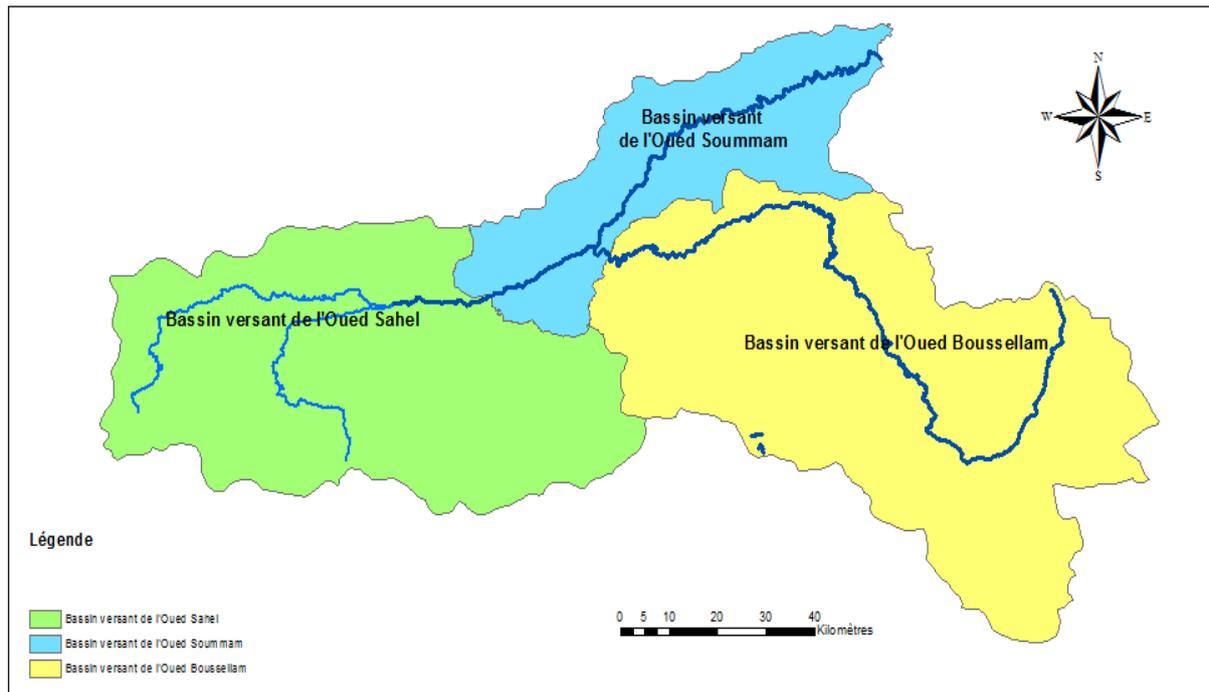


Source : CNC (centre national de cartographie)

Figure 1 : Carte de position du bassin versant de la Soummam.

Le Bassin versant de la Soummam est subdivisé en trois sous bassins versants fondamentaux :

- Le sous-bassin versant de l'Oued Boussellam d'une superficie de 4309 km².
- Le sous-bassin versant de Sahel d'une superficie de 3755 km².
- Le sous-bassin versant de l'Oued Soummam d'une superficie de 1061 km².



Source : ICHALAL Yasmina, 2015.

Figure 2 : Carte des trois sous bassins versants fondamentaux du bassin versant de la Soummam.

La région étudiée fait partie du bassin versant de l'Oued Soummam qui est caractérisée par une superficie de 1061 km², 11.6 % de la surface totale du bassin versant de la Soummam.

Ce bassin est limité naturellement :

- Au Nord par Djebel Djurdjura.
- Au Sud par Chaines des Bibans.
- À l'Ouest par le plateau de Bouira.

La vallée de la Soummam est une plaine des basses terrasses alluviales qui apparait comme une étroite bonde orientée Sud-Ouest, Nord-Est de Tazmalt à Bejaia, avec une longueur de 65 km.



Source : CNC (centre national de cartographie)

Figure 3 : Carte de localisation du secteur étudié.

I.1.2. Ressources de la région

I.1.2.1. Ressources hydriques

Pour les eaux souterraines, il a été mis en évidence la présence, sous les alluvions, d'un réservoir s'étalant de Tazmalt à Sidi-Aich et de Sidi-Aich à Bejaia. La division en deux zones de cette réserve se justifie par la présence à Sidi-Aich d'un seuil géologique qui, du point de vue hydraulique, constitue en quelque sorte une barrière. L'alimentation des deux nappes se fait par l'oued Sahel, l'oued Soummam, leurs affluents et les précipitations ainsi que les affluents miocènes.

En ce qui concerne les ressources superficielles, le bassin versant de l'oued Soummam est entaillé de nombreux cours d'eau, dont le principal est l'oued Soummam avec des débits qui montrent de grandes irrégularités intermensuelles et saisonnières. À son embouchure, il présente un apport annuel moyen de $733 \text{ m}^3/\text{an}$ [DPATB, 2003].

I.1.2.2. Ressources minières

Le sous-sol de la wilaya de Bejaia renferme d'importants gisements de substances minérales, métalliques et non métalliques dont : le gisement de polymétaux (Zn, Pb, Cd et Ag) à Amizour, les gisements d'argile à R'mila, Tala Hamza et Boukhlifa, les gisements de gypse et de la Célestine à Boudjellil, le gisement de grès siliceux à T/IGHIL et le gisement de calcaire à Ighil Ali [DEMB].

I.1.2.3. Ressources agricoles

Elle dispose de vastes superficies agricoles utiles évaluées à 130.039 ha, utilisées différemment à travers les trois terroirs que compte la wilaya. Au niveau des plaines où les sols sont bien développés et d'une haute valeur agronomique les terres sont utilisées pour l'agriculture intensive (maraîchage et arboriculture fruitière), au niveau des piémonts elle est utilisée pour des cultures extensives comme on trouve également des vergers d'olivier, de figuier et divers arbres fruitiers. Et enfin au niveau des zones de montagnes où les sols sont peu développés, les terres sont utilisées pour l'arboriculture rustique (olivier et figuier) [BOUBCHIR-LADJ K(2013)]

I.1.3. Activités de la région**I.1.3.1. Industrie**

Le secteur industriel est implanté essentiellement dans les grandes villes : Bejaia, El-Kseur, Sidi-Aich, Akbou. Les plus gros consommateurs de l'eau sont plutôt les secteurs de l'industrie légère tels que : les usines textiles, les unités agroalimentaires, certaines briqueteries et papeteries. Les substances polluantes des unités industrielles importantes sont : EMAC-Akbou, COTITEX-Akbou, INDITEX-Remila, ERIAD-Sidi Aich, Papeterie-Oued Ghir.

Tableau 1 : besoin de l'industrie de la Soummam en eau.

| Agglomération | Superficie (ha) | Besoins industriels en eau (m ³ /j) |
|---------------|-----------------|--|
| Bejaia | 122.79 | 9550 |
| Akbou | 42.25 | 2735 |
| El-Kseur | 30.79 | 1900 |
| Sidi- Aich | / | 3990 |
| Oued-Ghir | / | 1010 |
| Total | 195.83 | 18 585 |

Source : ANRH (agence nationale des ressources hydrique).

I.1.3.2. Agriculture

Le secteur économique le plus important pour la Wilaya de Bejaia est l'Agriculture. La haute Soummam est caractérisée par un système de culture nettement dominé par l'arboriculture (olivier surtout) et les cultures de figuiers, et de céréales en complément.

Les activités les plus fréquentes dans la basse Soummam par contre sont les cultures céréalières, les légumières, les agrumes et fruits ainsi que les vignes [BOUBCHIR-LADJ K(2013)].



Source : photo prise le 13/05/2005 à 15 h 19

Figure 4 : culture arboricole dans la vallée de la Soummam

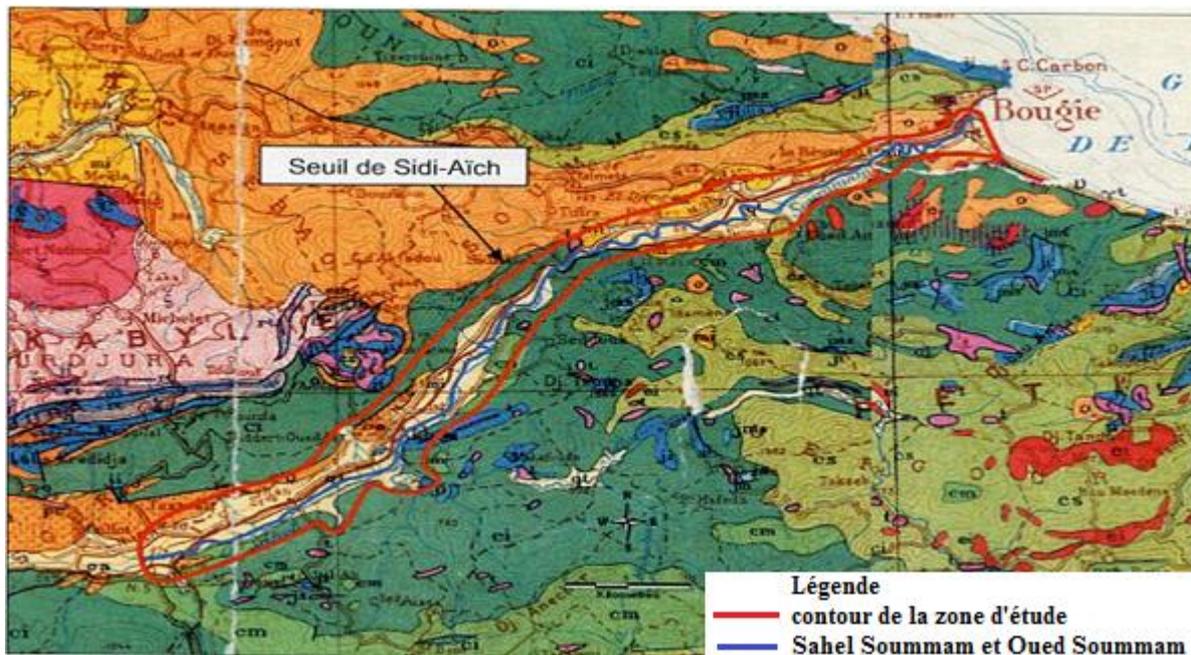
I.2. Cadre physique de la zone d'étude

I.2.1. Caractéristiques géologiques

I.2.1.1. Stratigraphie

À partir de la carte géologique de l'Algérie au 1/500 000 (figure5), la zone d'étude représente trois unités stratigraphiques selon (DUPLAN et GRAVELLE 1960, HASSISSENE, 1989) [AKDIM A, 2011] :

- Les formations alluvionnaires du quaternaire.
- Les formations tertiaires du Miocène.
- Les formations secondaires regroupant le Crétacé, le Jurassique, et le Trias et constituant le substratum.



Source : Service de la Carte Géologique de l'Algérie.

Figure 5 : Extrait de la carte géologique de l'Algérie 1/500 000.

- **Formations alluvionnaires du quaternaire**
 - **Au centre de la vallée** : les alluvions anciennes et récentes, observable sur toute la longueur de la vallée, elles forment le lit actuel de l'Oued en une série de terrasses et sont constituées de galets et de graviers à remplissage sableux avec des intercalations argileuses.

- **Sur les bordures** : les éboulis de pente, cônes de déjection sont constitués de gros galets ou d'argiles caillouteuses.
- **Formations tertiaires**
 - **Miocène supérieur et pliocène** : présente uniquement entre les villes de la réunion (Oued-Ghir) et de Bejaia elle est constituée de : brèches, de sables, et de grès surmontés d'argiles bleues.
 - **Miocène** : de Bejaia à Sidi-Aich, il est constitué de dépôts marins (marnes gréseuses, conglomérats, grès fins et grossiers).
 - **Oligocène (Numidien)** : il est situé uniquement entre Bejaia et Sidi-Aich, au Nord de l'Oued Soummam, il est composé de Flysch gréseux composé de grès quartziteux et de marnes schisteuses avec à la base des bancs de grès.
- **Formations secondaires**
 - **Crétacé** : en rive droite, argiles brunes schisteuses avec lits de quartzites, de marnes et marno-calcaires, en rive gauche, flyschs formés essentiellement d'argiles schisteuses grises avec des intercalations de lits gréseux ou marno-calcaires.
 - **Jurassique** : dans la vallée de sahel Soummam, il est constitué à la base, de calcaires dolomitiques, dolomies, et calcaires, au sommet, de calcaire gris contenant des bancs de silex à la base.
Dans la basse Soummam, il s'agit d'une formation calcaire-marneuse.
 - **Trias** : il est présent de petits affleurements aux alentours d'Akbou, Sidi-Aich, et Il-Maten, son faciès est de type dolomitique et gypseux avec la présence d'argiles versicolore dans la basse Soummam.

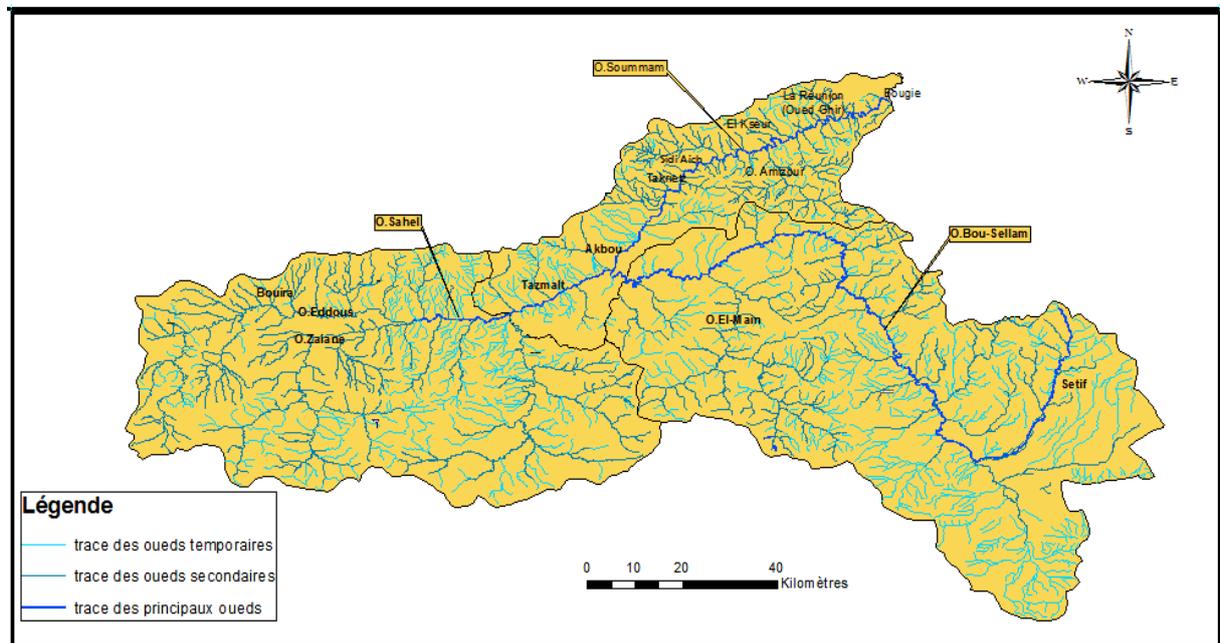
I.2.2. Réseau hydrographique

Le bassin versant de la Soummam est caractérisé par un réseau hydrographique dense, dont l'exutoire est le golf de Bejaia [ICHALAL.Y, 2013]

Il est constitué d'une part de trois cours d'eau importants :

- Oued Sahel qui descend du plateau de Bouira, qui est formé de la confluence des Oueds Eddous et Zaiane.
- Oued Bousellam qui descend du plateau Sétifien.

- Oued Soummam, qui est formé de la confluence de l'Oued Sahel et de l'Oued Boussellam au niveau d'Akbou.



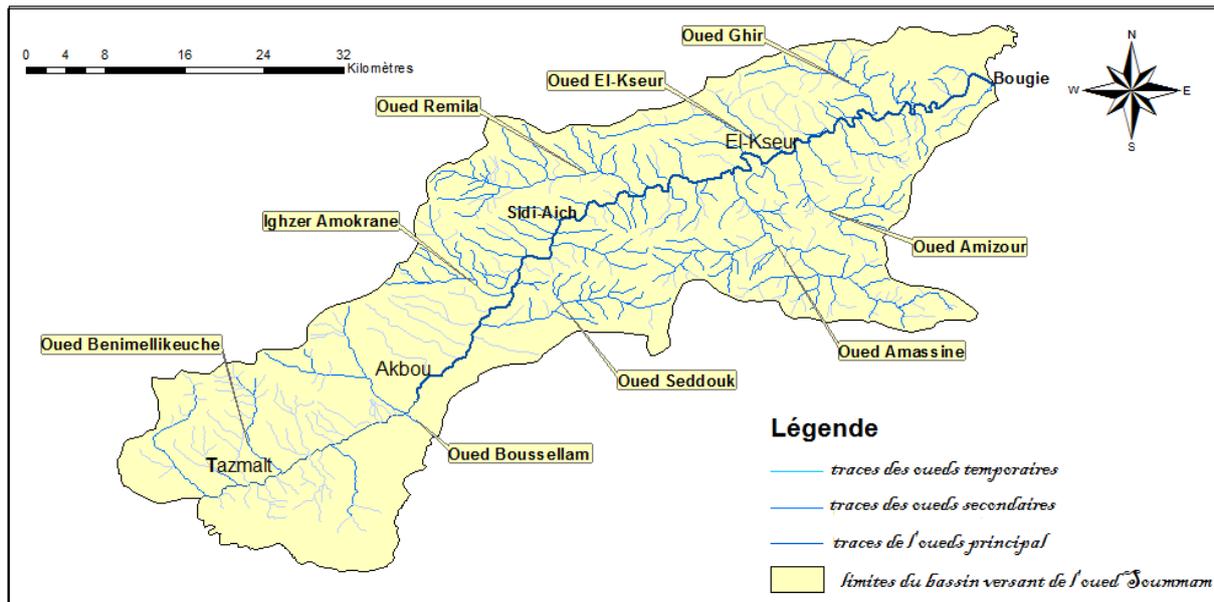
Source : ICHALAL.Y ; HAMDAOUI. A, 2013.

Figure 6 : carte du réseau hydrographique du bassin versant de la Soummam.

La vallée de la Soummam est constituée d'un réseau hydrographique très développé, il est constitué d'une part de l'Oued principal Sahel Soummam (en amont de Sidi-Aich) devenant l'Oued Soummam entre Sidi-Aich et Bejaia qui s'écoule sur tout le long de la plaine.

Et les principaux affluents qui coulent sur les versants de cette vallée sont :

- En rive gauche: Oued Ighzer Amokrane, Oued Beni-Mellikech, Oued Remila, Oued El-Kseur, Oued Ghir.
- En rive droite : Oued Boussellam, Oued Seddouk, Oued Amassine, Oued Amizour.



Source : ICHALAL.Y.2015.

Figure 7 : Carte du réseau hydrographique de la vallée de la Soummam.

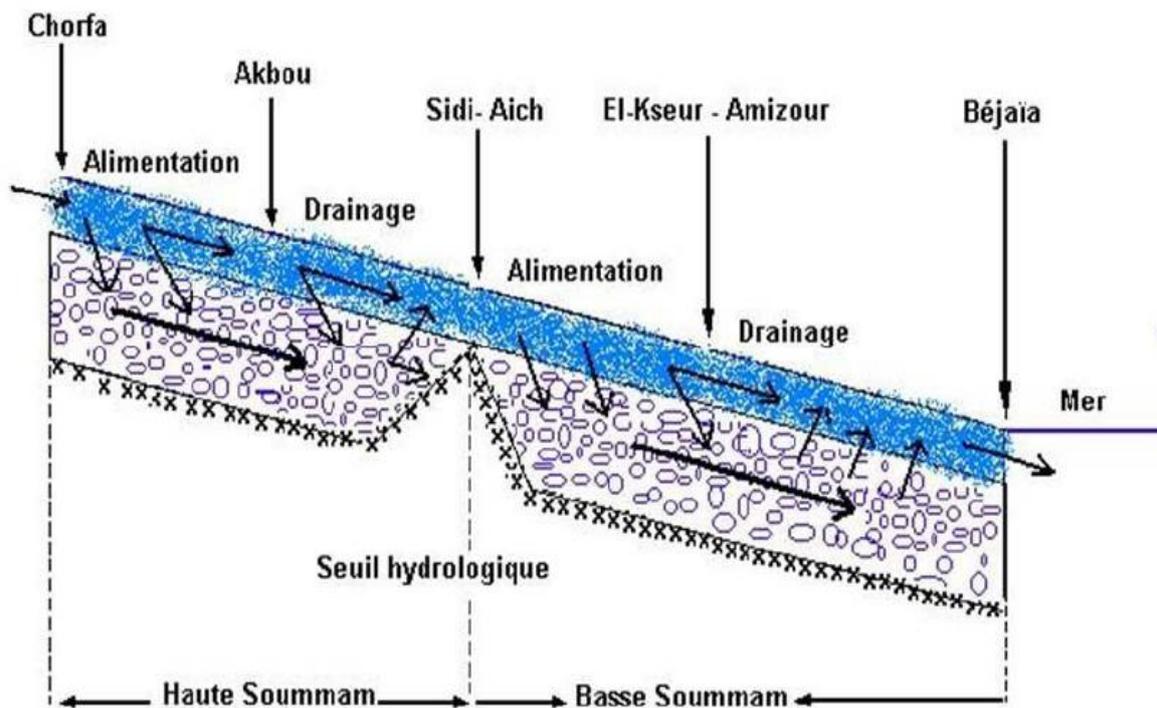
I.2.3. hydrogéologie

L'étude hydrogéologique de la vallée de basse Soummam passe par la description lithologique et tectonique, in situ et à partir des cartes géologiques, à partir de ces dernières on peut constater que la région de Bejaia se situe dans un contexte, tant géologique qu'hydrogéologique, favorable à la formation de nappes d'eau souterraines

La nappe principale, actuellement en exploitation sur la vallée de la Soummam, est celles des alluvions quaternaires, sous les alluvions se trouvent les niveaux conglomératiques du Miocène qui constituent les formations aquifères.

