

**FEDERATION DES MUNICIPALITES DU CHOUF ES SOUAYJANI**

**COMMUNAUTE URBAINE DE LILLE**

---

—  
**PROJET DE COOPERATION DECENTRALISEE**

**ETUDE D'ASSAINISSEMENT  
DES NEUF VILLAGES DE LA FMCES**

**RAPPORT FINAL**

**Octobre 2003**

---

**PROSPECT SARL**

**TABLE DE MATIERES**

	<b>Page</b>
<b>CHAPITRE 1 - INTRODUCTION</b>	<b>1</b>
<b>1.1 AVANT PROPOS</b>	<b>1</b>
<b>1.2 OBJET DE L'ETUDE</b>	<b>1</b>
<b>1.3 DESCRIPTION ET DEROULEMENT DE L'ETUDE</b>	<b>2</b>
1.3.1 PHASE 1: ETAT DES LIEUX DE L'EXISTANT	2
1.3.2 PHASE 2: EXPOSE DES DIFFERENTS SCHEMAS D'ASSAINISSEMENT ENVISAGEABLES	4
1.3.3 PHASE 3: DEFINITION DETAILLEE DU SCHEMA RETENU	5
<b>CHAPITRE 2 - CARACTERISTIQUES DE LA REGION A ETUDIER</b>	<b>6</b>
<b>2.1 INTRODUCTION</b>	<b>6</b>
<b>2.2 ANALYSES DES SITES</b>	<b>6</b>
<b>2.3 CLIMAT ET ORIENTATION DES VENTS</b>	<b>7</b>
2.3.1 GENERAL	7
2.3.2 TEMPERATURE	8
2.3.3 HUMIDITE	8
2.3.4 VENT	8
2.3.5 EVAPORATION	8
<b>2.4 PLUVIOMETRIE ET PRECIPITATIONS (HYDROLOGIE)</b>	<b>9</b>
<b>CHAPITRE 3 - COLLECTE DES DONNEES ET RESEAU EXISTANT</b>	<b>10</b>
<b>3.1 COLLECTE DES DONNEES</b>	<b>10</b>
3.1.1 ETUDE DE BAAQLINE	10
3.1.2 ETUDE DE FAISABILITES (LIBAN CONSULT-CABINET MERLIN)	11
3.1.3 ETUDE BTD	12
<b>3.2 RESEAU EXISTANT</b>	<b>14</b>
<b>CHAPITRE 4 - EVALUATION DES BESOINS EN EAU</b>	<b>15</b>
<b>4.1 INTRODUCTION</b>	<b>15</b>
<b>4.2 PERSPECTIVES DU DEVELOPPEMENT URBAIN</b>	<b>15</b>
4.2.1 SOURCES ET METHODOLOGIE	15
4.2.2 (TAUX DE CROISSANCE): MODELE D'EVOLUTION	18
4.2.3 NOMBRE DE RESIDENTS PAR LOGEMENTS	18
<b>4.3 EVALUATION DES BESOINS EN EAU POTABLE ET INDUSTRIELLE</b>	<b>20</b>

4.3.1	RECENSEMENT	20
4.3.2	FREQUENCE ET CONSOMMATIONS UNITAIRES DES MENAGES	21
4.3.3	CONSOMMATION HEBDOMADAIRE MOYENNE PAR LOGEMENT ET PAR HABITANT	23
4.3.4	CONSOMMATIONS UNITAIRES DES ECOLES, INDUSTRIES, HOPITAUX ETC.	25
4.3.5	BESOINS ACTUELS	27
	<b>CHAPITRE 5 - PEDOLOGIE ET ETUDE DES SOLS</b>	<b>29</b>
	<b>5.1 UNITES CARTOGRAPHIQUES</b>	<b>31</b>
5.1.1	LA MORPHOLOGIE	32
5.1.2	LA TOPOGRAPHIE	33
5.1.3	LE RELIEF	33
5.1.4	LE SUBSTRAT	33
	<b>5.2 ETUDE DETAILLEE DES PROFILS</b>	<b>34</b>
5.2.1	ENSEMBLE DES SOLS ARGILEUX A ARGILO-LIMONEUX (S)	34
5.2.2	DESCRIPTION DES UNITES (S)	38
5.2.3	ENSEMBLE DES SOLS BRUNS A BRUN JAUNATRE ARGILO-LIMONEUSE (C)	41
5.2.4	DESCRIPTION DES UNITES (C)	42
5.2.5	ENSEMBLE DES SOLS BRUN JAUNATRE, ARGILO-LIMONEUX (B)	44
5.2.6	DESCRIPTION DES UNITES (B)	45
	<b>5.3 MISE EN VALEUR DES SOLS</b>	<b>46</b>
5.3.1	CARACTERES PEDOLOGIQUES	47
5.3.2	ASSAINISSEMENT	47
5.3.3	L'IRRIGATION	47
5.3.4	POSSIBILITES CULTURALES	47
	<b>CHAPITRE 6 - GÉOLOGIE, HYDROGÉOLOGIE ET ÉTUDE DES POINTS DE POLLUTION DE LA RÉGION DU CHOUF-ES SOUAYJANI (MONT LIBAN)</b>	<b>48</b>
	<b>6.1 LE CADRE PHYSIQUE</b>	<b>49</b>
	<b>6.2 GÉOLOGIE DE LA RÉGION DU CHOUF – ES SOUAYJANI</b>	<b>53</b>
6.2.1	ETUDE LITHO-STRATIGRAPHIQUE	53
6.2.2	ETUDE STRUCTURALE	55
	<b>6.3 HYDROGEOLOGIE DE LA REGION DU CHOUF – ES SOUAYJANI</b>	<b>56</b>
6.3.1	LES PRINCIPAUX AQUIFERES	56
6.3.2	LES AQUICLUDES	59
6.3.3	LES SOURCES	59
6.3.4	LES FORAGES	62
	<b>6.4 LES POINTS DE POLLUTION</b>	<b>65</b>
6.4.1	LES PRINCIPAUX POINTS DE POLLUTION	66
6.4.2	MECANISME DE LA POLLUTION DES EAUX	68
	<b>6.5 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS</b>	<b>70</b>
	<b>CHAPITRE 7 - DEFINITION DU SCHEMA D'ASSAINISSEMENT ENVISAGE</b>	<b>72</b>

<b>7.1 AVANT PROPOS</b>	<b>72</b>
7.1.1 BASE DE DONNEES CARTOGRAPHIQUES	72
7.1.2 VISITES DE TERRAIN ET ENQUETES	73
<b>7.2 DEFINITION DU SCHEMA D'ASSAINISSEMENT ENVISAGE</b>	<b>74</b>
7.2.1 DECOMPOSITION DE LA ZONE DE PROJET EN ZONES PSEUDO GRAVITAIRES	74
7.2.2 DEFINITION DES ZONES PSEUDO GRAVITAIRES ET SCHEMAS D'ASSAINISSEMENT ENVISAGEABLES	75
<b>CHAPITRE 8 - CRITERES DE CALCUL</b>	<b>78</b>
<b>8.1 INTRODUCTION</b>	<b>78</b>
<b>8.2 FIGURES DE POPULATION</b>	<b>78</b>
<b>8.3 DEBITS D'EAUX USEES</b>	<b>78</b>
<b>8.4 COEFFICIENTS DE POINTE</b>	<b>78</b>
<b>8.5 TAUX D'INFILTRATION</b>	<b>80</b>
<b>8.6 CALCUL HYDRAULIQUE ET DIMENSIONNEMENT DES EGOITS</b>	<b>80</b>
<b>8.7 PRINCIPES DE CALCUL</b>	<b>82</b>

## LISTE DES FIGURES

- Fig.2.1-1 Carte géographique du caza du Chouf.
- Fig.2.1-2 Limite de la zone géographique du projet.
- Fig.3.1-1 Etude de Baaqline – Bureau Joseph Megerdiche.
- Fig.3.1-2 Etude de Faisabilités – Liban Consult-Cabinet Merlin.
- Fig.3.1-3 Etude BTD.
- Fig.5.1-1 Carte des ressources en sols.
- Fig.5.1-2 Carte des bassins versants.
- Fig. 6.1 Localisation de la région d'Es Souayjani entre les deux bassins versants de Hammam-Damour et Barouk-Aouali.
- Fig. 6.2 Carte de la pluviométrie moyenne de la région d'Es Souayjani et du Chouf.
- Fig. 6.3 Structure géologique de la région d'Es Souayjani et du Chouf.
- Fig. 7.1 Assainissement collectif et non collectif.
- Fig. 7.2 Schéma d'assainissement envisagé - PROSPECT 2003.

## LISTE DES ANNEXES

- Annexe 3 Réseau existant Mazraat Ech Chouf – El Kahlouniyé - Etude BTUTP (plan et profil).
- Annexe 4.1 Office des eaux du caza du Chouf (nombre d'abonnés 1993 & 2000).
- Annexe 4.2 Administration Centrale De La Statistique (1970 & 1997).
- Annexe 5.1 Description des profils.
- Annexe 5.2 Résultats des analyses.
- Annexe 5.3 Les triangles de texture.
- Annexe 5.4 Tableau récapitulatif des superficies planimétrées.

**LISTE DES TABLEAUX**

<b>TABLEAU 4.2-1 - DONNÉES SUR LE NOMBRE DE LOGEMENTS:</b>	<b>17</b>
<b>TABLEAU 4.2-3A - POPULATION ADOPTÉE DE LA FÉDÉRATION SOUAYJANI 2003</b>	<b>19</b>
<b>TABLEAU 4.2-3B - POPULATION ADOPTÉE EN ÉTÉ</b>	<b>19</b>
<b>TABLEAU 4.2-3C - POPULATION FUTURE (PROJECTION DE LA POPULATION RÉSIDANTE)</b>	<b>20</b>
<b>TABLEAU 4.3.5.A – BESOINS ACTUELS EN 2003</b>	<b>27</b>
<b>TABLEAU 4.3.5.B – BESOINS FUTURS EN 2028</b>	<b>28</b>
<b>TABLEAU 6.1 - VALEURS DES PRÉCIPITATIONS MOYENNES MENSUELLES ET ANNUELLES DES STATIONS MÉTÉOROLOGIQUES D'ES SOUAYJANI ET ENVIRONS (MRHE ET FAO, 1972, ANNUAIRE DES PRÉCIPITATIONS)</b>	<b>52</b>
<b>TABLEAU 6.2 - VALEURS DES TEMPÉRATURES MOYENNES MENSUELLES ET ANNUELLES DES STATIONS MÉTÉOROLOGIQUES D'ES SOUAYJANI ET ENVIRONS (MRHE ET FAO, 1972, ANNUAIRE DES TEMPÉRATURES)</b>	<b>52</b>
<b>TABLEAU 6.3 - SÉRIE LITHO-STRATIGRAPHIQUE ET ENSEMBLES AQUIFÈRES ET AQUICLUDES DE LA RÉGION DU CHOUF – ES SOUAYJANI.</b>	<b>57</b>
<b>TABLEAU 6.4 : INVENTAIRE DES SOURCES ET SOURCINS DE LA RÉGION DU CHOUF – ES SOUAYJANI.</b>	<b>60</b>
<b>TABLEAU 6.5 : INVENTAIRE DES FORAGES DE LA RÉGION DU CHOUF – ES SOUAYJANI.</b>	<b>63</b>
<b>TABLEAU 8.6-1 VITESSE CRITIQUE ET PENTE CRITIQUE POUR LES CONDUITES D'EAUX USÉES – ÉGOUTS.</b>	<b>81</b>
<b>TABLEAU 8.6-2 VALEURS ADOPTÉES POUR LE CALCUL</b>	<b>81</b>
<b>TABLEAU 8.7-1 DIMENSIONS DES REGARDS</b>	<b>84</b>

## LISTE DES CARTES HORS-TEXTE

- Carte A      Carte géologique au 1/20.000<sup>ème</sup>.
- Carte B      Carte hydrogéologique au 1/20.000<sup>ème</sup>.
- Carte C      Carte des principaux points de pollution de la région du Chouf – Es  
Souayjani, au 1/20.000<sup>ème</sup>.



# **CHAPITRE 1**

## **INTRODUCTION**

### **1.1 AVANT PROPOS**

L'assainissement des agglomérations a pour but d'assurer la collecte, le transit, des eaux pluviales et usées, et de procéder aux traitements avant leur rejet dans le milieu naturel par des modes compatibles avec les exigences de la santé publique et de l'environnement.

Tous les rejets, dus à l'activité des hommes, engendrent, pour ce qui intéresse l'assainissement, les pollutions de l'eau avec tous les risques que cela comporte sur le plan de l'hygiène, de la vie biologique et de la protection de l'environnement.

Sur le plan sanitaire, de l'hygiène publique et de la protection de l'environnement, on comprend que tout doit être mis en œuvre pour lutter contre l'aggravation de ce phénomène.

La nouvelle démarche consiste donc à aborder les problèmes dans leur ensemble en étudiant de façon permanente les relations entre le fonctionnement du système d'assainissement et le comportement du milieu récepteur.

### **1.2 OBJET DE L'ETUDE**

Dans le cadre du programme 2002-2003 de coopération décentralisée conclu entre LMCU et la FMCES sur la politique de gestion de l'eau et de l'assainissement, notamment sur la collecte et le traitement des eaux usées, une étude détaillée sera élaborée afin d'améliorer et même de créer un système de traitement efficace pour toute la région de la Fédération.

Le Bureau d'étude PROSPECT aura la tâche de dresser un plan directeur d'assainissement des eaux usées des 9 municipalités de la Fédération en collaboration avec la FMCES. Par conséquent, un état des lieux des réseaux d'assainissement existant sera entrepris, ainsi que l'historique des projets réalisés et étudiés, du contexte politique, juridique et économique social.

PROSPECT, suite à cette phase importante, sera chargé de proposer diverses alternatives possibles de plans directeurs et schémas d'assainissement. Chaque scénario sera accompagné des coûts, des délais et des besoins techniques et humains afin de détailler en fin d'étude la solution retenue. PROSPECT élaborera l'étude conformément au cahier de charges (daté du 12/07/2002) tout en collaborant avec le maître d'ouvrage de l'étude : la FMCES.

### **1.3 DESCRIPTION ET DEROULEMENT DE L'ETUDE**

L'étude comprendra 3 phases successives :

- Phase1: état des lieux de l'existant. à la fois en terme économique, technique et bibliographique, accompagné d'une bonne perception du contexte local.

(Rapport préliminaire)

- Phase2: exposé des différentiels schémas directeurs d'assainissement envisageables.

(Rapport intermédiaire)

- Phase3: définition détaillée du schéma retenu

(Rapport final)

#### **1.3.1 Phase 1: Etat des lieux de l'existant**

A partir d'une estimation et d'une analyse actuelle de la population et des rejets d'eaux usées et leur évolution, un schéma directeur sera dressé pour pouvoir définir les travaux à entreprendre sur les réseaux et les installations de traitement à mettre en oeuvre, suivant un phasage intégrant un ordre de priorité et un découpage géographique.

##### **a) Connaissance du contexte local**

PROSPECT analysera le fonctionnement et les domaines d'intervention des autorités de la FMCES tout en comprenant le contexte politique actuel et les compétences des municipalités au niveau de l'assainissement, ainsi que l'estimation des possibilités d'intervention de la FMCES en termes économiques et des moyens humains.

##### **b) Recherche bibliographique**

La recherche bibliographique nous informera de la présence, dans le cas affirmatif, des réseaux d'assainissement existants et projetés dans la région. Les cartes topographiques, géologiques et hydrogéologiques constituent des données de base essentielle en matière de cartographie concernant la vulnérabilité des aquifères de la région.

Cette recherche servira notamment de base pour établir par la suite un zonage d'assainissement qui recensera les secteurs collectifs et les secteurs non collectifs.

De plus, PROSPECT établira une recherche des textes législatifs en vigueur pour une bonne compréhension de la situation actuelle de l'assainissement dans les municipalités. La récente réforme des offices de l'eau au Liban devra être présentée et prise en compte dans la définition des schémas envisageables.

### **c) Etats des lieux de l'assainissement existant et connaissance du terrain**

PROSPECT effectuera un état des lieux de la gestion des eaux usées et pluviales actuelle sur chacune des communes de la FMCES. Ainsi, les équipements publics existants (réseaux et unités de traitement) et les équipements d'assainissement autonome actuel (fosses septiques) seront répertoriés et décrits.

L'étude du terrain sera effectuée afin d'appréhender la problématique du site, ainsi que compléter et valider les informations recueillies. Des visites de terrain et des sondages locaux seront établies voire une analyse de sols pour permettre de compléter le cas échéant les données, des cartes géologiques et ainsi d'établir une carte des sols afin de déboucher sur une identification des secteurs pouvant être desservis en assainissement collectif.

### **d) Relevé topographique**

PROSPECT collaborera avec chaque municipalité la présence de relevés topographiques du terrain. Ce sont ces cartes qui vont servir de support général pour le report des différentes informations telles que l'occupation des sols, les réseaux d'assainissement projetés, le contour de la zone de projet, les réseaux d'assainissement d'eaux usées résultant du schéma directeur, la localisation des stations de pompage et des sites potentiels de traitement, etc....

Ceci nous conduit à rechercher un découpage de la région en zones pseudo gravitaires et des sites potentiels de traitement, ce qui éliminerait d'une part des refoulements assez longs et même parfois sur des hauteurs importantes, et d'autre part des réseaux gravitaires sur des tronçons non habités. Ces cartes montrent le choix des sites unitaires pour ces groupements de commune, en notant toutefois qu'ils présentent des tronçons qui ne sont pas du tout gravitaires, comme notamment la liaison Aanbal et Aatine vers Gharife.

Pour les communes ne disposant pas de ces données, PROSPECT effectuera des relevés topographiques nécessaires.

### **e) Cartographie du milieu récepteur**

PROSPECT définira les zones sensibles au regard de la protection du milieu naturel et de la ressource en eau et évaluera la quantité et la vulnérabilité des milieux récepteurs naturels. Une identification des milieux récepteurs naturels les plus pénalisés par une pollution eaux usées et eaux pluviales sera élaborée.

### **f) Quantité et type d'eaux à gérer**

PROSPECT établira des visites de terrain avec pour objectifs essentiels:

- d'appréhender la morphologie générale des zones d'étude ainsi que le développement de l'urbanisation et du réseau routier,

-d'identifier les usages du milieu récepteur (irrigation, prises d'eau, etc...)

-de procéder à une recherche de sites potentiels pour les installations de traitement tout en repérant en première approche les cheminements envisageables pour la pose de collecteurs et des contraintes sur ces cheminements.

Ces visites vont permettre de dégager par la suite les grandes lignes du schéma directeur et les zones pseudo gravitaires et de procéder à une définition plus précise de la localisation des sites potentiels, dimensionnement des réseaux et des systèmes de traitement et des cheminements préférentiels des collecteurs ainsi que les contraintes sur ces cheminements.

Des enquêtes plus spécifiques seront réalisés (industrie, activités humaines,...) et les résultats vont permettre de procéder à une évaluation des débits et charges de pollution des eaux non domestiques.

#### **g) Découpage en bassins versants**

PROSPECT dressera un découpage de la zone d'étude en bassins versants ainsi qu'une estimation de la population concernée. Une enquête de la région sera établie afin d'étudier la possibilité d'intégrer certaines communes hors Fédération et de les connecter au réseau proposé.

### **1.3.2 Phase 2: Exposé des différents schémas d'assainissement envisageables**

Suite à l'étude de la phase 1 du projet, un ensemble de solutions sera proposé, si possible, afin de permettre l'optimisation de la collecte, le transport et le traitement des eaux usées et pluviales. La différenciation des zones collectives des zones non collectives sera établie par le zonage d'assainissement proposé.

Chacun des schémas d'assainissement et plans directeurs proposés respectera la réglementation en vigueur au Liban et dans la Fédération et sera exposé en terme économique (coûts en investissement et en fonctionnement), technique, de délais globaux de réalisation, et des moyens humains à mettre à disposition pour la bonne gestion du projet.

Les aménagements proposés tiendront compte de la stratégie de la collecte des eaux usées sur l'ensemble du territoire, de la protection de la ressource en eau, des réseaux de collecte, des systèmes d'épuration existants et de l'urbanisation future. De plus, dans le cas de plusieurs alternatives, une comparaison des avantages et des désavantages de chaque proposition sera dressée pour aider au choix optimal.

### **1.3.3 Phase 3: Définition détaillée du schéma retenu**

A la suite de la présentation des différentes solutions, si elles existent, et la proposition des différents schémas et plans directeurs de collecte et de traitement des eaux usées et pluviales dans les 9 municipalités de la FMCES, et après le choix de la meilleure solution retenue et l'approbation du comité de pilotage selon les différents critères exposés, PROSPECT dressera une cartographie de l'emplacement et du dimensionnement des différents ouvrages de collecte, de transport et de traitement des eaux usées et pluviales.

De même, au niveau technique, une présentation des différents systèmes d'assainissement individuel réalisable en fonction de la législation, du contexte géologique défavorable à l'infiltration, sera établie pour une préservation de la ressource en eau.

PROSPECT mènera également des réflexions sur l'évacuation et des sous-produits issus du traitement des eaux usées (filiale d'épuration collective et filiale autonome type fosse septique) ainsi qu'une présentation du devenir des boues et matières de vidange sera présentée.

## **CHAPITRE 2**

### **CARACTERISTIQUES DE LA REGION A ETUDIER**

#### **2.1 INTRODUCTION**

La zone de la FMCES est localisée dans la région du Chouf à des latitudes entre 33°35' et 33°45' Nord et des longitudes entre 35°23' et 35°33' Est dans le caza du Chouf, dans la Mohafazat du Mont Liban qui représente une des six Mohafazats du Liban. La Mohafazat du Mont Liban est divisée en 6 cazas : Jbeil, Kesrouane, El Metn, Baabda, Aaley et le Chouf .La localisation géographique du caza du Chouf est montrée dans la Fig. 2.1-1.

La région à étudier comprend 9 villages/cités : Baaqline, Aanbal, Aatrine, Gharifé, Es Semqaniyé, Jdaidet Ech Chouf - Baqaata, Aï n Ouzai n, Mazraat Ech Chouf et El Kahlouniyé.

La région du Chouf – Es Souayjani s'étend entre l'altitude 400m (limite de Baaqline et d'El Jahliyé à l'aval de Birket Ez Zarqa sur le Nahr El Hammam) et l'altitude 1100 m (entre Aï n Ouzai n et Kfar Nabrah). Une carte montrant la zone géographique du projet actuel est attachée à ce chapitre comme Fig. 2.1-2.

