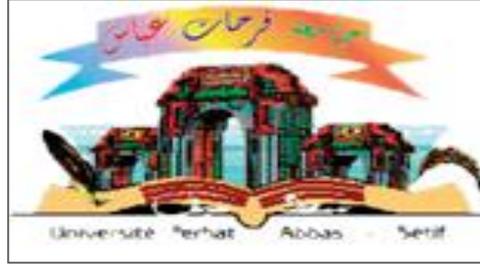


الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Université Ferhat Abbas Sétif
1 faculté des Sciences de la
Nature et de la Vie



جامعة فرحات عباس, سطيف 1
كلية علوم الطبيعة والحياة

Département de Biologie et Ecologie Végétales

N°...../SNV/2015

MÉMOIRE

Présenté par:

BOUDJEMLINE Adel

Pour l'obtention du diplôme de :

Magistère en Biologie

Spécialité : **Écologie Urbaine**

THEME :

La Trame bleue comme
Outil pour la réhabilitation d'un cours d'eau
Cas de l'Oued Bou Sellam dans l'agglomération Sétifienne

Soutenu publiquement le 21 décembre 2015

Devant le jury :

Président : DJERDALISOFIA

M.C. A. U.F.A Sétif 1

Directeur : GHARZOULI RACHID

Pr.U.F.A. Sétif 1

Examineur : BOULAACHEB NACIRA

M.C.A .U.F.A. Sétif 1

Examineur : BENIA FARIDA

M.C.A. U.F.A. Sétif 1

Laboratoire Projet Urbain, Ville et Territoire U.F.A. Sétif

Résumé :

L'oued Bou Sellam est exposé quotidiennement à d'importantes émissions d'eaux usées, déversées à partir de plusieurs sources, tout le long de son parcours, notamment dans sa portion périurbaine.

Les objectifs assignés à cette étude sont : d'une part de trouver, repérer, déterminer l'emplacement des sources de pollution, identifier la nature et l'importance des polluants. D'autre part, il s'agit de dévoiler les causes et les impulsions qui sont à l'origine de leurs existences. Enfin, il est envisagé de proposer des solutions pour tenter de résoudre ce problème.

Afin d'achever ce travail, nous avons adopté deux méthodes de recherche : l'une consiste à effectuer des enquêtes visuelles sur terrain, complétée ensuite par l'utilisation d'un système d'information géographique (SIG), pour représenter les données récoltées sur des cartes. La deuxième est une enquête par l'intermédiaire de questionnaires. Le premier questionnaire a été consacré aux agriculteurs exploitants dans la vallée de cet oued. Le second est soumis aux habitants des maisons limitrophes, tandis que le troisième interroge la direction d'hydraulique et le quatrième est présenté à la direction de l'agriculture.

Les cartes réalisées à partir des investigations effectuées sur terrain, illustrent les différentes sources de pollution, leurs emplacements et leurs importances. Les résultats fournis par les questionnaires, ont montrés que les agriculteurs sont le premier acteur engendrant cette pollution, par le cassage et le bouchage du collecteur d'eau usée en vue d'utiliser les eaux déversées en irrigation. En deuxième ordre, il a été trouvé que les maisons limitrophes à l'oued, déversent leurs eaux usées vers l'oued, car elles ne disposent pas de réseau d'assainissement, ni de fosses septiques. Enfin, une proportion minoritaire de la pollution est provoquée par les eaux usées industrielles des moulins SEMPAC ce qui est dues à l'absence d'une station d'épuration de ces eaux avant d'être déversées.

Mots clés : l'oued Bou Sellam, pollution, eaux usées, assainissement, maisons, agriculteurs, industrielle.

Summary:

The river of Bou Sellam is exposed daily to the serious waste water emissions, versed from several sources, and on along its course, in particular, in its neighbouring portion with the Sétif's town.

The purposes assigned by this study are: to find, to locate and determine the sites, to know the nature and the importance of these sources. On the other side, to reveal on the causes and the impulses which are behind their existence. Finally, to find and propose solutions to the problem.

In order to achieve this work, we adopted two methods of research, one consists on visual investigations in the ground of study, and the using of the geographical information system (GIS), to represent the data collected on charts. The second method is an investigation by using questionnaires; one was devoted to the farmers in the valley of this river, the second to the inhabitants of the houses bordering, the third to the direction of hydraulics and the fourth to the direction of agriculture.

The maps achieved on the base of the investigations carried out on ground; illustrate all sources of pollution, their sites and their importance. The results collected by the questionnaires, showed that the farmers are the first actor who generates this pollution, by the breaking and the obstruction of the principal canal of waste waters, in order to use poured water in irrigation. In second order, we found that the houses bordering the river pour their waste water towards the river, because they haven't cleansing network, or septic tanks. Lastly, the minority source of pollution is caused by industrial waste water issue from SEMPAC factory, which is due to the absence of a purification station for their waste water before pouring it.

Key words: the river of Bou Sellam, pollution, waste water, network of cleansing, houses, farmers, industrial

Remerciements :

Au premier lieu, je tiens à remercier infiniment notre professeur M. GHARZOULIRachidqui ont été notre encadreur, sous ses orientations et aides on a pu achever ce modeste travail.

Nous adressons nos vifs remerciements au professeur Yamna DJELLOULI, qui ont nous donné la chance d'enrichir nos connaissances, de découvrir nos faiblesses, de contacter les expériences françaises et spécialement pour ses accueils privilégiés en France.

Nous remercions chaleureusement Mr François MESSNER l'ingénieur dans le laboratoire ESO de l'université du Maine, pour ses tutoriels et ses efforts de m'initier sur les outils de la cartographie et la télédétection, et j'avoue de se énormes compétences, ainsi je le remercie pour sa gentillesse et son modestie.

Sans limites, nous remercions le directeur du laboratoire ESO et toute l'équipe sans exception pour leurs accueils, leurs aides et leurs facilitations. Ainsi que, tous les opérateurs de la bibliothèque de l'université de me donner l'opportunité de bouquiner et de prêter les livres et les thèses sans obstacles.

Nous remercions le chef du service d'assainissement pour ses réceptions et réponse à notre questionnaire.

Nous adressons les mêmes remerciements pour le secrétaire de la chambre d'agriculture pour ses réceptions et réponses à nos questions.

Nous adressons nos vifs remerciements et respects au membres jury, qui ont critiqué et corrigé notre travail : BOULAACHEB N. , DJERDALI S., et BENIA F.

Nous remercions tous qu'ils ont joué un rôle dans l'achèvement de ce travail que ce soit ses participations

Nos grands remerciements

Dédicaces :

Je dédie mon travail à :

Ma mère, sans elle je ne serai pas ce que je suis, ma force et l'homme qui mérite tous le bonheur.

Mon père, l'exemple de ma vie et le bon gérant de ma carrière.

Mes frères ABDELRAHIME, FOUED et mes sœurs, à eux je souhaite la réussite

Ma grand-mère ELHADJA RGUIA qui me prie toujours de réussir.

À toute la grande famille sans exception.

A tous mes amis qui m'ont aidé franchement à achever ce travail ; KHALID DJEFFAL, MOHAMMED, AARAB, mes collègues et autres.

À mon encadreur le Professeur GHARZOULI RACHID, pour tous ses aides, conseils et orientations.

A tout ce qui occupe une place particulière dans mon cœur.

À tous mes camarades de promotion et ailleurs.

Introduction générale.	2
1. Préambule.....	2
2. Problématique	2
3. Les hypothèses.	3
Chapitre I : Concepts généraux sur le contexte d'étude.	6
1. Concept et origine d'écologie urbaine.....	6
1.1 Définitions.....	6
1.2 Historique.....	7
2. Concept de la trame verte et bleue.....	8
2.1 Définition.....	9
2.2 Les composantes de la trame verte et bleue.	9
2.2.1 Réservoirs de biodiversité.....	9
2.2.2 Corridors écologiques.....	10
2.2.3 Le réseau et les continuités écologiques.....	10
2.3 Importance et gestion de la trame bleue verte dans l'urbanisme.	12
3. Les eaux usées.....	13
3.1 Définition des eaux usées.	13
3.2 Origine des eaux usées.	13
3.2.1 Origine domestique	14
3.2.2 Origine industrielle	14
3.2.3 Origine agricole	15
3.2.4 Origine pluviale	16
3.3 L'impact de la pollution par les eaux usées.....	16
4. Concept de la biodiversité.....	17
4.1 Définition.....	17
4.2 Les niveaux de la biodiversité.....	18
4.3 La diversité génétique.....	18
4.3.1 La diversité des espèces.....	18
4.3.2 La diversité des écosystèmes.....	18
5. L'écosystème riverain.....	19
5.1 Définition de l'écosystème riverain.....	19
5.2 Les bandes riveraines.....	19
5.3 Les fonctions des écosystèmes riverains.....	20

5.4 La Ripisylve et forêt riveraine.....	21
5.4.1 Définition.	21
5.4.2 Les fonctions de la ripisylve.	21
6. Développement durable.	23
6.1 Définitions.	23
7. Le cadre règlementaire et juridique.	26
7.1 La réglementation concernant l'utilisation des eaux usées dans l'irrigation.	26
Chapitre II : Description du site d'étude.....	31
1. La situation géographique.....	31
1.1 Localisation et limites géographiques.	31
1.2 Détermination de la zone d'étude.....	31
2. Caractéristiques générales de l'Oued et la zone d'étude.....	32
3. Le cadre physique.....	33
3.1 Caractères géo-pédologiques.....	33
3.2 Le réseau hydrographique.....	36
4. Le Climat.	39
4.1 Les précipitations.....	39
4.1.1 La pluie.	39
3.2.1 Les températures.	43
4.2 Autres données climatologiques.....	45
4.2.1 Le vent.	45
4.2.2 L'humidité relative.	47
4.2.3 L'évaporation.....	47
5. Synthèse bioclimatique.....	48
5.1 Diagramme Ombrothermique de BAGNOULE& GAUSSEN.	48
5.2 Le Quotient pluviothermique d'EMBERGER.	49
6. Le contexte écologique de la vallée de Bou Sellam.....	50
6.1 Les forêts riveraines	51
Chapitre III : Matériel et Méthodes.	54
1. Introduction.....	54
1.1 Définir l'objet de l'enquête.	54
1.2 Les objectifs et enjeux prévus par cette enquête.....	56

2.L'enquête par observation directe et la cartographie.....	56
2.1L'enquête par l'observation directe :.....	56
2.1.1 Définition.	56
2.1.2La méthode.....	56
2.1.3Le matériel utilisé.....	56
2.2La cartographie.	60
2.2.1 Définition.	60
2.2.2L'approche cartographique utilisée (SIG)	60
2.2.3 La représentation géographique par (SIG)	60
2.2.4 La réalisation de nos cartes	61
2.2.4.1 La détermination du projet cartographique.	61
2.2.4.2 les données à représenter.....	61
2.2.4.3L'établissement des cartes.....	63
3. L'enquête par questionnaire.	65
3.1Introduction.....	65
3.2 Définition.	66
3.3Le matériel utilisé pour réaliser cette enquête.....	66
3.3.1 Le questionnaire.	66
3.3.2 Logiciel du traitement des questionnaires.	66
3.4 La méthode.	67
3.4.1 Définir les objectifs du questionnaire.	67
3.4.2Détermination de la population d'enquête.....	68
3.4.2.1Choix de la population.	68
3.4.3L'échantillonnage.	69
3.4.3.1 la taille de l'échantillon.	69
3.4.4La phase d'élaborationdu questionnaire.	70
3.4.4.1La construction du questionnaire.....	71
3.4.5Le pré-test du questionnaire.....	76
3.4.6La rédaction définitive du questionnaire.	76
3.4.7.1 Le lancement des questionnaires.....	76
3.4.8 La collecte et le dépouillement des résultats.....	78
4.Méthodes de traitement et d'analyse des résultats.	79
4.1L'enquête par observation et cartographie.....	79
4.2L'enquête par questionnaire.	79

4.2.1 Analyse par les tris à plat.	79
4.2.1.1 Le principe	79
4.2.1.2 le mode opératoire	80
Chapitre IV : Résultats et Discussion.	82
1. Les relevés de terrain.	82
1.1 L'agglomération d'El Ouricia.	82
1.2 L'agglomération de Cheikh El Aïfa	82
1.3 L'agglomération de Chouf Lekdad.	82
1.4 L'agglomération d'El Bez.	83
1.5 La région d'Abid Ali.	83
2. Les résultats d'enquêtes par l'intermédiaire des questionnaires.	89
2.1 Le questionnaire destiné aux agriculteurs.	89
2.1.1 Les endroits enquêtés.	89
2.1.2 Les impulsions économiques.	90
2.1.2.1 La profession principale de l'agriculteur.	90
2.1.2.2 La location des terres.	91
2.1.3 Le type d'agriculture pratiquée impulse l'utilisation de réseaux usés.	91
2.1.4 La disponibilité en eaux.	92
2.1.5 La dépendance de l'agriculture en eaux.	92
2.1.6 La permission d'utiliser ces eaux usées dans quelques types d'agricultures impulse la création des fuites dans le collecteur.	93
2.1.7 Les sources d'irrigation sont des indicateurs sur la pertinence des agriculteurs avec le problème.	94
2.1.8 La pénurie en eaux est une cause directe.	95
2.1.9 La diminution des eaux d'irrigation.	95
2.1.10 La réaction face à la pénurie en eaux d'irrigation montre ses relations avec le problème.	96
2.1.11 Les sources alternatives optées sont des indications directes.	97
2.1.12 Les eaux de l'oued indiquent indirectement la relation des agriculteurs au problème.	97
2.1.12.1 La disponibilité des eaux dans l'oued.	97
2.1.13 La pollution des eaux de l'oued (la démonstration directe).	98
2.1.13.1 L'importance de la pollution.	98

2.1.13.2 Les sources de la pollution.	99
2.1.14 L'origine des fuites et cassures dans le collecteur.	99
2.1.15 Les impulsions de créer les fuites	101
2.1.16 L'importance de ces eaux dans l'irrigation.	101
2.1.17 Conclusion.	102
2.2 Le questionnaire destiné aux habitants.	103
2.2.1 L'identité des habitants riverains.	103
2.2.1.1 La propriété de la maison.	103
2.2.2 L'autorisation de la construction.	103
2.2.3 L'absence du réseau d'assainissement.	104
2.2.4 Le non raccordement au réseau d'assainissement.	105
2.2.5 Les raisons du non raccordement au réseau d'assainissement.	105
2.2.6 La destination de ces eaux usées.	106
2.2.7 La façon du déversement des eaux usées vers le lit.	107
2.2.8 Les raisons qui entravent d'avoir des fosses septiques.	108
2.2.9 La pollution des eaux de l'oued.	108
2.2.9.1 La pollution des eaux de l'oued Bou Sellam par les eaux usées.	108
2.2.9.2 Les sources de la pollution.	109
2.2.9.3 Les causes d'arrière l'existence de ces sources de pollution.	110
2.2.10 La conclusion.	111
2.3 Le questionnaire destiné à la direction d'hydraulique.	112
2.3.1 L'identité de l'enquêté.	112
2.3.2 Le débit des eaux usées et le débit des eaux pluviales qui s'écoulent dans la conduite.	112
2.3.3 La nature des eaux collectées par cet assainissement.	116
2.3.4 Les déversements par les déversoirs d'orages sont dus aux obstructions	117
2.3.5 La possibilité que le collecteur soit insuffisant.	118
2.3.6 L'insuffisance de la conduite principale de collecte.	119
2.3.7 Les déversoirs d'orage.	119
2.3.8 Conclusion.	119

Chapitre V : Solutions et perspectives	122
1. Les solutions envisagées.	122
1.1 Le collecteur des eaux usées	122
1.1.1 La voie juridique	122
1.1.2 L'enfouissement de la conduite d'eaux usée dans le sol.	123
1.1.3 La création des sources d'irrigation pour les agriculteurs.	123
1.2 La pollution par les moulins d'ERIAD.....	123
1.3 Les maisons.....	123
1.3.1 Le raccordement au réseau d'assainissement.	124
1.2.2 L'aménagement d'une fosse septique.	124
2. La phyto-épuration.	124
2.1 Le principe.	125
2.2 Système filtres plantés ou lagunage.	125
2.2.1 La surface du projet	127
2.3 Les avantages et inconvénients de la Phytoépuration.....	127
2.4 Choix des espèces.....	129
VI. Conclusion.	134
VII. Bibliographie	137
VIII. Annexes.....	

Fig. 01: Schéma principale du réseau écologique.....	10
Fig. 02 : Ecosystèmes d'un bassin versant représente les éléments de la trame bleue.....	11
Fig.03: Schématisation du concept de développement durable.....	25
Fig. 04 : Localisation et limites géographiques de la Wilaya de Sétif	31
Fig. 05 : Localisation géographique de la Zone d'étude	33
Fig. 06 : La carte géologique d'Algérie (Sétif) feuille : 93, à l'échelle 1/50 000	34
Fig. 07 : Carte hydrologique de la zone d'étude (Extrait de la carte d'état major de Sétif.....)	37
Fig. 08 : Les principaux Oueds qui alimentent l'oued Bou Sellam (Réalisée par le Qgis).	38
Fig. 09 : La topographie du bassin versant de la zone d'étude (réalisée par le SIG (Qgis).....)	38
Fig.10 : variations interannuelles des précipitations	39
Fig. 11 : Carte pluviométrique.....	40
Fig. 12 : variations mensuelle des précipitations.....	42
Fig. 13 : les variations mensuelle des températures.....	43
Fig.14 :variations de la moyenne des températures mensuelles de la série (1981-2012).....	45
Fig. 15 : La rose des vents.....	46
Fig. 16 : les moyennes mensuelles de l'humidité sur la période 1981-2012.....	47
Fig. 17 : Diagramme ombrothermique de BAGNOUL et GAUSSEN	48
Fig.18 : Situation de Sétif dans le Climagrammepluviothermique d'Emberger.....	50
Fig. 19 : Les agglomérations et maisons qui entre dans la prospection comme sources de pollution.....	58
Fig. 20 : La partie des conduites des eaux usées et du collecteur qui entre dans la prospection.....	59
Fig. 21 : Le mécanisme de la superposition de différentes couche pour former une carte avec le SIG (ESRI-1, 2004).....	61
Fig. 22 : Les étapes de la réalisation des questionnaires.....	73
Fig. 23 : La zone d'enquête avec les agriculteurs et les habitants.....	78
Fig. 24 : Les sources de la pollution existante dans la région d'El Ouricia.....	84
Fig. 25 : Les sources de la pollution existantes dans la région de Cheikh El Aïfa.....	85
Fig. 26 : Les sources de la pollution existantes dans la région de Chouf Lekdad.....	86
Fig. 27 : Les sources de la pollution existantes dans la région d'El Bez.....	87
Fig. 28 : Les sources de la pollution existantes dans la région d'Abid Ali.....	88
Fig. 29 : Localités enquêtées.....	89
Fig. 30 : Les endroits enquêtés.....	90
Fig. 31 : La profession principale de nos interlocuteurs.....	90

Table des figures

Fig. 32 : Statut des terres exploitées.....	91
Fig. 33 : La disponibilité des eaux d'irrigation.....	92
Fig. 34 : la dépendance de l'agriculture en eaux.....	93
Fig. 35 : Les cultures proscrites selon les agriculteurs.....	93
Fig. 36 : les différents types d'agricultures pratiquées.....	94
Fig. 37 : les sources d'irrigations.....	95
Fig. 38 : La diminution des eaux utilisée en irrigation.....	96
Fig. 39 : La réaction face à la pénurie en eaux d'irrigation.....	96
Fig. 40 : Les sources alternatives adoptées par les agriculteurs en cas de pénurie.....	97
Fig. 41 : La disponibilité en eaux dans l'oued.....	98
Fig. 42 : la possession du puit chez les agriculteurs.....	98
Fig. 43 : L'avis des agriculteurs sur la pollution des eaux de l'oued Bou Sellam par les eaux usées.....	99
Fig. 44 : les sources de la pollution par les eaux usées.....	99
Fig. 45 : Les causes d'arrière les fuites dans la conduite d'assainissement (les déclarations des agriculteurs).....	100
Fig. 46 : Les causes d'arrière les fuites dans la conduite d'assainissement (les déclarations des habitants).....	101
Fig. 47 : Les impulsions des agriculteurs pour créer les fuites dans le collecteur.....	101
Fig. 48 : L'objectif d'arrière l'utilisation de ces eaux.....	102
Fig. 49 : L'impact de ces eaux sur le revenu des cultures.....	102
Fig. 50 : Statut des habitants.....	103
Fig. 51 : La possession de l'autorisation de construction.....	104
Fig. 52 : L'existence ou pas du réseau d'assainissement à côté de ces maisons.....	104
Fig. 53 : Les maisons proches au réseau d'assainissement et leurs états de raccordement.....	105
Fig. 54 : Les différentes causes du non attachement au réseau de collecte des eaux usées.....	106
Fig. 55 : La destination des eaux usées des maisons	107
Fig. 56 : Les manières de déversement des eaux usées vers l'oued.....	108
Fig. 57 : Les causes qui empêchent de faire une fosse septique.....	108
Fig. 58 : L'avis des habitants sur la pollution des eaux de l'oued Bou Sellam par les eaux usées.....	109
Fig. 59 : les sources de la pollution selon les habitants.....	109

Fig. 60 : Les sources de la pollution des eaux de l'oued Bou Sellam par les eaux usées déclarées par les agriculteurs.....	110
Fig. 61 : Les causes d'arrière la pollution par les maisons limitrophes exprimées par les habitants.....	110
Fig. 62 : Les causes exprimées par les agriculteurs d'arrière la pollution par les maisons limitrophes.....	111
Fig. 63 : L'origine des fuites dans le collecteur selon les agriculteurs.....	117
Fig. 64 : L'origine des fuites dans le collecteur selon les habitants.....	118
Fig. 65 : La cause de l'insuffisance du collecteur selon les agriculteurs.....	118
Fig. 66 : L'insuffisance du collecteur selon les habitants.....	119
Fig. 67 : Exemple sur le système de filtrage dans la phyto-épuration.....	126
Fig. 68 : <i>Typha angustifolia</i> près de l'oued Bou Sellam (travaux Sétif).....	130
Fig. 69 : <i>Phragmites australis</i> au bord de l'Oued Bou Sellam (Cheikh El Aïfa, Sétif).....	131
Fig. 70 : <i>Arono donax</i> , au bord de l'Oued Bou Sellam (Abid Ali, Sétif).....	132

Tab. 01 : Liste des cultures pouvant être irriguées avec des eaux usées épurées.....	27
Tab. 02:Les précipitations annuelles	40
Tab. 03 : Répartition de la moyenne mensuelle et saisonnière des précipitations entre 1981-2012	41
Tab.04 : Précipitations à long terme	42
Tab. 05 : Moyenne mensuelle des températures en Celsius de 1981 à 2012.....	43
Tab. 06 : L'amplitude thermique.....	44
Tab. 07 : Vitesse moyenne mensuelle des vents en (m/s) la période(2000-20012).....	45
Tab. 08 : Les vents qui soufflent sur Sétif.....	46
Tab. 09 : Humidité moyenne mensuelle en (%) pour la période 1981-2012.....	47
Tab. 10 : Les moyennes mensuelles de l'évaporation pendant la durée (1981-2012).....	48
Tab. 12 : Le débit des eaux usées produite par les agglomérations : Cheikh El Aïfa, Gawa, Chouf lekdad et Abid ali (direction de l'hydraulique wilaya de Sétif).....	115
Tab. 13 : Le débit des eaux pluviales collecté dans le bassin versant de : Cheikh El Aïfa, Chouflekdad, Gawa et Abid Ali	115
Tab. 14 : le débit des eaux usées et pluviales collectées dans le versant de l'université de Ferhat Abbas, d'El Gassria et de Boukhrissa. (la direction d'hydraulique de la wilaya deSétif).....	116

Table des annexes

Annexe 01 : Le questionnaire consacré aux agriculteurs.....	144
Annexe 02 : Le questionnaire consacré aux habitants.....	148
Annexe 03 : Le questionnaire consacré à la direction d'hydraulique.	153
Annexe 04 : Le questionnaire consacré à la direction d'agriculture	157
Annexe 05 : Les réponses obtenues par le questionnaire consacré aux agriculteurs	161
Annexe 06 : Les réponses obtenues par le questionnaire consacré aux habitants	170
Annexe 07 : Les réponses obtenues par le questionnaire consacré à la direction d'hydraulique	179
Annexe 08 : Les réponses obtenues par le questionnaire consacré à la direction d'agriculture	184

Introduction générale

Introduction générale

1. Préambule :

Depuis toujours l'homme a cherché de s'installer à la proximité des cours d'eau, pour y établir ses activités et lieux de vie (village, élevage, agriculture, transport des marchandises, poissons pour l'alimentation, industrie...). Historiquement, la présence des cours d'eau a fortement influencé l'implantation et le développement des villes. En effet, depuis la naissance des premières villes jusqu'aujourd'hui, l'eau est présente en leurs cœurs (Labasse, 1989). L'utilisation fonctionnelle de l'eau dans les villes se traduit par une multiplication des déchets d'activités industrielles et d'effluents urbains, aboutissant progressivement à une altération de la qualité des rivières, lesquelles deviennent de grands collecteurs d'eau usée (Gourlot et *al.*, 2010).

À la suite de l'explosion démographique et l'expansion massive des villes qui a connu l'Algérie durant ces dernières années, on assiste à des changements inquiétants dans la qualité des eaux superficielles des principaux cours d'eau. Les Oueds sont devenus de véritables dépotoirs de toutes sortes de rejets liquides et solides. Ils sont exposés à une pollution massive, notamment par les eaux usées domestiques et /ou industrielles.

Sétif a connu une importante expansion urbaine, démographique, d'activités industrielles et économiques, accompagnées d'une augmentation en consommation d'eau, alors, d'autant de production des eaux usées et rejets.

L'Oued Bou Sellam est un axe hydrographique très important qui parcourt à la proximité de la ville de Sétif du côté Ouest et est affecté intensivement par les eaux usées, surtout dans la portion avoisinante la ville.

2. Problématique :

Outre les eaux de pluie et de neige qui alimentent l'Oued Bou Sellam, il est pollué durant toute l'année par les différents rejets des localités qu'elle traverse tout au long de son parcours (eaux usées urbaines, les eaux usées des unités industrielles et artisanales, les déchets solides, les emballages en plastiques, les produits en caoutchouc hors d'usage et les décharges sauvages).

Cette pollution, spécialement par les eaux usées, affecte beaucoup plus les eaux de l'oued, qui ont devenues très polluées et incompatibles avec sa capacité auto-épuratrice. Malheureusement, elle engendre plusieurs problèmes, notamment les odeurs intolérables et la prolifération des insectes, surtout les vecteurs des maladies. Le pire est que

ces eaux sont utilisées largement en irrigation des cultures maraichère dans la vallée de l'oued, ce qui engendre par conséquence des problèmes sanitaires par ces produits agricoles. Le plus pire, est que cette pollution se diffuse ailleurs, notamment vers le barrage d'Ain Zada, ce dernier constitue une source d'approvisionnement en eaux potable pour plusieurs agglomérations.

Ces problèmes engendrés par cette pollution, nous interpellent afin de chercher et trouver les origines de sa pollution par les eaux usées. A cet égard, on lance la problématique suivante qui sera l'essence de notre recherche : « **Quels sont les sources de la pollution, les causes, et les impulsions derrière leurs existence ?** ».

Le but principal par la présente étude est de traiter le problème de la pollution de l'oued Bou Sellam par les eaux usées. En premier lieu, on cherche à trouver et délimiter l'emplacement de toutes les sources de la pollution, et de connaître la nature et l'importance des polluants d'une autre part. Ensuite, de les représenter sur des cartes en utilisant le système d'information géographique (SIG). Deuxièmement, on essaye de dévoiler les causes et les impulsions qui sont à l'origine de l'existence de cette pollution. Enfin, on tente à proposer des solutions convenables à résoudre le problème, ou bien de minimiser cette pollution le maximum possible.

3. Les hypothèses :

En vue de répondre à la deuxième partie de la problématique « les causes et les impulsions derrière cette pollution », on propose les hypothèses suivantes :

Hypothèse 1 : les agriculteurs bouchent et cassent le collecteur d'eaux usées volontairement en vue d'utiliser les eaux usées déversées dans l'irrigation de leurs cultures. Donc, ils sont la cause primordiale qui engendre la pollution à l'oued Bou Sellam par les eaux usées.

Hypothèse 2 : la plupart des maisons à côté de la rivière, déversent leurs eaux usées directement dans l'oued, par ce qu'elles ne sont pas raccordées au réseau de la collecte des eaux usées public. Ou bien, ne disposent pas du réseau d'assainissement, ni de fosses septiques. Donc, elles constituent une autre source qui engendre la pollution à l'oued Bou Sellam par les eaux usées.

Hypothèse 3 : le collecteur des eaux usées est devenu incapable de collecter les grands volumes d'eaux usées produites par plusieurs agglomérations. Donc, les eaux se déversent forcément par les déversoirs d'orage vers l'oued. Alors, son insuffisance est une autre cause derrière la pollution des eaux de l'oued Bou Sellam par les eaux usées.

L'étude se compose de cinq chapitres successifs :

Le premier intitulé : « concepts généraux sur le contexte d'étude », dans lequel on essaye d'aborder les différentes notions qui ont une relation directe avec le sujet de recherche. Qui aident à la compréhension et facilitent l'entrée à cette étude.

Le deuxième chapitre intitulé : « description de la zone d'étude », où, on va faire l'identification de notre site d'étude dans tous les dimensions : la délimitation géographique, ses caractéristiques générales, la géologie, la pédologie, et l'hydrologie de la région, la détermination de sa climat avec ses caractéristiques, enfin, le contexte écologique qui y se trouve.

Le troisième chapitre intitulé : « matériel et méthodes », nous allons décrire en détails les méthodes adoptés et le matériel utilisé pour achever le travail. En commençant par la description de la méthode d'enquête visuelle, la cartographie et le matériel utilisé. Ensuite la méthode d'enquête par questionnaires, notamment la manière d'élaboration des questionnaires, et la méthode optée pour le traitement et l'analyse de ces questionnaires.

Le quatrième chapitre intitulé : « résultats et discussion », on va commencer par la cartographie des données récoltées, accompagnée par des discussions. Ensuite, on va traiter les réponses obtenues par les questionnaires en vue d'extraire le maximum d'informations pour sortir par des réponses à la problématique et de juger les hypothèses par son validation ou non.

Le dernier chapitre intitulé de : « solution et perspectives », nous allons suggérer des solutions au problème étudié, en se basant beaucoup plus sur la phyto-épuration.

CHAPITRE I :
Concepts Généraux
Sur Le Contexte
D'étude

Chapitre I : concepts généraux sur le contexte d'étude

1. Concept et origine d'écologie urbaine :

Le rapprochement entre écologie et urbanisme est dicté par la gestion urbaine, par la recherche de solutions à des questions concrètes d'environnement. Comment atténuer telle ou telle nuisance ?, comment éliminer ses déchets ?, comment embellir son cadre de vie?, ainsi, les grands dossiers environnementaux des gouvernements (gestion de la circulation des déchets, amélioration de la qualité de l'air, de l'eau, du cadre de vie etc.) relèvent traditionnellement de services spécifiques du Génie Urbain, c'est là que la référence à l'écologie urbaine est la plus fréquente. L'expression écologie urbaine est employée ici au sens d'écologie de la ville et non d'écologie dans la ville, Il ne s'agit pas de nier l'existence ou l'intérêt de l'écologie lorsqu'elle s'attache aux multiples écosystèmes qui composent la ville et ne fait en définitive que localiser l'approche naturaliste dans l'espace urbain (Sabine, 2007).

1.1 Définitions :

Pour l'historien Acot (1988), les limites de l'écologie urbaine sont très vastes, dans ce sens il l'a défini comme étant « L'importance des activités humaines dans la dynamique de l'écosystème, d'une part, et l'intérêt du diagnostic écologique pour l'analyse de ces activités, d'autre part, justifient que l'on intègre les milieux artificiels à l'écologie ».

Pour Armand (1996) l'écologie urbaine est une dynamique biologique entre la ville et la campagne. Pour cet auteur « L'approche écologique de la ville est aujourd'hui à l'honneur, mais l'écologie urbaine contemporaine relève d'une vision plus naturaliste que sociologique. Le concept d'écosystème est censé libérer l'urbaniste d'une parcellisation héritée de l'urbanisme fonctionnel. Pour les scientifiques, c'est un moyen d'élaborer une conception dynamique de l'espace urbain et de surmonter la vision binaire des relations villes-campagnes. Le discours sur le « développement durable » postule une universalité du cadre de vie et l'existence de besoins universels ; en privilégiant les points de vue économique et technique, il méconnaît les singularités sociétales ».

Par contre, Emelianoff (2001) a donné une vision critique à la précédente « L'écologie urbaine s'est fourvoyée dans un quantitativisme étroit dont, elle n'est pas parvenue à se dégager. La tentative de « représenter la ville comme un écosystème » n'a conduit qu'à réduire la complexité des activités urbaines à une vision systémique assez pauvre, limitée à des flux de matière et d'énergie. Développée à partir des années 1960, l'application au milieu urbain des notions de métabolisme, d'écosystème ou d'« empreinte écologique » n'aura eu finalement que peu de retombées pratiques. »

Philippe Clergeau(2007), l'écologie urbaine qu'elle ne peut pas être réduite à une seule vision métabolique d'écosystème (Duvigneau, 1974), ni à une seule vision sociale dans la droite ligne de l'école de Chicago (Séguret et Jeudy, 1998) ni à une seule vision naturaliste (Gilbert,1980). L'écologie urbaine c'est à la fois une écologie d'un tout (écologie de la ville) et de ses parties et composantes (écologie dans la ville). L'écologie urbaine n'est pas l'une ou l'autre, mais l'une et l'autre. L'analyse ne peut être que pluridisciplinaire et multi-échelle pour chacune des thématiques impliquées (Clergeauet coll. 2006).

Alberti (2008) a vu que cette discipline comme étant un résultat inéluctable de la combinaison des autres disciplines « Depuis deux décennies, il est devenu de plus en plus clair que la discipline de l'écologieurbainea développée et devenu une combinaison de plusieurs disciplines. Aujourd'hui les écologistes utilisent largement la terminologie, les paradigmes et des méthodologies de plusieurs disciplines, tel que l'écologie humaine, planification, architecture, géographie, anthropologie, psychologie et les sciences de santé ».

1.2 Historique :

Si les termes «écologie» et «urbanisme» sont pratiquement nés en même temps dans les années 1860, le lien entre les deux, ne fut établi que dans les années 1920 par l'Ecole de Chicago (Armand, 1996).L'écologie urbaine n'a été assimiléeà une sous discipline de l'écologie qu'à la dernière décennie du 20^{ème} siècle à partirdes idées ont surgit à la fin des 1940 et le début des 1950 en Europe, Amérique du nord et en Asie (Marzluff, 2008).

L'écologie urbaine s'est développée à partir des années1960. Elle s'inscrit étroitement dans le développement de l'écologie et en particulier de la théorie des écosystèmes, qu'elles suivent de très près. Après la seconde guerre mondiale, et surtout à partir des années 1950, l'écologie dispose en effet de l'essentiel des concepts et méthodes qui la caractérisent aujourd'hui. Parallèlement, les inquiétudes relatives à l'impact des activités humaines, si elles ne sont pas nouvelles, se font alors plus vives et s'accompagnent d'une double interrogation : celle de la capacité de la planète à nourrir et à porter une population en pleine croissance d'une part, celle de la puissance destructrice de l'homme d'autre part. (Eugene, 1953).

Par ailleurs, à ces préoccupations planétaires s'ajoute une critique sévère de la villeindustrielle,« The City in History » par (Mumford, 1961), qui n'ignore pas lesdéveloppements de l'écologie, y dénonce le « mythe de la mégapole » et pronostique, comme beaucoup de ses contemporains, le déclin des villes industrielles.

Dans le même contexte, en 1965 le magazine « Scientific American » consacre un dossier aux villes réunissant des contributions très diverses dont celle de l'ingénieur Abel Wolman¹, qui aura des échos nombreux, rapides et durables : aujourd'hui encore il est inscrit dans la bibliographie de toute bonne étude d'écologie urbaine ou de métabolisme urbain, il est considéré comme l'un des pères fondateurs de l'écologie urbaine. Les approches de Wolman sont très rapidement intégrées par la communauté scientifique, et sortent tout aussi rapidement du cercle de l'écologie.

L'écologue belge Duvigneaud (1974) a montré dans sa populaire « l'écosystème *urbs* » que l'aménagement urbain doit s'inspirer avant tout de considérations biologiques et écologiques. En 1970, les premiers textes d'origine naturaliste ont reçu un écho assez important à l'échelle internationale, elle est particulièrement relayée dans le cadre du programme de l'homme et la biosphère (MAB) *Man and Biosphere* de l'UNESCO, mis en place en 1971. L'objectif du programme était d'identifier dans un cadre interdisciplinaire, les conditions de l'utilisation rationnelle, et de la conservation de l'environnement naturel, culturelle et de ses ressources a consolidé l'émergence de l'écologie urbaine (Boyden et al., 1981).

Le programme (MAB) comportait initialement quatorze projets de recherche, dont un consacré à la ville s'intitulé « Ecological aspects of energy utilization in urban and industrial systems ». par la suite, dès 1975, il a évolué avec le programme « Integrated ecological studies of human settlements (including urban systems) ». l'objectif étant le caractère interdisciplinaire et d'intégrer des travaux et recherches (Boyden et al., 1981).

Depuis l'émergence du concept de développement durable au sommet de Rio en 1992, l'écologie urbaine a connu une révolution en matière de méthodologies et questionnements de recherche.

2. Concept de la trame verte et bleue :

La fragmentation des espaces naturels liée aux activités humaines constitue une forte menace pour les écosystèmes. La superficie des espaces naturels diminue, tant du fait de l'urbanisation que de la pratique d'une agriculture intensive (suppression des haies, des fossés, etc.) (Robert, 2010). Il est constaté que la réduction de ces espaces naturels en deçà d'un certain seuil pouvait provoquer la disparition de certaines espèces, car, la population d'une espèce, végétale ou animale, doit comprendre un effectif et une aire minimale. Elle doit donc

¹ Abdel wolman (10 juin 1892 – 22 février 1989) : un inventeur américain, scientifique, professeur et pionnier de génie sanitaire moderne.

aussi disposer d'un territoire de taille suffisante lui permettant de réaliser la totalité de son cycle vital (alimentation, déplacement, dissémination, nidification, ...) (Robert, 2010).

2.1 Définition :

La Trame verte et bleue inclut une composante verte qui fait référence aux milieux naturels et semi-naturels terrestres, et une composante bleue qui fait référence au réseau aquatique et humide (fleuves, rivières, canaux, étangs, zones humides...). Ces deux composantes forment un tout indissociable qui trouve son expression dans les zones d'interface (zones humides et végétation de bords de cours d'eau notamment)(code d'environnement français, 2012). La Trame verte et bleue est donc un ensemble de continuités écologiques composées de réservoirs de biodiversité, de corridors écologiques et de cours d'eau et canaux, ceux-ci pouvant jouer le rôle de réservoirs de biodiversité et/ou de corridors. Elle se conçoit jusqu'à la limite des plus basses mers en partant de la terre sans rupture (code d'environnement français, 2012).

La trame verte et bleue doit rétablir les interactions entre les écosystèmes altérés par les activités humaines. En effet, le cloisonnement des espaces par divers aménagements empêche les échanges entre eux. Le flux des individus, des populations et le fonctionnement écologique du territoire sont ainsi entravés par la fragmentation éco paysagère des territoires.

2.2 Les composantes de la trame verte et bleue :

La trame verte et bleue est un ensemble d'espaces qui assurent, par eux-mêmes ou en raison de leur aménagement et/ou gestion, le maintien et la continuité d'un maillage des écosystèmes nécessaire à la préservation de la biodiversité, en particulier ses capacités d'adaptation et d'évolution. Donc, la trame verte et bleue est composée par des réservoirs de la biodiversité et des corridors, l'ensemble constitue un réseau écologique.

2.2.1 Réservoirs de biodiversité :

Si l'on veut préserver voir même « stimuler » la biodiversité il faut bien évidemment prendre en considération les milieux où on la retrouve, ce sont des réservoirs biologiques à partir desquels les individus d'espèces présentes se dispersent. On appelle ces milieux « noyaux d'habitat » ou « réservoirs de biodiversité » (Ambre *et al.*, 2011). Également nommés « cœurs de nature », car c'est dans ces espaces que la biodiversité est la plus riche et la mieux représentée, ainsi dans ces milieux une espèce peut y exercer l'ensemble de son cycle de vie (reproduction, repos, nourriture, nurserie,...) et les conditions indispensables à son maintien et à son fonctionnement sont réunies, donc ce sont les zones vitales pour ces espèces (Ambre *et al.*, 2011).

2.2.2 Corridors écologiques :

Un corridor écologique est un ou des milieux reliant fonctionnellement entre différents habitats vitaux pour une espèce, une population ou un groupe d'espèces. Ce sont des espaces naturelles ou semi naturelles nécessaires au déplacement de la faune, de la flore et toute forme de vie. Ce sont des voies utilisées par les espèces pour se déplacer d'un réservoir à l'autre. Ils sont indispensables pour satisfaire leurs besoins biologiques, comme ceux liés aux besoins de circulation et de dispersion ; les plantes recherchent de nouveaux territoires pour disséminer, coloniser et se propager, ainsi les animaux doivent continuer à manger, dormir (hiberner éventuellement) et se protéger de leurs prédateurs (Robert, 2010).

2.2.3 Le réseau et les continuités écologiques :

Le réseau et les continuités écologiques correspondent à l'ensemble des réservoirs de biodiversité, des corridors écologiques et des cours d'eau et canaux (figure 1). Ils désignent les éléments du maillage de l'espace ou de milieux constitutifs d'un réseau écologique (code d'environnement français, 2012).

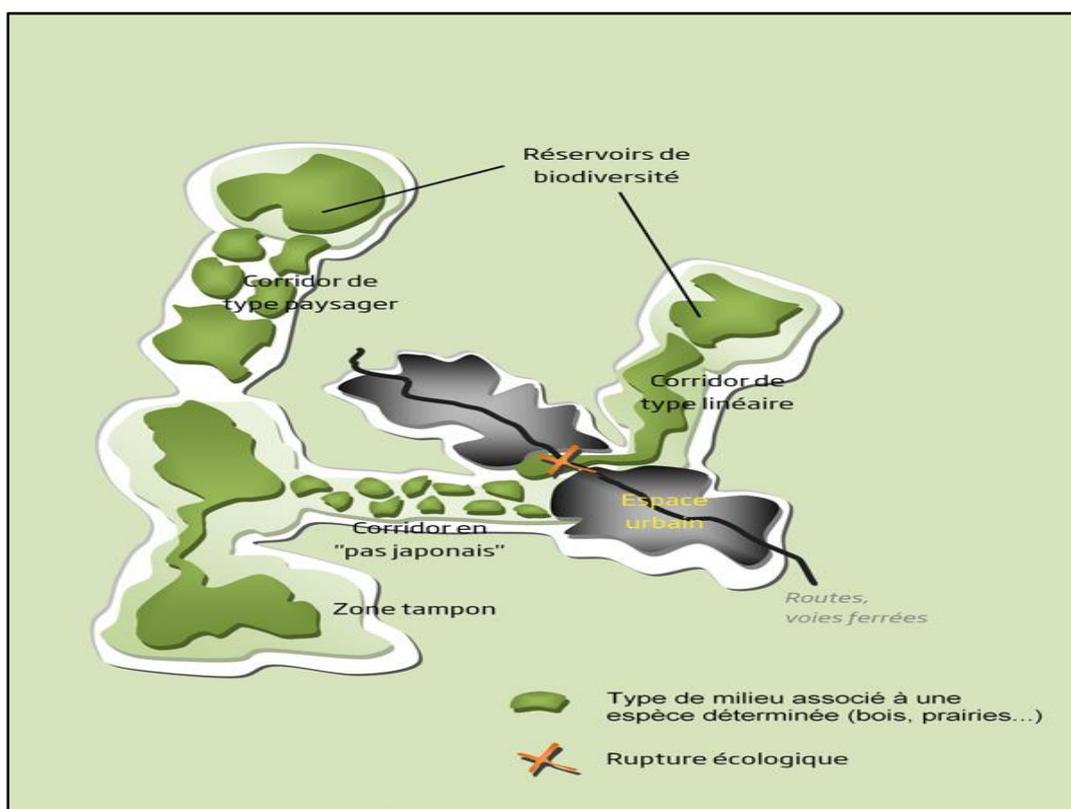


Fig.01 : schéma principale du réseau écologique (CAUE¹, 2012)

Lorsqu'à l'échelle d'un territoire on observe des connexions entre plusieurs continuités écologiques on peut alors parler de trame verte, si on considère les milieux naturels et semi-naturels terrestres et bleue faisant référence au réseau aquatique et humide (fleuves, rivières,

¹CAUE : Le Conseil d'architecture, d'urbanisation et de l'environnement du Morbihan, la France (2012).

canaux, étangs, zones humides, mares...). C'est deux composantes forment un ensemble indissociable lorsqu'elles se retrouvent dans des zones d'interface (zones humides et végétation des bords des cours d'eau). Elles sont constituées de tout ou partie des continuités écologiques. C'est un réseau écologique destiné à reconnecter les populations animales et végétales, y compris pour les espèces ordinaires, tout en permettant leur redistribution dans un contexte de changement climatique.

Il est primordial de prendre en compte des zones humides d'intérêt environnemental particulier, parce que la trame verte et bleue va comprendre des zones humides dont la préservation ou la restauration est nécessaire à tous les niveaux, ou au titre de la biodiversité car elles représentent des milieux à enjeux écologiques forts. La trame verte et bleue regroupera des milieux humides divers plus ou moins connectés au réseau hydrographique (Grenelle de l'environnement, France, 2009), comme est indiqué dans la Figure (02).

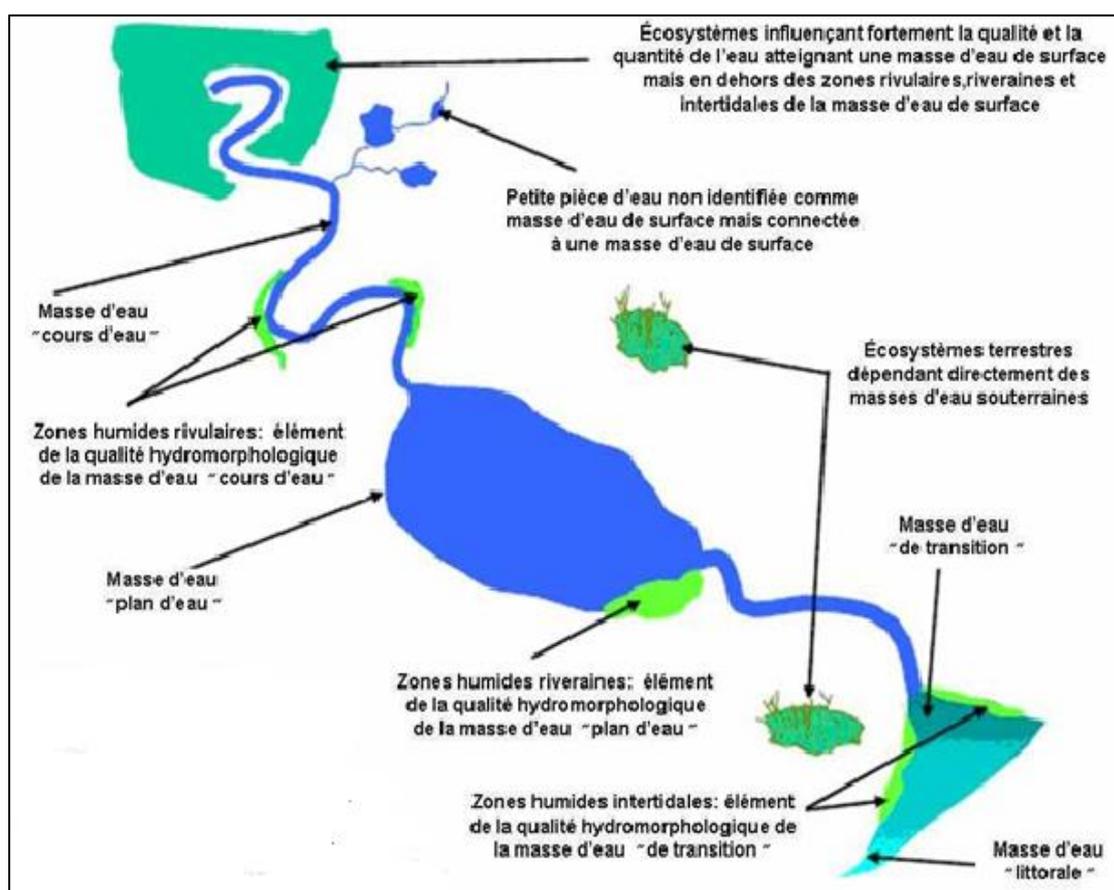


Fig. 02 : Ecosystèmes d'un bassin versant représente les éléments de la trame bleue (Directive Cadre sur l'Eau, France, 2010)

2.3 Importance et gestion de la Trame Verte et Bleue dans l'urbanisme :

La prise en compte de la Trame Verte et Bleue au niveau local, notamment par le biais des documents d'urbanisme réalisés par les collectivités, mais aussi grâce à la mobilisation d'outils

contractuels, doit permettre d'intégrer les continuités écologiques et la biodiversité dans les projets de territoire. Dans le cadre de l'aménagement du territoire, la trame verte et bleue doit être intégrée dans :

- une cartographie régionale ;
- les différents documents et programmes d'urbanisme (schéma de cohérence territoriale, SNAT¹...);
- la concertation avec les régions limitrophes.