Au niveau du Sahel-Soummam (en amont de Sidi-Aich), les alluvions quaternaires et le Miocène conglomératique semblent constituer un aquifère unique et au niveau de la basse Soummam, les deux formations sont séparées par un niveau argileux.

L'alimentation de la nappe en période des hautes eaux est assurée par les précipitations, les écoulements directs sur les alluvions, et par ses affluents, en période d'étiage, la recharge continue à être assurée par le faible écoulement de l'Oued et les affluents de la rive gauche [SAOU A, 2012].



Source : KLINCKX, 1973

Figure 8 : relation Hydraulique nappe-Oued d'après le jaugeage différentiel.

I.2.4. Climatologie

Le bassin versant de la Soummam est sous l'influence de trois types de climat, ce qui d'ailleurs place la région dans trois étages bioclimatiques en fonction du climat dominant.

I.2.4.1 Climat littoral

Domine sur la région parallèle à la bande méditerranéenne, dite zone inférieure de la Soummam, cette région est classée en étage bioclimatique humide. La température moyenne (T) dans cette région varie de 14° à 15°, l'humidité relative (H) est plutôt élevée, tandis que la pluviométrie augmente de l'Ouest vers l'Est avec un maximum en mois de décembre et un minimum en mois de juillet [AKDIM. A, 2011].

I.2.4.2 Climat de l'Atlas Tellien

Tout au long de l'Oued Soummam, de Sidi Aich jusqu'à Bejaïa (moyenne Soummam, et une partie de la haute Soummam), la zone est classée en étage bioclimatique Subhumide. Ce climat se démarque avec un degré de continentalité qui augmente au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la mer, les températures (T) varient de 10 °C à 17 °C, l'humidité relative (H)

est plus élevée durant les nuits marquant un cycle diurne, ce qui est des précipitations, elles diminuent du nord vers le sud, le climat Tellien constitue une véritable barrière face aux masses d'air chargées d'eau, ce qui rend la pluviométrie plus importante sur les montagnes que sur les hautes plaines [AKDIM A, 2011].

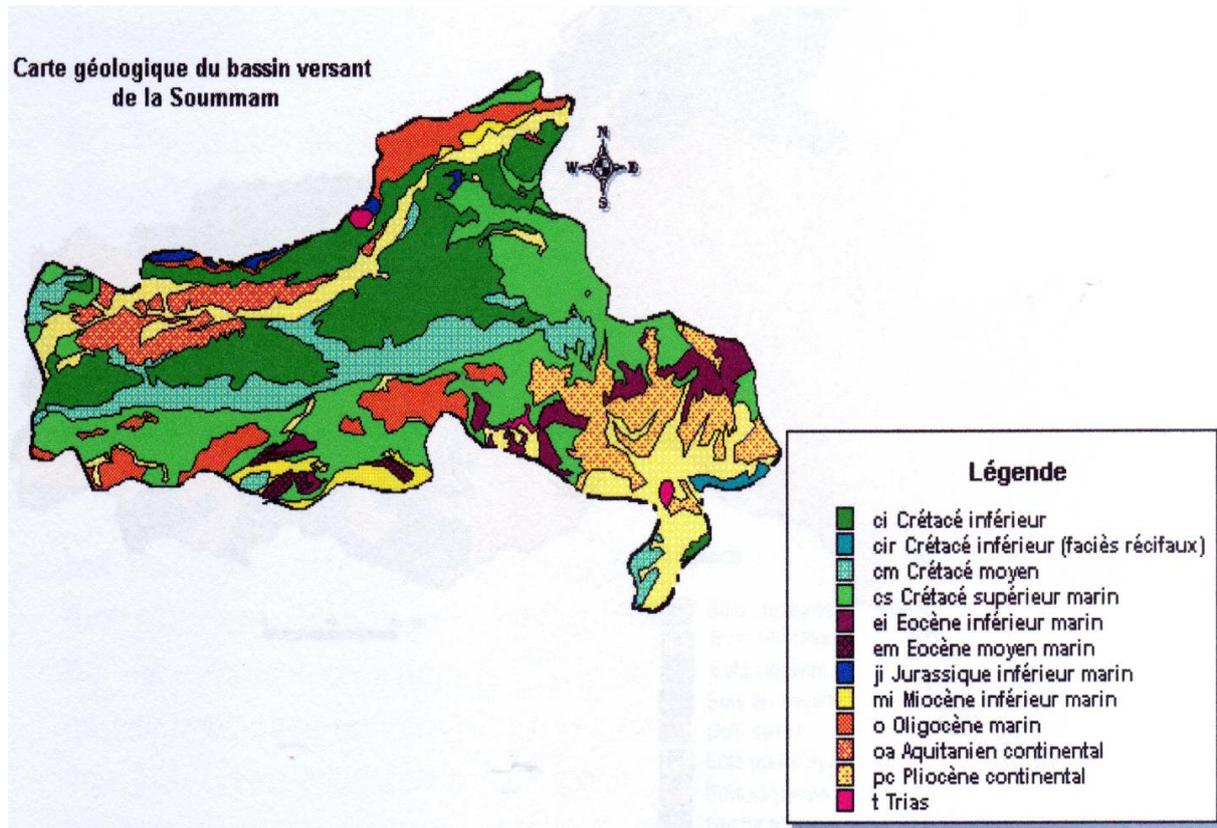
I.2.4.3 Climat des hautes plaines

Domine de Tazmalt jusqu'à Sidi Aich, région dite haute Soummam, cette région est dans l'étage bioclimatique Semi-aride. Ce climat est caractérisé par une température (T) fluctuant entre 10 °C et 15 °C, une pluviométrie allant de 250 mm à 500 mm en fonction de l'altitude, présentant un premier maximum en janvier et un maximum secondaire avec les pluies orageuses en mois mai. Il est à noter que ce climat est connu par des gelées et du sirocco très importants dans la région de Sétif [AKDIM A, 2011].

I.2.5. Hydrologie

Le bassin versant de la Soummam est composé de trois unités hydrogéologiques distinctes [BACHA, M. 2003] :

- L'unité de Sétif : occupe le bassin versant de Oued Boussellam, et s'étend sur la région Sétifienne.
- L'unité de la haute et moyenne Soummam : occupe le bassin qui s'étend des monts de Djurdjura au nord jusqu'au Bibans au sud.
- L'unité de la basse Soummam : s'allonge de la station hydrométrique de Sidi Aiche jusqu'à la mer.



Source : CNC (centre national de cartographie)

Figure 9 : Carte géologique du bassin versant de la Soummam.

Équipements et mesures

II.1. Equipements de mesure

II.1.1. Présentation de la sonde Multi Paramètres TROLL 9500

La Sonde Multi paramètre TROLL 9500 utilisant les derniers capteurs et une technologie électronique pour fournir un instrument facile à l'utilisation, robuste et durable.

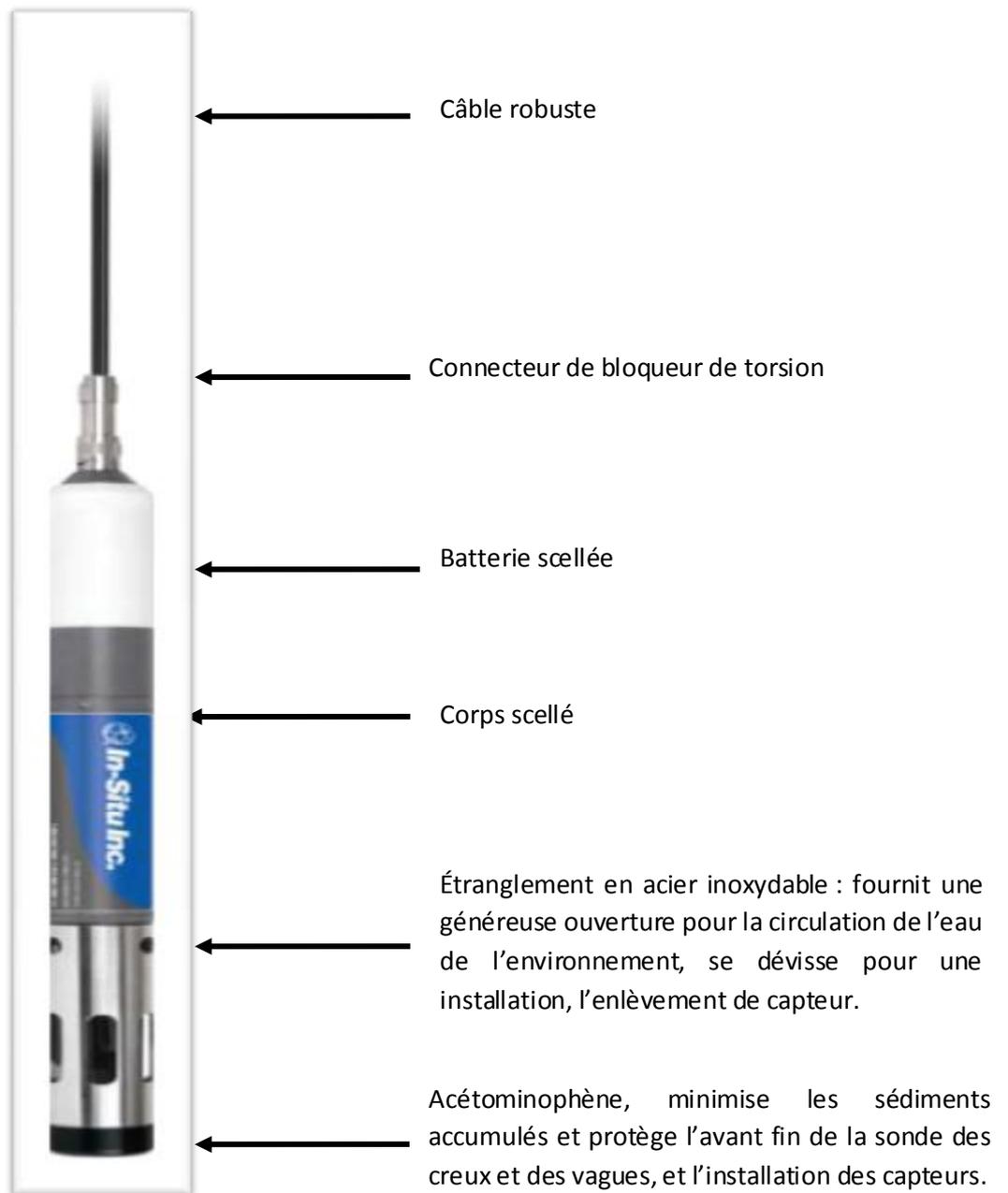
Elle enregistre des données infrajournalières allant jusqu'à 7 paramètres d'eau, dont la température et la pression intégrée. Elle offre la commodité d'un instrument de mesure utilisable à la fois en laboratoire de qualité et pour l'utilisation sur le terrain, garantissant une surveillance véritable du niveau et qualité des eaux [T-CAMPBELL, 2006].



Source : photo prise le 15/04/2015 à 11 h 20

Figure 10 : sonde multi paramètres TROLL 9500 avec son dispositif à Oued Soummam.

II.1.1.1. Composition de la sonde multi paramètres TROLL 9500



Source : T-CAMPBELL, Product développement Program Manager, 2006

Figure 11 : La Sonde Multi paramètre TROLL 9500.

II.1.1.1.1. Les câbles

Plusieurs types de câbles de base sont utilisés dans le système Multi-Paramètre TROLL 9500 :

- Câble robuste ; TPU chemisé (polyuréthane thermoplastique)
Ventilé ou non ventilé.
- Câble Tefzel ventilé
- Fil de suspension en acier inoxydable pour une utilisation lorsque le câble de ventilation n'est pas requis (par ex. : avec un capteur de pression absolue).
- Les câbles de communication pour la programmation de l'appareil, le téléchargement des données enregistrées.

Définition du câble robuste

Le câble comprend des conducteurs, des signaux électriques et de communication, un membre de la force, et une poignée kellems pour ancrer le député TROLL 9500 en toute sécurité.

La tête de puits et l'extrémité de fond sont de type baïonnettes identiques au connecteur de bloqueur de torsion qui s'accouple avec le corps de TROLL 9500.



Source : T-CAMPBELL, Product development Program Manager, 2006.

Figure12 : Câble robuste.

➤ Grand Déshydratant

Il protège le tube du câble et l'appareil électronique de la condensation grâce à la Silice qui se trouve à l'intérieure de cette tête. Le déshydratant est bleu lorsqu'il est actif.

Il absorbera l'humidité du haut vers le bas, pour de meilleurs résultats, il convient de le changer avant que le volume devienne entièrement de couleur rose.



Source : T-CAMPBELL, Product development Program Manager, 2006

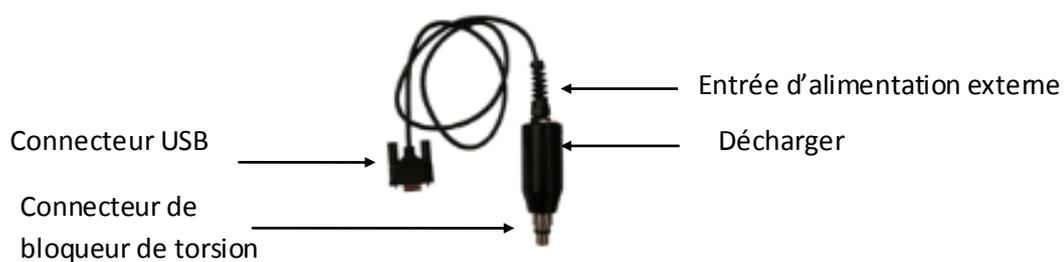
Figure13 : grand déshydratant.

Câbles de communication :

Il relie le TROLL9500 à un ordinateur de bureau/ordinateur portable et/ou PDA de poche pour profilage, il sert pour l'étalonnage, la programmation et téléchargement des données. Les deux types sont de 0,9 m de câble de polyuréthane, prise d'entrée d'alimentation externe, et évent avec membrane remplaçable.

➤ TROLL Com (câble Connecte)

Nous pourrions connecter notre TROLL 9500 directement à un Port USB. Un bon choix pour une connexion permanente à un PC, ou pour la programmation d'un non ventilé TROLL 9500 qui sera déployé sans câble robuste. Il n'est pas conçu pour une utilisation sur le terrain.



Source : T-Campbell, Product development Program Manager, 2006

Figure 14: TROLL Com (câble Connecte).

II.1.2. Caractéristiques standard de la sonde Multi-Paramètre TROLL 9500

La sonde Multi-Paramètre présente des caractéristiques distinctes des autres sondes, dont nous citons :

- Diamètre : $d = 47$ mm (1,85 po) ;
- Boîtier en PVC résistant à la corrosion avec vis de réglage en titane.
- Buard limiteur de débit en acier inoxydable 316L/capteur.
- Joints Viton.
- Échantillonnage rapide des données.
- Lecture continue en temps réel (profilage).
- Batteries remplaçables par l'utilisateur.
- Microprocesseur de faible puissance.
- Capteur de température calibré en usine de manière permanente installé.
- Capteur de la pression barométrique étalonnée en usine, destiné à être utilisé sur un câble ventilé.
- Horloge en temps réel à compensation de température.
- Facile à utiliser sur le logiciel Win-Situ 4 pour la configuration, le téléchargement, texte et l'affichage de données graphiques.
- Les signaux de communication optiquement isolés.
- Câbles disponibles en longueurs standard et sur mesure, ventilée ou polyuréthane non ventilé, polyuréthane sans halogène.
- Alimentation câble externe.

II.1.2.1. Caractéristiques optionnelles de la sonde Multi-Paramètre TROLL 9500

Le mode de fonctionnement de la TROLL 9500 se base principalement sur des enregistrements assurés par des capteurs, dont chacun est responsable d'un paramètre physique donné.



Source : T-CAMPBELL, Product development Program Manager, 2006

Figure 15 : les différents connecteurs de la sonde.

- Des capteurs intelligents pour la qualité de l'eau, des mesures amovibles, remplaçable et un champ calibré.
- Des capteurs de base comprenant l'oxygène dissous, pH, combinaison pH/ORP, une faible conductivité et haute conductivité.
- L'ensemble des capteurs étendu comprend ammonium, chlorure, Nitrate, turbidité, RDO, optique d'oxygène dissous.
- Le logiciel de contrôle complet Pocket-situ pour une utilisation sur le terrain sur un PDA — prendre des mesures en continu en temps réel, calibrer, programme et de télécharger les données enregistrées à partir de plusieurs trolls de MP.
- La température compensée ventilée ou non ventilée, disponible en plusieurs gammes, installées de façon permanente et étalonnée en usine.
- Capteur de turbidité installé à demeure, calibré en usine.
- L'enregistrement de données intégré capacité jusqu'à 4 Mo de mémoire (environ un million de lectures individuelles).
- Téléchargement de données rapide.
- Jusqu'à une capacité de 16 essais ; linéaire, les événements et la mesure moyenne linéaire horaires.
- Flow-Sense logiciel d'échantillonnage à faible débit d'échantillonnage automatisé et signaler la création.
- Les accessoires optionnels comprennent la cuve à circulation à faible débit, l'utilisateur réparable turbidité essuie-glace, agitateur magnétique alimenté par batterie pour une utilisation dans l'eau stagnante.

- La mise en réseau de l'instrument et de la télémétrie (T-CAMPBELL, 2006).

II.1.2.2. Configuration du système de fonctionnement de la sonde Multi-Paramètre TROLL 9500

II.1.2.2.1. Logiciel de contrôle

Win -Situ 4 permet la communication entre le député TROLL 9500 et un ordinateur de bureau ou portable.

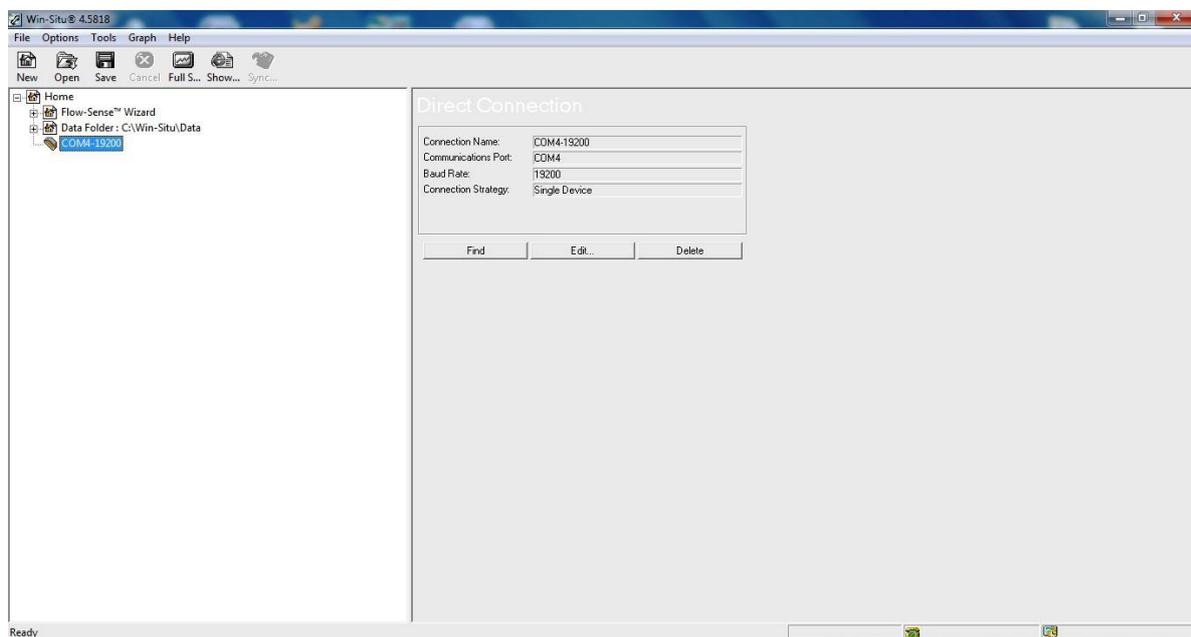


Figure 16 : Fenêtre de dialogue du logiciel Win-Situ 4.5818.

Pour une meilleure utilisation de la sonde Multi-Paramètre TROLL 9500, et pour bénéficier de toutes les commodités et options dont elle dispose, Win situ 4 nous offre cette possibilité, en nous facilitant la tâche grâce à sa maîtrise facile que ça soit pour l'étalonnage que pour le profilage. En ce qui concerne les données, il offre plusieurs possibilités, lectures directes, enregistrements, extractions et visualisations (textes et interfaces graphiques), ajoutant à tout cela, le choix d'unités et d'autres options d'affichages personnalisés.

Pour un bon fonctionnement du logiciel, il lui faut une configuration sur : Microsoft Windows 2000, Windows XP, ou Windows Vista ou version ultérieure, et un CD-ROM.

Pocket-Situ 4 fournit les caractéristiques et les fonctions de Win-situ sur un domaine portable.

Pour la connexion, la sonde Multi-Paramètre TROLL 9500 a une capacité pouvant atteindre 16 Mo de stockage de données (SD carte, carte CF ou la mémoire non volatile intégrée de l'appareil).

Pour l'installation et l'échange de fichiers, Pocket-situ nécessite l'installation suivante sur un ordinateur de bureau ou un ordinateur portable :

- Microsoft ActiveSync.
 - Win- Situ 4.
 - En option : Win- Situ Sync (ou Pocket-Sync 4, version antérieure de Win- Situ Sync).
- (T-CAMPBELL, 2006).