#### **2.2 ANALYSES DES SITES**

Chaque site à équiper d'un système d'assainissement, qu'il s'agisse d'un nouveau système, d'une extension à raccorder à l'existant, présente des spécificités. Il convient d'en analyser toutes les particularités touchant à l'assainissement, que ce soit la topographie, l'urbanisme, le climat, la qualité des sols, les variations des nages, etc....

La sensibilité d'un milieu naturel doit aussi être prise en compte de façon précise, en termes de qualité et de quantité des rejets, qui ne doivent compromettre aucun des usages de l'eau.

D'où l'intérêt d'une analyse fine des sites à travers les différents contextes.

## **2.3 CLIMAT ET ORIENTATION DES VENTS**

La climatologie et la conception des ouvrages sont à associer, il convient d'envisager:

- L'intégration des paramètres de la température, du rayonnement, du vent, de l'humidité, du gel, etc. dans les simulations des phénomènes complexes de comportement des sols à l'infiltration, à la saturation et au ruissellement.
- L'évolution du stock hydrique du sol, du pouvoir humidifiant et de l'évapotranspiration potentielle.
- La modélisation d'échanges en régime varié, selon les périodes de sensibilité des milieux.

En outre:

- La réalisation des travaux de terrassement et de mise en œuvre selon la période dépend à l'évidence des conditions climatiques;
- La conduite des chantiers et des campagnes d'investigations in situ se réfère aux renseignements climatologiques pour organiser les interventions et infléchir les programmes de travaux;
- Les équipements d'assainissement sont peu sensibles au gel, toutefois l'abaissement de température exerce une influence sur les conditions épuratoires, les lits de séchage des boues, etc..., il est donc nécessaire d'étudier les procédés de traitements les mieux adaptés au climat local;
- L'implantation des installations d'épuration, les lits de séchage des boues et les champs d'épandage nécessitent la prise en compte des vents dominants, en précisant que leur orientation peut être souvent modifiée par le relief, la particularité du site, etc., afin de réduire le rabattement des odeurs sur les habitations.

L'étude d'impact des ouvrages sur l'environnement exige donc l'examen complet du contexte climatologique.

### **2.3.1 Général**

Le climat dans la région du Chouf est du type méditerranéen doux et modéré avec des étés et automnes chauds et secs, et des mois d'hiver venteux, pluvieux et bien arrosés. Il est classé comme suit :

- "Pluvieux" en Décembre, Janvier et Février,
- "Humide" en Novembre et Mars,
- "Semi-humide" en Octobre (en partie) et Avril,
- "Aride" de Mai à Septembre.

### **2.3.2 Température**

Les températures sont des plus clémentes, d'où la vocation touristique et d'estivage des villages d'Es Souayjani. Les températures se situent en moyenne entre 15,60°C (Kfar Nabrah) et 16,43°C (Gharifé). Elles sont de l'ordre de (22,3°C à 22,8°C) pour le mois le plus chaud (Août) et ne descendent pas au dessous de (8,3°C à 9,4°C) pour le mois le plus froid (Janvier) (voir Chapitre 6). Les amplitudes thermiques annuelles sont comprises entre (13,2°C et 14°C). En raison de la position de la région, la différence entre la température de nuit et celle du jour est généralement modérée et égale à 10°C en moyenne.

### **2.3.3 Humidité**

En raison des perturbations cycloniques méditerranéennes en hiver et les masses d'air saisonnières en été, l'humidité relative en région semi-montagneuse est assez constante durant toute l'année à un niveau plutôt élevé de 65% avec des variations mensuelles moyennes variant de 59% jusqu'à 73%.

### **2.3.4 Vent**

La direction prévalente du vent au Chouf (mesurée à 15 m au-dessus du sol) est souvent ouest et sud-ouest durant presque toute l'année apportant les influences maritimes et bienfaisantes. La fréquence est équivalente à plus de 30% suivie par des vents de toutes les directions à plus ou moins le même niveau de fréquence variant de 1% à 9%. En général la vitesse du vent est mineure et se révèle à moins de 5 m/s durant plus que 70% de l'année. Des vitesses supérieures à 15 m/s sont rares avec < 1% en moyenne. Cependant durant les tempêtes, des vitesses supérieures à 20 m/s ont été observées.

La vitesse moyenne mensuelle du vent varie de très basse en Octobre, où 90% de la plupart des cas la vitesse est inférieure à 5 m/s, jusqu'au plus haut niveau en Mars quand approximativement 50% des cas le vent a une vitesse supérieure à 5 m/s et 10% plus que 10 m/s.

### **2.3.5 Evaporation**

L'évaporation moyenne annuelle au Chouf est équivalente à 1250 mm avec des variations mensuelles plutôt mineures variant de 120 mm en Janvier jusqu'à 275 mm en Août. La nette évaporation des lacs a été estimée pour les plaines du Chouf à approximativement 570 mm par année, variant entre 104 mm en Juillet, Août et Septembre et 60 mm en Janvier et Février.



## **2.4 PLUVIOMETRIE ET PRECIPITATIONS (HYDROLOGIE)**

La pluviométrie constitue une donnée essentielle du coût du réseau car il faut savoir que l'agglomération doit être protégée contre les inondations provoquées par les eaux d'orage.

Les précipitations tombent entre Octobre et le mois de Mai avec un paroxysme bien net centré sur les mois de Décembre, Janvier et Février (voir Chapitre 6 et Tabl. 6.1). Les moyennes pluviométriques s'élèvent partout à plus que 1000 mm/an. Elles atteignent 1043 mm/an à Gharifé et dépassent 1275 mm/an à Kfar Nabrakh et 1300 mm/an à Jdaidet Ech Chouf.

Le tableau 6.1 du Chapitre 6 résume les précipitations moyennes mensuelles et annuelles de la région d'Es Souayjani et ses environs.

Sur base de ces données, une carte pluviométrique a pu être préparée pour tout le caza du Chouf (voir Chapitre 6 et Tabl. 6.2). Elle montre le caractère orographique des précipitations sur le versant occidental du Mont Liban, où la hauteur de pluies est en liaison étroite avec l'accroissement de l'altitude.

Les précipitations, passent de 700 mm/an au Nord de Saï da (sur la côte), à 1400 mm/an sur les hauteurs du Jabal Niha (Fig. 6.2). La neige fait son apparition à partir de 800m d'altitude (Baaqline). Elle recouvre les hauteurs au moins pendant deux mois sur le Jabal Niha (1800m).

## **CHAPITRE 3**

### **COLLECTE DES DONNEES ET RESEAU EXISTANT**

#### **3.1 COLLECTE DES DONNEES**

Une collecte des données bibliographiques a été établie au niveau des projets d'assainissement et des études réalisées dans la région de la FMCES ce qui a notamment servi de base pour dresser par la suite, un zonage d'assainissement qui recensera les secteurs collectifs et les secteurs non collectifs.

Dans ce chapitre on évoquera les études réalisées dans les dernières années au niveau de l'assainissement dans la région de la FMCES et qui n'ont pas été exécutées ainsi que les réseaux existants repérés. On a noté l'existence de trois études durant les dernières années en ce qui concerne la FMCES, citées comme suit :

- Etude de Baaqline (Bureau Joseph MEGERDICHE 1995)
- Etude de faisabilité (LIBAN CONSULT - CABINET MERLIN 1998)
- Etude BTM (Bureau Technique pour le Développement 2002)

En ce qui concerne la présence des réseaux existants dans la région de la FMCES, on a repéré un seul réseau commun qui est celui de Mazraat Ech Chouf et El Kahlouniyé.

##### **3.1.1 Etude de Baaqline**

Cette étude, commandée par la République Libanaise, avait été financée par le Ministère des Ressources Hydrauliques et Electriques, de la part de la Direction Générale de l'Équipement Hydraulique et Electrique. Le bureau Joseph Megerdiche s'est chargé d'élaborer une étude en Novembre 1995 concernant Baaqline et ses environs. L'étude bien qu'elle est conçue avec un retard de 8 ans à l'état actuel, nous donne une idée bien précise sur le cheminement des conduites à concevoir dans le futur en ce qui concerne l'assainissement.

Le réseau d'assainissement, prévu en gravitaire d'une longueur approximative de 45 Km, est formé de conduites primaires en grande quantité avec quelques conduites secondaires de raccordement tel qu'il figure au titre de la Fig. 3.1-1 (échelle 1/20.000<sup>ème</sup>). Le réseau commence à partir d'un regard existant situé à Deir El Qamar et suit les routes principales des villages suivants : Beit Ed Dine, Maasser Beit Ed Dine, Baaqline, Aatine, Aanbal, Mermata, Serjbal, KfarHim, Dardourit, Benouati en passant par les régions voisines. On a remarqué que les cheminements de collecteurs d'eaux usées sont privilégiés et conçus sous les routes et chemins existants. Toute l'étude est

formée de conduites de diamètre variant de 300 à 600 mm avec un diamètre minimal de 300 mm. Le site potentiel est proposé dans la région de Chamaarine en rive gauche de Nahr El Jahliyé, au niveau topographique 230.

On se limitera à la description et l'analyse des secteurs inclus dans les zones d'extension de notre contrat se rapportant à la FMCES. Seuls trois villages sont concernés : Baaqline, Aatrine et Aanbal.

En ce qui concerne Baaqline, le réseau d'assainissement est prévu en gravitaire couvrant une grande partie de la commune. Aucune conduite de refoulement n'a été proposée à Baaqline, ce qui nous conduit à déduire que quelques régions ont été exclues de l'étude prévue en gravitaire. Pour les communes de Aatrine et Aanbal le réseau d'assainissement ne couvre qu'une petite partie tout en suivant les routes et les chemins principaux existants.

Cette étude a été réalisée en 1995 ne couvrant que trois communes se rapportant à la FMCES. Le réseau d'assainissement a besoin d'une mise à jour pour absorber toutes les données et besoins actuels ainsi qu'une actualisation du cheminement des conduites pour englober toutes les régions omises.

### **3.1.2 Etude de Faisabilités (Liban Consult-Cabinet Merlin)**

Cette étude, commandée par la République Libanaise, avait été financée par le Conseil pour le Développement et de la Reconstruction du Liban (CDR).

Les bureaux d'études LIBAN-CONSULT (Liban) en collaboration avec CABINET MERLIN (France) ont été chargés de sa réalisation en 1998. Concernant le Chouf, le schéma directeur d'assainissement eaux usées, tel qu'il figure au titre de la Fig.3.1-2 (échelle 1/20 000<sup>ème</sup>), couvre une zone plus large que celle spécifiée dans le cadre du présent contrat. Ce schéma comprend un réseau primaire eaux usées régional du Chouf divisé en zones. On se limitera à la description et l'analyse des secteurs inclus dans les zones d'extension de notre contrat se rapportant à la FMCES.

On a remarqué que les cheminements de collecteurs d'eaux usées sont privilégiés et conçus sous les routes et chemins existants. Les cas qui font exception sont ceux où le collecteur ainsi réalisé ne présente aucune utilité pour la commune lorsque cette dernière est toute ou en majeure partie plus basse que la route. Le schéma d'assainissement est divisé en zones pseudo-gravitaires pour lesquelles quelques refoulements intermédiaires sont nécessaires sur le réseau primaire structurant.

La région à étudier dans ce contrat est incluse dans deux zones pseudo-gravitaires : la zone 11 et la zone 12 et est répartie comme suit :

La zone 11 J qui groupe les communes de Mazraat Ech Chouf et El Kahlouniyé, dispose d'un lagunage commun au niveau topographique 775 en rive droite de Saqiet el Blat vu la difficulté du raccordement vers le sud (Baiqoun) ou vers le nord (Jdaidet Ech Chouf) en raison des pompages et de la nature de la région.

La zone 11 K comprend la commune de Jdaidet Ech Chouf. Le site potentiel est proposé en rive gauche de Nahr El Barouk, à 800m en aval du pont du Nahr El Barouk. Cette zone comprend aussi les communes de Moukhtara et de Boutmé qui ne rentrent pas dans notre étude.

La zone 11 L regroupe les communes de Es Semqaniyé, Aï n Ouzai n, Baqaata et la partie est de Baaqline. La commune de Aï n Ouzai n nécessite un pompage pour se relier à Baqaata, puis de Baqaata le réseau suit en direction de Es Semqaniyé jusqu'au point bas (point topo 853). Une conduite de refoulement à Baqaata est requise pour la partie sud. L'assainissement de Es Semqaniyé se dirige vers ce même point bas, et le collecteur est conduit à 1.4 Km vers l'ouest à l'endroit d'un site de traitement qui prendra à son tour la partie est de Baaqline.

La zone 12 A est composée des villages de Aatrine et Aanbal. Un traitement pour ces deux communes est prévu à environ 1 Km au sud entre la route et la falaise. La conduite primaire emprunte la route principale qui va en gravitaire jusqu'au site. Pour Aatrine, un pompage a été proposé pour le transfert des eaux usées du point de collecte vers la route.

La zone 12 B englobe la commune de Gharifé. Le site potentiel unitaire pour cette commune est proposé en rive droite de Ouadi Mazgharine. L'assainissement a été prévu en gravitaire avec deux points de collecte aux points bas. La conduite de transfert suit Ouadi El Joura en direction du site de traitement.

Cette étude, bien qu'elle couvre la plupart des villages du caza du Chouf, ne peut être utile que par le regroupement et les cheminements de certaines communes en ce qui concerne notre contrat. Le réseau est primaire non détaillé et peu significatif du point de vue topographique de la région.

### **3.1.3 Etude BTD**

Cette étude, commandée par la République Libanaise, avait été financée par le Conseil pour le Développement et de la Reconstruction du Liban (CDR). Elle consiste à mettre à jour l'étude de faisabilité réalisée par LIBAN-CONSULT (Liban) en collaboration avec CABINET MERLIN (France), introduire les modifications nécessaires ainsi que préparer une étude détaillée de l'assainissement des cinq régions à étudier. (Batroun, Chekka, Koura, Chouf et Nabatiyé)

Concernant le Chouf, BTD a étudié l'assainissement de toute la région côtière étendue du Nahr el Awali à la commune de En Naame, englobant une partie du caza de Aaley (Kfar Matta – Aabay – El Binnay ...) et les communes de la FMCES.

Le schéma directeur établi par le BTD constitue la base de notre étude. PROSPECT dressera une étude du réseau d'assainissement secondaire et tertiaire tout en se

raccordant au réseau primaire étudié par le BTD. Notre but est de relier le réseau interne de chaque commune au réseau principal.

En ce qui concerne les communes de la FMCES, le BTD a prévu l'existence de 4 collecteurs principaux composé des conduites primaires de 6 communes tel qu'il est figure au titre de la Fig.3.1-3 (échelle 1/20 000<sup>ème</sup>). La commune de Aï n Ouzai n ne rentre pas dans l'étude vu la difficulté du raccordement dû au pompage et de la nature de la région et les villages de Mazraat Ech Chouf et de El Kahlouniyé disposent d'un réseau existant et d'un lagunage commun dressé.

Le collecteur R couvre la partie ouest de la commune Baaqline et est composé d'un réseau de 5 Km environ. L'assainissement des conduites primaires de diamètres de 200 et 300mm a été prévu en gravitaire. Le nouveau site de traitement potentiel est proposé en rive droite tout au début du Ouadi Dardourit au niveau topographique 633m à l'ouest de Baaqline. Ce nouvel emplacement permet une meilleure collecte de la récente partie ouest de Baaqline (Dahr Ed Dib, Ej Jraid...)

Le collecteur S englobe les communes de Es Semqaniyé, les parties nord, sud et la partie est de Baaqline ainsi que les communes de Aatrine, Aanbal. Le réseau gravitaire commence de Es Semqaniyé et suit en direction de Baqaata vers les deux communes de Aatrine et Aanbal jusqu'au point bas (point topo 695). L'assainissement se dirige vers ce même point bas, et le collecteur est conduit à l'endroit d'un site de traitement qui est prévu à environ 1 Km au sud entre la route et la falaise tout au début du Ouadi Bezqayia. Ce collecteur est formé de conduites gravitaires de 200, 250 et 300mm de diamètres et composé d'un réseau de 18.6 Km environ.

Le collecteur T regroupe la commune de Jdaidet Ech Chouf et la partie sud de Baqaata. Le réseau commence du sud de Baqaata tout en collectant la partie est de Jdaidet Ech Chouf. La conduite primaire de 200, 250, 300 et 400mm de diamètres emprunte la route principale qui va en gravitaire jusqu'au site potentiel proposé en rive gauche de Nahr El Barouk, à l'ouest de la commune de Moukhtara. La longueur de ce réseau est de 8 Km approximativement.

Le collecteur U englobe la commune de Gharifé. Le site potentiel unitaire pour cette commune est proposé en rive droite de Ouadi Mazgharine. L'assainissement des conduites primaires de diamètres de 200 et 250mm a été prévu en gravitaire avec deux points de collecte aux points bas. La conduite de transfert suit Ouadi El Joura en direction du site de traitement. Ce réseau d'assainissement a pour longueur 3 Km environ.

Le réseau globalement suit le schéma directeur de l'étude de faisabilités avec quelques modifications mineures. Le rôle de PROSPECT dans ce contrat, est de relier les conduites secondaires et tertiaires de chaque commune au réseau primaire principal de chaque collecteur suivant le schéma directeur proposé par le BTD.

### **3.2 RESEAU EXISTANT**

Durant nos visites répétées du terrain, PROSPECT a pu établir une collecte des données bibliographiques de la région au niveau des réseaux existants. Seules les deux communes de Mazraat Ech Chouf et El Kahlouniyé, de toute la région de la FMCES, disposent d'un assainissement d'eaux usées existant récent daté de 1998 ainsi que 3 bacs de décantation situés à l'est de la commune de Mazraat Ech Chouf. PROSPECT a pu avoir une copie de l'étude auprès de la municipalité de Mazraat Ech Chouf attachée en annexe avec ce rapport. (Annexe 3).

Cette étude, commandée par la République Libanaise Direction Générale de l'Habitat, avait été financée par le Ministère de l'Habitat et des Coopératives. Les travaux entrepris par le bureau BTUTP ont débuté en 1994 pour prendre fin en 1998, faute de financements supplémentaires suite au dépassement des coûts initiaux. Le réseau long de 12 Km environ est formé de conduites de 200 et 300mm.

La municipalité de Mazraat Ech Chouf, ayant bénéficié de plus de fonds, est mieux dotée que la commune de El Kahlouniyé. 10% seulement des habitations ne sont pas raccordées au réseau d'assainissement dû à leur éloignement des canalisations principales ou faute de moyens financiers : les travaux étant à leur charge. Pour quelques habitations proches du réseau et n'ayant pas les ressources nécessaires de s'accorder aux conduites principales, la municipalité a réalisé les travaux de raccordement.

La commune de El Kahlouniyé en fut dotée d'un réseau d'assainissement vu l'emplacement géographique proche de la commune de Mazraat Ech Chouf. Cette proximité a poussé à l'élargissement de la zone d'intervention. La municipalité de El Kahlouniyé n'a pas bénéficié du même financement. Deux réseaux indépendants dotés chacun de bac de décantation ont été prévus. Cette évolution du projet a engendré des coûts supplémentaires supportés par El Kahlouniyé, la totalité des canalisations ne fut pas construite.

Les maisons non raccordées au réseau d'assainissement, ne possèdent plus de fosses septiques encore en fonctionnement du fait de leur comblement : les eaux usées déversent directement dans les jardins.

La canalisation principale, chargée d'acheminer les eaux usées jusqu'aux bassins de décantation est percée provoquant l'écoulement d'une partie des liquides avant d'atteindre les bacs de décantation. Ceux-ci, creusés à ciel ouvert sans aucune protection, entraînent des infiltrations de polluants et odeurs dégagées causant de problèmes d'environnement. Des trois bacs, aucun n'est encore entièrement rempli. Il est prévu de déverser les boues dans la mer lorsque c'est nécessaire. En hiver les cuves se remplissent d'eaux pluviales provoquant des phénomènes de débordements.

Les impacts écologiques semblent toucher principalement la qualité des productions agricoles, de même le développement des maladies végétales et humaines a été évoqué.

L'inefficacité du système est reconnue par la municipalité, qui prévoit l'arrêt de son fonctionnement une fois le projet de la FMCES sera réalisé. La commune est responsable du réseau dans l'ensemble mais ne possède pas les financements nécessaires à l'achèvement du projet.

## **CHAPITRE 4**

### **EVALUATION DES BESOINS EN EAU**

#### **4.1 INTRODUCTION**

Cabinet Merlin, dans leur rapport de faisabilité, a évalué la population actuelle et future à partir des données du Master Plan 82 préparé par Khatib & Alami. Une étude sommaire a été entreprise par BTM dans la plupart des villages du caza de Chouf, nous montre une grande différence entre la réalité et de ce qui a été mentionné dans le rapport mentionné ci-dessus.

Afin d'obtenir une meilleure et bien précise évaluation de la population dans le caza de Chouf, on a utilisé une différente méthodologie que celle utilisée par Cabinet Merlin. Le but de la présente étude est de préciser et de réinterpréter les résultats d'enquêtes et d'établir un modèle d'évolution des besoins en eau jusqu'à l'an 2028, pour chacun des villages de la fédération. Le problème majeur, rencontré en calculant les besoins en eau est de définir le nombre total d'habitants. En l'absence de tout recensement de population, le Consultant doit utiliser les données des différentes enquêtes sociales. De ce, on peut déterminer le nombre moyen d'habitants par logement et par conséquent la population totale.

#### **4.2 PERSPECTIVES DU DEVELOPPEMENT URBAIN**

Ce chapitre a pour objectif de présenter une image d'ensemble du développement urbain supposé en tenant compte des expansions et des croissances de la population.

Cependant, il est important de mentionner l'imprécision des données ce qui nous incite à donner un jugement personnel et un concept d'évolution et d'expansion sur le nombre de logement dans les différentes communes de la fédération.

##### **4.2.1 Sources et Méthodologie**

Nous nous sommes basés sur plusieurs enquêtes et recensements afin d'estimer le nombre d'habitants du Mont Liban et du caza du Chouf particulièrement. Cependant il faut bien noter que ces études sont bien différentes l'une de l'autre.

#### a) Sources:

Le résultat de notre estimation est basé sur plusieurs enquêtes détaillées:

- Enquête municipalités et collectivités locales
- enquête auprès de l'Office des Eaux du Chouf (O.E.C.) (Annexe 4.1)
- recensement exhaustif du nombre de logements (BTD 1995)
- "Administration Centrale de la Statistique" étude 1970 et 1997 (Annexe 4.2)
- recensement exhaustif du nombre de logements des industries, hôtels, hôpitaux, écoles, etc... en 2003

#### **Enquête municipalités**

Les municipalités ou à défaut les moukhtars ont été interrogés sur le nombre d'habitants, de logements, de commerces et industries. Les réponses sont généralement peu précises et ne recourent la réalité (recensement) qu'à 60% près; de ce fait ces renseignements ne peuvent donner qu'une simple idée sur l'état actuel.