Même si la Trame verte et bleue vise en premier lieu des objectifs écologiques, elle peut permettre également d'atteindre des objectifs sociaux et économiques. Elle doit donc contribuer à :

- Elle a pour objectif d'enrayer la perte de biodiversité en participant à la préservation, à la gestion et à la remise en bon état des milieux nécessaires aux continuités écologiques, tout en prenant en compte les activités humaines, et notamment agricoles, en milieu rural.

- La Trame verte et bleue doit être un outil d'aménagement du territoire en faveur de la biodiversité, va se traduire par un maillage de sites reliés pour former un réseau écologique d'espaces naturels terrestres (Trame verte) et aquatiques (Trame bleue).
- Diminuer la fragmentation et la vulnérabilité des habitats naturels et habitats d'espèces et prendre en compte leur déplacement dans le contexte du changement climatique.
- Identifier, préserver et relier les espaces importants pour la préservation de la biodiversité par des corridors écologiques.
- Prendre en compte la biologie des espèces sauvages (migrations).
- Faciliter les échanges génétiques nécessaires à la survie des espèces de la faune et de la flore sauvages.
- Améliorer la qualité et la diversité des paysages.
- Préserver la qualité et la capacité de renouvellement des eaux superficielles ou profondes et des zones humides.

3. Les eaux usées :

Les eaux usées ont pour origine des sources domestiques et industrielles. Elles contiennent des matières en suspension, des microorganismes, des débris et quelques 200 substances

¹ SNAT : schéma nationale d'aménagement du territoire (Algérie).

chimiques (Claus et Robert., 2010). Bien que les effluents des eaux usées contiennent un large éventail de substances, ces dernières peuvent généralement être décrites par les catégories suivantes : matières solides, matières en suspension et dissoutes qui exercent une demande biochimique en oxygène, substances nutritives, organismes pathogènes, substances organiques, métaux, huiles et graisses, plastiques et matières flottantes.

3.1 Définition des eaux usées :

L'utilisation des eaux engendre un nouveau produit appelé effluent ou eau usée. Les problèmes liés aux eaux usées sont aussi anciens que ces eaux elles même et ils s'aggravent suivant la croissance démographique, l'amélioration de la qualité de vie des populations et le développement des activités industrielles. Les eaux usées se divisent en deux grandes catégories : les eaux résiduaires urbaines et les eaux résiduaires industrielles.

Les eaux résiduaires urbaines regroupent les eaux ménagères, les eaux vannes et les eaux de ruissellement. La composition et les caractéristiques d'une eau résiduaire urbaine sont peu variables par rapport aux eaux usées industrielles (Salghi, 2010). Les eaux résiduaires urbaines, ou eaux usées, sont des eaux chargées de polluants, solubles ou non, provenant essentiellement de l'activité humaine. Une eau usée est généralement un mélange de matières polluantes répondant à ces catégories, dispersées ou dissoutes dans l'eau qui a servi aux besoins domestiques ou industriels (Grosclaude, 1999).

3.2 Origine des eaux usées :

D'après (Rodier et al., 2009), On peut classer comme eaux usées, les eaux d'origine urbaines constituées par des eaux ménagères (lavage corporel et du linge, lavage des locaux, eaux de cuisine) et les eaux de vannes chargées de fèces et d'urines. Toute cette masse d'effluents est plus ou moins diluée par les eaux de lavage de la voirie et les eaux pluviales et peuvent s'y ajouter suivant les cas les eaux d'origine industrielle et agricole. L'eau, ainsi collectée dans un réseau d'égout, apparaît comme un liquide trouble, généralement grisâtre, contenant des matières en suspension d'origine minérale et organique à des teneurs extrêmement variables. En plus des eaux de pluies, les eaux résiduaires urbaines sont principalement d'origine domestique mais peuvent contenir des eaux résiduaires d'origine industrielle d'extrême diversité. Donc les eaux résiduaires urbaines sont constituées par des eaux résiduaires ou eaux usées d'origine domestique, pluviales, industrielle et/ou agricole. En pratique l'eau est considérée comme polluée lorsque ses propriétés chimiques, physiques et biologiques ne respectent pas des normes prédéfinies pour un objectif bien déterminé de qualité.

3.2.1 Les eaux usées d'origine domestique :

Les eaux d'origine domestique sont constituées d'une combinaison des eaux domestiques (habitations, bureaux, bains publics) et en moindre quantité d'eaux issues de fonds de commerce et de petites industries. Les eaux domestiques sont constituées d'eaux de bain, lessive, urines, fèces et résidus alimentaires. Les eaux commerciales sont issues principalement de lavage de voitures, restaurants, cafés et pressing. Ces eaux sont chargées en matières organiques, graisses et produits d'entretiens ménagers. Elles présentent en général une bonne biodégradabilité. Les effluents domestiques sont un mélange d'eaux contenant des déjections humaines : urines, fèces (eaux vannes) et eaux de toilette et de nettoyage des sols et des aliments (eaux ménagères). Ces eaux sont généralement constituées de matières organiques dégradables et de matières minérales, ces substances sont sous forme dissoute ou en suspension. Elles se composent essentiellement par des eaux de vanne d'évacuation de toilette et des eaux ménagères d'évacuation des cuisines, salles de bains. Elles proviennent essentiellement de :

- Des eaux de cuisine qui contiennent des matières minérales en suspension provenant du lavage des légumes, des substances alimentaires à base de matières organiques (glucides, lipides, protides) et des produits détergents utilisés pour le lavage de la vaisselle et ayant pour effet la solubilisation des graisses ;
- Des eaux de buanderie contenant principalement des détergents ;
- Des eaux de salle de bain chargées en produits utilisés pour l'hygiène corporelle, généralement des matières grasses hydrocarbonées ;
- Des eaux de vannes qui proviennent des sanitaires (W.C), très chargées en matières organiques hydrocarbonées, en composés azotés, phosphatés et microorganisme(Rejsek,2002).

3.2.2 Les eaux usées d'origine industrielle :

Les eaux d'origine industrielles proviennent des différentes usines de fabrication ou de transformation. La qualité de ces eaux varie suivant le type d'industrie, elles peuvent être chargées en matières toxiques difficilement biodégradables qui nécessitent un traitement spécifique(Rodier et *al.*,2009). Les déchets et les effluents industriels définissent la qualité et le taux de pollution de ces eaux usées. Les établissements industrielles utilisent une quantité importante d'eau qui tout en restant nécessaire à leur bonne marche, n'est réellement consommée qu'en très faible partie le reste est rejeté. On peut néanmoins, faire un classement des principaux rejets industriels suivant la nature des inconvénients qu'ils déversent :

Chapitre I : Concepts généraux sur le contexte d'étude

- Pollution due aux matières en suspension minérales (Lavage de charbon, carrière, tamisage du sable et gravier, industries productrices d'engrais phosphatés....) ;
- Pollution due aux matières en solution minérales (usine de décapage, galvanisation...) ;
- Pollution due aux matières organiques et graisses (industries agroalimentaires, équarrissages, pâte à papier...) ;
- Pollution due aux rejets hydrocarbonés et chimiques divers (raffineries de pétrole, porcherie, produits pharmaceutiques.....) ;
- Pollution due aux rejets toxiques (déchets radioactifs non traités, effluents radioactifs des industries nucléaires....).

3.2.3 Les eaux d'origine agricole :

Les eaux d'origine agricoles sont constituées essentiellement des eaux de drainage des champs agricoles et des rejets de lavage des fermes d'élevage. Il s'agit d'un mélange de composés relativement biodégradable. Néanmoins, ces eaux sont parfois caractérisées par de fortes concentrations de pesticides et d'engrais. Les paramètres qui doivent être pris en considération sont l'azote nitrique, le phosphate et les substances organiques.

Dans le contexte d'une agriculture performante et intensive, l'agriculteur est conduit à utiliser divers produits d'origine industrielle ou agricole dont certains présentent ou peuvent présenter, des risques pour l'environnement et plus particulièrement pour la qualité des eaux.

Il s'agit principalement :

- Des fertilisants (engrais minéraux du commerce ou déjections animales produites ou non sur l'exploitation) ;
- Des produits phytosanitaires (herbicides, fongicides, insecticides,...).

Donc ces eaux sont l'issus des apports directs dus aux traitements des milieux aquatiques et semi-aquatiques tels que :

- Le désherbage des plans d'eau des zones inondables ;
- Faucardage chimique et des fossés, ainsi que la démoustication des plans d'eau et des zones inondables (étangs et marais).
- Des apports indirects dus en particulier à l'entraînement par ruissellement, aux eaux de rinçage des appareils de traitement, aux résidus présents dans des emballages non correctement rincés ou détruits, aux eaux résiduares des usines de fabrication et de conditionnement (Grosclaude, 1999).

3.2.4 Les eaux d'origine pluviale :

Les eaux de ruissellement des zones urbaines sont généralement transportées par des réseaux d'égouts pluviaux distincts ou par des réseaux d'égouts unitaires. Le volume des eaux de ruissellement varie en fonction de l'imperméabilité du sol. Dans une zone urbaine, de 30 à 50 % des eaux de pluie peuvent s'écouler en surface avant d'atteindre un réseau d'égouts séparatifs ou unitaires (Bliefert, 2010). Dans le cas d'un réseau d'égouts séparatifs, les eaux de pluie sont rejetées directement dans les eaux réceptrices ou acheminées dans des installations de traitement des eaux pluviales afin d'en réduire le débit ou d'en améliorer la qualité (Fonkou et al., 2010). Dans le cas d'un réseau d'égouts unitaires, l'ensemble des écoulements est acheminé à une installation de traitement des eaux usées lorsque le débit est faible, mais lorsqu'il est élevé et qu'il pourrait excéder la capacité du réseau d'égouts ou de la station de traitement (pendant les fortes pluies), une partie de l'écoulement est détournée vers les eaux réceptrices au moyen de structures de trop-pleins.

3.3 L'impact de la pollution par les eaux usées :

Les eaux usées peuvent influencer sur l'utilisation humaine des ressources en eau et sur la structure et le fonctionnement des écosystèmes aquatiques. Le rejet d'eaux usées a pour effets :

- La dégradation des populations aquatiques et sauvages et de leur habitat (y compris de la qualité de l'eau et des sédiments);
- Des incidents isolés de maladies hydriques découlant de la contamination par des eaux usées des sources d'eau potable de collectivités qui dépendent d'une alimentation en eau brute de haute qualité ;
- La fermeture de plages ;
- Des nuisances visuelles, et mauvaises odeurs ;
- Des coûts accrus pour les utilisateurs agricoles, industriels et municipaux qui doivent traiter l'eau autrement inacceptable ;
- Incidences des effluents sur la santé humaine ;
- Contamination de l'eau potable ;
- Dégradation de l'environnement ;
- Eutrophisation des eaux réceptrices ;
- Toxicité directe d'autres milieux ;

Les incidences peuvent être aiguës et apparaître rapidement, ou être cumulatives (à long terme) et ne se manifeste qu'après une longue période (Vilagines, 2003). Les incidences aiguës

découlent généralement de concentrations toxiques d'ammoniac, de chlore résiduel total ou de métaux lourds. Dans les eaux réceptrices, elles réduisent les concentrations d'oxygène dissous à des valeurs insuffisantes pour assurer la survie des organismes et d'une contamination bactérienne (Claus et Robert, 2008). La fréquence des effets aigus est déterminée par la nature et la quantité des rejets industriels et résidentiels, le type de traitement, le régime de désinfection et le dépassement de la capacité des stations d'épuration (Vilagines, 2003).

4. Concept de la biodiversité :

L'Oued Bou Sellamest unaxe hydrographique caractérisé par des écosystèmes riches en biodiversité (floristique et faunistique) (annexes 09 et 10), mais la pollution des eaux usées a influencé cette biodiversité.

La biodiversité est traditionnellement considérée dans son sens littéral : "la diversité des vivants", cette expression désignant la variété et la diversité du monde vivant. Elle est alors envisagée de l'échelle moléculaire à l'échelle de la biosphère, bien que les écologues s'intéressent plus particulièrement aux populations, communautés et écosystèmes.

4.1 Définition :

La Convention sur la diversité biologique signée à Rio en 1992 définit la biodiversité comme : « la variabilité des organismes vivants de toute origine y compris, entre autres, les écosystèmes terrestres, marins et autres écosystèmes aquatiques et les complexes écologiques dont ils font partie ; cela comprend la diversité au sein des espèces et entre espèces ainsi que celle des écosystèmes ». Wilson (1993) exprime cette biodiversité comme une mesure de l'ensemble des espèces animales et végétales d'un espace donné. Cette notion reste donc assez théorique puisqu'il n'est pas possible de comptabiliser tous les êtres vivants, la plupart, comme les microorganismes, étant difficiles à appréhender. De plus, la variabilité peut être déclinée à tous les niveaux d'organisation biologique. On peut ainsi parler d'une biodiversité génétique, spécifique, de groupes ou de communautés, d'une diversité écologique... Les groupes qui sont les plus étudiés (vertébrés, plantes) sont les plus accessibles aux chercheurs mais aussi parmi les plus sensibles aux modifications des paysages. Ils sont alors pris comme indicateurs de biodiversité, représentant en quelque sorte l'état écologique de l'écosystème ou du paysage. Cette notion permet de parler à la fois qualitativement et quantitativement des espèces.

4.2 Les niveaux de la biodiversité :

La biodiversité traite le degré de la variété de la nature dans la biosphère à différentes échelles. Dans l'espace : au niveau local, dans une région, dans le pays dans le monde, et différents types des écosystèmes, à la fois terrestre et aquatique, dans une zone définie. Cette variété a permis aux scientifiques de classer la biodiversité selon plusieurs niveaux:

4.3 La diversité génétique :

Elle se définit par la variabilité des gènes au sein d'une même espèce ou d'une population. Elle est donc caractérisée par la différence entre deux individus d'une même espèce ou sous-espèce (diversité intra-spécifique) (Chauhan, 2008). Chaque membre de toute espèce animale ou végétale diffère largement d'autres individus dans sa structure génétique, en raison du grand nombre de combinaisons possible dans les gènes qui donnent à chaque individu une caractéristique spécifique, par exemple, chaque être humain est très différent de tous autres. Cette variabilité génétique est essentielle pour une reproduction saine de la population d'une espèce. Si le nombre d'individus reproducteurs est réduit, la dissemblance génétique est réduite. La diversité dans les espèces sauvages constitue le «gène piscine» d'où nos cultures et les animaux domestiques ont été développés sur des milliers d'années. (Chauhan, 2008).

4.3.1 La diversité des espèces :

C'est la diversité spécifique, correspond à la diversité des espèces (diversité interspécifique). Ainsi, chaque groupe défini peut alors être caractérisé par le nombre des espèces qui le composent (Chauhan, 2008). C'est le nombre d'espèces de plantes et d'animaux qui sont présents dans une région à un moment donné, il est facile de constater que certaines régions sont plus riches en espèces que d'autres (Chauhan, 2008).

4.3.2 La diversité des écosystèmes :

Il y a une grande variété d'écosystèmes sur la terre, qui ont leur propre composants distinctifs et des espèces liées sur la base des différences entre les habitats. Un écosystème distinct inclut des paysages terrestres tels que les forêts, les prairies, les déserts, montagnes, etc., ainsi que des écosystèmes aquatiques tels que les rivières, les lacs et la mer. Chaque région a aussi des zones modifiées par l'homme comme les terres agricoles ou pâturages organisés. Un écosystème est considéré comme «naturel» quand il est relativement peu affecté par les activités humaines, comme les terres agricoles ou les zones urbaines (Chauhan, 2008).

5. L'écosystème riverain :

Les écosystèmes riverains sont des écotones situés à l'interface des milieux aquatiques et terrestres. Ce sont des écosystèmes dynamiques, complexes et très importants au sein du

paysage, parce que ce sont des milieux d'une grande productivité biologique, d'une riche biodiversité et qu'ils sont le lieu où s'accomplit une foule de processus et de fonctions écologiques (Chauhan, 2008).

5.1 Définition de l'écosystème riverain :

L'écosystème riverain est un élément du paysage le plus souvent défini comme la bande de terrain couverte de végétation formant la transition entre le milieu terrestre et le milieu aquatique, le long des plans et cours d'eau (Aber et Melillo, 2001).

Les écosystèmes riverains sont des systèmes intégrés en interaction avec les milieux voisins, en effet ils possèdent d'importantes propriétés écologiques qui dépassent les limites de leur étendue, ce qui leur confère une grande complexité, une grande variabilité d'un site à l'autre, et fait d'eux des systèmes écologiques parmi les plus importants pour le maintien de la vitalité des paysages (Naiman et Décamps, 1997).

5.2 Les bandes riveraines :

La bande riveraine est la partie du milieu terrestre attenante à un lac ou un cours d'eau. La rive assure la transition entre le milieu aquatique et le milieu strictement terrestre et permet le maintien d'une bande de protection de 10 ou 15 mètres de largeur sur le périmètre des lacs et cours d'eau. La rive est mesurée en partant de la ligne des hautes eaux, vers l'intérieur des terres. » (MDDEP¹, 2007).

Les écosystèmes riverains naturels se distinguent largement des bandes riveraines « anthropisées », bien que ces deux éléments se retrouvent au même emplacement dans le paysage. Ce qu'on appelle « bande riveraine » est la forme résiduelle d'un ancien écosystème riverain après intervention humaine qui forme une bande de protection limitée entre le milieu aquatique et le milieu terrestre perturbé.

Les fonctions écologiques des écosystèmes sont comparables aux rôles qu'ils exercent. Les fonctions écologiques qui sont attribuées aux écosystèmes riverains, et aussi aux bandes riveraines, sont : 1- la protection de la qualité de l'eau et des habitats aquatiques, 2- la constitution d'habitats pour la faune terrestre et de corridors pour le déplacement et la dispersion, 3- supporter d'importantes communautés naturelles en plus des milieux humides adjacents, et 4- la protection des processus de formation et de stabilisation des chenaux.

Du point de vue anthropique, lorsque ces fonctions écologiques nous procurent des bénéfices directs ou indirects, elles peuvent être répertoriées comme des « services écologiques ».

¹MDDEP : Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec (2007).

L'évaluation des écosystèmes pour le millénaire en 2005 a regroupé ces services en différentes catégories : les services d'approvisionnement, les services de régulation, les services de support et les services socioculturels. Les services ontogéniques, qui sont liés à la santé, au développement et à l'épanouissement des êtres humains, s'ajoutent depuis récemment à la liste des catégories de services écologiques (Limoges, 2009). De manière générale, ces services nous sont profitables pour notre approvisionnement en ressources naturelles et en nourriture, pour nos activités économiques et récréation touristiques, pour notre santé et notre bien-être.

5.3 Les fonctions des écosystèmes riverains :

La notion de service écologique est une perspective anthropique des fonctions écologiques des écosystèmes, lorsque l'homme perçoit un bénéfice direct ou indirect de ces fonctions.

Voici les principales fonctions et services écologiques associés aux écosystèmes riverains :

- Stabilisation des sols par les systèmes racinaires et protection contre l'érosion ;
- Renfort de la sédimentation des particules en suspension dans l'eau ;
- Les ombres qui atténuent le réchauffement excessif et régulation de la température de l'eau ;
- La régulation du climat et de l'hydro-système à l'échelle locale ;
- Source d'apports allochtones au cours d'eau et recharge de la nappe phréatique
- La diminution de la vitesse d'écoulement du cours d'eau ;
- diminution de la vitesse de ruissellement de l'eau et rétention des sédiments ;
- effet de brise-lame qui diminue l'impact des vagues sur la berge et de brise-vent qui limite l'érosion éolienne ;
- filtration de la pollution de l'eau de ruissellement en surface et de l'eau d'écoulement souterrain ;
- amortissement des crues, des inondations, et des glaces ;
- diminution de la turbidité de l'eau ;
- recyclage des éléments filtrés en matière organique ;
- lieu d'une productivité biologique élevée ;
- support d'une grande richesse biologique, en quantité et en variété, et contribution à la biodiversité aquatique et terrestre par la présence d'habitats variés, d'abris, de nourriture ;
- aires de reproduction, d'hivernage ou d'estivage pour la faune ;

- fonction naturelle de corridor écologique qui maintient des connexions biologiques entre différents éléments du paysage et permet les déplacements d'organismes ;
- fonction esthétique et contribution au patrimoine paysager.

5.4 La Ripisylve et forêt riveraine :

5.4.1 Définition

C'est la formation végétale naturelle située sur les bords d'un cours d'eau. Elle peut être limitée à un cordon arboré étroit qui souligne le bord du lit mineur de la rivière ou bien c'est une véritable forêt alluviale s'étendant sur plusieurs dizaines ou centaines de mètres de part et d'autre du lit mineur. Cette forêt occupe tout ou partie du lit majeur. C'est un milieu inféodé à la rivière, particulièrement riche en termes de diversité floristique. Il comporte des strates herbacées souvent très diversifiées et des strates arbustives et arborescentes composées d'un nombre restreint d'espèces (Degoutte, 2012).

Ces écosystèmes forestiers sont inondés de façon régulière (pour les ripisylves) ou exceptionnelle (pour les forêts alluviales). La ripisylve, ou forêt ripicole, ou encore «bois de berge», au sens littéral du terme, est définie comme une forêt riveraine de cours d'eau. Elle correspond à un corridor végétal, souvent large et complexe, directement sous l'influence des perturbations hydrologiques de fortes et moyennes fréquences (crues, fluctuations du niveau des nappes). Elle est caractérisée généralement par une forte dynamique de la végétation, une grande diversité biologique et une forte productivité (Degoutte, 2012).

Une ripisylve est dite «équilibrée» lorsqu'elle est composée d'arbres de tous les âges et de 3 strates :

- La strate muscinale, avec par exemple : des mousses, des lichens.
- La strate herbacée, avec par exemple : massettes, joncs, laîches, poacées...
- La strate arbustive, avec par exemple : saules, rosier, laurier...
- La strate arborescente, avec par exemple : frênes, peuplier, aulne...

4.5.2 Les fonctions de la ripisylve :

Leur rôle est essentiel pour la rivière car elles remplissent de multiples fonctions :

- **Lutte contre l'érosion :**

La ripisylve régule les apports du bassin versant en favorisant l'infiltration des eaux aux dépends de leur ruissellement. Elle lutte contre l'érosion des terres agricoles en retenant les particules (Sersoub, 2012).

- **Rôle épurateur :**

Il faut savoir qu'il existe des échanges permanents entre la rivière et sa nappe d'accompagnement (nappe alluviale). La zone d'échange contient une faune adaptée (microorganismes, invertébrés) qui participe à l'autoépuration de l'eau.

Les racines des arbres captent les éléments nutritifs présents dans la nappe phréatique, favorisant ainsi son épuration (piégeage des nitrates et phosphates provenant de l'agriculture) (Sersoub, 2012).

- **Maintien des berges :**

Les racines des arbres et arbustes de bord de rivière créent un système d'ancrage très efficace, qui permet de réduire l'érosion des berges. La présence des herbes et arbustes protège le sol de l'érosion grâce aux tiges et feuilles qui sont plaquées par le courant (Sersoub, 2012).

- **Prévention des inondations :**

Lors des crues, les végétaux font opposition au courant, dissipent son énergie, réduisent donc sa vitesse limitant ainsi l'érosion et la propagation des crues. Les embâcles sont des obstructions du lit de la rivière causées par des arbres qui y sont tombés, entravant plus ou moins le lit et contre lesquels peuvent venir s'accumuler bois dérivant et déchets divers. Elles favorisent aussi le ralentissement du courant et la prévention des inondations graves en facilitant le fonctionnement des zones d'expansion (Sersoub, 2012).

- **Fonctions écologiques**

La ripisylve et la forêt alluviale constituent des habitats naturels originaux et diversifiés. La diversité provient de la variété des conditions de milieux (secs ou humides, jeunes ou âgés) et de la structure complexe de la végétation (âges divers, lianes, morts bois, densité,...). L'ombre des arbres maintient une température plus basse de l'eau en été et procure ainsi des conditions favorables à la vie aquatique (concentration plus élevée en oxygène dissous, réduction du développement des algues). Cette végétation procure un habitat essentiel pour de nombreuses espèces animales, et en particulier certains insectes dont une partie du cycle se passe dans l'eau. Ainsi dans les arbres creux, sous cavés, dans les embâcles, la faune trouve caches et abris, ainsi que l'alimentation nécessaire (baies, débris de végétaux, insectes tombant des arbres ...). De même, la Flore est Très diversifiée et comprend des espèces rares (Sersoub, 2012).

- **Fonction économique**

Sur le plan sylvicole, la forêt alluviale (et non la ripisylve) représente un potentiel qui pourrait être valorisé pour la production de bois de qualité dans le respect du milieu naturel et des

espèces. La forêt naturelle constitue un réservoir génétique susceptible de fournir des souches adaptées aux conditions locales (sols, climats, maladies,...)(Sersoub, 2012).

- **Fonction sociale**

La bande boisée qui borde un cours d'eau est un élément structurant du paysage. Elle constitue un cadre apprécié de divers usagers de la nature : promeneurs, chasseurs.

Les pêcheurs sont directement concernés par l'entretien de cet espace qui conditionne la qualité des eaux et donc la richesse piscicole de la rivière et l'accès à leurs lieux de pêche. La gestion de ces espaces a une incidence sur les politiques touristiques locales (Sersoub, 2012).

6. Développement durable :

En vue de préserver, d'améliorer et de valoriser l'environnement et les ressources naturelles sur le long terme, la maintenance des grands équilibres écologiques, la réduction des risques et les impacts environnementaux, il est indispensable d'intégrer la notion du développement durable dans toute sorte de projet.

Depuis le début des années 1990, le développement durable s'est peu à peu imposé comme un horizon programmatique auquel se réfèrent tant les collectivités publiques qu'un nombre croissant d'institutions, d'entreprises et de citoyens. Concept idéologique et principe d'action plus que concept scientifique, le développement durable apparaît comme la résultante de la combinaison de plusieurs champs de réflexions à la fois complémentaires et contradictoires. La référence au « développement durable » est désormais incontournable dans les discours qui entendent traiter de l'environnement et du développement (Hertig, 2011).

6.1 Définitions :

Le développement durable est la traduction de l'expression anglaise « sustainable development ». L'adjectif « sustainable » provient du latin « sustinere » qui signifie se maintenir en existence, en permanence ou long terme (Srour, 2006). Il est aussi traduit en français par « soutenable », « acceptable », afin de prendre en compte la dimension éthique et l'inscription dans le temps de cette notion.

La définition du développement durable la plus connue est celle qui figure dans le *Rapport Brundtland (1987)* : le « développement durable, c'est d'efforcer à répondre aux besoins du présent sans compromettre la capacité de satisfaire ceux des générations futures » (Audrey et al., 2002).

Pour la déclaration de Rio 1992, le développement durable est formulé en deux étapes, d'abord au principe précisant que les « êtres humains sont au centre des préoccupations

relatives au développement durable », puis au principe énonçant que « le droit au développement doit être réalisé de façon à satisfaire équitablement les besoins relatifs au développement et à l'environnement des générations présentes et futures » (Kammas, 2015). Le sommet de Rio tenu sous l'égide des Nations Unies, officialise la notion de développement durable et celle des trois piliers (économie/écologie/social) : « un développement économiquement efficace, socialement équitable et écologiquement soutenable ». C'est chercher à mettre en avant ce qui offre le meilleur résultat du point de vue des trois contraintes : économique, sociale et écologique ; avoir une économie qui se développe, des hommes qui ont des conditions de vie meilleures et disposer de ressources naturelles respectées. Une optique de développement durable oblige à repenser le fonctionnement de notre société et de son évolution.

La Déclaration de Johannesburg (2002) stipule que "le développement économique, le développement social et la protection de l'environnement constituent les piliers du développement durable ; ils sont « interdépendants et ... se renforcent mutuellement ». Dans ce contexte, le développement durable s'appuie sur une vision à long terme où la prise de décision repose sur un ensemble de principes permettant de conjuguer les enjeux environnementaux, économiques et sociaux en vue d'un développement responsable.

Dans le rapport Brundtland, le développement durable apparaît en première analyse comme un projet politique qui définit les conditions d'un développement mondial articulant des exigences liées à des enjeux fondamentaux et partiellement antagonistes (Hertig, 2011). Schématiquement, il s'agit d'assurer une production suffisante de richesses pour satisfaire les besoins de la population (pilier économique), tout en réduisant les inégalités sociales (pilier social) et en évitant de dégrader l'environnement (pilier environnemental) (Allemand, 2006). Prendre en considération l'interdépendance des processus sociétaux, économiques et écologiques n'est cependant pas suffisant dans la perspective du développement durable. Les auteurs du rapport Brundtland insistent en effet sur la notion de *besoins* et sur la nécessité de *limiter* les charges imposées à l'environnement par le mode de vie actuel de nos sociétés. Ce faisant, ils introduisent dans l'idée même de développement durable la dimension éthique de justice ou de solidarité intra et intergénérationnelle.

Deux concepts sont inhérents à la notion de Brundtland (1989):

- le concept de « besoins », et plus particulièrement des besoins essentiels des plus démunis, à qui il convient d'accorder la plus grande priorité, et

- l'idée des limitations que l'état de nos techniques et de notre organisation sociale impose sur la capacité de l'environnement à répondre aux besoins actuels et à venir.

Le concept du développement durable met l'accent sur la valeur du respect des équilibres écologiques et sur la valeur des équilibres socioéconomiques, en particulier sur la valeur de la solidarité entre les groupes sociaux et entre les générations (Bochet, 2005). Le schéma ci-dessous est une manière de représenter les relations entre les différentes dimensions du développement durable (Fig. 03).

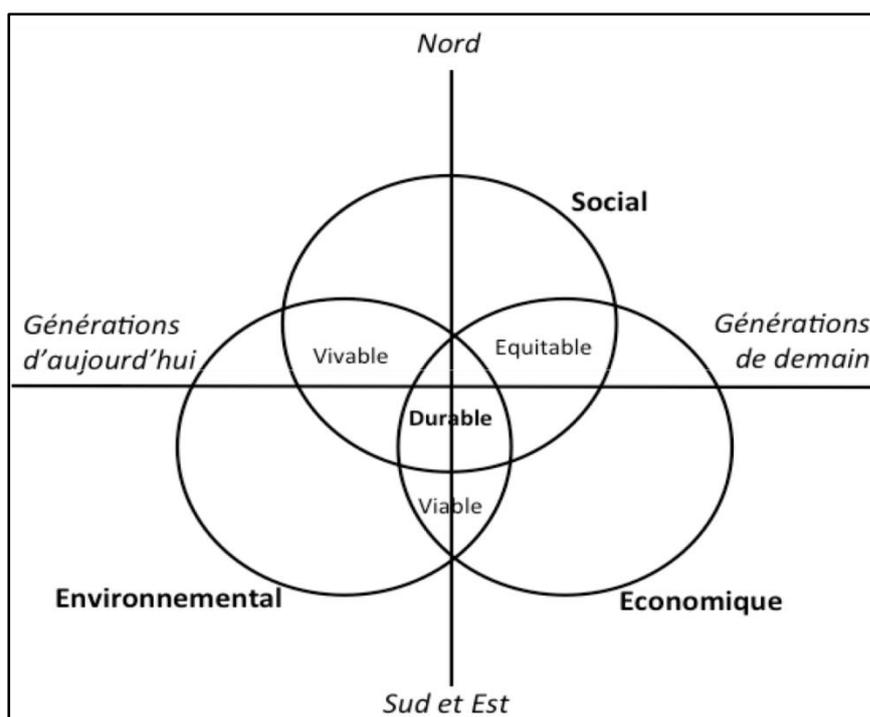


Fig.03 : Schématisation du concept de développement durable

Aux troiscercles du schéma de base (qui reste le plus diffusé) s'ajoutent deux axes qui représentent les dimensions de la justice intra et intergénérationnelle. L'équité intergénérationnelle est traduite par l'axe horizontal, alors que l'axe vertical symbolise la «globalisation équitable», donc la solidarité intergénérationnelle (Hertig, 2011).

7. Le cadre réglementaire et juridique :

Le volume d'eaux usées rejetées à l'échelle nationale (Algérie) est estimé actuellement à près de 750 millions de m³ et dépassera 1,5 milliards de m³ à l'horizon 2020. La gestion durable de l'eau est l'un des principaux axes du développement durable, dans la mesure où l'eau doit

répondre aux besoins des générations actuelles et satisfaire les générations futures (Kessira, 2013).

Pour ce fait, on va construire un cadre d'analyse théorique de la gouvernance et du partenariat, qui met l'accent sur le couplage entre les dimensions institutionnelles et législatives concernant l'usage, l'assainissement et les déversements des eaux usées.

7.1 La réglementation concernant l'utilisation des eaux usées dans l'irrigation :

Pas mal de réglementation Algérienne qui interdisent et délimitent l'utilisation des eaux usées dans l'irrigation, qui gèrent leurs production et son épuration. Les modalités d'interdiction de l'utilisation des eaux usées sont fréquentes, notamment dans la loi relative à l'eau (n°05-12 du 4 août 2005) qui interdit l'utilisation des eaux usées brutes pour l'irrigation (art.130). Dans le même contexte on trouve que les cahiers des charges portant sur la concession d'utilisation des eaux usées épurées pour l'irrigation de certaines cultures ou l'arrosage d'espaces verts doivent tenir compte des mesures préventives liées aux risques sanitaires et aux impacts sur l'environnement (art.82).

Le décret exécutif 07-149 de 20 mai 2007 (JO n° 35, mai 2007) fixe les modalités d'utilisation des eaux usées épurées à des fins d'irrigation sous forme de concession ainsi que le cahier des charges-type y afférent.

Les parcelles destinées à être irriguées avec des eaux usées épurées ne doivent porter aucune culture, autre que celles figurant sur la liste indiquée dans l'arrêté interministériel du 2 janvier 2012 fixant la liste des cultures pouvant être irriguées avec ces eaux (Tab.01).

Tab. 01 : Liste des cultures pouvant être irriguées avec des eaux usées épurées (JO n° 41, juillet 2012)

Groupes de cultures pouvant être irriguées avec des eaux usées épurées	Liste des cultures
---	---------------------------

Chapitre I : Concepts généraux sur le contexte d'étude

Arbres fruitiers (1)	Dattiers, vigne, pomme, pêche, poire, abricot, nêfle, cerise, prune, nectarine, grenade, figue, rhubarbe, arachides, noix, olive.
Agrumes	Pamplemousse, citron, orange, mandarine, tangerine, lime, clémentine.
Cultures fourragères (2)	Bersim, maïs, sorgho fourragers, vesce et luzerne.
Culture industrielles	Tomate industrielle, haricot à rames, petit pois à rames, betterave sucrière, coton, tabac, lin.
Cultures céréalières	Blé, orge, triticales et avoine.
Cultures de production de semences	Pomme de terre, haricot et petit pois.
Arbustes fourragers	Acacia et atriplex.
Plantes florales à sécher ou à usage industriel	Rosier, iris, jasmin, marjolaine et romarin.

Concernant la pollution des eaux naturelles par les eaux usées, pas mal de lois et arrêtés ont été promulgués en vue de protéger les ressources hydriques. La loi n° 83-03 février 1983 relative à la protection de l'environnement a fixée dans l'article 47 que tout déversement ou rejet d'eaux usées ou de déchets de toute nature dans les eaux destinées à la réalimentation des nappes d'eaux souterraines, dans les puits, forages ou galeries de captage désaffectés est interdit. Les puits, forages et galeries de captage désaffectés font l'objet d'une déclaration et sont soumis, sans préjudice des droits des tiers, à la surveillance de l'administration. Un décret pris sur rapport du ministre chargé de l'environnement fixe les conditions d'application du présent article.

Par ailleurs, la loi n° 05-2012 du 4 août 2005 relative à l'eau a considérée dans l'article 49 que les retenues d'eau superficielle ainsi que les lacs et les étangs menacés d'eutrophisation par suite de déversements d'effluents polluants font l'objet de plans de restauration et de protection de la qualité des eaux. Ce plan comporte des mesures et des actions ayant pour objectif :

- la suppression des sources de pollution chronique, notamment à travers la réalisation de systèmes d'épuration des eaux usées urbaines et industrielles;
- la prévention des risques de pollution accidentelle et la mise en place de dispositifs de lutte appropriés;
- la mise en œuvre de toutes opérations techniques permettant de restaurer la qualité des eaux;

Chapitre I : Concepts généraux sur le contexte d'étude

- l'installation de dispositifs d'observation et de suivi des paramètres significatifs de la qualité des eaux et d'un système d'alerte anti-pollution.

D'autre part, dans son article 02 impose la préservation de la salubrité publique et la protection des ressources en eau et des milieux aquatiques contre les risques de pollution à travers la collecte et l'épuration des eaux usées domestiques et industrielles ainsi que des eaux pluviales et de ruissellement dans les zones urbaines.

Il est interdit par le décret exécutif n° 93-160 du 10 juillet 1993 et le décret exécutif n° 06-141 du 19 avril 2006 (JO n° 26, Avril 2006) d'évacuer, de rejeter ou d'injecter dans les fonds du domaine public hydraulique des matières de toute nature. Notamment, des effluents urbains et industriels contenant des substances solides, liquides ou gazeuses, des agents pathogènes, en quantité et concentration de toxicité susceptibles de porter atteinte à la santé publique, à la faune et à la flore ou nuire au développement économique.

L'assainissement des eaux usées en Algérie est une problématique imposée, nécessite pas mal de réglementation pour la contrôler. La loi n° 83-03 du 5 février 1983 relative à la protection de l'environnement, dans l'article 84 exige que l'assainissement des agglomérations vise à assurer l'évacuation rapide et sans stagnation des eaux usées domestiques et industrielles susceptibles de donner naissance à des nuisances et des eaux pluviales susceptible de submerger des lieux habités et ce, dans des conditions compatibles avec les exigences de santé publique et d'environnement. De plus, dans l'article 85 il est obligatoire en zone agglomérée, le branchement à l'égout de toute habitation ou établissement rejetant des eaux usées.

En revanche, dans les zones à habitat dispersé ou dans les centres ne disposant pas d'un système d'assainissement collectif, l'évacuation des eaux usées doit se faire au moyen d'installations d'évacuation individuelles agréées par l'administration (L'article 86). De plus, tout système individuel d'assainissement doit être mis hors d'état de servir ou de créer des nuisances, dès la mise en place d'un réseau collectif d'évacuation des eaux usées (L'article 87). Les conditions et normes de réalisation des projets d'assainissement, d'exploitation et d'entretien des installations d'évacuation et de traitement des eaux usées sont fixés par voie réglementaire.

On trouve que la loi n° 05-12 du 4 août 2005 relative à l'eau considère dans l'article 16 que les collecteurs d'eaux usées et d'eaux pluviales, les stations d'épuration, ainsi que leurs dépendances, affectés à un usage public d'assainissement des agglomérations urbaines et

Chapitre I : Concepts généraux sur le contexte d'étude

rurales, ainsi que leurs dépendances, affectés à un usage public d'assainissement des agglomérations urbaines et rurales. Mais, l'article 119 montre que déversement dans un réseau public d'assainissement ou dans une station d'épuration d'eaux usées autres que domestiques est soumis à l'autorisation préalable de l'administration chargée des ressources en eau. Ce déversement peut être subordonné à une obligation de prétraitement dans le cas où, à l'état brut, ces eaux usées peuvent affecter le bon fonctionnement du réseau public d'assainissement ou de la station d'épuration.

L'article 120 de la même loi interdit d'introduire dans les ouvrages et installations d'assainissement toute matière solide, liquide ou gazeuse susceptible d'affecter la santé du personnel d'exploitation ou d'entraîner une dégradation ou une gêne de fonctionnement des ouvrages de collecte, d'évacuation et d'épuration des eaux usées.

Dans l'article 122 on trouve que tout système autonome d'assainissement doit être mis hors d'état de servir dès la mise en place d'un réseau public d'assainissement.

CHAPITRE II :

Description Du Site

D'étude

CHAPITRE II : Description du site d'étude

1. Situation géographique:

1.1 Localisation et limites géographique :

La ville de Sétif se situe dans la région des hautes plaines Sétifiennes, à l'Est d'Alger la capitale (300 Km). La vallée de l'oued Bou Sellamsise juste au voisinage de la ville du nord, ouest et sud-ouest, dans une zone qui a connu une grande extension urbaine ces derniers ans.

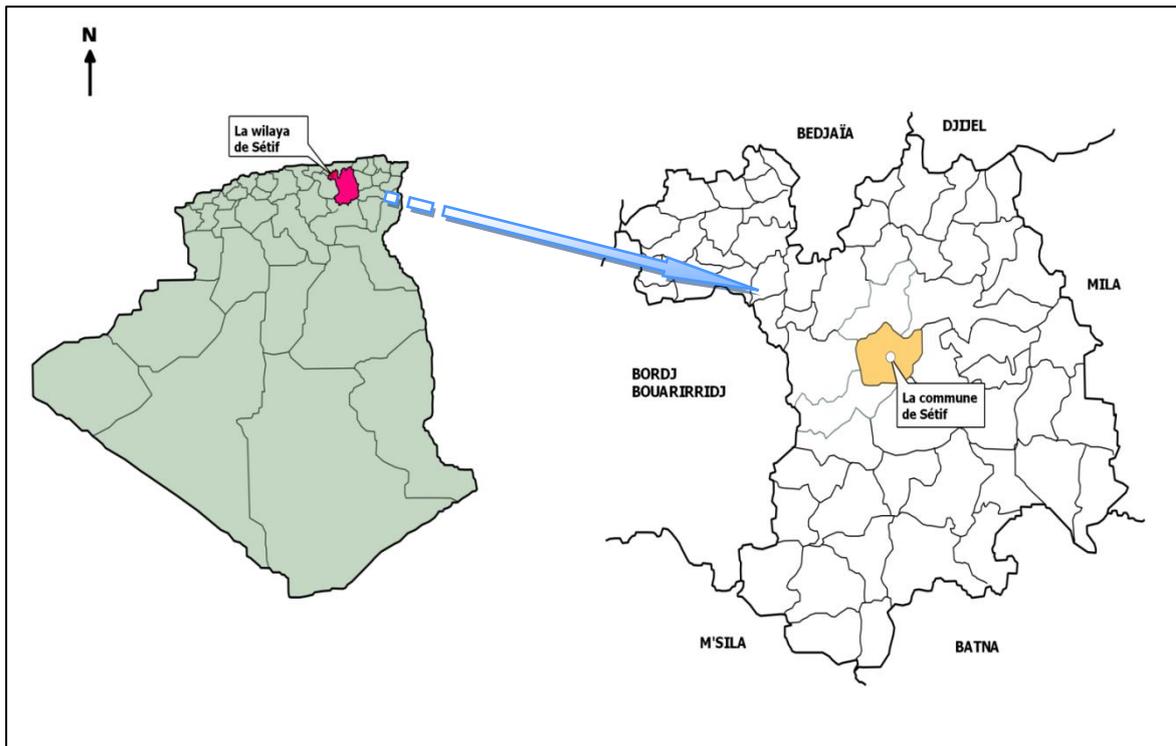


Fig. 04 : Localisation et limites géographiques de la Wilaya de Sétif

1.2 détermination de la zone d'étude :

L'Oued Bou Sellam et le principal axe hydrographique de la région, Il prend sa source à quelques kilomètres au nord de l'agglomération de Cheikh El Aïfa(Fermatou). Il est issu de la réunion de l'Oued Guessar l'Oued Ouricia au nord de Cheikh El Aïfa, longe la partie ouest de la ville de Sétif, passe à proximité des villages de Mezloug et Hammam OuledYiless et se poursuit après le barrage de Aïn Zada pour rejoindre l'Oued Soummam, dans la Wilaya de Bejaïa, au nord-ouest de la Wilaya de Sétif.

La partie qui fait le terrain de notre étude est la vallée de l'oued Bou Sellam s'étale approximativement entre les longitudes $5^{\circ} 21' 00''$ et $5^{\circ} 24' 00''$, et entre les latitudes $36^{\circ} 15' 00''$ et $36^{\circ} 09' 00''$, à une altitude décroissante de 1100 m à 908 m de Nord au

Chapitre II : Description du site d'étude

Sudrespectivement d'amont vers l'aval sur un trajet sillonnant environ 15 kilomètre. De Cheikh El Aïfajusqu'à l'autoroute (fig. 05).

2. Caractéristiques générales de l'Oued et la zone d'étude :

La région d'étude se trouve dans la zone d'extension urbaine de la ville de Sétif, impulsée par tous les facteurs favorisant le développement et l'extension de la ville, en générale elle est caractérisé par :

- Le voisinage de la route N09joignant Sétif à Bejaia d'une part, et traversé par la RN 5 joignant Sétif à Alger d'autre part.
- Le développement des agglomérations secondaires en particulier Cheikh El Aïfa (Fermatou), Chouf lekdade, El Bez et Abid Ali par l'injectionde grands projets d'extension urbaine.
- L'installation du deuxième pôle universitaire à El Bez avec toutes ses infrastructures de base (résidences, restauration, complexe sportifs...).
- L'existence de la principale source hydrique superficielle de la wilaya (Oued Bou Sellam)
- La diversité des écosystèmes naturels et agricoles.
- La multifonctionnalité de l'agriculture (jachères, élevage des bétails...)
- La forte pression anthropique causée par l'explosion démographique causant la dégradation des écosystèmes.
- L'existence des principales prairies naturelles de la commune (zone de détente pour les familles).
- Cette vallée coupe le nouveau Plan Directeur d'Aménagement Urbain (PDAU)en deux parties la ville de Sétif à l'Est et la nouvelle et future extension de la ville à l'Ouest. (ressemble à une ceinture verte entre les deux agglomérations).