II.1.3. Paramètres d'études

Notre étude a pour objet d'étudier et de suivre l'évolution des paramètres physiques et chimiques des eaux de surface de l'Oued Soummam, cette étude s'étale sur une période de 35 jours allant du 18/04/2015 au 22/05/2015.

II.1.3.1. Paramètres physiques

II.1.3.1.1. La Température

C'est un facteur prépondérant dans les eaux courantes, elle varie régulièrement le long du profil longitudinal d'un cours d'eau, en fonction de la température atmosphérique (RODIER, 1984).

La connaissance de la température est essentielle pour les réactions physico-chimiques et biologiques, régies par leurs caractéristiques thermodynamiques et cinétiques (THOMAS, 1995).

II.1.3.1.2. La Turbidité

C'est le caractère trouble de l'eau, elle est causée par les matières en suspension, telles que l'argile, le limon, les particules organiques, le plancton et les autres organismes microscopiques, également à la présence des matières colloïdales d'origine organique ou minérale (VILAGINES, 2003).

L'appréciation de l'abondance de ces particules mesure son degré de turbidité. Celui-ci sera d'autant plus faible que le traitement de l'eau aura été plus efficace (RODIER, 2009).

Une turbidité trop élevée empêche la pénétration de la lumière dans la colonne d'eau, et peut ainsi diminuer la croissance des algues et plantes aquatiques (VILAGINES, 2003).

II.1.3.2. Paramètres chimiques

II.1.3.2.1. Le pH

Il représente la concentration d'ions hydrogènes dans une solution, il a une influence majeure sur les formes physiques et chimiques du métal et des composants métalliques dans l'environnement aquatique, du fait qu'il contrôle la solubilité et la concentration des métaux (GENDRONNEAU *et al*, 2006).

Les variations du pH permettent de traduire les résultats des phénomènes chimiques qui ont lieu dans le cours d'eau. Le pH conditionne l'activité biologique et cette activité est accrue dans un milieu relativement neutre (Ramade, 2005).

II.1.3.2.2. le Potentiel d'Oxydoréduction

La réduction d'un oxydant en réducteur s'accompagne toujours d'un gain d'électrons par l'oxydant. Inversement, l'oxydation d'un réducteur en un oxydant s'accompagne toujours d'une perte d'électrons par le réducteur (RODIER, 2009).

Le potentiel d'oxydoréduction (ORP) est une mesure de la capacité d'un système d'eau soit à libérer ou à gagner des électrons dans les réactions chimiques. Le processus d'oxydation implique la présence d'électrons perdants alors que celui de la réduction implique celle d'électrons gagnants. Oxydation et réduction (redox) sont des réactions qui contrôlent le comportement de nombreux constituants chimiques dans l'eau, les eaux usées, et des milieux aquatiques potables. La réactivité et la solubilité des éléments critiques dans les systèmes de vie sont fortement dépendantes des conditions d'oxydoréduction. Les valeurs ORP sont utilisées un peu comme des valeurs de pH pour déterminer la qualité de l'eau. Alors que les valeurs de pH caractérisent l'état relatif d'un système de réception ou de don d'ions hydrogène (agissant comme une base ou un acide), les valeurs ORP caractérisent l'état relatif d'un système de gain ou de perte des électrons. Ces dernières sont touchées par tous les agents oxydants et réducteurs, et pas seulement les acides et les bases (Eaton, A.D, 2005).

II.1.3.1.3. La Conductivité

Elle mesure la capacité de l'eau à conduire le courant électrique. Sa variation permet de suivre l'évolution d'une pollution chimique. La conductivité permet d'apprécier le degré de minéralisation de l'eau dans la mesure où la plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargés électriquement.

La conductivité varie proportionnellement avec les fluctuations de la température. Ce paramètre renseigne aussi sur les zones de mélange ou d'infiltration. Elle s'exprime en Us/cm [HAJHOUI Y.2010].

II.2.Phase expérimentale

II.2.1.Mise en marche de la sonde multi paramètres TROLL 9500

II.2.1.1.Etalonnage des capteurs de la sonde

Pour effectuer cet étalonnage, il faut entrer en communication avec le menu de la sonde par le biais du logiciel Win-Situ 4 en reliant l'ordinateur à la sonde par un câble :

Accéder au logiciel Win Situ 4 et entrer dans la structure principale du menu de la sonde.

Pour chaque solution, s'assurer que les capteurs sont immergés dans les solutions d'étalonnage. Lors des étalonnages, les mesures des autres capteurs sont converties en algorithmes de calibration.

a. Température

Pour l'étalonnage de la température, il a été réalisé en usine.

b. Turbidité

Nous mettrons 250 ml de solution à 0 NTU (eau) dans le bêcher, en émergeant notre sonde dans la solution.



Figure 17 : boîte de dialogue pour le choix du paramètre de la Turbidité.

Nous choisirions entre “single point calibration “(un seul point de calibration) ou “standard calibration “, puis, nous choisissons un intervalle, et nous cliquons sur next (suivant).



Figure 18 : boîte de dialogue pour le choix du mode de calibrage.

Nous entrons la valeur : 0 NTU

Nous cliquons sur Run pour commencer la stabilisation.



Figure 19 : boîte de dialogue de confirmation de calibrage.

c. pH

Nous mettrons 300 ml de solution tampon standard dans un bêcher propre et sec.

Nous cliquerons sur P1 : pH

Puis sur “Calibrate“ (calibré)

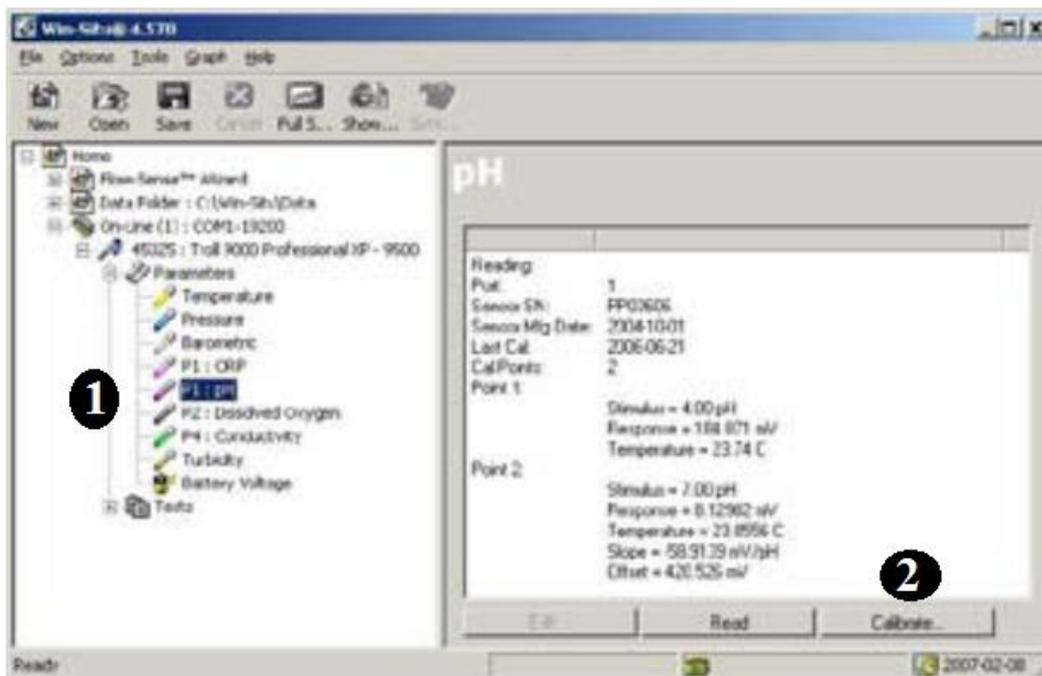


Figure 20 : boîte de dialogue du choix du paramètre pH.

#Menu, Nous choisissons la Valeur de la première solution tampon : 4 nous cliquons sur next (suivant).



Figure 21 : boîte de dialogue de calibrage du pH.

On clique sur run, pour commencer la stabilisation, ensuite nous rinçons la sonde et le bûcher avec de l'eau distillée.

Conductivité :

Pour l'étalonnage du capteur, la méthodologie à suivre est la suivante : nous utilisons une solution standard de 718US/cm de concentration en KCl et à une température connue.

- s'assurer que le capteur soit bien sec, rincer ensuite avec un peu de solutions standard.
- Immerger la sonde, attendre une minute que cela se stabilise.
- Dans le menu de la sonde :

Menu

P4 : Conductivité

“Calibrate“ (calibré)



Figure 22 : boîte de dialogue du choix du paramètre de la conductivité.

Dans la case vide, nous tapons la valeur de la concentration de notre solution qui est de 718 US/cm.



Figure 23 : boîte de dialogue du choix de calibration.

Nous cliquons sur Run



Figure 24 : boîte de dialogue de calibrage de la conductivité.

En fin, nous aurons la valeur finale de la concentration de la solution KCl.

Nous rinçons la sonde avec la solution

II.2.1.2.Essai de confirmation

Ce test a été réalisé en laboratoire, le premier but est de faire fonctionner la sonde avant sa mise en place sur le site; le fait d'étudier par exemple la reproductibilité de ces mesures nous a permis par ailleurs de nous familiariser avec son fonctionnement.

Les différents capteurs ont été testés, à savoir la température, la turbidité, la conductivité, le pH et l'ORP.

➤ Mode opératoire

Nous avons relié notre sonde avec un ordinateur au laboratoire, et nous l'avons trempé dans un bac rempli avec l'eau de robinet, nous lui avons ajouté de l'argile, pour 24 heures.

L'essai a été non seulement fait pour voir l'aptitude des capteurs, mais aussi pour évaluer le temps de décharge des piles et l'aptitude de la Sonde à lancer et arrêter l'échantillonnage.

Au bout de 24 heures, le test réalisé a été concluant et la sonde a été déclarée apte à être installée sur le site d'étude (Les résultats sont dans la partie annexe).

II.2.1.3.Mise en mode « ON » de la sonde multi paramètres TROLL 9500

Le 18 avril, on c'est rendu sur le site, muni de notre sonde, pour la mettre en place durant une période limitée d'un mois, et un pas de fréquence d'une heure, commençant de ce jour là.

Nous avons relié notre sonde à un pc portable, grâce à un câble robuste. Pour la mise en marche de la sonde, il faut la programmer, grâce à son logiciel Win-situ4. Une fois connecté, nous ouvrons un nouveau programme, pour cela nous choisissons “new “ (nouveau), puis “next “ (suivant).

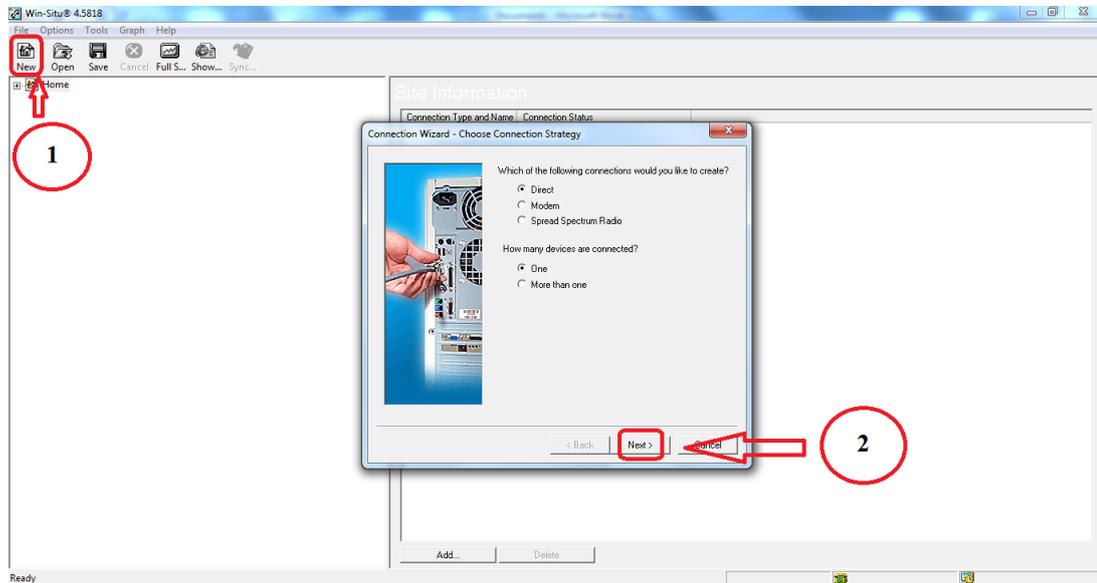


Figure 25 : boîte de dialogue pour la programmation d’un nouvel essai.

Ensuite, nous attribuons un titre pour notre expérience, et nous cliquons sur “finish “ (fin), nous trouverons tous les paramètres de la sonde connectés s’affichent sur notre logiciel.

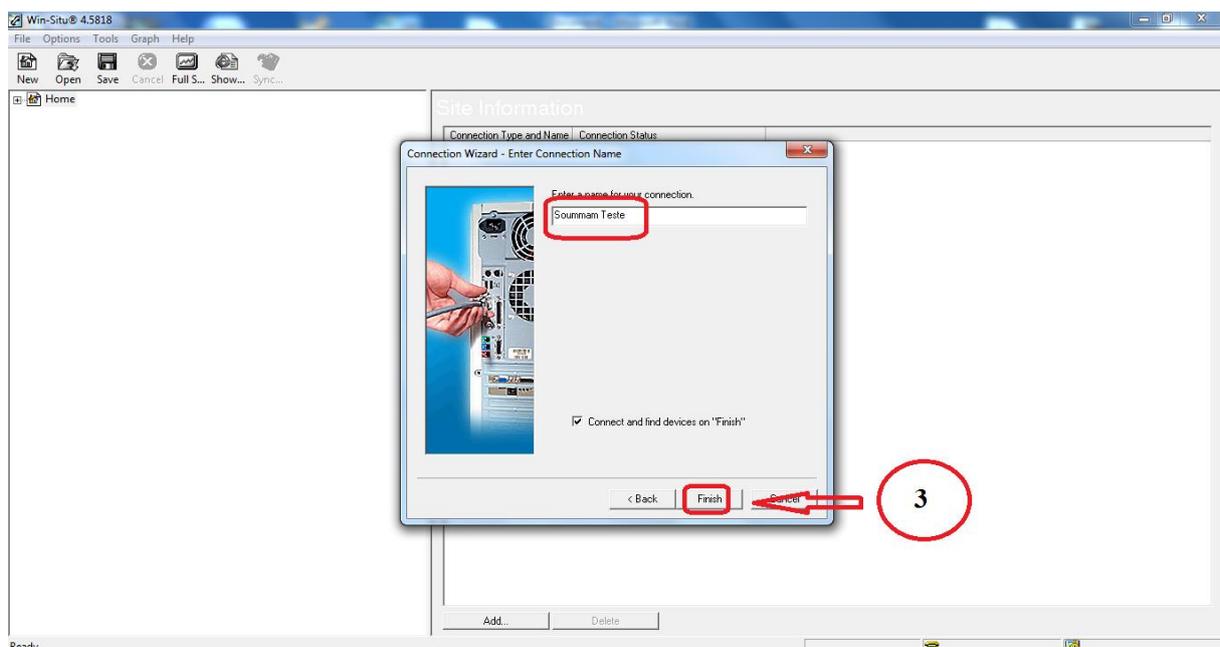


Figure 26 : boîte de dialogue pour l’attribution d’un titre pour notre nouvel essai.



Figure 27 : les différents paramètres que contient la sonde affichés sur le logiciel.

Pour créer un nouveau test, on clique sur “tests “ qui s’affiche sur le bas de la figure 28, puis “Add“ (ajouter), nous aurons la possibilité de programmer jusqu’à 16 essais (expériences).

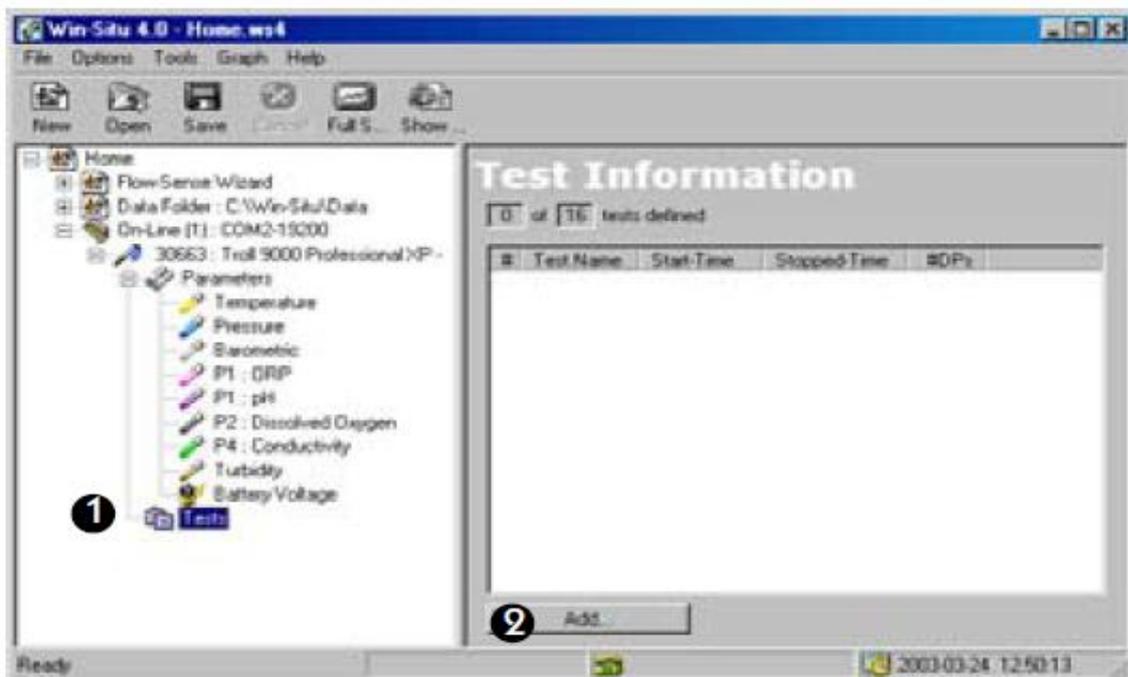


Figure 28 : boîte de dialogue pour l’ajout d’un nouveau test.

Une fois terminé avec la programmation, Win-Situ envoie les informations et la sonde les exécute.

Avec un clique sur le bouton “Start” la sonde commencera à fonctionner.

II.2.2. Mise en place de la sonde

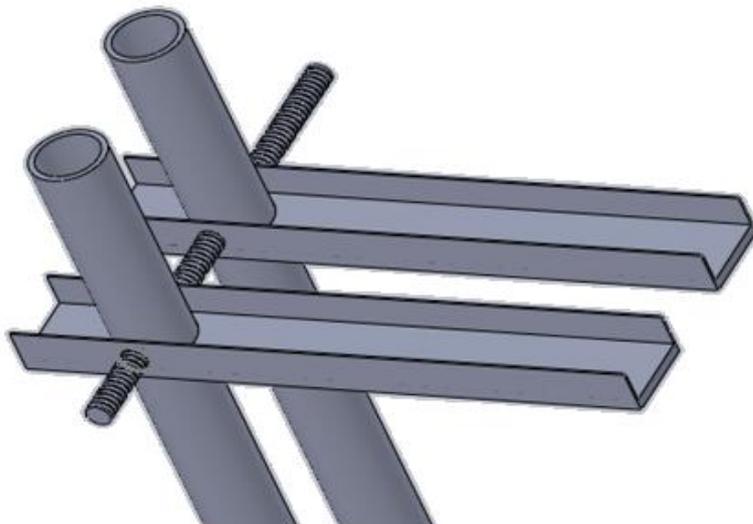
L'accès à cette station dont on a installé notre dispositif et la sonde est facile et ne demande pas l'utilisation de moyens compliqués, il suffit de s'y rendre en empruntant la RN12.

La sonde est glissée dans un dispositif en acier résistant aux chocs qui peuvent y parvenir des cours d'eau, située à un endroit où le courant est moins fort, mais où l'eau reste brassée. Le dispositif d'hébergement a entièrement été réalisé par nous même au Hall de technologie de l'Université de Bejaia avec la coordination du personnel qualifié.

II.2.2.1. Conception du dispositif

Nous avons utilisé deux tubes de 6 mètres de longueur et 50 millimètres de diamètre, nous avons découpé la 1^{ère} barre en deux, à l'aide d'une meule électrique, chaque partie est d'une dimension de 3 mètres,

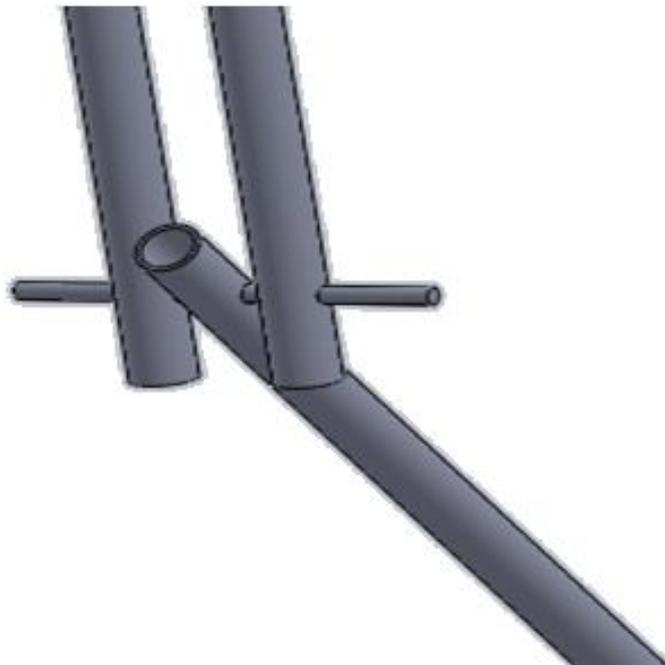
Nous les avons perforées dans les deux extrémités avec une perceuse, ou la partie supérieure sera attachée aux pâtes soudées déjà au niveau du pont métallique à l'aide d'une tige filetée, que nous avons serrées avec des écrous.