#### **Enquête auprès de l'Office des Eaux du Chouf (Annexe 4.1)**

L'Office des Eaux du Chouf nous a fourni ses statistiques concernant le nombre d'abonnés des villages étudiés pour les 2 années 1993 et 2000. Malheureusement ces statistiques sont souvent très approximatives ou erronées pour diverses raisons (désorganisation administrative, existence de très nombreux puits privés) et de ce fait seule une partie de ces statistiques peut être exploitée, celle qui concorde ou se recoupe avec les autres informations.

#### **Recensement exhaustif du nombre de logements (BTD 1995)**

Un recensement exhaustif du nombre de logements a été entrepris par BTD en 1995 et réévalué en 1996. Bien qu'entaché d'une certaine erreur due essentiellement à l'imprécision des délimitations de certains villages et des logements à l'intérieur des villages, ce recensement fournit une image assez fidèle de l'état projeté actuel, susceptible de servir de base pour l'estimation des besoins en l'an 2028.

#### **"Administration Centrale de la Statistique" 1970 & 1977 (Annexe 4.2)**

Cette enquête menée par l'Administration Centrale des Statistiques – Ministère du Plan, permet de tirer certains renseignements généraux tels que la natalité, la mortalité et le nombre moyen d'habitants par logement en 1970 et 1997. Elle permet donc de se faire une idée sur l'évolution de certains paramètres entre 1970 et 1997. Cette enquête ne porte pas sur la région du Chouf spécifiquement mais sur le Mont Liban en général, en distinguant cependant les zones urbaines des zones rurales, nous avons admis que le caza de Chouf était classé zone rurale.



### **Recensement exhaustif du nombre de logements, des industries, hôtes..**

Un recensement exhaustif des activités et services, hôtels, hôpitaux, écoles, etc... a été entrepris par PROSPECT en 2003. Il a porté sur le nombre d'habitants, les équipements ménagers, les habitudes de consommation ménagère et agricole et les sources d'approvisionnement en eau. Ce recensement permet de fixer de façon assez fiable le nombre de ces catégories de consommateurs et les quantités d'eau nécessaires actuellement. Le recensement nous a permis de calculer le nombre moyen de personnes par logement et la consommation moyenne en eau domestique par personne.

Ce recensement, sous forme d'enquête, donne une image assez fiable de l'état actuel et permet par ailleurs de tester la fiabilité des statistiques de l'O.E.C. en repérant les manques d'abonnements et les raisons de ceux-ci, donc de repérer les statistiques à peu près fiables pour en tirer les paramètres d'évolution. Le nombre total des habitants de la FMCES recensé par PROSPECT est inférieur d'une bonne marge à celui approuvé et utilisé dans l'étude du BTB.

#### **b) Résultats obtenus**

A partir de toutes ces données nous avons fixé l'état actuel c-à-d le nombre de logements et de personnes par village ainsi que le nombre d'industries, hôtels, écoles, etc.

**Tableau 4.2-1 - Données sur le nombre de logements:**

<b>Villages</b>	<b>Municipalité (2003)</b>	<b>PROSPECT (2003)</b>	<b>BTD (2003)</b>
Aanbal	210	320	232
Aatine	140	240	155
Aï n Ouzai n	475	240	525
Baaqline	3000	1800	3300
El Kahlouniyé	200	220	225
Es Semqaniyé	2200	700	2450
Gharifé	1300	800	1450
Jdaidet Ech Chouf – Baqaata	1700	1200	1870
Mazraat Ech Chouf	600	800	670
	<b>9825</b>	<b>6320</b>	<b>10877</b>

Bien que les figures ne reflètent pas la réalité et tant que notre tâche consiste à compléter l'étude qui a été approuvée par le CDR, nous adopterons les données du BTB dans notre étude. Signalons que les figures de PROSPECT représentent 60% de ceux du BTB.

#### **4.2.2 (Taux de croissance): Modèle d'évolution**

Si la situation actuelle peut être cernée avec plus ou moins de précision, il en est autrement de l'évolution, des besoins. Le ministère des affaires sociales a mené 2 enquêtes similaires en 1970 et 1997. (Annexe 4.1 et Annexe 4.2). En 1997, il est remarqué que le nombre de logements du caza de Chouf est égal à 29,1% de celui de la mohafaza Mont Liban. Ayant la population en 1970 et 1997, le calcul de la croissance démographique sera comme suit:

- Population en 1970: 833055
- Population en 1997: 1507559

Il est assumé que le taux de changement de la population est proportionnel au nombre actuel. La formule utilisée pour définir la future population projetée est:

$$P_t = P_o \cdot e^{k \cdot t}$$

Où

$P_t$  = population au temps t

$P_o$  = Population au temps 0 (année 1970)

K = coefficient de corrélation (taux de croissance)

t = période t.

En se fixant une durée de temps de 27 ans, on aura:

$$1507559 = 833055 \cdot e^{27 \cdot k}$$

$$k = \frac{\ln 1507559 - \ln 833055}{27}$$

On adoptera dans ce rapport le taux de croissance égal à 2,1%, utilisé dans l'étude de BTB, comme modèle d'évolution dans les communes de la Fédération.

#### **4.2.3 Nombre de résidents par logements**

##### **a) Résidents par logement**

Après avoir déterminé le nombre de logements dans chacune des communes de la fédération, et afin de pouvoir estimer la population totale expectée, il est donc nécessaire d'évaluer le nombre d'habitants par maison. Une enquête englobant les 9 communes de la fédération de différentes dimensions et portant sur environ 20% des logements, nous a permis de fixer le nombre moyen de résidents par logement. Nous entendons par résidents les personnes habitant la région de façon quasi permanente. Ces résultats dévoilent une image plus or moins réelle de la situation actuelle. Cette enquête indique un nombre moyen de résidents par logements, de 5 résidents. On adoptera ce nombre final dans notre rapport.

**Tableau 4.2-3a - Population adoptée de la fédération Souayjani 2003**

Villages	No. de Logements	Population
Aanbal	232	1160
Aatine	155	775
Aï n Ouzai n	525	2625
Baaqline	3300	16500
El Kahlouniyé	225	1125
Es Semqaniyé	2450	12250
Gharifé	1450	7250
Jdaidet Ech Chouf – Baqaata	1870	9350
Mazraat Ech Chouf	670	3350
	<b>10877</b>	<b>54385</b>

**b) Non résidents par logement**

Il est aussi à remarquer que l'enquête indique que durant certains week-end ou durant une partie de l'été la population atteint environ 1,1 fois la population résidente, et cela du aux visites de la forte émigration des originaires de la fédération, vers Beyrouth ou vers l'étranger. On notera aussi que ces 10% de la population originaire de la fédération mais n'y résidant pas, reviennent partiellement vers leurs villages à l'âge de la retraite.

En appliquant cet accroissement sur la population on aura comme suit:

**Tableau 4.2-3b - Population adoptée en été**

Villages	Population	Population Max. (W.E. en période d'été)
Aanbal	1160	1276
Aatine	775	853
Aï n Ouzai n	2625	2888
Baaqline	16500	18150
El Kahlouniyé	1125	1238
Es Semqaniyé	12250	13475
Gharifé	7250	7975
Jdaidet Ech Chouf – Baqaata	9350	10285
Mazraat Ech Chouf	3350	3685
	<b>54385</b>	<b>59825</b>

**c) Population future**

Il est assumé que le taux de changement de la population est proportionnel à la population actuelle. La formule utilisée pour la projection de la population future est la suivante:

$$P_t = P_o \cdot e^{k \cdot t}$$

Où

$P_t$  = population au temps t

$P_o$  = Population initiale, temps 0

K = coefficient de corrélation (taux d'accroissement)

t = période de temps.

En appliquant le taux d'accroissement sur chaque village de la fédération, la population future pourra être déterminée. La future population pour chaque an d'intervalle est donnée dans le tableau ci-dessous:

**Tableau 4.2-3c - Population future (Projection de la population résidente)**

Villages	2003	2008	2013	2018	2023	2028
Aanbal	1276	1417	1574	1748	1942	2157
Aatrine	853	947	1052	1168	1297	1441
Aï n Ouzai n	2888	3207	3562	3957	4395	4881
Baaqline	18150	20159	22391	24870	27624	30682
El Kahlouniyé	1238	1375	1527	1696	1883	2092
Es Semqaniyé	13475	14967	16624	18464	20508	22779
Gharifé	7975	8858	9839	10928	12138	13481
Jdaidet Ech Chouf – Baq.	10285	11424	12688	14093	15653	17386
Mazraat Ech Chouf	3685	4093	4546	5049	5608	6229
	<b>59825</b>	<b>66447</b>	<b>73803</b>	<b>81973</b>	<b>91048</b>	<b>101128</b>

### **4.3 EVALUATION DES BESOINS EN EAU POTABLE ET INDUSTRIELLE**

#### **4.3.1 Recensement**

PROSPECT a entrepris en 2003 un recensement exhaustif des logements, écoles, industries, stations services, boucheries, abattoirs, restaurants, hôpitaux, casernes, hôtels, monastères, églises, mosquées, lieux de culte, fermes, usines, dans les 9 villages de la fédération relevant du cadre de notre étude.

Les résultats sont reproduits ce dessous:

##### Activités - Services:

On comprend par activités les boutiques, les magasins, les banques... Il existe environ 3067 activités dans la fédération, concentrées spécialement à Jdaidet Ech Chouf - Baqaata (2300) et Baaqline (500).

##### Stations de services:

Il y a 21 stations d'essence environ dans la fédération dont 8 à Baaqline.

Ecoles:

Il existe 29 écoles dans la fédération dont 16 à Baaqline. Les élèves habitent la région dans leur grande majorité.

Restaurants:

Les consommateurs sont concentrés dans les villages importants qui représentent des pôles d'attraction comme Baaqline (26) et Jdaidet Ech Chouf-Baqaata (12). On a compté 50 environ dans toute la fédération.

Usines:

Il y a 52 usines de tout genre dans la fédération, dont 16 à Es Semqaniyé et 11 à Baaqline.

Bougeries et abattoirs:

Dans toute la fédération, on a compté 18. A Baaqline seul, on a compté 8.

Hôpitaux:

Il n'y a que 3 hôpitaux dans toute la fédération. Ils sont répartis dans Baaqline, Aï n Ouzāï n et Es Semqaniyé.

Eglises – Mosquées – Khelwés:

On a compté 32 lieux de cultes dans toute la fédération dont 7 à Baaqline.

Clubs:

Il y a 9 clubs dans toute la fédération. Ils sont généralement de petite taille et leurs activités sont très réduits.

Cliniques:

Il y a 9 cliniques dans toute la fédération dont 3 concentrés à Baaqline.

Hôtels:

Il n'y a qu'un seul hôtel dans toute la fédération situé à Baaqline.

#### **4.3.2 Fréquence et consommations unitaires des ménages**

Une enquête comportant quelques centaines de questionnaires a permis de cerner approximativement les fréquences et consommations unitaires en eau des ménages = douches, toilette individuelle, chasses d'eau, lessives, vaisselles, cuisine et breuvage, nettoyage maison, arrosage, divers. Nous reproduisons ci-dessous les consommations moyennes obtenues.

Douches:

Il est difficile d'évaluer la consommation moyenne par douche, car celle-ci va du rinçage (40l environ), à la douche normale (80l environ), au bain (150 à 200l environ). En questionnant les ménages, il ressort que le bain est très peu utilisé sauf pour les familles peu nombreuses ( 3 personnes), disposant d'un surplus d'eau. Pour les

douches, il semblerait que les gens prennent une douche à deux par semaine, le restant étant des rinçages.

Nous négligerons les bains qui relèvent du luxe et n'entrent donc pas dans notre optique qui suppose une certaine économie de l'eau.

Pour une fréquence moyenne de N douches par semaine et par personne, la consommation sera approximativement donnée par:

2 x 80l durant le week-end

(N - 1) x 40l durant les 5 jours allant de Lundi à Vendredi.

L'enquête "Ménages" indique une fréquence de 4 douches par semaine et par personne.

#### Toilette individuelle:

Celle-ci comprend la toilette matinale, le lavage des mains, etc... La consommation moyenne se situe entre 10 et 20 litres par jour et par personne. Le maximum correspond aux adultes et le minimum aux enfants.

Nous avons admis une moyenne de 15 l/jour/personne.

#### Chasses d'eau:

La fréquence d'utilisation des chasses d'eau se situe entre 5 et 6 fois par jour et par semaine, soit une moyenne de 5,5 fois. Le chiffre supérieur correspond aux enfants et le chiffre inférieur aux adultes.

Une campagne de mesures de la contenance des chasses indique un volume de 9 à 12 litres avec une moyenne de 10 litres environ compte tenu des pertes.

#### Lessives:

Les renseignements pris auprès des marchands de lessiveuses indiquent pour une lessive de taille moyenne (telle que celles généralement utilisées), une consommation de 80 à 100 litres par lessive selon le nombre de rinçages. Nous avons admis une moyenne de 90 litres par lessive. La fréquence des lessives est de 3 lessives par semaine et par ménage.

#### Vaisselle:

Les renseignements pris auprès des marchands de vaisselleuses indiquent une consommation moyenne de 60 litres par vaisselle pour une vaisselleuse de taille moyenne.

Quant aux vaisselles manuelles qui ont une fréquence plus grande, la consommation se situerait autour de 20 litres/vaisselle.

La fréquence des vaisselles à l'aide d'une vaisselle est de 4 vaisselles par semaine, soit une consommation de 240 litres/semaine.

La fréquence des vaisselles manuelles est de 2 vaisselles par jour, soit une consommation de 40 litres/jour ou 280 litres/semaine.

Cuisine et breuvage:

Cette consommation est difficile à estimer, car il s'agit d'une consommation presque continue par petites quantités. Elle semble se situer dans la fourchette de 5 à 8 litres par jour et par personne. Nous avons admis une consommation moyenne de 6 litres/jour/personne.

Nettoyage maison:

Cette consommation dépend de la superficie du logement. Pour un appartement moyen de 100 à 150 m<sup>2</sup>, la consommation est estimée à une dizaine de seaux par semaine (répartis en 2 à 3 nettoyages), d'une contenance approximative de 15 litres. Pour un ménage le nettoyage utilise approximativement 150 litres/semaine.

Arrosage:

Une mini-enquête a été menée auprès des gens qui ont un bassin d'arrosage, ce qui permet d'estimer les quantités d'eau consommées par semaine. La consommation moyenne est de 4 litres/m<sup>2</sup>/jour. Elle correspond à des jardins individuels, à densité de plantation faible à moyenne, composés d'arbres, de fleurs et de cultures maraîchères. Ce chiffre exclut toute exploitation agricole, aussi petite soit-elle, qui est supposée prendre son eau des canaux d'irrigation. Le tour d'arrosage est sensiblement de 3 fois par semaine.

**4.3.3 Consommation Hebdomadaire Moyenne par Logement et par Habitant**

Nous considérons un logement moyen durant la pointe de consommation en été, formé de 5 résidents et de 0,5 non-résidents soit 5,5 personnes/logement. A partir des fréquences et des consommations unitaires précédemment fixées, nous avons calculé la consommation hebdomadaire moyenne actuelle par logement et par habitant comme suit:

Douche:

Fréquence moyenne 4 douches/semaine/personne, réparties en:

2 douches normales = 2 x 80 litres

2 rinçages = 2 x 40 litres

Soit 240 litres/semaine/personne = 1320 litres/semaine/logement.

Toilette individuelle:

105 litres/semaine/personne = 578 litres/semaine/logement.

Chasses d'eau:

Fréquence moyenne 5,5 chasses/jour/personne d'une contenance de 10 litres.

En été et en semaine. (Lundi à Samedi midi) sur les 5,5 personnes du ménage, nous avons supposé que seule une personne travaille à l'extérieur de la région ou dans l'agriculture durant une partie de la journée et n'utilise pas les chasses d'eau du Chouf durant cette période.

En effet, 0,5 personnes sont en vacances et sur les 5 restants la moitié sont des enfants ne travaillant pas; il reste 2,5 personnes réparties à égalité entre hommes et femmes. Si nous supposons que les femmes s'occupent soit de travaux ménagers soit occupent

des emplois dans le village (commerces, industries, etc...) le reste est de 1,25 hommes travaillant dans l'agriculture, les commerces et industries locales ou à l'extérieur de la région, à Chouf essentiellement. Sur ces 1,25 hommes la part d'agriculteurs et de personnes travaillant à l'extérieur de la région (Chouf) est estimée au maximum à 1 personne.

Nous supposons donc qu'en été et en semaine sur les 5,5 personnes du ménage, 4,5 consomment l'eau de Chouf pour les chasses d'eau, à raison de 5,5 chasses/jour et une personne n'utilise que 3,5 chasses/jour de l'eau du Chouf. Par contre durant le week-end les 5,5 personnes consomment l'eau du Chouf pour les chasses d'eau.

Soit  $5,5 \text{ j} [(4,5 \times 5,5 \times 10) + (1 \times 3,5 \times 10)] = 1554$  litres

Durant le week-end :  $1,5 \text{ j} \times 5,5 \times 5,5 \times 10 = 454$  litres.

Soit un total de 2008 litres/semaine/logement.

Il est à remarquer que dans ce calcul nous n'avons pas distingué les commerces des logements, ceci se justifie par le fait que dans les villages les commerçants sont dans leur très grande majorité des personnes du village.

#### Lessive:

Fréquence moyenne 3 lessives/semaine/logement, d'une contenance de 90 litres.

$3 \times 90 = 270$  litres/semaine/logement.

#### Vaisselle:

Nous supposons qu'il y a autant de vaisselles manuelles que de vaisselles à l'aide d'une vaisselleuse, soit une consommation moyenne de  $1/2(240 + 280) = 260$  litres/semaine/logement.

#### Cuisine et breuvage:

6 litres/jour/personne, soit 231 litres/semaine/logement.

#### Nettoyage maison:

150 litres/semaine/logement.

#### Arrosage:

4 litres/m<sup>2</sup>/jour.

L'enquête montre de très fortes fluctuations dans la superficie des jardins.

Actuellement, la plupart des habitants ont une superficie de jardin limitée. Nous avons supposé que la superficie moyenne est de l'ordre de 25 m<sup>2</sup>/logement soit une consommation:  $25 \text{ m}^2 \times 4 \text{ l/m}^2/\text{j} \times 7 \text{ jours} = 700 \text{ l/semaine/logement}$ .



En définitive, la consommation hebdomadaire moyenne par logement est:

– Douche	1330 l
– Toilette individuelle	578 l
– Chasses d'eau	2008 l
– Lessives	270 l
– Vaisselles	260 l
– Cuisine et breuvage	231 l
– Nettoyage maison	150 l
– Arrosage	700 l
<b>TOTAL</b>	<b>5527 litres/semaine/logement</b>

Soit 140 litres/jour/personne ou 790 litres/jour/logement

#### Nettoyage public, incendie, divers et erreurs d'estimation

A la consommation précédente s'ajoutent les besoins divers non comptés précédemment tels que les lavages individuels de voitures, le nettoyage public des rues, les besoins pour l'incendie, etc... Certains de ces besoins existent actuellement, d'autres bien qu'inexistants actuellement se feront sentir à l'avenir avec l'urbanisation de Chouf. Ces besoins sont difficiles à chiffrer, nous les avons estimés globalement à 50 litres/jour/logement englobant les besoins divers et 150 l/jour/personne.

#### **4.3.4 Consommations unitaires des écoles, industries, hôpitaux etc.**

L'ensemble de ces consommateurs représente moins de 30% des besoins domestiques. Nous nous contenterons en conséquence d'estimer approximativement leurs besoins.

Il est à remarquer que nous n'avons pas distingué les commerces des logements, ceci se justifie par le fait que dans les villages les commerçants sont dans leur très grande majorité des personnes du village dont la consommation peut indifféremment être comptée avec les logements ou séparément (compte à réduire la consommation des ménages) sans influencer sur la consommation totale du village.

##### Ecoles:

L'enquête montre une grande dispersion dans l'estimation par les responsables de la consommation moyenne par élève. En se basant cependant sur les besoins estimés pour les grandes écoles de plus de 1000 élèves, les besoins par élève sont 35 litres/jour/élève. Ce chiffre inclus les besoins personnes, le nettoyage et l'arrosage.

##### Usines:

Si on excepte les pressoirs à olives l'enquête montre une consommation moyenne de 300 litres/jour/ouvrier soit environ 4000 litres/jour/usine, les usines étant en fait des ateliers de 10 à 15 personnes, si on fait abstraction des usines de Baaqline qui devront

être alimentées séparément. Quant aux pressoirs à olives leur consommation est très variable, fonction de la quantité d'olives pressées.

Il est à remarquer que les pressoirs ne fonctionnent que d'Octobre à Décembre c.à.d. en dehors de la consommation de pointe de l'été.

Stations services:

L'enquête montre des consommations allant de 2 à 5 m<sup>3</sup>/jour. Nous admettrons une consommation moyenne de m<sup>3</sup>/jour/station.

Boucheries:

La consommation moyenne est estimée à 1 m<sup>3</sup>/jour/boucherie.

Abattoirs:

L'enquête indique des consommations de:

3 m<sup>3</sup>/jour/abattoir de volaille

30 m<sup>3</sup>/jour/abattoir de bovins de grande taille à Bsarma.

Restaurants et Cafés:

La consommation moyenne est de 20 litres/jour/place.

Centres Balnéaires:

L'enquête indique des consommations de 1 m<sup>3</sup>/jour/chalet et 0,5 m<sup>3</sup>/jour/cabine.

Hôpitaux:

La consommation est estimée à 200 litres/jour/lit.

Prisons et Casernes:

La consommation pour des casernes ou prisons de petite à moyenne taille est estimée à 4 m<sup>3</sup>/jour/prison ou caserne.

Clubs et cinémas:

La consommation est estimée à 1 m<sup>3</sup>/jour/club ou cinéma.

Hôtels:

La consommation est estimée à 300 litres/jour/lit.

Monastères:

La consommation est de 120 litres/jour/religieux.

Eglises et Mosquées:

La consommation est estimée à 1 m<sup>3</sup>/jour/église ou mosquée.

Fermes:

La consommation est estimée pour des fermes de petites à moyenne taille à:

2 m<sup>3</sup>/jour/élevage avicole

4 m<sup>3</sup>/jour/élevage de bovins.