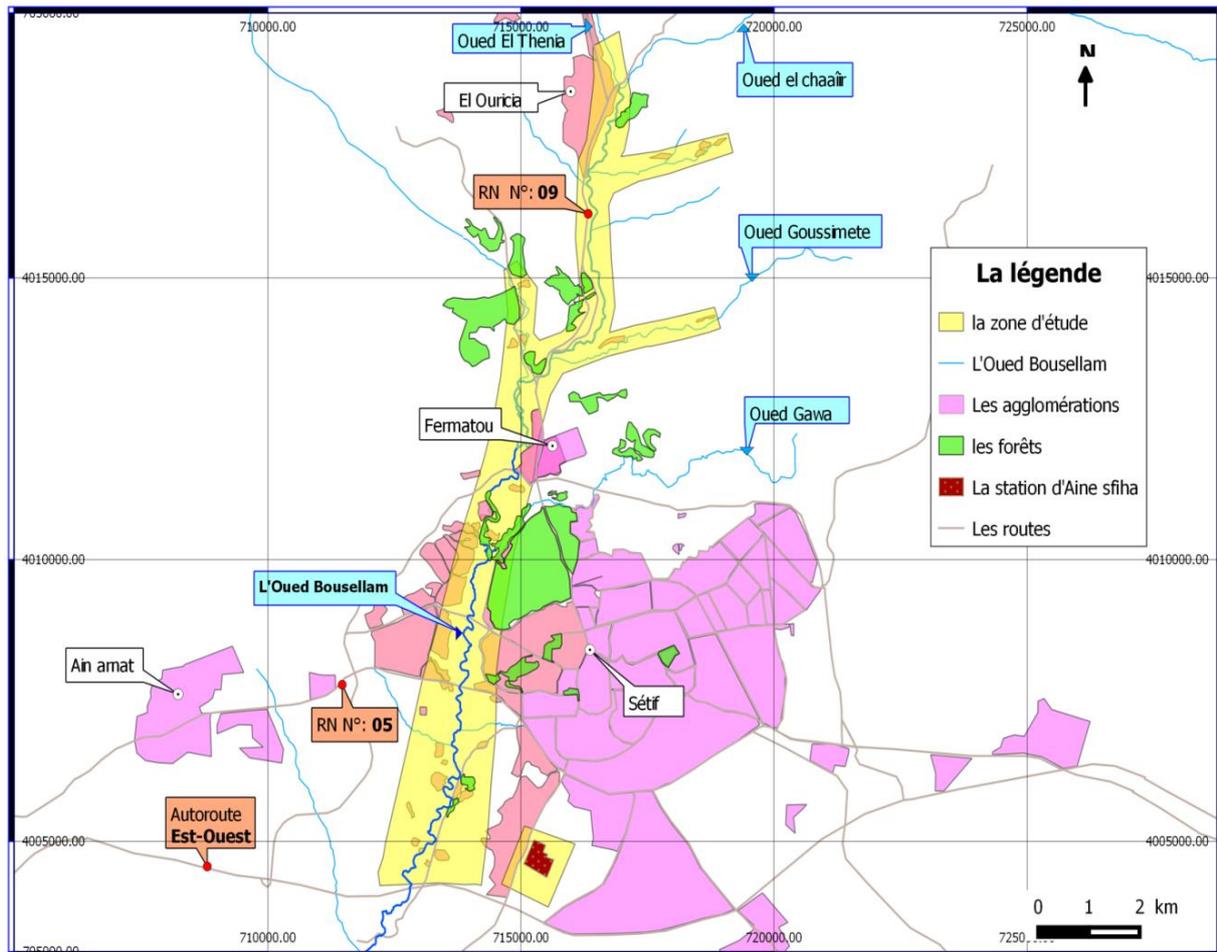


Fig. 05 : Localisation géographique de la Zone d'étude

3. Le cadre physique :

3.1 Caractères géo-pédologiques :

La commune de Sétif appartient par son relief aux Hautes plaines telliennes limitées au nord, par la chaîne des Babors, au sud par celle du Hodna. Une portion de la vallée de l'oued Bou Sellamy sillonne en passant à coté de la ville de Sétif.

La vallée du Bou Sellam est située dans sa totalité sur des roches calcaires quaternaires représentées par des alluvions actuelles et récentes. Le long du Bou Sellam, on distingue des roches calcaires appartenant au quaternaire, des apports d'alluvions récentes constituées de dépôts d'origine calcaire lacustre et des crottes villafranchienne avec horizons caillouteux sphéroïdes. La présence des dépôts d'alluvions lacustres, offrant habituellement une coloration rougeâtre assez prononcée caractérisant le Mio-Pliocène continental constitué par des sables, graviers, limons et argiles (Vila 1977).

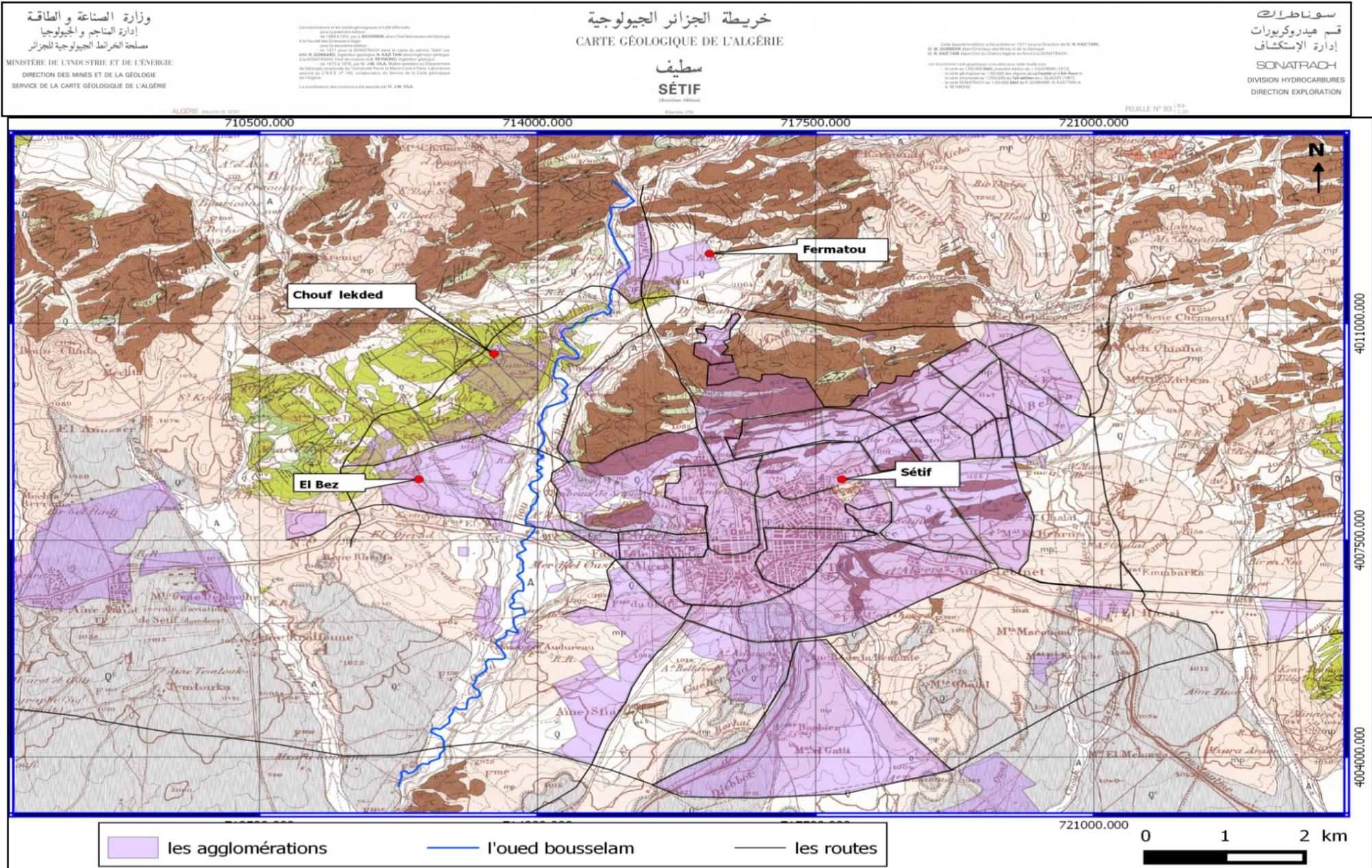
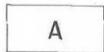


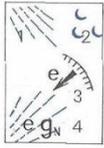
Fig. 06 : La carte géologique d'Algérie (Sétif) feuille : 93, à l'échelle 1/50 000 (modifiée en utilisant le QGIS).

TERRAINS SÉDIMENTAIRES

QUATERNAIRE

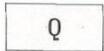


Alluvions actuelles et récentes.

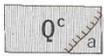


Eboulis

- 1 - à blocs.
- 2 - à gangue marneuse.
- 3 - en masse, avec indication de la niche d'arrachement.
- 4 - éboulis du Numidien.



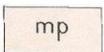
Terres arables, formations de pente, alluvions anciennes et Quaternaire indéterminé.



Calcaires lacustres et croûtes villafranchiennes avec horizons caillouteux datés par les sphéroïdes à facettes et la faune de grands Vertébrés de l'Aïn Hanech sur la feuille voisine d'El Eulma.

a - principaux niveaux de croûte.

MIO-PLIOCÈNE



Mio-Pliocène continental : sables, graviers, limons, argiles et calcaires lacustres rougeâtres.

FLYSCHS KABYLES

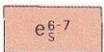
Nappe numidienne



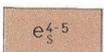
Barres de grès grossiers à intercalations argileuses.

FORMATIONS TELLIENNES

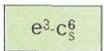
Unité supérieure à matériel éocène



Eocène moyen et supérieur : marnes noires, brunes ou grises à bancs et boules jaunes.



Yprésien-Lutétien inférieur : calcaires massifs bitumineux blancs à cassure noire et silex noirs : faciès à Globigérines, aspect parfois schisteux.



Maestrichtien supérieur à Paléocène : marnes noires parfois schisteuses à boules jaunes rares.

Nappe de Djemila



Eocène moyen (et supérieur ?) : marnes noires, brunes ou grises à bancs et boules jaunes.



Yprésien-Lutétien inférieur : calcaires bitumineux blancs à cassure noire et silex noirs : rares intercalations glauconieuses dans le tiers sud de la feuille.



Maestrichtien supérieur à Paléocène : marnes noires indifférenciées parfois à boules jaunes.



Campanien supérieur et Maestrichtien inférieur : calcaires bien réglés en bancs métriques, riches en débris au Nord, devenant lumachelliques aux Ouled Sabors.



Campanien à Maestrichtien inférieur marneux sombres à boules jaunes abondantes.



Santonien supérieur à Campanien : marmo-calcaires bien réglés à débris d'Huîtres de la périphérie du Djebel Anini.



Coniacien basal à Santonien : marnes grises à Rosalines et marmo-calcaires gris du pourtour de l'Anini.

AUTOCHTONE RELATIF DU DJEBEL ANINI



Coniacien supérieur à Santonien basal conglomératique (galets de c¹⁻²) ou noduleux ravinant le Turonien néritique de l'Anini (deux affleurements sur la terminaison est de l'Anini).



Cénomaniens supérieur à Turonien : dolomies, calcaires sparitiques à Rudistes et micrites à Cisalvéolines du Cénomaniens supérieur puis à Miliolidés turoniens.

TRIAS EXOTIQUE



Argiles varicolores, gypses broyés et cargneules.

3.2 Le réseau hydrographique :

Bou Sellam est un cours d'eau permanent, avec un lit large, 20m en moyen, et les deux flancs de la vallée s'abaissent vers l'oued avec un angle de 40° à peu près, à partir des deux côtés principaux du bassin versant de la région (Fenni, 1991)(fig. 09).

Il est le principal cours d'eau qui sillonne la région de Sétif, ce dernier est un affluent de l'oued Soummam qui verse dans la mer. Une grande partie de ces eaux est emmagasinée au niveau du barrage de Ain-Zada qui a une capacité de plus de 125 millions de mètres cubes.

Parmi les principaux ruisseaux qui alimentent oued Bou Sellam (fig. 07et 08).

- Oued Ouricia, venant de la partie Nord-est traversant la commune d'Ouricia.
- Oued Guessar, venant de la partie Nord-Ouest, qui alimentera le nouveau barrage d'Elmawane. Après la réunion de ces deux oueds auprès de 1 km au nord de Chikh el Aifail se rajoute :
- Oued Cheikh El Aïfa Nord-Est de la ville.
- Oued Kralfoune venant de la partie Nord-Ouest.
- Oued Guellal venant de la partie Sud-Est
- Oued Ftaïssia venant de la partie Sud.
- Oued Tixter ; venant de la partie Sud-ouest

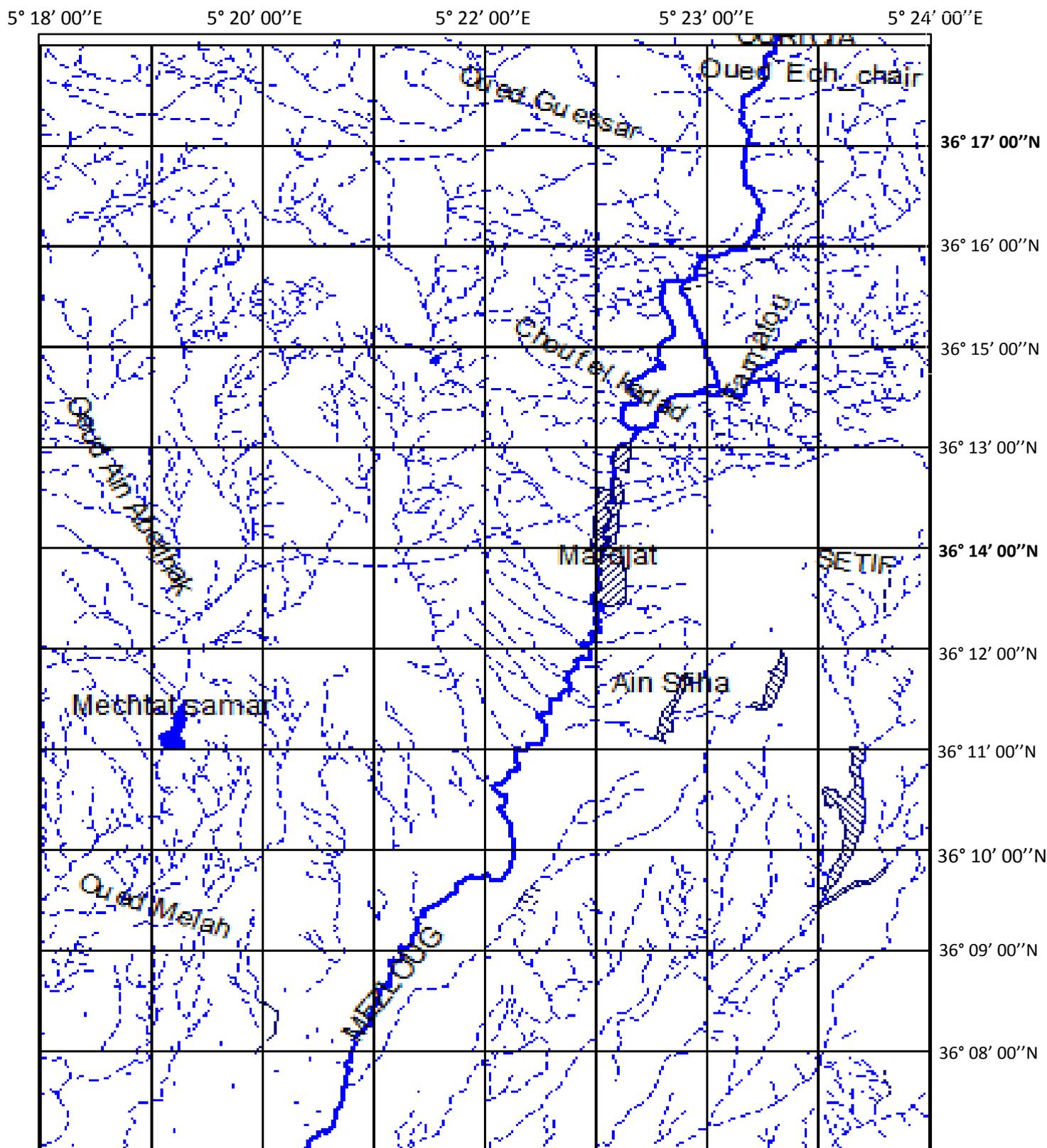


Fig. 07 : Carte hydrologique de la zone d'étude (l'Oued Bou Sellam) (Extrait de la carte d'état major de Sétif)

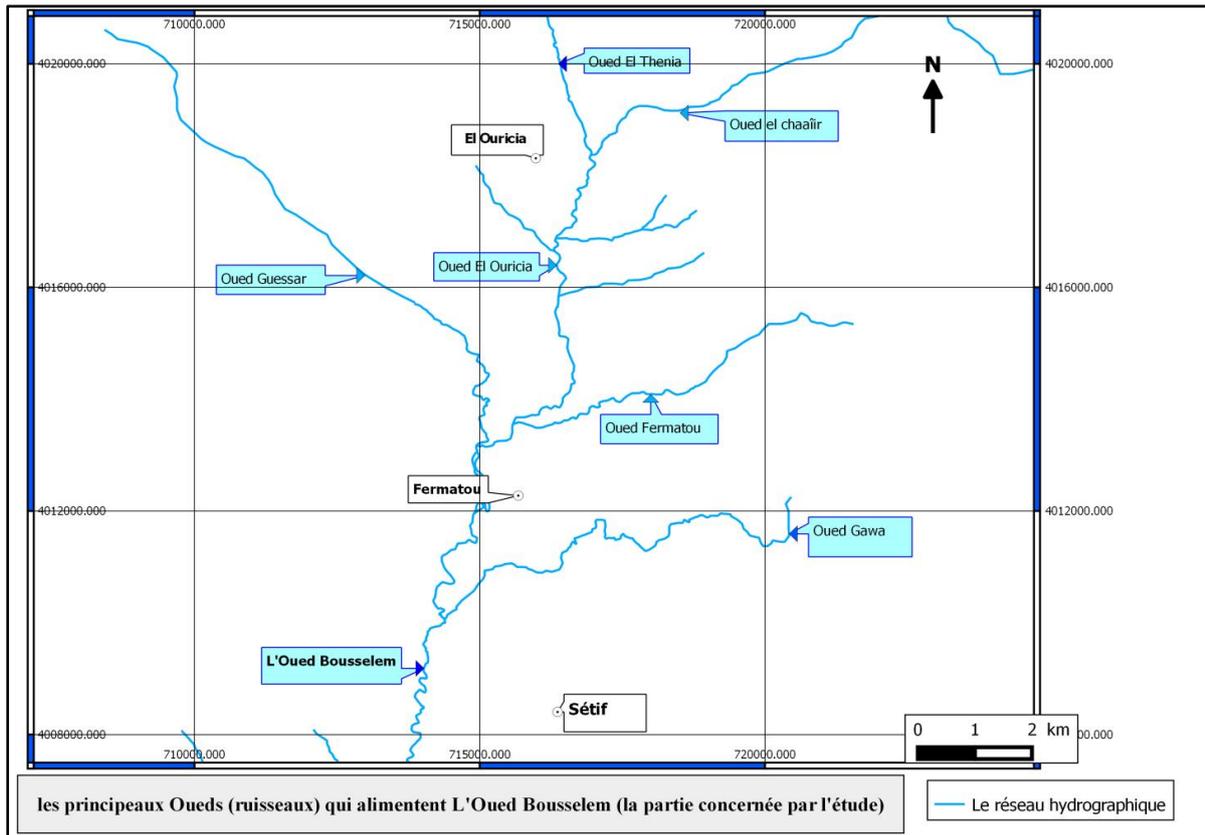


Fig. 08 : Les principaux Oueds qui alimentent l'oued Bou Sellam (Réalisée par le Qgis).

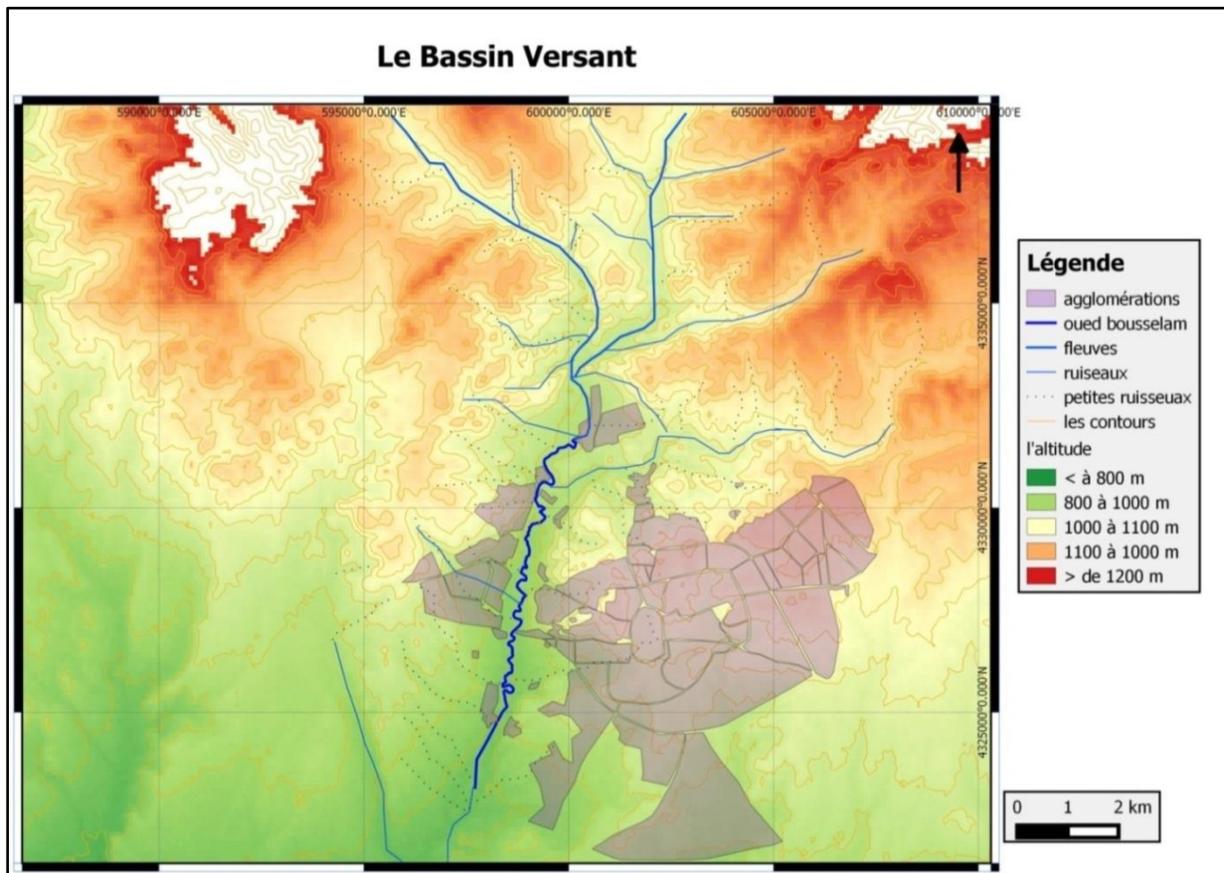


Fig. 09 : La topographie du bassin versant de la zone d'étude (réalisée par le SIG (Qgis))

4. Le Climat :

Les données climatologiques utilisées proviennent de la station climatologique de Sétif pour la période de 1981 jusqu'à 2013. Cette station météorologique se situe à Aine Sfiha au sud de la ville de Sétif.

Le climat de notre zone d'étude est de type méditerranéen continental semi-aride, caractérisé par deux saisons : l'une hivernale pluvieuse et fraîche, l'autre estivale sèche et chaude. La pluviométrie moyenne varie de 200 à 500 mm du sud au nord. Elle est très irrégulière avec une concentration en hiver et au printemps. La saison sèche s'étend généralement du mois de Mai à Septembre. Les caractéristiques descriptives de ce climat tiennent compte de plusieurs paramètres essentiels et d'ordre décroissant : les précipitations, les températures, les vents

4.1 Les précipitations :

4.1.1 La pluie :

a- Les répartitions annuelles des précipitations :

Les précipitations sont prises pour une période plus de 30 ans (de 1981 jusqu'à 2012), elles ont une moyenne annuelle de 401 mm par an. L'année la plus sèche a cumulé 200 mm en 1983, et l'année la plus pluvieuse a enregistré 585 mm en 2003, le nombre de jours moyen de précipitations est 122 jours par an.

On peut extraire les traits distinctifs des années les plus extrêmes (fig.10), on constate que les variations des quantités annuelles montrent presque 4 pics de bonne pluviométrie qui ont dépassé 500 mm (1982, 1984, 1992 et en 2003). En revanche on remarque 3 ans de sécheresse où la précipitation annuelle est moins de 300 mm en 1983 (200.1 mm), 1994 (272.4 mm), et en 2001 où elle a été de l'ordre de (251.3 mm).

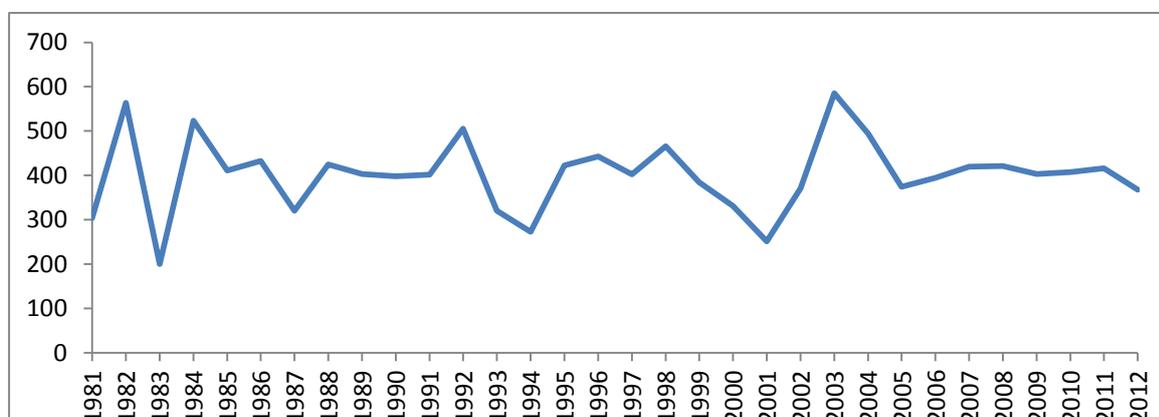


Fig.10 : variations interannuelles des précipitations (station d'Ain sfiha).

Tab. 02 : Les précipitations annuelles (station d'Ain Sfiha)

Années	p (mm)	années	p (mm)	années	p (mm)
1981	303,7	1992	505,2	2003	584,9
1982	563,2	1993	319,9	2004	494,1
1983	200,1	1994	272,6	2005	373,8
1984	523,1	1995	422,4	2006	394,5
1985	410,8	1996	442,4	2007	419,7
1986	432,3	1997	402,4	2008	421,2
1987	320	1998	465,3	2009	403
1988	424,6	1999	384,5	2010	407,3
1989	403	2000	331,2	2011	415,7
1990	397,8	2001	251,3	2012	367,6
1991	401,2	2002	370,7		

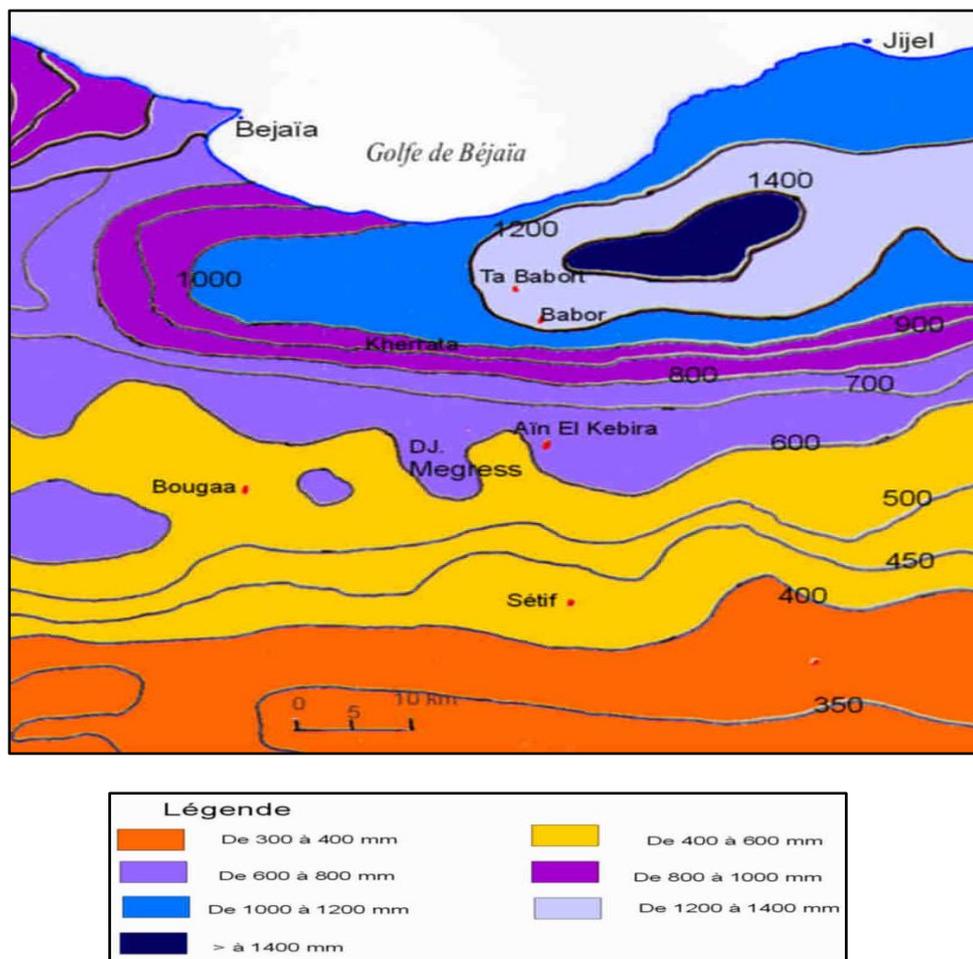


Fig. 11 : Carte pluviométrique (extrait de la carte pluviométrique de l'Algérie ANRH, l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques, 1993)

b- Les répartitions mensuelles et saisonnières des précipitations :

Le régime pluviométrique de la région de Sétif est de type H.P.A.E. Il présente une très grande variabilité au cours de l'année. On observe la moyenne la plus basse est enregistrée durant les mois de Juillet et Août avec 12.33mm et 14.07 mm, alors que les mois les plus pluvieux sont : Septembre, Décembre, Janvier et Mai avec de moyennes mensuelles de : 40.44mm, 45.60 mm, 41.44 mm , et 41.93. Il est constaté que les plus fortes chaleurs coïncident avec les précipitations les plus faibles (mois de juillet) et que période la plus pluvieuse coïncide souvent avec les températures minimales les plus basses (Fig.12).

Tab. 03 : répartition de la moyennemensuelle et saisonnière des précipitations entre 1981-2012 (station d'Ain sfiha).

Saisons	HIVER			PRINTEMP			ÉTÉ			AUTOMNE		
Mois	Déce.	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sept.	Octo.	Nov.
Σ de P (de 1981 à 2012)	1459,07	1326,17	1188,49	1084,48	1302,59	1341,68	671,04	394,50	450,17	1294,19	1090,94	1211,76
Moyen = Σ p/32 ans	45,60	41,44	37,14	33,89	40,71	41,93	20,97	12,33	14,07	40,44	34,09	37,87
Quantité de P par saison	124,18			116,52			47,37			112,40		
Pourcentage	31,01%			29,10%			11,83%			28,07%		

Pas une grande différence des précipitations entre saisons. On constate que la saison la plus pluvieuse est l'hiver de 30.01% avec une faible différence par rapport au printemps avec 29.10% et l'automne avec 28.07%, enfin, la saison la plus sèche est l'été avec 11.83% de précipitation annuelle.

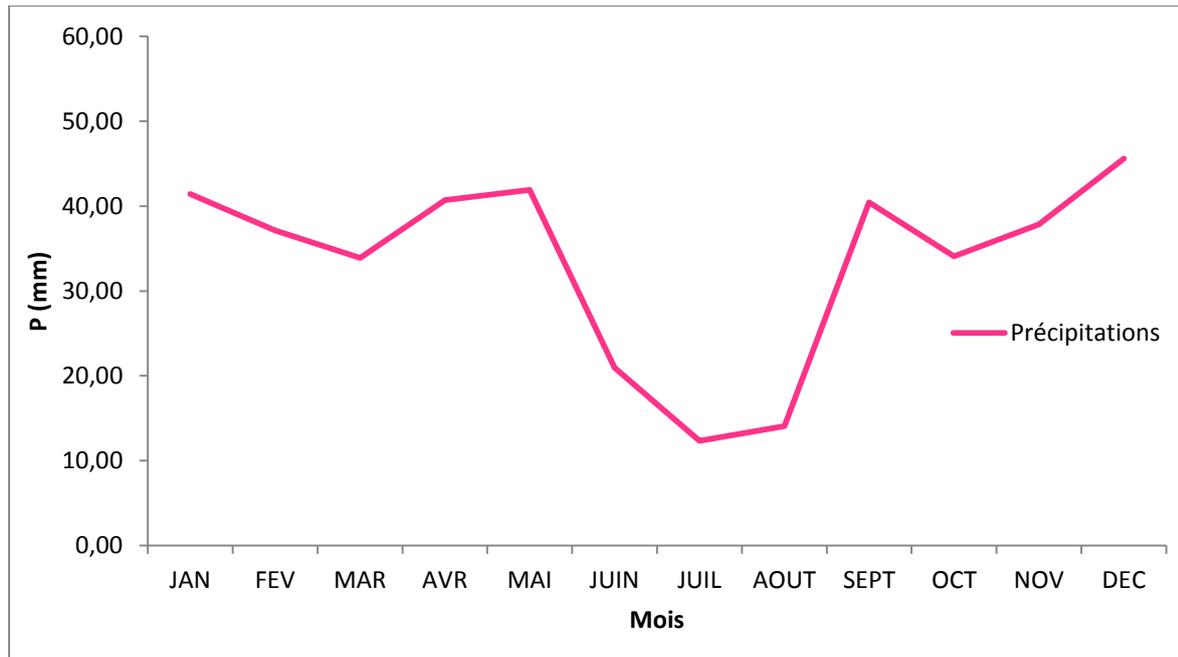


Fig. 12 : variations mensuelle des précipitations

c- Les précipitations à long durée :

Des études du régime des précipitations ont été élaborées par Seltzer (1946) pour la période 1913-1938, Gausson et Bagnouls (1948) pour la période 1913-1947, et Chaumont et Paquin (1971) pour la période 1913-1963(Sersoub, 2012).

Tab.04 : Précipitations à long terme (Sersoub, 2012).

Station	Faiseur	Période	Moyenne
Sétif1081 m	Seltzer	25 ans(1913 -1939)	469 mm
Sétif1081 m	Bagnouls& Gausson	34 ans (1913- 1947)	458 mm
Sétif1081 m	Chaumont &Paquin	50 ans(1913-1963)	417 mm
Sétif1033 m	Station ONM	32 ans (1981-2012)	401 mm

4.1.2 L'enneigement :

La quantité du neige décroît du nord au sud, la station météorologique a enregistré le nombre des jours neigeux en moyen de 13 à 15 jours par an, et leur intensité diffère d'un an à l'autre, elle est une source primordiale d'alimentation des nappes phréatiques par des grandes quantités d'eau.

4.1.3 La grêle :

Elle a un effet néfaste sur la végétation bien qu'elle tombe en moyen 01 à 02 jours par an. Son rôle est très important dans le milieu écologique, parce qu'elle est étroitement liée aux conditions locales.

4.2 Les températures :

Tab. 05 : moyen mensuelle des températures en Celsius de 1981 à 2012

Mois	JAN	FEV	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUILL	AOUT	SEPT	OCTB	NOV	DEC
M	9,59	10,88	13,66	17,41	22,56	27,84	35,35	33,74	26,79	21,37	14,43	10,21
m	1,78	2,31	4,75	6,49	11,1	16,87	20,12	20,78	15,61	10,63	6,17	3,83
M+m/2	5,685	6,595	9,205	11,95	16,83	22,355	27,735	27,26	21,2	16	10,3	7,02
M-m	7,81	8,57	8,91	10,92	11,46	10,97	15,23	12,96	11,18	10,74	8,26	6,38

Où :

M : moyen des températures mensuelle maximales

m : moyen des températures mensuelle minimales

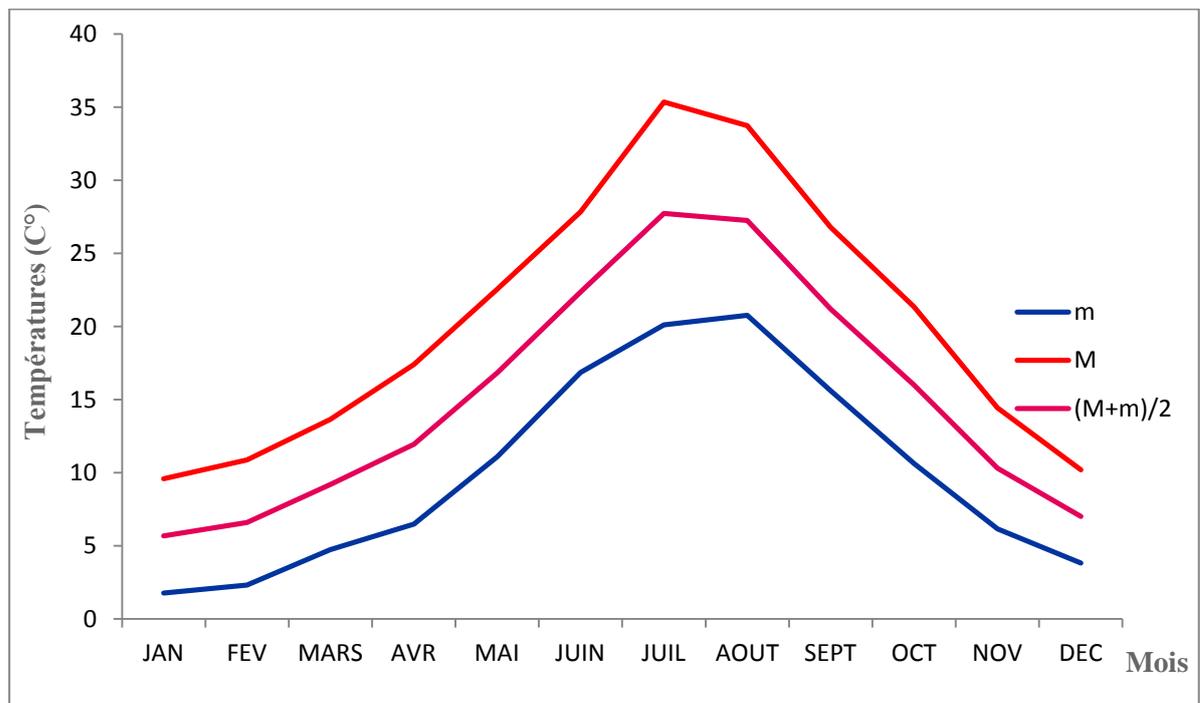


Fig. 13 : les variations mensuelle des températures.

b. Amplitude thermique moyenne, Indice de continentalité :

L'amplitude thermique annuelle est la différence entre la moyenne des maxima du mois le plus chaud et la moyenne des minima du mois le plus froid. Cette valeur pourra être utilisée pour exprimer l'évaporation, en l'absence de mesures directes des paramètres. Elle permet de définir quatre sortes de climats (Debrach, 1953).

- Climat insulaire : $M-m < 15^{\circ}\text{C}$;
- Climat littoral : $15^{\circ}\text{C} < M-m < 25^{\circ}\text{C}$;
- Climat semi continental : $25^{\circ} < M-m < 35^{\circ}$;
- Climat continental : $M-m > 35^{\circ}\text{C}$.

L'amplitude thermique, de notre zone a une valeur de 31.62°C , Alors Oued Bou Sellam situe la dans le climat semi Continental (Fig. 14).

Tab. 06 : L'amplitude thermique (source : station Ain sfiha Sétif)

Mois	JAN	FEV	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUILL	AOUT	SEPT	OCTB	NOV	DEC
T° mini extrêmes	-9,27	-6,46	-4,15	-3,19	-1,11	2,72	10,12	9,60	6,12	1,36	-1,45	-4,24
T° maximal extrêmes	26,11	29,47	36,32	41,78	45,12	49,06	50,36	47,14	45,38	38,25	37,24	24,60
(M+m)/2	8,42	11,51	16,09	19,30	22,01	25,89	30,24	28,37	25,75	19,81	17,90	10,18

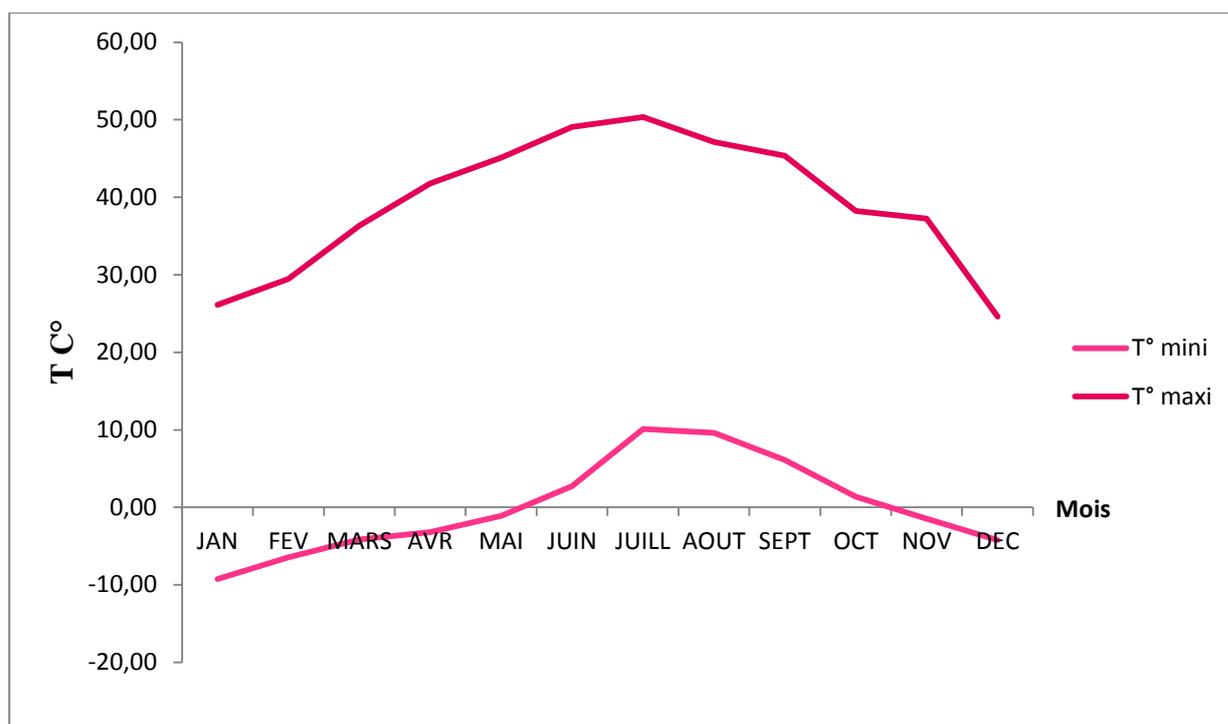


Fig.14 : variations de la moyenne des températures mensuelles de la série (1981-2012).

D'après la figure on constate que la température minimale absolue abaisse à des valeurs au-dessous du zéro pendant sept mois, en outre, la température maximale absolue dépasse les 40°C dans six mois comme des cas extrêmes. L'amplitude thermique absolue est assez stable, sa plage de variations mensuelle est de l'ordre de 19.5 °C. Mais elle atteint son maximale (49.1°C) en mai qui coïncide avec le pic des précipitations moyennes mensuelles de l'ordre de 46.1 mm et ce mois et la période de l'infloraison maximale de tous les végétaux.

4.3 Autres données climatologiques :

4.3.1 Le vent :

Dans notre région la direction des vents est influencée par les reliefs, et d'après la rose des vents (fig. 15) on constate que la quasi domination des vents est celle du ouest (w), et nord-ouest (NW), surtout ceux pour la première et la deuxième classe.

Tab.07 : vitesse moyenne mensuelle des vents en (m/s) la période (2000-2012)

Mois	JAN	FEV	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUILL	AOUT	SEPT	OCTB	NOV	DEC
Moyenne	2,5	2,9	2,8	3,2	3,0	2,7	2,9	2,8	2,5	2,3	2,8	2,7

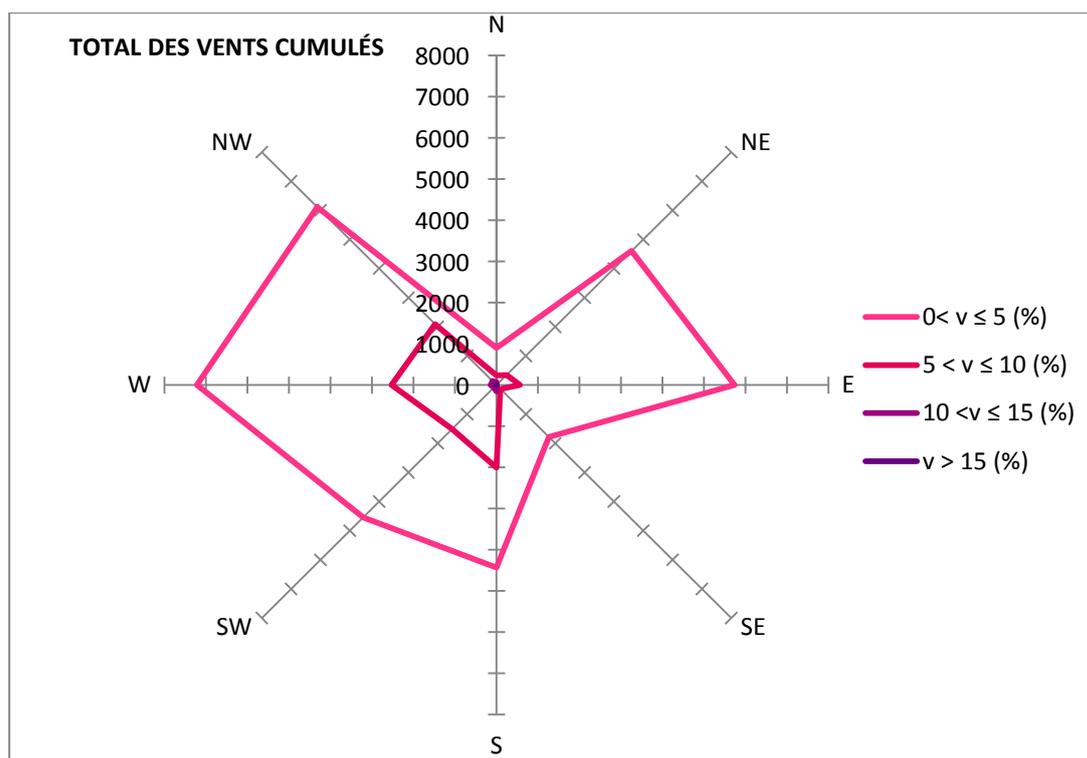


Fig. 15 : La rose des vents.

Tb.08 : Les vents qui soufflent sur Sétif (station d'Ain Sfiha , Sétif).

vitesse/classe		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
classe 1	totale/classe 1	898	4607	5737	1785	4433	4545	7220	6112
	0 < v ≤ 5 (%)	12%	6%	8%	2%	6%	6%	10%	8%
classe 2	total/classe 2	234	344	561	134	2006	1514	2528	2092
	5 < v ≤ 10 (%)	3%	0%	1%	0%	3%	2%	3%	3%
classe 3	total/classe 3	73	1	7	8	155	89	144	135
	10 < v ≤ 15 (%)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
classe 4	total/classe 4	4	0	0	0	5	1	0	6
	v > 15 (%)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Le sirocco : sa moyenne annuelle est de 6 jours, il manifeste surtout les mois du Mai, Juin et Juillet alors que, son maximum a atteint 13 jours par mois en juin 2006.

4.3.2 L'humidité relative :

C'est le rapport exprimé en pourcentage entre la teneur réelle de l'air en vapeur d'eau à la capacité maximale que ce dernier peut en contenir en saturation (Ramade, 1993).

Tab.09 : Humidité moyenne mensuelle en (%) pour la période 1981-2012

Mois	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUIL	AOU	SEP	OCT	NOVE	DEC	moyenne globale(%)
Moyenne En (%)	76,8	74,9	68,6	65,3	59,7	47,7	39,8	43,0	57,4	65,6	75,1	79,5	62,8

On constate que la moyenne mensuelle de tous les années est relativement stable dans la valeur (62.8%), ou se prend sa maximum toujours en hiver dans le mois de décembre (9.5%), et son minimum en été dans le mois de juillet (39.8%).