Source : schéma réalisé à l'aide du logiciel SOLIDWORKS.

Figure 29 : assemblage tubes/pâtes.

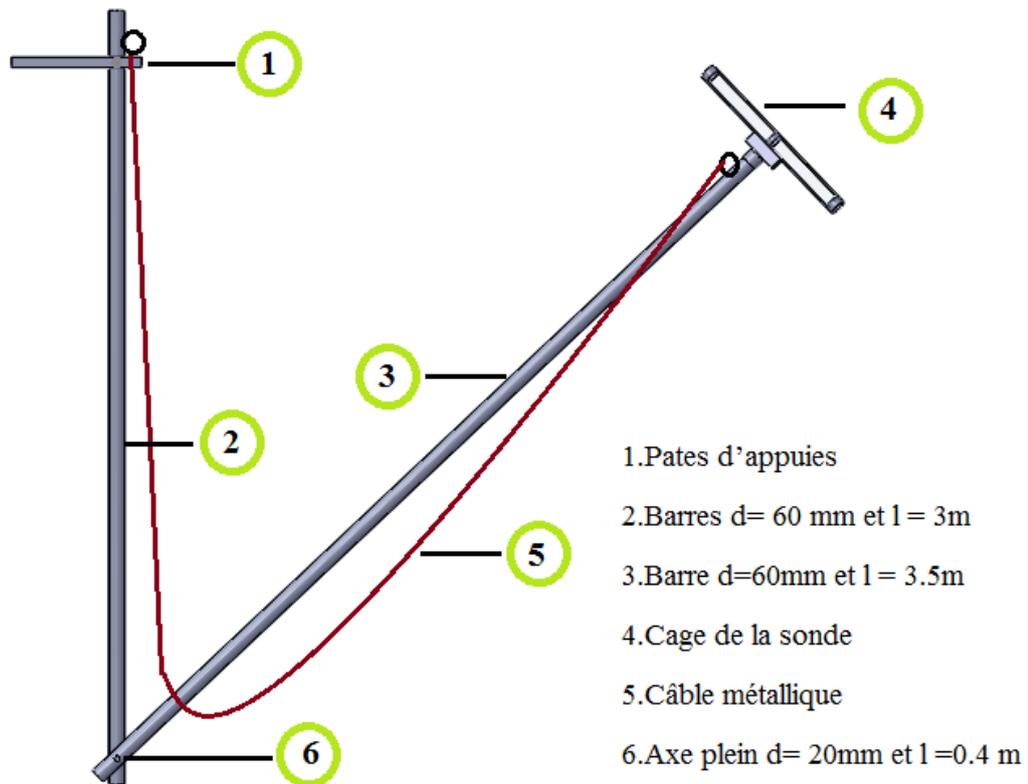
Pour l'autre barre, nous avons besoin d'une partie de 3.5 mètres que nous avons soudée au centre d'un axe en acier plein, de diamètre de 20 millimètres et de longueur de 40 centimètres. Pour l'assemblage des deux parties, nous avons utilisé un axe passant par les deux extrémités des deux barres de 3 mètres que nous avons déjà perforées.



Source : schéma réalisé à l'aide du logiciel SOLIDWORKS.

Figure 30 : jumelage des barres à l'aide d'une tige en acier plein.

Pour remonter la sonde facilement au niveau du pont au cas de besoin (changement de batteries et l'entretiens) nous avons utilisé un câble métallique de diamètre de 6 millimètres et de longueur de 7 mètres, que nous avons du attaché d'un coté à l'extrémité du dispositif, et de l'autre coté au garde-corps du pont, et nous avons utilisé un autre câble de même diamètre et de longueur de 8 mètres en double pour la sécurité de la sonde des cours d'eau que nous avons du attaché dans l'autre coté du pont (un câble très résistant, qui peut freiné une charge de 400 kg dans une décente) pour bien immobiliser les câbles, nous avons utilisé des sert câbles en acier.



Source : schéma réalisé à l'aide du logiciel SOLIDWORKS.

Figure 31 : schéma du dispositif assemblé.

Pour sécuriser la cage de la sonde, nous avons utilisé deux pièces en acier circulaire pleines de 80 millimètres de diamètre, qu'on a perforé au milieu, faisant un trou de 20 millimètres de diamètre pour laisser circuler les eaux, et trois pièces en acier de 4 centimètres de longueur et 65 millimètres de diamètre. Pour mieux sécuriser la sonde, nous avons soudé autour de ces pièces des fers d'un centimètre carré et de 75 centimètres de longueur, et pour un accès facile à la sonde, on a mis un bouchon, ce renfermant avec des vis. Nous avons soudé la cage à l'extrémité de la barre de 3.5 mètres.



Source : schéma réalisé à l'aide du logiciel SOLIDWORKS

Figure 32 : la cage de la Sonde.

En fin, nous avons peint tout le dispositif avec une peinture contre la corrosion (antirouille rouge).

II.2.2.2. entretien de la sonde

Nous retirons la sonde de l'eau, nous nettoyons le corps de la sonde pour enlever les particules accrochées sur le dispositif, pour cela, nous utilisons de l'eau de source, et une brosse. Pour les capteurs, nous utilisons un chiffon, pour ne pas les endommager.



Source : photo prise à Oued Soummam (Sqala), le 15 mai 2015 à 13 h 15

Figure 34 : nettoyage de la sonde et des capteurs.

Comme la sonde est fonctionnelle avec une alimentation intégrée, nous procédons aux changements des piles chaque semaine, vu que l'économie de batterie ne dépasse pas une semaine, en raison de notre pas de fréquence, parce que, chaque fois que le pas est petit, notre sonde consomme plus de batteries.



Source : photo prise le 15 mai 2015 à 14h00.

Figure 35 : changements de batteries (piles de 1.5 Volts) de la sonde.

II.1. Equipements de mesure

II.1.1. Présentation de la sonde Multi Paramètres TROLL 9500

La Sonde Multi paramètre TROLL 9500 utilisant les derniers capteurs et une technologie électronique pour fournir un instrument facile à l'utilisation, robuste et durable.

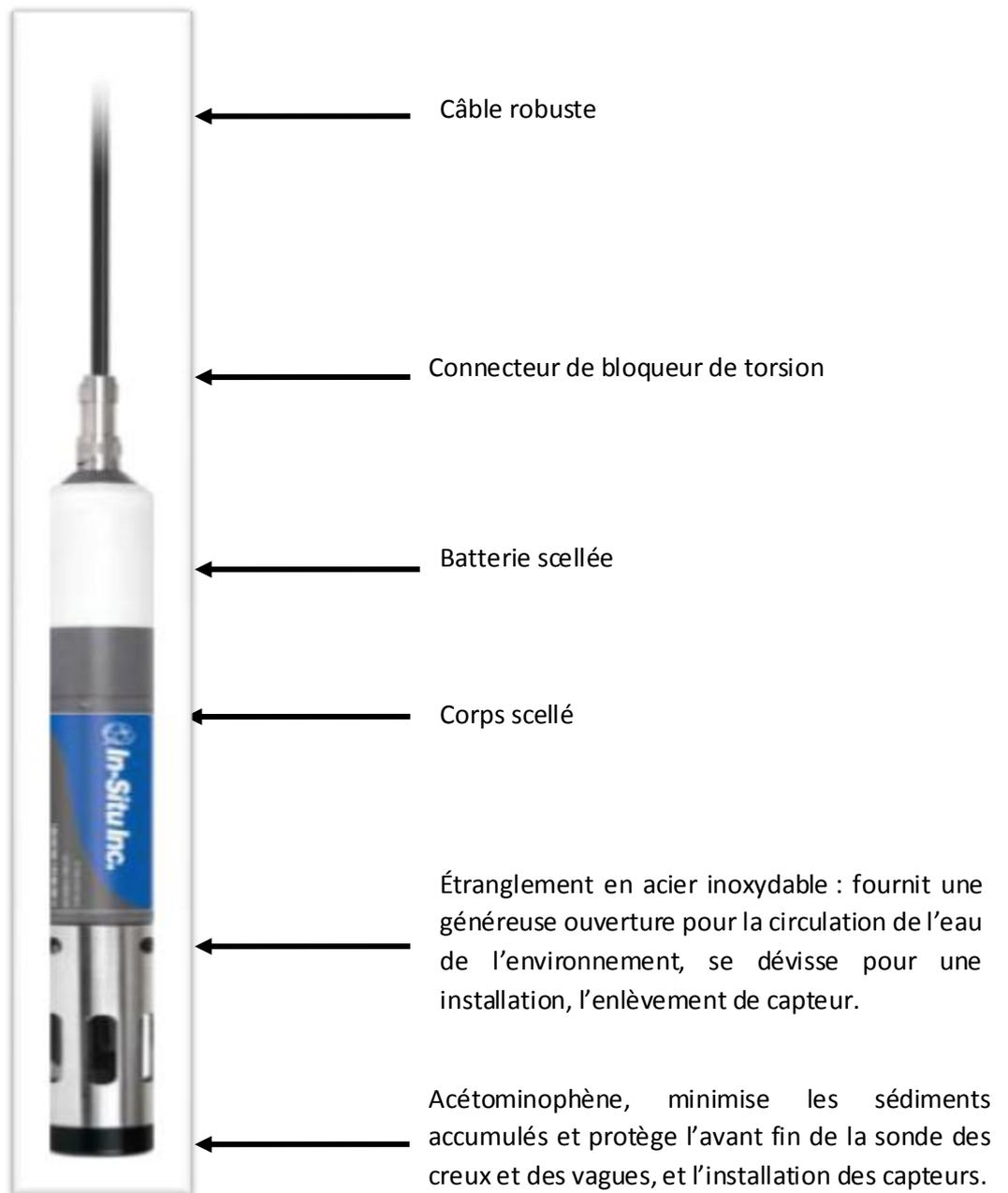
Elle enregistre des données infrajournalières allant jusqu'à 7 paramètres d'eau, dont la température et la pression intégrée. Elle offre la commodité d'un instrument de mesure utilisable à la fois en laboratoire de qualité et pour l'utilisation sur le terrain, garantissant une surveillance véritable du niveau et qualité des eaux [T-CAMPBELL, 2006].



Source : photo prise le 15/04/2015 à 11 h 20

Figure 10 : sonde multi paramètres TROLL 9500 avec son dispositif à Oued Soummam.

II.1.1.1. Composition de la sonde multi paramètres TROLL 9500



Source : T-CAMPBELL, Product développement Program Manager, 2006

Figure 11 : La Sonde Multi paramètre TROLL 9500.

II.1.1.1.1.Les câbles

Plusieurs types de câbles de base sont utilisés dans le système Multi-Paramètre TROLL 9500 :

- Câble robuste ; TPU chemisé (polyuréthane thermoplastique)
Ventilé ou non ventilé.
- Câble Tefzel ventilé
- File de suspension en acier inoxydable pour une utilisation lorsque le câble de ventilation n'est pas requis (par ex. : avec un capteur de pression absolue).
- Les câbles de communication pour la programmation de l'appareil, le téléchargement des données enregistrées.

Définition du câble robuste

Le câble comprend des conducteurs, des signaux électriques et de communication, un membre de la force, et une poignée kellems pour ancrer le député TROLL 9500 en toute sécurité.

La tête de puits et l'extrémité de fond sont de type baïonnettes identiques au connecteur de bloqueur de torsion qui s'accouple avec le corps de TROLL 9500.



Source : T-CAMPBELL, Product development Program Manager, 2006.

Figure12 : Câble robuste.

➤ Grand Déshydratant

Il protège le tube du câble et l'appareil électronique de la condensation grâce à la Silice qui se trouve à l'intérieure de cette tête. Le déshydratant est bleu lorsqu'il est actif.

Il absorbera l'humidité du haut vers le bas, pour de meilleurs résultats, il convient de le changer avant que le volume devienne entièrement de couleur rose.



Source : T-CAMPBELL, Product development Program Manager, 2006

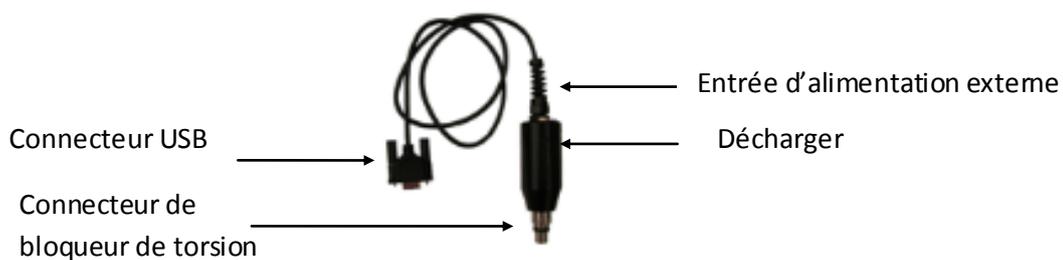
Figure13 : grand déshydratant.

Câbles de communication :

Il relie entre le TROLL9500 et un ordinateur de bureau/ordinateur portable PC et/ou PDA de poche pour profilage, il sert pour l'étalonnage, la programmation et téléchargement des données. Les deux types sont de 0,9 m de câble de polyuréthane, prise d'entrée d'alimentation externe, et évent avec membrane remplaçable.

➤ TROLL Com (câble Connecte)

Nous pourrions connecter notre TROLL 9500 directement à un Port USB. Un bon choix pour une connexion permanente à un PC, ou pour la programmation d'un non ventilé TROLL 9500 qui sera déployé sans câble robuste. Il n'est pas conçu pour une utilisation sur le terrain.



Source : T-Campbell, Product development Program Manager, 2006

Figure 14: TROLL Com (câble Connecte).

II.1.2. Caractéristiques standard de la sonde Multi-Paramètre TROLL 9500

La sonde Multi-Paramètre présente des caractéristiques distinctes des autres sondes, dont nous citons :

- Diamètre : $d = 47$ mm (1,85 po) ;
- Boîtier en PVC résistant à la corrosion avec vis de réglage en titane.
- Buard limiteur de débit en acier inoxydable 316L/capteur.
- Joints Viton.
- Échantillonnage rapide des données.
- Lecture continue en temps réel (profilage).
- Batteries remplaçables par l'utilisateur.
- Microprocesseur de faible puissance.
- Capteur de température calibré en usine de manière permanente installée.
- Capteur de la pression barométrique étalonnée en usine, destiné à être utilisé sur un câble ventilé.
- Horloge en temps réel à compensation de température.
- Facile à utiliser sur le logiciel Win-Situ 4 pour la configuration, le téléchargement, texte et l'affichage de données graphiques.
- Les signaux de communication optiquement isolés.
- Câbles disponibles en longueurs standard et sur mesure, ventilée ou polyuréthane non ventilé, polyuréthane sans halogène.
- Alimentation câble externe.

II.1.2.1. Caractéristiques optionnelles de la sonde Multi-Paramètre TROLL 9500

Le mode de fonctionnement de la TROLL 9500 se base principalement sur des enregistrements assurés par des capteurs, dont chacun est responsable d'un paramètre physique donné.



Source : T-CAMPBELL, Product development Program Manager, 2006

Figure 15 : les différents connecteurs de la sonde.

- Des capteurs intelligents pour la qualité de l'eau, des mesures amovibles, remplaçable et un champ calibré.
- Des capteurs de base comprennent l'oxygène dissous, pH, combinaison pH/ORP, une faible conductivité et haute conductivité.
- L'ensemble des capteurs étendu comprend ammonium, chlorure, Nitrate, turbidité, RDO, optique d'oxygène dissous.
- Le logiciel de contrôle complet Pocket-situ pour une utilisation sur le terrain sur un PDA — prendre des mesures en continu en temps réel, calibrer, programme et de télécharger les données enregistrées à partir de plusieurs trolls de MP.
- La température compensée ventilée ou non ventilée, disponible en plusieurs gammes, installées de façon permanente et étalonnée en usine.
- Capteur de turbidité installé à demeure, calibré en usine.
- L'enregistrement de données intégré capacité jusqu'à 4 Mo de mémoire (environ un million de lectures individuelles).
- Téléchargement de données rapide.
- Jusqu'à une capacité de 16 essais ; linéaire, les événements et la mesure moyenne linéaire horaires.
- Flow-Sense logiciel d'échantillonnage à faible débit d'échantillonnage automatisé et signaler la création.
- Les accessoires optionnels comprennent la cuve à circulation à faible débit, l'utilisateur réparable turbidité essuie-glace, agitateur magnétique alimenté par batterie pour une utilisation dans l'eau stagnante.

- La mise en réseau de l'instrument et de la télémétrie (T-CAMPBELL, 2006).

II.1.2.2. Configuration du système de fonctionnement de la sonde Multi-Paramètre TROLL 9500

II.1.2.2.1. Logiciel de contrôle

Win -Situ 4 permet la communication entre le député TROLL 9500 et un ordinateur de bureau ou portable.

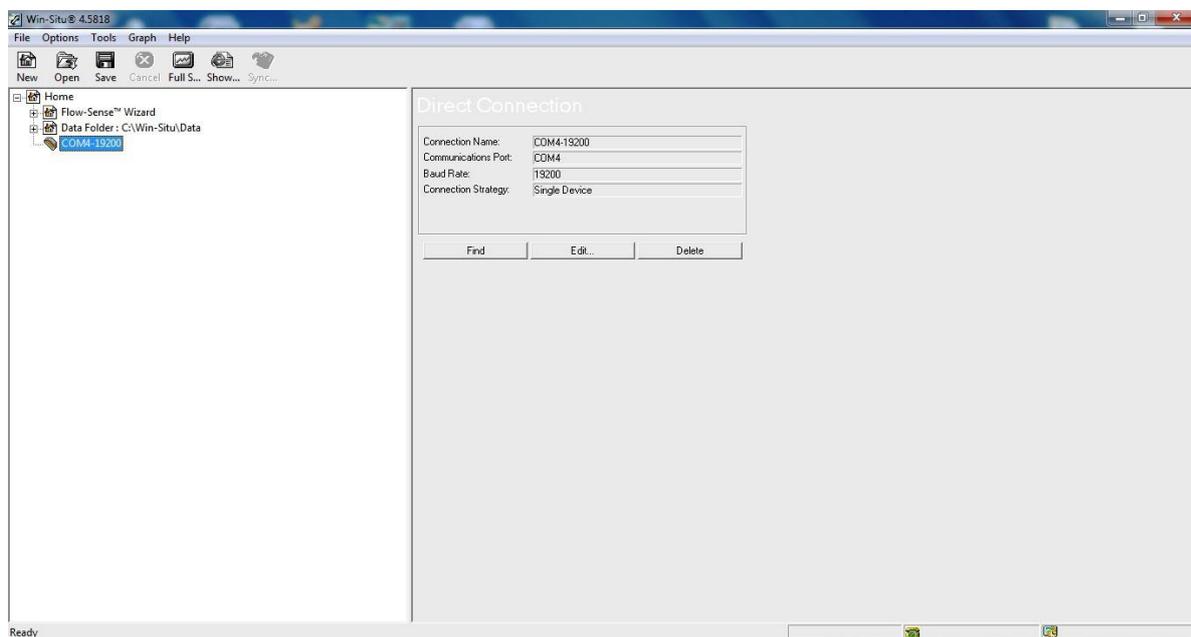


Figure16 : Fenêtre de dialogue du logiciel Win-Situ 4.5818.

Pour une meilleure utilisation de la sonde Multi-Paramètre TROLL 9500, et pour bénéficier de toutes les commodités et options dont elle dispose, Win situ 4 nous offre cette possibilité, en nous facilitant la tâche grâce à sa maîtrise facile que ça soit pour l'étalonnage et le profilage. En ce qui concerne les données, il offre plusieurs possibilités, lectures directes, enregistrements, extractions et visualisations (textes et interfaces graphiques), ajoutant à tout cela, le choix d'unités et d'autres options d'affichages personnalisés.

Pour un bon fonctionnement du logiciel, il lui faut une configuration sur : Microsoft Windows 2000, Windows XP, ou Windows Vista ou version ultérieure, et un CD-ROM.

Pocket-Situ 4 fournit les caractéristiques et les fonctions de Win-situ sur un domaine portable.

Pour la connexion, la sonde Multi-Paramètre TROLL 9500 a une capacité pouvant atteindre 16 Mo de stockage de données (SD carte, carte CF ou la mémoire non volatile intégrée de l'appareil).

Pour l'installation et l'échange de fichiers, Pocket-situ nécessite l'installation suivante sur un ordinateur de bureau ou un ordinateur portable :

- Microsoft ActiveSync.
 - Win- Situ 4.
 - En option : Win- Situ Sync (ou Pocket-Sync 4, version antérieure de Win- Situ Sync).
- (T-CAMPBELL, 2006).

II.1.3. Paramètres d'études

Notre étude a pour objet d'étudier et de suivre l'évolution des paramètres physiques et chimiques des eaux de surface de l'Oued Soummam, cette étude s'étale sur une période de 35 jours allant du 18/04/2015 au 22/05/2015.

II.1.3.1. Paramètres physiques

II.1.3.1.1. La Température

C'est un facteur prépondérant dans les eaux courantes, elle varie régulièrement le long du profil longitudinal d'un cours d'eau, en fonction de la température atmosphérique (RODIER, 1984).

La connaissance de la température est essentielle pour les réactions physico-chimiques et biologiques, régies par leurs caractéristiques thermodynamiques et cinétiques (THOMAS, 1995).

II.1.3.1.2. La Turbidité

C'est le caractère trouble de l'eau, elle est causée par les matières en suspension, telles que l'argile, le limon, les particules organiques, le plancton et les autres organismes microscopiques, également à la présence des matières colloïdales d'origine organique ou minérale (VILAGINES, 2003).