### 4.3.5 Besoins actuels

A l'aide de recensement et des consommations unitaires, nous avons évalué les besoins actuels village par village. Ci-après nous avons calculé deux consommations pour repérer le maximum possible, à savoir;

#### En été:

- Consommation de 0,85 m<sup>3</sup>/jour/logement (5,5 personnes)
- Les écoles sont au quart de leurs effectifs avec un minimum de 1 m<sup>3</sup>/jour/école.
- Les usines consomment 4 m<sup>3</sup>/jour/usine sauf exception due essentiellement au sciage des pierres; cependant les pressoirs à olives ne travaillent pas.
- Les autres consommations sont celles indiquées précédemment.

#### En Hiver:

- Consommation 5 habitants/logement x 150 litres = 0,75 m<sup>3</sup>/jour/logement.
- Les écoles ont des effectifs pleins.
- A la consommation des usines, s'ajoute celle des pressoirs à olives.
- Les autres consommations restent inchangées.

Les consommations en été et en hiver sont reproduites dans le tableau ci-après. Il est à remarquer que le maximum de consommation peut avoir lieu en hiver ou en été.

**Tableau 4.3.5.a – Besoins actuels en 2003**

Villages	Population	Population En été	Besoins domestiques m3/d	Besoins non domestiques m3/d	Besoins futurs
Aanbal	1160	1276	191	57	199
Aatine	775	853	128	38	133
Aï n Ouzai n	2625	2888	433	130	450
Baaqline	16500	18150	2723	817	2831
El Kahlouniyé	1125	1238	186	56	193
Es Semqaniyé	12250	13475	2021	606	2102
Gharifé	7250	7975	1196	359	1244
Jdaidet Ech Chouf - Baq.	9350	10285	1543	463	1604
Mazraat Ech Chouf	3350	3685	553	166	575
	<b>54385</b>	<b>59825</b>	<b>8974</b>	<b>2692</b>	<b>9332</b>

**Tableau 4.3.5.b – Besoins futurs en 2028**

Villages	Population	Population En été	Besoins domestiques m3/d	Besoins non domestiques m3/d	Besoins futurs
Aanbal	1961	2157	324	97	336
Aatrine	1310	1441	216	65	225
Aï n Ouzaï n	4437	4881	732	220	761
Baaqline	27893	30682	4602	1381	4786
El Kahlouniyé	1902	2092	314	94	326
Es Semqaniyé	20708	22779	3417	1025	3554
Gharifé	12255	13481	2022	607	2103
Jdaidet Ech Chouf - Baq.	15805	17386	2608	782	2712
Mazraat Ech Chouf	5663	6229	934	280	972
	<b>91935</b>	<b>101128</b>	<b>15169</b>	<b>4551</b>	<b>15776</b>

## **CHAPITRE 5**

### **PEDOLOGIE ET ETUDE DES SOLS**

#### **PREAMBULE-CARTOGRAPHIE**

La cartographie des sols a été réalisée sur un fond topographique au 1/20.000 couvrant toute la zone d'étude.

La prospection pédologique sur le terrain a nécessité une observation avec description et prélèvement d'échantillons représentant les formations géologiques existantes.

Les levées de terrain ont été réalisées au cours du mois d'Avril – Mai au cours du printemps. Les analyses physiques et chimiques ont été effectuées au laboratoire des Sols à Fanar de l'Institut de Recherches Agronomique.

Les unités cartographiques sont indiquées dans la légende suivant les normes internationales admises par la F.A.O.

La classification adoptée comprend au niveau le plus élevé les critères de pédogenèse physico-chimique fondamentaux ainsi que les caractères morphologiques et géomorphologiques tels que, la pente, la profondeur et la surface.

En fait, les facteurs déterminants sont :

- La pente
- Le sol et sa profondeur
- La surface : les cailloux, les graviers etc... et leur importance.
- La nature et l'état des aménagements
- L'occupation des sols.

Les séries de sols ont été déterminées par une étude systématique des profils choisis pour leur représentativité. De plus leurs limites ont été tracées sur le fond du plan au 1/20000.

Les couleurs choisies et les symboles des classes de sols apparaissant sur la carte, répondent dans la mesure du possible aux normes admises. (Voir carte des ressources en sols Fig 5.1-1)

Pour faciliter la lecture de la carte, les unités cartographiées sont représentées par une lettre et un chiffre de référence, renvoyant le lecteur à la légende. De plus, les emplacements et les numéros des profils observés sont indiqués sur les plans.

En ce qui concerne la terminologie et la classification des facteurs observés sur le terrain, ils sont repris du « Soil Survey Manual » et sont les suivant :

- Pente : 0 – 8% faible  
8 - 20% moyenne  
> 20% forte

Il est à noter que l'irrigation, là ou il se trouve, est pratiquée traditionnellement par gravité ou par goutte à goutte pour une pente plus petite que 8%. La pente de 20% est une limite pour l'irrigation par aspersion.

- Cailloux et graviers en surface

- Graviers : ce sont les éléments de 2mm jusqu'à 75mm.
- Cailloux : ce sont les éléments de 7.5 cm – 2.5cm.

- Pourcentage de recouvrement

- Non granuleux non caillouteux : 0 – 2%
- Peu granuleux peu caillouteux : 2 – 15%
- Granuleux, caillouteux : 15 – 50%
- Très granuleux, très caillouteux : 50 – 90%

- Pierres

Ce sont les éléments libres de dimensions supérieures à 25 cm.

- Roches

Ce sont les affleurements du substrat.

- Non pierreux, non rocheux : 0 – 2%
  - Peu pierreux, peu rocheux : 2 – 10%
  - Moyennement  
moyennement rocheux : 10 – 25%
  - Pierreux, rocheux : 50 – 90%
- pierreux,

- Profondeur du sol

- Très peu profond : 0 – 20 cm
- Peu profond : 20 – 50 cm
- Moyennement profond : 50 – 100 cm
- Profond : 100 – 150 cm
- Très profond : > 150 cm.

Finalement, la classification texturale américaine (USDA) a été adoptée.

## **5.1 UNITES CARTOGRAPHIQUES**

Chaque unité cartographique délimitée sur le terrain, est décrite dans la légende. Ces unités synthétisent un ensemble de caractères liés au sol, à la végétation, à la topographie et aux matériaux mères géologiques.

Chaque observation est reliée au contexte d'environnement. A la notion d'observation ponctuelle, se juxtapose celle de la répartition dans l'espace et dans le temps.

Nous arrivons ainsi à la représentation de la zone homogène sur la carte pédologique.

L'homogénéité n'a rien d'absolu, elle est ordonnée par rapport à certains critères déterminants qui sont fonctions de l'échelle à laquelle nous travaillons.

Pour faciliter la recherche des limites sur le terrain, il est nécessaire de trouver des critères pétrographiques, écologiques ou géomorphologiques.

A l'intérieur d'une zone homogène, il est alors possible d'implanter des profils représentatifs qui servent à caractériser les unités délimitées.

La densité des profils n'est pas impérative, mais elle est fonction de l'uniformité à l'intérieur d'une zone dite homogène. Elle répond aussi à un souci statistique suivant l'importance des superficies occupées par chaque zone.

L'observation détaillée des profils permet de caractériser chaque unité et de formuler une première interprétation sur la genèse du sol et sur ses propriétés qui seront complétées en fonction des données analytiques.

Les unités de sol sont finalement définies par la présence ou l'absence d'horizon diagnostic et par la nature de cet horizon, qui sont l'expression d'une forme de pédogenèse.

Sous végétation naturelle, l'humus joue un rôle fondamental, sous culture, il est nécessaire de faire appel à la caractérisation des horizons profonds non perturbés par les façons culturales.

Par exemple, il existe des caractères morphologiques qui s'extériorisent en surface : la couleur, la pierrosité, la charge en calcaire, la texture de la fraction fine etc...

Ainsi, sur une surface morphologique donnée, ces critères peuvent être suffisants pour délimiter des unités cartographiques, dont la caractérisation plus complète sera précisée par l'étude des profils.

### 5.1.1 La Morphologie

La morphologie de la zone d'étude est influencée par plusieurs facteurs dominants :

- 1) La profondeur du sol
- 2) la pente
- 3) les terrasses
- 4) la surface.

- 1) La profondeur du sol dans la zone d'étude est très variable. Elle varie suivant la structure du substrat et suivant sa profondeur.

Cette zone occupe plusieurs profondeurs tel que :

0 – 20 cm	très peu profond
0 – 50 cm	peu profond
0 – 100 cm	profond
100 – 150 cm	très profond

- 2) La pente est un facteur déterminant pour l'aménagement et pour l'irrigation.

Les pentes faibles sont aménagées avec des terrains de champs ouverts. Ils sont caractérisés par des talus d'épierrage qui forment la limite des parcelles.

Tandis que les pentes moyennes cultivées et les pentes fortes cultivées sont aménagées par des murets en pierres.

Les pentes fortes non cultivées sont rocheuses et sont occupées par des roches suivant la lithologie des sols.

- 3) Les terrasses sont fonctions du substrat et de la profondeur.

Les calcaires durs peu fissurés conditionnent l'état de la profondeur. Ce sont les sols rouges non calcaire à légèrement calcaire, ces terrasses sont généralement à murets.

Les autres formes de terrasses sont ou bien enherbés ou à talus d'épierrasse conditionnées par la lithologie du terrain.

- 4) La surface est fonction du recouvrement.

Cette surface peut être caillouteuse – graveleuse.

Ou bien sans cailloux pierres et roches.



Le pourcentage de recouvrement généralement conditionne les travaux d'aménagements et les travaux culturaux. Ils existent des caractères morphologiques qui sont décrits dans le rapport : tel que : la couleur, la charge en calcaire et la texture de la fraction fine.

### **5.1.2 La Topographie**

La superficie globale de la région d'étude est voisine de 6000 ha, le relief est accidenté et vallonné. On distingue 2 bassins versants majeurs (Hammam – Damour et Barouk Awali) chacune de ces 2 subdivisions est constituée de micro bassin versant orientés généralement d'Est en Ouest avec une légère inclinaison vers le Sud. La direction de l'axe de la vallée Barouk est principalement Nord Sud puis coudée pour s'orienter vers l'Ouest. L'altitude de la région d'étude varie de 400 à 1000m (voir carte des bassins versants Fig. 5.1.2).

La topographie de la zone d'étude est très hétérogène. Elle est conditionnée par la pente du terrain sa forme et son substrat.

Des sommets de buttes subsistent ; les replats sont couverts par des roches suivant l'unité cartographiée. Les bas fonds et les talwegs sont de pente faible, parfois moyenne vers la tête des vallées ; les replats et versant de pente faible sont de l'ordre de 0 à 8%, le micro relief est généralement très irrégulier.

Les versants de vallée en pente forte sont supérieurs à 20%.

La topographie peut limiter les possibilités d'irrigation ou impliquer le choix des techniques d'irrigation particulières.

Elle peut également influencer d'autres facteurs comme le sol et l'aménagement de ces sols.

### **5.1.3 Le Relief**

Il n'est pas nécessaire de démontrer le rôle du relief comme facteur de classification des possibilités culturelles ou d'irrigations. Il faut insister sur le fait que le relief de la zone d'étude est très varié : plateaux généralement peu étendus, surface très ondulée et entaillées par un réseau hydrographique profond avec vallée étroite, larges têtes de vallées, collines bien marqués émergeant dans un réseau de larges vallées suspendues.

### **5.1.4 Le Substrat**

Les observations sur la lithologie font apparaître des variations dans la nature du substrat.

Pour les calcaires, on peut considérer divers degrés de dureté : du calcaire dolomitique très dur à la marne, en passant par tous les stades intermédiaires. Comme il existe une relation certaine entre la dureté du substrat et la nature du sol, cette grande hétérogénéité dans la dureté de la roche permet d'entrevoir la diversité des sols.

Le mode d'altération du substrat est lié non seulement à sa dureté, mais à d'autres facteurs non reconnus.

Cette altération se présente au Liban sous des formes très variées : un calcaire dur peut s'altérer en poches, laissant entre les poches de terre de grands blocs intacts, il peut être fissuré en gros blocs mais aussi en petits éléments. Un calcaire tendre peut s'altérer en plaquettes ou en gros éléments.

La nature du substrat est donc un facteur important à cartographier dans les sols peu profonds mais l'hétérogénéité engendre une difficulté pour la cartographie.

## **5.2 ETUDE DETAILLEE DES PROFILS**

Cette partie regroupe tous les renseignements relatifs aux unités délimitées sur la carte des ressources en sols. L'ordre suivi est celui de la légende.

La caractérisation de chaque unité de sol comprend :

- La localisation (situation, position topographique, extension) et l'utilisation actuelle (nature ou état des cultures, végétation spontanée).
- La description morphologique du profil moyen en insistant sur les caractères pédogénétiques.
- L'interprétation des principales caractéristiques analytiques.

### **5.2.1 Ensemble des sols argileux à argilo-limoneux (S)**

Cet ensemble couvre pratiquement les régions de Baaqline, Aanbal, Atrine et Gharifé.

Généralement ces sols ont une texture argileuse à argilo-limoneuse, de profondeur moyenne à (peu profond), profond par poches, peu caillouteuse ; graveleuse, de couleur brun rougeâtre à brun jaunâtre en profondeur (10YR4/3 – 10YR5/4). Généralement ces sols sont légèrement calcaires; Ils sont occupés par des vergers et cultures en sec, oliviers (90%).

\* **Profil No. 5**                      X = 133300 ; Y = 194120.

- Localité : Baaqline ; à l'entrée de Baaqline.
- Altitude : 880 mètres.
- Situation : Route principale à gauche de la route.

- Topographie : large terrassé avec murets.
- Culture : oliviers – vignes et figuiers.
- Etat du terrain : humide.
- Surface : caillouteuse.
- Drainage : moyen à lent.

#### Description :

- 0 – 30 cm : Rouge brunâtre (10YR4/3), texture argilo-limoneuse; structure granulaire à polyédrique sub-angulaire moyen ; consistance, peu collant, peu plastique à l'état trempé ; friable à l'état sec ; légèrement calcaire, porosité faible ; limite ondulée ; surface caillouteuse avec peu de graviers.
- 30-80 cm : Brun jaunâtre (10YR5/4) ; texture sablo-argilo-limoneuse; structure polyédrique sub-angulaire moyenne ; consistance collante plastique à l'état trempé ; calcaire à moyennement calcaire ; porosité faible à moyenne ; limite ondulée ; présence de graviers et racines.

#### Analyse Granulométrique

<b>Prof cm</b>	<b>S.G %</b>	<b>S.F. %</b>	<b>Limon %</b>	<b>Argile</b>
0 – 30	8.9	21.1	45	25
30 - 80	11.8	33.2	30	25

S.G. = sable grossier  $0.5 < \emptyset < 1$  mm

S.F. = sable fin  $0.05 < \emptyset < 0.25$  mm

Limon =  $0.002 < \emptyset < 0.05$  mm

Argile =  $\emptyset < 0.002$  mm

#### Analyse chimique

Prof. Cm	PH	Co3Ca		M.O%	P2O5 p.pm	Salinité m homscm <sup>-1</sup>	K+ ppm	Na+ p.pm
		T	A					
0 – 30	8.73	34.4	18.7	8.50	35	0.22	510	18
30-80	8.95	25.6	16.1	7.64	6	0.28	314	14

\* **Profil No. 2** X = 134040; Y = 191940

- Localité : Aanbal – Centre village.
- Altitude : 780 mètres.
- Situation : à droite de la route Baaqline - Aanbal.
- Topographie : large terrassé avec murets.
- Culture : oliviers – vignes - figuiers.
- Etat du terrain : humide.
- Surface : caillouteuse.
- Drainage : lent.

Description :

- 0 – 20 cm : Rouge jaunâtre (5YR4/4), texture argilo-limoneuse structure granulaire à polyédrique sub-angulaire moyenne ; consistance très collant plastique à l'état humide ; friable à l'état sec ; très calcaire, porosité faible à moyenne ; limite ondulée ; surface très caillouteuse ;
- 20-75 cm : Rouge brunâtre (5YR4/3) ; texture argileux ; structure granulaire à Polyédrique sub-angulaire moyenne ; consistance très collant très plastique à l'état humide ; très calcaire ; porosité faible à moyenne ; limite ondulée ; surface peu caillouteuse ; présence de racines.

Analyse Granulométrique

<b>Prof cm</b>	<b>S.G %</b>	<b>S.F. %</b>	<b>Limon %</b>	<b>Argile</b>
0 – 20	11.6	13.4	40	35
30 - 75	13	7	45	35
> 75	Roche mère			

S.G. = sable grossier  $0.5 < \emptyset < 1$  mm

S.F. = sable fin  $0.05 < \emptyset < 0.25$  mm

Limon =  $0.002 < \emptyset < 0.05$  mm

Argile =  $\emptyset < 0.002$  mm

Analyse chimique

Prof. Cm	PH	Co3Ca		M.O%	P2O5 p.pm	Salinité m homscm <sup>-1</sup>	K+ ppm	Na+ p.pm
		T	A					
0 – 20	8.74	24	15.1	11.5	26	0.26	816	20
30-75	8.93	28	15.3	10.4	28	0.08	714	20
> 75	Roche mère							

**\* Profil No. 3**

X = 133380 ; Y = 188160.

- Localité : Gharifé.
- Altitude : 740 mètres.
- Situation : à gauche de la route principale – 1 Km après le village.
- Topographie : terrasse étroite de pente > 20%
- Culture : oliviers, vignes, figuiers.
- Etat du terrain : humide.
- Surface : caillouteuse 70%.
- Drainage : très lent.

Description :

0 – 35 cm : Brun jaunâtre (10YR5/4) ; texture limoneuse, structure polyédrique sub-angulaire fine, consistance peu collant, peu plastique à l'état humide ; très calcaire, porosité faible à moyenne ; limite ondulée ; surface très caillouteuse

25 – 95 m : Brun jaunâtre à brun grisâtre (10YR5/4 – 10YR6/2) ; texture limoneuse ; structure granulaire à polyédrique sub-angulaire moyenne, consistance collant, plastique à l'état humide ; très calcaire, porosité moyenne, limite régulière ; surface très caillouteuse.

Analyse Granulométrique

Prof cm	S.G %	S.F. %	Limon %	Argile
0 – 25	13.1	21.9	55	10
25 - 80	10.5	29.5	50	10

Analyse chimique

Prof. Cm	PH	Co3Ca		M.O.	P2O5 p.pm	Salinité m homscm <sup>-1</sup>	K+ ppm	Na+ p.pm
		T	A					
0 – 25	8.61	45.2	19.5	6.84	10	0.32	232	14
25-80	8.88	43.2	18.6	10.4	21	0.14	226	12

### 5.2.2 Description des unités (S)

#### \* Unité S1

- Topographie : larges sommets de buttes et replats, enlèvement entre massifs, larges versants, en pente faible.
- Profondeur du sol : Elle varie de 20 à 75 cm avec des poches plus profondes. Dans certains enlèvements dus au colluvionnement, le sol est très profond, mais ces zones sont peu représentées.
- Pierre et Roches : La couverture du sol est toujours caillouteuse ; les cailloux de calcaire dur peuvent gêner les travaux culturels mais en même temps ils sont un facteur antiérosif. Les affleurements de roches peuvent occuper jusqu'à 25% de la surface ; il est rare de rencontrer de grandes tâches sans affleurement rocheux.
- Aménagement actuel : Les parcelles se présentent sous forme de champs ouverts en quelques fois avec des murets en épierrages. Très souvent, cette unité est le résultat d'un dérochage assez important en même temps qu'un nivellement.
- Utilisation Actuelle : très peu de sources d'eau existent dans ces formations cénomaniennes ; les sols sont donc cultivés en sec : oliviers, vignes, etc...
- Facteurs conditionnant le potentiel agricole : Ces sols sont peu profonds et reposent sur un substrat très difficilement pénétrable ; les possibilités d'approfondissement sont donc limitées, ils sont très argileux. Cette unité est classée comme moyennement favorable à l'irrigation.

#### \* Unité S2

- Topographie : versants à pente moyenne : 8 – 20%.
- Profondeur du sol : Suite aux aménagements, le sol a une profondeur un peu plus grande qu'en S1, variant entre 30 et 70cm, avec des poches profondes.
- Pierre et Roches : La couverture du sol est toujours caillouteuse ; comme en S1. Les affleurements de roches peuvent occuper jusqu'à 25% de la surface ; mais en raison des travaux d'aménagements ; il y a peu de roches affleurantes, souvent moins qu'en S1.

- Aménagement actuel : Cette unité correspond aux aménagements en larges terrasses souvent irrégulières et soutenues par un muret de pierres.
- Utilisation Actuelle : La même qu'en S1.
- Facteurs conditionnant le potentiel agricole : Les sols ne sont pas très profonds ; mais les travaux d'aménagements réalisés antérieurement l'ont rendu assez profond pour la plupart des cultures climatiquement possibles. Cette unité est considérée comme moyennement favorable à l'irrigation.

### \* Unité S3

- Topographie : Sommets de butes ou versants en pente faible ou moyenne, le micro relief est généralement très irrégulier.
- Profondeur du sol : Le sol est généralement très peu profond avec quelques poches profondes.
- Pierre et Roches : La couverture du sol est très caillouteuse. Les affleurements de roches occupent 25 – 50% de la surface.
- Aménagement actuel : Cette unité n'est généralement pas aménagée ou son aménagement est irrégulier et peu important.
- Utilisation Actuelle : Quelques cultures annuelles, par tâches ; surtout des friches.
- Facteurs conditionnant le potentiel agricole : La suppression des roches implique un gros effort dont la rentabilité n'est pas assurée, même après ces travaux, le sol ne sera jamais qu'un sol peu profond, très caillouteux. Cette unité est considérée comme marginale pour l'irrigation.

### \* Unité S4

- Topographie : la même que S3
- Profondeur du sol : Il n'y a qu'une minime couche de terre (20 cm) et quelques poches entre les roches.
- Pierre et Roches : La couverture du sol est très caillouteuse le paysage est très rocheux 50 – 90% de la surface.
- Aménagement actuel : inexistant.
- Utilisation Actuelle : La végétation naturelle entre les affleurements rocheux est dominée par le potérinum ; quelques lambeaux de chênes et de pins sont actuellement exploités pour le charbon de bois.

- Facteurs conditionnant le potentiel agricole : L'importance des affleurements rocheux exclut toute possibilité d'aménagement pour l'agriculture. On peut envisager quelques travaux pour une utilisation forestière. Cette unité est considérée comme non irrigable.