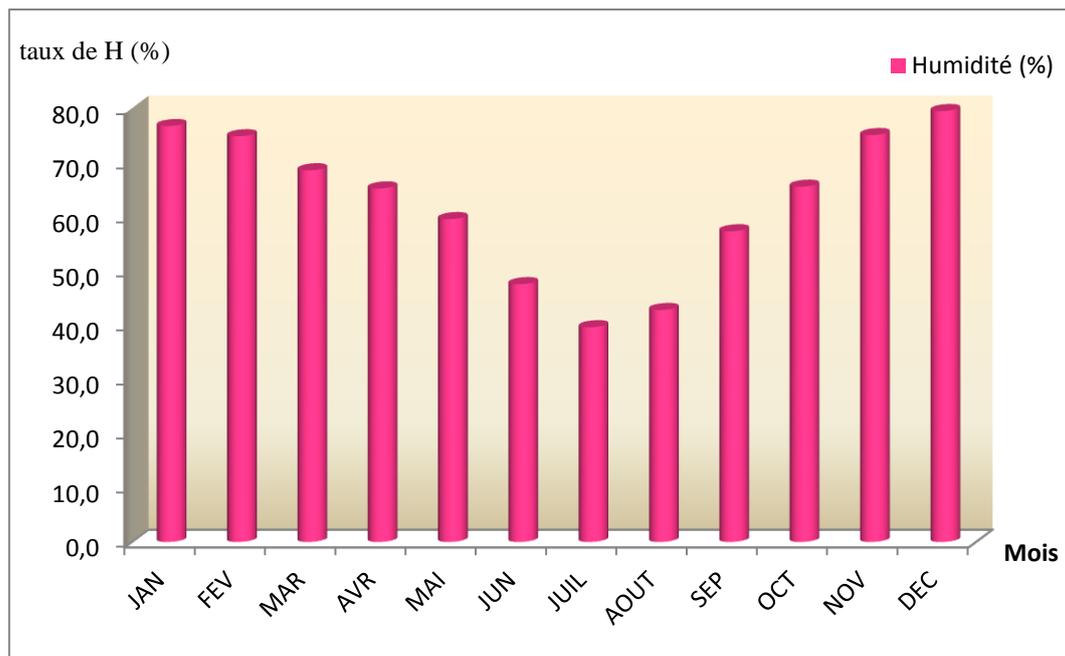


Fig. 16 : les moyennes mensuelles de l'humidité sur la période 1981-2012.

4.3.3 L'évaporation :

La moyenne annuelle de l'évaporation de la période (1981 à 2012) est de 1964.72 mm, elle atteint son maximum dans la saison estivale avec une moyenne mensuelle de 348.2 mm en Juillet, et 321.11 en Aout, ceci est expliqué par les fortes températures.

Tab.10 : Les moyennes mensuelles de l'évaporation pendant la durée (1981-2012)

Mois	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUN	JUL	AOUT	SEP	OCT	NOV	DEC
moyenne en mm	67,71	78,81	108,76	131,84	179,83	268,74	348,2	321,11	199,6	137,3	71,78	60,17

5. Synthèse bioclimatique :

Plusieurs auteurs se basent sur le diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausсен (1975) en vue de déterminer la période la plus sèche de l'année et la plus humide. Le Quotient pluviométrique d'EMBERGER (1952,1955), il permet de classer et de caractériser le climat méditerranéen en étages.

5.1 Diagramme Ombrothermique de BAGNOULE & GAUSSEN :

Le diagramme Ombrothermique de (BAGNOULS et permet de suivre les variations mensuelles de la période sèche, il est représenté à travers un diagramme ou $P = 2T$. Un mois donné est considéré comme sec quand $P < 2T$ c'est-à-dire quand la courbe des précipitations (P) est en dessous de celle de la température (2T). Inversement, quand $P > 2T$, le mois est considéré comme humide.

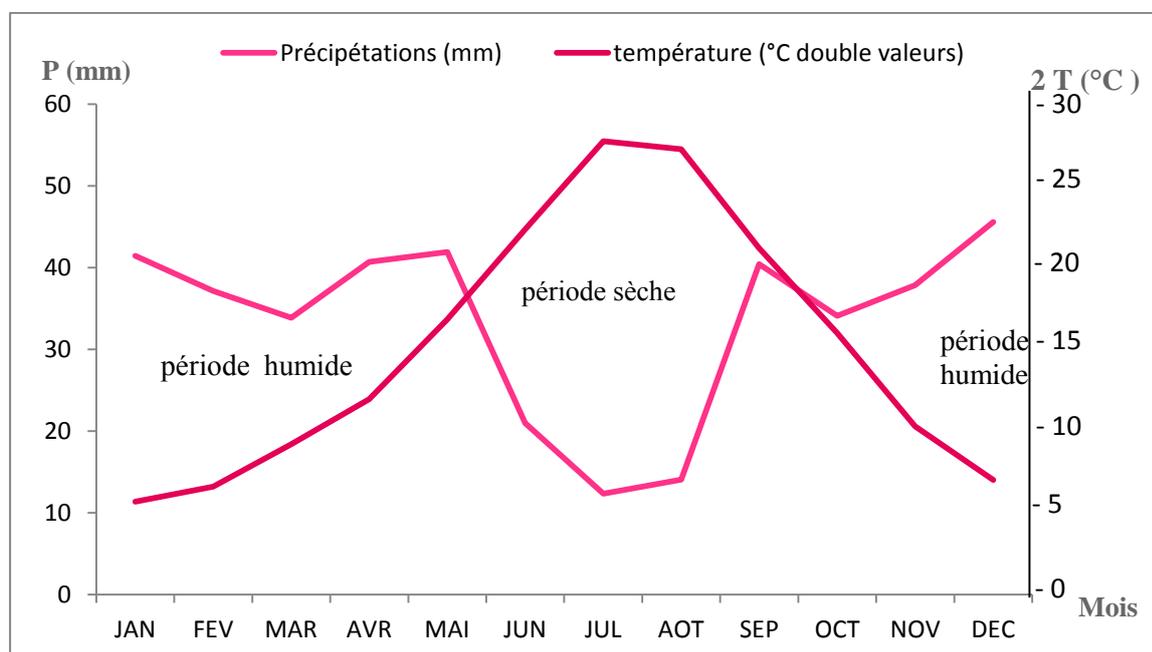


Fig. 17 : Diagramme ombrothermique de BAGNOUL et GAUSSEN pour la région de Sétif.

Le régime climatique de Sétif se caractérise par une très forte sécheresse estivale (juin–juillet–août). En dehors de cette période on constate que le climat est plus au moins humide.

5.2 Le Quotient pluviothermique d'EMBERGER :

Il permet de connaître l'étage bioclimatique de la région et de donner une signification écologique du climat. Cet indice est exprimé par la formule suivante :

$$Q_2 = \frac{1000 P}{\frac{(M+m)(M-m)}{2}} \quad \Rightarrow \quad Q_2 = \frac{2000 P}{M^2 - m^2}$$

Où :

P : la moyenne annuelle des pluies en (mm).

M : la moyenne des températures maximales du mois le plus chaud en (°k)

m : la moyenne des températures minimale du mois le plus froid, en (°k)

N.B : (°k) c'est-à-dire que les températures sont exprimées en degrés Kelvin où :

$$T (^{\circ}k) = T (^{\circ}C) + 273,15.$$

Le climat méditerranéen peut être divisé en trois étages selon la valeur de m :

- froid : $m < -1$
- moyen : $-1 < m < 2$
- chaud : $m > 2$

Et cinq formes selon la valeur de Q2:

- $Q_2 < 12$ **Saharien ou désertique** $P < 100$ mm/an
- $12 < Q_2 < 30$ **Aride** $100 < P < 300$ mm/an
- $30 < Q_2 < 60$ **Semi-aride** $300 < P < 600$ mm/an
- $60 < Q_2 < 100$ **Sub-humide** $600 < P < 900$ mm/an
- $Q_2 > 100$ **Humide** $P > 900$ mm/an.

Le calcul de quotient pluviométrique donne les valeurs suivantes :

paramètres	précipitations (mm)	M		m		M ² -m ² (°K)	Q ₂	étage bioclimatique
		(°c)	(°k)	(°C)	(°K)			
Sétif (1981-2012)	401	35,35	308,5	1,78	274,93	19585,75	40,95	semi-aride, frais

En utilisant les deux valeurs (Q₂) et (m) pour définir les étages bioclimatiques qui sont reconnues par référence à un climagramme comportant un réseau de lignes séparatrices dans un espace orthonormé portant en ordonnées (Q₂) et en abscisse le (m), de ce fait, Sétif est positionné dans l'étage d'un climat semi aride avec un hiver frais (Fig. 18).

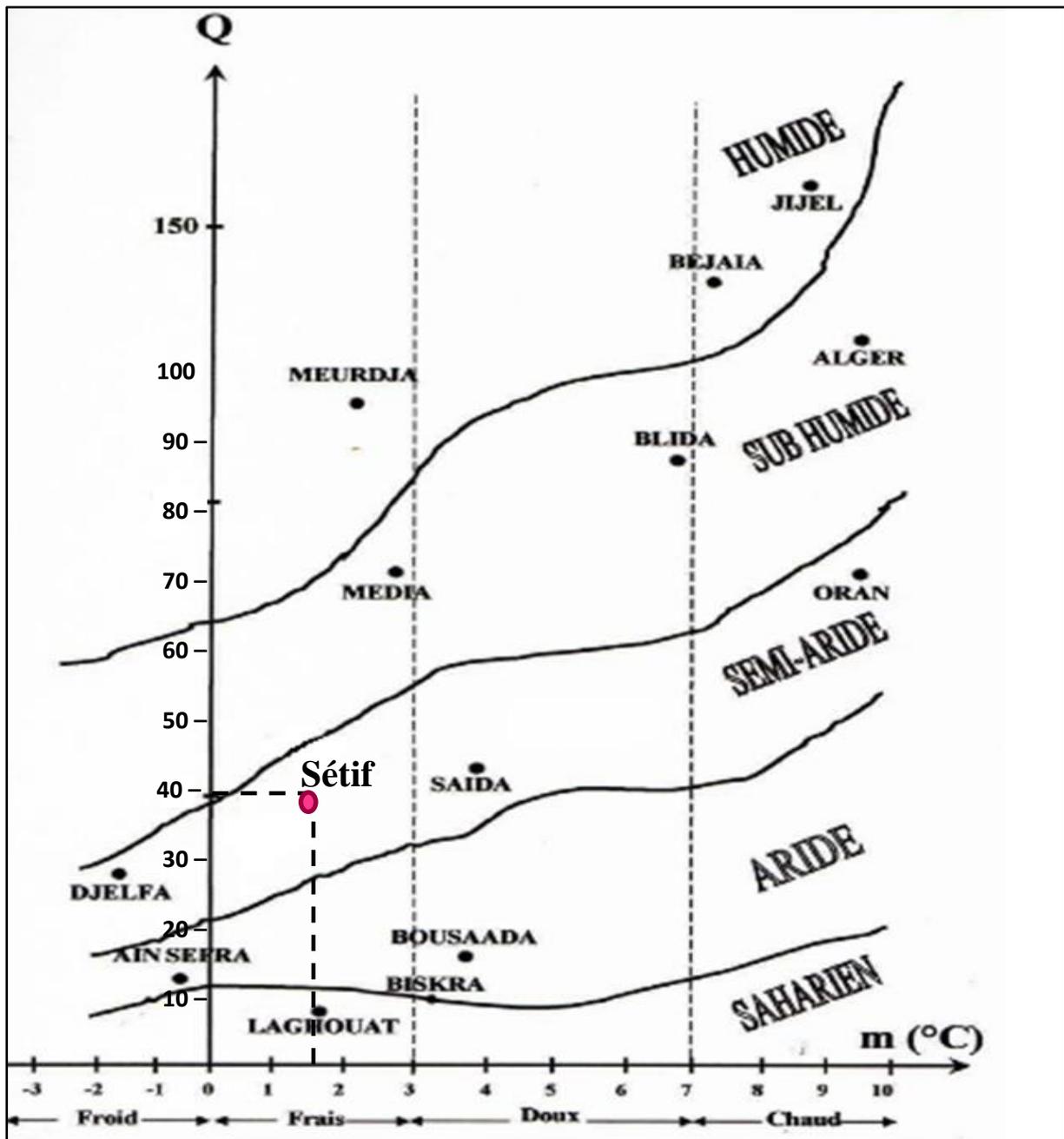


Fig.18 : Situation de Sétif dans le Climagramme pluviothermique d'Emberger.

6. Le contexte écologique de la vallée de Bou Sellam :

La vallée de Bou Sellam, est un endroit de prairies de pâturage pour divers animaux d'élevage, d'habitat et maintient une faune importante. La végétation environnante est représentée par des prairies et d'une végétation ligneuse (Orme, saule, peuplier...), servant d'alimentation et de dortoirs pour certains oiseaux. Les berges des rivières présentent des successions végétales d'une grande diversité, elles sont soumises à un rajeunissement périodique mais toujours

partiel et abritent ainsi une mosaïque végétale composée d'unités aquatiques, semi-aquatiques et terrestres (Sersoub, 2012).

6.1 Les forêts riveraines :

Les forêts riveraines sont les formations arborescentes et arbustives aux berges de l'oued, même dans sa vallée. Elles apparaissent soit sous forme de forêt galerie, soit sous forme d'arbustes ripulaires. Ces formations constituent, en fait, un complexe de communautés souvent à l'état fragmentaire, principalement on distingue :

a) La frênaie :

La frênaie est une forêt mixte de frêne, d'orme et de peuplier blanc ; elle constitue la couverture extérieure de la forêt riveraine. Sa composition floristique est la suivante (Gharbi, Y., 1999):

- **Strate arborée :**

-*Fraxinus angustifolia* Vahl;

-*Ulmus campestris* L.;

- *Populus alba* L.

- **Strate arbustive :**

-*Ulmus campestris* L. ; - *Populus alba* L.;

- *Fraxinus angustifolia*; - *Crataegus oxyacantha* L.;

- *Rubus ulmifolius* Schott; - *Rosa sempervirens* L.

- **Strate herbacée :**

-*Asphodelus microarpus* Salzmet; - *Viola odorata* L.;

- *Agrimonia eupatoria*; - *Galium mollugo* L.

b) La peupleraie blanche :

Elle est structurée en trois strates, la futaie de peuplier blanc constitue la strate arborée ; la strate arbustive est dominée par le peuplier ainsi. Sa composition floristique est la suivante (Gharbi, Y., 1999) :

- **Strate arborescente :**

-*Fraxinus angustifolia*; - *Populus alba* L.;

- **Strate arbustive :**

- *Fraxinus angustifolia* ; - *Crataegus monogyna*;

- *Rosa sempervirens* L.; - *Rubus ulmifolius* Schott.

Chapitre II : Description du site d'étude

- **Strate herbacée :**

- *Carex muricata*L.; - *Equisetum ramosissimum*Desf;

-*Loschoenus romanus*L.;- *Juncus glaucus*Ehrth;

-*Sonchus maritimus*L.;- *Lasrofulariasambucifolia* L.

c) La Saulaie :

On distingue deux types de saulaie ; la saulaie blanche de grande taille, très claire, elle borde l'ensemble forestier et riverain del'Oued Bou Sellam. La saulaie pourpre (arbustes ripuaires pionnière) est une saulaie arbustive qui se présente sous l'aspect d'un fourré dense (Zitouni, 1991).

CHAPITRE III :

Matériel &

Méthodes

CHAPITRE III : Matériel et Méthodes

1. Introduction :

Qu'est-ce qu'une enquête ? : « Une enquête est une activité organisée et méthodique de collecte de données à l'aide de concepts, de méthodes et de procédures bien définis. Elle est suivie d'un exercice de compilation permettant de présenter les données recueillies sous une forme récapitulative utile » (Fellegi, 2003). Cette enquête n'est pas une simple exécution d'un protocole (l'administration d'un questionnaire par exemple), elle se rapproche plus d'un processus dialectique entre une problématique théorique et le terrain de recherche, à cet égard, le chercheur doit posséder des capacités d'adaptation, d'analyse et de décision, ainsi, il doit surmonter les aléas et travailler dans l'incertitude (Fellegi, 2003).

Une enquête comprend plusieurs étapes liées entre elles, notamment, la définition des objectifs, la sélection d'une base de sondage, le choix du plan d'échantillonnage, la conception de l'outil d'enquête (par ex : le questionnaire), la collecte et le traitement des données, l'analyse et la diffusion des données, et la documentation de l'enquête (Vilatte, 2007). Avant d'entamer ces étapes, on doit déterminer et préciser la ou les méthodes d'enquête convenable à suivre pour atteindre les objectifs prévus, on doit préciser deux paramètres fondamentaux qui contrôlent ce choix :

1.1 Définir l'objet de l'enquête :

Sur quoi porte l'enquête, ainsi que les moyens matériels (contraintes de budget et de temps). A l'état naissant de l'idée d'enquête il y a une intention de mieux connaître le public, savoir pourquoi on ne peut toucher tel ou tel public, fidéliser, connaître la satisfaction... L'intention indique ici une direction, mais ne précise pas ses objectifs. Pour faire une enquête par questionnaire, il est alors nécessaire de préciser l'intention, de délimiter l'objet, ce qui permettra une estimation plus juste des moyens nécessaires et la méthode suivie (Vilatte, 2007).

A l'égard de cette définition, on cite les objets de notre enquête comme suivant :

- L'enquête se vise sur le problème de la pollution des eaux de l'oued Bou Sellam ; donc l'objet étudié (les eaux polluées) et la zone d'étude (l'oued Bou Sellam) sont deux cibles fondamentales par l'enquête.
- Les différentes populations qui entre directement ou indirectement dans l'étude (les agriculteurs, les habitants limitrophes) sont des objets principaux dans notre enquête.

- Les différentes institutions étatiques qui entrent en relation directe et indirecte dans l'étude (notamment la direction d'hydraulique et d'agriculture).
- Les différentes infrastructures : l'assainissement du réseau de collecte des eaux usées, les lotissements branchés a cet assainissement etles maisons limitrophes existants.
- La personne qui va faire cette enquête (le chercheur) avec le matériel qui lui permet d'achever ce travail.

Pour que nous puissions prendre la décision « quel méthode d'enquête on utilise » il nous reste deconfigurerles objectifs cibles par cette enquête :

1.2 Les objectifs et enjeux prévus par cette enquête :

Sont l'ensemble des motivations qui déclenchent la nécessité de cette enquête, on trace les objectifs suivants :

- Trouver, connaitre et repérerles différentessources de pollution par les eaux usées : il s'agit lespoints d'émissions qui provoquent cette pollution. D'où se déversement les eaux usées vers l'oued (les fuites, les cassures, les obstructions dans l'assainissement, etles maisons responsables,..), cela, afin de les délimiter,les cartographier et créer une base de données.
- l'objectif primordial estde connaitre les causeset les impulsions qui amènent à l'existence de ces sources de pollution. Est-ce que ces déversements sont engendrés naturellement et/ou volontairement ?, quels sont les problèmes et les motifs qui engendrent ces sources ?. C'est de trouvé la réponse au problématique posées, alors, de prouver ou rejeter les hypothèses.
- La conceptiondespropositions et solutionsscientifiques pour réparer les problèmes envisagés par l'étude, notamment ceux concernant les déversements des maisons.

Après qu'on a déterminé les objetset les objectifs de notre enquête,on a entamé deux méthodes d'investigation successifs : la première constitue la plateforme à la deuxième et cette dernière illustratif de la première,l'une visuelle directe '**l'enquête par observation et la cartographie**' et l'autre interrogatoire '**l'enquête par questionnaire**'.

En premier lieu, on doit commencer nos investigations par des sorties sur terrain, c'est l'enquête par observation directe, qui est le fait de se rendre sur le lieu du problème exacte, cela,pour détermineret repérer les sources de la pollution (c'est d'encadrer le problème).

La deuxième enquête fait référence à des questionnaire lancé aux différents personnages et directions, en vue de récolter des réponses à la question principale.

2. L'enquête par observation directe et la cartographie :

Pour bien organiser le travail et de ne pas confondre entre les notions et phases optées, on va diviser cette démarche en deux étapes principales selon l'ordre successif de la réalisation de chaque étape : l'enquête par observation ensuite la cartographie.

2.1 L'enquête par l'observation directe :

Cette enquête constitue l'élément primaire et de départ de tous nos investigations, c'est la matière première pour réaliser la cartographie, ainsi elle est primordiale pour réaliser l'enquête par questionnaire, par ce qu'elle constitue la base de toutes les informations nécessaires pour élaborer le questionnaire.

2.1.1 Définition : Dans les enquêtes avec observation et mesure directe, les enquêteurs font la collecte des données par observation où ils prennent les mesures en s'appuyant sur leurs yeux, ou à l'aide des instruments. L'erreur de mesure peut être due à l'enquêteur ou à l'outil de mesure. Lors d'une enquête sur le poids des gens, par exemple, si la balance n'est pas bien calibrée, les poids ne seront pas correctement déterminés (Fellegi, 2003).

2.1.2 La méthode : des enquêtes visuelles sur terrain ont été effectuées pour trouver et repérer toutes les sources d'émission des eaux usées dans l'oued, à partir d'El Ouricia jusqu'à Mezloug. On a parcouru cette zone à pied 4 fois en 2014, et 6 fois en 2015, par des sorties réparties sur le long de l'année pour éviter la citation des sources de pollution réparées, ainsi pour noter les nouvelles sources engendrées (essayer de l'exhaustivité). On a fait ce travail par la manière suivante :

- En marchant à pied le long de la zone, en suivant pas à pas le réseau d'assainissement existant dans notre zone d'étude en cherchant et en constatant par l'œil nu pour trouver tous les points de déversements existants et de prendre leurs coordonnées: les fuites, les cassures, les obstructions...
- En marchant à pied le long de la zone en cherchant de trouver tous les maisons qui déversent leurs eaux usées dans l'oued et de prendre leurs coordonnées.

2.1.3 Le matériel utilisé :

On a utilisé comme matériel dans cette étape :

- L'enquêteur : c'est le chercheur lui-même qui a fait cette enquête, en tant qu'il est concerné par l'étude, il est habile et doté de toutes les connaissances et notions qui lui aident de connaître et distinguer les sources de pollution, et de différencier entre les différents cas.

-Un appareil photo et vidéo (type Sonny + appareil photo et vidéo du téléphone portable pour photographier les points d'émission des eaux usées, cartographier l'importance de la pollution dans chaque endroit et endifférentes dates en vue d'archiver etfaire des comparaisons.

-Des cartes aux mains : chaque sortie sur terrain l'enquêteur porte avec lui unimprimé de la carte topographique de la zone d'étude, et une carte d'assainissement existant dans cet endroit pour repérer les points d'émission qui se trouvent dans l'assainissement, ainsi pour prendre les repères des maisons polluantes sur ces cartes. Cesont les données les plus importantes à recueillir par cette façon.

- Un carnet et crayon : aux mains de l'enquêteur pour noter tous les remarques importantes relatives au sujet.

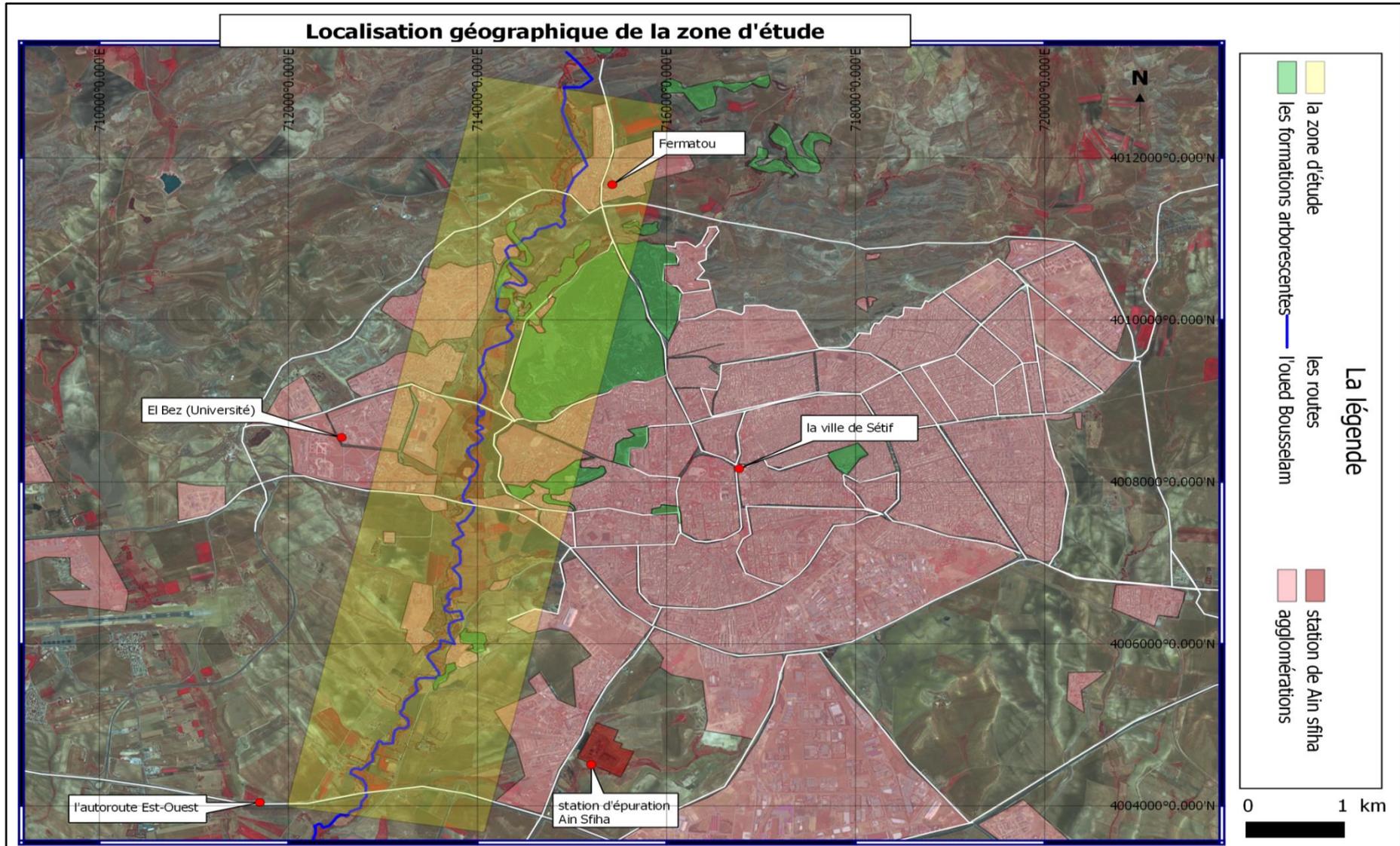


Fig. 19 : Les agglomérations et maisons qui entre dans la prospection comme sources de pollution

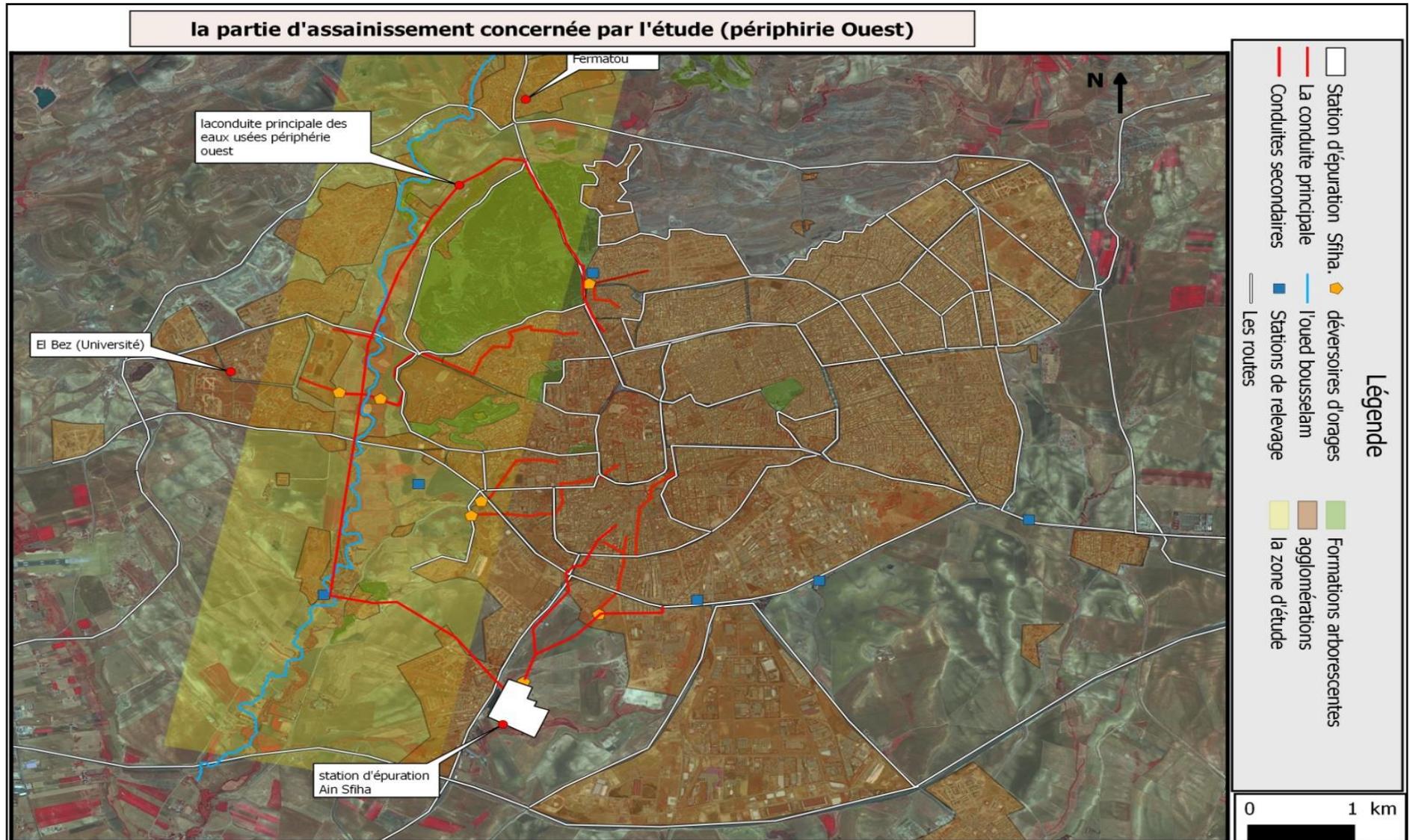


Fig. 20 : La partie des conduites des eaux usées et du collecteur qui entre dans la prospection.

2.2 La cartographie :

2.2.1 Définition :

Traditionnellement, les cartes sont créées pour répondre à deux fonctions principales. Le premier est le stockage d'informations, alors par la création d'une carte on constitue un moyen d'enregistrement des informations afin de pouvoir s'y reporter par la suite. La seconde est de fournir une image permettant de transmettre des informations spatiales à un utilisateur. L'objectif de la création d'une carte est essentiel à sa conception. Lors de la conception d'une carte, le cartographe doit connaître les réponses à un certain nombre de questions fondamentales, telles que : Qu'est-ce qui est cartographié ? A qui s'adresse la carte ? De quelle façon cette carte sera-t-elle présentée ? Seule ou dans le cadre d'un rapport ?

2.2.2 L'approche cartographique utilisée(SIG) :

L'utilisation des Systèmes d'Information Géographique (SIG) dans l'écologie s'est considérablement développée durant les dix dernières années. Le croisement dans le domaine de données spatialisées de type pédologique, géologique, agronomique, hydrologique ou géographique, facilite une démarche pluridisciplinaire nécessaire à la gestion intégrée des territoires(Michelin et all., 1995).

Un système d'information géographique est l'ensemble des matériels et logiciels informatiques ainsi que des données géographiques avec lesquels les utilisateurs interagissent pour intégrer, analyser et visualiser les données, identifier les relations, les schémas et les tendances et trouver des solutions aux problèmes. Ce système est destiné à la capture, au stockage, à la mise à jour, à la manipulation, à l'analyse et à l'affichage des informations géographiques. Un SIG sert habituellement à représenter des cartes sous forme de couches de données qui peuvent être étudiées et utilisées à des fins d'analyse.

2.2.3 La représentation géographique par (SIG): Lors de la conception d'une géo-database, les utilisateurs précisent comment certaines entités sont représentées. Les parcelles, par exemple, sont généralement représentées sous forme de polygones, alors que les rues correspondent à des axes, les puits à des points, etc. Ces entités sont regroupées dans des classes d'entités dans lesquelles chaque groupe possède une représentation géographique commune. Chaque jeu de données SIG propose une représentation géographique d'un aspect du monde, notamment :

- des ensembles ordonnés d'entités vectorielles (ensembles de points, lignes et polygone),
- des jeux de données topographiques,

- d'autres types de données, comme des adresses, des noms de lieux et des informations cartographiques.

Couches thématiques et jeux de données :

Avec le SIG on organise les données géographiques en couches thématiques et en tables. Les jeux de données géographiques d'un SIG étant géoréférencés, ils correspondent à des emplacements dans le monde réel et se superposent les uns aux autres.

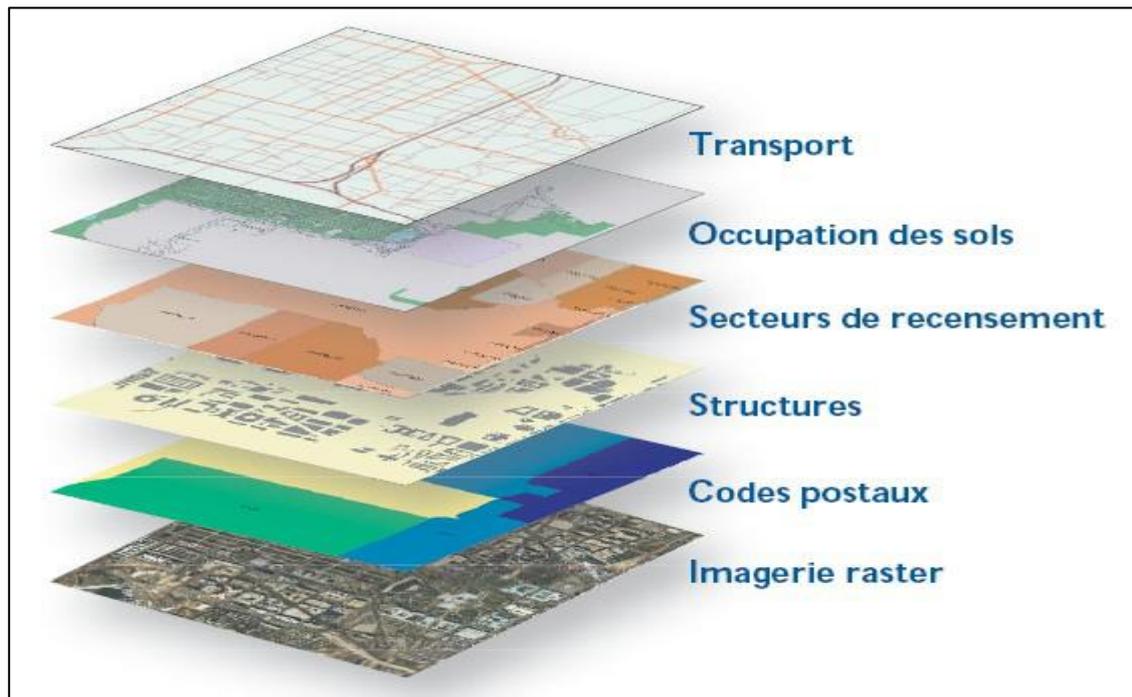


Fig. 21 : Le mécanisme de la superposition de différentes couche pour former une carte avec le SIG (ESRI-1, 2004)

2.2.4 La réalisation de nos cartes :

Pour créer chaque carte, on a adopté les étapes suivantes :

2.2.4.1 La détermination du projet cartographique : on doit établir l'objet et l'objectif de chaque carte :

- La création de la carte de la zone d'étude : pour délimiter les dimensions de la zone d'étude et de présenter ses composants.
- La carte du bassin versant : pour représenter la topographie de la zone d'étude (illustration du profil)
- La carte géologique de la région : pour illustrer les composants géologiques de la région
- La carte hydrographique : pour représenter le réseau hydrographique de la région.

- La carte de l'indice végétale : pour présenter la nature des composants végétatifs de notre zone d'étude.
- La carte du réseau d'assainissement existant dans la zone d'étude : c'est l'un des axes principaux sur lequel se déroule l'étude.
- La carte représentative des points de déversement des eaux usées existant dans l'assainissement : c'est le premier motif de l'étude.
- La carte représentative des maisons polluantes dans la zone d'étude : c'est le deuxième motif de l'étude.
- Une carte représentative de l'agglomération et infrastructures existant : pour illustrer leurs relations avec la pollution.

2.2.4.2 Les données à représenter :

Pour les représenter sur des fonds de carte, cette étape comporte deux types d'informations (les fonds de carte et les données à représenter) :

a. Les fonds de carte : sont le relevé des contours, de l'espace et le support à représenter sur lequel. On a utilisé pour la création de telle ou telle carte un fond de carte qu'il convient à l'objectif de la carte :

- On a utilisé les cartes satellite de la région de Sétif (spot et landsat2013) comme un fond pour la création de : la carte de la zone d'étude, la carte de l'indice végétation, la carte représentative de l'agglomération et infrastructures existant et la carte représentative de maisons polluantes dans la zone d'étude.
- On a utilisé la carte géologique d'Algérie (Sétif) feuille 93 : comme fond pour représenter les caractéristiques géologiques de notre zone d'étude.
- On a utilisé la même carte satellite pour télécharger la couche MNT par internet, utilisé pour la création de la carte du bassin versant et la carte hydrographique.
- On a utilisé la carte d'écoulement des eaux usées de la ville de Sétif (source : la direction d'hydraulique, Sétif) comme fond pour créer La carte représentative des points d'émission des eaux usées existant dans l'assainissement.

b. Le relevé des données statistiques : la matière qui a été représenté sur ces fonds de carte :

- A partir de notre motif de recherche on a délimité l'espace et les limites de la zone d'étude sur le fond de la carte satellite.
- A partir des études précédentes, nos besoins et l'analyse de la carte géologique d'Algérie (Sétif) feuille 93, on a déterminé les éléments à représenter sur ce fond.

-A partir de la carte satellite et les informations spectral qu'elle contient, on à réaliser la carte d'indice de végétation.

- A partir des repères récoltés, les données présentent sur googleearth et maps on a créé la carte descomposant du terrain sur la carte satellite. Les maisons polluants, la carte du bassin versant, et hydraulique

-La même procédure a été prise pour la création de la carte des points de déversement de l'assainissement.

2.2.4.3 L'établissement des cartes :

Enfin, un travail de sélection des informations, de conception graphique (icônes, styles), puis d'assemblage (création de la carte), et de renseignement de la carte (légende, échelle, rose des vents.....).Toute ces paramètres sont des options présentent largement dans les logiciels utilisés à cet égard, donc il reste que le concepteur (chercheur) choisi les symboles, les icones, les couleurs, les codes convenable à utiliser selon nos besoin.

Pour que nous puissions achever les cartes prévus en suivant la démarche mentionnée en dessus, on a utilisé les ressources et le matériel suivant :

a. Les données recueillis (la matière objectif à représenter) : c'est l'ensemble des données récoltés dans la phase de documentations et notamment dans l'étape de la prospection par observation directe sur terrain : les coordonnées enregistré de chaque source de pollution, les repères qui ont été pris pour les représenté dans des cartes et les différentes notes possible.

b. Les fonds de cartes : un fond carte est l'ensemble des informations de base qui permettent de dessiner notre carte et qui va supporter l'information géographique sur lequel on va représenter nos données.N'importe autre carte prédéfinie peut servir comme un fond de carte convenable à créer une autre carte. Dans notre travail on a utilisé les fonds de carte suivant :

- La carte satellite de la région de Sétif (spot et landsat 2013 et 2003). (Laboratoire Espaces Géographies et Sociétés (UMR6590 CNRS) Université du Maine, le Mans, France)
- La carte Google-earth et google-maps. (source : disponible sur internet)
- La carte géologique d'Algérie (Sétif) feuille 93 : (source : ministre de l'industrie et de l'énergie, Algérie)
- La carte d'écoulement des eaux usées de la ville de Sétif (la direction d'hydraulique, Sétif).

c. Les logiciels du SIG utilisés: pour représenter nos données récoltés sur les fonds de cartes pré-mentionnés, on doit utiliser des logiciels du SIG, par lesquels on élabore nos cartes, les logiciels utilisés dans notre travail sont les suivants :

QGIS.2.4.0 : est un logiciel de SIG libre qui a débuté en mai 2002 et s'est établi en tant que projet sur Source Forge en juin 2002. QGIS se veut être un logiciel SIG simple à utiliser, fournissant des fonctionnalités courantes. Il permet d'afficher et superposer des couches de données rasters et vecteurs dans différents formats et projectionssans avoir à faire de conversion dans un format commun. Il permet de créer des cartes et les parcourir de manière interactive avec une interface intuitive. Il permet de créer, éditer, gérer et exporter des couches vectorielles et raster de nombreux formats (QGIS ProjectDéveloppement Team, 2014).

On a utilisé ce logiciel pour créer les cartes : de la zone d'étude, du bassin versant, la carte des maisons qui déversassent les eaux usées dans l'oued ; la carte du réseau d'assainissement, la carte des fuites existants dans l'assainissement.

ArcGIS.9.3 : est une collection de logiciels a été créés par Institut des systèmes de recherches (ESRI). Ilpermetaux utilisateurs d'intégrer, d'éditer des données, créer de nouvelles couches de carte, et cartes entières (Amy, 2007).

En effet ce logiciel fait le même objet que le logiciel précédent (QGIS, mais l'objectif d'utiliser ce logiciel c' par ce qu'il est plus performant et pourvu de plus d'options que le premier. A cet égard on a besoin de l'utiliserpour création des cartes : d'infrastructure de la zone d'étude, urbanisation et le découpage des endroits.

ENVI 4.7 : est le logiciel idéal pour la visualisation, l'analyse, et la présentation de tous les types d'image numérique, notamment satellitaires. Le traitement d'images complet par ENVI inclut des outils avancés et faciles à utiliser, des outils spectraux, la correction géométrique, les possibilités d'analyse de terrain par GIS, d'analyse de radar, de trame et de vecteur, le soutien étendu des images d'une large variété de sources, et beaucoup plus(IDL company 2009).

On a utilisé ce logiciel pour la lecture des cartes satellitaires (2003 et 2013) qui a permis la possibilité d'analyser ces cartes et attirer plusieurs informations. Il a été utilisé aussi pour faire la carte de l'indice de végétation.

d. L'outil d'informatique : l'ordinateur (le computer); une machine qui est évidemment indispensable pour effectuer le travail de la cartographie, dans laquelle se lance le logiciel du SIG, et par laquelle on peut commander ce logiciel afin de créer les cartes

e. Le concepteur : c'est l'opérateur principal, c'est lui qui va concevoir les cartes en utilisant tous les outils précédents.

3. L'enquête par l'intermédiaire des questionnaires

3.1 Introduction :

Une enquête commence habituellement s'il y a un besoin d'information et s'il n'y a pas de données ou si elles sont insuffisantes. C'est parfois une entreprise, association, entité étatique ou bien l'enquêteur lui-même qui en a besoin ou veut habituellement étudier les caractéristiques d'une population, assembler une base de données à des fins analytiques ou vérifier une hypothèse.

Le questionnaire est l'une des grandes méthodes pour faire une enquête afin d'étudier les faits d'un tel ou tel phénomène. C'est une méthode de recueil des informations en vue de comprendre et d'expliquer ces faits. Les deux autres méthodes les plus couramment utilisées étant l'entretien et l'observation (Vilatte, 2007).

Pour obtenir des réponses, rien n'est plus naturel que de poser des questions. L'enquête par questionnaires est, à ce titre, un moyen pratique pour collecter rapidement des informations et un outil efficace d'aide à la décision. Même s'il n'y a pas de recette miracle pour réaliser une bonne enquête et obtenir à tous les coups des résultats pertinents, il existe des règles incontournables à respecter dans chaque étape.

Élaborer un questionnaire, c'est produire des chiffres qui vont permettre selon les tenants de cette intuition démarche de se soustraire à la subjectivité. L'approche repose sur des idéaux, idéalisme des mathématiques comme démarche purement rationnelle, raisonnant au-delà de la contingence matérielle des phénomènes. Il s'agit donc d'une démarche méthodique qui doit satisfaire à certaines exigences de rigueur (De Singly, 1992).

Il est donc important, efficace et convenable de concevoir notre recherche sur la méthode d'enquête par questionnaire, afin d'obtenir des résultats fondés sur les réponses de différentes catégories d'interlocuteurs vis-à-vis de leurs rôles directe et/ou indirecte avec le problème étudié.

3.2 Définition :

La dénomination "enquête par questionnaire" est un peu trompeuse car le questionnaire n'est qu'un aspect de l'enquête. L'architecture d'une enquête comprend plusieurs opérations de recherche, qu'il convient de situer. L'enquête par questionnaire est un outil d'observation qui permet de quantifier et comparer l'information. Cette information est collectée auprès d'un échantillon représentatif de la population visée par l'évaluation (Fellegi, 2003) .

Une enquête par questionnaire est une recherche méthodique d'informations reposant sur des questions et des témoignages et, qui une fois analysés, permettront le plus souvent, de mieux connaître une situation pour mettre en place ou évaluer une action (Vilatte, 2007) .

3.3 Le matériel utilisé pour réaliser cette enquête :

3.3.1 Le questionnaire : c'est notre outil primordial, et l'instrument basal pour achever la première phase de l'enquête (le recueil d'information), par ce que ce formulaire de questionnaire est un inventaire mené d'un groupe ou d'une séquence de questions formulées pour obtenir des réponses et d'avoir des informations objectives par cette enquête.

Selon nos exigences d'informations, nos objectifs prévus et à l'égard de la population objective par le questionnaire (page 93) on a élaboré trois (03) questionnaires différents, chaque questionnaire comprend ses propres questions :

-Le premier est destiné pour interroger la population des agriculteurs (annexe 01).

-Le deuxième est envisagé pour la collecte d'informations au sein des habitants limitrophes (annexe 02),

-Le troisième est destiné pour les administrations locales ; en effet, ce sont deux questionnaires distincts, l'un pour la direction d'hydraulique, et l'autre pour la direction d'agriculture (annexes 03 et 04).

Chaque sortie et chaque interview les questionnaires sont sur support papier aux mains de l'enquêteur sous forme des copies à remplir par l'enquêteur ou par l'enquêté selon l'organisme enquêté.

3.3.2 Logiciel du traitement des questionnaires :

On a utilisé un logiciel dénommé « le Sphinx » pour enregistrer les données de chaque interview, les saisir, et analyser. Il est composé d'une suite de 3 logiciels qui permet d'accomplir toutes les étapes d'une étude (élaboration du questionnaire, saisie des réponses, traitements quantitatifs et qualitatifs) :

- **le Sphinx Primo** : il permet de concevoir un questionnaire, de saisir et dépouiller les réponses et d'explorer les données enregistrées.

- **le Sphinx Plus²** : il offre les mêmes fonctionnalités que "Primo" mais intègre des techniques d'analyse multidimensionnelle plus avancées (analyse factorielle, typologie, etc.) et permet d'analyser tout fichier contenant des nombres et/ou du texte, quel que soit son origine.
- **le Sphinx Lexica** : il permet d'enrichir les possibilités d'analyse lexicale et de contenu existantes dans "Primo" ou "Plus²" (traitement des questions ouvertes, des interviews non directives ou de tout autre texte quelle que soit son origine).

3.4 La méthode :

Une enquête menée par un questionnaire comprend plusieurs étapes liées entre elles, notamment, la définition des objectifs, la sélection d'une base de sondage, le choix du plan d'échantillonnage, la conception du questionnaire, la collecte et le traitement des données, l'analyse et la diffusion des données, et la documentation de l'enquête (Fellegi 2003).

3.4.1 Définir les objectifs du questionnaire :

La première tâche de la planification d'une enquête est de préciser les objectifs le mieux et le plus clairement possible. Un énoncé avec des objectifs clairs oriente toutes les étapes ultérieures de l'enquête. Ces étapes devraient être planifiées de façon à garantir que les résultats en bout de ligne correspondent aux objectifs originaux (Fellegi, 2003).

L'idée de notre enquête (questionnaire) jaillit sous la pression d'un problème général à résoudre « la pollution des eaux de l'oued Bou Sellam par les eaux usées domestiques », de la recherche des réponses à la question posée « quels sont les causes à l'origine de cette pollution », et d'un besoin d'information sur un problème environnemental marqué, à cet égard on distingue les objectifs suivants à aboutir par notre enquête :

a) Le recueil d'informations : le premier objectif de notre questionnaire est de recueillir le maximum d'informations possible sur le sujet, il s'agit d'une collecte de données, de leur énumération et de leur classement selon leur importance, cela, en vue des les traités afin de tirer l'information objective par l'enquête. C'est l'objectif le plus élémentaire de notre démarche. Dans cette étape on ne cherche pas à comprendre les données, mais on cherche à les simplifier en raison de :

- l'estimation des données peut porter sur des grandeurs absolues (données primaires), comme les données d'identité de notre interlocuteur (mode de vie, la profession....), les données sur l'activité (la nature de l'agriculture, l'utilisation des eaux usées....). Donc il s'agit de faire un bilan d'informations, et de donner un état de fait.