L'appréciation de l'abondance de ces particules mesure son degré de turbidité. Celui-ci sera d'autant plus faible que le traitement de l'eau aura été plus efficace (RODIER, 2009).

Une turbidité trop élevée empêche la pénétration de la lumière dans la colonne d'eau, et peut ainsi diminuer la croissance des algues et plantes aquatiques (VILAGINES, 2003).

II.1.3.2. Paramètres chimiques

II.1.3.2.1. Le pH

Il représente la concentration d'ions hydrogènes dans une solution, il a une influence majeure sur les formes physiques et chimiques du métal et des composants métalliques dans l'environnement aquatique, du fait qu'il contrôle la solubilité et la concentration des métaux (GENDRONNEAU *et al*, 2006).

Les variations du pH permettent de traduire les résultats des phénomènes chimiques qui ont lieu dans le cours d'eau. Le pH conditionne l'activité biologique et cette activité est accrue dans un milieu relativement neutre (Ramade, 2005).

II.1.3.2.2. le Potentiel d'Oxydoréduction

La réduction d'un oxydant en réducteur s'accompagne toujours d'un gain d'électrons par l'oxydant. Inversement, l'oxydation d'un réducteur en un oxydant s'accompagne toujours d'une perte d'électrons par le réducteur (RODIER, 2009).

Le potentiel d'oxydoréduction (ORP) est une mesure de la capacité d'un système d'eau soit à libérer ou à gagner des électrons dans les réactions chimiques. Le processus d'oxydation implique la présence d'électrons perdants alors que celui de la réduction implique celle d'électrons gagnants. Oxydation et réduction (redox) sont des réactions qui contrôlent le comportement de nombreux constituants chimiques dans l'eau, les eaux usées, et des milieux aquatiques potables. La réactivité et la solubilité des éléments critiques dans les systèmes de vie sont fortement dépendantes des conditions d'oxydoréduction. Les valeurs ORP sont utilisées un peu comme des valeurs de pH pour déterminer la qualité de l'eau. Alors que les valeurs de pH caractérisent l'état relatif d'un système de réception ou de don d'ions hydrogène (agissant comme une base ou un acide), les valeurs ORP caractérisent l'état relatif d'un système de gain ou de perte des électrons. Ces dernières sont touchées par tous les agents oxydants et réducteurs, et pas seulement les acides et les bases (Eaton, A.D, 2005).

II.1.3.1.3. La Conductivité

Elle mesure la capacité de l'eau à conduire le courant électrique. Sa variation permet de suivre l'évolution d'une pollution chimique. La conductivité permet d'apprécier le degré de minéralisation de l'eau dans la mesure où la plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargés électriquement.

La conductivité varie proportionnellement avec les fluctuations de la température. Ce paramètre renseigne aussi sur les zones de mélange ou d'infiltration. Elle s'exprime en Us/cm [HAJHOUI Y.2010].

II.2.Phase expérimentale

II.2.1.Mise en marche de la sonde multi paramètres TROLL 9500

II.2.1.1.Etalonnage des capteurs de la sonde

Pour effectuer cet étalonnage, il faut entrer en communication avec le menu de la sonde par le biais du logiciel Win-Situ 4 en reliant l'ordinateur à la sonde par un câble :

Accéder au logiciel Win Situ 4 et entrer dans la structure principale du menu de la sonde.

Pour chaque solution, s'assurer que les capteurs sont immergés dans les solutions d'étalonnage. Lors des étalonnages, les mesures des autres capteurs sont converties en algorithmes de calibration.

a. Température

Pour l'étalonnage de la température, il a été réalisé en usine.

b. Turbidité

Nous mettrons 250 ml de solution à 0 NTU (eau) dans le bêcher, en émergeant notre sonde dans la solution.

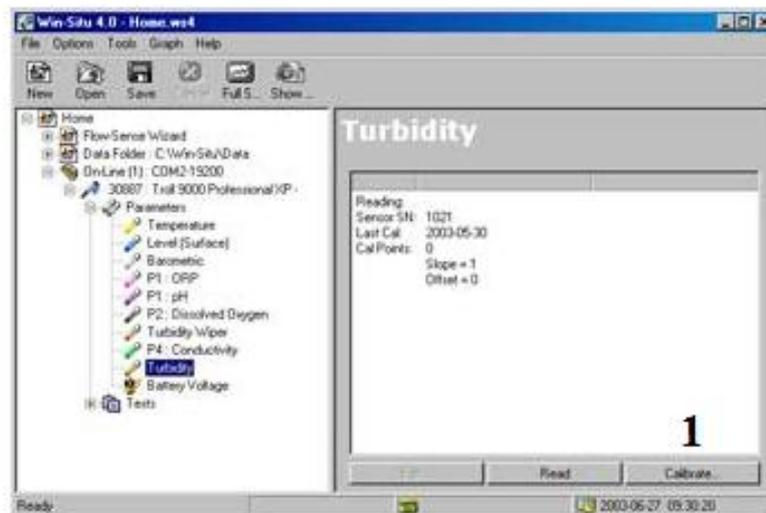


Figure 17 : boîte de dialogue pour le choix du paramètre de la Turbidité.

Nous choisirions entre “single point calibration “(un seul point de calibration) ou “standard calibration “, puis, nous choisissons un intervalle, et nous cliquons sur next (suivant).



Figure 18 : boîte de dialogue pour le choix du mode de calibrage.

Nous entrons la valeur : 0 NTU

Nous cliquons sur Run pour commencer la stabilisation.



Figure 19 : boîte de dialogue de confirmation de calibrage.

c. pH

Nous mettrons 300 ml de solution tampon standard dans un b cher propre et sec.

Nous cliquerons sur P1 : pH

Puis sur ‘‘Calibrate’’ (calibré)

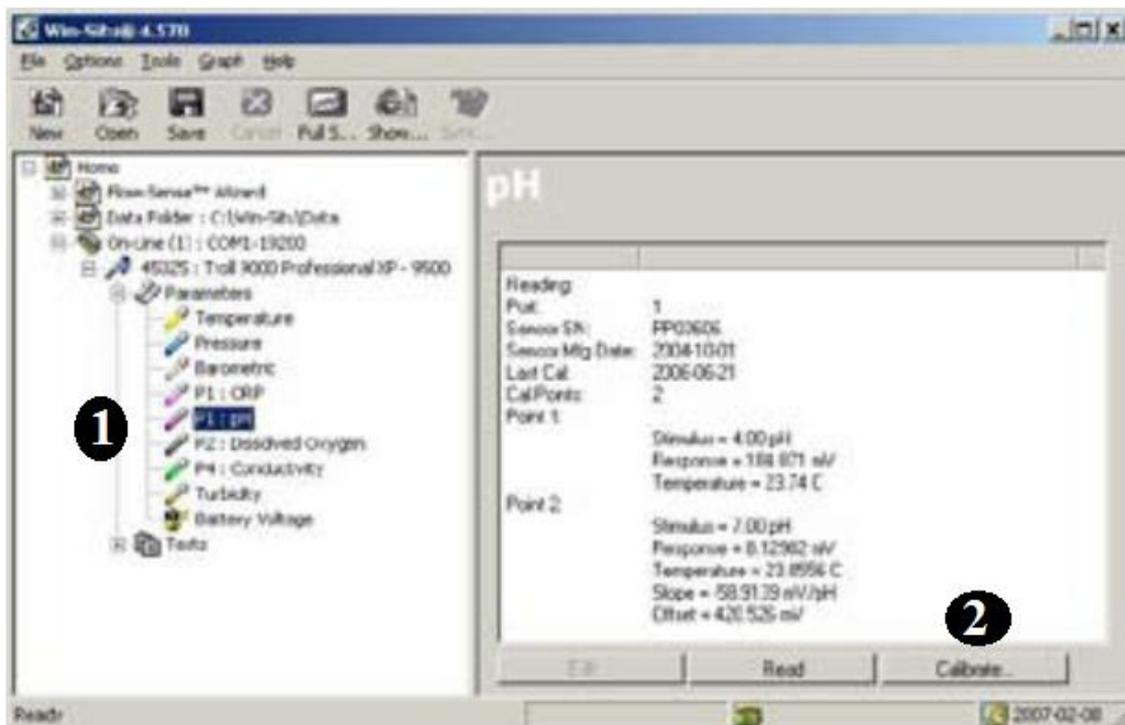


Figure 20 : boîte de dialogue du choix du paramètre pH.

#Menu, Nous choisissons la Valeur de la première solution tampon : 4 nous cliquons sur next (suivant).



Figure 21 : boîte de dialogue de calibrage du pH.

On clique sur run, pour commencer la stabilisation, ensuite nous rinçons la sonde et le bûcher avec de l'eau distillée.

Conductivité :

Pour l'étalonnage du capteur, la méthodologie à suivre est la suivante : nous utilisons une solution standard de 718US/cm de concentration en KCl et à une température connue.

- s'assurer que le capteur soit bien sec, rincer ensuite avec un peu de solutions standard.
- Immerger la sonde, attendre une minute que cela se stabilise.
- Dans le menu de la sonde :

Menu

P4 : Conductivité

“Calibrate“ (calibré)



Figure 22 : boîte de dialogue du choix du paramètre de la conductivité.

Dans la case vide, nous tapons la valeur de la concentration de notre solution qui est de 718 US/cm.



Figure 23 : boîte de dialogue du choix de calibration.

Nous cliquons sur Run



Figure 24 : boîte de dialogue de calibrage de la conductivité.

En fin, nous aurons la valeur finale de la concentration de la solution KCl.

Nous rinçons la sonde avec la solution

II.2.1.2. Essai de confirmation

Ce teste a été réalisé en laboratoire, dans le but premier de faire fonctionner la sonde avant sa mise en place sur le site; le fait d'étudier par exemple la reproductibilité de ces mesures nous a permis par ailleurs de nous familiariser avec son fonctionnement.

Les différents capteurs ont été testés, à savoir la température, la turbidité, la conductivité, le ph et l'orp.

➤ Mode opératoire

Nous avons relié notre sonde avec un ordinateur au laboratoire, et nous l'avons trempé dans un bac rempli avec l'eau de robinet, nous lui avons ajouté de l'argile, pour 24 heures.

L'essai a été non seulement fait pour voir l'aptitude des capteurs, mais aussi pour évaluer le temps de décharge des piles et l'aptitude la sonde à lancer et arrêter l'échantillonnage.

Au bout de 24 heures, le test réalisé a été concluant et la sonde a été déclarée apte à être installée sur le site d'étude (Les résultats sont dans la partie annexe).

II.2.1.3. Mise en mode « ON » de la sonde multi paramètres TROLL 9500

Le 18 avril, on c'est rendu sur le site, muni de notre sonde, pour la mettre en place durant une période limitée d'un mois, et un pas de fréquence d'une heure, commençant de ce jour la.

Nous avons relié notre sonde à un pc portable, grâce à un câble robuste. Pour la mise en marche de la sonde, il faut la programmer, grâce a son logiciel Win-situ4. Une fois connecté, nous ouvrons un nouveau programme, pour cela nous choisissons “new “ (nouveau), puis “next “ (suivant).

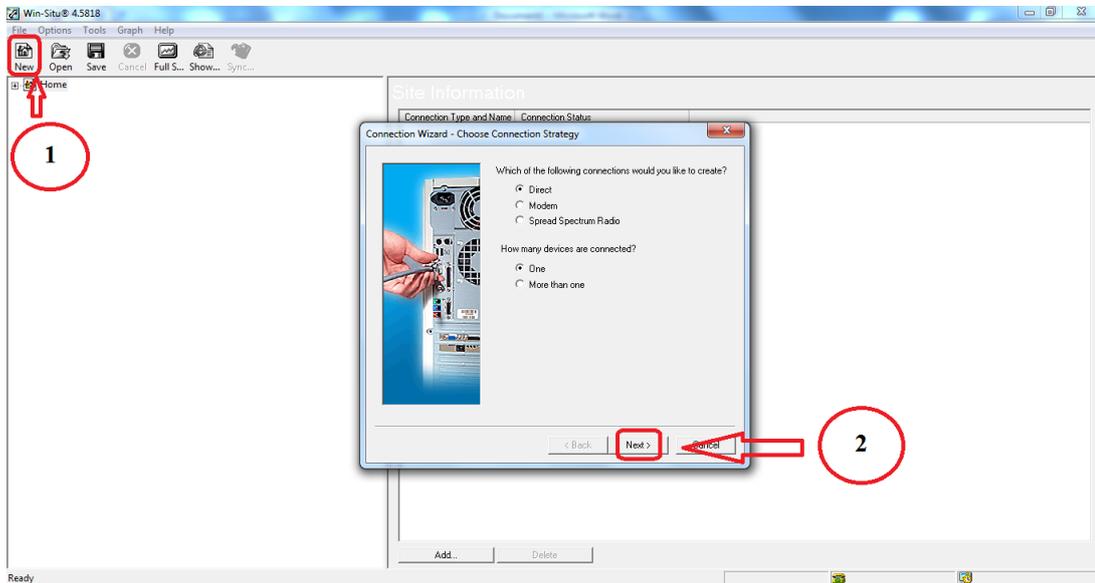


Figure 25 : boite de dialogue pour la programmation d’un nouvel essai.

Ensuite, nous attribuons un titre pour notre expérience, et nous cliquons sur “finish “ (fin), nous trouverons tous les paramètres de la sonde connectés s’affichent sur notre logiciel.

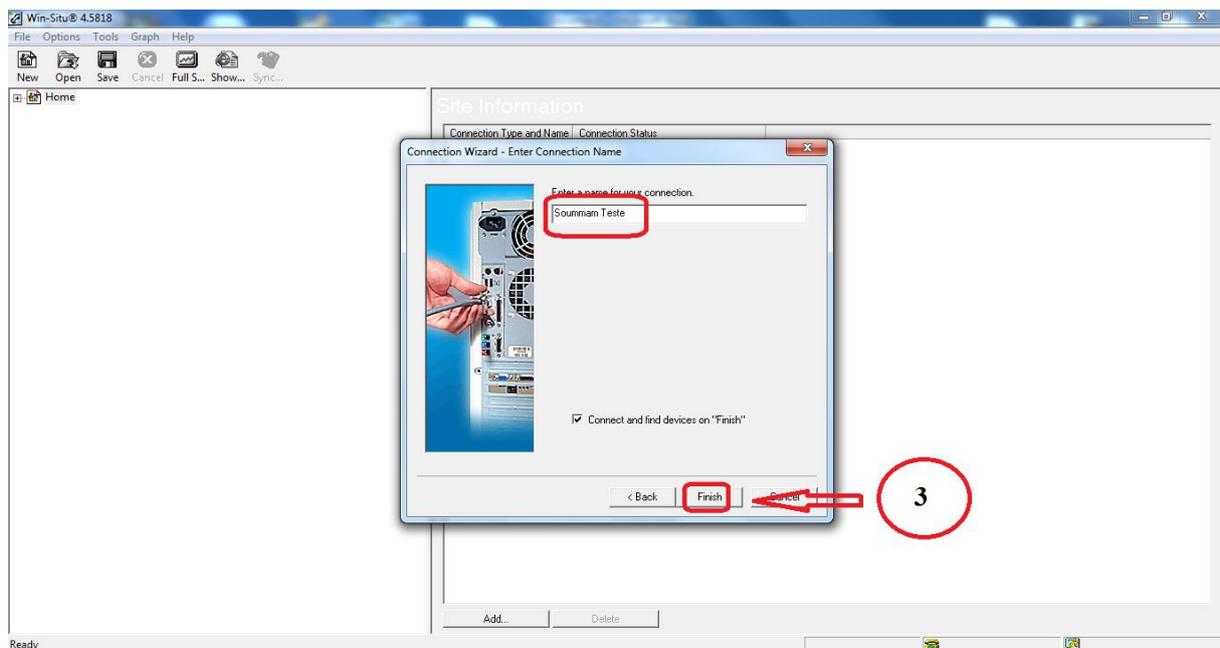


Figure 26 : boite de dialogue pour l’attribution d’un titre pour notre nouvel essai.



Figure 27 : les différents paramètres que contient la sonde affichée sur le logiciel.

Pour créer un nouveau teste, on clique sur “tests “ qui s’affiche sur le bas de notre figure 28, puis “Add“ (ajouter), nous aurons la possibilité de programmer jusqu’à 16 essais (expériences).

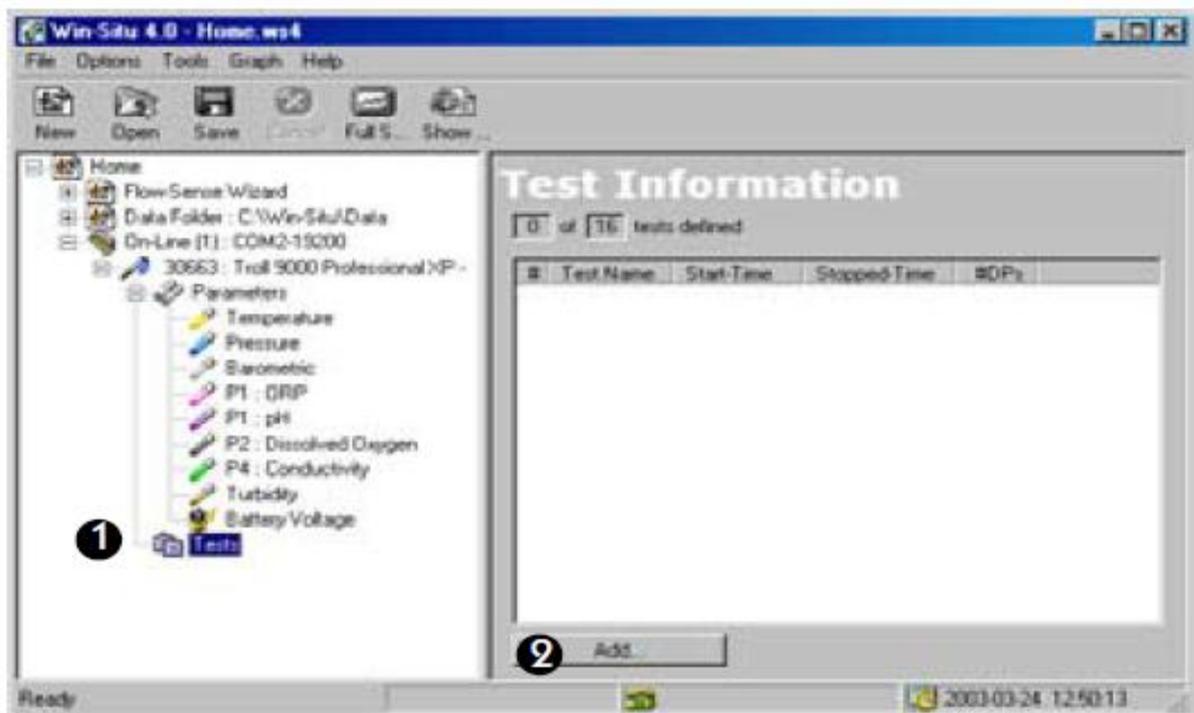


Figure 28 : boîte de dialogue pour l’ajout d’un nouveau teste.

Une fois terminé avec la programmation, Win-Situ envoie les informations et la sonde les exécute.

Avec un clic sur le bouton "Start" la sonde commencera à fonctionner.

II.2.2. Mise en place de la sonde

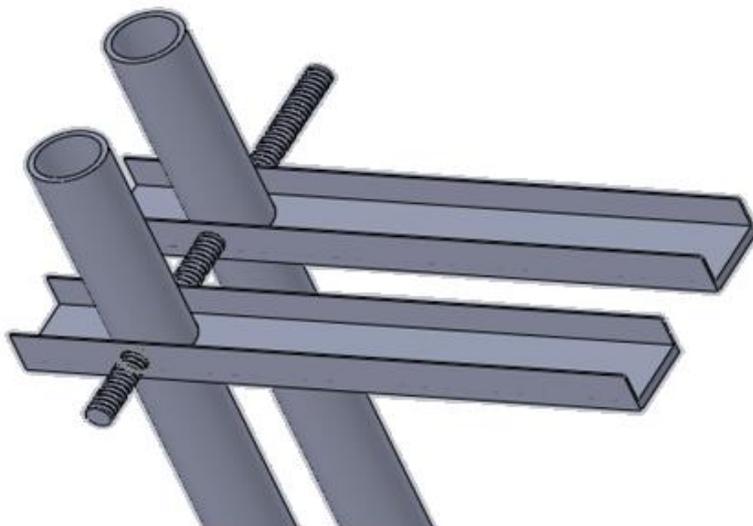
L'accès à cette station est facile et ne demande pas l'utilisation de moyens compliqués, il suffit de s'y rendre en empruntant la RN12.

La sonde est glissée dans un dispositif en acier résistant aux chocs qui peuvent y parvenir des cours d'eau, située à un endroit où le courant est moins fort, mais où l'eau reste brassée. Le dispositif d'hébergement a entièrement été réalisé par nous même au Hall de technologie de l'Université de Bejaia avec la coordination du personnel qualifié.

II.2.2.1. Conception du dispositif

Nous avons utilisé deux tubes de 6 mètres de longueur et 50 millimètres de diamètre, nous avons découpé la 1^{ère} barre en deux, à l'aide d'une meule électrique, chaque partie est d'une dimension de 3 mètres,

Nous les avons perforées dans les deux extrémités avec une perceuse, ou la partie supérieure sera attachée aux pâtes soudées déjà au niveau du pont métallique à l'aide d'une tige filetée, que nous avons serrées avec des écrous.



Source : schéma réalisé à l'aide du logiciel SOLIDWORKS.

Figure 29 : assemblage tubes/pâtes.