#### \* Unité S5

- Topographie : versants de vallées en pente forte supérieure à 20%.
- Profondeur du sol : Elle est très variable en fonction, d'une part de l'importance des travaux d'aménagement, d'autre part de l'emplacement sur la terrasse ; la profondeur oscille entre 30 70 cm, avec des poches plus profondes.
- Pierre et Roches : La surface du sol est très caillouteuse, des affleurements subsistent mais n'occupent jamais 50% de la surface ; souvent, ils sont incorporés dans le mur du soutien formant les terrasses.
- Aménagement actuel : Cette unité est caractérisée par un aménagement en terrasses soutenues par des murets de pierres. Etant donné la pente, les terrasses sont étroites ; généralement elles sont irrégulières, surtout si elles sont anciennes.
- Utilisation Actuelle : Cultures annuelles en secs oliviers et vignes.
- Facteurs conditionnant le potentiel agricole : La pente générale du terrain liée à l'étroitesse de la terrasse limite les techniques culturales, les terrasses ne peuvent pas être élargies, le substrat étant très dur. Cette unité est considérée comme non irrigable.

#### \* Unité S7

- Topographie : versants de vallée en pente forte, supérieure à 20%
- Profondeur du sol : Le sol est superficiel (0 – 20 cm), avec quelques poches profondes de terre.
- Pierre et Roches : La couverture du sol est très caillouteuse, les affleurements de roches occupent 50 – 90% de la surface, il s'agit donc d'une pente forte érodée.
- Aménagement actuel : Cette unité correspond aux aménagements en terrasses souvent irrégulières et soutenues par des murets de pierres.
- Utilisation Actuelle : Il n'y a aucune utilisation agricole. Le potérium domine dans les zones anciennement cultivées. Une végétation de garrigue avec quelques chênes, peut subsister sur ces pentes.
- Facteurs conditionnant le potentiel agricole : Cette unité, compte tenu de la pente et des affleurements rocheux, ne peut être aménagée pour l'agriculture,



elle est classée comme non irrigable. Le reboisement d'anciennes terrasses pourrait être envisagé.

### 5.2.3 Ensemble des sols bruns à brun jaunâtre argilo-limoneuse (C)

Cet ensemble couvre pratiquement les régions de Es Semqaniyé, El Kahlouniyé et Mazraat Ech Chouf.

Généralement ces sols ont une texture limoneuse à argilo-limoneuse de profondeur moyenne à peu profond, de couleur brune à brun jaunâtre, (10YR5/3-10YR5/4), peu caillouteuses. Ces sols sont calcaires, ils sont occupés par l'olivier et la vigne.

#### \* Profil No. 1 X = 136.840; Y = 193.860

- Localité : Es Semqaniyé.
- Altitude : 870 mètres.
- Situation : à gauche de la route principale à 200 mètres du centre du village.
- Topographie : large terrasse avec murets de pente 0 – 20%.
- Culture : oliviers, pommier et vigne.
- Etat du terrain : Sec à humide.
- Surface : caillouteuse.
- Drainage : très lent.

#### Description :

- 0 – 17 cm : Sols bruns (10YR5/3), texture argilo-limoneuse ; structure polyédrique sub-angulaire moyenne à tendance grossière, consistance très collant, très plastique à l'état trempé ; très calcaire ; porosité moyenne ; limite ondulée ; surface peu caillouteuse.
- 17 – 80 cm : Sols bruns jaunâtres (10YR5/4) ; Texture argileuse ; structure polyédrique sub-angulaire moyenne à tendance cubique ; consistance très collant, très plastique à l'état humide ; très calcaire ; porosité moyenne, limite ondulée ; surface peu caillouteuse.

Analyse Granulométrique

Prof cm	S.G %	S.F. %	Limon %	Argile
0 – 17	12.8	12.2	45	30
17 - 80	22.9	2.1	50	25

Analyse chimique

Prof. Cm	PH	Co3Ca		M.O. %	P2O5 p.pm	Salinité m homscm <sup>-1</sup>	K+ ppm	Na+ p.pm
		T	A					
0 – 17	8.73	38	16.3	7.9	28	0.36	408	16
17-80	8.68	31	16.1	5.7	28	0.08	816	20

**5.2.4 Description des Unités (C)****\* Unité C2 :**

- Topographie : versant à pente moyenne : 8 à 20%.
- Profondeur du sol : Suite aux aménagements, la profondeur de cette unité varie entre 30 et 80 cm avec des poches profondes.
- Pierre et Roches : La couverture du sol est caillouteuse comme en S2 ; les affleurements rocheux occupent 25% de la surface.
- Aménagement actuel : Cette unité est aménagée en larges terrasses soutenues par un muret de pierres.
- Utilisation Actuelle : La même que S1.
- Facteurs conditionnant le potentiel agricole : Généralement les sols sont profonds à très profonds suite aux aménagements effectués. Cette unité est considérée comme étant favorable à l'irrigation.

**\* Unité C3 :**

- Topographie : Sommets de buttes et versants de pente faible à moyenne ; le micro relief est souvent très irrégulier.
- Profondeur du sol : Généralement cette unité est très peu profonde avec quelques poches profondes.

- Pierre et Roches : En général ces sols sont très caillouteux, les affleurements de roches occupent 25 à 50% de la surface.
- Aménagement actuel : Généralement cette unité n'est pas aménagée.
- Utilisation Actuelle : Cette unité est surtout occupée par des friches.
- Facteurs conditionnant le potentiel agricole : Généralement cette unité n'est pas rentable ; les travaux d'aménagement sont très coûteux ; le sol est peu profond et très caillouteux.

\* **Unité C4** :

- Topographie : la même que C3.
- Profondeur du sol : Cette unité est très peu profonde 0 à 20cm ; il y a quelques poches de terre peu profondes.
- Pierre et Roches : La même que C3.
- Aménagement actuel : Inexistant.
- Utilisation Actuelle : Le potérium spinosomes occupent généralement cette unité.
- Facteurs conditionnant le potentiel agricole : Aucune possibilité d'aménagement vu que le recouvrement de roches varie entre 50 et 90%.

\* **Unité C5** : la même que l'unité S5.

- Topographie : versants de vallées en pente > 20%
- Profondeur du sol : Généralement ces sols sont profonds à très profonds suivant l'importance des travaux d'aménagements. La profondeur varie de 50 à 100 cm avec des poches plus profondes.
- Pierre et Roches : La même que l'Unité S5.
- Aménagement actuel : Cette unité est terrassée avec des murets de pierres, généralement les terrasses sont étroites.
- Utilisation Actuelle : Cultures en sec. Olivier et vigne.
- Facteurs conditionnant le potentiel agricole : La même que l'Unité S5.

\* **Unité C7** : La même que l'Unité S7

- Topographie : versant de vallées en pente forte > 20%.

- Profondeur du sol : Généralement ces sols sont très peu profond (0 – 20cm) avec quelques poches profondes (50 cm).
- Pierre et Roches : La même que l'Unité S7.
- Aménagement actuel : Cette unité n'est pas aménagée vu sa pente et sa rochiosité.
- Utilisation Actuelle : Cette unité est généralement en friche avec des forêts.
- Facteurs conditionnant le potentiel agricole : Cette unité est généralement boisées et recouverte de forêts.

### 5.2.5 Ensemble des sols brun jaunâtre, argilo-limoneux (b)

Cet ensemble couvre les régions de Jdaidet Ech Chouf, El kahlouniyé et Mazraat Ech Chouf.

Ces sols ont une texture argilo-limoneuse de profondeur moyenne, de couleur brun jaunâtre à jaune olivâtre en profondeur (10YR5/4 – 2.5Y6/8), ils sont caillouteux et sont calcaire, occupés généralement par l'olivier, la vigne et le figuier.

\* **Profil No. 4**                      X = 137.180; Y = 190660

- Localité : El Kahlouniyé.
- Altitude : 810 mètres.
- Situation : à gauche de la route, à 250 mètres de l'entrée du village.
- Topographie : versant de pente moyenne 0-20%.
- Culture : olivier, amandier, vigne et pommier.
- Etat du terrain : humide.
- Surface : caillouteuse et graviers.
- Drainage : lent.

#### Description :

0 – 30 cm : Sol brun jaunâtre (10YR5/4), texture argileuse; structure granulaire à polyédrique sub-angulaire moyenne; porosité légère à moyenne, limite ondulée; surface caillouteuse.

30 – 75 cm : Sols jaunes olivâtres (2.5Y6/8), texture argileuse; Structure polyédrique sub-angulaire, à tendance cubique; consistance

très collant, très plastique à l'état trempé ; calcaire ; porosité faible à moyenne ; limite régulière ; surface caillouteuse.

### Analyse Granulométrique

Prof cm	S.G %	S.F. %	Limon %	Argile
0 – 30	8.5	1.5	55	35
30 - 75	9.8	0.2	60	30

### Analyse chimique

Prof. Cm	PH	Co3Ca		M.O. %	P2O5 p.pm	Salinité m homscm <sup>-1</sup>	K+ ppm	Na+ p.pm
		T	A					
0 – 30	8.43	33	18.7	10.3	2	0.46	612	20
30-75	8.75	32.2	17.1	7.4	1	0.28	204	14

## **5.2.6 Description des unités (b)**

### **\* Unité b2 :**

- Topographie : versant à pente moyenne 8 à 20%.
- Profondeur du sol : La profondeur de cette unité varie entre 20 et 80 cm avec des poches profondes.
- Pierre et Roches : La couverture du sol est caillouteuse à très caillouteuses, les affleurements rocheux occupent 20% de la surface.
- Aménagement actuel : Souvent cette unité est aménagée en terrasses avec murets.
- Utilisation Actuelle : La même que C2.
- Facteurs conditionnant le potentiel agricole : Généralement ces sols sont peu profonds à profonds. Suite aux aménagements effectués, cette unité est considérée comme favorable pour l'irrigation.

### **\* Unité b5 :** La même que l'Unité C5.

- Topographie : versant de pente forte plus grand que 20%.
- Profondeur du sol : Ces sols sont profonds suivant l'importance des travaux d'aménagements. La profondeur varie de 50 à 100 cm.

- Pierre et Roches : La même que l'Unité C5.
- Aménagement actuel : Cette unité est terrassée en murets de pierres, souvent les terrasses sont étroites.
- Utilisation Actuelle : Cette unité est généralement cultivée en sec par manque des eaux d'irrigation ; elle est cultivée par l'olivier et la vigne.
- Facteurs conditionnant le potentiel agricole : La même que l'Unité C5.

\* **Unité b7** : La même que l'unité C7.

- Topographie : versant de pente très forte > 20% .
- Profondeur du sol : Généralement ces sols sont très peu profonds avec quelques poches profondes.
- Pierre et Roches : La même que l'Unité C7.
- Aménagement actuel : Cette unité n'est pas aménagée vu sa pente très forte et sa rochosité.
- Utilisation Actuelle : Cette unité n'est pas cultivée, elle est en friche et couverte de forêts.
- Facteurs conditionnant le potentiel agricole : Généralement cette unité est couverte de forêts ou bien elle est rocheuse.

\* **Unité a-** Ce sont les bas fonds de vallées et de talweg, très caillouteux, très profonds, dominés principalement par les sols bruns à brun rougeâtre foncé, non ou peu calcaire.

- Aménagement actuel : Cette unité est presque toujours aménagée en large terrasses à murets perpendiculairement au talweg – ces sols sont cultivées en cultures maraîchères. L'écoulement des eaux, qui gorgent ces sols à la sortie de l'hiver peut poser un problème pour quelques zones. Mais dans l'ensemble la pente de la vallée est suffisante pour assurer un bon drainage.

### 5.3 MISE EN VALEUR DES SOLS

L'étude pédologique qui précède a permis de formuler un certain nombre de critères de mise en valeur des principaux types de sols.

- Caractères pédologiques
- Assainissement
- Irrigation
- Possibilités culturales

### **5.3.1 Caractères Pédologiques**

Il est difficile d'agir sur certains caractères physiques et chimiques des sols. Ce sont justement ces derniers qui jouent le rôle de caractères limitatifs déterminants pour l'utilisation de ces sols. Les principales de ces caractéristiques sont :

- 1- La texture et la charge en cailloux ou en éléments grossiers qui conditionnent les doses d'arrosages et les réserves en eau facilement utilisables.
- 2- La structure et la perméabilité des divers horizons qui joue un rôle déterminant pour le choix des pluviométries horaires d'arrosage.
- 3- Le drainage interne ou le type d'engorgement qui permettent de fixer l'urgence et l'opportunité des assainissements.
- 4- Le taux de calcaire qui constitue un facteur limitant pour certaines espèces culturales.
- 5- Enfin la position topographique (fortes pentes, altitude relative) et l'irrégularité de profondeur qui déterminent l'accessibilité et la facilité de travail des sols.

### **5.3.2 Assainissement**

Dans le cadre d'une exploitation rationnelle des sols, avec et sans irrigation, la suppression de l'engorgement est souhaitable et elle est particulièrement nécessaire dans le cas d'arboriculture fruitière.

Pour la zone d'étude, les régions qui souffrent d'un excès d'eau temporaire ou permanente, sont limitées :

### **5.3.3 L'irrigation**

L'irrigation dans la presque totalité de la zone d'étude est possible, elle est limitée par le manque d'eau, la micro-irrigation semble être appropriée vu l'existence de petites terrasses.

### **5.3.4 Possibilités culturales**

Pour cette rubrique, les données techniques ne sont pas disponibles, mais la diversité actuelle de la végétation et des cultures laisse prédire d'importants potentiels de diversification:

## CHAPITRE 6

# GÉOLOGIE, HYDROGÉOLOGIE ET ÉTUDE DES POINTS DE POLLUTION DE LA RÉGION DU CHOUF- ES SOUAYJANI (MONT LIBAN)

Dans le cadre de l'étude intégrale sur la gestion de l'eau et de l'assainissement des villages de la Fédération des Municipalités du Chouf – Es Souayjani (FMCES). Nous présentons ci-joint, une étude portant sur la géologie de cette région (lithologie et structure), l'hydrogéologie (principaux aquifères, sources et forages) et les points de pollution susceptibles de porter atteinte à l'eau superficielle et souterraine.

### **PREAMBULE**

- Après un rappel des conditions physiques, en particulier **les unités topographiques** et le **climat** de la région du Chouf – Es Souayjani, l'étude s'intéresse à la **géologie** de la région et produit une Carte géologique au 1/20.000è (Carte A, h.t.), qui donne des détails sur la litho-stratigraphie et la structure.

Les **affleurements rocheux** appartiennent au Crétacé, en allant du Néocomien (C1) au Cénomaniens moyen (C4b). Les roches carbonatées et karstifiables dominent dans la région, ce qui veut dire que l'élément **Infiltration** est grand.

La **structure géologique** est marquée par la présence de la flexure d'Es Souayjani, de direction méridienne, qui conduit à la présence d'un réseau de failles de direction grossièrement E-W.

- En ce qui concerne **l'hydrogéologie**, la Carte B résume nos connaissances sur la région. Il s'agit des deux aquifères karstiques du Crétacé moyen (Cénomaniens inférieur, C4a et une partie de l'Albien, C3), et de l'Aptien (la falaise de Blanche, C2b1 et une partie de l'Aptien inférieur, C2a).

Une trentaine de **sources et sourcins** sont inventoriés dont les plus importants sont Ras En Nabaa (Gharifé, 20 l/s), Birket Ez Zarqa (Baaqline, 20 l/s) et Nabaa El Akhouat (Dardourit, 30 l/s).

Les **forages** inventoriés sont au nombre de 24. Les plus profonds et les plus puissants (max. 800 m3/j) appartiennent au secteur public (5 forages).

- Du point de vue **hydrologique**, la région du Chouf – Es Souayjani se situe dans une **position amont**. Elle distribue ses eaux de surface sur les bassins de Barouk – Bisri à l'Est, et Hammam – Damour à l'Ouest. Le problème de l'Assainissement d'Es Souayjani ne peut pas être abordé séparément, mais il est plus logique de penser à une solution global, surtout que les eaux de Barouk-Bisri seront



destinées à être retenues dans le futur barrage de Bisri, et que les eaux de Jahliyé – Ouadaya – Hamman rejoignent le Nahr Ed Damour et alimentent d'une façon ou d'une autre les forages d'eau potable de Ouadaya et de Damour.

La solution du problème des eaux usées de la région du Chouf – Es Souayjani ne peut s'effectuer que par étapes :

- a- Etablir les réseaux d'égout municipaux modernes.
  - b- Exécuter les stations de traitement (traitement secondaire au moins) dans les endroits favorables.
  - c- Agir auprès des autorités compétentes pour établir un Plan directeur général des égouts du Chouf, et pour construire les collecteurs généraux qui acheminent les eaux (traitées ou non), vers une grande station côtière.
  - d- Les deux premières étapes peuvent être exécutées par la « Fédération des Municipalités du Chouf – Es Souayjani » (FMCES), en tenant compte des implications du plan directeur général. La troisième étape relève du « Ministère des Affaires Municipales » ou du CDR.
- La Carte des **Points de pollution** (Carte C) montre l'importance de la pollution par les eaux usées domestiques (eaux ménagères et eaux vannes), ainsi que les eaux issues des écoles, des hôtels, des hôpitaux, des stations-service, des pressoirs d'huile, etc.. Le traitement de ces eaux résout 95% du problème de la pollution dans le Chouf – Es Souayjani, du fait que les ordures ménagères, sont ramassées par « Sukleen », et du fait que la grande pollution d'origine chimique, industrielle, thermique et radioactive n'est pas connue dans la région.

La Carte C (h.t.) représente tous les points de pollution, mais donne aussi des renseignements sur l'habitat et son évolution (région bien peuplée), et sur les sources et les forages, de sorte qu'il est possible de mesurer l'impact de la pollution sur les ressources en eau.

Cette carte montre la vulnérabilité de la région karstique d'Es Souayjani (gouffres et champs de dolines), et montre la fragilité du milieu naturel et des réserves souterraines. D'où l'importance de créer des périmètres de protection autour des points d'eau destinés à l'alimentation en eau potable. L'établissement des réseaux d'égout adéquats et de stations de traitement, dont l'emplacement sera choisi en fonction du plan directeur, sera d'une grande utilité pour la protection immédiate des sources et des forages.

## **6.1 LE CADRE PHYSIQUE**

La région du Chouf – Es Souayjani regroupe les villages de: Aanbal, Aatine, Ain Ouzä n, Baaqline, El Kahlouniyé, Es Semqaniyé, Gharifé, Jdaidet Ech Chouf-Baqaata et Mazraat Ech Chouf.

Elle couvre une superficie d'environ 60 km<sup>2</sup> (6000 ha), et se trouve à cheval entre les deux bassins versants de Hammam – Damour (à l'Ouest) et Barouk – Aouali (à l'Est) Fig. 6.1.

- **Du point de vue topographique :** la région du Chouf – Es Souayjani s'étend entre l'altitude 400m (limite de Baaqline et d'El Jahliyé à l'aval de Birket Ez Zarqa sur le Nahr El Hammam) et l'altitude 1100 m (entre Aï n Ouzai n et Kfar Nabrakh) (voir Carte C hors texte). Il s'agit en fait de deux morceaux de plateaux dont le premier s'étend à l'Ouest (plateaux de Baaqline – Gharifé) et connaît une altitude moyenne de 800m. Le second se cantonne à l'Est entre Aï n Ouzai n, Es Slaï yeb et Jabal Bai qoun, dont l'altitude est de l'ordre de 1000m.

Les deux plateaux sont raccordés par un talus N-S dont le tracé est festonné et le dénivelé atteint en moyenne 200m.

Le plateau Est se termine du côté oriental par un versant complexe et plutôt raide, jonché par plusieurs falaises et replats. Il s'agit du flanc Ouest de la vallée du Nahr El Barouk qui prend l'allure d'une gorge à plusieurs endroits, notamment à l'Est de Aï n Ouzai n et à l'Est de Mazraat Ech Chouf.

La vallée du Nahr El Barouk descend à l'altitude 443m juste à sa jonction avec le Sahl Bisri.

Cette dénivellation rapide entre le plateau Est (1000m) et la vallée de Bisri (400m) montre la vigueur de la topographie et surtout la beauté des paysages.

Pour conclure nous insistons sur l'aspect très déchiqueté du plateau Ouest (Baaqline – Gharifé), qui persiste sous forme de collines, traversées par des vallées bien encaissées (200-300m de profondeur). Ces vallées sont parcourues par des cours d'eau temporaires qui deviennent permanents à l'aval des sources karstiques, dont les plus importantes sont : Ras En Nabaa (Gharifé) et la zone sourcière de Birket Ez Zarqa – Hiri (Baaqline) (Carte C, h.t.), pour ne pas citer Aï n El Yassamine (El Jahliyé) et Aï n El Akhouat (Dardourit), qui se trouvent à l'extérieur du domaine étudié.

Le plateau de Aï n Ouzai n – Es Slaï yeb paraît moins déchiqueté et plus consistant. Il supporte à sa terminaison N-E un champs étendu de dolines, qui parsèment le paysage sur cinq kilomètres, et qui présentent des formes en cuvette et parfois en entonnoir. Les fonds plats des dolines sont bien exploités en agriculture.

- **Du point de vue climatique** nous remarquons que cette partie moyennement élevée de la montagne libanaise jouit d'un climat méditerranéen doux et modéré, à deux saisons bien tranchées : un hiver bien arrosé et un été absolument sec (Tabl. 6.1).

**Les vents** soufflent souvent de l'Ouest et du Sud-ouest apportant les influences maritimes et bienfaisantes.

**Les précipitations** tombent entre Octobre et le mois de Mai avec un paroxysme bien net centré sur les mois de Décembre, Janvier et Février (Tabl. 6.1). Les moyennes pluviométriques s'élèvent partout à plus que 1000 mm/an. Elles atteignent 1043 mm/an à Gharifé et dépassent 1275 mm/an à Kfar Nabrah et 1300 mm/an à Jdaidet Ech Chouf.

Le tableau 6.1 résume les précipitations moyennes mensuelles et annuelles de la région d'Es Souayjani et ses environs.

Sur base de ces données, une carte pluviométrique a pu être préparée pour tout le Caza du Chouf (Fig. 6.2). Elle montre le caractère orographique des précipitations sur le versant occidental du Mont Liban, où la hauteur de pluies est en liaison étroite avec l'accroissement de l'altitude.

Les précipitations, passent de 700 mm/an au Nord de Saï da (sur la côte), à 1400 mm/an sur les hauteurs du Jabal Niha (Fig. 6.2). La neige fait son apparition à partir de 800m d'altitude (Baaqline). Elle recouvre les hauteurs au moins pendant deux mois sur le Jabal Niha (1800m).

**Les températures** sont des plus clémentes, d'où la vocation touristique et d'estivage des villages d'Es Souayjani. Les températures si situent en moyenne entre 15,60°C (Kfar Nabrah) et 16,43°C (Gharifé). Elles sont de l'ordre de (22,3°C à 22,8°C) pour le mois le plus chaud (Août) et ne descendent pas au dessous de (8,3°C à 9,4°C) pour le mois le plus froid (Janvier) (Tabl. 6.2).