- On cherche à quantifier la grandeur du sujet, autrement dit à quantifier des populations :
Combien y a-t-il d'agriculteurs, d'habitants,... ces grandeurs sont relatives.

b. La description des informations : il s'agit de retirer des informations qui décrivent les phénomènes subjectifs qui sous-tendent les phénomènes objectifs, de repérer, décrire et d'expliquer ces phénomènes objectifs. Par exemple : les raisons de casser l'assainissement, les motivations pour l'utilisation des eaux usées en irrigation, les besoins et exigences des agriculteurs et habitants limitrophes, la relation et l'importance des différentes administrations locales à cette problématique, les représentations, et les différentes opinions et attentes qui orientent nos choix rationnels (nos comportements objectifs). On aborde ici le système de représentations de l'enquête.

c) La vérification de nos hypothèses : À partir des connaissances suffisantes sur le problème à étudier, à partir des sorties préalables sur terrain qu'on a fait, ainsi que des pré-enquêtes au niveau de différentes directions, nous a permis d'avancer trois hypothèses possibles, à cet égard notre enquête est orientée en fonction de ces hypothèses, par ce qu'elles donnent un axe, une direction et un cadre dans lequel on élabore le questionnaire et la suite des investigations. Il s'agit ici d'une démarche déductive, l'objectif primordial de notre questionnaire (enquête) est pour **valider** ou **invalidier** les hypothèses lancés dès le début.

3.4.2 Détermination de la population d'enquête ou l'univers de l'enquête :

On appelle l'univers de l'enquête l'ensemble du groupe humain concerné par les objectifs de l'enquête (destinés par le questionnaire). C'est dans cet univers que sera découpé l'échantillon. L'univers est aussi appelé la « population mère » de l'enquête.

3.4.2.1 Choix de la population :

L'objectif de cette étape est de choisir un nombre d'usagers de la population totale sur laquelle se porte notre enquête. «Au cours d'une enquête, la collecte des données est faite pour une partie seulement (habituellement très petite) d'unités de la population, mais lors d'un recensement ou une population n'est pas stable, la collecte des données est faite pour toutes les unités de la population ».(Fellegi, 2003).

La population dans laquelle s'effectue notre enquête est composée de trois (03) unités différentes (sous population) parce qu'elles ne possèdent pas les mêmes paramètres d'enquête, ni les mêmes objectifs d'enquête et d'analyse, donc il est important de subdiviser notre population en unités et chaque unité soumise à son propre questionnaire et sa propre analyse :

a) La population des agriculteurs : cette communauté comprend l'ensemble des agriculteurs qui pratiquent leurs activités au niveau de notre zone d'étude (d'El Ouricia jusqu'à Mezloug). Il est très difficile de déterminer exactement la taille totale de cette population, par ce qu'il n'y a pas de recensements pertinents sur le nombre des agriculteurs, outre, notre zone d'étude prend seulement une partie de la vallée, donc on recourt à l'estimation à partir des avis des agriculteurs interrogés. On estime la taille de cette population approximativement entre 150 à 200 individus.

b) La population des habitants : c'est l'ensemble des habitants qui habitent dans ou en limite de la vallée de l'oued Bou Sellam. De la même façon on a estimé la taille de cette population approximativement : plus de 300 individus.

c) La population des administrations locales : cette communauté comporte l'ensemble des administrations et services techniques en relation directe ou indirecte avec le problème de la pollution de l'oued Bou Sellam. On a : en premier lieu la direction de l'hydraulique et d'assainissement, les services de l'agriculture, en deuxième ordre la direction de l'environnement.

3.4.3 L'échantillonnage :

Le but principal de l'échantillonnage est de déterminer les caractéristiques d'une population donnée à partir de l'étude d'une partie de cette population, appelée échantillon, Il faut qu'il soit représentatif de la population (Magain, 2014).

3.4.3.1 La taille de l'échantillon : C'est-à-dire combien d'individus seront retenus par rapport à toute la population. La détermination de l'échantillon à partir duquel sera effectuée l'enquête résulte d'une série d'opérations indispensables et précises, dont la fonction et l'objectif est d'assurer la représentativité, c'est-à-dire les conditions qui garantiront la généralisation ultérieure des résultats à l'ensemble de la population.

Pour délimiter un échantillon, il convient de se poser les bonnes questions :

- Combien de personnes ?
- Qui faut-il interroger ?
- Comment doivent-elles être choisies ?

Pour répondre à la première question sur la taille de l'échantillon : Une manière simple consiste de calculer la taille de l'échantillon en utilisant la formule : $n \geq N/7$ (n : la taille de l'échantillon, N : la taille de la population totale). A titre indicatif, si $n < 30$, il est vivement

conseillé d'augmenter la taille de l'échantillon. Si $N < 30$ il est impératif d'utiliser toute la population comme échantillon $n = N$. (Hervé, 2014).

Pour répondre aux deux dernières questions, deux grandes méthodes sont possibles pour construire une mini-population qui soit une sorte de maquette réduite fidèle, auxquelles s'ajoutent des méthodes mixtes plus ou moins astucieuses.

a. La méthode aléatoire : il s'agit de faire en sorte que chaque élément de la population ait une chance égale d'être choisi :

On a utilisé cette méthode pour construire l'échantillon issue de la population des agriculteurs. Les individus interrogés ont été choisis aléatoirement, il s'agit de sortir sur terrain et marcher dans la vallée en cherchant au hasard les agriculteurs, chaque rencontre directe avec n'importe quel agriculteur on prend l'occasion de faire l'enquête avec lui spontanément par le biais du questionnaire porté aux mains.

La taille : Notre population est de l'ordre de 150 à 200 individus donc notre échantillon doit être constitué au minimum de 22 individus. On a interrogé un échantillon de 30 individus au bout de deux ans et par plus 8 sorties.

De la même façon précédente on a tiré l'échantillon représentant la population des habitants. Il est constitué de 30 individus. Il est faible mais représentatif de sa population mère (plus de 300 individus). Par le même principe précédent on a choisi les individus interrogés (aléatoirement).

b. La méthode des quotas : qui consiste à analyser soigneusement les caractéristiques de la population de l'enquête (selon par exemple l'âge, le sexe, la profession) ou selon les caractéristiques qui sont en relation logique avec l'objectif de l'enquête. On a utilisé cette méthode d'échantillonnage pour tirer l'échantillon de la population des administrations et services enquêtés.

3.4.4 La phase d'élaboration du questionnaire :

C'est une sorte de canevas traçant les grands traits du questionnaire. Il s'agit de poser les questions principales par rapport à l'objet de l'enquête.

Le questionnaire est une liste de questions adressées à des utilisateurs d'une application par courrier traditionnel, par courrier électronique ou autres,.....dans le but de rassembler des opinions ou des suggestions ou d'apporter une validation qualitative ou quantitative à des hypothèses émises. Le questionnaire n'est ni une simple liste de questions ni un interrogatoire

écrit que n'importe qui pourrait composer à propos de n'importe quoi, pourvu que les questions posées soient suffisamment claires (Aktouf, 1987).

Le questionnaire est un instrument très utilisé dans toutes sortes d'enquêtes et de recherche scientifique. Il en existe plusieurs formes, classées suivant les objectifs visés ou les domaines étudiés. Par ailleurs, ce que l'on cherche à connaître, à vérifier ou à mettre à jour est souvent ignoré de la part même de ceux qui sont soumis au questionnaire ; ce n'est donc qu'indirectement par interprétation, et par croisements que l'on arrivera à déceler des motivations des attitudes et des opinions (Aktouf, 1987).

3.4.4.1 La construction du questionnaire :

On a rédigé notre questionnaire en adoptant des étapes conceptuelles, qui ont nous permis de concevoir les questions. En vue de préciser et délimiter les champs de nos questions, on a procédé les étapes suivant :

a. Détermination du concept générale : c'est la tête de la pyramide, il s'agit du titre du sujet de la recherche où se déroulent toutes les questions de chaque questionnaire, c'est le cadre générale du travail, c'est l'objet de l'enquête : « la pollution des eaux de l'oued Bou Sellam par les eaux usées ». En dessous de ce concept on peut déterminer plusieurs dimensions qui se ramifient à partir de ce titre.

b. Les dimensions : sont les différents segments de la population globale (les unités de la population) concernées par l'enquête et qui peuvent servir à trouver des réponses aux problématique et vérifier les hypothèses, chaque dimension prend un questionnaire isolément destiné à cette unité de population :

- Questionnaire indépendant pour les agriculteurs.
- Questionnaire indépendant pour les habitants.
- Questionnaire indépendant pour les administrations locales.

Chaque dimension sera élaborée pour qu'elle soit traitée isolément de l'autre. Dans chaque dimension on trouvera plusieurs variables (les composants) qui la composent ;

c. Les composants : sont l'ensemble des variables élémentaires de chaque dimension par exemple : la dimension des agriculteurs dans laquelle on trouve la composante 'identité d'agriculteur', 'L'agriculture pratiquée' (fig. 22).

d. Les questions : dans chaque composante on pose les questions relatives, si on prend par exemple la composante 'identité d'agriculteur' la question « quelle est votre profession ? » sera relative à la composante (fig. 22).

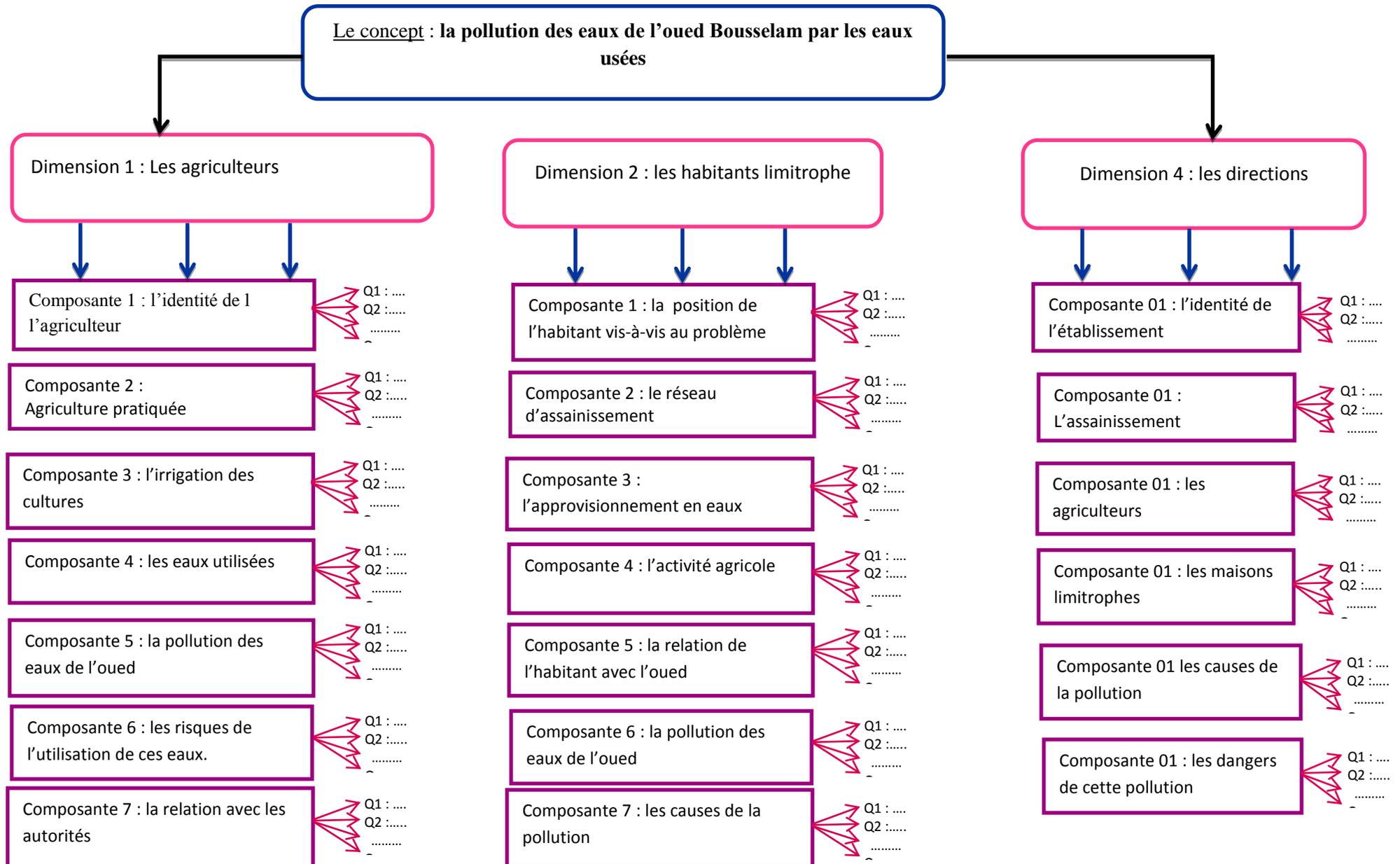


Fig. 22 : Les étapes de la réalisation des questionnaires

3.4.4.2 La typologie des questions utilisées dans le questionnaire :

Le mode le plus courant des questions est celui de « l'interrogation » ; celle-ci peut être explicite (combien de ?, pourquoi avez-vous... ?), ou implicite (citez les raisons de). Le rédacteur des questions a le choix entre différents types de questions, ce choix n'est cependant pas indépendant, chaque type de question correspondant à des besoins spécifiques dans l'enquête (Beaudet Weber, 1997).

Pour notre questionnaire, on a adopté les types de questions suivantes :

a. Les questions fermées :

C'est une question qui oblige l'enquêté à effectuer un choix parmi un certain nombre de réponses possibles fournies. On peut distinguer deux types : la question dichotomique et la question à choix multiple.

- La question dichotomique :

C'est celle qui oblige l'enquêté à choisir entre deux réponses, entre vrai et faux ou oui et non.

- Exemple : Q : pratiquez-vous l'élevage d'animaux ? Re : Oui Non

- La question à choix multiple :

C'est celle qui offre un éventail de réponse possible à l'enquêté. On distingue trois variantes principales :

- La question à choix multiple avec une seule réponse possible :

Comme on ne peut pas prévoir toutes les réponses possibles, il faut toujours ajouter une rubrique « autre préciser » pour s'assurer que chaque enquêté aura une possibilité de choix.

- Exemple : Q : la terre où vous pratiquez votre activité agricole est-elle ?

Re : propriété personnel ; propriété domaniale ; propriété d'une autre personne

- La question à choix multiple et à plusieurs réponses permises :

Quand une question permette plusieurs réponses, on l'indique entre parenthèses, car c'est habituellement une exception dans un questionnaire (l'enquêté doit être informé).

- Exemple : Q : quelles sont les origines des eaux utilisées dans l'irrigation ?

Re : les eaux de l'oued les eaux usées de l'assainissement ; un puit ;

une fontaine ; un forage ; barrage ;

- La question à énumération d'items :

Ce genre de questions demande à l'enquêté d'évaluer chaque item d'une série ou de classer les uns par rapport aux autres.

Exemple : Q : Quel type d'élevage pratiquez-vous ?

Re : les vaches : (le nombre) ;les moutons : (le nombre) ;les chèvres :(le nombre) ;
les volailles :(le nombre) ;les chevaux :(le nombre) ;les abeilles : (le nombre)

b. La question ouverte :

Elle peut être utilisée dans un questionnaire, mais de façon limitée. Ce modèle n'impose aucune contrainte à l'enquêté quant à l'élaboration de sa réponse. On peut en distinguer deux variantes :

b.1 La question ouverte à réponse élaborée :

- Exemple : Q : Quelles sont les raisons de l'interdiction des eaux usées pour l'irrigation des cultures ?

Re : -
-.....
-.....

b.2 La question ouverte à réponse courte :

C'est le cas d'une question qui demande à l'enquêté de préciser un fait ou d'indiquer l'un de ses particularités sans proposer de réponses.

Exemple : Q : Où habitez-vous?Re : -

c.La question soumis à une échelle :

En tant que variable numérique, chaque modalité de réponse est associée à une valeur numérique que nous allons déterminer par l'échelle de LIKERT (1932), Échelle de mesure pour laquelle le répondant est invité à préciser son réponse de 1 à 5 degrés.

Le (1) représente la note la plus basse qualifiée de « très insatisfait ».

Le (5) représente la note la plus élevée « très satisfait ». Par exemple :

1 = Pas du tout important

2 = Peu important

3 = Neutre

4 = Important

5 = Très important

Exemple : Q : Quel est l'impact de l'utilisation des eaux usées sur le rendement de vos culture ?

Re : Pas du tout important ; Sans importance ;Peu important ;Assez important ; Très important ;

3.4.5 Le pré-test du questionnaire :

Il s'agit d'une phase fondamentale, souvent négligée, qui consiste à mettre à l'épreuve le questionnaire par rapport à quelques individus, autrement dit à le tester. Elle est donc centrée sur l'évaluation du questionnaire lui-même. L'approche est ici plus qualitative que quantitative. Il s'agit d'évaluer la clarté et la précision des termes utilisés et des questions posées, la forme des questions, l'ordre des questions, l'efficacité de la mise en page, éliminer toutes les questions ambiguës ou refusées, repérer les omissions, voir si le questionnaire est jugé trop long, ennuyeux, indiscret, etc.....

3.4.6 La rédaction définitive du questionnaire :

C'est de dresser le projet du questionnaire à partir des données du pré-test, il faut alors élaborer la version final et fixe qui sera soumis aux enquêtés. Pour consulter ces questionnaires (annexes 1, 2, 3 et 4).

3.4.7 Le placement des questionnaires :

3.4.7.1 Le mode de lancement des questionnaires et de sa présentation

Il existe différents modes d'administration du questionnaire :

- **Par l'enquêteur** : une personne pose des questions et note les réponses de l'enquêté, le taux de réponse est élevé. Dans le face à face avec un répondant, la personnalité de l'enquêteur joue un rôle dont, il faut connaître les effets.

On a adopté cette méthode pour administrer le questionnaire destiné aux agriculteurs et celui aux habitants. On a achevé ce travail par plus de 20 sorties sur terrain au long de deux ans, chaque sortie on prend avec nous environ de dix copies de formulaire des questions pour y cocher les réponses des enquêtés.

- **Auto-administration** : où l'enquêté répond seul au questionnaire. On a adopté cette méthode avec quelques administrations de (l'ONA, La STEPS, la direction d'agriculture ...) où nous pouvons pas interroger la personne cible. Donc on laisse une ou deux copies du questionnaire chez (son assistant, secrétaire, agent ...), quand il aura le temps, il va répondre au questionnaire tout seul au bout de quelques jours.

- **L'envoi postal** : qui donne généralement un taux de réponses faible (entre 10-20%), on n'a pas adopté cette méthode.

- **Par téléphone** : il peut se faire dans des délais très courts et constitue un compromis acceptable sur les plans des coûts et du taux de réponse. On n'a pas adopté cette méthode.

- **Par Internet** : on n'a pas adopté cette méthode.

3.4.8 La collecte, le dépouillement et le codage des résultats :

Lorsque les questionnaires sont rentrés, il s'agit de procéder à leur dépouillement, autrement dit transcrire les réponses sous une forme homogène afin de pouvoir les traiter, les comparer et établir des relations entre elles (Vilatte, 2007).

Pour les questionnaires destinés aux agriculteurs et les habitants : à chaque fois on fait des enquêtes, les réponses sont collectées sur des copies en papier, ensuite seront dépouillées et enregistrées dans le logiciel Sphinx. De cette manière on a collecté au fur et à mesure toutes les réponses des 30 agriculteurs et les 30 habitants jusqu'à ce qu'on a terminé.

Pour les questionnaires destinés aux directions : le formulaire du questionnaire reste chez la personne chargée par la réponse jusqu'à ce qu'elle renvoie la réponse, à ce moment on dépouille et enregistre ces réponses toujours par le logiciel du Sphinx.

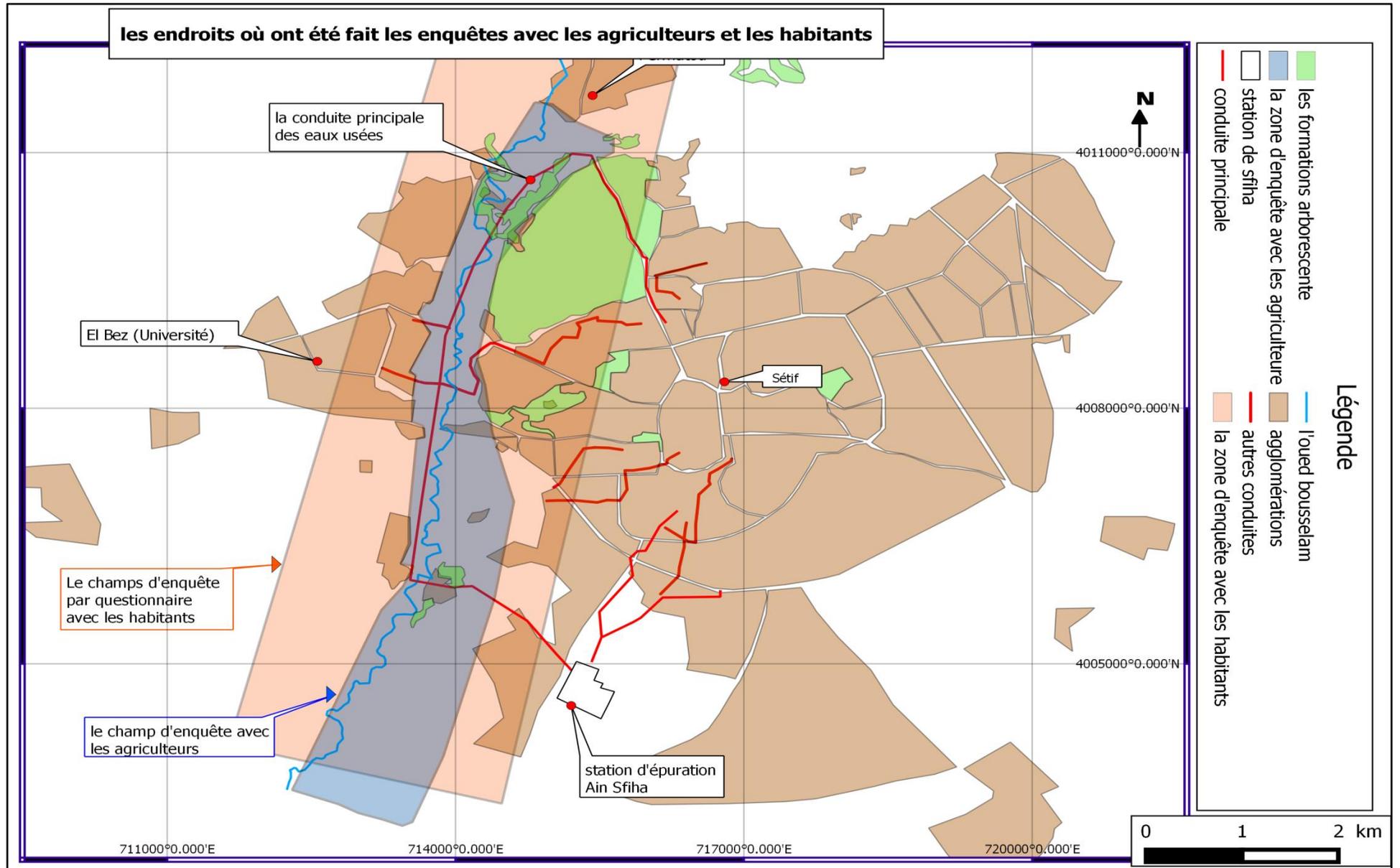


Fig. 23 : La zone d'enquête avec les agriculteurs et les habitants.

4. Méthodes de traitement et de l'analyse des résultats :

4.1 L'enquête par observation et cartographie :

Les résultats obtenus seront représentés tout simplement sur des cartes, accompagnés par des analyses et commentaires.

4.2 L'enquête par questionnaire :

La dernière étape de notre enquête par questionnaire consiste au dépouillement des réponses et à la préparation des analyses et rapports. Ces analyses permettent d'identifier les tendances générales ou les faits marquants à partir des statistiques produites, et d'expliquer les phénomènes observés.

Les techniques de la statistique descriptive et inductive seront la méthode principale utilisée pour analyser directement les résultats obtenus à partir des données recueillies. Ainsi les traitements textuels qui consistent à analyser les questions ouvertes en utilisant des procédures automatiques (bilan des questions ouvertes, analyse d'une question ouverte), cela à l'aide des notes méthodologiques étant fournies par Le Sphinx.

4.2.1 Analyse par les tris à plat :

C'est l'une des techniques de la statistique descriptive et inductive, Il s'agit des traitements les plus fréquents et les plus compréhensibles par tout le monde. Les tabulations et les graphiques consistent à indiquer la répartition des réponses obtenues. Le tri-à-plat dans sa forme habituelle, donne la répartition des réponses pour une seule question (ex : hommes : 43%, femmes : 57%), c'est de traiter chaque question isolément.

Le tri à plat est l'une des techniques utilisées pour l'analyse des données via le logiciel **Sphinx**⁵. Dans le cas de notre enquête, nous avons procédé à l'analyse de l'ensemble des réponses recueillies par chaque questionnaire isolément.

4.2.1.1 Le principe : Avant tout il faut mentionner que :

Chaque questionnaire est traité isolément, par ce que l'objectif initial a été pour confirmer ou infirmer les trois hypothèses :

- **Le questionnaire destiné aux agriculteurs** : sera traité et analysé pour infirmer ou confirmer l'hypothèse H_{01} : « les agriculteurs bouchent et cassent l'assainissement volontairement en vue d'utiliser les eaux usées déversées dans l'irrigation de leurs cultures ».

⁵**Sphinx** : logiciel de traitement des données (enquêtes par questionnaires). Voir : http://hebergement.u-psud.fr/wikitic/images/e/e2/Manuel_Utilisateur_Sphinx_iQ_Mai_2014.pdf

- **Le questionnaire destiné aux habitants** : sera traité et analysé pour infirmer ou confirmer l'hypothèse H_{02} : « les maisons sises à côté de la vallée déversent leurs eaux usées directement dans l'oued, parce qu'elles ne sont pas attachés au réseau de la collecte des eaux usées, ils ne disposent ni d'assainissement, ni fosses septiques ».

- **Le questionnaire destiné aux différentes administrations locales** : sera traité et analysé pour infirmer ou confirmer l'hypothèse H_3 « Le réseau d'assainissement dans cet endroit est devenu incapable de collecter des grands volumes supplémentaires d'eaux usées produites par le nombre très élevé de la population installée ».

- Chaque question est une variable, après son analyse et son interprétation elle va être un indicateur confirmant, neutre ou infirmant l'hypothèse objectif.

Par exemple : pour le questionnaire des habitants (l'hypothèse H_{02}) on prend la question suivante : êtes vous liée au réseau de collecte des eaux usées ?. Si la majorité des réponses sera par « oui je suis liée » : donc c'est un indicateur infirmant de l'hypothèse. Si la majorité des réponses sera par : « non je ne suis pas liée » : donc c'est un indicateur confirmant de l'hypothèse. Enfin, si les réponses seront à un pourcentage équivalent, l'indication est neutre (annulé).

- Choisir les réponses des questions les plus relatives à l'hypothèse, il s'agit de traiter seulement les questions qui ont une indication directe est clair. En revanche les autres seront rejetées, ou bien utilisées pour des interprétations dans le cas échéant.

4.2.1.2 Le mode opératoire :

Le logiciel Sphinx va présenter les réponses sous forme des tableaux (nombres, pourcentages...), avec la mise en forme (graphique, barres, histogrammes, courbes). On va expliquer et interpréter ces résultats en vue d'extrapoler des jugements indicateurs sur l'hypothèse. Enfin, l'ensemble des indicateurs obtenus vont infirmer ou confirmer l'hypothèse étudiée définitivement.

CHAPITRE IV :

Résultats & Discussion

Chapitre IV : Résultats et Discussion

L'analyse des résultats obtenus par nos enquêtes, va permettre évidemment de confirmer ou d'infirmer les hypothèses émises au départ. Par la discussion et l'interprétation des résultats obtenus, on va trouver les relations existantes entre les paramètres étudiés et des réponses aux questions lancés au départ.

1. Les relevés de terrain :

Après plusieurs sorties sur le terrain, nous avons pu recenser la plupart des points de déversement des eaux usées, le long du tronçon de l'oued concerné par ce travail. Ce tronçon a été subdivisé en cinq sections sur la base des critères suivants :

- Chaque agglomération représente une région (par exemple : l'agglomération d'El Ouricia est une région distincte).
- Les sources de pollution existantes (les maisons, l'assainissement ou bien industrielles).
- Enfin, selon l'importance de déversement.

1.1 L'agglomération d'El Ouricia :

Tout le réseau d'assainissement de cette agglomération et des bourgades limitrophes se déverse dans l'Oued Ouricia, affluent du Bou Sellam (fig. 24). L'agglomération ne dispose pas de station de traitement des eaux usées.

1.2 L'agglomération de Cheikh El Aïfa (Fermatou) :

Le réseau d'assainissement de cette agglomération se rejoint avec le collecteur de la ville de Sétif par une conduite. La pollution engendrée par les maisons isolées n'est pas remarquable, seulement quelques maisons limitrophes. (fig. 25).

Une obstruction (bouchage) dans la conduite principale des eaux usées de cette agglomération (en dessous du village) engendre un déversement très important d'eaux usées vers l'oued Bou Sellam. (fig. 26).

1.3 L'agglomération de Chouf Lekdad :

Le réseau d'assainissement de cette agglomération est relié au collecteur principale de la ville de Sétif, mais on trouve que la pollution est très importante, engendrée par plusieurs sources, on a :

- Plusieurs maisons limitrophes ne sont pas reliées au réseau d'assainissement déversent leurs eaux usées directement dans l'oued, elles engendrent une pollution assez importante. (fig. 26).
- les conduites d'assainissement qui mènent vers le collecteur sont cassées.
- Une pollution issue de la Minoterie de l'entreprise ERIAD installés dans cet endroit. Elle déverse des eaux usées issues de lessivage de céréales, qui engendrent une pollution plus ou moins importante. (fig. 26).
- Le collecteur principal est la majeure source de la pollution dans cet endroit ; on trouve plusieurs obstructions au niveau des regards, qui permettent des déversements très importants dans plusieurs points. En plus, plusieurs cassures au niveau de cette conduite, elles ont abouti à des déversements assez importants.
- Enfin, les déversoirs d'orage, qui ont été conçus pour éliminer l'excès d'eaux dues aux orages et pluies, ils sont devenus des déversoirs d'eaux usées vers l'oued Bou Sellam, à cet effet, ils contribuent à sa pollution de manière assez importante. (fig. 26).

1.4 L'agglomération d'El Bez :

Autant de pollution est constatée dans cette région que celle précédente, mais elle est due à :

- Des déversements très importants à partir du collecteur principal, sur plusieurs points, surtout au niveau des regards bouchés et les déversoirs d'orages qui déversent de grandes quantités d'eaux usées vers le lit de l'oued. En plus, des cassures sur ce collecteur qui génèrent des affluents assez importants partout. (fig. 27).
- Les déversements des maisons limitrophes ne sont pas remarquables, sauf une seule maison. (fig. 27).

1.5 La région d'Abid Ali :

Les eaux de l'oued dans cet endroit sont très polluées, cela est dû à l'accumulation de la pollution d'amont vers l'aval. Les sources de la pollution existantes ici, ne sont pas importantes, seulement quelques maisons déversent leurs eaux usées dans l'oued. (fig. 28)

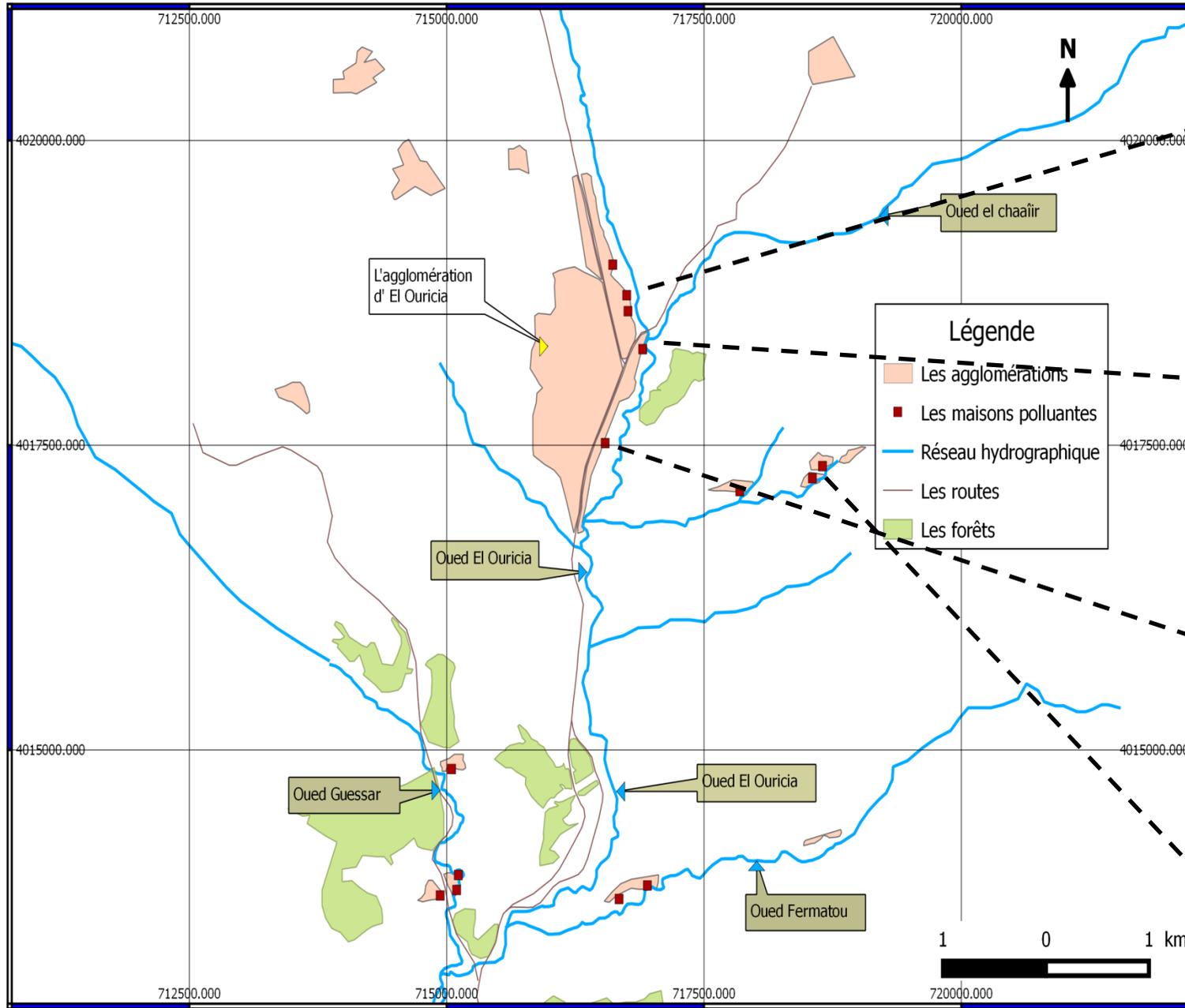


Fig. 24 : Les sources de la pollution existante dans la région d'El Ouricia.

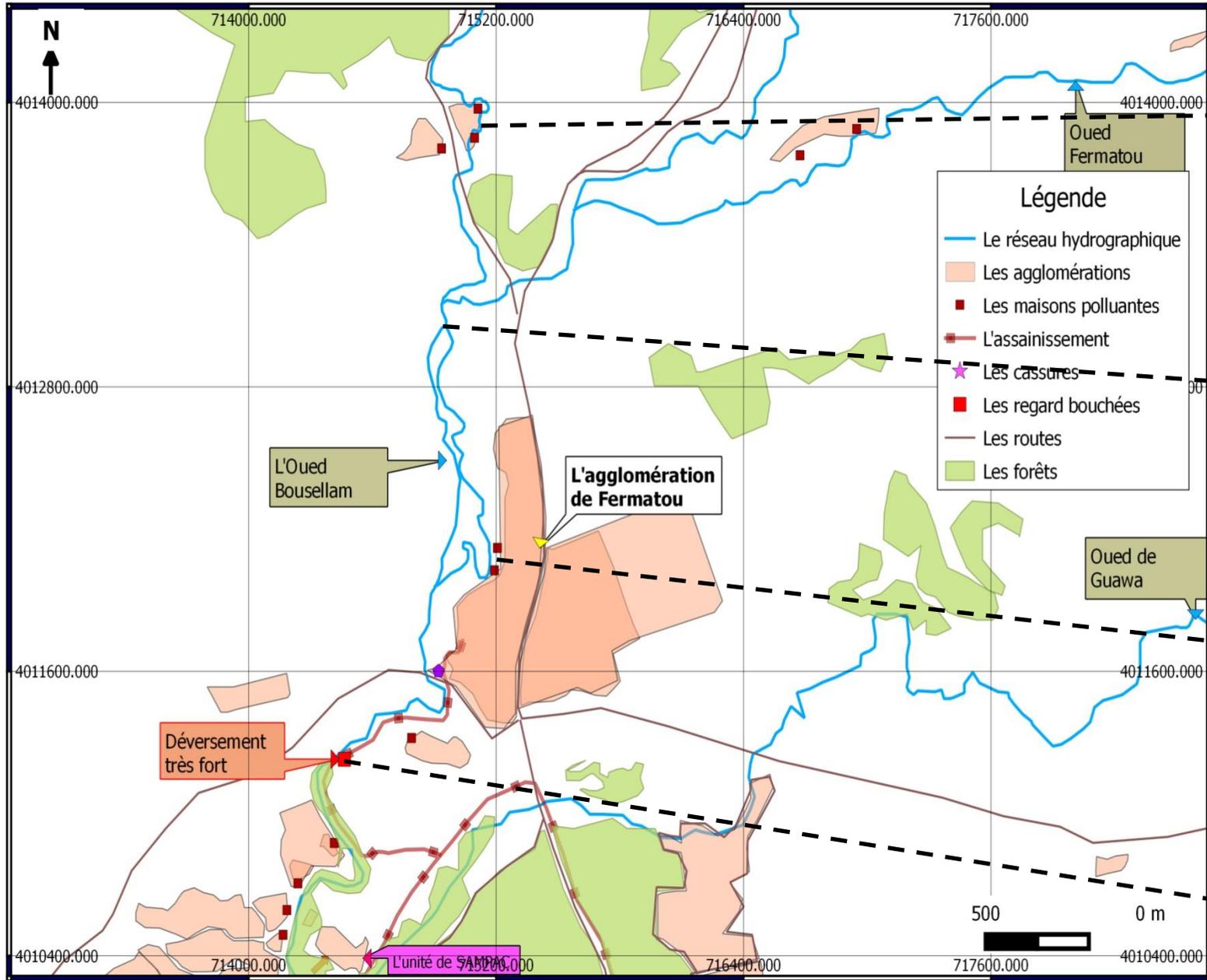


Fig. 25 : Les sources de la pollution existantes dans la région de Cheikh El Aïfa (fermatou)

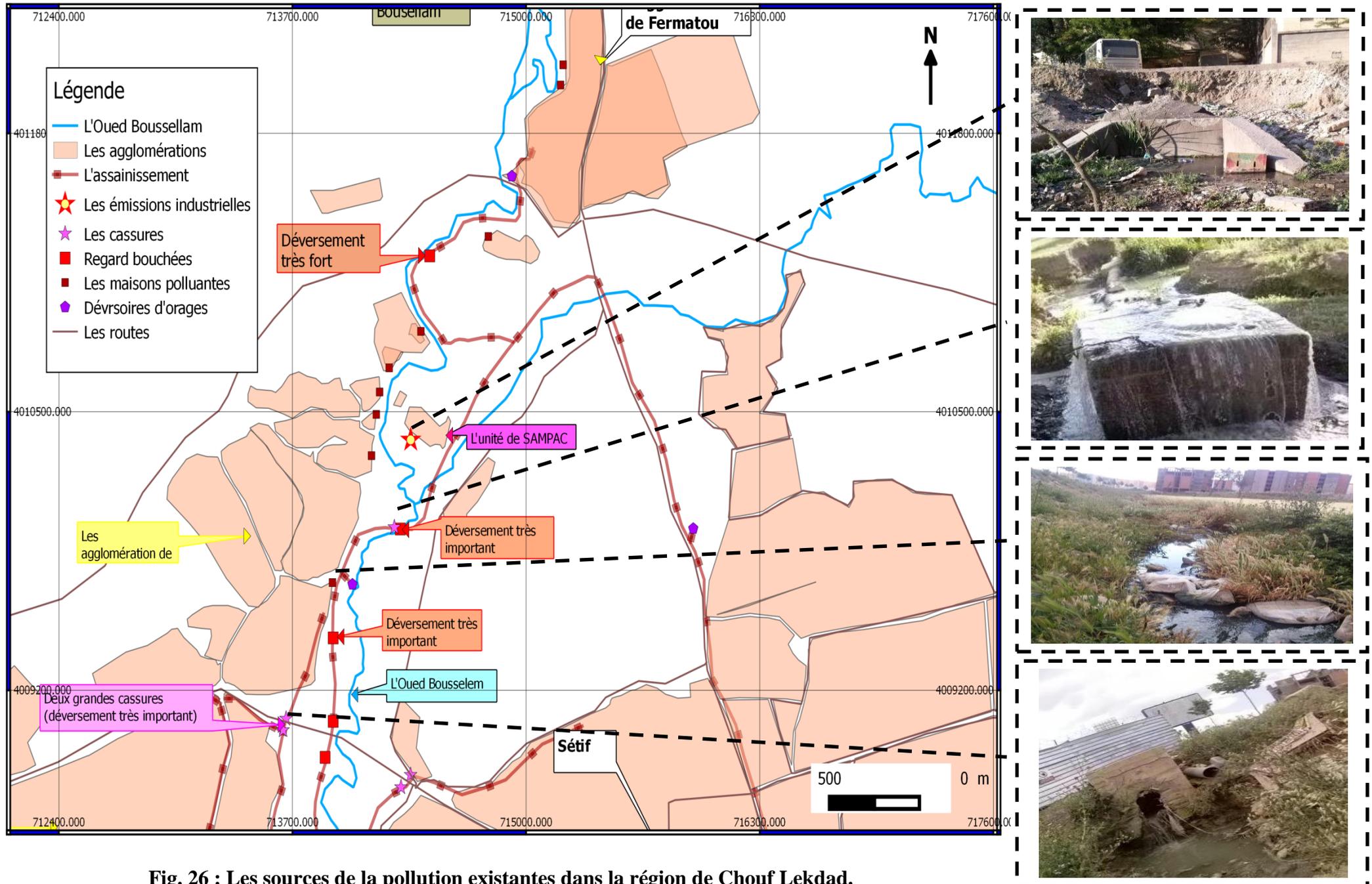


Fig. 26 : Les sources de la pollution existantes dans la région de Chouf Lekdad.

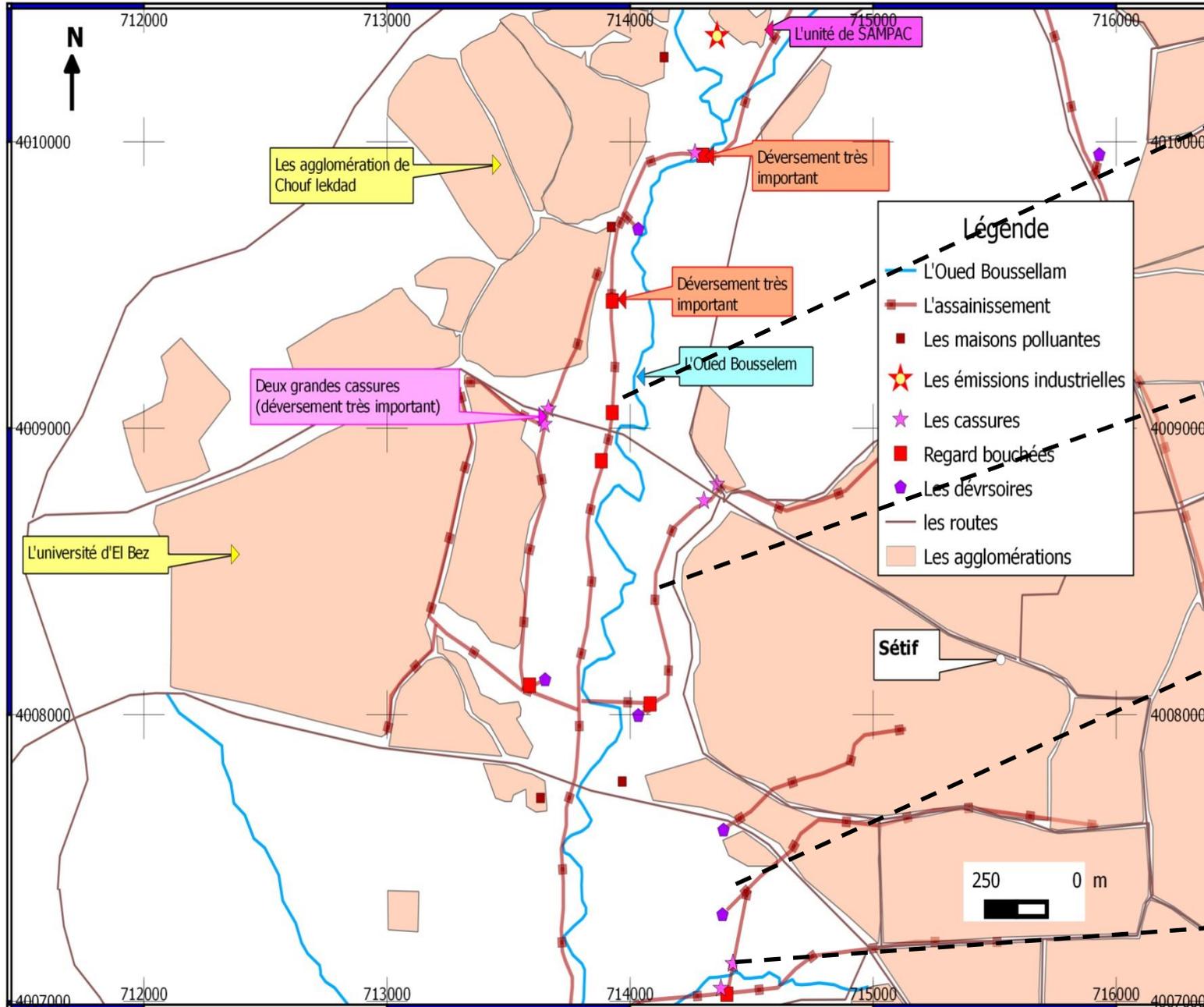


Fig. 27 : Les sources de la pollution existantes dans la région d'El Bez.