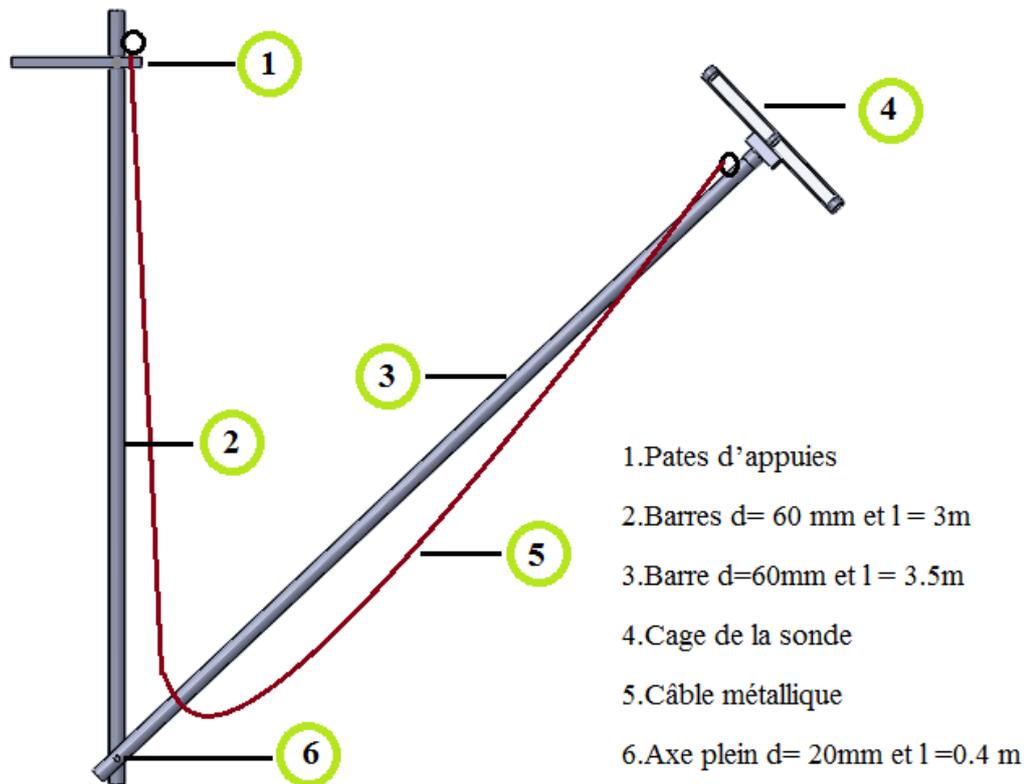
Pour l'autre barre, nous avons besoin d'une partie de 3.5 mètres que nous avons soudée au centre d'un axe en acier plein, de diamètre de 20 millimètres et de longueur de 40 centimètres. Pour l'assemblage des deux parties, nous avons utilisé un axe passant par les deux extrémités des deux barres de 3 mètres que nous avons déjà perforées.



Source : schéma réalisé à l'aide du logiciel SOLIDWORKS.

Figure 30 : jumelage des barres à l'aide d'une tige en acier plein.

Pour remonter la sonde facilement au niveau du pont au cas de besoin (changement de batteries et l'entretiens) nous avons utilisé un câble métallique de diamètre de 6 millimètres et de longueur de 7 mètres, que nous avons du attaché d'un coté a l'extrémité du dispositif, et de l'autre coté au garde-corps du pont, et nous avons utilisé un autre câble de même diamètre et de longueur de 8 mètres en double pour la sécurité de la sonde des cours d'eau que nous avons du attaché dans l'autre coté du pont (un câble très résistant, qui peut freiné une charge de 400 kg dans une décente) pour bien immobiliser les câbles, nous avons utilisé des sert câbles en acier.



Source : schéma réalisé à l'aide du logiciel SOLIDWORKS.

Figure 31 : schéma du dispositif assemblé.

Pour sécuriser la cage de la sonde, nous avons utilisé deux pièces en acier circulaire pleines de 80 millimètres de diamètre, qu'on a perforé au milieu, faisant un trou de 20 millimètres de diamètre pour laisser circuler les eaux, et trois pièces en acier de 4 centimètres de longueur et 65 millimètres de diamètre. Pour mieux sécuriser la sonde, nous avons soudé autour de ces pièces des fers d'un centimètre carré et de 75 centimètres de longueur, et pour un accès facile à la sonde, on a mis un bouchon, ce renfermant avec des vis. Nous avons soudé la cage à l'extrémité de la barre de 3.5 mètres.



Source : schéma réalisé à l'aide du logiciel SOLIDWORKS

Figure 32 : la cage de la Sonde.

En fin, nous avons peint tout le dispositif avec une peinture contre la corrosion (antirouille rouge).

II.2.2.2. entretien de la sonde

Nous retirons la sonde de l'eau, nous nettoyons le corps de la sonde pour enlever les particules accrochées sur le dispositif, pour cela, nous utilisons de l'eau de source, et une brosse. Pour les capteurs, nous utilisons un chiffon, pour ne pas les endommager.



Source : photo prise à Oued Soummam (Sqala), le 15 mai 2015 à 13 h 15

Figure 34 : nettoyage de la sonde et des capteurs.

Comme la sonde est fonctionnelle avec une alimentation intégrée, nous procédons aux changements des piles chaque semaine, vu que l'économie de batterie ne dépasse pas une semaine, en raison de notre pas de fréquence, parce que, chaque fois que le pas est petit, notre sonde consomme plus de batteries.



Source : photo prise le 15 mai 2015 à 14h00.

Figure 35 : changements de batteries (piles de 1.5 Volts) de la sonde.

Résultats et discussions

III.1. Paramètres physiques

III.1.1. La Température

a. Présentation des résultats

L'évolution des températures de l'eau se résume par les trois intervalles suivants :

- Augmentation permanente : on observe une élévation continue des températures, allant de 20 à 22.5 °C pendant la période allant de 1^{er} jour au 13^{eme} jour.
- Fluctuation stable : on observe une stabilisation de température qui varie entre 22 et 24.5 °C pendant la période allant du 14^{eme} jour au 25^{eme} jour.
- Diminution progressive : on observe une baisse des températures de 22 à 19 °C pendant la période allant du 26^{eme} jour au 35^{eme} jour.

La figure 36 illustre graphiquement l'évolution des températures, dont les phases précitées apparaissent clairement. La droite de tendance donnant $R^2 = 0.0588$ explique bien cet état de fait.

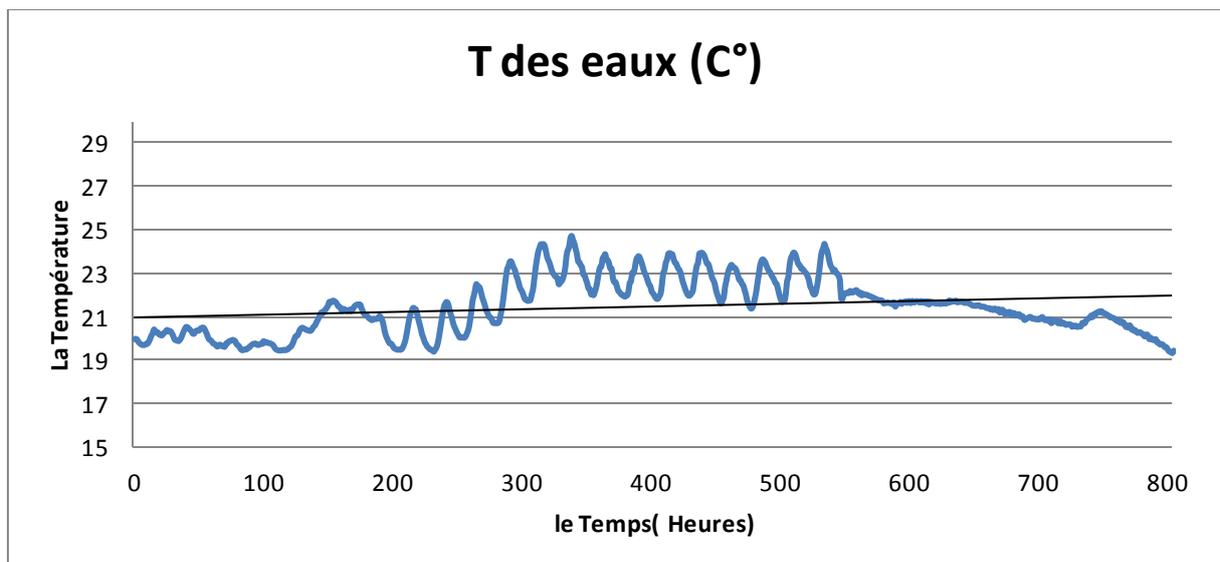


Figure 36 : Graphique représentant les variations temporelles de la Température.

b. Interprétation

Les différentes températures et leurs fluctuations ne peuvent être expliquées que par les changements observés par les températures atmosphériques, par simple comparaison en déduit :

- Durant le 1^{er} intervalle, on enregistre des pics de température allant jusqu'à 43 °C, le réchauffement de l'atmosphère est à l'origine du réchauffement de l'eau.

- Durant notre 2^{ème} intervalle, on enregistre une fluctuation de la température atmosphérique de 13 °C à 25 °C, c'est ce qui garde la température des eaux stable à l'intérieur de cet intervalle.
- Durant le 3^{ème} intervalle, le déclin de la température atmosphérique enregistrée va de 37 °C jusqu'à 13 °C explique la diminution progressive de la température des eaux.

III.1.2. La Turbidité

a. Présentation des résultats

L'évolution (variation) de la turbidité des eaux se résume par les intervalles suivants :

- Augmentation significative : pour cet intervalle, allant du 1^{er} au 7^{ème} jour, on observe une augmentation remarquable de la turbidité, ou on enregistre un pic de turbidité allant jusqu'à 400.1 FNU.
- Diminution progressive : cette phase, enregistrée du 8^{ème} jour au 14^{ème} jour, permet d'observer une baisse dans la turbidité jusqu'à une valeur minimale de 20.7 FNU.
- Très forte augmentation : pour cet intervalle, entre le 15^{ème} et 21^{ème} jour, on constate que c'est le même phénomène que celui du 1^{er} intervalle, ou on observe une augmentation dans la turbidité, et l'enregistrement d'un pic, turbidité_{max} = 370 FNU
- Augmentation croissante : durant cet intervalle, entre le 22^{ème} jour et le 35^{ème} jour, on observe une augmentation croissante et continue de la turbidité, allant de 20 à 160 FNU.

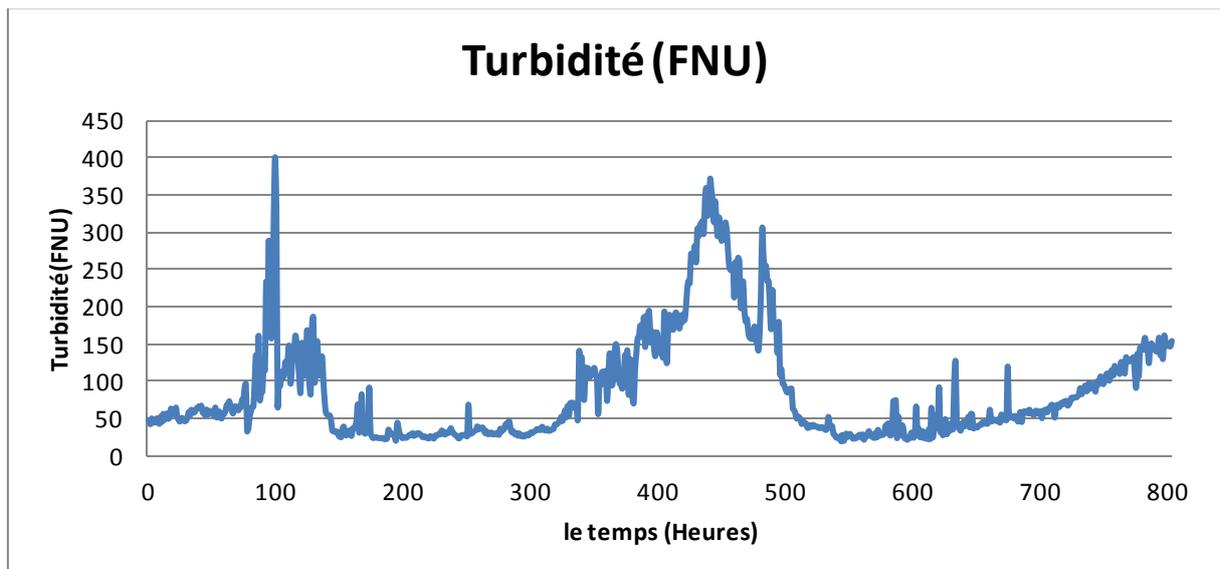


Figure 37 : Graphique représentant les variations temporelles de la Turbidité.

b. Interprétation

La turbidité représente les matières en suspension, ces dernières dépendent de l'eau qui circule (les eaux pluviales qui ruissèlent), par conséquent toute précipitation enregistrée s'explique par un changement dans les mesures de la turbidité.

- Durant notre 1^{er} intervalle : nous avons observé une augmentation rapide de la turbidité de 48 FNU jusqu'à 400 FNU, il s'agit d'un ensoleillement qui donne une bonne aération (augmentation de l'oxygène) favorisant la multiplication du phytoplancton qui rend les eaux verdâtres, ajoutant à tout cela, le phénomène de l'eutrophisation qui provoque la désoxygénation.
- Durant le 2^{ème} intervalle : l'arrêt de l'eutrophisation suivi d'une précipitation a mené à une baisse dans la turbidité des eaux.
- Durant le 3^{ème} intervalle : nous avons observé un 2^{ème} épisode d'augmentation de la valeur de la turbidité, où on a enregistré un pic d'une valeur de 360 FNU, cela est dû au retour de l'ensoleillement et de la bonne aération ainsi que la reprise de l'activité de l'eutrophisation et la hausse de l'activité des algues.
- Durant le 4^{ème} intervalle : nous avons observé un 3^{ème} épisode d'augmentation de la turbidité, la croissance des valeurs de ce paramètre est déjà engagée, les valeurs extrêmes enregistrées antérieurement ne sont pas encore atteintes (vu que nous avons arrêté notre expérience), quelque soit la valeur de la turbidité des eaux qui viendront s'ajouter à celles de l'Oued Soummam, le mélange des eaux finira par donner une turbidité comparable à celles obtenues lors des deux premiers épisodes.

III.2. Paramètres chimiques :**III. 2.1. Le pH****a. Présentation des résultats**

Nous pouvons résumer la variation du pH par les intervalles suivants :

- Chute des valeurs du pH : le 1^{er} intervalle allant du 1^{er} jour au 21^{ème} jour, on observe une diminution permanente du pH, variant d'un $\text{pH}_{\text{max}} = 9.51$ à un $\text{pH}_{\text{min}} = 8, 9$.
- Fluctuation des valeurs du pH : le 2^{ème} intervalle allant du 22^{ème} jour jusqu'au 25^{ème} jour, on observe une augmentation jusqu'à un $\text{pH}_{\text{max}} = 9,28$ suivi d'une diminution jusqu'au $\text{pH}_{\text{min}} = 8.61$.

- Diminution progressive des valeurs du pH : le 3^{ème} intervalle allant du 26^{ème} jour jusqu'au 35^{ème} jour, on observe le même épisode que le 1^{er} intervalle, où les valeurs du pH diminuent progressivement, de 9 UpH jusqu'à 8,65 UpH.

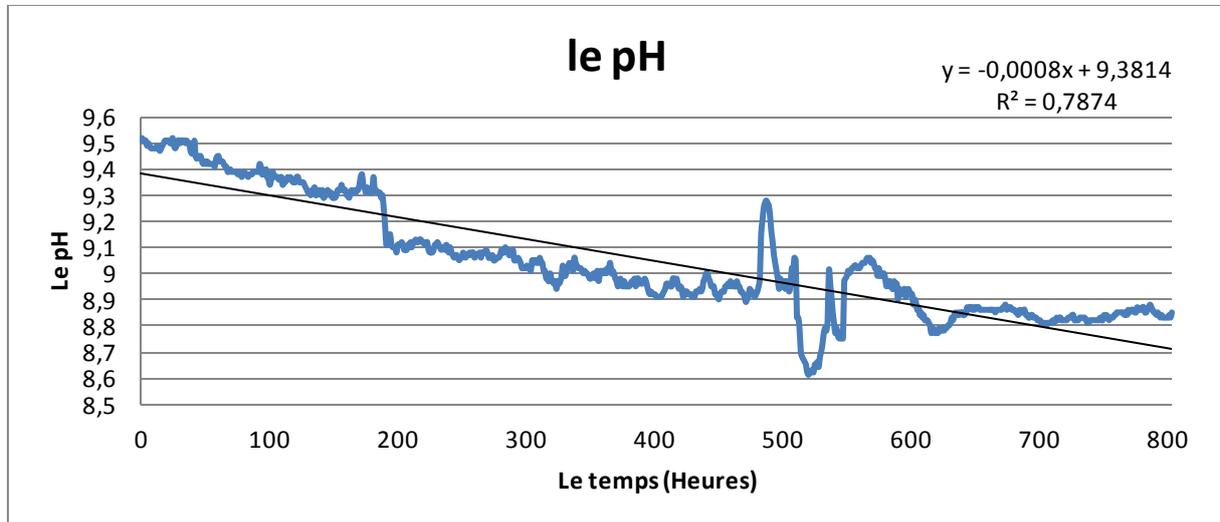


Figure 38 : Graphique représentant les variations temporelles du pH.

b. Interprétation

Tout en restant basique, le pH comme le montre le graphique, empreinte une légère décroissance. Cette décroissance s'explique par les nombreuses variations chimiques (anhydride carbonique par exemple) subies par les eaux de l'oued Soummam.

- 1^{er} intervalle : la diminution du pH est due à la dissolution des ions charriés par les eaux de pluie ainsi que l'activité de l'eutrophisation.
- 2^{ème} intervalle : les précipitations charrient des particules qui font augmenter le pH en fonction de l'augmentation de niveau d'eau.
- 3^{ème} intervalle : on observe le même scénario que pour 1^{er} intervalle, les valeurs du pH poursuivent leurs diminutions en raison de la dissolution des ions transportés par les eaux de pluie et l'activité de l'eutrophisation.

III.2.2. Le Potentiel d'Oxydoréduction

a. Présentation des résultats

l'ORP, varie de manière apparente, on remarque ce qui suit :

- Changement insignifiant : on observe une stabilisation au niveau des valeurs de l'ORP qui varient entre -0.01 et -0.08 Volt, entre le 1^{er} et le 16^{ème} jour, c'est un intervalle où les valeurs de l'ORP sont négatives.

- Élévation continue : on observe une élévation des valeurs de l'ORP allant de 0 à 0.05 Volt entre 17^{ème} et le 21^{ème} jour, intervalle des valeurs de l'ORP positives.
- Fluctuation stable : on observe une variation stable dans les valeurs de l'ORP allant de -0.02 à -0.08 Volt entre le 22^{ème} et le 35^{ème} jour, sur cet intervalle, les valeurs de l'ORP sont négatives aussi.

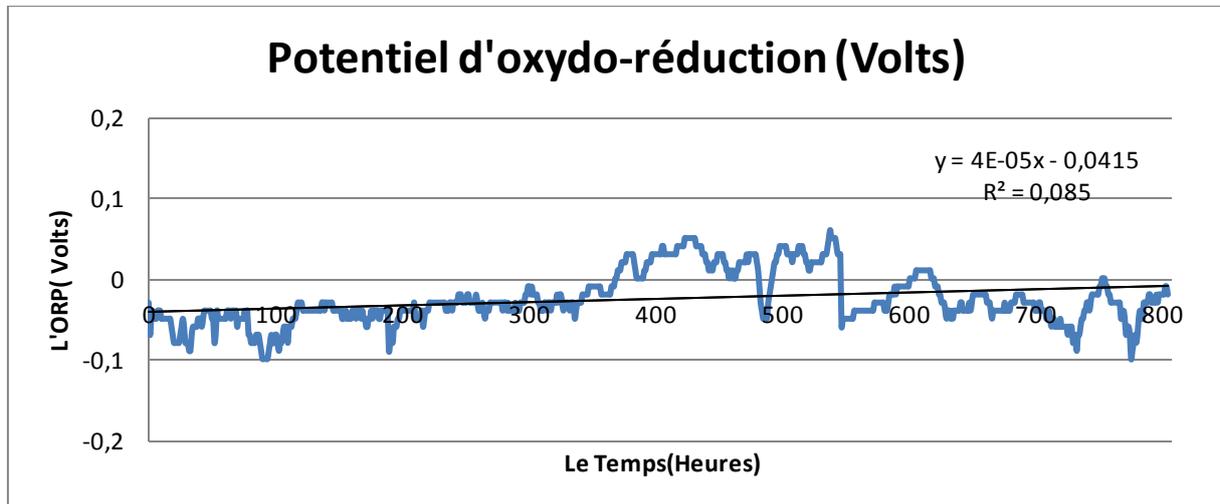


Figure 39 : Graphique représentant les variations temporelles de l'ORP.

Interprétation

- 1^{er} intervalle : les valeurs de l'ORP sont négatives, ce qui est expliqué par les valeurs du pH qu'on a déjà retrouvé auparavant, qui tendent vers l'acidité, vu que le pH durant cet intervalle a subi une diminution dans ses valeurs.
- 2^{ème} intervalle : durant cette période, entre le 17^{ème} jour et le 21^{ème} jour, on enregistre une augmentation dans les valeurs de l'ORP, d'ailleurs les valeurs de cet intervalle sont positives, cela ce s'explique par les valeurs du pH qui ont enregistré une tendance vers l'alcalinité.
- 3^{ème} intervalle : des résultats négatifs observés durant la période allant du 22^{ème} jour au 35^{ème} jour, cela est expliqué par les valeurs du pH évoluant vers une acidité.