Les amplitudes thermiques annuelles sont comprises entre (13,2°C et 14°C).

**Tableau 6.1 - Valeurs des précipitations moyennes mensuelles et annuelles des stations météorologiques d'Es Souayjani et environs (MRHE et FAO, 1972, Annuaire des précipitations)**

Nom de la Station	Altitude (en m)	Nombre d'années d'observation et période	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A	Moyenne Annuelle (en mm)
Gharifé	680	7 (1964 – 1971)	1	35	90	220	280	180	150	72	15	0	0	0	1043
Jdaidet Ech Chouf	770	28 (1943 – 1971)	1	40	130	235	310	260	206	80	38	1	0	0	1301
Dmit	350	25 (1946 – 1971)	5	40	120	210	260	180	145	50	20	0	0	0	1030
Beit Ed Dine	880	31 (1940 – 1971)	2	43	121	208	280	202	175	80	26	1	0	0	1138
Kfar Nabraxh	1020	27 (1944 – 1971)	4	45	130	240	305	255	185	75	35	1	0	0	1275

**Tableau 6.2 - Valeurs des températures moyennes mensuelles et annuelles des stations météorologiques d'Es Souayjani et environs (MRHE et FAO, 1972, Annuaire des températures)**

Nom de la Station	Altitude (en m)	Nombre d'années d'observation et période	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A	Moyenne Annuelle (en °C)
Gharifé	680	7 (1964 – 1971)	21.5	18.4	15.2	11.2	9.4	9.5	11.8	15.0	18.6	21.7	22.1	22.8	16.43
Beit Ed Dine	880	7 (1964 – 1971)	21.0	18.2	15.0	11.1	9.0	9.2	11.5	14.5	18.3	21.5	22.0	22.5	16.15
Kfar Nabraxh	1020	20 (1951 - 1971)	20.9	20.9	14.2	9.8	8.3	8.5	10.5	13.6	17.8	21.4	21.7	22.3	15.60

## **6.2 GÉOLOGIE DE LA RÉGION DU CHOUF – ES SOUAYJANI**

L'étude géologique se concrétise par une carte géologique au 1/20.000<sup>e</sup> (Carte A). Elle est établie sur base d'un levé détaillé de terrain et d'un examen des photographies aériennes (Mission 010/250, Année 1962, distribuées par le Direction des Affaires Géographiques de l'Armée Libanaise). L'image Spot au 1/30.000 de Septembre 2000 est également utilisée.

### **6.2.1 Etude Litho-Stratigraphique**

Les roches à l'affleurement sont uniquement crétacées (Ère secondaire). Elles s'étendent du Néocomien (C1) au Cénomanién (C4). Les alluvions quaternaires n'occupent qu'une aire réduite aux fonds des vallées (lambeaux de terrasses fluviales, tufs de sources à la source de Birket Ez Zarqa (Baaqline) et les différents types de sols de surface.

#### **6.2.1.1 Le Néocomien (Grès de base, C1) :**

Les grès néocomiens de la base du Crétacé (C1), n'affleurent que dans la vallée de Ouadaya (à l'Ouest de Dardourit) à l'extérieur de la région d'Es Souayjani. Ils occupent le NW de la Carte A. Sa position paraît d'une manière claire sur la coupe A-B (Carte A).

Le C1 est constitué de **grès** ferrugineux, non fossilifères, à grains de quartz. Ces grès présentent des intercalations de grès argileux, d'argiles et de sables friables, avec parfois des formations volcaniques sous forme de basaltes ou de cinérites. Son épaisseur ne peut pas être calculée à Ouadaya. Elle dépasse, en toute vraisemblance les 200m comme c'est le cas dans la vallée de Jisr el Qadi (Nahr Ed Damour).

#### **6.2.1.2 L'Aptien inférieur (C2a)**

L'Aptien inférieur affleure également à Ouadaya (NW de la Carte A), mais pointe de même au fond de la vallée du Nahr El Barouk (SE de la Carte A). Il est formé dans sa partie basale de grès, d'argiles gréseuses et de marnes à pisolithe. La partie sommitale présente des calcaires gréseux et des calcaires détritiques ocres et jaunâtres avec des alternances de fins bancs de marnes.

L'épaisseur de l'Aptien inférieur (C2a) est de l'ordre de 150m (voir coupe A-B).

### **6.2.1.3 L'Aptien supérieur (C2b)**

Son domaine d'affleurement s'étend de Dardourit à El Jahliyé (à l'Ouest), et autour de la vallée du Nahr el Barouk à l'Est de Mazraat Ech Chouf et Jdaidet Ech Chouf.

Il débute par une cinquantaine de mètres de calcaires gris et massifs alternant avec de fines couches marneuses (C2b1). Ces calcaires forment une falaise caractéristique (la falaise de Blanche ou la falaise de Jezzine), qui constitue un excellent repère stratigraphique dans les vallées d'Es Souayjani et partout au Liban.

L'Aptien supérieur continue, au-dessus de la « falaise de Blanche », par des argiles vertes, des grès ocres et violets, des cinérites violettes, des petits bancs de marnes et des bancs calcaires peu épais. Toutes ces formations appartiennent à la partie supérieure de l'Aptien supérieur (C2b2).

L'épaisseur totale du (C2b1) et du (C2b2) est de l'ordre de 100m.

### **6.2.1.4 L'Albien (C3)**

Il affleure sur une grande superficie entre Es Semqaniyé et Mazraat Ech Chouf à l'Est ; comme entre Baaqline et El Jahliyé (à l'Ouest) (Carte A).

Il débute par un banc d'une quinzaine de mètres de calcaires à Cardium, qui forment une falaise bien individualisée à El kahlouniyé et Mazraat Ech Chouf.

Mais le faciès typique de l'Albien est sans doute les **marnes vertes**, alternant avec des bancs métriques de calcaires détritiques. Mais vers le sommet de l'Albien (C3), les couches de calcaires deviennent plus franches et plus abondantes. Les marnes vertes s'amincissent et les couches calcaires deviennent plus épaisses pour annoncer l'arrivée du Cénomanién inférieur (C4a), qui forme une falaise caractéristique à l'Est et au SE de Aï n Ouzai n.

L'épaisseur totale de l'Albien dépasse localement les 200m.

### **6.2.1.5 Le Cénomanién inférieur (C4a)**

Le Cénomanién inférieur constitue le principal affleurement de la région d'Es Souayjani (Carte A). Il forme l'essentiel du plateau karstique de Aï n Ouzai n, et le soubassement solide du plateau de Baaqline – Gharifé.

Le (C4a) débute par des dolomies franches et épaisses suivies par des calcaires dolomitiques et des calcaires francs qui deviennent plus ou moins marneux et fins vers le sommet.

Ces calcaires sommitaux sont bien karstifiés à Aï n Ouzai n (Champs de dolines) (Carte C). Ils présentent 2 gouffres de 27m près de l'Hôtel Saria (Aï n Ouzai n), un

gouffre au Sud de Baaqline (Houet Raï dane, 40m) et deux ouvertures à Es Slaï yeb qui ne dépassent pas 25 m de profondeur. Le développement modeste de ces gouffres est en liaison avec l'épaisseur réduite de la couche calcaire, en supposant que les dolomies cénomaniennes sous-jacentes ne sont pas propices à l'évolution de vides karstiques importants (gouffres ou grottes).

L'épaisseur du (C4a) est de l'ordre de 150m.

### **6.2.1.6 Le Cénomaniens moyen (C4b)**

Il affleure dans les collines de Baaqline, Aanbal et autour de Gharifé, c'est à dire dans le plateau Ouest.

Le Cénomaniens moyen (C4b) est formé de calcaires lités, de marnes et de calcaires marneux. Le tout est d'aspect friable, ce qui explique le paysage déchiqueté du plateau de Baaqline – Gharifé, réduit sous forme de collines et de vallées encaissées. Les collines prennent de ce fait un profil convexe caractéristique, avec des pentes douces.

Le (C4b) clôture la série litho-stratigraphique du Chouf – Es Souayjani. Il n'est pas complet dans cette région. Mais dans l'Iqlim El Kharroub (à l'Ouest), son épaisseur peut atteindre 200m.

### **6.2.2 Etude Structurale**

Il n'est pas possible de comprendre la structure géologique et l'agencement des accidents tectoniques du Chouf – Es Souayjani, sans parler de la structure régionale du secteur du Chouf – Jezzine.

En effet la figure 6.3 montre bien la structure du Chouf – Es Souayjani dans le contexte régional caractérisé par le soulèvement successif du massif du Mont Liban vers la grande faille de Yammouné. Il s'agit en fait de trois **flexures** (celle de Chhim, celle de Roum – Es Souayjani et la flexure de Niha – Barouk). Le Jabal Niha – Barouk se termine à l'Est par un **crêt monoclinale** brisé par la faille de Yammouné (Fig. 6.3).

Si les couches s'inclinent d'une manière évidente vers la mer à l'Ouest de la flexure de Chhim (Coupe A-A' de la fig. 6.3), il n'en est pas de même à l'Ouest de la flexure de Roum – Es Souayjani et celle de Niha Barouk, qui dessinent deux fonds synclinaux, bien prononcés à l'Ouest de Roum et à Jezzine, mais plus évasés en s'approchant du village de Barouk et dans le plateau de Baaqline – Gharifé.

De toute manière, les limites nord de notre domaine d'étude est caractérisé par le passage de la grande faille transverse de Deir El Qamar – Barouk, de direction grossière E-W, qui apparaît à Ouadaya et dans la vallée Abou Qachaqiche (au Nord de

Dardourit – Carte A). Cette faille constitue la limite septentrionale du domaine structural déjà expliqué (fig. 6.3).

Ce qui nous intéresse dans cette structure régionale, c'est la flexure d'Es Souayjani qui se dessine à l'Est de Baaqline (Slaï yeb), à l'Est de Aatrine et à l'Est de Gharifé. Elle correspond au talus de 200m déjà évoqué lors de l'étude topographique.

Cette flexure d'Es Souayjani constitue le trait le plus marquant de la structure du secteur étudié. Son rejet est de l'ordre de 200m. (Voir coupe A-B, de la Carte A).

La mise en place de cette importante structure a provoqué la création de failles de directions multiples. Les plus importantes sont de direction (E-W).

La Carte A donne les détails de ce réseau de failles. Nous insistons sur celle de Abou Qachaqiche – Deir El Qamar, et les failles de Baaqline, Aatrine, Gharifé, ainsi que les failles de Mazraat Ech Chouf, Jdaidet Ech Chouf et Aï n Ouzäï n.

Leur rôle hydrogéologique est indéniable. Elles localisent les sources les plus importantes comme nous allons le voir dans l'étude hydrogéologique.

Ces failles du Chouf – Es Souayjani sont en majorité drainantes. Elles localisent les écoulements souterrains et aident au jaillissement des sources. En outre, elles écrasent les roches calcaires et favorisent la création de nouvelles fissures, qui facilitent l'infiltration rapide des eaux de surface, et augmentent le pouvoir d'emmagasinement des réservoirs souterrains et de la zone noyée du karst. Elles assurent hélas, le transport rapide de la pollution vers l'intérieur du karst.

Le pendage des couches atteint un maximum de 40° le long de la flexure d'Es Souayjani.

### **6.3 HYDROGEOLOGIE DE LA REGION DU CHOUF – ES SOUAYJANI**

L'étude hydrogéologique est matérialisée par une Carte hydrogéologique au 1/20.000è (Carte B). Elle est basée sur les données de la Carte géologique (Carte A), sur un inventaire des principales sources et sur une enquête visant à localiser les principaux forages.

Le développement qui va suivre, traite surtout des principaux aquifères, des aquicludes et des sources et forages.

#### **6.3.1 Les principaux aquifères**

De l'étude géologique et surtout de la description litho-stratigraphique, nous pouvons dégager les principaux aquifères et aquicludes.



Le tableau 6.3 résume les ensembles lithologiques et précise leur perméabilité. Il indique les substratums et les toits imperméables des aquifères étudiés.

**Tableau 6.3 - Série litho-stratigraphique et ensembles aquifères et aquicludes de la région du Chouf – Es Souayjani.**

Age géologique	Symbole	Epaisseur (en m)	Lithologie	Ensembles aquifères et aquicludes
Cénomaniens moyen	C4b	Non complète (200m à Iqlim El Kharroub)	Calcaires en plaquettes, Marnes et calcaires marneux	Semi-perméable
Cénomaniens inférieur	C4a	150	Dolomies, calc. dolomitiques, calc. marneux et calcaires.	Ensemble perméable (200 m d'épaisseur)
Albien	C3	200	Couches calcaires au sommet, avec marnes vertes	
Aptien supérieur	C2b2	50	Argiles, marnes, grès et cinérites.	Ensemble Imperméable
	C2b1	50	Calcaires récifaux	Ensemble Perméable (100 m d'épaisseur)
Aptien inférieur	C2a	Partie supérieure 50	Calcaires détritiques jaunâtres et calcaires gréseuses	
		Partie inférieure 50	Argiles gréseuses et grès.	Ensemble Imperméable
Néocomien	C1	200	Grès, argiles, grès argileux, marnes, avec matériaux volcaniques	(avec une perméabilité d'interstices dans les sables et les grès).

### 6.3.1.1 L'aquifère du Crétacé moyen (C4a et une partie du C3)

Les 150m de dolomies et calcaires du Cénomaniens inférieur (C4a), ainsi que la partie supérieure de l'Albien (C3) essentiellement calcaire, constituent un aquifère unique de 200m d'épaisseur, qui peut former des systèmes hydrogéologiques karstiques.

Le potentiel de cet aquifère est réduit du fait de sa position perchée, et du fait qu'il ne reçoit aucune alimentation autre que les eaux météoriques, qui précipitent sur son aire d'affleurement.

Le plateau de Baaqline – Gharifé dirige les eaux de la flexure d'Es Souayjani vers l'Ouest. Il rassemble ses eaux dans le synclinal évasé de Baaqline – Gharifé et profite de la proximité des couches imperméables de la partie basale de l'Albien. Des

exurgences karstiques jaillissent dans les vallées encaissées (sources de Ras En Nabaa et source de Birket Ez Zarqa, 20 l/s en moyenne pour chacune d'elles). Mais les forages restent de débit modeste. Plusieurs forages sont restés secs (Carte C).

Par ailleurs, cet aquifère du Crétacé moyen est en position inconfortable à Aï n Ouzai n, par ce qu'il est profondément incisé par la vallée du Nahr El Barouk, qui draine les eaux souterraines vers elle. Ajoutant que le pendage de cet aquifère est dirigé vers la vallée de Barouk, ce qui laisse peu de chance à l'accumulation d'eaux souterraines d'un quelconque intérêt. En corollaire, les sources pérennes disparaissent autour de ce massif, et les forages (surtout des forages du privé) sont peu productifs (50 m<sup>3</sup>/j au maximum).

### **6.3.1.2 L'aquifère de l'Aptien**

Les calcaires gréseux et calcaires détritiques jaunâtres de la partie supérieure de l'Aptien inférieur (C2a), surmontés par les calcaires de la falaise de Blanche (C2a), forment un ensemble perméable de 100 m d'épaisseur (Tabl. 6.3).

Cet ensemble affleure le long de la vallée de Barouk entre Mazraat Ech Chouf et Jdaidet Ech Chouf d'un côté, et dans la région de Ouadaya – Dardourit de l'autre. Sa position synclinale (bien qu'il s'agisse de synclinaux évasés) lui confère une situation hydrogéologique plus ou moins confortable. Par ailleurs, le Nahr El Barouk d'un côté et la vallée de Deir El Qamar – Abou Qachaqiche de l'autre, lui assurent une alimentation autre que les eaux météoriques (ce qui n'est pas le cas pour le précédent aquifère du Crétacé moyen).

Cet aquifère de l'Aptien se manifeste par la célèbre source du Nabaa El Akhouat (Dardourit), et le Nabaa el Ouadi dans la vallée du Nahr El Barouk (à la hauteur de Mazraat Ech Chouf, Carte B), dont le débit est de l'ordre de 30 l/s pour chacune d'elles. De même, l'aquifère de l'Aptien alimente de nombreux forages de l'Administration parmi lesquels nous citons les forages de Dardourit (600 m<sup>3</sup>/j) et de Mazraat Ech Chouf (500 m<sup>3</sup>/j), exécutés à notre propre initiative. Le forage productif de Baaqline (800 m<sup>3</sup>/j) puise également les eaux profondes des calcaires de l'Aptien. Ce forage bien que localisé sur le Cénomaniens, est resté sec après la traversée de ce dernier et n'a produit de l'eau qu'après avoir atteint l'aquifère de l'Aptien.

Enfin, les débits des sources (30 l/s) et les débits des forages (500 – 800 m<sup>3</sup>/j) sont en liaison avec l'épaisseur peu prononcée de l'aquifère Aptien (maximum 100m), et au degré de karstification moyennement développé, surtout dans les couches profondes et non dégagées.

En tout état de cause, l'aquifère de l'Aptien reste l'aquifère le plus important dans la région du Chouf – Es Souayjani. Il convient certes de le protéger de la pollution galopante qui accompagne le développement de la région et l'extension de son tissu urbain (Carte C).

### **6.3.2 Les aquicludes**

Le tableau 6.3 indique les ensembles aquicludes (imperméables) et semi-perméables. Il s'agit de bas en haut de :

- a- L'ensemble imperméable des grès, argiles et marnes du Néocomien (C1) et de la partie inférieure de l'Aptien inférieur (C2a). L'épaisseur de cet ensemble est de l'ordre de 250m. Il constitue le substratum de l'aquifère Aptien déjà étudié. Un certain nombre de sources jaillissent à ce contact, en particulier Aï n el Bardi à Ouadaya. Les sables et grès du Néocomien (C1) supportent parfois des nappes d'eau de faible importance. Il s'agit d'une suite de systèmes hydrogéologiques granulaires alimentant de petites sources qui tarissent en été. Les forages de ces systèmes ne produisent pas plus que 20 m<sup>3</sup>/j par forage.
- b- L'ensemble imperméable des marnes vertes de l'Albien (C3) et des marnes et argiles de la partie supérieure de l'Aptien supérieur (C2b2).

L'épaisseur de cet ensemble est de l'ordre de 200m, entrecoupée par des bancs peu épais de calcaires.

Cet ensemble constitue la semelle imperméable de l'aquifère du Crétacé moyen, sur laquelle viennent se constituer les réserves souterraines du (C4a) et de la partie supérieure de l'Albien (C3).

- c- Enfin l'ensemble des couches marneuses et marno-calcaires, ainsi que les calcaires lités du Cénomaniens moyen, forment une unité plutôt semi-perméable, qui coiffe les collines de Baaqline – Gharifé et qui n'a aucun rôle hydrogéologique à jouer, hormis la récupération des eaux météoriques et la restitution des volumes d'eau reçus à l'aquifère des dolomies et calcaires du Cénomaniens inférieur (C4a).

### **6.3.3 Les sources**

Le tableau 6.4 et la Carte B regroupent toutes les sources pérennes et une partie des sourcins de cette région.

Il s'agit en majorité de sources de déversement classiques qui jaillissent au contact des couches perméables posées presque à l'horizontal sur les couches imperméables sous-jacentes (Nabaa El Akhouat, Aï n El Bardi etc..).

Certaines sources profitent du passage d'une faille, mais reste toujours des sources de déversement (Ras En Nabaa et Birket Ez Zarqa).

Le débit de ces sources est minime (max. 30 l/s). Leur nombre ne dépasse pas 6 sources (Carte B).

Les sourcins ne dépassent pas 1 l/s en moyenne par an. La plupart de ces sourcins (une vingtaine) tarissent en été.

**Tableau 6.4 : Inventaire des sources et sourcins de la région du Chouf – Es Souayjani.**

No	Nom de la source	Localité	Altitude (en m)	Coordonnées géographiques		Couche aquifère	Type de source
				X (en Km)	Y (en Km)		
1	Ras En Nabaa	Gharifé	530	131,280	189,800	Dolomies et calc. dol. (C4a)	Source de faille/Déversement
2	Nabaa Birket Ez Zarqa	Baaqline	480	131,070	190,480	Dolomies et calc. dol. (C4a)	Source de faille/Déversement
3	Aï n El Yassamine	El Jahliyé	450	129,820	191,940	Calc. (C3) et dolomies (C4a)	Déversement et faille
4	Nabaa El Akhouat	Dardourit	450	131,960	194,730	Calcaires (C2a + C2b1)	Déversement
5	Aï n Ed Delb	Gharifé	885	135,350	188,030	Calcaires (C3) et dolomies (C4a)	Déversement
6	Nabaa El Ouadi	Mazraat Ech Chouf	560	137,540	188,500	Calcaires (C2a + C2b1)	Déversement
7	Aï n Beizoun	Gharifé	700	132,560	187,490	Dolomies (C4a)	Déversement
8	Aï n El Khiar	Gharifé	675	133,330	187,820	Dolomies (C4a)	Déversement
9	Aï n El Faouar	Gharifé	850	134,940	188,500	Calcaires (C3) et dolomies (C4a)	Déversement
10	Aï n Gharifé	Gharifé	670	133,550	188,880	Dolomies (C4a)	Débordement par contact stratigraphique
11	Aï n El Blaï t	Gharifé	665	133,260	189,800	Dolomies (C4a)	Déversement
12	Aï n Hmiyar	Gharifé	655	132,340	188,910	Dolomies (C4a)	Déversement
13	Aï n El Hiri	Baaqline	550	131,830	190,280	Dolomies (C4a)	Déversement
14	Aï n Qrayé	Baaqline	775	133,260	191,800	Calc. dolomitiques (C4a)	Déversement
15	Aï n Ed Dalfé	Aatrine	770	134,420	191,510	Dolomies (C4a)	Déversement
16	Aï n Hattab	Baaqline	875	133,440	192,620	Calcaires en plaquette	Déversement

No	Nom de la source	Localité	Altitude (en m)	Coordonnées géographiques		Couche aquifère	Type de source
				X (en Km)	Y (en Km)		
						(C4a)	
17	Aï n Hazzour	Baaqline	820	134,480	192,720	Calcaires en plaquette (C4a)	Déversement
18	Aï n el Bardi	Ouadi Dardourit	380	131,040	194,150	Grès (C1)	Déversement et faille
19	Aï n Ghazi	Dardourit	600	133,120	194,98	Calc. marneux (C3)	Déversement et faille
20	Aï n Es Slayeb	Baaqline	860	135,770	193,070	Calcaires (C3)	Débordement
21	Aï n Ed Daï aa	Es Semqaniyé	865	136,860	193,700	Bancs calcaires (C3)	Déversement
22	Aï n Ed Delb	Es Semqaniyé	900	137,650	193,970	Calcaires (C3)	Déversement
23	Aï n Hamida	Jdaidet Ech Chouf	910	137,160	191,920	Calc. à Cardium (C3)	Déversement
24	Aï n Es Sahrij	Jdaidet Ech Chouf	810	137,860	192,080	Calcaires (C3)	Déversement
25	Aï n Baddé	El Kahlouniyé	900	137,230	191,280	Calcaires (C3)	Déversement
26	Aï n Es Saghiré	El Kahlouniyé	885	136,920	190,820	Calcaires (C3)	Déversement
27	Aï n Ed Daï aa	El Kahlouniyé	855	136,680	190,460	Calcaires (C3)	Déversement
28	Aï n Baqallé	Mazraat Ech Chouf	870	136,500	189,150	Calcaires (C3)	Déversement
29	Aï n Chaaia	Mazraat Ech Chouf	885	136,360	188,610	Calcaires (C3)	Déversement
30	Aï n El Qafzé	Mazraat Ech Chouf	850	135,850	188,060	Calcaires (C3)	Déversement

### 6.3.4 Les forages

Le tableau 6.5 et la Carte B donnent l'inventaire et la localisation de la plupart des forages d'eau exécutés par l'Administration Libanaise ou par les gens du privé. La Carte C montre en outre les forages secs et non productifs, parce que ces forages peuvent être utilisés comme "forages à fond perdu", et sont considérés par conséquent comme des points de pollution potentiels.