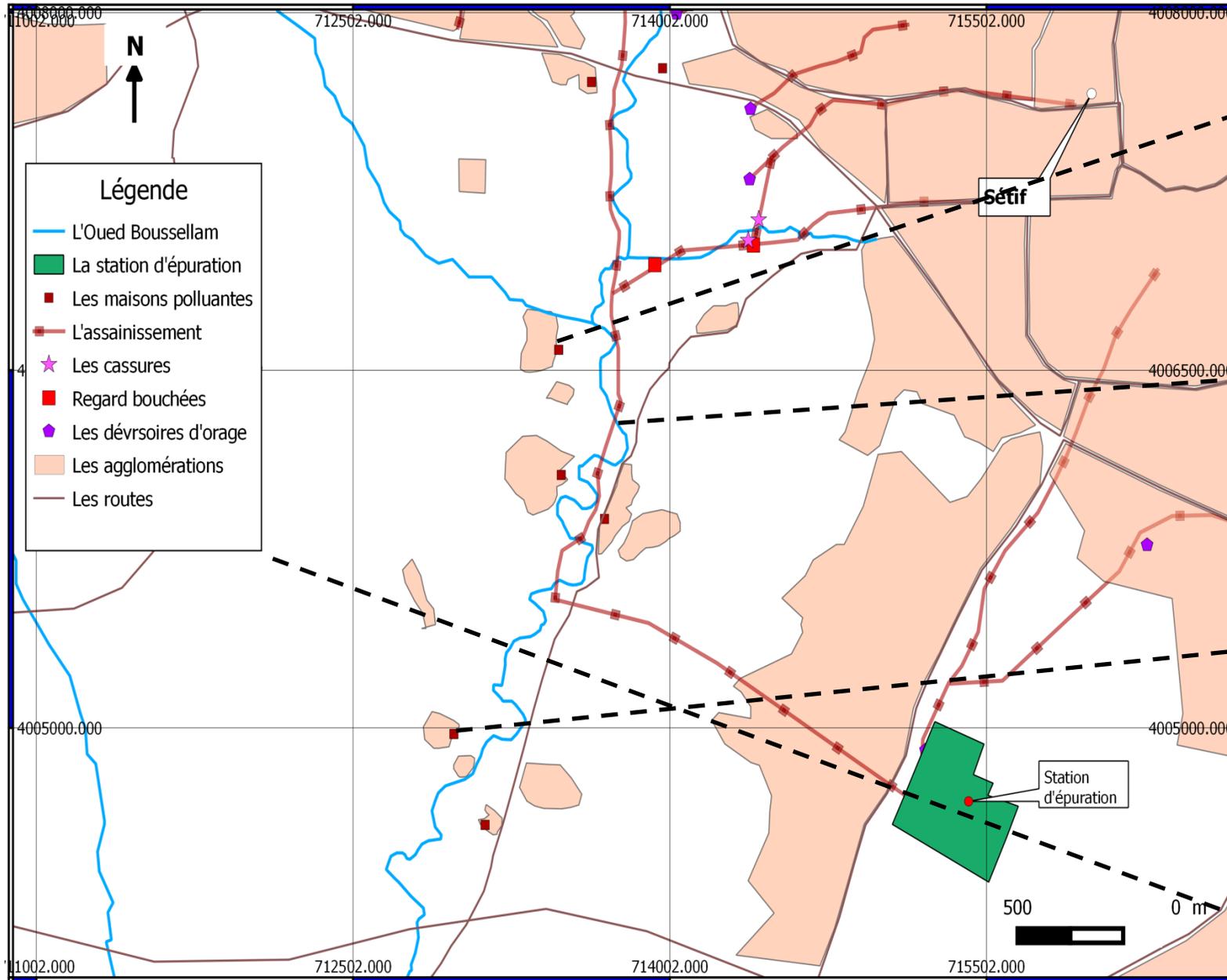


Fig. 28 : Les sources de la pollution existantes dans la région d'Abid Ali.

2 Les résultats d'enquêtes par l'intermédiaire des questionnaires :

2.1 Le questionnaire destiné aux agriculteurs :

En premier lieu, ce questionnaire est destiné pour confirmer ou infirmer l'hypothèse H_1 : « la pollution de l'oued Bou Sellam par les eaux usées, est engendrée par les agriculteurs qui bouchent et cassent la conduite principale d'assainissement volontairement, en vue d'utiliser les eaux usées déversées en irrigation ». De ce fait, on va choisir les réponses des questions les plus relatives et les plus convenables à confirmer cette hypothèse. En outre, il arrive dans quelques cas l'utilisation des résultats obtenus par des questions qui se trouvent dans les autres questionnaires, pour argumenter d'avantage nos jugements.

2.1.1 Les endroits enquêtés :

Il est nécessaire de préciser les différentes communes où les enquêtes ont été effectuées. Le nombre d'individus enquêtés dans chaque endroit a été choisi selon l'importance de la pollution, la nature des sources de pollution existantes et à l'égard au nombre des agriculteurs existants dans chaque région.

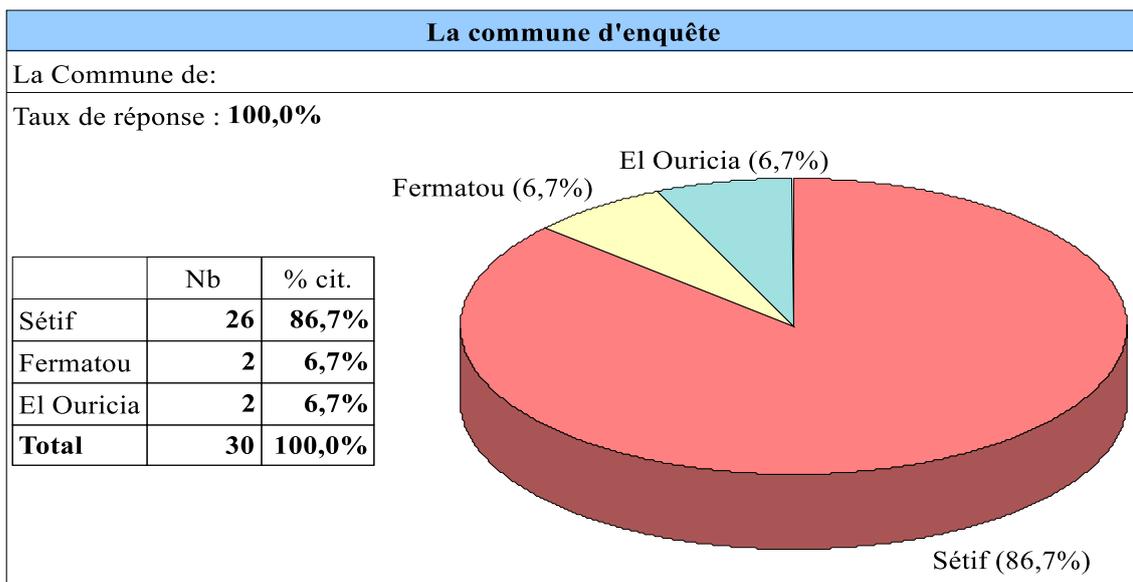


Fig. 29 : Localités enquêtées.

On a fait plus de 80% de nos enquêtes sur le tronçon parcourant la ville Sétif, par ce que elle est la région la plus touchée par la pollution. On y trouve ainsi, le plus grand nombre d'agriculteurs. La plupart de ces enquêtes ont été faites précisément à Chouf Lekdad et El Bez (60%), en revanche, on a fait (26%) à Abid Ali et le reste à El Ouricia et Cheikh El Aïfa (14%) ; toujours pour les mêmes raisons précédentes (fig. 29).

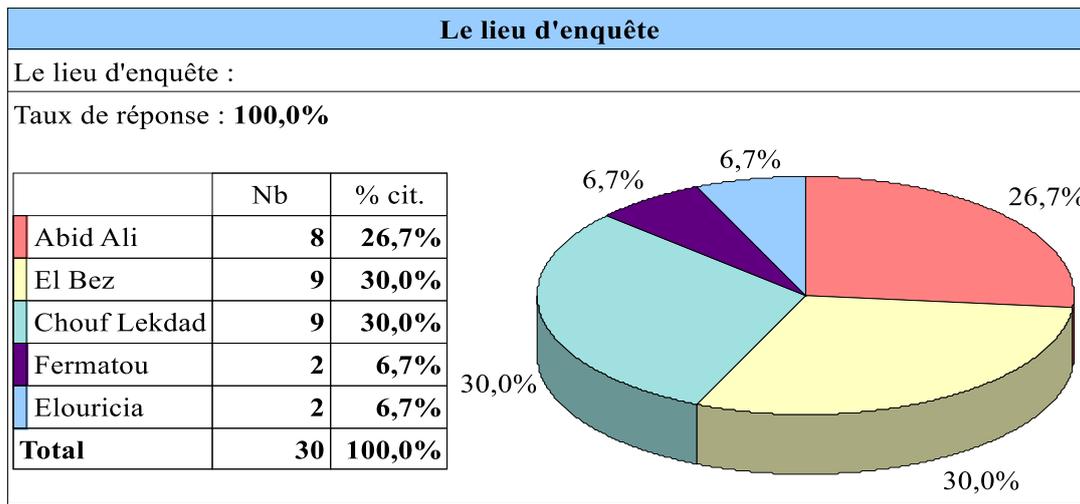


Fig. 30 : les endroits enquêtés.

2.1.2 Les impulsions économiques :

Sachant que l'utilisation des eaux usées augmente le rendement des cultures (fig.37) , les impulsions économiques et lucratives sont toujours derrière leurs utilisation. Cette exigence poussent les agriculteurs à détériorer et obstruer la conduite en vue d'utiliser les eaux usées déversées. Pour dévoiler ces impulsions on utilise les résultats des questions suivantes :

2.1.2.1 La profession principale de l'agriculteur :

La nature de la profession principale de l'agriculteur est un élément important dans la détermination des impulsions économiques derrière l'utilisation des eaux usées, et par conséquence leurs motivations pour boucher et/ou casser la conduite . En tant que la profession principale de l'agriculteur est les pratiques agricoles, il est intuitive qu'il cherche toujours d'augmenter ses rendements pour améliorer ses revenus, donc, ils n'hésitent pas à utiliser les eaux usées.

Les résultats de cette question montre que plus de 83% de nos interlocuteurs disent que sa profession principale est l'agriculture. donc la majorité possèdent cette cause impulsive à boucher ou casser la conduite de collecte d'eaux usées.

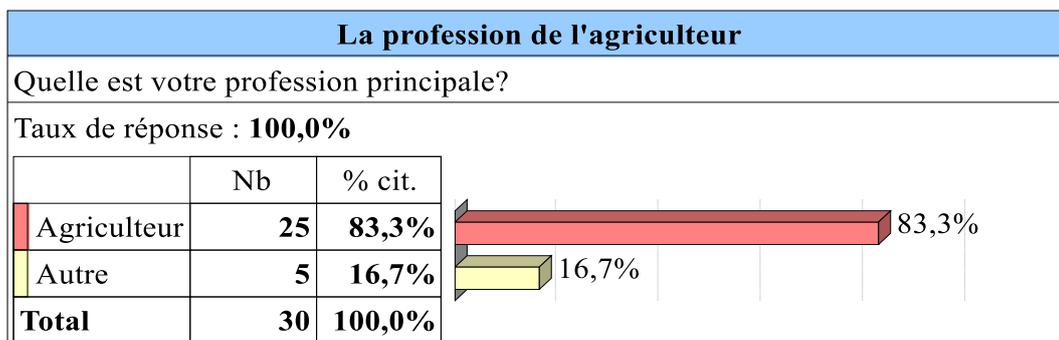


Fig. 31 : la profession principale de nos interlocuteurs

2.1.2.2 La location des terres :

La plupart des terres dans cette vallée sont domaniales. Elles sont louées aux agriculteurs de façon réglementaire (exploitation agricole collective ou individuelle EAC, EAI), mais, ces derniers louent ces terres aux autres agriculteurs. Il est clair que l'objectif pour les agriculteurs est toujours lucratif. S'il y a un excès de dépenses, logiquement l'agriculteur cherche plus de rentabilité pour récupérer ces dépenses. La location des terres épuise les agriculteurs en matière de frais monétaires, donc il est évident qu'ils cherchent à récupérer ces dépenses par l'utilisation des eaux usées en tant qu'elles augmentent la rentabilité (Fig. 37). A cet égard, on trouve que la location de terre est un facteur impulsif pour casser et boucher l'assainissement.

On constate que la plupart des agriculteurs (79,3%) sont des exploitants locataires (Fig. 32).

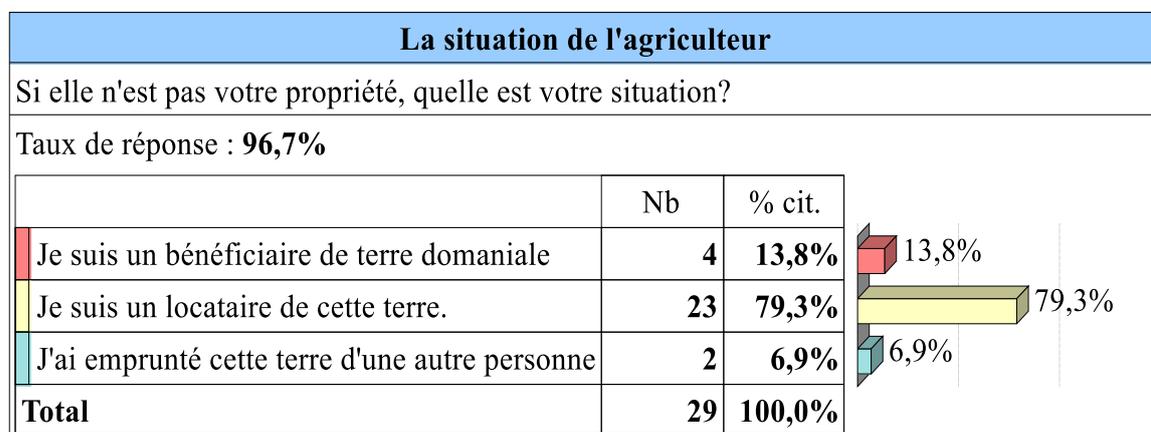


Fig. 32 : Statut des terres exploitées

On trouve que les résultats de cette variable corroborent aussi notre hypothèse « la location des terres épuise les poches des agriculteurs, donc elle les impulse à chercher plus de rentabilité par l'utilisation des eaux usées ».

2.1.3 Le type d'agriculture pratiquée impulse l'utilisation des eaux usées :

La relation de notre hypothèse avec le type d'agriculture pratiquée s'avère à partir de deux dimensions fondamentales : la nécessité à utiliser les eaux usées, et la permission de les utiliser.

La nécessité : la carence en eau est un facteur impulsif très important qui pousse à utiliser n'importe quelle source d'eau disponible.

2.1.4 La disponibilité en eaux :

Dans la (Fig. 33) on a 70% confirment qu'il y a une pénurie en eaux d'irrigation. Ce manque impose une exigence à utiliser n'importe quelle autre source, donc, il est intuitive qu'ils s'orientent à boucher et casser la conduite pour obtenir les eaux usées comme source alternative.

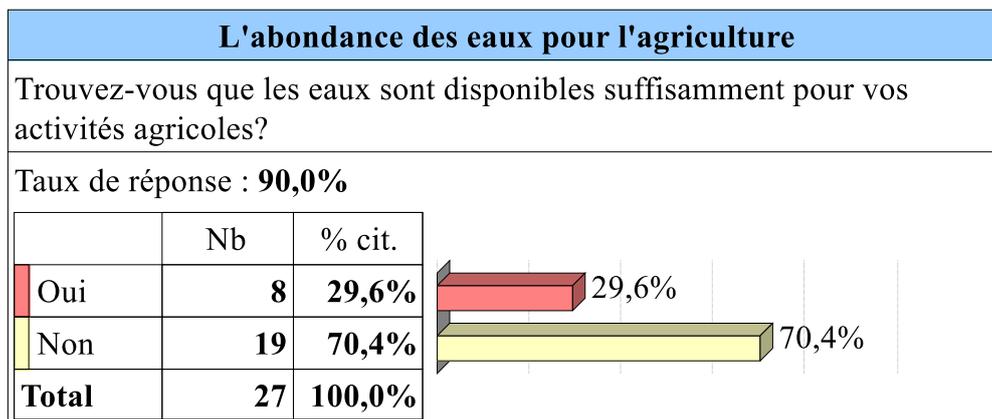


Fig. 33 : La disponibilité des eaux d'irrigation.

Il est évident que les résultats de cette variable confirment cette hypothèse ; « la pénurie en eaux d'irrigation pousse les agriculteurs à boucher et casser la conduite des eaux usées ».

2.1.5 La dépendance de l'agriculture en eaux :

Si l'agriculture s'appuie sur l'irrigation, donc il y a un besoin aux sources d'irrigation, et si ces dernières sont rares ou bien ne sont pas pourvues suffisamment en eaux, cela incite les agriculteurs à obtenir les eaux du réseau d'assainissement comme source d'irrigation alternative ou bien supplémentaire.

On observe dans la figure (Fig. 34) que 11% d'agricultures pratiquées se dépendent à l'irrigation seulement, et plus de 70% aux deux (l'irrigation et les pluies en même temps), donc, on trouve que plus de 80% d'agricultures pratiquées sont en pertinence directe avec l'irrigation, cela désigne qu'il y a toujours une forte exigence en eaux pour l'irrigation (surtout, dans les saisons sèches).

En plus, la variable précédente de l'abondance des eaux pour l'agriculture (Fig. 33) corrobore d'avantage cette vision, on constate que plus de 70% des agriculteurs disent que pas d'abondance des eaux pour leurs cultures, en revanche moins de 30% disent l'inverse.

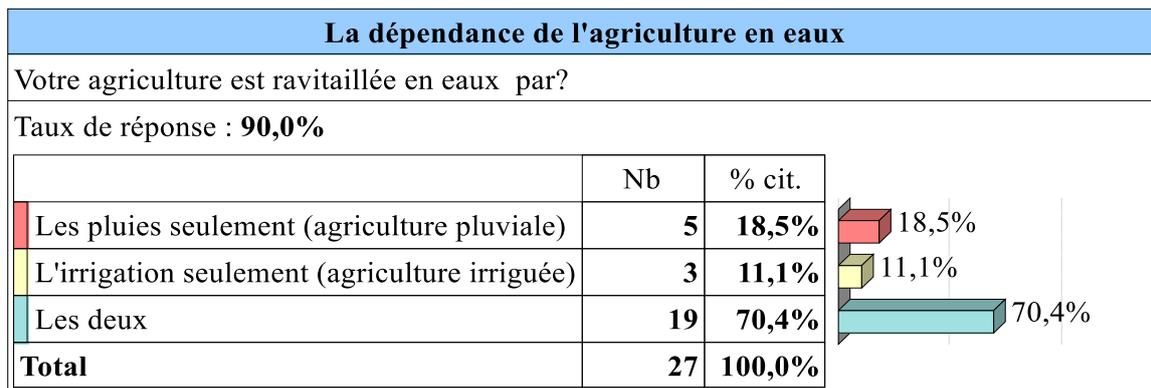


Fig. 34 : la dépendance de l'agriculture en eaux.

Alors, on constate que les résultats de cette question affirment encore notre hypothèse : « la pertinence de l'agriculture avec l'irrigation, pousse les agriculteurs à boucher et casser la conduite pour créer des sources d'irrigations ».

2.1.6 La permission d'utiliser les eaux usées dans quelques types d'agriculture les impulse à la création des fuites dans le collecteur :

Si les agriculteurs considèrent que l'irrigation avec les eaux usées n'est pas proscrite, alors cette permission est un facteur qui favorise l'utilisation de ces eaux, par conséquent la création des fuites dans la conduite.

On observe que la quasi-totalité des réponses sur la question des cultures proscrites, montrent que seulement les cultures maraichères et celles des légumes qui sont proscrites (selon les agriculteurs). Cela indique que l'irrigation par les eaux usées est permise pour les autres types d'agriculture par rapport à eux, donc il n'y a aucun obstacle qui les intercepte de faire et de créer les fuites dans l'assainissement pour avoir ces eaux.

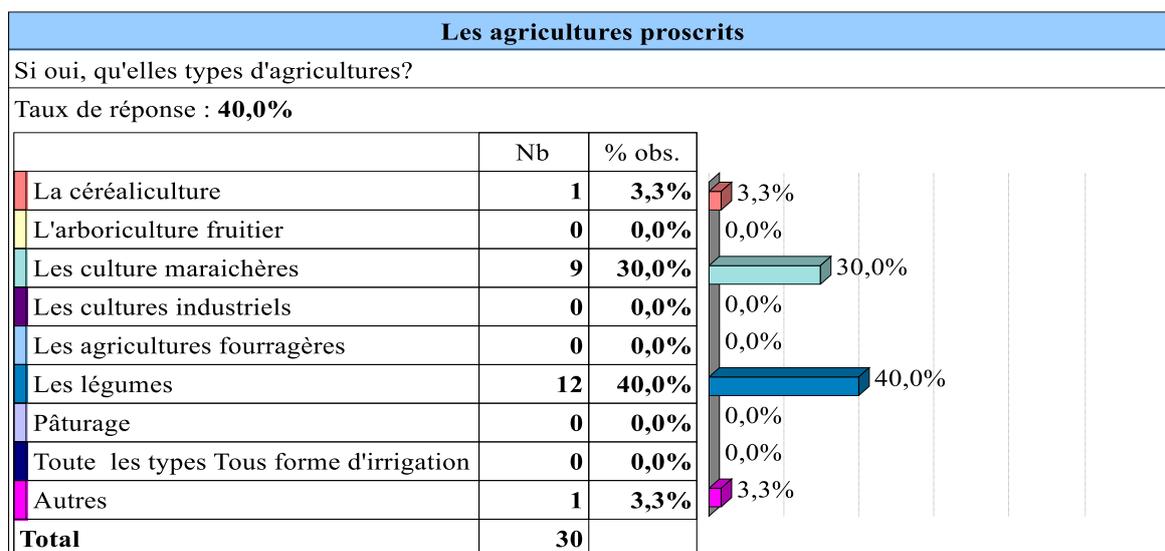


Fig. 35 : Les cultures proscrites selon les agriculteurs.

Dans la (fig. 36), relative au type de culture pratiquée, on trouve que plus de 86% d'agriculteurs pratiquent le pâturage (l'irrigation des prairies) et plus de 83% pratiquent les cultures fourragères. Dans la (fig. 35) on trouve que ces deux pratiques considérés comme permise par les agriculteurs (, cela signifie que le type d'agriculture pratiquée est un autre facteur motivant pour boucher et casser la conduite principale en vue d'utiliser les eaux déversées.

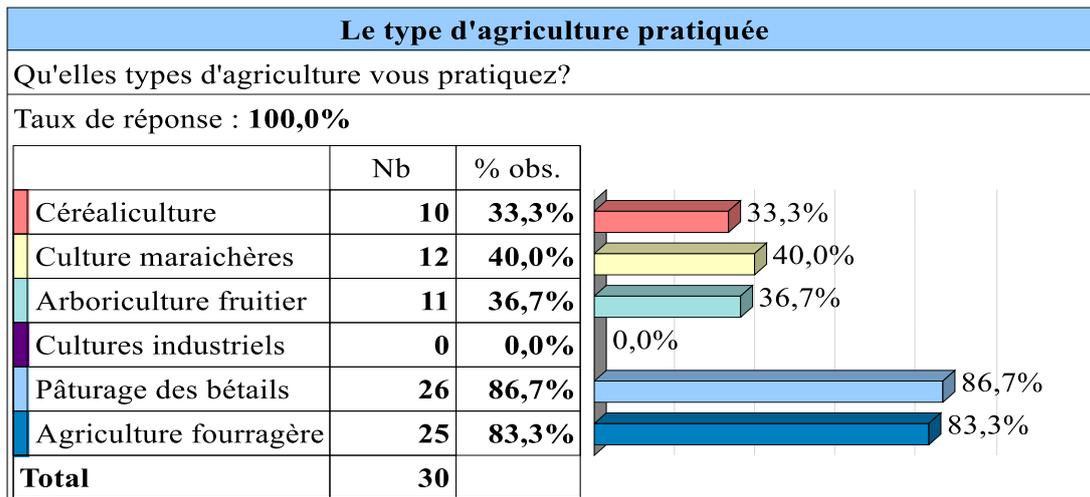


Fig. 36 : les différents types d'agricultures pratiquées.

On constate que ces résultats coroborent de plus cette hypothèse « l'ignorance de la proscription des agriculteurs d'utiliser les eaux usées dans plusieurs types cultures, les pousse à casser et boucher la conduite des eaux usées ».

2.1.7 Les sources d'irrigation sont des indicateurs sur la pertinence des agriculteurs avec le problème :

Sachant que les eaux usées sont destinées pour atteindre la station d'épuration d'Ain Sfiha, sans être déversées. Si les agriculteurs utilisent largement ces eaux en irrigation, cela indique leur intrusion directe dans la création des fuites.

Les résultats de cette variable montrent que 80% d'agriculteurs utilisent les eaux de l'oued Bou Sellam (qui sont polluées par les eaux usées) et 60% utilisent directement les eaux usées d'éversées à partir de la conduite. Cela, signifie de façon très importante que les agriculteurs sont à l'origine de ces fuites.

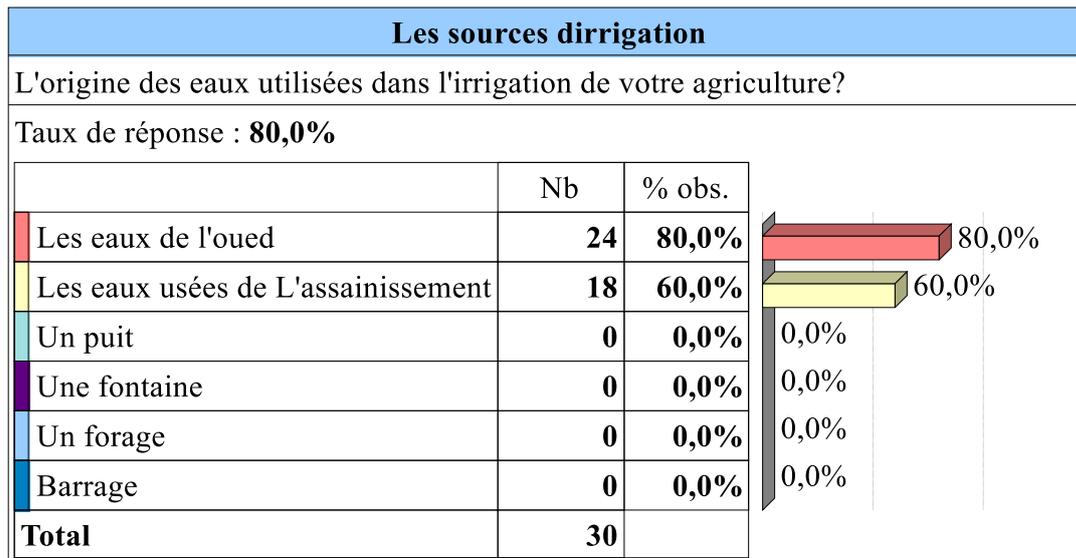


Fig. 37 : les sources d'irrigations

Alors, on trouve aussi, que les résultats de cette question montrent encore que l'hypothèse H₁ est vraie : « l'utilisation massive des eaux usées et les eaux polluées de l'oued indique l'intrusion directe des agriculteurs dans la création des fuites dans la conduite ».

2.1.8 La pénurie en eaux est une cause directe :

Il est évident que le manque en eaux d'irrigation pousse les agriculteurs à chercher d'autres sources pour compenser ce déficit, particulièrement les eaux qui s'écoulent dans le collecteur.

2.1.9 La diminution des eaux d'irrigation :

Quelque soit la nature de cette diminution ; saisonnière (dans les saisons sèches), ou annuelles, elle crie toujours une carence en eaux d'irrigation, donc un besoin d'utiliser d'autres sources possibles, notamment avoir recours aux eaux usées du collecteur.

On trouve que plus de 70% disent que les eaux ne sont pas disponibles suffisamment pour l'irrigation. D'autre part, on observe dans la figure suivante que 50% disent « oui », il y a une diminution, notamment aux saisons sèches (fig. 38). Ces résultats expliquent nettement qu'il y a une motivation importante à utiliser les eaux usées comme un refuge inéluctable face à la pénurie en eaux d'irrigations. Donc, cette raison les pousse à boucher et casser la conduite des eaux usées.

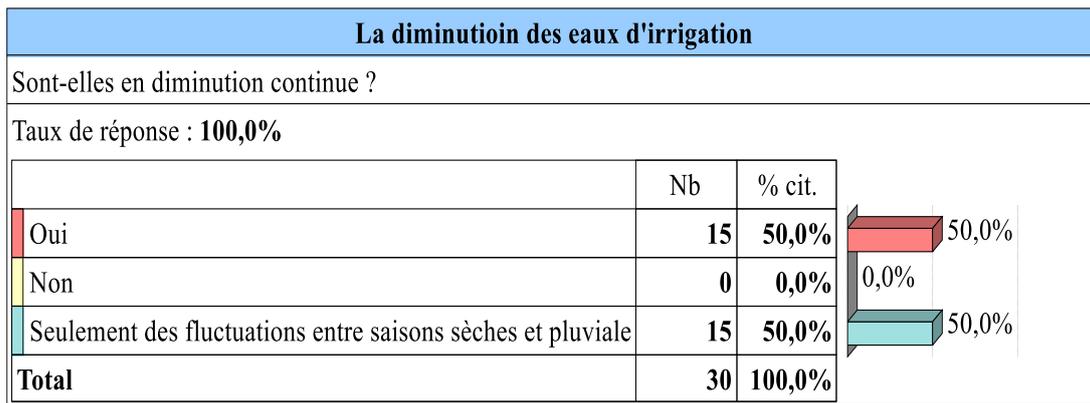


Fig. 38 :La diminution des eaux utilisée en irrigation

Encore, on constate que les résultats de cette question affirment de plus, l'hypothèse H₁, « la diminution des eaux d'irrigation impulse les agriculteurs à boucher et casser la conduite des eaux usées ».

2.1.10 La réaction face à la pénurie en eaux d'irrigation montre ses relations avec le problème :

La plupart des agriculteurs qui ont répondu à cette question (Fig. 39), plus de 56% disent qu'ils cherchent une source alternative, ce qui indique leur recours à l'utilisation des eaux d'assainissement.

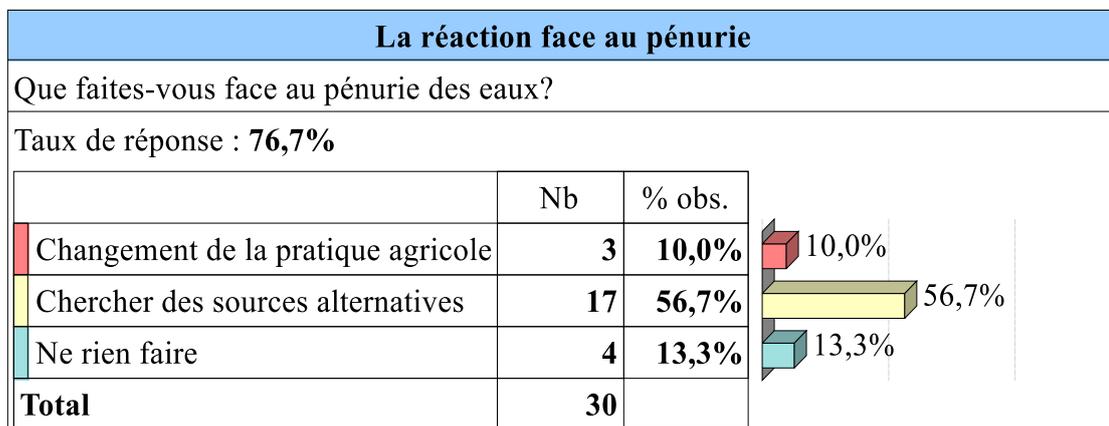


Fig. 39 : La réaction face à la pénurie en eaux d'irrigation.

Les résultats de cette question corroborent davantage l'hypothèse H₁, « ses recours au sources alternative, indique leur recours à casser et boucher la conduite pour créer cette source ».

2.1.11 Les sources alternatives optées sont des indicateurs directs :

Les sources alternatives adoptées par les agriculteurs dans le cas de pénurie, vont donner une vision claire sur la réalité des déversements existant dans le collecteur. S'ils utilisent les eaux usées comme source alternative, donc, il est évident qu'ils sont les responsables derrière ces fuites.

Plus de 71% des agriculteurs utilisent les eaux usées comme source alternative dans le cas de pénurie (Fig. 40), cela confirme qu'ils ont une relation avec ces fuites dans la conduite.

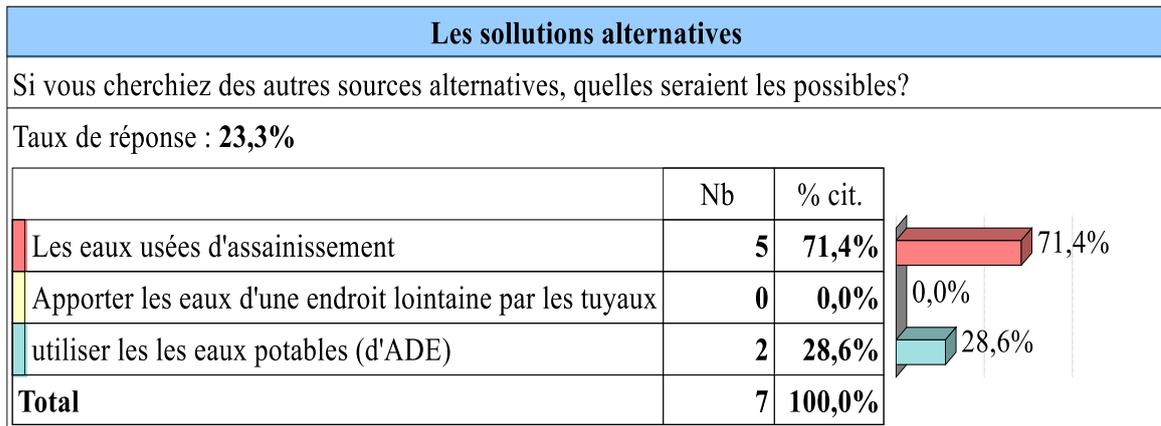


Fig. 40 : Les sources alternatives adoptées par les agriculteurs en cas de pénurie.

Les résultats de cette variable coroborent de plus l'hypothèse 1 « le recours des agriculteurs à utiliser les eaux usées prouve ses intrusions dans la création des fuite dans le collecteur ».

2.1.12 Les eaux del'oued indiquent indirectement la relation des agriculteurs au problème :

2.1.12.1 La disponibilité des eaux dans l'oued :

L'ouedBou Sellam constitue la source principale de l'irrigation (fig. 37)si les eaux sont disponibles dans l'oued, donc il n'y a pas de besoin à utiliser les eaux usées pour compenserle déficit en eaux d'irrigation, donc il n'y a pas d'impulsion pour boucher et casser l'assainissement, sinon, le contraire est vrais.

Dans la figure ci-dessous (Fig. 41) on observe que la plupart de nos interlocuteurs disent que les eaux de l'oued : soit ne sont pas disponible (30%), soit disponible seulement en hiver (plus de 63%), ce qui désigne nettement qu'il y a une carence, alors uneforte nécessité à utiliser les eaux usées, et par extrapolation, leurs recours vers l'obstruction et le casement de l'assainissement.

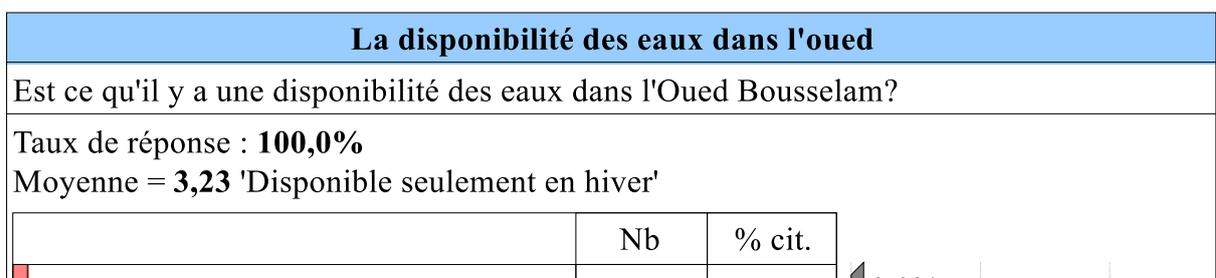


Fig. 41 : La disponibilité en eaux dans l'oued

La non possession des puits chez les agriculteurs désigne l'absence de ce choix en cas de pénurie, alors une obligation à utiliser les eaux usées .On constate que la quasi-totalité des agriculteurs disent qu'ils ne possèdent pas de puits (fig. 42).

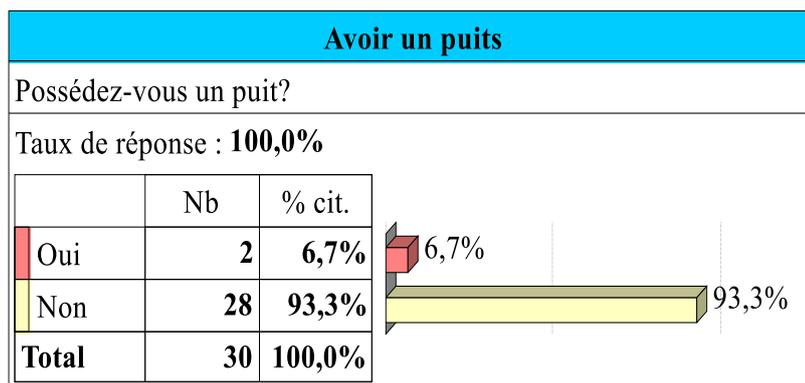


Fig. 42 : la possession du puit chez les agriculteurs.

Les résultats de cette variable, corroborent aussi l'hypothèse 1 ,« la rareté des eaux dans l'oued Bou Sellam, et la non possession d'un puit, pousse les agriculteurs à casser et boucher la conduite ».

2.1.13 La pollution des eaux de l'oued :

C'est la variable la plus démonstrative que les agriculteurs sont à l'origine de cette pollution.

2.1.13.1 L'importance de la pollution :

On constate que la plupart des agriculteurs (plus de 60%) attestent qu'il y a une pollution assez importante des eaux de l'oued par les eaux usées (Fig. 43). Ils confirment l'importance de cette pollution et n'échappent pas d'avouer de cette réalité.

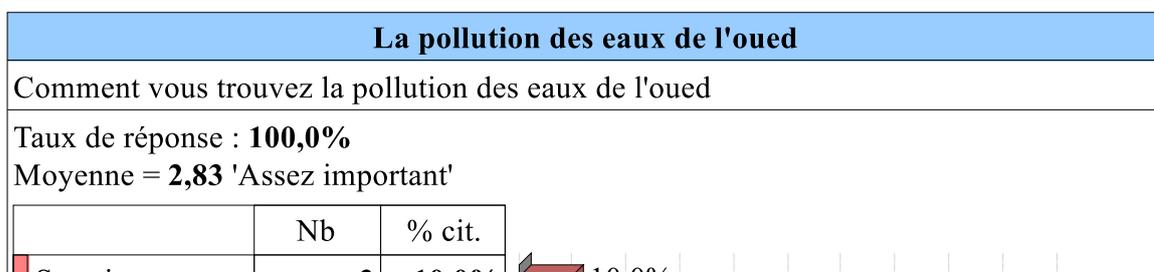


Fig. 43: L’avis des agriculteurs sur la pollution des eaux de l’oued Bou Sellam par les eaux usées.

2.1.13.2 Les sources de la pollution :

La réponse des agriculteurs à l’origine de la pollution nous donne une indication directe sur leur relation avec cette pollution. Plus de 93% des réponses affirment que des fuites dans le réseau de collecte est la principale cause de la pollution par les eaux usées, et de moins degrés les déversements des maisons.

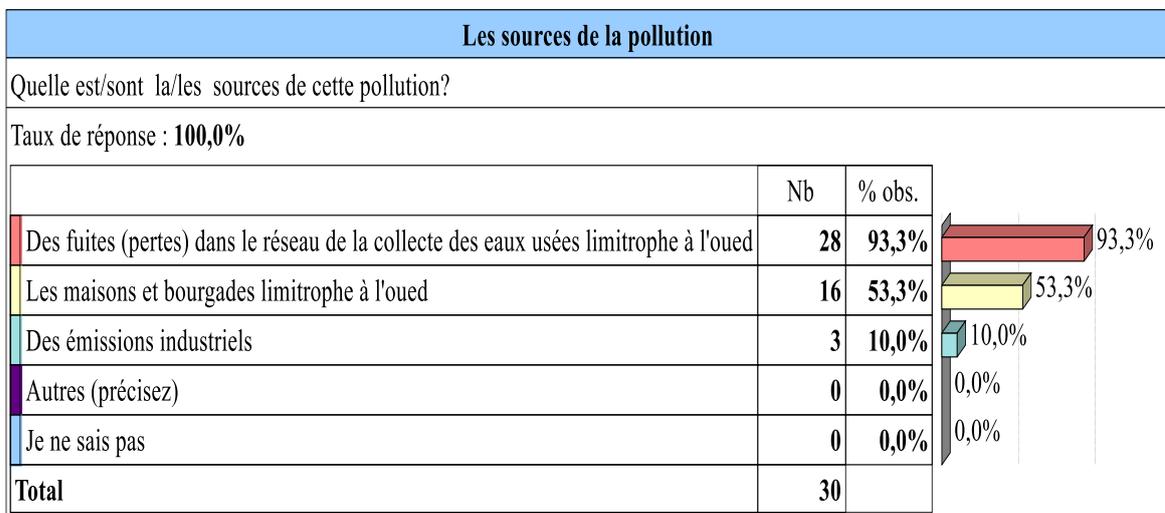


Fig. 44 : les sources de la pollution par les eaux usées.

2.1.14 L’origine des fuites et cassures dans le collecteur.

Cette variable constitue la réponse la plus flagrante de nos investigations sur les causes principales qui engendrent les fuites dans la conduite principale. Les réponses recueillies à cette question nous donnent une confirmation totale à l’hypothèse lancée, par ce quelles sont les réponses des agriculteurs eux même.

80% des agriculteurs avouent que ce sont eux même à l'origine de ces fuites (fig. 45). Par ailleurs, on constate que quelques autres déclarent que la cause soit la dégradation de la conduite et des obstructions naturelles.

On a posé cette question au secrétaire générale de la chambre d'agriculture ; sa réponse a été que « la seule cause qui engendre ces fuites dans le collecteur sont les agriculteurs, en vue d'utiliser ces eaux usées dans l'irrigation ». La réponse du chef de service d'assainissement dans la direction d'hydraulique à cette question a été la même ; toujours les agriculteurs sont l'acteur derrière ces cassures et obstructions.

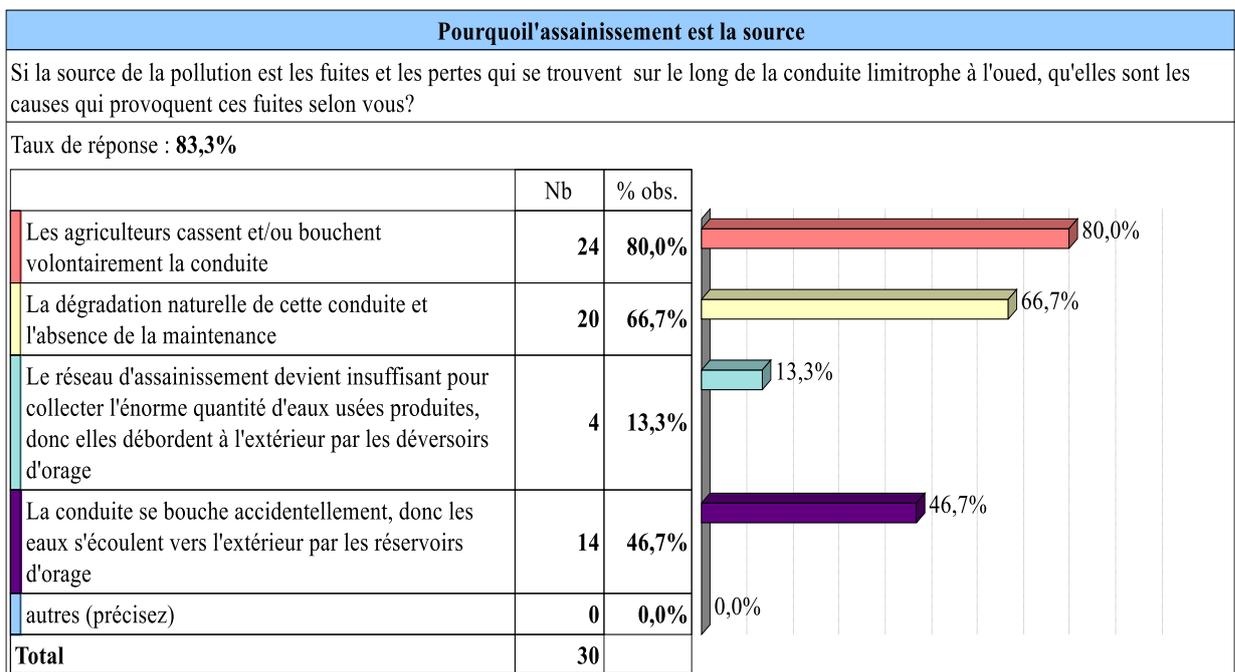


Fig. 45 : Les causes d'arrière les fuites dans la conduite d'assainissement (les déclarations des agriculteurs).

D'autre part, si on prend l'avis des habitants sur la cause derrière ces fuites et pertes dans la conduite, on trouve que la quasi-totalité (plus de 93%) attestent que les agriculteurs qui les font (Fig. 46).

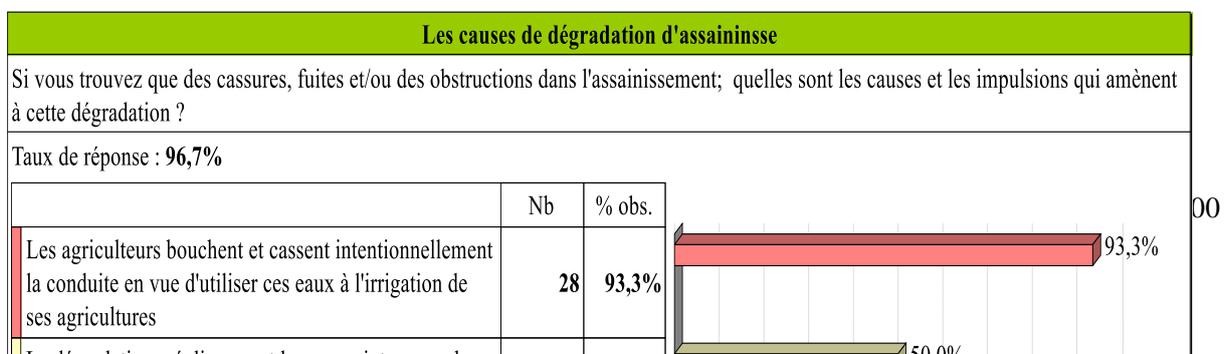


Fig. 46 : Les causes d'arrière les fuites dans la conduite d'assainissement (les déclarations des habitants).

Les agriculteurs, les habitants, la direction d'agriculture et le service d'assainissement disent la même chose «les agriculteurs sont le seul responsable, ils cassent et bouchent le collecteur volontairement ». On a constaté la même chose sur terrain, des obstructions et cassures effectuées à mains, il est intuitive de le déduire à l'œil directement.

2.1.15 Les impulsions de créer les fuites :

Tous les agriculteurs témoignent qu'il y a un objectif derrière la création des fuites, c'est pour utiliser les eaux déversées en irrigation.

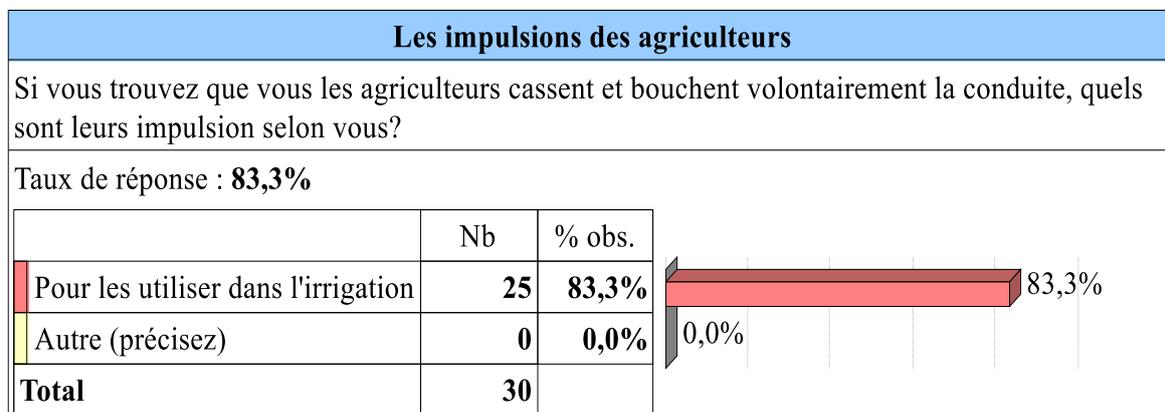


Fig. 47 : Les impulsions des agriculteurs pour créer les fuites dans le collecteur.