III.2.3. La Conductivité

a. Présentation des résultats

L'évolution de la conductivité en fonction de temps se résume par trois intervalles :

- Stagnation des valeurs : on observe une variation de la conductivité allant de 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et ne dépassant pas les 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, durant le 1^{er} jour jusqu'au 9^{eme} jour, ce qui pourra être considéré comme très faible changement.
- Augmentation significative : on observe une augmentation importante de la conductivité entre le 10^{eme} et le 27^{eme} jour, ou on enregistre la conductivité $\text{max}=5555$ $\mu\text{S}/\text{cm}$.
- Diminution progressive : on observe une baisse de la conductivité de 3349 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 2627 $\mu\text{S}/\text{cm}$ durant l'intervalle du 28^{eme} au 35^{eme} jour.

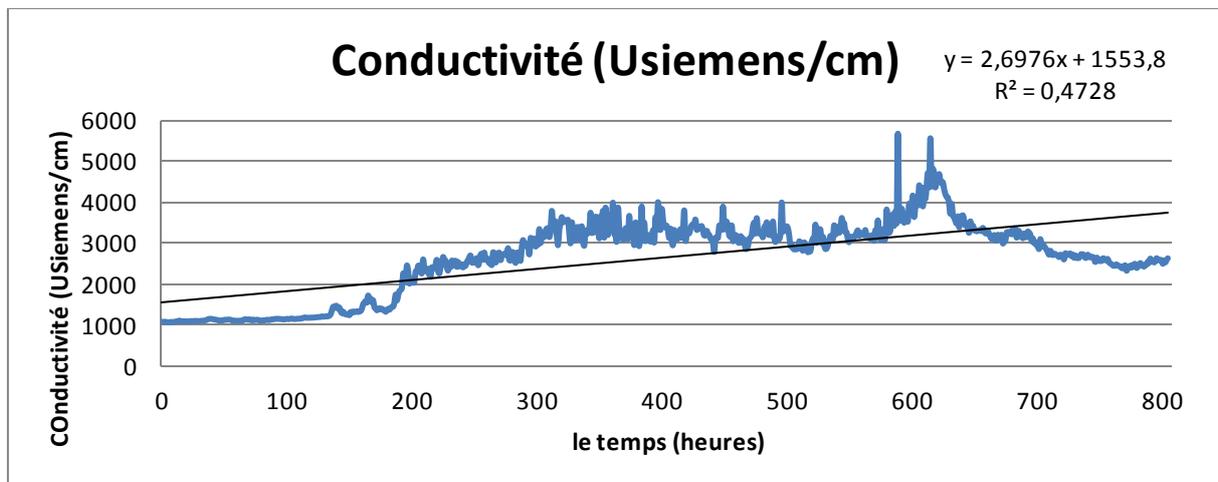


Figure 40 : Graphique représentant les variations temporelles de conductivité.

b. Interprétation

Les apports en eaux provenant de l'amont ainsi que l'ensoleillement font varier la température de l'eau de l'oued Soummam et accroissent la dissolution des éléments chimiques présents dans l'eau, ce qui traduit les variations de la turbidité.

- 1^{er} intervalle : la variation de la conductivité enregistrée durant cet intervalle est due à la solubilité des matériaux, principalement les sels solubles et les minéraux constitutifs du substrat géologique [SAOU A (2012)].
- 2^{eme} intervalle : Avec tous les apports d'eau et les phénomènes de dissolution favorisés par la température ainsi que l'évaporation, une baisse du niveau d'eau est enregistrée, favorisant la hausse de la concentration des éléments en solutions par conséquent une augmentation de la conductivité de l'eau.

- 3eme intervalle : la diminution observée durant cet intervalle est due à la pluviométrie qui fait diminuer la concentration des éléments en solutions ce qui provoque une chute modérée de la turbidité.

III.3. Étude de l'interdépendance des paramètres

III.3.1. Étude du couple température eaux/température atmosphérique

a. Présentation des résultats

Les résultats de la température présentent une variation remarquable (figure 41), la tendance du graphique est à la hausse, ceci est expliqué par la droite de tendance représentant le coefficient $R^2 = 0.0588$.

La température de l'eau de l'Oued Soummam est directement dépendante de celle de l'atmosphère et du volume de l'eau transitant par l'exutoire de Sid Ali Lavhar (point de l'emplacement de la sonde).

La variation des températures est comprise entre l'intervalle de la température maximale et la température minimale, affichant une augmentation de $5,43\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($T_{\max} - T_{\min}$), cette augmentation est connue sous le nom d'amplitude journalière [Brizard Zongo, (2010)]

- Température maximale : $T_{\max} = 24,76$
- Température minimale : $T_{\min} = 19,33$

L'effet de l'amplitude de variation de la température ambiante journalière en contact avec l'eau provoque des fluctuations dans la valeur de la température de l'eau.

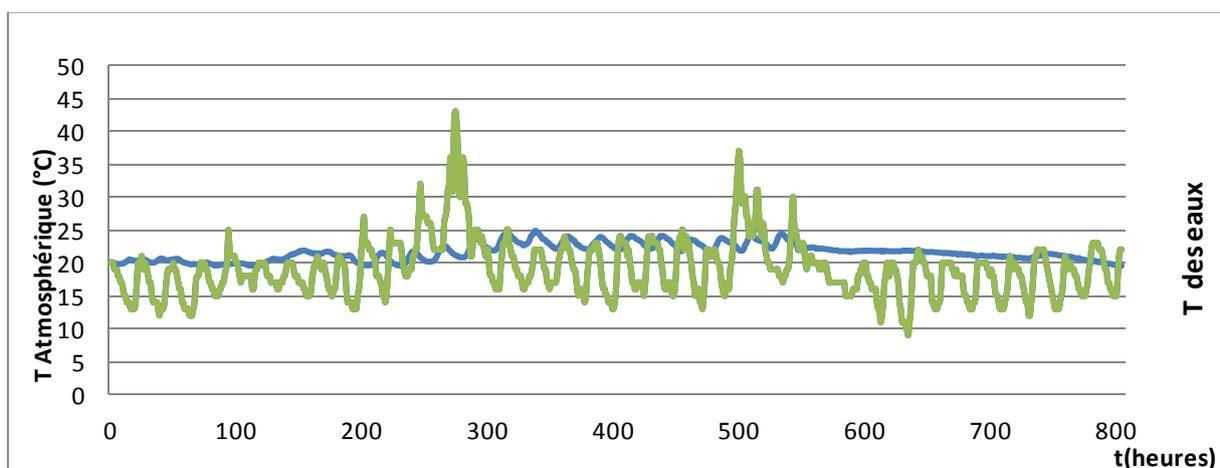


Figure 41 : Graphique représentant les variations temporelles de la température des eaux et la température atmosphérique.

b. Interprétation

La température de l'eau de l'oued Soummam est jugée moyennement élevée ($t^{\circ}_{\text{moy}} = 21,47^{\circ}\text{C}$), elles sont supérieures à celle de la température de l'atmosphère ($t^{\circ}_{\text{moy}} = 19,14^{\circ}\text{C}$). Cela est dû à l'ensoleillement, aux heures matinales et aux apports hydriques venant de l'amont [Adjaoud.A, (2006)].

La variation des températures est directement proportionnelle à celle de l'atmosphère, la collecte des températures journalière correspondant à la période d'étude, met en lumière la corrélation du couple température eau/température atmosphère.

Notons qu'aux alentours des abscisses 334 et 542 heures la courbe marque ses plus fortes valeurs de température (22 à plus de 24 °C). Les températures de cet intervalle pourraient être favorables aux activités et échanges chimiques au sein des eaux de l'oued Soummam.

III.3.2. Étude du couple ORP /pH**a. Présentation des résultats**

En observant le graphique du couple ORP/pH, on constate trois phases distinctes :

- 1^{ère} phase : du 1^{er} jour au 16^{ème} jour, les valeurs du pH marquent une diminution permanente, alors que pour les valeurs de l'ORP, c'est l'inverse, ou ils enregistrent une petite augmentation, selon leur courbe de tendance.
- 2^{ème} phase : du 17^{ème} jour jusqu'au 21^{ème} jour, lieu d'intersection du graphique où l'on voit la nette opposition de tendance des deux courbes. En effet, la courbe de l'ORP en ce lieu de rencontre affiche une nette croissance et enregistre ses plus fortes valeurs, celle du pH par contre, continue sa décroissance avant d'atteindre ses plus faibles valeurs
- 3^{ème} intervalle : du 21^{ème} jour au 35^{ème} jour, les valeurs du pH poursuivent leurs diminutions après une courte période de fluctuation, tant dis que les valeurs de l'ORP sur cet intervalle enregistrent une fluctuation dans la zone des valeurs négatives.

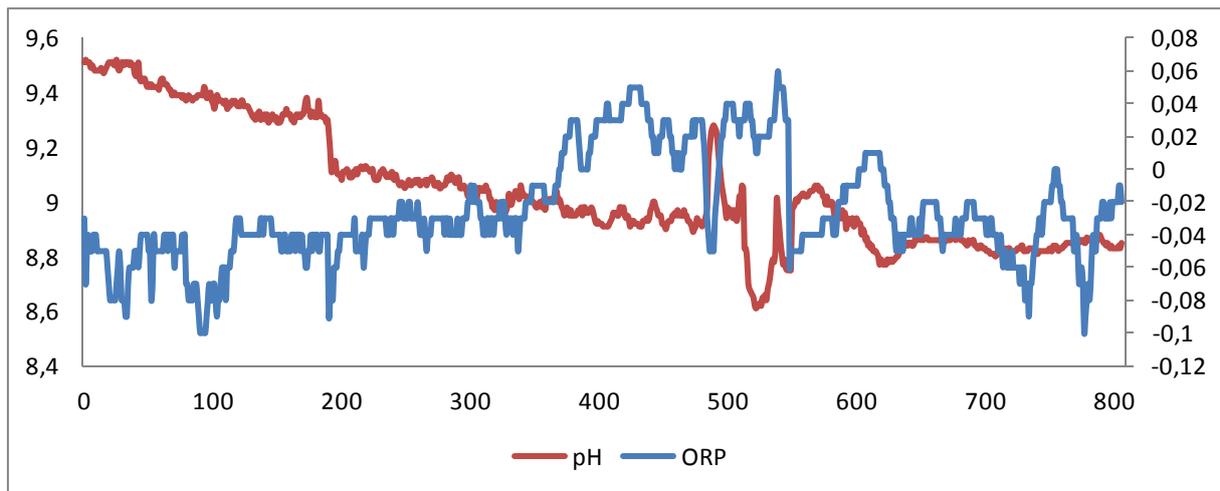


Figure 42 : Graphique représentant les variations temporelles variation du pH et de l'ORP en fonction du temps

b. Interprétation

Les deux paramètres pH et ORP se manifestent par une relation inversement proportionnelle, en effet toute variation d'ORP s'accompagne obligatoirement d'une variation inverse du pH, les valeurs ORP sont utilisées un peu comme des valeurs de pH pour déterminer la qualité de l'eau. (Eaton, A.D, 2005).

La dissolution des sels et des minéraux entraînés par charriage sont la principale cause de cette variation, joindre à cela les eaux de rejets domestiques et industrielles affectant le cours de l'Oued Soummam, de ce fait toute évolution en hausse ou en baisse des paramètres en question, reste tributaires de ces facteurs.

III.3.3. Étude du couple Conductivité/Température

a. Présentation des résultats

Le graphique du couple Conductivité/Température montre que la turbidité varie en fonction de la température et cela comme suit :

1^{er} temps : durant la période allant du 1^{er} jour au 9^{eme} jour le comportement des deux paramètres semble être stationnaire, la proportionnalité est étant très apparente entre leur comportement.

2^{eme} temps : du 10^{eme} au 21^{eme} jour, les deux courbes affichent une augmentation de 22 °C à 24 °C pour les températures, et de 1900 µs /cm à 5555 µs /cm pour la conductivité.

3^{ème} temps : entre le 22^{ème} et 35^{ème} jour, les deux courbes s'embent diminuer et s'abaissent graduellement.

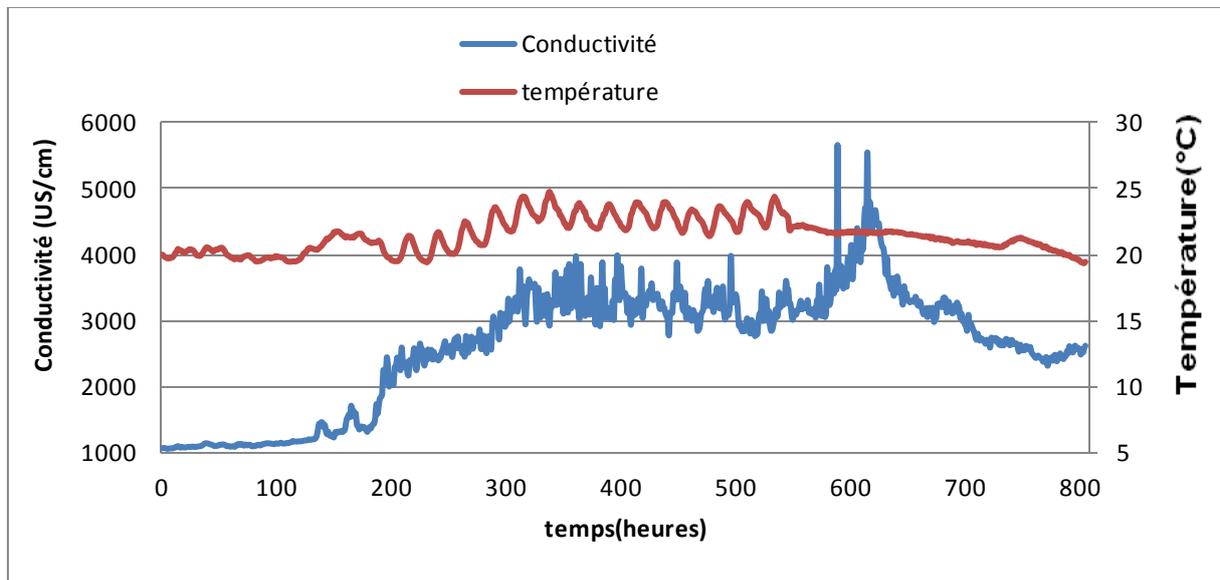


Figure 43 : Graphique représentant les variations temporelles variation de la Conductivité et de la Température en fonction du temps.

b. Interprétation

La conductivité évolue proportionnellement à la température. La conductivité est fonction de la température de l'eau, elle est plus importante lorsque la température augmente, la température des contrastes de conductivité permet de mettre en évidence des pollutions chimiques des zones de mélanges ou d'infiltrations, la conductivité est également l'un des moyens de valider les analyses physico-chimiques des eaux [HAJHOUI Y.2010].

Les échanges chimiques se produisent généralement en mode exothermique ou endothermique d'où l'étroite relation entre la conductivité (réaction chimique) et la température, l'évolution de l'un conditionne l'évolution de l'autre.

III.1.2. Étude du couple Turbidité/Précipitations

a. Présentation des résultats

La turbidité est un paramètre fortement lié aux précipitations, la quantité des matières en suspension (MES) est attachée aux volumes d'eau, la turbidité est inversement proportionnelle aux volumes d'eau.

Dans le cas de notre étude, les hauts pics de la turbidité s'affichent en fonction de la diminution des précipitations, par contre ce paramètre diminue considérablement avec la venue des pluies.

- Turbidité maximale = 400,1.
- Turbidité minimale = 19,3.

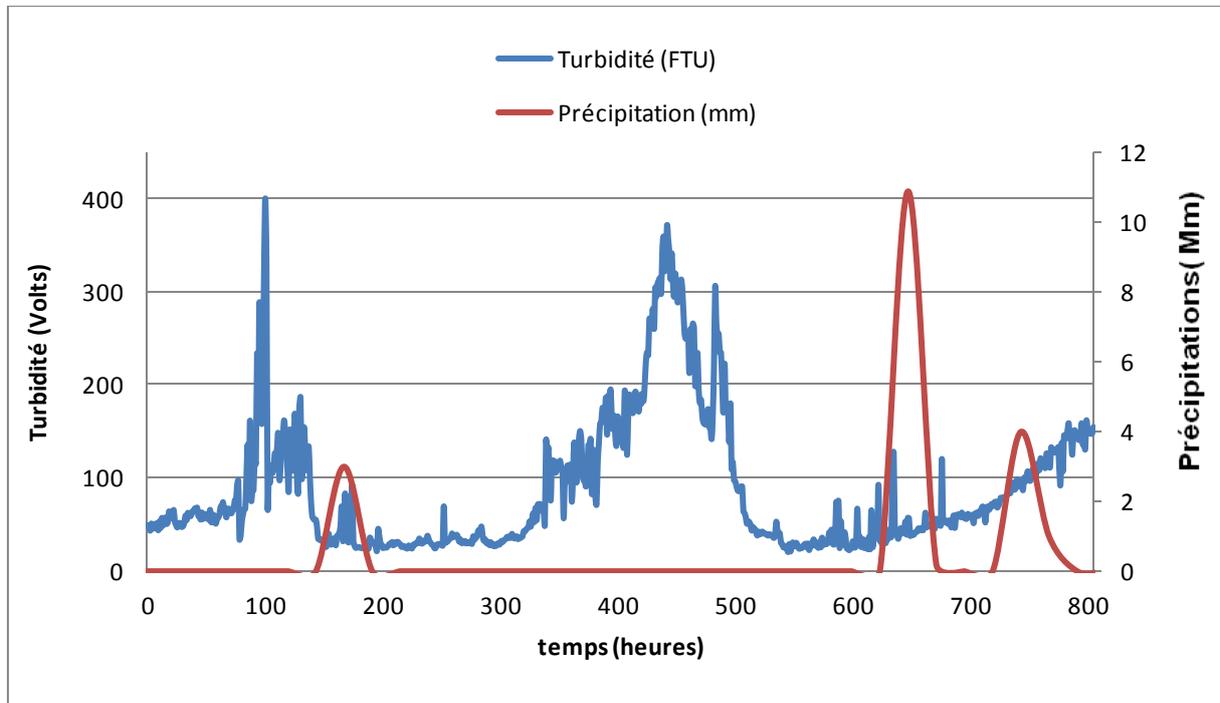


Figure 44 : Graphique représentant les variations temporelles de la turbidité en fonction du temps.

b. Interprétation

Durant les 7 premiers jours : l'augmentation de la turbidité est due principalement aux charriages des fines particules (zone étudiée riche en argile et limon), les composés organiques et les divers composés chimiques présents dans les eaux usées déversées dans l'oued Soummam (domestique ou industriel) y participent aussi [SAOU A (2012)].

Le 8^{ème} jour : enregistrement des précipitations accompagnées d'une diminution remarquable en matière de la turbidité, cela s'explique par l'entraînement des MES directement vers la mer suite aux déplacements des eaux.

Du 9^{ème} au 27^{ème} jour : aucune précipitation n'a été enregistrée durant cet intervalle on note une oscillation du taux de la turbidité qui reste tout de même à celle enregistrée lors de

la précipitation, cependant à partir du 12^{ème} jour, on note une augmentation significative de la turbidité suivie d'un pic affichant l'augmentation brusque de la quantité des MES dans l'eau.

Au 24^{ème} jour, on a enregistré un pic de turbidité suivi d'une chute (turbidité_{min} =19.3). Cette chute peut être induite par la présence des argiles qui absorbent des métaux et des matières organiques, par phénomène d'adsorption et d'échanges interfoliaires, d'ailleurs la région d'étude est connue par la dominance des sols argileux lourds très érodés [AKDIM A (2011)].

Au 28^{ème} jour : une importante précipitation a été enregistrée suivi d'une augmentation de la turbidité supérieure à celle enregistrée durant les précipitations qui les précèdent, la turbidité reste en oscillation.

Au 32^{ème} jour : nous avons enregistré une précipitation de 4 mm, provoquant une augmentation du taux de la turbidité, supérieure à celui enregistré lors de la première précipitation, inférieur à celui enregistré dans la deuxième.

Au 34^{ème} jour, aucune précipitation enregistrée, mais on constate une augmentation de la turbidité provoquée par la pollution.



Conclusion générale

CONCLUSION

Au terme de notre travail il nous a été permis de nous aventurer dans le monde de l'hydrologie, l'hydrochimie et de l'analyse instrumentale, séjour scientifique à travers lequel nous avons pu conclure ce qui suit :

- La Sonde multi paramètre utilisée durant notre travail, représente un instrument de très haute qualité, la masse de données générée en un temps court est jugée de spectaculaire, 4030 données en 35 jours.
- La manipulation de la sonde s'est avérée simple, permettant une acquisition de données sûre et minimisant les erreurs des manipulations des laboratoires.
- L'analyse infra journalière est une méthode d'étude très efficace elle permet un suivi permanent de l'évolution des phénomènes en temps réel.
- Les eaux de l'Oued Soummam présentent une variation dans leurs paramètres physiques et chimiques (étudiés), ce qui nous permet de confirmer leur pollution.
- Les analyses effectuées concluent à une variation très importante de la qualité des eaux de l'embouchure, sensible au pas du journalier, affichant des différences de sensibilité horaire (changement chaque heure).
- Les paramètres étudiés dans le cadre de notre étude affichent une fluctuation très importante entre les valeurs hautes et basses, la vitesse du changement est si grande s'opérant sur des pas d'une heure, d'où la nouveauté apportée par l'utilisation de la sonde.
- Les représentations graphiques mettent en évidence des relations d'interdépendances de type proportionnel pour les couples conductivité/température, température de l'eau/température de l'atmosphère, et d'autres relations de type inversement proportionnelles pour les couples pH/ ORP et pour le couple turbidité/précipitation.