- a- Les forages de l'Administration sont au nombre de 5 (Gharifé, Mazraat Ech Chouf, Dardourit et les deux forages de Baaqline). Ils sont de loin les plus puissants (débit atteignant 800 m<sup>3</sup>/j) (Tabl. 6.5), et les plus profonds (365 m pour le forage Baaqline 1 (No. 3 du Tabl. 6.5). Ces forages exploitent l'aquifère de l'Aptien (C2b1 + C2a). Seul le forage de Gharifé (No. 1) est resté dans les dolomies et calcaires du Crétacé moyen (C4a + C3).
- b- En ce qui concerne les forages du Privé, nous avons pu recenser 19 forages (Tabl. 6.5), dont 6 à Baaqline, 6 à Aï n Ouzai n et 3 à Gharifé. Les deux aquifères, du Crétacé moyen (C4a + C3) et de l'Aptien (C2b1 + C2a) sont testés. Les débits sont minimes (14-50 m<sup>3</sup>/j pour 11 forages) et les profondeurs aussi (80-300m). Mais l'eau produite joue un rôle vital dans ce pays karstique à aspect sec (surtout à Aï n Ouzai n).

**Tableau 6.5 : Inventaire des forages de la région du Chouf – Es Souayjani.**

No	Nom du propriétaire	Localité	Altitude (en m)	Coordonnées géographiques		Géologie et Couche aquifère	Profondeur (en m)	Débit d'exhaure (en m <sup>3</sup> /j)
				X (en m)	Y (en Km)			
<b>Forages de l'Administration</b>								
1	Forage de Gharifé	Gharifé	680	132,960	189,670	Dolomies (C4a) et Calcaires (C3)	190	250
2	Forage de Mazraat Ech Chouf	Mazraat Ech Chouf	900	135,960	190,370	Calcaires (C2b1) et (C2a)	250	500
3	Forage de Baaqline 1	Baaqline	750	133,120	191,700	Dolomies (C4a), Calc. (C3) et Calcaires (C2b1)	365	800
4	Forage de Baaqline 2	Baaqline	710	132,470	192,060	Dolomies (C4a), Calc. (C3) et Calcaires (C2b1)	280	300
5	Forage de Dardourit	Dardourit	520	132,720	194,770	Calcaires (C2b1) et (C2a)	200	600
<b>Forages du Privé</b>								
6	Soltane Wahhab	Gharifé	750	132,710	187,950	Dolomies (C4a) et Calc. (C3)	300	30
7	Farhat Mazkour	Gharifé	790	134,000	189,400	Dolomies (C4a) et Calc. (C3)	200	50
8	Talal Wahhab	Gharifé	600	132,630	190,170	Dolomies (C4a) et Calc. (C3)	300	50
9	Issam Baddour	Baaqline	730	132,320	192,270	Calc. dolomitiques et dolomies (C4a)	120	150
10	Raja Waliyeddine	Baaqline	650	131,720	193,150	Calcaires (C2b1)	100	20
11	Nazem Chams	Baaqline	770	132,330	194,030	Dolomies (C4a) et	200	300

No	Nom du propriétaire	Localité	Altitude (en m)	Coordonnées géographiques		Géologie et Couche aquifère	Profondeur (en m)	Débit d'exhaure (en m <sup>3</sup> /j)
				X (en m)	Y (en Km)			
						Calc. (C3)		
12	Salim Meghamess	Dardourit	640	133,080	194,620	Calcaires (C2b1)	150	200
13	Raja Beik Hamadé	Baaqline	830	133,560	194,090	Complexe (C3) et (C2b2)	150	100
14	Aadel Ghosseini	Baaqline	870	134,780	194,050	Calc. dol. et dolomies (C4a)	150	75
15	Saï d Nasr	Baaqline	800	134,960	194,260	Calc. dol. et dolomies (C4a)	150	100
16	Akram El Eid	Es Semqaniyé	870	136,720	194,090	Calcaires (C2b1) et (C2a)	240	150
17	Hôpital Aï n Ouzai n 1	Aï n Ouzai n	1050	138,670	194,200	Calc. dolomitiques et dolomies (C4a)	200	35
18	Hôpital Aï n Ouzai n 2	Aï n Ouzai n	1050	138,790	194,030	Calc. dolomitiques et dolomies (C4a)	200	35
19	Nadim El Hassaniyé	Aï n Ouzai n	1055	139,400	194,410	Calc. dolomitiques et dolomies (C4a)	80	50
20	Nazih El Hassaniyé	Aï n Ouzai n	1025	139,550	194,000	Calc. dolomitiques et dolomies (C4a)	150	130
21	Faouzi El Hassaniyé	Aï n Ouzai n	1010	139,900	193,770	Calc. dolomitiques et dolomies (C4a)	135	14
22	Saria Hotel	Aï n Ouzai n	1030	139,630	193,480	Calc. dolomitiques et dolomies (C4a)	100	20
23	Radouane Saab	El Kahlouniyé	810	137,060	190,570	Calcaires (C2b1) et (C2a)	190	20
24	Anis Sariyeddine	Aanbal	700	134,180	190,520	Dolomies (C4a) et calcaires (C3)	270	50



## 6.4 LES POINTS DE POLLUTION

Afin d'établir l'inventaire des activités polluantes, et de visualiser le phénomène de l'atteinte à l'environnant physique et humain, un levé de terrain et une enquête in situ avec les responsables municipaux et les intéressés par l'environnement et sa protection, ont été menés.

Le sous-produit de ces investigations est une carte des points de pollution au 1/20.000è (Carte C), qui couvre la région d'Es Souayjani et ses environs, et qui localise chaque type de pollution en précisant sa nature et son influence.

Cette Carte porte des détails sur l'Hydrologie, le Karst, l'Habitat, les Espaces verts, l'Infrastructure sanitaire existante, pour arriver aux Points de pollution (voir la légende de la Carte C, h.t.).

- En effet **l'hydrologie** donne des précisions sur :
  - (a) L'hydrologie de surface : cours d'eau permanents et temporaires, limite des principaux bassins versants et les périmètres de protection.
  - (b) L'hydrogéologie : les sources, les forages et les sens d'écoulement des eaux souterraines.  
Il paraît certain que la lithologie, la structure géologique et l'incision des vallées profondes décident du sens des circulations souterraines ainsi que du transfert des vagues de pollution.
- Le **karst** est important sur les affleurements carbonatés. Il présente des manifestations karstiques variées (lapiés normaux sur les calcaires, lapiés ruiniformes sur les dolomies, vallons secs presque partout, une multitude de dolines de toutes les formes sur le plateau de Aï n Ouzai n – Kfar Nabrah...). Ce karst de surface montre bien la vulnérabilité à la pollution de la région du Chouf – Es Souayjani.

En ce qui concerne le karst souterrain, il est matérialisé par des fissures ouvertes (presque partout dans le domaine étudié), des abris sous-roches, et de petits gouffres (max. 40 m de profondeur) à Houet Raï dane (Baaqline), près de l'Hôtel Saria (Aï n Ouzai n) et à Ras El Jamous (Es Slayeb). Les gouffres et les grottes ne sont pas très développés, du fait de la prédominance des affleurements dolomitiques qui estompent ces formes.

- **L'habitat** présente les noyaux des villages d'Es Souayjani et leur étendue en 1963 (données du fond topographique au 1/20.000è). L'extension de ces villages en 40 ans est spectaculaire (Carte C). Elle est couplée par l'apparition des immeubles de quatre étages et parfois plus, la création de nouvelles agglomérations urbaines (Baqata – Jdaidet Ech Chouf) et surtout par les services accompagnateurs (hôpitaux, écoles, restaurants, stations – service et autres). L'évacuation des eaux usées domestiques des unités habitables et des différents services, constitue le problème de pollution majeur dans la région, comme nous allons le voir plus loin.

- La Carte C montre en outre **les espaces verts** et l'étendue de la couverture végétale. Ils ont souffert des incendies et des effets de la guerre. Mais depuis 1990 les forêts et les garrigues sont protégées. Le recouvrement végétal commence à être acceptable dans la majorité des cas, mais reste vétuste à Slayeb et au Nord d'Es Semqaniyé qui doivent profiter d'un effort spécial de reboisement ou d'aménagement agricole.
- Enfin, en ce qui concerne **l'infrastructure d'assainissement**, il faut mentionner que seuls les villages de Mazraat Ech Chouf et d'El Kahlouniyé profitent d'un réseau d'égout municipal acheminant les eaux usées vers des bacs de décantation rudimentaires (Carte C).

#### 6.4.1 Les principaux points de pollution

Les **points de pollution** de la Carte C repérés d'après l'inventaire des activités polluantes se résument de la façon suivante :

- a- La pollution due aux eaux usées domestiques. Les eaux usées domestiques comprennent les eaux ménagères (eaux des cuisines et des salles de bain, riches en matières organiques, en graisses, en tensioactifs et polyphosphates...), et les eaux vannes provenant des W.C. (Urines et matières fécales avec leur cortège microbien et pathogène).

Ces eaux usées provenant des ménages, constituent un débit journalier important dans une région qui compte 10.000 unités habitables. Le volume évacué chaque jour est facile à calculer pour chaque village et pour l'ensemble de la région du Chouf – Es Souayjani. Une moyenne de consommation d'eau de 1 m<sup>3</sup>/jour/unité, indique que plus que 10.000 m<sup>3</sup>/j sont déversés quotidiennement dans la nature, et de différentes façons. Ce volume est beaucoup plus important pendant l'été et les grandes vacances, qui connaissent une augmentation de la pollution de l'ordre de 20%.

Notre investigation a montré que la majorité des eaux usées domestiques est déversée dans des « fosses septiques », véritables « fosses perméables » qui dirigent leur liquide souillé vers l'intérieur des couches perméables et en particulier vers les fissures et vides du Karst.

Là où les terrains sont imperméables les eaux usées remplissent les fosses et coulent en surface, comme s'est le cas à Es Semqaniyé, Jdaidet Ech Chouf et à l'entrée d'El Kahlouniyé (Carte C). Ces eaux coulent au bord des routes, dans les canaux d'irrigation ou entre les maisons.

Dans certains villages et en particulier à Mazraat Ech Chouf et El Kahlouniyé, la plupart des maisons sont rattachées au réseau d'égout municipal. Les eaux ménagères et les eaux vannes sont envoyées au bas des villages dans des bacs de décantation rapidement dépassés, et leur contenu coule sur les terrains imperméables pour atteindre les calcaires de la « falaise de Blanche » dans lesquels il s'infiltré pour rejoindre les eaux souterraines ; ou bien il ruisselle pour atteindre le cours d'eau du Nahr El Barouk – Bisri.

La pratique d'utilisation des « forages à fond perdu » n'est pas courante. Mais par souci de prévention nous avons figuré (Carte C) les cinq forages secs de Baaqline qu'il faudrait bien garder, pour qu'ils ne soient pas utilisés pour l'évacuation des eaux usées.

- b- A cette pollution ménagère s'ajoute la pollution due aux eaux usées des 17 établissements scolaires (dont quelques uns reçoivent plus que 1000 élèves par jour), de 3 hôtels et d'une multitude de restaurants et complexes touristiques, ainsi que les eaux fortement polluées des hôpitaux de la région (Aï n Ouzai n 200 lits, Es Semqaniyé 50 lits et Baaqline 50 lits) qui déchargent toutes leurs eaux usées et les eaux produites dans les salles d'opération dans des fosses perméables, et mieux encore, dans le karst très développé (champs de dolines dans le cas de Aï n Ouzai n).
- c- Les décharges de 23 stations-service de la région sont également envoyées dans des fosses perméables ou simplement délaissées dans les canaux et les lits des cours d'eau ou encore dans les fissures élargies du karst. Ces décharges contiennent les eaux de lavage, les huiles de vidange et parfois des infiltrations d'hydrocarbures.
- d- Les quatre pressoirs d'huile d'olive (2 à Baaqline et 2 à Gharifé) déversent leur « margines » dans les vallées avoisinantes. Leur nocivité est limitée aux trois mois de Novembre, Décembre et Janvier de chaque année. Mais ces mois pluvieux favorisent l'écoulement de l'eau huileuse et risquent de transporter la pollution très loin en surface et en profondeur.

Pour conclure sur les points évoqués supra, il est urgent de trouver une solution rapide aux eaux usées domestiques, les eaux des hôtels, restaurants, hôpitaux et établissements scolaires, ainsi que les décharges des stations-service et les margines des pressoirs d'huile. Le traitement de ces eaux inégalement souillées, par les méthodes appropriées, résout (95%) de la pollution notée dans la région du Chouf – Es Souayjani.

- e- Les ordures ménagères sont ramassées par la « Société Sukleen » et envoyées vers les usines de triage et de traitement. La région est d'aspect propre après l'aménagement de la décharge de Slayeb et celle de Chmis (Baaqline) (voir Carte C). Les produits des salles d'opération sont également ramassés par « Sukleen » qui les dirige vers ses incinérateurs.
- f- Les **activités industrielles** sont encore limitées dans la région (quelques ateliers de fabrication de parpaings et des ateliers de carrosseries et de teintureries). Les **serres** ne sont pas encore très développées. Les **fermes** à stabulation prolongée ne sont pas nombreuses. Par contre l'élevage individuel est encore connu chez certains paysans. L'utilisation du fumier animal est encore de règle. En contre partie l'utilisation des engrais chimiques et des pesticides est limitée dans une région connue par son oliveraie.

Moralité, la pollution d'origine chimique, industrielle, thermique et radioactive n'est pas connue dans la région. Ce qui facilite la tâche des aménageurs et promet un environnement salubre, dans le cas où les eaux usées seront traitées.

#### **6.4.2 Mécanisme de la pollution des eaux**

Toute eau polluée, quelle que soit son origine, peut ou bien ruisseler en surface et contaminer les ruisseaux et les torrents ; ou bien s'infiltrer à l'intérieur des couches perméables.

La pollution de surface est facilement détectable par la couleur et l'odeur, et il est facile de l'éviter dans la plupart des cas. Par contre, les eaux d'infiltration atteignent les réserves souterraines et sortent aux sources et aux forages, parfois d'une manière invisible. La remise à l'état des eaux superficielles est aisée, mais les eaux souterraines, une fois polluées, seront mises hors d'usage pour plusieurs années, car il est impossible d'atteindre les réservoirs souterrains pour les traiter.

La compréhension de la structure du système hydrogéologique karstique permet de comprendre le mécanisme du transfert de la pollution sous terre.

En effet, un système hydrogéologique karstique est formé de quatre zones principales qui sont :

- a- La zone d'alimentation formée par l'affleurement en surface des roches carbonatées perméables (dans notre cas : les dolomies et les calcaires). L'infiltration des eaux s'effectue tout le long des fissures ouvertes, des fissures élargies, des gouffres, des ponors et des pertes, de sorte que l'eau disparaît rapidement sous terre.
- b- La zone d'infiltration : Les eaux issues de la surface s'infiltrent d'une manière rapide ou lente. Elles se dirigent verticalement vers les vides karstiques, reposent pour un temps quelconque dans les grottes et les gouffres et continuent leur chemin suivant l'arrivée des vagues polluantes reçues de la surface.
- c- La zone noyée : C'est la zone saturée en eau. Elle renferme les réserves souterraines qui se dirigent horizontalement vers les sorties du système. L'écoulement souterrain s'effectue parfois sous forme de rivières souterraines noyées.
- d- La zone d'exutoire, est matérialisée par les sorties naturelles (sources) et les sorties artificielles (forages).

Les eaux polluées qui quittent la surface, en provenance des ménages, des écoles, des hôpitaux, des stations-service etc... peuvent rapidement atteindre la zone noyée (les eaux de réserves) et avoir des effets rapides sur la pollution des sources et forages.

C'est le cas des affluents d'égouts municipaux qui collectent les eaux usées (Mazraat Ech Chouf et El Kahlouniyé par exemple), et les concentrent en un seul point sans traitement préalable.

Par ailleurs, les eaux de fosses perméables provenant d'une ou plusieurs unités habitables se dirigent lentement vers la zone d'infiltration et peuvent s'y installer (vu le débit minime). Mais avec les premières pluies efficaces de l'année, l'**effet de chasse** se produit, et les eaux souillées stockées dans la zone d'infiltration s'acheminent vers les sources et les forages qui produisent, presque partout au Liban, des eaux non salubres, pendant les premières crues de l'année (en automne).

Dans le cas de liaison rapide par gouffres verticaux ou par « forages à fond perdu », la zone noyée sera contaminée quelque soit le débit.

**Le projet d'assainissement et de traitement des eaux usées de la région du Chouf – Es Souayjani trouve ici toute sa justification. Sa réalisation assurera la protection des eaux superficielles et souterraines.**

N'oublions pas qu'un **périmètre de protection** rapproché sera utile autour des principaux points d'eau (sources et forages), qui doivent rester propres du fait de leur utilisation pour l'alimentation en eau potable. La Carte C, h.t. propose la création d'une dizaine de zones de protection autour des cinq forages de l'Administration (à Baaqline, Gharifé, Mazraat Ech Chouf et Dardourit) ainsi qu'autour des cinq sources principales.

Chaque zone de protection aura 500m de diamètre autour du point d'eau concerné. Elle le protège de toute pollution durable ou accidentelle.

Dans ce périmètre et comme le veut la législation libanaise, il est interdit :

- d'effectuer des travaux ou des activités pouvant réduire les volumes d'eau infiltrés ou d'entraver leur qualité,
- d'exécuter des forages d'eau, de même que des forages à fond perdu,
- de déposer ou d'entasser des immondices ou des ordures ménagères,
- de rejeter les voitures usagers ou les déchets des garages de réparation,
- de déposer ou stocker des matières chimiques ou radioactives de quelque nature que soit,
- d'épandre des fertilisants et des matières non dégradables,
- d'installer des fermes d'élevage ou pacager des troupeaux,
- d'installer des stations-service et des usines de toute sorte,
- de construire des cimetières,
- d'installer des carrières et de grosses fouilles.
- Les environs directs des sources et forages seront interdits à toute construction.

Enfin, l'entrée des gouffres et des grands vides sera gardée de toute agression et clôturée correctement par les municipalités.

En conclusion à cette partie, nous mesurons l'importance de la représentation des renseignements sur les **points de pollution**, la **population** et **l'hydrogéologie** sur une seule carte (Carte C). Elle montre visuellement le degré d'agression contre le milieu naturel, dans une région qui commence à être surpeuplée, et localise cette agression vis à vis des ressources souterraines en indiquant l'impact de la pollution sur ces dernières.

## 6.5 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Le **cadre physique** montre une région de moyenne montagne, formée de deux morceaux de plateaux, l'un se tenant à 800m et l'autre à 1000m d'altitude. Ces plateaux sont incisés par un important réseau hydrographique, et le secteur de Aï n Ouzai n – Kfar Nabrah est doté d'un magnifique champ de dolines.

Le **climat** est partout doux et modéré avec des températures mensuelles allant de 8,3°C pour le mois le plus froid et 22,8°C pour le mois le plus chaud (Tabl. 6.2). Les précipitations moyennes annuelles se tiennent entre 1043 mm/an et 1301 mm/an (Tabl. 6.1), ce qui veut dire que la région est bien arrosée et que la végétation naturelle doit y être bien développée.

La **géologie** insiste sur la prédominance des roches carbonatées et karstifiables. Tous les affleurements appartiennent au Crétacé en allant du Néocomien (C1) au Cénomaniens moyen (C4b).

La **structure géologique** est représentée par un réseau dense de failles, dont la plus importante est la faille de Deir El Qamar – Barouk (Carte A). Par ailleurs la flexure de Roum – Es Souayjani est l'accident le plus marquant du domaine étudié. Elle dessine de part et d'autre deux fonds synclinaux évasés.

L'**hydrogéologie** nous laisse découvrir deux principaux aquifères karstiques qui sont l'aquifère du Crétacé moyen (Le Cénomaniens inférieur, C4a et une partie de l'Albien, C3), et l'aquifère de l'Aptien (La falaise de Blanche, C2b1 et la partie supérieure de l'Aptien inférieur, C2a).

Les **sources** et les **forages** sont inventoriés et localisés sur les Cartes au 1/20.000. Il s'agit d'une trentaine de sources et sourcins et de 24 forages dont 5 appartiennent à l'Administration.

Du point de vue **hydrologie de surface**, la région du Chouf – Es Souayjani s'étend sur une partie des deux bassins versants de Aouali et de Damour. La ligne de partage des eaux superficielles, de direction grossièrement méridienne, divise Es Souayjani en deux parties inégales (Carte C). La plus petite regroupe les villages de Mazraat Ech Chouf, El Kahlouniyé, Jdaidet Ech Chouf et Aï n Ouzai n, qui se trouvent dans le bassin versant du Nahr El Barouk (Tributaire de Aouali). La plus grande regroupe Gharifé, Aanbal, Aatrine, Baaqline et Es Semqaniyé qui appartiennent au bassin versant de Nahr El Hammam (affluent du Nahr Ed Damour).

Cette position hydrologique fait de la région du Chouf – Es Souayjani une **Zone Amont** qui distribue ses eaux dans tous les sens. Si ces eaux restent propres, ceci aura des conséquences bénéfiques sur l'**Aval hydrologique**, et dans le cas contraire les conséquences seront catastrophiques.