2.1.16 L'importance de ces eaux dans l'irrigation :

Cette variable montre les avantages par l'utilisation de ces eaux, cela confirme davantage notre hypothèse.

Les objectifs par l'utilisation de ces eaux en irrigation sont d'une part, par ce qu'elles sont très riches en matière organique ,d'autre part par ce qu'il y a une pénurie en eaux d'irrigation.

50% des réponses sur la première suggestion (Fig. 48), confirment qu'ils les utilisent par ce qu'elles sont très riches en matière organique. Et plus de 76% des réponses sur la suggestion du besoin d'eaux d'irrigation.

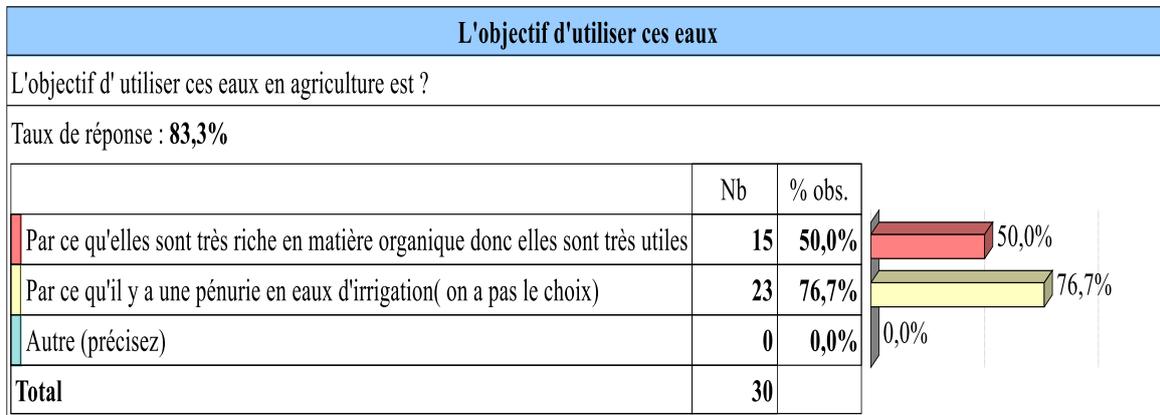


Fig. 48 : L'objectif d'arrière l'utilisation de ces eaux.

En plus, la quasi-totalité des agriculteurs disent que ces eaux ont un impact assez important sur le revenu de leurs agricultures (fig.49).

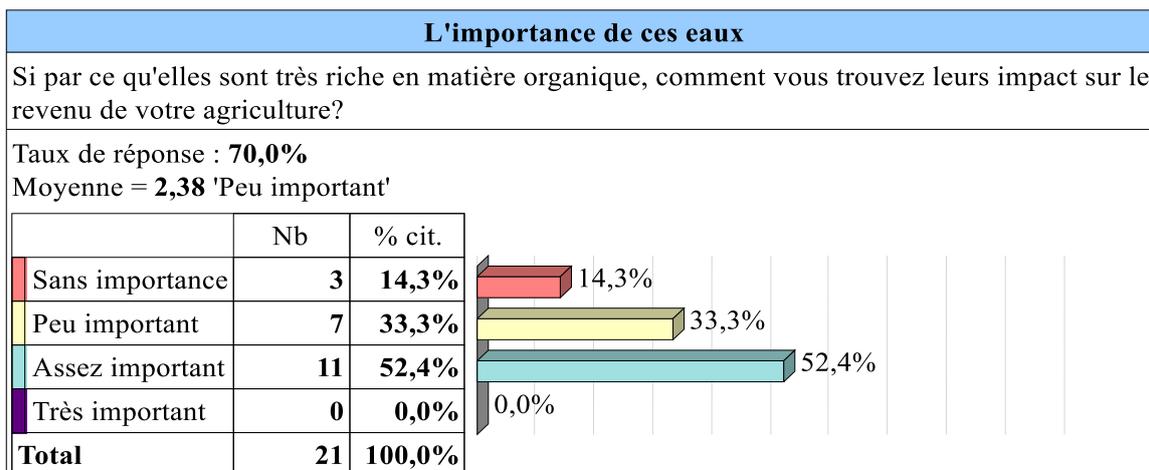


Fig. 49 : L'impact de ces eaux sur le revenu des cultures

2.1.17 conclusion :

À la fin du traitement de seize questions choisies du questionnaire destiné aux agriculteurs, on a pu prouver plusieurs fois et par plusieurs voies que l'hypothèse H_1 est juste. La cause principale derrière la pollution des eaux de l'oued Bou Sellam par les eaux usées est : « **les agriculteurs bouchent et cassent la conduite principale du réseau d'assainissement en vue d'utiliser les eaux déversées en irrigation** ».

2.2 Le questionnaire destiné aux habitants

Ce questionnaire a été consacré à confirmer ou infirmer l'hypothèse **H₂** : «La pollution de l'Oued Bou Sellam par les eaux usées des habitations riveraines est due à l'absence d'assainissement (réseau d'évacuation des eaux et fosses septiques) ».

On va traiter les réponses des questions les plus relatives et les plus convenables à confirmer ou infirmer cette hypothèse. On va utiliser aussi dans les cas échéants, les réponses des questions du questionnaire destiné à la direction d'agriculture, aux agriculteurs et à la direction d'hydraulique pour confirmer d'avantage nos argumentations.

2.2.1 L'identité des habitations riveraines :

2.2.1.1 La propriété de la maison :

Si le résident de la maison n'est pas le propriétaire (locataire, temporaire ...), cela, évidemment explique la négligence et l'absence d'aménagement d'assainissement et l'absence d'une fosse septique. on trouve que près de la moitié de nos interlocuteurs ne sont pas les propriétaires de ces maisons, plus de 46% sont soit des locataires, soit des habitants temporaires (fig. 50).

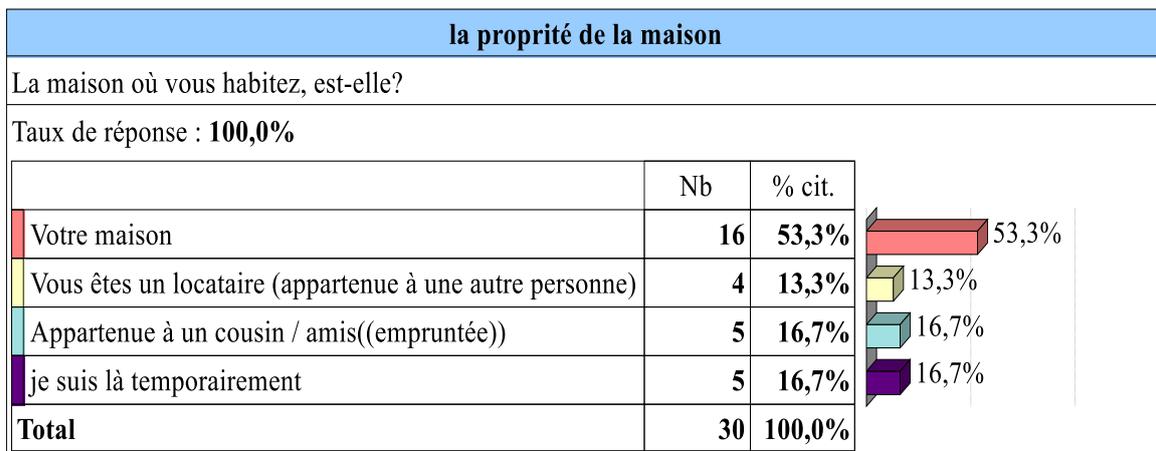


Fig. 50 : Statut des habitants.

2.2.2 L'autorisation de la construction :

Pas mal de maisons ne possèdent pas de permis de construire (près de 44%) (Fig. 51). Selon le chef de service d'assainissement dans la direction des ressources hydraulique : « si la maison est construite sans autorisation, elle ne serait pas reliée au réseau d'assainissement ». Dans ce cas, les eaux usées seront déversées directement vers l'oued.

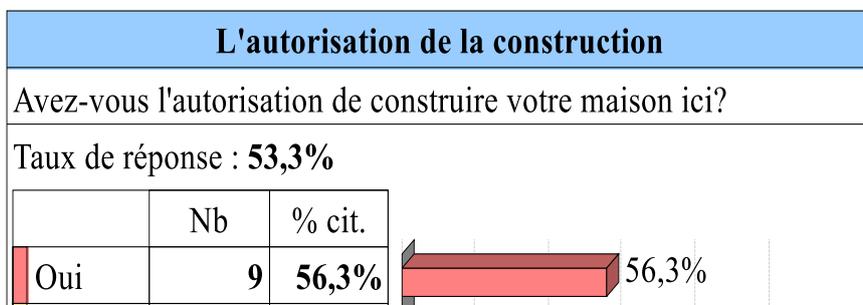


Fig. 51 : La possession de l'autorisation de construction

Après l'analyse des réponses de ces trois questions en dessus, on trouve qu'elles confirment que les maisons constituent une source de pollution, par ce qu'elles ne sont pas reliées au réseau d'assainissement.

2.2.3 L'absence du réseau d'assainissement :

En effet, la plupart des maisons riveraines sont isolées par rapport aux agglomérations, donc, c'est logique qu'elles ne soient pas liées au réseau de collecte d'eaux usées. Quelques maisons se trouvent au niveau d'agglomérations mais ne sont pas liées au réseau d'assainissement pour telle ou telle raison.

Plus de 36% de nos interlocuteurs disent qu'il n'y a pas de réseau proche à eux, donc c'est évident qu'ils déversent leurs eaux usées directement dans l'oued. D'autre part, 33% de nos interlocuteurs expriment qu'il existe le réseau, mais il est loin par rapport à eux, donc on trouve que même cette catégorie déverse ces eaux usées dans l'oued. 30% des interrogés attestent qu'il existe le réseau d'assainissement, mais ne sont pas reliées au réseau (fig. 52). Parmi les maisons qui ne sont pas attachées aux réseaux d'assainissement, il existe de quelques maisons (13%) qui déversent ses eaux usées dans des fosses septiques (fig. 53).

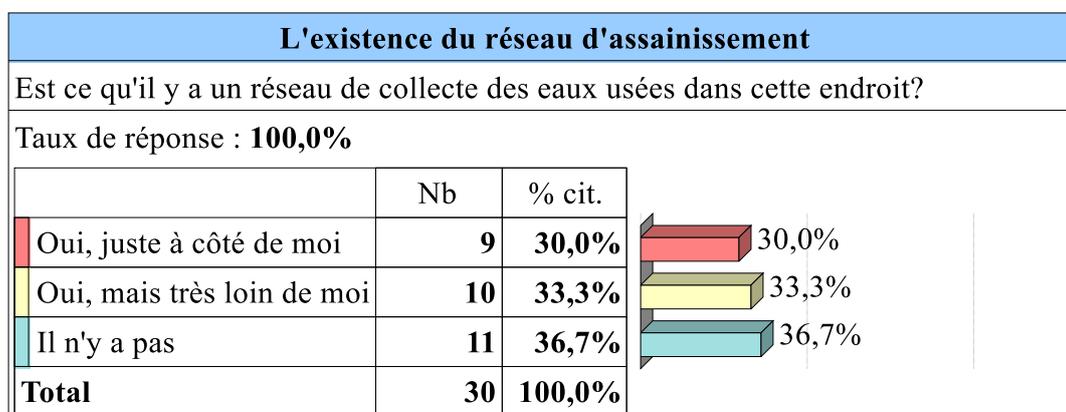


Fig. 52 : L'existence ou pas du réseau d'assainissement à côté de ces maisons.

Donc, on trouve que les résultats de cette question, affirment directement notre hypothèse « l'absence d'assainissement est la cause primordiale derrière la pollution engendrée par les maisons ».

2.2.4 Le non raccordement au réseau d'assainissement :

Il est clair que les maisons isolées n'entrent pas dans cette question, on parle ici de maisons qui sont plus ou moins proches aux agglomérations, et ceux qui existent dans ces agglomérations mais ne sont pas reliées au réseau.

On observe que presque 79% de ces maisons ne sont pas reliées au réseau de collecte des eaux usées, donc il est intuitif qu'elles déversent directement dans l'oued, sachant que 13% d'entre eux possèdent des fosses septiques (Fig. 53).

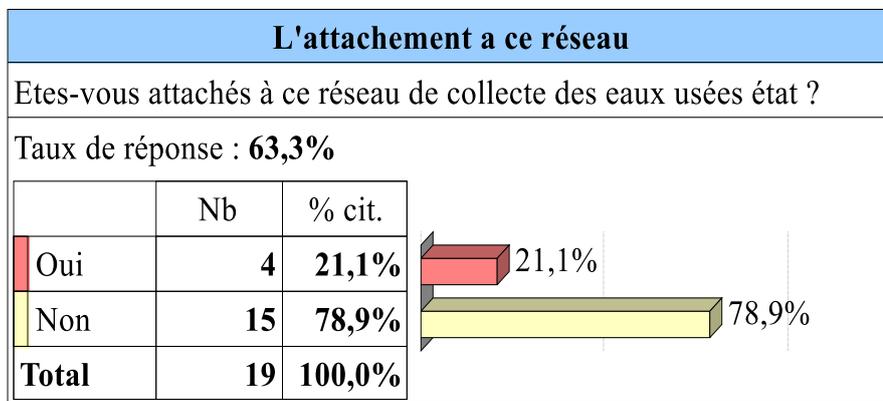


Fig. 53 : Les maisons proches au réseau d'assainissement et leurs états de raccordement

Les résultats de cette question confirment notre hypothèse « le non raccordement au réseau de collecte est une cause primordiale derrière le déversement des eaux usées vers l'oued ».

2.2.5 Les raisons du non raccordement au réseau d'assainissement :

Cette variable, va nous montrer les causes derrière le non raccordement des maisons au réseau, malgré il y a une possibilité (l'existence du réseau). Par l'analyse des réponses de cette question.

On constate dans la figure ci-dessous (Fig. 54) qu'environ de 23% disent qu'ils sont loin par rapport au réseau d'assainissement, c'est pour cela ne sont pas attachées. Par contre, 13 % ne sont pas permis de relier au réseau. D'autre part, 20% disent que le coût de raccordement est très cher pour eux. Enfin, quelques exceptions disent que leur existence est temporaire dans cette endroit, donc, ne sont pas concernés par ces aménagements, ou bien ils sont en

l'attente des projets étatique pour les relier au réseau d'assainissement. Donc, toutes ces catégories déversent leurs eaux usées vers l'oued, sauf 13% d'entre eux possèdent des fosses septiques.

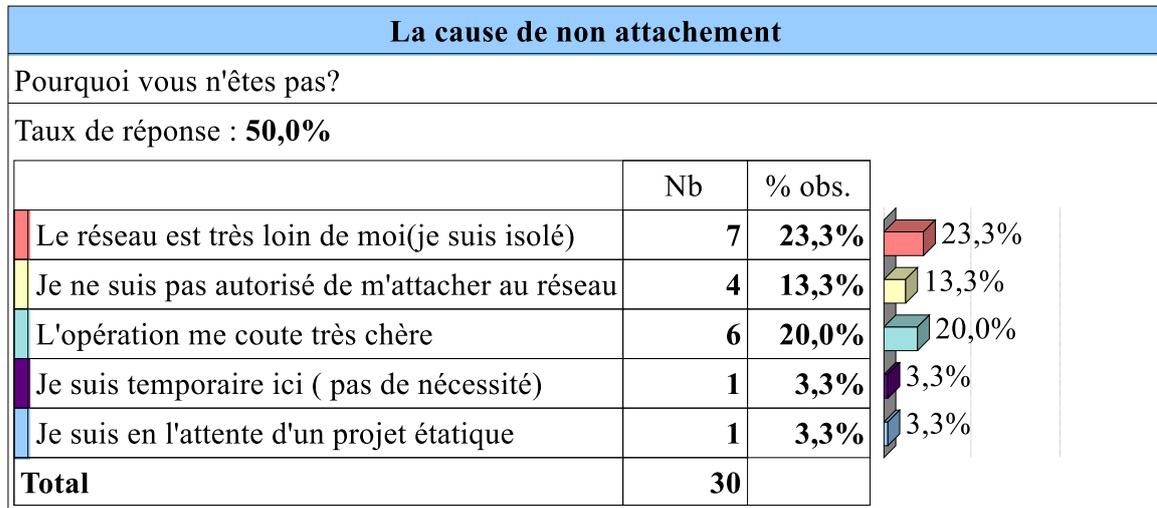


Fig. 54: Les différentes causes du non attachement au réseau de collecte des eaux usées

On constate que les résultats de cette question corroborent les résultats précédents.elles affirment davantage notre hypothèse « le non raccordement au réseau de collecte et la cause de la pollution par les maisons limitrophes».

2.2.6 La destination de ces eaux usées :

Par ce que la quasi-totalité de notre échantillon ne sont pas attachés au réseau d'assainissement, il convient de connaitre la destination de leurs eaux usées. Si elles ne possèdent pas des fosses septiques, donc il est clair qu'elles seront déversées directement dans l'oued (il est constaté aussi par l'œil).

Plus de 86% de ceux qui ne sont pas raccordés au réseau, déversent leurs eaux usées directement dans l'oued. En revanche on trouve seulement 13.6% qui possèdent des fosses septiques (Fig. 55). Donc on constate que la majorité qui ne possède pas des fosses septiques comme une solution alternative sont derrière cette pollution.

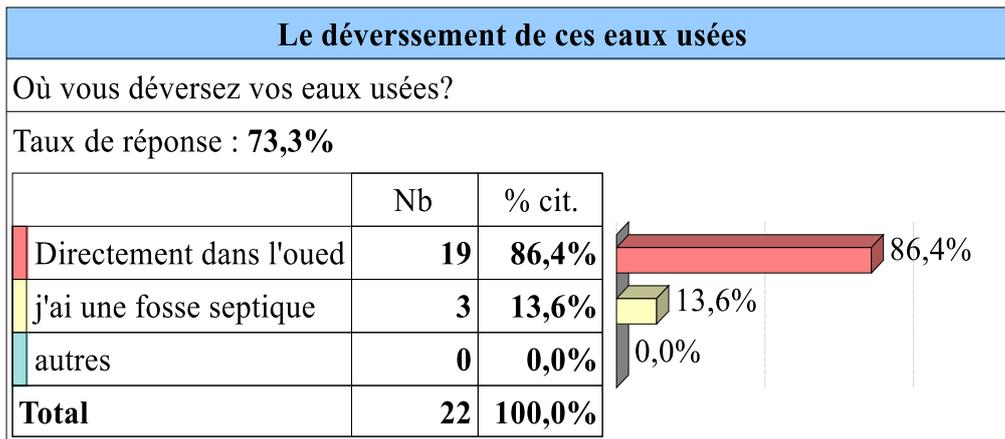


Fig. 55 : La destination des eaux usées des maisons non attachées au réseau d'assainissement.

Les résultats de cette question affirment la deuxième partie de cette hypothèse « l'absence des fosses septiques comme solution alternative, abouti au déversement d'eaux usées vers l'oued ».

2.2.7 La façon du déversement des eaux usées vers le lit :

La manière de déversement des eaux usées nous donne une vision sur la négligence de l'aménagement chez ces habitants. Elle confirme en fait l'existence de ces sources de pollution.

La plupart déversent leurs eaux usées par des rigoles créées dans le sol. 26 % déversent leurs eaux usées directement à l'air libre, sans faire même pas des conduites, a cet égard, on a constaté la formation des étangs d'eaux usées qui favorisent extrêmement la prolifération des insectes et de mauvaises odeurs. Enfin, on trouve la minorité (21%) utilisent des buzzs pour transporter leurs eaux usées vers l'oued.

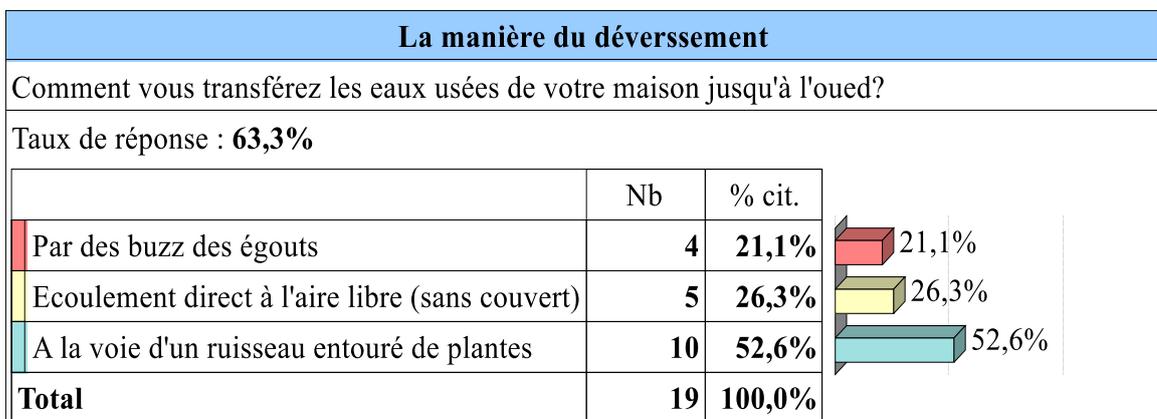


Fig. 56 : les manières de déversement des eaux usées vers l'oued.

Ces résultats montrent la façon de la pollution engendrée par les maisons, en même temps confirment notre hypothèse « l'absence du réseau d'assainissement et des fosses septiques qui est derrière cette pollution ».

2.2.8 Les raisons qui entravent d'avoir des fosses septiques :

Dans cette variable on va traiter les raisons qui empêchent de faire une fosse septique comme solution alternative pour les maisons non raccordées au réseau d'assainissement.

On constate que 52% ne possèdent pas même pas un envie de faire une fosse septique, ils avouent directement qu'ils n'ont pas un motif. Par contre les autres justifient cette négligence soit par la non possession de la terre pour faire cette fosse, soit par ce que l'opération est coûteuse pour eux.

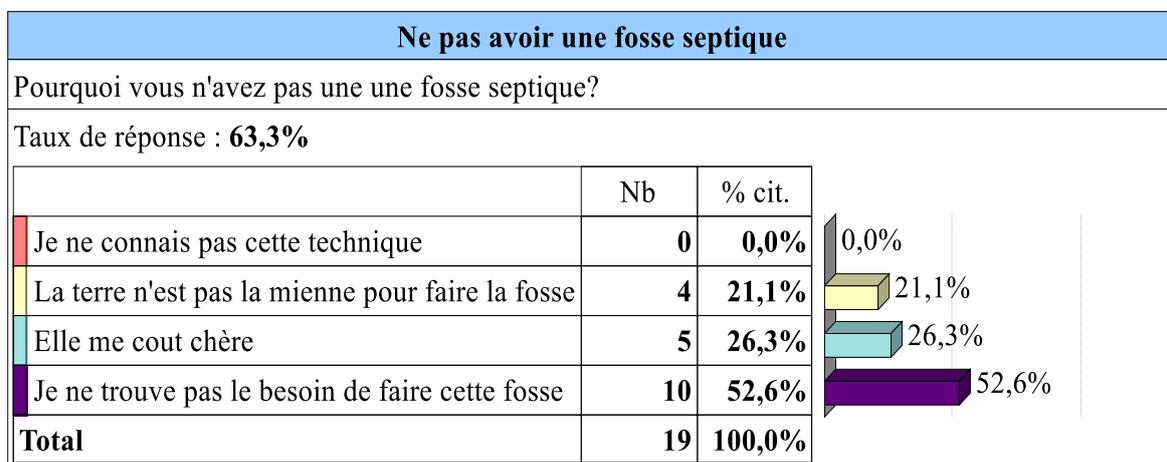


Fig. 57 : Les causes qui empêchent de faire une fosse septique.

Ces résultats confirment davantage que l'absence de fosses septiques est une autre cause derrière la pollution des eaux de l'oued par les eaux usées domestiques.

2.2.9 La pollution des eaux de l'oued :

On va prendre d'un part l'avis des habitants sur les origines de la pollution, les causes derrière, et pourquoi les maisons limitrophes déversent leurs eaux usées vers l'oued. D'autre part on va prendre l'avis de la direction d'hydraulique sur le sujet.

2.2.9.1 La pollution des eaux de l'oued Bou Sellam par les eaux usées :

La plupart des habitants (plus de 48%) attestent qu'il y a une pollution assez importante, et plus de 41% disent que les eaux sont plus ou moins polluées (Fig. 58). Donc ils confirment l'importance de cette pollution et n'hésitent pas de dire la réalité sur leurs relations avec ce problème.

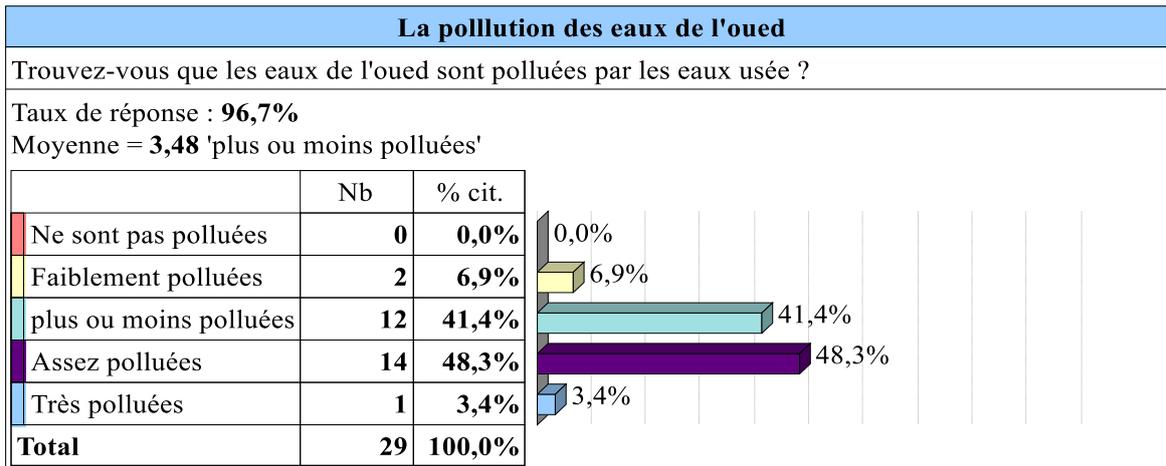


Fig. 58 : L'avis des habitants sur la pollution des eaux de l'oued Bou Sellam par les eaux usées.

2.2.9.2 Les sources de la pollution :

Les réponses obtenues par cette question affirment clairement notre hypothèse. Les habitants avouent qu'ils ont un rôle direct et important dans la pollution des eaux de l'oued Bou Sellam par ses émissions.

La quasi-totalité des habitants (plus de 96%) attestent que la source de pollution la plus importante est les fuites existantes dans le collecteur des eaux usées (Fig. 59). En deuxième ordre, les déversements des maisons limitrophes sont la seconde source de pollution. Enfin, la minorité dit que la troisième source est les émissions industrielles.

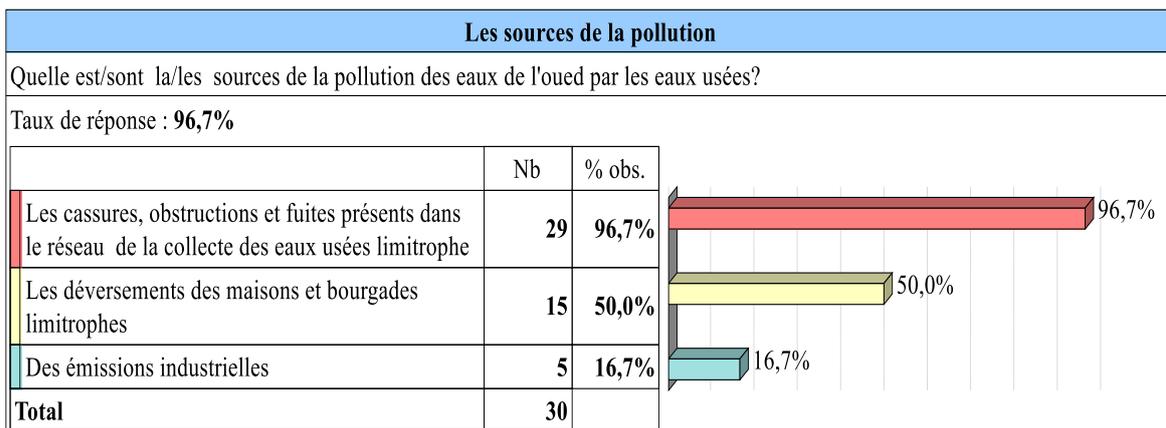


Fig. 59 : les sources de la pollution selon les habitants.

Les réponses des agriculteurs sur cette question donnent les mêmes résultats, plus de 93% attestent que la majeure source, est les fuites dans le collecteur. En deuxième ordre (53%) les

maisons qui sont la seconde source de la pollution. 10% d'entre eux disent que la troisième source est industrielle.

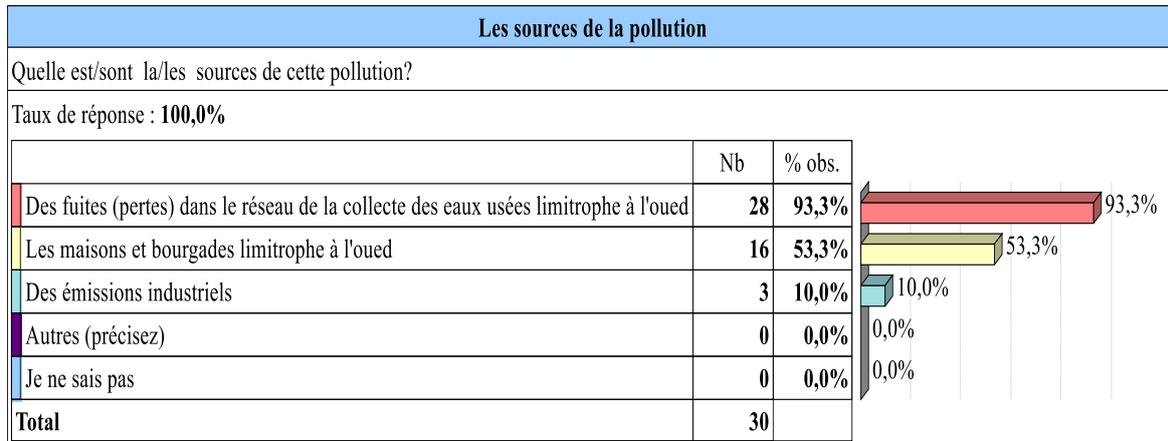


Fig. 60 : Les sources de la pollution des eaux de l'oued Bou Sellam par les eaux usées déclarées par les agriculteurs.

La même question a été posée au chef du service d'assainissement dans la direction d'hydraulique, et au secrétaire de la chambre d'agriculture dans la direction d'agriculture. Les réponses ont été les mêmes, « les fuites dans le collecteur sont la principale source de pollution, de moins degrés les émissions des maisons limitrophes ».

On trouve que tous les enquêtés attestent que les fuites dans la conduite de collecte des eaux usées est la source primordial de la pollution, en deuxième ordre les maisons limitrophes au lit.

2.2.9.3 Les causes derrière l'existence de ces sources de pollution :

La plupart des habitants (93%) attestent que la cause primordiale qui a conduit à ces émissions est l'absence du réseau d'assainissement de chez eux. Alors que (57%) d'entre eux disent que cette pollution est à cause de l'absence des fosses septiques (fig. 61).

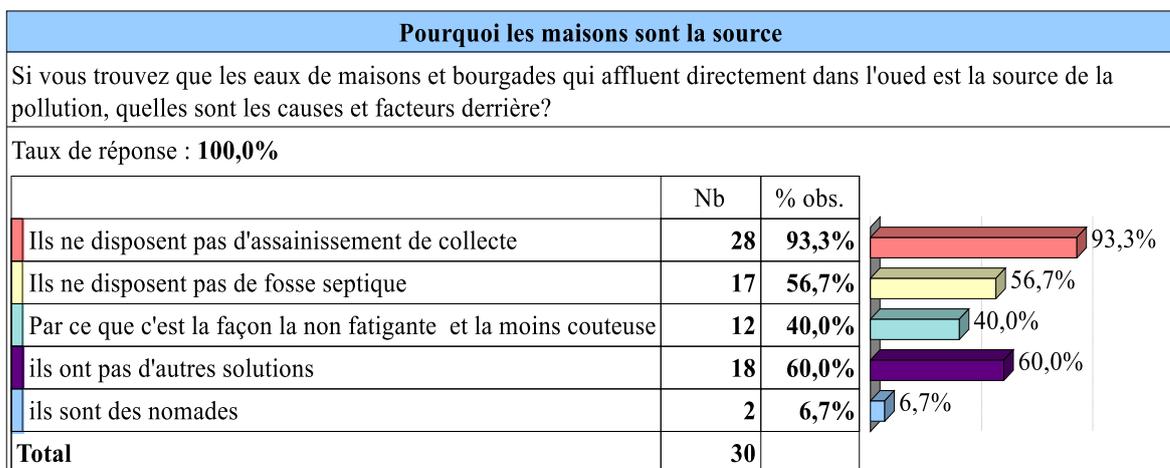


Fig. 61 : Les causes d'arrière la pollution par les maisons limitrophes exprimées par les habitants.

Si on prend les réponses des agriculteurs pour cette question, ont presque les mêmes (Fig. 62). On a 63% disent que la cause principale est l'absence d'un réseau de collecte, 53% disent que le deuxième facteur est la non possession des fosses septiques, et 56% disent que les propriétaires de ces maisons ne possèdent pas d'autres solutions.

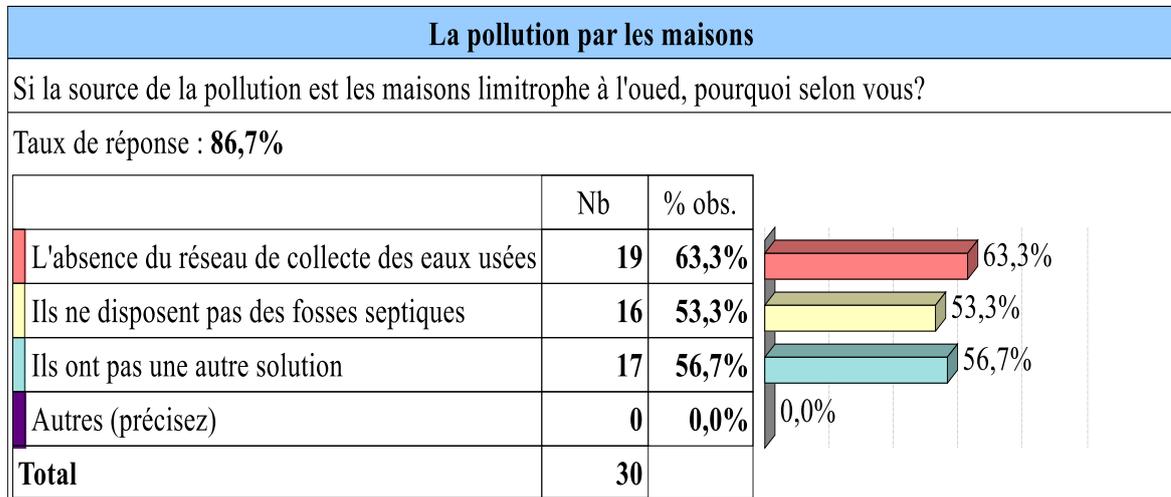


Fig. 62 : Les causes exprimées par les agriculteurs d'arrière la pollution par les maisons limitrophes

Dans le même cadre, la réponse du chef du service d'assainissement a été :

- La plupart ne disposent pas d'assainissement (ils sont loin et isolées).
- Quelques maisons n'ont pas d'autorisation pour se relier au réseau.
- Ceux qui ne sont pas accordés, la plupart d'entre eux ne disposent pas des fosses septiques.

2.2.10 Conclusion : à partir de l'analyse des réponses de quatorze questions on a pu prouver que l'hypothèse H_2 est vraie: « l'absence d'assainissement et des fosses septiques sont les causes derrière déversement des eaux usées vers l'oued par les maisons ».

2.3 Le questionnaire destiné à la direction d'hydraulique :

Ce questionnaire est destiné à prouver l'hypothèse H_3 , ou l'inverse: « Le collecteur d'eaux usées est devenu incapable de collecter l'excès des volumes d'eaux usées produites par le nombre très élevé de la population installée récemment dans la région. Les eaux se déversent forcément par les déversoirs d'orage vers l'oued, alors, l'insuffisance du collecteur est une autre cause derrière la pollution des eaux de l'oued Bou Sellam par les eaux usées ».

On va entamer l'analyse des questions les plus pertinentes à l'hypothèse, et utilisé dans les cas échéants les réponses des questions des autres questionnaires.

2.3.1 L'identité de l'enquêté :

- La direction de : l'hydraulique de la wilaya de Sétif
- Service de : l'assainissement.
- La relation du service avec le problème de la pollution : une grande relation (plus de 60%).
- La personne enquêtée : Chef de service de l'assainissement.

2.3.2 Le débit des eaux usées et des eaux pluviales qui s'écoulent dans la conduite :

On va présenter les statistiques concernant les volumes des eaux usées produites par chaque agglomération raccordée à ce collecteur, la vitesse d'écoulement des eaux usées, la capacité maximale du collecteur et la quantité des eaux de ruissèlement accumulées par ce réseau d'assainissement.

Avant tous, on doit déterminer les paramètres qui envisagent la capacité maximale du collecteur. A cet égard, on doit préciser deux paramètres fondamentaux : la surface d'écoulement et la vitesse d'écoulement.

- **La surface d'écoulement :** la première dimension qui caractérise la capacité de la conduite est son diamètre, ce dernier permet de déterminer la surface d'écoulement (la surface maximale occupée par les eaux usées, si la conduite est pleine):

$$S = R^2 \times \pi$$

Sachant que :

- S : la surface du cercle
- R : le rayon (demi de diamètre D/2)
- $\pi = 3.14$

- **La vitesse d'écoulement :**

Il est difficile de déterminer précisément la quantité d'eaux maximale qui peuvent s'écouler dans ce collecteur chaque seconde, par ce qu'il y a plusieurs facteurs qui affectent :

- La nature des eaux : leurs poids, leurs compacités, leurs viscosités et leurs puretés.
- La nature de la conduite : la matière de cette conduite, sa direction rectiligne ou pas, sa perfection, est ce qu'elle est lisse à l'intérieur ou pas.
- La pente : l'intensité de la pente, est ce que cette pente est fixe ou variable, la distance entre le début et la fin de cette pente.
- La gravité (montagne, bassin, plat...), et l'accélération. (Okun, et Ponghis, 1976).

Pour déterminer cette capacité, on utilise l'équation de Manning. C'est l'équation la plus simple et la plus utilisée pour déterminer la vitesse maximale d'écoulement dans une conduite en fonction de la gravité (la pente) :

L'équation d'écoulement :

. La formule de *Manning* (Okun et Ponghis, 1976) s'écrit :

$$V = \frac{R^{2/3} \times S^{1/2}}{n} \text{ Ou :}$$

n : le coefficient de rugosité de Manning (l'indice de compacité)

R : le rayon hydraulique en m

S : la pente de la conduite en %

➤ **Pour les agglomérations Cheikh El Aïfa (Fermatou), Chouf lekdad, Gawa (Tab.12) :**

- La pente varie entre 2.01 % et 0.77% (Tab.12), donc, on va prendre la moyenne qui est de **1.39 %**
- Le diamètre de la conduite s'agrandit au fur et à mesure de Cheikh El Aïfa jusqu'à Abid Ali, de 600 mm à Gawa, jusqu'au point d'accumulation des eaux usées de toutes ces agglomérations au niveau d'El Bez soit de 1000 mm. Donc, le rayon est celui le dernier, parce que la conduite ici accumule toutes ces eaux, alors, on a **R = 0.5 m**.
- L'indice de compacité déterminé par le bureau d'étude est **kc = 1.85**

On calcule la vitesse maximale d'écoulement des eaux usées dans cette conduite on va trouver que : **V = 0.40 m³/s**, c'est la quantité maximale supportée par cette conduite dans cet endroit

Dans le tableau ci-dessous (Tab.12) le débit total des eaux usées dans les différentes agglomérations qui déversent dans cette conduite est :

$$Q = Q_{Gawa} + Q_{Cheikh\ El\ Aifa} + Q_{Couflékdad} \text{ (Tab. 12)}$$

$$\text{Donc : } Q_{total} = 0.051 \text{ m}^3/\text{s}$$

Alors, trouve que la capacité maximale de la conduite est de $0.40 \text{ m}^3/\text{s}$. En revanche, ces agglomérations produisent seulement $0.051 \text{ m}^3/\text{s}$. Donc, il est très clair qu'elle suffit largement pour collecter tous les eaux usées de ces agglomérations.

➤ **Pour les agglomérations (l'université ferhatabbes + el gassria + boukhrissa) (Tab.13) :**

- La pente est : **2.85 %**.
- L'indice de compacité $k_c = 1.35$
- Le diamètre 1200 mm donc **R = 0.6 m**

On trouve que le débit maximale d'écoulement dans cette conduite est : $V = 0.89 \text{ m}^3/\text{s}$. Le débit des eaux usées produit par ces agglomérations est de $0.054 \text{ m}^3/\text{s}$. Alors, cette conduite suffit aussi largement pour collecter toutes ces eaux (Tab. 13).

➤ **Pour Abid Ali (Tab.13) :**

- La pente est de **0.77%**
- L'indice de compacité $k_c = 1.5$
- Le diamètre est 1100 mm donc, **R = 0.55m**

On a $V = 0.39 \text{ m}^3/\text{s}$, en revanche, on a les eaux usées produites sont de : $0.004 \text{ m}^3/\text{s}$ (Tab.13), donc il n'y a pas de doute sur sa suffisance.

Dans la conduite de Abid Ali s'accumulent toute les eaux de toutes les agglomérations à la fois donc, on va calculer le totale de toute ces eaux usées :

$$Q_{total} = Q_{Gawa} + Q_{Cheikh\ El\ Aifa} + Q_{Couflékdad} + Q_{université} + Q_{Gassria} + Q_{Boukhrissa} + Q_{Abidali}$$

$Q_{total} = 0.109 \text{ m}^3/\text{s}$. La capacité maximale de cette conduite est de $0.39 \text{ m}^3/\text{s}$, alors, on constate qu'elle suffit largement pour collecter toute les eaux usées mentionnées en dessus.

Tab. 12 : le débit des eaux usées produite par les agglomérations : Cheikh El Aïfa, Gawa, Chouf lekdad et Abid ali (direction de l'hydraulique wilaya de Sétif).

Le débit des eaux usées des agglomérations de : Cheikh El Aïfa, Chouf lekdad, Gawa et Abid Ali (2008)				
l'indice de compacité kc		1,85		
la pente moyenne		2,01% et 0,77%		
Les eaux usées				
	Gawa	Cheikh El Aïfa	Chouf Lekdad	Abid Ali
surface (ha)	56,80	39,82	69,41	9,00
Population	1521	6804	7688	983
Le diamètre de la conduite (mm)	600	700	900	1100
dotation en eaux potables (l/j/h)	116,00	116,00	116,00	116,00
débit des eaux usées (l/s)	5,73	21,45	23,78	3,71
débit des eaux usées (m ³ /s)	0,006	0,021	0,024	0,004

La capacité maximale de la conduite où s'accumulent toutes les eaux usées est de l'ordre de **0.39 m³/s**, en revanche, le débit de toutes les eaux usées produites par ces agglomérations à la fois est de l'ordre de **0.109 m³/s**, donc, il est très claire que ce collecteur suffit largement pour collecter ces eaux usées. Alors, l'hypothèse H₃ est rejetée.

Tab. 13 : le débit des eaux pluviales collecté dans le bassin versant de : Cheikh El Aïfa (Fermatou), Chouf lekdad, Gawa et Abid Ali. (Source : la direction d'hydraulique de Sétif).

Le débit des eaux pluviales dans le bassin versant de : Fermatou, Chouf lekdad, Gawa et Abid Ali (2008)						
L'indice de compacité kc			1,85			
La pente moyenne			2,01% et 0,77%			
Les eaux pluviales	Gawa			Fermatou		
	2 ans	5 ans	10 ans	2 ans	5 ans	10 ans
La surface (ha)	56,80	56,80	56,80	39,82	39,82	39,82
Le coefficient de ruissèlement	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
L'intensité (l/s/ha)	105,64	134,83	153,73	105,64	134,83	153,73
Le débit des eaux pluviales (l/s)	3000,17	3829,17	4366,04	210,30	2684,47	3060,85
Le débit des eaux pluviales (m ³ /s)	3,00	3,83	4,37	2,10	2,68	3,06
Les eaux pluviales	Chouf Lekdad			Abid Ali		
	2 ans	5 ans	10 ans	2 ans	5 ans	10 ans
La surface (ha)	69,41	69,41	69,41	9,00	9,00	9,00
Le coefficient de ruissèlement	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
L'intensité (l/s/ha)	105,64	134,83	153,73	105,64	134,83	153,73
Le débit des eaux pluviales (l/s)	3666,12	4679,13	5335,17	475,38	606,74	691,80
Le débit des eaux pluviales (m ³ /s)	3,67	4,68	5,34	0,48	0,61	0,69

Des quantités énormes d'eaux pluviales sont collectées par ces réseaux (tab.13). Elles sont en pertinence directe avec l'intensité des précipitations, sa nature (pluies, neiges, orages..) et de sa durée. Mais, il est affirmatif que ces précipitations introduisent des quantités très importantes dans le réseau de collecte, ce qui conduit à des déversements temporaire via les déversoirs d'orage aux moments de précipitations.

Tab. 14 : le débit des eaux usées et pluviales collectées dans le versant de l'université de Ferhat Abbas, d'El Gassria et de Boukhrissa. (la direction d'hydraulique de la wilaya de Sétif).

Le débit des eaux usées et pluviales dans le versant du collecteur de (l'université ferhatabbes + el gassria + boukhrissa)(en2008)					
L'indice de compacité kc		1,35			
La pente moyenne		2,85%			
Les eaux usées		Les eaux pluviales	2 ans	5 ans	10 ans
La surface (ha)	85,30				
La population	19619,00	La surface (ha)	145,77	145,77	145,77
Le diamètre de la conduite (mm)	1200	Le coefficient de ruissèlement	0,65	0,65	0,65
La dotation en eaux potables	116,00	L'intensité (l/s/ha)	105,64	134,83	153,73
Le débit des eaux usées (l/s)	53,83	Le débit des eaux pluviales (l/s)	100009,49	12775,27	14566,44
Le débit des eaux usées (m ³ /s)	0,0538	débit des eaux pluviales (m ³ /s)	10,01	12,78	14,57

2.3.3 La nature des eaux collectées par cet assainissement :

La réponse à cette question permet de connaître la nature et la quantité des eaux qui s'écoulent dans la conduite, ainsi les moments d'excès des eaux, donc le déversement via les déversoirs d'orages.

D'après le chef de service de l'assainissement, les eaux qui s'écoulent dans cette conduite sont :

- Les eaux usées domestiques.
- Les eaux de ruissèlement de pluies.

Sachant que les précipitations sont saisonnières et temporaires, les eaux usées des agglomérations sont les plus concernées, par ce qu'elles sont permanentes. Les déversoirs d'orage normalement ne déversent pas des eaux sauf dans le cas des précipitations importantes, mais on a constaté l'inverse sur terrain, ces déversoirs déversent sans cesse et dans tous les moments les eaux usées. La cause n'est pas l'excès en eaux usées qui dépasse le

pouvoir de ce collecteur. L'explication est à cause des obstructions on été faites par les agriculteurs au niveau des regards, qui ont abouti forcément au déversement via les déversoirs d'orage.

2.3.4 Les déversements par les déversoirs d'orages sont dus aux obstructions :

Pour connaître est ce que la cause est la quantité des eaux produites par les agglomérations qui dépasse la capacité du collecteur, ou bien le collecteur qui est bouché au niveau des déversoirs d'orages par les agriculteurs, on recourt aux résultats récoltés par la question posé aux agriculteurs sur les causes qui engendrent les fuites dans le collecteur.

On trouve que 80% des agriculteurs disent qu'ils sont l'acteur principal qui bouche volontairement l'assainissement (fig. 63). Il est intuitive que ces obstructions conduisent à l'accumulation des eaux dans la conduite jusqu'au déversement à travers les déversoirs d'orage. On trouve aussi, 46% d'entre eux disent que la conduite se bouche naturellement.

Alors, on trouve toujours la même cause, des obstructions que ce soit naturelles ou volontaire qui engendrent le déversement des eaux à partir les déversoirs d'orage.