Finalement après avoir mené notre étude nous constatons que l'acquisition et l'obtention des données relatives aux phénomènes dynamiques (hydrologie, climatologie...) requièrent l'utilisation des outils et des technologies des plus adaptées.

Les eaux de l'oued Soummam restent toujours agressées par la pollution naturelle et/artificielle, leurs évolutions et leurs études doivent se faire par rigueur pour une meilleure connaissance, par conséquent une meilleure maîtrise.

CONCLUSION

En perspective :

- Nous invitons l'ensemble des scientifiques et des spécialistes à adopter les méthodes de prélèvement et de traitement en mode infra journalier, *in situ*.
- Réduire le pas de temps durant les campagnes d'échantillonnage.
- Comprendre les phénomènes étudiés et les relations d'interdépendances qui les unissent.
- Revoir les causes de pollution et les sources de l'évolution des paramètres étudiés à savoir la turbidité, la conductivité, le pH, l'ORP et finalement la température.



Références bibliographiques

Références bibliographiques

- LEUVEN RSEW, WIJNHOFEN S, KOOISTRA L, DE NOOIJ RJW, HUIJBREGTS MAJ. Toxicological constraints for rehabilitation of riverine habitats: a case study for metal contamination of floodplain soils. Rehabilitating large regulated rivers: lowland river rehabilitation conference, September 29 – October 3, 2003.
- ADMIRAAL W, VAN DER VELDE G, SMIT H, CAZEMIER WG. The rivers Rhine and Meuse in the Netherlands: present state and signs of ecological recovery. *Hydrobiologia* 1993 ; 265 : 97-128.
- BALK F, DOGGER JW, NOPPERT F, RUTTEN ALM, HOF M, VAN LAMOEN FBH. Methods for environmental risk assessment in the floodplains of Gelderland. Publications and reports of the project 'Ecological rehabilitation of the rivers Rhine and Meuse'. Report no. 47. Lelystad : Institute of Inland Water Management and Waste Water Treatment, RIZA, 1993.
- BENHAMICHE, N. (1997). Modélisation de la relation pluie-relief par l'analyse en composantes principales (ACP) en vue de cartographie par krigeage. Application au bassin versant de la Soummam. Thèse de magister en sciences agronomiques. Hydraulique. Option Aménagement et mise en valeur, INA El-Harrach, Algérie.
- MOUNI L, MERABET D, ARKOUB H, MOUSSACEB K, (LTMGP) Bejaia 2009 : Étude et caractérisation physico-chimique des eaux de l'oued Soummam. *Science et changements planétaires / Sécheresse*. Volume 20, Numéro 4, 360-6, octobre-novembre-décembre 2009, Article de recherche
- PERRIER J. Défense contre les eaux nuisibles de l'oued Soummam. Mémoire préliminaire. Compte rendu. Paris, 1964.
- Pollution de la Soummam. Rapport. Akbou : Service d'Environnement de la Wilaya de Béjaia, 1997.
- ANRH. (1990) : Ressources en eau disponibles dans la région de Bejaia : nappe alluviale de l'oued Soummam.
- Direction de la Planification et de l'Aménagement de Territoire de Béjaia. Annuaire statistique de la wilaya de Bejaia, Résultats 2003. Bejaia : sn, sd

Références bibliographiques

- BOUBCHIR-LADJ K(2013) Effet de l'enrichissement et des paramètres technologiques sur la qualité du yaourt fabriqué à la laiterie Soummam Akbou, mémoire de fin d'études.
- Direction de l'Energie et des Mines Bejaia.
- SAOU A (2012) : Hydrogéochimie des eaux de la vallée de la basse Soummam Bejaia Algérie, thèse doctorat en sciences hydrauliques, option hydraulique générale, Université de Bejaia.
- ANRH. (2010) : Modélisation des grands aquifères : Etude de modélisation de 5 systèmes d'aquifères (plaine de la Soummam).
- AKDIM A (2011) : Traitement des séries chronologiques pluies-débit pour la mise en évidence des impacts climatiques et humains sur le bassin versant de la Soummam, Thèse de magister en sciences de la terre et de l'univers. Option Géoscience et environnement, Université de Ouargla.
- KESSASRA F. (2006). Etude hydrogéologique sous l'aspect de la modélisation mathématique en vue d'une gestion rationnelle des écoulements souterrains de la vallée de la Soummam. Mémoire d'ingénieur, université des sciences et de la technologie Houari Boumediene.
- BACHA, M. 2003. Contribution à l'étude de la biodiversité phytoplanctonique dans les zones humides de Bejaia. Thèse de magister : université A. Mira de Bejaia.
- 2005. Section 4500-O G, Oxygen (Dissolved), Membrane Electrode Method.
- Eaton, A.D., L.S. Clesceri, E.W. Rice, and A.E. Greenberg, eds., Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21st edition, Washington, D.C.: American Public Health Association, American Water Works Association, and Water Environment Federation, 2005. Section 2580, Oxidation-Reduction Potential.
- T-Campbell, New Product development Program Manager, In-Situ, Inc. June 17, 2006 : Multi-Parameter Troll 9500, Opetaror's Manual.
- HAMDAOUI A; ICHALAL Y (2013) : Contribution à l'étude de la variabilité hydroclimatologique dans le bassin versant de la Soummam, cas de trois sous bassins versants, mémoire de fin d'études, Université de Jijel.
- BRIZARD ZONGO (2010) : Fluctuation multi-échelles et extrêmes dans les séries temporelles biogéochimiques à moyen et long terme en milieu marin côtier, thèse doctorat, Université de Lille 1, France.
- ADJAOUD A, (2006) : Caractérisation physico-chimique des eaux de la Soummam et contribution à l'étude de la flore diatomique(mémoire de la chambre).

Références bibliographiques

- Lloyd et Bartram (1991) : DIRECTIVES DE QUALITE POUR L'EAU DE BOISSON, ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTE
- MOUNI L (2004) : étude et caractérisation physico-chimique des rejets dans l'Oued Soummam, magistère en génie des procédés, option génie chimique, Université de Bejaia.



Annexes

ANNEXE 3

Normes d'interprétation de la qualité des eaux (OMS 2015) :

1. pH

En général, la modification du pH dans l'eau est liée à la perte du gaz carbonique. Il convient aussi de signaler que la valeur du pH est fonction de la matière organique thermostable dissoute ou non dans l'eau. À partir du PH, on peut classer les eaux de la manière suivante :

- pH inférieur à 5 : acidité forte
- pH égal à 7 : neutralité (eau pure)
- pH de 7 à 8 : neutralité rapprochée (eau de surface)
- pH de 5.5 à 8 : majorité des eaux souterraines
- pH supérieur à 8 : alcalinité, évaporation intense.

2. La température

La température joue un rôle important dans la solubilité et la dissolution des sels dissous, dans la solubilité des gaz, sur la conductibilité électrique et dans la détermination du pH.

La température permet parfois d'obtenir des indications sur l'origine de l'écoulement de l'eau. En rapport avec les normes de potabilités de l'eau fixées par l'OMS (1994), l'eau est :

- Excellente lorsque la température varie entre 20 et 22 °C ;
- Passable lorsque la température oscille dans l'intervalle de 22 à 25 °C
- Médiocre lorsqu'elle est comprise entre 25 et 30 °C/

Lorsque la température est supérieure à 30 °C, on parle d'une pollution excessive.

3. La turbidité

La turbidité permet de préciser les informations visuelles sur la couleur de l'eau. Elle traduit la présence des particules en suspension dans l'eau transparente.

Elle s'exprime en Nephometric Turbidity Unit (NTU).

En rapport avec la turbidité, les eaux peuvent être classées de la manière suivante :

- NTU inférieur à 5 : eau incolore
- NTU entre 5 et 30 : eau légèrement colorée
- NTU supérieur à 50 : eau colorée.

4. Conductivité

La classification des eaux en fonction de la conductivité se présente de la manière suivante :

ANNEXE 3

- Conductivité égale à 0.05 : eau déminéralisée
- Conductivité de 10 à 80 : eau de pluie
- Conductivité de 80 à 100 : eau peu minéralisée
- Conductivité de 300 à 500 : eau moyennement minéralisée
- Conductivité de 1000 à 3000 : eau saline
- Conductivité supérieure à 3000 : eau de mer.

ANNEXE 1

Tableau 2 : Les résultats d'essai réalisé au sein du laboratoire 3BS.

| <i>T (min)</i> | <i>T (°C)</i> | <i>Turbidité (NTU)</i> | <i>Orp (Volts)</i> | <i>Ph</i> | <i>Conductivité (US/cm)</i> |
|----------------|---------------|------------------------|--------------------|-----------|-----------------------------|
| 0 | 18.07 | 5.3 | -0.21 | 9.12 | 362.04 |
| 30 | 18.08 | 6.5 | -0.21 | 9.44 | 366.57 |
| 60 | 18.06 | 6.3 | -0.21 | 9.23 | 367.15 |
| 90 | 18.07 | 22.5 | -0.21 | 9.32 | 365.83 |
| 120 | 18.06 | 16.3 | -0.20 | 9.27 | 366.49 |
| 150 | 18.05 | 17.9 | -0.18 | 9.59 | 366.00 |
| 180 | 18.05 | 14.3 | -0.17 | 9.35 | 366.67 |
| 210 | 18.07 | 70.0 | -0.18 | 8.71 | 364.92 |
| 240 | 18.09 | 102.3 | -0.21 | 7.53 | 364.91 |
| 270 | 18.09 | 97.5 | -0.23 | 7.52 | 364.79 |
| 300 | 18.11 | 213.6 | -0.21 | 8.65 | 365.82 |
| 330 | 18.14 | 227.3 | -0.19 | 9.36 | 367.53 |
| 360 | 18.12 | 199.7 | -0.16 | 9.73 | 368.81 |
| 390 | 18.12 | 185.2 | -0.15 | 9.59 | 366.25 |
| 420 | 18.14 | 169.0 | -0.15 | 9.68 | 366.85 |
| 450 | 18.13 | 135.1 | -0.13 | 9.72 | 367.38 |
| 480 | 18.13 | 226.5 | -0.12 | 9.71 | 366.88 |
| 510 | 18.14 | 142.3 | -0.11 | 9.70 | 367.23 |
| 540 | 18.13 | 148.5 | -0.11 | 9.71 | 367.02 |
| 570 | 18.13 | 138.9 | -0.11 | 9.72 | 366.99 |
| 600 | 18.14 | 169.4 | -0.11 | 9.72 | 367.42 |
| 630 | 18.15 | 780.9 | -0.11 | 9.72 | 368.61 |
| 660 | 18.15 | 462.9 | -0.11 | 9.72 | 368.72 |
| 690 | 18.18 | 505.9 | -0.11 | 9.72 | 368.92 |
| 720 | 18.19 | 611.9 | -0.19 | 7.68 | 368.84 |
| 750 | 18.20 | 904.1 | -0.14 | 9.72 | 369.29 |
| 780 | 18.21 | 660.7 | -0.20 | 7.72 | 368.65 |
| 810 | 18.22 | 588.8 | -0.13 | 9.72 | 370.30 |
| 840 | 18.22 | 317.8 | -0.12 | 9.71 | 370.38 |
| 870 | 18.24 | 1186.3 | -0.11 | 9.71 | 369.80 |
| 900 | 18.25 | 535.9 | -0.10 | 9.69 | 369.93 |
| 930 | 18.27 | 299.9 | -0.09 | 9.70 | 369.49 |
| 960 | 18.28 | 525.9 | -0.08 | 9.73 | 369.83 |
| 990 | 18.30 | 359.0 | -0.08 | 9.73 | 370.15 |
| 1020 | 18.32 | 274.2 | -0.07 | 9.71 | 370.34 |
| 1050 | 18.33 | 214.3 | -0.07 | 9.71 | 370.49 |
| 1080 | 18.32 | 185.1 | -0.06 | 9.71 | 370.64 |
| 1110 | 18.35 | 160.8 | -0.06 | 9.70 | 370.82 |
| 1140 | 18.35 | 138.6 | -0.05 | 9.70 | 371.01 |
| 1170 | 18.36 | 126.6 | -0.05 | 9.70 | 371.23 |
| 1200 | 18.38 | 112.7 | -0.05 | 9.70 | 371.36 |
| 1230 | 18.39 | 108.4 | -0.04 | 9.70 | 371.46 |
| 1260 | 18.40 | 94.1 | -0.04 | 9.69 | 371.51 |
| 1290 | 18.40 | 83.4 | -0.04 | 9.68 | 371.65 |
| 1320 | 18.42 | 75.6 | -0.03 | 9.68 | 371.87 |
| 1350 | 18.45 | 74.2 | -0.03 | 9.69 | 372.27 |
| 1380 | 18.47 | 63.7 | -0.03 | 9.69 | 372.55 |
| 1410 | 18.49 | 62.7 | -0.02 | 9.69 | 372.84 |
| 1440 | 18.51 | 59.6 | -0.02 | 9.69 | 373.04 |

ANNEXE 2

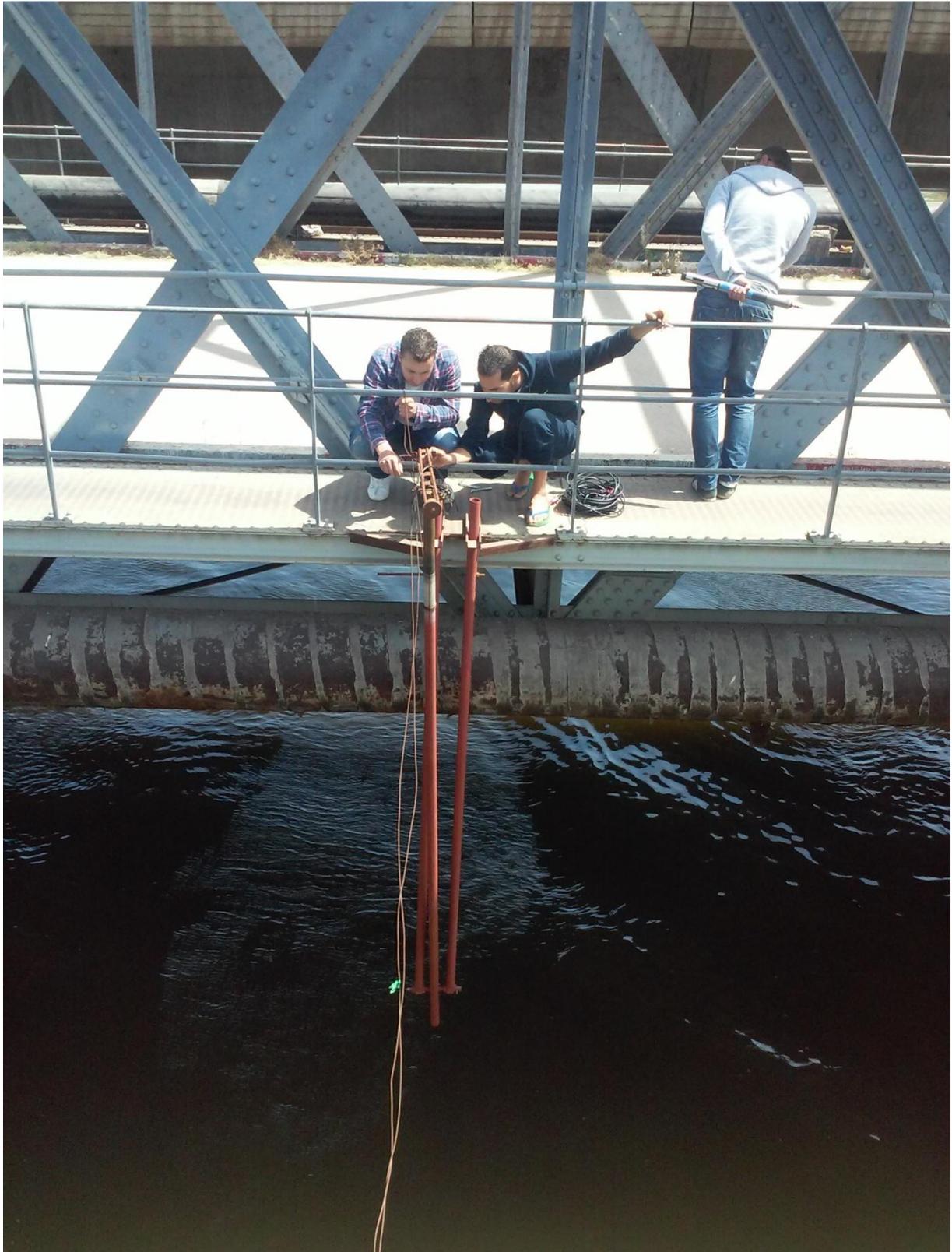


Figure 45: Sortie de terrain vers l'embouchure de l'Oued Soummam(mise en place du dispositif).

ANNEXE 2



Figure 46: Récupération des données par pompage via le logiciel Win-Situ 4.

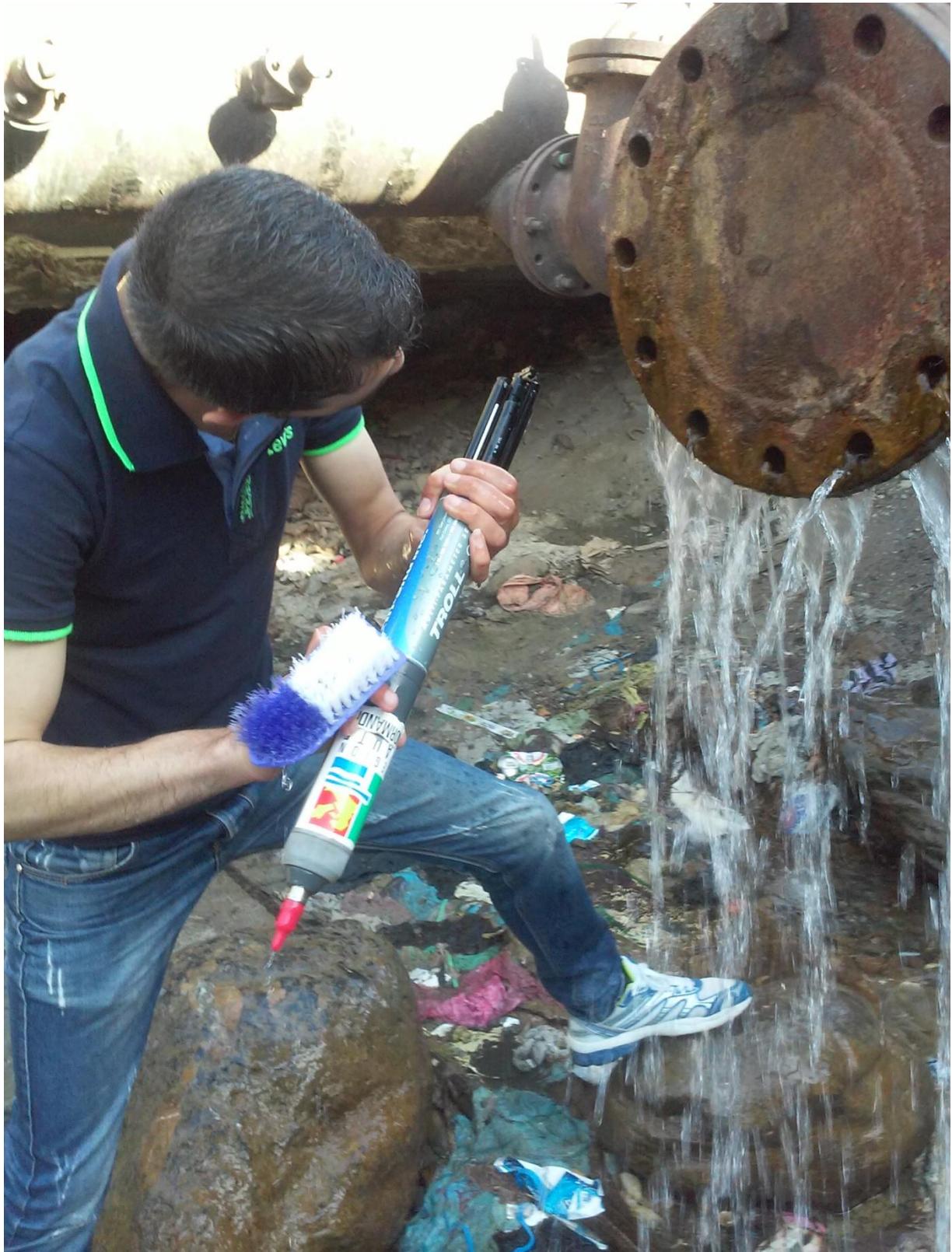


Figure 47 : entretiens et nettoyage de la sonde

Résumé

Les analyses portées sur les eaux à l'embouchure d'oued Soummam doivent faire appel à des techniques d'analyse très performantes. Dans le cadre de notre travail, nous avons choisis différents paramètres, la Température, la Turbidité, le pH, l'ORP et la Conductivité, pour étudier les caractéristiques physico-chimiques des eaux, et de connaître la quantité de la matière charriée par les précipitations. Pour cela nous avons mis en place d'une sonde multi paramètres TROLL 9500 à l'embouchure, pour avoir des données infrajournalières qui feront objet d'une analyse à haute fréquence. L'interprétation des résultats sera faite par rapport aux différents types de graphique réalisée à l'aide du logiciel Win Situ.

Mots clés : sonde, eau, Soummam, infra journalier, haute fréquence, win-situ.

Abstract

The analyzes carried over the waters at the mouth of Oued Soummam must use high-performance technical analysis. As part of our work, we have chosen different settings, Temperature, Turbidity, pH, ORP and conductivity, for studying the physical and chemical characteristics of water, and to know the amount of the material carted by precipitation. For this we have established a multi-parameter probe TROLL 9500 at the mouth, for intraday data that will be a high frequency analysis. Interpretation of the results will be made in relation to different types of graphics produced using the Win Situ software.

Key words: Probe, water, Soummam, Daily data, high frequency, Win-situ.