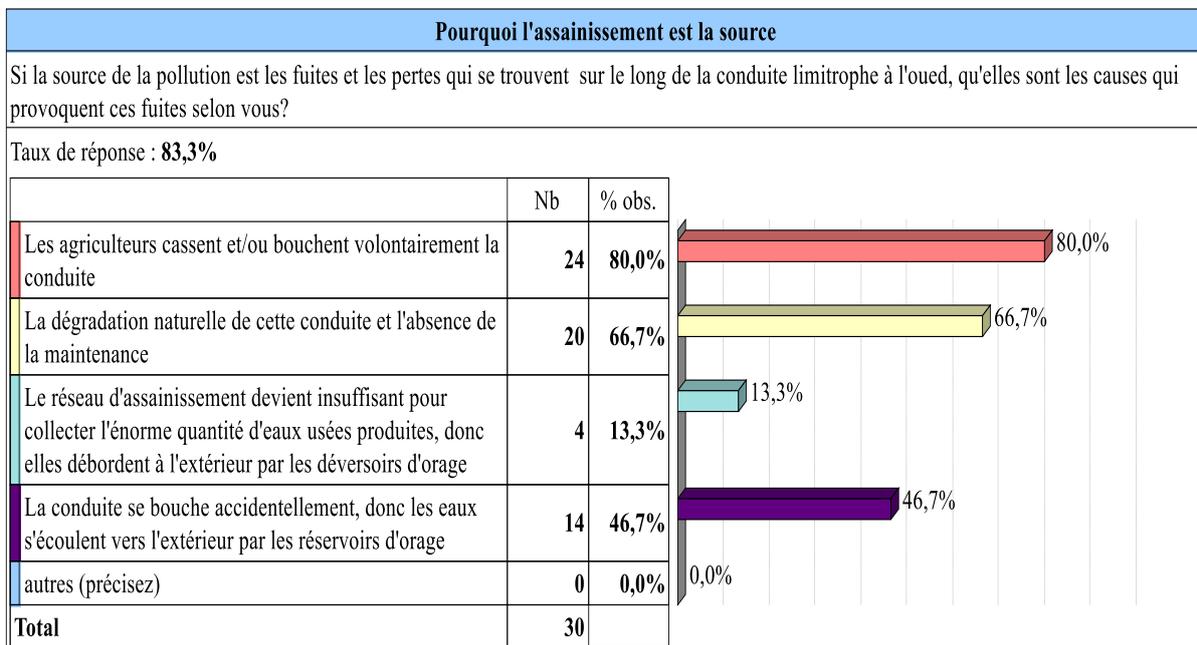


Fig. 63 : L'origine des fuites dans le collecteur selon les agriculteurs.

Dans le même contexte, si on analyse les réponses obtenues par les habitants, on trouve presque les mêmes résultats (fig. 64).

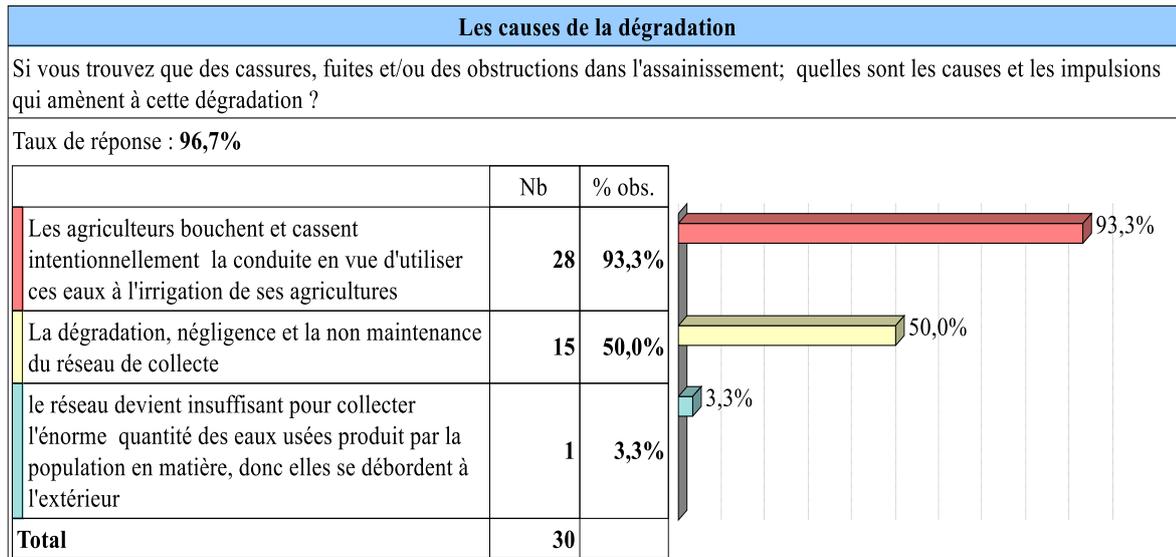


Fig. 64 : L'origine des fuites dans le collecteur selon les habitants.

Il est clair que notre hypothèse est fausse ;les obstructions engendréesvolontairement par les agriculteurs, sont les vraies causes derrièreces déversements.

2.3.5 La possibilité que le collecteursoit insuffisant :

Il faut prendre en considération cette possibilité. On va prendre l'avis des agriculteurs et des habitants sur les causes derrière cette insuffisance éventuelle.

On trouve seulement 20% des agriculteurs qui ont répondu à cette question. La majorité des réponses ont été sure le diamètre du collecteur qui est très petit (fig. 65).

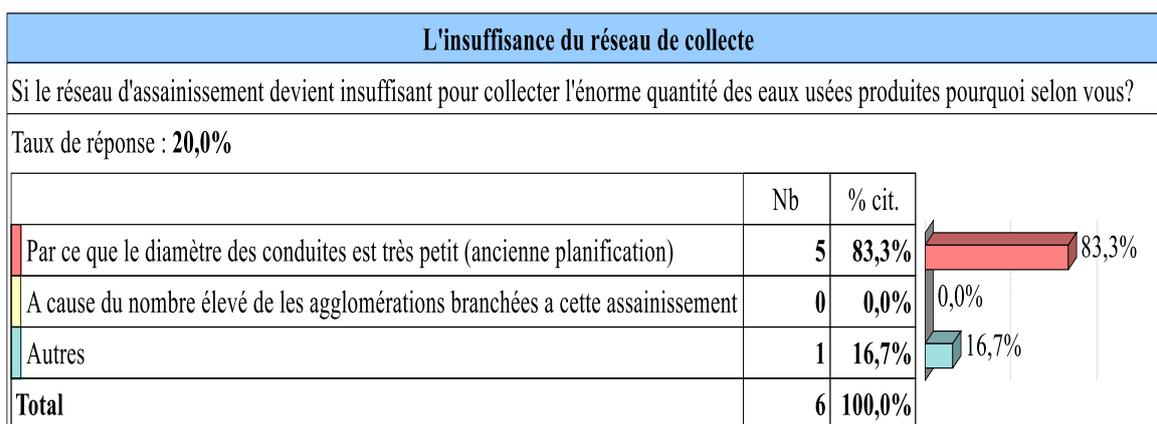


Fig. 65 : La cause de l'insuffisance du collecteur selon les agriculteurs.

Dans le même contexte, on trouve seulement 16% des habitants qui ont répondu à cette question, ses réponses ont été toujours sure l'insuffisance du collecteur.Par contre, la réponse

du chef de service de l'assainissement à été le contraire : « le collecteur est large suffisamment pour collecter toutes ces eaux usées ».

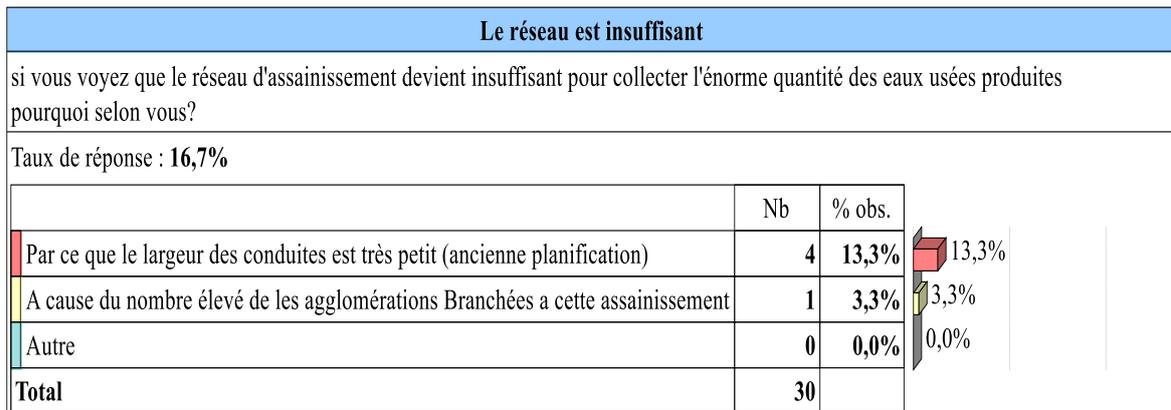


Fig. 66 :L'insuffisance du collecteur selon les habitants.

Il suffit de prendre la réponse de la direction d'hydraulique, en tant qu'elle est la direction concernée par l'assainissement. Donc notre hypothèse est invalidée une autre fois.

2.3.6 L'insuffisance de la conduite principale de collecte :

La réponse du chef du service de l'assainissement par : « oui, le collecteur suffis largement, et sa capacité a été étudiée par le bureau d'étude français «saunier & associés» », sauf dans le cas des précipitations importantes et continue, l'excès de l'eau sera rejeté par les déversoirs d'orage.

D'autre part, on a interrogé sur les travaux de la maintenance et réparation du collecteur, la réponse a été que la direction d'hydraulique n'est pas concerné par ces travaux mais la l'office national d'assainissement « ONA » et la commune « l'APC » sont les deux administrations responsables. Leurs réponses ont été qu'ils font chaque fois des réparations et débouchage, mais après quelques jours le problème s'installe à nouveau par les agriculteurs.

Donc, on trouve que la réponse du chef du service d'assainissement contredit définitivement notre hypothèse.

2.3.7 Les déversoirs d'orage :

Selon le chef du service d'assainissement les déversoirs d'orage déversent sans cesse les eaux usées par ce que le collecteur est bouchées toujours au niveau de ces déversoirs par les agriculteurs volontairement, en vue d'obtenir ces eaux usées.

Donc, cette réponse nie définitivement notre hypothèse « les déversements par les déversoirs d'orage ne sont pas dus à l'excès des eaux produites par les agglomérations ».

2.3.8 Conclusion : l'analyse de ce questionnaire, a montrée plusieurs fois que notre hypothèse invalide. Les causes derrière les déversements permanents des eaux usées à partir des déversoirs d'orage vers l'oued Bou Sellam, ne sont pas les volumes importants produits par le nombre élevé d'habitants raccordés à ce collecteur, mais, c'est à cause des occlusions effectués par les agriculteurs au niveau de ces points. Les occlusions conduit à l'accumulation des eaux usées dans la conduite jusqu'au déversement à partir ces déversoirs

CHAPITRE V :
Solutions
Et Perspectives

Chapitre V : Solutions et perspectives pour la réhabilitation de l'oued Bou Sellam

1. Les solutions envisagées :

Quel que soit l'état initial, il convient de se poser les bonnes questions avant d'agir. L'objectif étant de savoir si la restauration est vraiment utile, et s'il n'y a pas des entraves qui vont remettre la situation en état de dégradation une autre fois. Il est primordial d'arracher le problème de cette pollution dès ses racines, avant d'entamer une telle ou telle procédure de réhabilitation, restauration ou d'aménagement.

Les résultats obtenus montrent la gravité de la pollution qui affecte l'oued Bou Sellam. On a identifié les différentes sources d'émissions d'eaux usées responsables de cette pollution, notamment, qu'on a pu déterminer les causes derrière leur existence. Donc, en premier lieu, on va proposer des solutions pour freiner le minimum possible cette pollution.

1.1 Le collecteur des eaux usées:

Dans le chapitre des résultats et discussions, on a trouvé que la principale source de la pollution est les déversements à partir du collecteur d'eaux usées. Ces eaux engendrent la quasi-totalité de la pollution à l'oued Bou Sellam. À cet égard, il est indispensable d'envisager des solutions à ce problème.

Avant tout, pour traiter ce problème on va donner des solutions aux causes qui conduisent à la création de ces déversements. En premier lieu, les agriculteurs bouchent et cassent le collecteur afin d'utiliser les eaux usées déversées en irrigation. Leurs motifs par l'utilisation de ces eaux d'une part, est par ce qu'il y a une pénurie en eaux d'irrigation surtout aux saisons sèches, d'autre part, par ce que ces eaux sont riches en matière organique, donc elles ont un effet positif sur la rentabilité de leurs cultures. Selon ces motifs, on propose les solutions suivantes :

1.1.1 La voie juridique :

C'est un outil important et efficace pour freiner les agriculteurs de boucher et casser le collecteur par l'interdiction de l'utilisation des eaux usées. Pas mal de réglementations en faveur qui interdisent et délimitent leur utilisation, mais le souci en réalité est la difficulté de l'application de ces lois. Malgré les sanctions juridiques qui ont été prises contre ces agriculteurs (soit des sanctions monétaires, soit par prison), ils ne cessent pas de boucher et de casser à nouveau le collecteur. À cet égard, on propose l'accentuation de l'application de ces lois, et d'éviter la permissivité avec ses empiétements arbitraires.

1.1.2 L'enfouissement de la conduite d'eaux usée dans le sol :

D'après nos constatations sur terrain, ce collecteur est cassé et bouché dans plusieurs points. Sa réparation ne résoudra pas le problème, car ils vont le casser et le boucher à nouveau. La solution ici, sera par son **enfouissement** dans le sol, et de façon approfondie, par ce qu'on a constaté qu'elle est nue (sur la terre) le long de l'oued, donc elle est exposée aux agressions des agriculteurs sans obstacle. Donc, avec l'enterrement au profond (au moins 2 m), va s'éloigner des faits des agriculteurs.

1.1.3 La création des sources d'irrigation pour les agriculteurs :

Sachant que le premier motif des agriculteurs par la création des fuites est la pénurie en eaux d'irrigation, à cet égard on propose de créer des sources d'irrigation pour eux. Si on parle sur les puits, on trouve qu'ils ont interdit la création de ces derniers (selon la direction d'hydraulique et d'agriculture) en même temps, cette procédure ne comble jamais le manque. Donc, la solution efficace, est de créer un barrage d'eaux, ou bien de consacrer le barrage d'el Mawan à l'irrigation. En effet cette procédure a été présumée par la direction d'agriculture, selon le secrétaire de la chambre d'agriculture : «il est planifié d'établir un réseau d'irrigation, destiné à tous les agriculteurs exploitants dans cette région, et la source d'approvisionnement en eaux, sera le barrage d'el Mawane, avec des prix symboliques ».

1.2 La pollution par les moulins d'ERAD:

On a trouvé qu'une infime pollution est engendrée par l'activité industrielle au niveau de Chouf Lekdad par l'usine de SEMPAC. La solution envisagée, est la méthode pratiquée dans tous les usines qui déversent des eaux usées, c'est l'installation d'une petite station d'épuration dans cette unité pour épurer ses eaux usées avant qu'elles soient déversées dans l'oued.

1.3 Les maisons :

Les déversements par les habitations limitrophes au lit engendrent une pollution assez importante à l'oued Bou Sellam. Soit parce qu'elles ne sont pas reliées au réseau d'assainissement, soit par ce qu'elles ne possèdent pas des fosses septiques. Ceux qui ne sont pas reliées au réseau, par ce qu'elles ne sont pas autorisées de raccorder au réseau, ou bien elles sont isolées du réseau dans la plupart des cas.

Il est difficile de contrôler à 100% la pollution par ces maisons, par ce qu'elles sont nombreuses et la procédure de la réalisation de ces solutions soumise à la volonté de ces propriétaires.

Malgré tous, on va proposer des solutions, qui vont réduire le minimum l'impact de ces déversements :

1.3.1 Le raccordement au réseau public d'assainissement :

On désigne par cette procédure les maisons qui existent au niveau des agglomérations, mais ne sont pas raccordées au réseau. Selon nos investigations, pas mal de maisons ne sont pas raccordées au réseau public par ce qu'elles ne sont pas autorisées (des constructions anarchiques), surtout au niveau de Chouf Lekdad. La solution ici est de les autoriser, ainsi d'obliger ceux qui ne veulent pas. Par ailleurs, on trouve l'agglomération d'el Ouricia, déverse la quasi-totalité de ces eaux dans l'oued d'el Ouricia, ce dernier amène cette pollution à l'oued Bou Sellam. Sachant que cette agglomération est isolée du collecteur de Sétif, la meilleure solution est d'établir une station d'épuration de ces eaux usées avant de les déversées dans l'oued.

1.3.2 L'aménagement des fosses septiques :

La fosse septique est l'un des éléments constitutifs d'une installation d'assainissement non collectif, et la solution alternative la plus impressionnante en cas d'absence du réseau d'assainissement, elle joue un rôle très important dans la réduction de la pollution à des degrés très bas.

On vise par cette procédure les maisons et bourgades isolées des agglomérations. Cette fosse a pour objet de faire décanter les matières solides par fermentation sous l'action des bactéries anaérobies avant qu'elles rejoignent les eaux de l'oued.

2. La phyto-épuration :

Cette méthode est une autre solution pour limiter la pollution par les maisons et bourgades isolés. La phyto-épuration représente une alternative intéressante face au système des fosses septiques. Les bassins de plantes aquatiques offrent une alternative écologique, économique, durable et esthétique.

Les premières expériences sur les filtres plantés de macrophytes ont été faites au début des années 50 par le Biologiste SEIDEL, qui à partir d'une observation rigoureuse de la vie des plantes des marais et des marécages, effectua ses recherches. Elle mit en évidence l'activité biologique intense des zones d'interface (eau/terre, terre/air, les lisières, les berges, les haies, les côtes etc). Dans des expériences supplémentaires, SEIDEL a montré que *Schoenoplectus* améliore et enrichit le sol sur lequel il se développe, en bactérie et humus. Un

rang de bactéries (Coliformes, Salmonella et Enterococci) évidemment disparaît des eaux polluées en passant à travers une végétation de joncs (Bengouga, 2010).

2.1 Le principe :

La phyto-épuration se sert des facultés épuratrices naturelles des plantes aquatiques et de leur milieu pour assainir l'eau. Cette végétation sert de support à des colonies bactériennes (bactéries aérobies) qui transforment les matières organiques des eaux usées en matières minérales, qui finissent absorbées par les plantes. En échange, les plantes alimentent les bactéries en oxygène par leurs racines. Elles assimilent également le nitrate et le phosphate ainsi que certains polluants de l'eau et s'en servent comme « de l'engrais ». Ainsi, le système ne produit pas de boues (Abisi, 2011).

2.2 Système filtres plantés ou lagunage :

Le lagunage est une technique de traitement en eau libre ; toutes les eaux usées sont envoyées dans une étendue d'eau, appelée lagune, dans laquelle vivent des bactéries, des algues et des plantes aquatiques.

Les végétaux fixent les colonies de bactéries sur la base de leurs tiges et leurs rhizomes, ce qui améliore les performances des organismes épurateurs. Par ailleurs, ils absorbent par leurs racines une partie (10 % environ) des sels minéraux (nitrates et phosphates) issus de la décomposition de la matière organique présente dans les eaux usées (Abisi, 2011).

Un traitement par lagunage comprend en général trois types de bassins : un bassin anaérobie permet de diminuer la charge en matière organique. Le bassin facultatif permet le développement d'algues photosynthétiques qui vont produire de l'oxygène nécessaire au développement des bactéries aérobies. Enfin le bassin ultime, les eaux peuvent être épanchées de façon diffusée dans un système boisé qui servira de piège pour les nitrates résiduels et autres éléments (Mimech, 2014).

Les stations d'épuration par filtres plantés bénéficient d'un intérêt actuellement pour plusieurs raisons :

- elles s'intègrent bien dans le paysage,
- ne produisent ni boues ni odeurs,
- acceptent les variations de charge polluante,
- sont performantes,
- ont un coût d'investissement peu élevé et un coût d'exploitation faible,
- n'ont pas besoin de raccordement électrique si le dénivelé est suffisant.

Cependant, elles demandent une emprise au sol: 2 à 5 m²/ Equivalent Habitant (EH) pour les eaux usées domestiques.

Même si le système accepte des surcharges et des sous-charges importantes, ce type de station demande une visite régulière pour alterner l'alimentation des filtres « verticaux » du 1^{er} étage et vérifier que tout fonctionne bien. Les coûts d'investissement d'une station par filtres plantés de saprophytes varient du simple au double selon la région, l'accessibilité du terrain, la proximité d'une carrière ou encore le degré d'assistance (étude, participation d'un paysagiste, construction par une entreprise ...).

Pour que la station marche correctement, certains points clefs doivent être respectés :

- L'étanchéité des bassins doit être fiable. Ils seront soit maçonnés soit creusés et étanchéifiés avec la pose d'une géo membrane.
- Les granulométries des matériaux filtrants doivent être adaptées selon l'origine de l'eau à traiter. Les graviers ne doivent pas contenir de composés calcaires.
- Il ne doit pas y avoir de zones de stagnation. La station et les canalisations ont une pente de 1%.
- L'alternance d'alimentation des filtres verticaux doit être régulière.

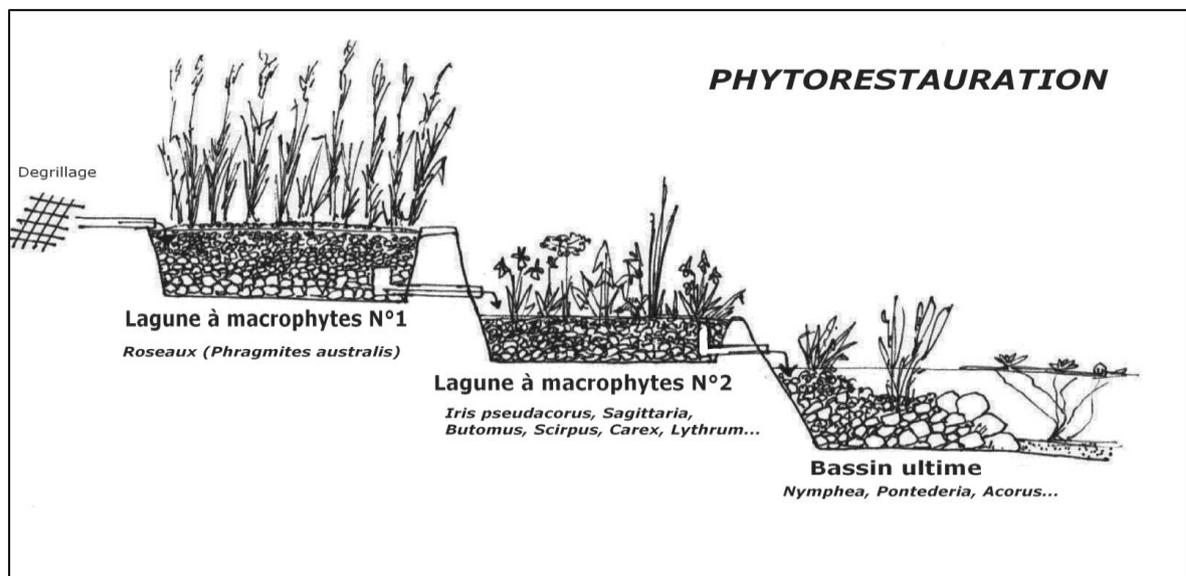


Fig. 67 : Exemple sur le système de filtrage dans la phyto-épuration (l'entreprise de la pépinière aquatique, France)

2.2.1 La surface du projet :

Plusieurs types de pollution doivent être traités par un système d'assainissement autonome. Les eaux grises provenant de la cuisine, de la salle de bain et de la machine à laver comprennent des graisses, des détergents et autres substances utilisées en amont. Les eaux-vannes, provenant des toilettes, comprennent des matières fécales, plus difficiles à traiter. La phyto-épuration est, pour cette raison, très souvent associée à l'utilisation de toilettes sèches. Ce système parfaitement écologique réduit de 3 à 4 fois la charge polluante et de 25 % la consommation d'eau. Il divise ainsi par 3 la surface d'assainissement. Avant usage, il suffit de déposer un peu de sciure de bois au fond des toilettes. Le contenu du seau doit être vidé au moins une fois par semaine dans le bac et composté pour être ensuite recyclé au jardin au bout d'un an ou deux. Différents modèles de toilettes sèches sont en vente sur internet ou sur les salons spécialisés. Pour que les filtres plantés de roseaux soient parfaitement efficaces, il est également nécessaire d'utiliser des savons et des produits de nettoyage biodégradables. L'emploi de produits bactéricides, tels que l'eau de javel, doit être proscrit. Ils peuvent être remplacés par des produits d'entretien écologiques capables de garder une maison propre et saine sans détériorer la qualité de l'eau.

2.3 Les avantages et inconvénients de la Phytoépuration :

La Phytoépuration présente de nombreux avantages. Tout d'abord, un faible coût de mise en place et de maintenance présente un intérêt non négligeable dans la dépollution de sites.

Procédé biologique captant l'énergie du soleil. La Phytoépuration est environ 10 fois moins chère que les technologies classiques comme l'excavation et l'incinération des sols ou des systèmes d'extraction et de traitement chimique. Cette technologie étant mise en place in situ, son coût est nettement diminué en comparaison aux autres méthodes ex situ. Le travail in situ réduit aussi les risques de dispersion et d'exposition de l'homme, de la faune et de l'environnement au polluant (Cors, 2007).

La Phytoépuration devrait permettre aussi d'améliorer la qualité des sols. En effet, la croissance du système racinaire permet une aération des sols ce qui stimule l'activité microbiologique, de même que l'apport de nutriments au travers des exsudats racinaires. Les végétaux participent également à la diminution de l'érosion. Ils diminuent aussi l'infiltration des eaux de surface polluées vers les nappes phréatiques en freinant le ruissellement (Bhupinder et al., 2009).

La Phytoépuration a un impact positif sur l'opinion publique en tant que "dépollution verte". En effet, elle respecte et restaure l'environnement et représente une alternative aux méthodes

classiques trop destructrices et polluantes. Elle tend surtout à être utilisée pour les composés chimiques présentant un risque pour l'environnement. Elle peut être utilisée seule ou couplée à des technologies plus agressives. Dans de nombreux projets de dépollution, les forts niveaux de contaminations doivent d'abord être maîtrisés par des traitements chimiques.

La Phytoépuration est alors envisagée comme une étape finale perfectionnée pour l'élimination des traces de contaminants. Quand la concentration en polluants est faible, la Phytoépuration reste la stratégie de dépollution la plus envisageable économiquement. Il existe de nombreux sites avec une légère contamination en polluants qui peuvent être traités par cette technique en tant que solution à long terme (Greenway,2005).

La Phytoépuration présente cependant des inconvénients non négligeables. Les plantes doivent être en contact avec le polluant pour pouvoir agir. Par conséquent, les propriétés du sol, les niveaux de toxicité et le climat doivent permettre la croissance des plantes envisagées. Si la toxicité est trop élevée, elle peut cependant être diminuée par dilution du sol avec des sols non contaminés mais cela augmente les coûts de mise en œuvre.

De plus, les contaminants doivent être accessibles aux tissus absorbants. La Phytoépuration est donc limitée par la profondeur des racines des plantes utilisées. Celles-ci peuvent atteindre 2 m de profondeur dans le cas des herbacées et plus de 5 m pour les arbres, même si certaines racines de phréatophytes peuvent atteindre des profondeurs de 15 m dans des zones arides.

La vitesse de dépollution varie de l'ordre de quelques années pour la rhytodégradation à quelques dizaines d'années pour la phyto-accumulation. D'autre part, la majorité des recherches a été effectuée en laboratoire dans des conditions très contrôlées, il est probable que la mise en place sur un site diminue l'efficacité de la dépollution à cause des conditions climatiques et environnementales du site (arrosage, présence de nuisibles...) non maîtrisées (Greenway, 2010).

L'histoire du site à dépolluer est importante car elle renseigne sur les composés qui peuvent être rencontrés sur le site. En effet, un autre facteur limitant la phytoépuration est la présence sur les sites de plusieurs contaminants, souvent à des concentrations variables et de répartition hétérogène. Le sol peut alors devenir phytotoxique pour les plantes choisies alors que le seul contaminant de référence ne l'était pas. L'âge de la contamination peut aussi jouer un rôle important sur la biodisponibilité du polluant dans le sol et sur sa toxicité. En effet, le temps favorise la liaison des polluants aux substances humiques ce qui diminue la quantité de

polluant dans la phase aqueuse. Le temps par l'alternance de lumière et d'obscurité et de périodes sèches et humides peut aussi modifier ces paramètres par la photo-décomposition, l'hydrolyse, les réactions avec la matière organique du sol, l'adsorption sur les particules du sol, la précipitation, la transformation microbienne et d'autres mécanismes pouvant entrer en jeu dans les sols (Suwasa et Wanda, 2011) .

2.4 Choix des espèces :

Le choix des espèces à utiliser est l'étape la plus importante, il existe des espèces flottantes, submergées, émergentes et ligneuses. Ce choix s'effectue selon plusieurs autres critères :

- leurs efficacités dans la filtration biologique des eaux usées ; les espèces les plus efficaces seront retenues.
- on prend en considération leurs aspects esthétiques,
- les bénéfices économiques des espèces utilisées qui stimule l'utilisation de cette technique (elles sont utilisées comme un fourrage au bétail, le bois,)
- on prend en considération leurs rôle écologique, car, on y en train d'installer des nouveaux écosystèmes, qui vont accueillir plusieurs espèces animale (les macrophytes seront les meilleurs).
- L'utilisation des espèces autochtones : il est inéluctable d'utiliser des espèces autochtones dans ce choix par ce qu'elles sont les plus convenable aux conditions du milieu, pour éviter les frais économiques et d'éviter toutes sortes indésirables.

A cet égard les espèces qui ont été choisi sont les suivants :

- ***Typha angustifolia* :**

Les *Typha* communément appelées *quenouilles*, sont de la famille des *Typhacées*. La hauteur de la tige varie entre 100 à 270 cm et la taille de la feuille entre 6 à 25 mm. Sans aucun parfum ni nectar, elles se décrivent comme étant linéaire, avec des épis staminés et une floraison estivale. Elles proviennent des régions tempérées et chaudes des deux hémisphères et on les retrouve particulièrement en Europe, en Asie et en Amérique. Elles colonisent les marais et les rivages saturés en eau douce. En effet, elles ne peuvent pastolérer les eaux saumâtres et préfère un pH neutre (Gagnon, 2012). Ces plantes produisent beaucoup de biomasse et leurs longues tiges assurent l'oxygénation du substrat. Elles forment un réseau qui retient les débris et construit le sol, diminuant ainsi l'érosion. Leurs feuilles sont construites de façon à réduire le vent et, par conséquent, l'évapotranspiration



Fig. 68 : *Typha angustifolia* près de l'oued Bou Sellam (travaux Sétif).

- *Phragmites australis* :

Les Phragmites dont, le type le plus connu est le roseau commun, sont de la grande famille des graminées tout comme le riz, l'orge, l'avoine et le blé. Ces espèces ont une profondeur allant de 1 à 5 m et la taille de leurs feuilles varie entre 1 à 5 cm de largeur. Elles se décrivent comme étant des graminées aquatiques aux plumes de couleur pourpre ou violette, de grandes plantes vivaces aux feuilles linéaires, larges et planes. Le roseau commun, pour sa part, est presque complètement cosmopolite. Il n'en manque qu'en Nouvelle-Zélande et en Polynésie, et s'adapte tant au climat de la Finlande qu'à celui des jungles humides de l'Équateur (Gagnon, 2012). Ces plantes proviennent de plusieurs régions. Une espèce est retrouvée en Amérique et

en Europe, une en Asie, une en Amérique du Sud et l'autre dans toute les régions tempérée boréale. Tout comme les *Typha*, les *Phragmites* colonisent les marais et les rivages saturés d'eau douce mais contrairement à celles-ci, elles ont la capacité de croître dans les eaux saumâtres ou semi salées propre aux lagunes et aux estuaires. De plus, le pH du milieu peut varier entre 3, très acide à 8, neutre. Aussi, elles oxydent efficacement les sédiments et produisent beaucoup de biomasse.



Fig. 69 : Phragmites australis au bord de l'Oued Bou Sellam (Cheikh El Aïfa,Sétif).

- ***Arundo donax* :**

C'est une espèce de plante herbacée de la famille des Poaceae, sous-famille des Arundinoideae connue sous le nom de Canne de Provence. Son cultivar panaché la rend plus attractive et on l'utilise beaucoup pour cette raison dans les parcs et jardins. C'est une graminée à rhizome caractéristique des lieux humides des régions méditerranéennes. Elle a de grandes feuilles effilées, retombantes, glauques, et des panicules terminales d'épillets de couleur vert pâle à violacé (Gagnon, 2012).

Arundo donax est assez rustique une fois installée (jusqu'à -10 °C pour les chaumes et -15°C pour les rhizomes) et est peu sensible aux parasites ou maladies. (Wikipidea).



Fig. 70 : *Arundo donax*, au bord de l'Oued Bou Sellam (Abid Ali, Sétif)

VI. CONCLUSION

IV. CONCLUSION :

La pollution de l'oued Bou Sellam par les eaux usées n'est pas un phénomène récent, toutefois, elle a atteint un seuil intolérable durant la dernière décennie. L'oued Bou Sellam est exposé quotidiennement à d'importantes émissions d'eaux usées déversées de diverses origines et cela tout le long de son parcours, notamment, dans sa portion limitrophe de l'agglomération Sétifienne, où nous enregistrons le maximum d'effluents.

La quantification de cette pollution, l'identification de ses origines et des acteurs qui y contribuent permettent d'établir un diagnostic environnemental et d'envisager les solutions adéquates pour y remédier. Afin de trouver des réponses, on a eu recours à deux méthodes d'investigation. La première a été l'enquête visuelle directe sur terrain suivie par la cartographie, et la deuxième a été des enquêtes à l'intermédiaire des questionnaires.

Les investigations ont mené à trouver, connaître et délimiter les différentes sources de la pollution, leurs emplacements et leurs grandeurs. Ainsi, de dévoiler les causes et les impulsions qui sont à l'origine de leurs existences.

En premier lieu, on a trouvé que les sources de cette pollution sont des déversements à partir du collecteur des eaux usées de différentes agglomérations avoisinantes à l'oued. Ces déversements sont soit par des regards bouchés, soit par les déversoirs d'orage, soit par des cassures dans ce collecteur. La majorité de ces fuites se trouvent au niveau de Chouf Lekdad et à El Bez, et de moins degré à Cheikh El Aïfa, El Ouricia et Abid Ali. Deuxièmement, les habitations limitrophes à l'oued affluent directement leurs eaux usées vers le lit, ces maisons polluantes se trouvent partout, notamment à El Ouricia et Chouf Lekdad, où on a trouvé le maximum des effluents. Enfin, des émissions industrielles représentées par les eaux résiduaires des moulins d'ERAD qui se trouve à Chouf Lekdad, mais ils n'affluent pas des quantités importantes.

L'analyse et le traitement des réponses récoltées par les questionnaires, a permis de trouver que les causes à l'origine de l'existence des déversements par le collecteur sont les agriculteurs. Ils bouchent et cassent cette conduite volontairement, en vue, d'obtenir ces eaux usées, cela, pour les utiliser en irrigation. Leurs motifs par l'utilisation de ces eaux, c'est parce qu'il y a une pénurie en eaux d'irrigation d'une part, et que ces eaux sont riches en matière organique d'autre part, donc elles augmentent la rentabilité de leurs cultures. Les déversements des maisons sont soit dues à l'absence du réseau d'assainissement chez eux, soit le non raccordement au réseau. Cela, parce qu'elles sont loin par rapport au réseau d'assainissement,

Conclusion

ou bien, elles sont des constructions anarchiques (ils n'ont pas d'autorisation de raccordement). D'autre part, l'absence des fosses septiques comme procédure alternative à l'absence d'assainissement. Enfin, on a trouvé qu'il existe une petite pollution engendrée par les eaux usées issues des moulins d'ERIAD, et que la cause derrière ce déversement est évidemment due à l'absence d'une station d'épuration de ces eaux avant qu'elles soient versées dans l'oued.

REFERENCES

BIBLIOGRAPHIQUES

Bibliographie

- Abisi N., (2011).** Réutilisation des eaux usées épurées par filtres plantes (phytoépuration) pour l'irrigation des espaces verts application à un quartier de la ville de Biskra. Mémoire de magister, université de Biskra. 149 p.
- Acot P., (1988).** Histoire de l'écologie. Presses universitaires de France, Paris, France. 264 p.
- Agence Française du Développement (AFD), (2013).** Biodiversité, cadre d'intervention transversal 2013-2016. Paris, France. 41 p.
- Agence D'urbanisme la Région Flandre-dunkerque (AGUR), France (2011).** Le corridor biologique de la Colme. Rapport d'étude, Identification et transcription dans les documents d'urbanisme. 71 p.
- Aktouf O., (1987).** Méthodologie des sciences sociales et approche qualitative des organisations. Presses de l'Université du Québec, Montréal, Canada. 213 p.
- Alberti M., (2008).** Advances in urban ecology: integrating humans and ecological processes in urban ecosystems. Springer, New York, USA. 366 p.
- Allemand S., (2006).** Le développement durable au regard de la prospective du présent. L'Harmattan, Paris, France. 132 p.
- Ambre D. et al., (2011).** La multifonctionnalité des trames vertes et bleues en zones urbaines et périurbaines. L'institut d'aménagement et d'urbanisme, Paris, France. 168 p.
- Amy H., (2007).** ArcGIS 9.3 Manual. University of Pennsylvania USA. 110 p.
- Armand-Fargues M., (1996).** L'environnement urbain entre écologie et urbanisme. ORSTOM, Paris, France. 199 p.
- Audigier F. et al., (2011).** L'éducation en vue du développement durable : sciences sociales et élèves en débats. Cahiers de la Section des Sciences de l'éducation de l'Université de Genève, no 130. Université de Genève, Genève, Suisse. pp. 7-23.
- Audrey A. et al., (2002).** Développement durable ? (Doctrines, Pratiques et Évaluations). IRD Éditions. Paris, France. 344 p.
- Beaud S., Weber F. (1997).** Guide de l'enquête de terrain (Guide. Repères). La Découverte Éditions. Paris, France. 288 p.
- Bengouga K., (2010).** Contribution à l'étude du rôle de la végétation dans l'épuration des eaux usées dans les régions arides. Mémoire de magister, sciences agronomiques, Université de Biskra.

Bibliographie

- Benzidane C., (1995).**Contribution à l'étude phytosociologique des groupements riveraines de l'oued Bou Sellam. Mémoire d'ingénieur, Université de Sétif 1995.
- Bochet, B., (2005).** Metropolisation, morphogenese et developpementdurable: le cas de l'agglomeration de Lausanne. Geographica Helvetica journal.Suisse. pp. 248-259.
- Boyden et al., (1981).**The Ecology of a City and its People: the case of Hong Kong. Press Canberra, Australian National University, pp. 413-427.
- Chauhan B. S., (2008).**Environmental Studies.University Science Press,New delhi, India.377 p.
- ClergeauP., (2007).** Une écologie du paysage urbain. Éditions Apogée, Rennes, France. 136 p.
- Claus B. et Robert P., (2008).**Chimie de l'environnement : air,eau, sol, déchets. De Boeck Supérieur,Louvain-la-Neuve, Belgique. 478 p.
- Code de l'environnement français (2012).** La trame Verte et Bleue. Décret n° 2012-1492 du 27 décembre 2012. France.
- Degoutte G., (2012).** Diagnostic, aménagement et gestion des rivières hydraulique et morphologie fluviales appliquées. Tec & Doc Lavoisier, France. 542 p.
- Delage J.P., (1991).** Histoire de l'écologie.Une science de l'homme et de la nature. La Découverte, Paris, France. 330 p.
- De Singly F., (1992).** L'enquête et ses méthodes : Le questionnaire. Nathan, Paris, France. 128 p.
- Duchaufour P., (1983).** Pédologie. Pédogénèse et classification, 2e éd. Masson Edition, Paris France. 491 p.
- DuvigneaudP., (1974).**l'écosystème « Urbs » .Mémoires de la Société royale de botanique de Belgique 1974, vol 6. pp 5- 35.
- Eugene O.,(1971).**Fundamentals of Ecology.Saunders, Elsevier. 574 p.
- ESRI,(2004).** What is ArcGIS?,ArcGis 9. Environmental Systems Research Institute (ESRI). University of Pennsylvania U.S.A. 119 p.
- Fenni M., 1991.** Contribution à l'étude des groupements messicoles des Hautes Plaines Sétifiennes. Thèse de Mag. Univ., Ferhat Abbas, Sétif. 142 p.

Bibliographie

- Fonkou T., Fonteh M.F., Djousse Kanouo M. & Amougou Akoa, (2010).** Performances des filtres plantes de *Echinochloa pyramidalis* dans l'épuration des eaux usées de distillerie en Afrique Subsaharienne. *Tropicultura journal*, vol. 28, N° 2, 2010. pp 69-76.
- Gagnon V., (2012).** Effet de l'espèce de plante en marais filtrants artificiels selon la saison, le type de marais filtrant et la nature des polluants. Rapport de Thèse de Doctorat, Univ., Montréal, Canada. 107 p.
- Gharbi Y., (1999).** Les processus biologiques d'épuration dans les cours d'eau-flore et végétation de l'Oued Bou Sellam. Univ., Ferhate Abbes Sétif.
- Gourlot N. et al., (2010).** L'eau en ville : approche environnementale, ouverture territoriale et gestion durable. Institut d'Urbanisme de Paris, Université Paris XII, France.
- Greenway M., (2010).** The role of constructed wetlands in secondary effluent treatment and water reuse in subtropical and arid Australia. Elsevier, *Water Researches Journal*. pp. 530-549.
- Grenelle de l'environnement France, (2009).** Trame verte et bleue. Guide 2 : Appui méthodologique à l'élaboration régionale de la TVB. Ministère de l'environnement, France. 156 p.
- Grosclaude G., (1999).** L'eau : usage et polluant, Tome II. 4ème Edition. INRA, Paris, France. 11pp.
- Hertig, Ph., (2011).** Le développement durable : un projet multidimensionnel, un concept discuté. In A. Pache, P.-Ph. Bugnard & Ph. Haerberli (Ed.), «Education en vue du développement durable. Ecole et formation des enseignants : enjeux, stratégies et pistes» [Dossier thématique]. Formation et pratiques d'enseignement en question. pp 19-38.
- Hervé M., (2014).** Aide-mémoire de statistique appliquée à la biologie. Construire son étude et analyser les résultats à l'aide du logiciel R. Université de Rennes, France. 134 p.
- IDL company (2009).** Getting Started with ENVI versions 4.7 and 4.7 SP. Interactive Data Language Company, USA. 234 p.
- Ivan P. F., (2003).** Méthodes et pratiques d'enquête. Université Ottawa, Canada. 422 p.
- Kaabeche M. et al., (2005).** Conservation de la Biodiversité et Gestion Durable Des Ressources Naturelles. Etude sur la réhabilitation de la flore locale au niveau de la réserve d'El Mergueb (wilaya de Msila, Algérie, Projet DGF/GEF/PNUD/ALG/G35/2005. 224 p.

Bibliographie

- Kammas S., (2015).** Pratiques de développement durable chez les prestataires logistiques marocains : quel levier de performance globale ?. Thèse doctorat Gestion et management, Université Paul Valéry - Montpellier III. France. 505 p.
- Kessira M., (2013).** politique de soutien et cadres institutionnels valorisation des eaux usées épurées en irrigation, ministère de l'agriculture et du développement rural, Algérie .
- Labasse J., (1989).** L'eau et la valorisation des milieux urbains. colloque international : la ville et le fleuve, Editions du CTHS , Paris, France. Pp22-35.
- Limani Y. , (2008).** L'effet de l'extension urbaine sur les systèmes de production, agricoles et l'écosystème prairial à Oued Bou Sellam, Sétif. Mémoire de magistère, Université Ferhat Abbas, Sétif . 158 p.
- Limoges B., (2009).** Biodiversité, services écologiques et bien-être humain. Le Naturaliste Canadien vol. 133, N° 2, 2009. pp 15-19.
- Marzluff J., (2008).** Urban Ecology: An International Perspective on the Interaction Between Humans and Nature. Springer Science & Business Media, New York. 808 p.
- Mimeche L., (2014).** Etude de faisabilité de l'installation de station d'épuration des rejets urbains par les filtres plantés en milieu aride. Thèse doctorat, Université de Biskra. 159 p.
- Ministère de l'environnement de France, (2007).** La biodiversité, Chapitre II : Trame verte, trame bleue au livre III du code de l'environnement, article 45. Projet de loi portant engagement national pour l'environnement (dit Grenelle n°2).
- Ministère du Développement Durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec), (2007).** Guide d'interprétation, Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables. Parcs du Québec, Direction des politiques de l'eau, Canada. 112 p.
- Millennium Ecosystem Assessment, (2005).** Ecosystems and Human Well being: Synthesis. Island Press, Washington, DC. 136 p.
- MOREL, M., A. et KANE, M. (1998) :** Le lagunage à macrophytes, une technique permettant l'épuration des eaux usées pour son recyclage et de multiples valorisations de la biomasse. Revue sud Sciences et Technologies N° 1, 1998. pp 15-16.
- Mumford L., (1961).** The city in history: its origins, its transformations, and its prospects. Harcourt Publisher, Californie, USA. 657 p.
- Naiman R. J., et Décamps H., (1997).** The ecology of interfaces: riparian zones. Annual review of Ecology and Systematics, vol 28. pp 621-658.

Bibliographie

- Nations Unies, (2002).** Rapport du Sommet mondial pour le développement durable à Johannesburg (Afrique du Sud), 26 aout - 4septembre 2002. New York 2002. 192 p.
- Okun, D.A et G.Ponghis (1976).**Collecte et Evacuation des eaux usées des collectivités. OMS, Genève, Suisse. 153 p.
- QGIS Project Développement Team (2014).** QGIS User Guide, Version 2.2. 305 p.
- RamadeF., (1993).** Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et sciences de l'environnement. Ediscienceinternational,Paris, France. 822p.
- RobertL.,(2010).** Trame verte et Bleue . Centre de Ressources Documentaires Aménagement Logement Nature (CRDALN), France. 16 p.
- Rodier J. et al., (2009).** L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. 9^{ème} Édition. Dunod, Paris, France.1600 p.
- Barles S.,(2007).**Urban metabolism and river systems: an historical perspective. Paris and the Seine, 1790-1970. Hydrology earth system sciences, 2007, vol. 11. pp. 1757-1769.
- Salghi R., (2010).** Différents filières de traitement des eaux. Thèse doctorat, Université Ibn Zohr, Agadir, Maroc . 220pp.
- Srouf G., (2006).** Amélioration durable de l'élevage des petits ruminants au Liban. Mémoire de doctorat, l'Institut National Polytechnique de Lorraine France. 219 p.
- SersoubD., (2012).** Aménagement et Sauvegarde de la Biodiversité de la Vallée d'Oued Bou Sellam, Sétif. Université de FerhatAbbas, Sétif. Memoir de magister. 142 p.
- Sphinx iQ Développement, (2014).** Manuel de référence ,manuel d'utilisation. France. 406p.
- Suwasa K.et Wanida D., (2011).**Domestic wastewater treatment by a constructed wetland system planted with rice water.Environmental Science and Technology, vol. 39.pp754–781.
- Theys J.etEmelianoff C., (2001).**Les contradictions de la ville durable. Le débat revue n°1, 2001.pp 122-135.
- Torrent j., (1995).**Geness and properties of the sols, Mediterranean region, Université de Napoli Federico II, Italia.111p.
- Vilagines R., (2003).**Eau, environnement et santé publique. Introduction à l'hydrologie, 2èm édition. Editions Tec & Doc Lavoisier, Paris, France. 198 p.
- Vilatte J., (2007).** Méthodologie de l'enquête par questionnaire. Université d'Avignon, France. 56 p.

Bibliographie

Wilson E.O. , (1993). La diversité de la vie. Editions Odile Jakob, Paris, France. 496p.

Wolman A., (1965).The metabolism of cities.Scientific American 213(3).pp. 179-190.

ANNEXES