Partant de cette constatation, il est impossible de penser à la région du Chouf – Es Souayjani comme étant une entité indépendante, mais de considérer le problème d'une manière globale, pour tenir compte des impacts possibles sur l'aval hydrologique et hydrogéologique.

En effet, il est urgent de procéder à l'établissement d'un réseau moderne d'égout municipal et à l'exécution des stations de traitement dans les endroits adéquats, en tenant compte des paramètres physiques et humains.

Mais n'est-il pas nécessaire de penser à la destinée de l'eau sortant de ces stations et au degré d'épuration requis, en tenant compte des aménagements possibles dans les bassins de Aouali et de Damour ?

Les eaux provenant du Nahr El Barouk constituent l'essentiel des eaux du barrage de Bisri qui sera érigé non loin de Mazraat Ech Chouf.

Les eaux traitées des stations de Mazraat Ech Chouf, d'El Kahlouniyé et de Jdaidet Ech Chouf – Aï n Ouzai n rejoindront sans doute le réservoir de Bisri destiné à l'alimentation en eau potable de l'Iqlim El Kharroub et de la Capitale Beyrouth. Ceci étant, il faudrait ajouter les stations des autres localités comme Aammattour, Aï n Qaniyé, Moukhtara, Boutmé etc... pour ne pas citer les villages de Barouk, El Fraidiss et Batloun...

Le problème d'Es Souayjani ne doit donc pas être résolu séparément mais à travers un « Plan Directeur Général » qui tient compte des aménagements hydrauliques de Aouali, et qui ne conduit pas à une infinité de stations de traitement dont la probabilité de disfonctionnement, à la longue, est élevée.

Pour le bassin versant du Nahr El Hammam, il est intéressant de penser à la protection des ressources en eau de Ouadaya et Jahliyé. En outre la pollution du Nahr El Hammam risque fort de porter atteinte à la qualité des eaux du bassin hydrogéologique de Damour qui alimente actuellement Beyrouth en eau potable.

La solution du problème des eaux usées du Chouf – Es Souayjani ne peut être effectuée que par étapes :

- a- Etablir les réseaux d'égout municipaux.
- b- Exécuter les stations de traitement des eaux usées (traitement secondaire au moins), dans les endroits favorables.
- c- Agir auprès des autorités compétentes pour construire un collecteur général au fond de la vallée de Barouk – Aouali et un autre dans la vallée d'El Hammam – Damour, pour acheminer les eaux de toute la région (traitées ou non traitées) vers une grande station côtière.

Les deux premières étapes constituent l'objet du Projet actuel. Elles peuvent être exécutées par la « Fédération des Municipalités du Chouf – Es Souayjani » (FMCES). Les collecteurs généraux devront être étudiés et exécutés par le « Ministère des Affaires Municipales » ou le « Conseil du Développement et de la Reconstruction » (CDR).

## **CHAPITRE 7**

### **DEFINITION DU SCHEMA D'ASSAINISSEMENT ENVISAGE**

#### **7.1 AVANT PROPOS**

Suite à l'étude de la phase 1 du projet au titre du rapport préliminaire et intermédiaire, un schéma d'assainissement a été proposé afin de permettre l'optimisation de la collecte, le transport et le traitement des eaux usées et pluviales. La différenciation des zones collectives des zones non collectives a été établie par le zonage d'assainissement proposé.

Le schéma directeur établi par le BTM (Voir Chapitre 3, Fig. 3.1-3) constitue la base de notre étude. PROSPECT dressera une étude du réseau d'assainissement secondaire et tertiaire tout en se raccordant au réseau primaire étudié par le BTM. Notre but est de relier le réseau interne de chaque commune au réseau principal ce qui nous oblige à continuer le plan directeur d'assainissement tracé et étudié par le BTM et approuvé par le CDR. Le choix des alternatives et leur comparaison ne se posent plus, on adoptera une seule solution pour tout le schéma d'assainissement de la FMCES.

De plus le CDR a déjà donné le feu vert à l'exécution de l'étude du BTM : les stations de traitement sont à 30% sous contrat. Le réseau d'assainissement des communes Jdaïdet Ech Chouf – Baqaata a été validé et l'exécution des travaux commencera prochainement. Pour cela, plusieurs points sont à signaler afin d'élaborer de façon plus détaillée l'étude du BTM.

##### **7.1.1 Base de Données Cartographiques**

Les cartes topographiques couleurs (échelle 1/20.000ème) constituent l'une des données de base essentielle de l'étude en matière de cartographie. Ce sont ces cartes qui, scannées en noir et blanc, ont servi de support général pour le report des différentes informations telles que l'occupation des sols, les réseaux d'assainissement projetés, le contour de la zone de projet, les réseaux d'assainissement d'eaux usées résultant du schéma directeur, la localisation des stations de pompage et des sites potentiels de traitement, etc.

Ces cartes, malgré la richesse des informations qu'elles comportent, présentent l'inconvénient majeur d'être anciennes (état 1963) et, par conséquent, elles ne reflètent pas nécessairement la réalité actuelle sur le terrain notamment en matière de réseau routier et d'urbanisation.

Les informations directement exploitables figurant sur les cartes topographiques (éch : 1/20.000ème) concernent essentiellement :



- Le réseau hydrographique avec les cheminements et les noms des Nahr, Ouadi, etc.
- Le réseau routier (état 1963) avec ces points topographiques caractéristiques, à partir desquels nous avons procédé à une analyse topographique,
- Les noms des villes et villages,
- Les courbes de niveau (dont l'équidistance est de 10 mètres) ont été exploitées pour identifier des points hauts et points bas sur les cheminements préférentiels des collecteurs primaires d'eaux usées et pour les sites, potentiels de traitements.

### **7.1.2 Visites de terrain et enquêtes**

Dans le cadre des prestations exécutées au titre du rapport préliminaire, des visites de terrain ont été réalisées avec pour objectif essentiel :

- D'appréhender la morphologie générale des zones d'étude ainsi que le développement de l'urbanisation et du réseau routier,
- D'identifier les usages du milieu récepteur (irrigation, prises d'eau, etc...),
- De procéder à une recherche en première approche des cheminements envisageables pour la pose des collecteurs et des contraintes sur ces cheminements.

Ces visites au niveau du rapport préliminaire nous ont permis de dégager les grandes lignes du schéma directeur et les zones pseudo gravitaires. Les premières réflexions concernant ce découpage figurent dans le rapport préliminaire.

En complément de ces premières visites, des visites complémentaires de terrain ont permis de procéder à une visite des localisations des sites potentiels déjà déterminés par BTM, et des cheminements préférentiels des collecteurs ainsi que les contraintes sur ces cheminements.

## **7.2 DEFINITION DU SCHEMA D'ASSAINISSEMENT ENVISAGE**

### **7.2.1 Décomposition de la zone de projet en zones pseudo gravitaires**

D'une manière générale, il nous a semblé opportun de privilégier les cheminements de collecteurs sous réseaux routiers ou sous chemins existants, et ce pour les avantages que présente cette solution :

- Minimiser l'impact sur le foncier en privilégiant la pose de collecteurs sous domaine public.
- Minimiser l'impact sur l'environnement en évitant d'engager des travaux dans des secteurs naturels.
- Faciliter les conditions de surveillance et d'exploitation des ouvrages.

En outre, il convient d'admettre qu'en règle générale, les développements futurs d'urbanisation vont probablement s'organiser autour du réseau routier.

Ceci dit, cela pose néanmoins des problèmes lorsque l'urbanisation s'est développée en contrebas du réseau principal routier, ce qui est le cas d'une grande partie des communes du Chouf, voire du Liban.

D'autre part, privilégier le cheminement des collecteurs dans les talwegs en bord de Nahr, pose aussi dans certains cas des sérieux problèmes, et ce entre autres pour les raisons suivantes :

- La descente des effluents dans le fond des talwegs est souvent difficile, soit à cause des nombreuses terrasses, soit à cause de la présence de barres rocheuses, voire même de falaises.
- Le cheminement de conduites dans le fond des talwegs devient extrêmement difficile et même illusoire dès lors que l'on rencontre des gorges sinueuses, le basculement d'une falaise à l'autre là où c'est faisable ne permettant plus de choisir une rive privilégiée.
- L'inaccessibilité par des engins même 4 x 4, l'étroitesse des fonds talwegs et les déclivités latérales importantes empêchent dans la majorité des cas la pose de collecteurs, la réalisation de chemins d'accès et la mise en œuvre d'unité de traitement des eaux.

Cependant on remarque que des communes de toutes tailles ont connu un développement non seulement le long de la route primaire, mais surtout une extension sur les pentes, si bien qu'une grande proportion de l'habitat trouve son accès à travers des routes secondaires qui conduisent jusqu'aux limites des habitations les plus basses qui s'étendent sur le versant de la commune. Et même parfois ces routes continuent plus loin à cause de la présence de chemins agricoles ou autres.

Bien entendu ces trajets sont secondaires et n'apparaissent souvent pas sur les plans 1/20.000ème couleur qui constituent notre base d'informations la plus précieuse, ou sont indiqués en pointillés, étant donné les changements ayant eu lieu après l'établissement de ces cartes en 1964.

Cela nous a permis, non sans difficultés, de profiter de ces chemins existants pour envisager leur utilisation comme routes d'accès vers la station d'épuration, lorsque celle-ci est prévue pour une seule commune ou pour un groupe de communes.

### **7.2.2 Définition des zones pseudo gravitaires et schémas d'assainissement envisageables**

L'assainissement non collectif a été repéré et sera strictement réservé aux habitations isolées (les habitations en sommet des montagnes, lointaines...) tel qu'il figure au titre de la Fig.7.1 (échelle 1/20 000<sup>ème</sup>), nous rappelons que les dimensions du projet sont modestes. Pour ces habitations-là nous proposons la solution des fosses septiques à fonds étanches. La construction s'effectuera sous le contrôle des municipalités selon les règles de l'art. Les dimensions et les types seront adaptés suivant l'importance des habitations et la nature des sols. L'assainissement collectif présent et futur a été également repéré et figure sur la Fig. 7.1.

Chaque schéma d'assainissement et plan directeur proposé respectera la réglementation en vigueur au Liban et dans la Fédération. Les aménagements proposés tiendront compte de la stratégie de la collecte des eaux usées sur l'ensemble du territoire, de la protection de la ressource en eau, des réseaux de collecte, des systèmes d'épuration existants et de l'urbanisation future.

Comme déjà signalé, il nous a paru en général opportun de privilégier les cheminements de collecteurs d'eaux usées sous les routes et chemins existants. Les cas qui font exception sont ceux où le collecteur ainsi réalisé ne présente aucune utilité pour la commune lorsque cette dernière est toute ou en majeure partie plus basse que la route.

Les zones pseudo gravitaires sont les zones pour lesquelles seuls quelques refoulements intermédiaires sont nécessaires sur le réseau primaire structurant. Les zones sont individualisées dès lors qu'une conduite primaire structurante, même gravitaire, ne reprend en route aucun village sur un parcours important. En effet, c'est pour ces deux raisons qui viennent d'être citées, et souvent lorsqu'elles sont combinées, que le découpage en zones pseudo gravitaires s'impose.

Les commentaires et justifications seront apportées pour chacun des découpages, mais il est utile de signaler sur-le-champ que le choix de ces zones provient soit pour éviter des stations de pompes sur de longs trajets et parfois sur des hauteurs importantes, soit pour éviter des réseaux gravitaires assez longs et injustifiables. C'est donc surtout pour raison économique du projet que le choix de sites de traitement par groupement de communes ou unitaires est effectué par le BTM, surtout que le coût en terme de réseau (conduites gravitaire, stations de pompage et conduites de refoulement) est assez lourd sur le coût total.

De ce point de vue précisément, et sans trop se lancer dans les calculs, il est de loin plus rentable de chercher l'assainissement et le traitement d'une commune toute seule ou avec d'autres par un site commun, que de s'obstiner à la raccorder à une autre lorsque le trajet est inhabité sur un important parcours et qu'il nécessite des postes de pompes. L'impact financier sur la commune est d'autant plus lourd et injustifiable que cette dernière est de petite taille.

Toujours dans le même cadre, les sites de traitement par zones ont l'avantage non seulement de réduire le coût du réseau, mais aussi de réaliser pour la ou les communes intéressées un assainissement total qui descend vers la station, et donc de résoudre le problème des habitations en contrebas qu'on rencontre partout.

Enfin de compte notons qu'outre la dispersion non contrôlée des habitations, certains secteurs d'une même commune posent des problèmes de raccordements sur les collecteurs primaires. Ces secteurs spécifiques ont été identifiés comme tels, leur résolution se faisant cas par cas, le cas échéant en regroupant les eaux usées en un point pour les pomper afin de rejoindre le réseau.

Bien qu'on ait opéré de la façon la plus rationnelle pour assurer la meilleure collecte des eaux usées, certaines parties font l'objet de considérations à l'échelle de la commune. Par conséquent l'étude de toutes les variantes à l'intérieur même de la commune est à considérer.

Nous avons identifié lors des visites de terrain les points de rassemblement des effluents et les sites potentiels de traitement déterminés pour chaque zone pseudo gravitaire, en prenant en compte dans le découpage les éléments suivants :

- Contraintes spécifiques concernant les cheminements des collecteurs.
- Contraintes relatives au milieu récepteur et à ses usages.
- Possibilité de réutilisation des eaux usées traitées pour l'irrigation.

Les eaux traitées à la sortie des stations seront restituées aux cours d'eaux naturels. Elles pourraient être utilisées en aval pour l'irrigation à condition que cette filière respecte les normes de l'OMS... (Notons qu'à l'heure actuelle les eaux usées brutes empruntent les mêmes voies et viennent grossir les débits des eaux d'irrigation...)

- Proximité concernant une éventuelle valorisation agricole des boues.

De plus, d'autres communes en dehors de la FMCES appartenant au même bassin versant (Jdaïdet Ech Chouf) peuvent se raccorder au réseau d'assainissement étudié par PROSPECT. On citera les communes de Moukhtara et Boutmé qui ne possèdent pas de réseau existant et dont l'assainissement peut couler en gravitaire tout au long du fleuve vers l'emplacement de la station d'épuration de Jdaïdet Ech Chouf.

Le schéma directeur établi par le BTM constitue la base de notre étude. PROSPECT a dressé une étude du réseau d'assainissement secondaire et tertiaire tout en se raccordant au réseau primaire étudié par le BTM. Notre but est de relier le réseau interne de chaque commune au réseau principal. (Fig.7.2, échelle 1/20 000<sup>ème</sup>)

Avec l'étude finale du BTM (une bonne variation a été remarquée), en ce qui concerne les communes de la FMCES, le BTM a prévu l'existence de 4 collecteurs principaux composé des conduites primaires de 6 communes tel qu'il est figure au titre de la Fig.3.1-3 (échelle 1/20 000<sup>ème</sup>). (Voir Chapitre 3, paragraphe 3.1-3)

Dans l'étude du BTM le collecteur R couvre la partie ouest de la commune Baaqline et est composé d'un réseau de 5 Km environ. L'assainissement des conduites primaires de diamètres de 200 et 300mm a été prévu en gravitaire. Le nouveau site de traitement potentiel est proposé en rive droite tout au début du Ouadi Dardourit au niveau topographique 633 m à l'ouest de Baaqline. PROSPECT complètera ce collecteur de 13 Km environ de conduites gravitaires secondaires et tertiaires de diamètres 200, 300 et 500mm pour une meilleure collecte de l'assainissement dans cette commune.

Le collecteur S englobe les communes de Es Semqaniyé, les parties nord, sud et la partie est de Baaqline ainsi que les communes de Aatrine, Aanbal. Le réseau gravitaire commence de Baqaata et suit en direction de Es Semqaniyé jusqu'au point bas (point topo 833). L'assainissement se dirige vers ce même point bas, et le collecteur est conduit dans le Ouadi Ain Houssain qui prendra à son tour la partie est de Baaqline. Les eaux usées se dirigent ensuite conduites vers les deux communes de Aatrine et Aanbal. L'emplacement de la station d'épuration est prévu à environ 1 Km au sud entre la route et la falaise tout au début du Ouadi Bezqayia. Ce collecteur est formé de conduites gravitaires de 200, 250 et 300mm de diamètres et composé d'un réseau de 18.5 Km environ. PROSPECT complètera ce collecteur de 14.6 Km environ de conduites gravitaires secondaires et tertiaires.

Le collecteur T regroupe la commune de Jdaidet Ech Chouf et la partie sud de Baqaata. Le réseau commence du sud de Baqaata tout en collectant la partie est de Jdaidet Ech Chouf. La conduite primaire de 200, 250, 300 et 400mm de diamètres emprunte la route principale qui va en gravitaire jusqu'au site potentiel proposé en rive gauche de Nahr El Barouk, à l'ouest de la commune de Moukhtara. La longueur de ce réseau est de 8 Km approximativement. PROSPECT a prévu de relier la partie ouest de la commune de Ain Ouzain à ce collecteur. L'assainissement sera collecté en gravitaire jusqu'au site de traitement proposé en rive gauche de Nahr El Barouk. Le réseau de conduites gravitaires secondaires et tertiaires est de 10.7 Km environ, complétant les communes de Jdaidet Ech Chouf et Baqaata ainsi que la partie ouest de Ain Ouzain.

Le collecteur U englobe la commune de Gharifé. Le site potentiel unitaire pour cette commune est proposé en rive droite de Ouadi Mazgharine. L'assainissement des conduites primaires de diamètres de 200 et 250mm a été prévu en gravitaire avec deux points de collecte aux points bas. La conduite de transfert suit Ouadi El Joura en direction du site de traitement. Ce réseau d'assainissement a pour longueur 3 Km environ. PROSPECT complètera ce collecteur de 2 Km environ de conduites gravitaires secondaires et tertiaires.

Au total PROSPECT a complété l'étude du BTM de 40,3 Km environ de conduites secondaires et tertiaires pour une bonne et meilleure collecte de l'assainissement des communes de la FMCES. La figure 7.2 attachée à ce rapport, montre le réseau des conduites gravitaires secondaires et tertiaires ainsi que le réseau primaire final tel qu'il est étudié par le BTM.

## **CHAPITRE 8**

### **CRITERES DE CALCUL**

#### **8.1 INTRODUCTION**

La définition des critères de calcul pour le système d'assainissement adopté des Eaux Usées est essentiellement basée sur la pratique d'ingénierie, l'expérience du Consultant et sur le document standard pratique SPD8.

#### **8.2 FIGURES DE POPULATION**

Les conduites d'Eaux Usées seront dimensionnées pour satisfaire l'an 2028. Le système d'Eaux Usées doit évacuer les débits des citoyens de la région Ech-Chouf Es Souayjani tout en se basant sur le nombre actuel d'habitants de la région et sur le facteur de croissance de la population.

#### **8.3 DEBITS D'EAUX USEES**

Des données historiques limitées sont disponibles pour estimer les débits caractéristiques d'Eaux Usées pour tout le Liban et particulièrement pour la région de la FMCES.

Le SPD8 ne donne pas des valeurs spécifiques pour les débits domestiques d'Eaux Usées, cependant, il indique qu'ils doivent être pris comme 80% de l'eau consommée et majorés de 10% en saison étiévale.

Ainsi, comme la consommation d'eau a été majorée, le facteur de 10% ne serait plus pris en compte pour le taux de consommation étiévale de pointe.

#### **8.4 COEFFICIENTS DE POINTE**

Les débits de pointe domestiques d'Eaux Usées, résultant des variations diurnes peuvent être calculés par une des deux méthodes suivantes.

La première méthode consiste à multiplier le débit domestique moyen par le coefficient de pointe donné par la formule de Giffit / Babbit.

La formule de Giffit / Babbit donne le coefficient de pointe comme suit :

Coefficient de pointe :  $5.P^{-0.167}$

Avec P : le nombre d'habitants servis exprimé en milliers.

Débit Domestique Maximal d'Eaux Usées =  $(5P^{-0.167})$  x débit domestique moyen d'Eaux Usées.

Les débits maximaux non domestiques sont calculés en multipliant les débits moyens non domestiques par un facteur/coefficient de pointe égal à 3.

Débit de pointe non domestique = 3 x débit moyen non domestique d'Eaux Usées.

L'infiltration est multipliée par un facteur égal à 1 durant la saison été et un facteur égal à 3 durant la saison hivernale.

Infiltration de pointe / maximale = (1) x infiltration (été).  
= (3) x infiltration (hiver).

En résumé et suivant cette méthode, le calcul des débits de pointe d'Eaux Usées consiste à multiplier les débits moyens domestiques par le facteur de pointe de Babbitt, les débits moyens non domestiques par un facteur égal à 3 tout en multipliant l'infiltration par un facteur égal à 1 en été et égal à 3 durant l'hiver. Ce qui conduit à:

- Débit de pointe d'Eaux Usées (été) =  $[(5P^{-0.167})$  x débit moyen domestique + (3 x débit moyen non domestique) + (1 x infiltration/débit entrant)].
- Débit de pointe d'Eaux Usées (hiver) =  $[(5P^{-0.167})$  x débit moyen domestique + (3 x débit moyen non domestique) + (3 x infiltration/débit entrant)].

D'autre part, la 2<sup>ème</sup> méthode pour l'évaluation des débits de pointe d'Eaux Usées est basée sur un coefficient / facteur de pointe général avec ces valeurs suivantes :

- Pour  $Q \leq 0.004$  m<sup>3</sup>/s, le facteur de pointe associé est FP = 3.34
- Pour  $0.004 < Q < 5$  m<sup>3</sup>/s, le facteur de pointe associé est calculé comme suit : FP = Exp. (0.68 - 0.074 (ln Q - 1.61)).
- Pour  $Q \geq 5$  m<sup>3</sup>/s, le facteur de pointe associé est FP = 1.98.

Pour cette étude, la première méthode de calcul a été adoptée pour dimensionner les égouts.

## **8.5 TAUX D'INFILTRATION**

Les débits d'infiltration jouent un rôle majeur dans le dimensionnement des conduites d'Eaux Usées. Aussi, ils doivent être ajoutés aux débits de pointe d'Eaux Usées afin d'obtenir le débit de calcul d'Eaux Usées. Les taux d'infiltration varient généralement entre 356 et 115 m<sup>3</sup>/Km d'égout par jour pour les anciens réseaux d'Assainissement. Les fuites parvenant des eaux souterraines ou les infiltrations peuvent varier de 10 à plus que 1000 l/jour/diamètre (mm)/longueur de conduite (Km). Cependant, les dernières spécifications recommandent une moyenne de 45 l/jour/mm/Km longueurs de conduite.

Dans cette étude, le débit d'infiltration va être pris égal à 10% du débit d'Eaux Usées généré, qui est de près équivalent à la méthode de calcul ci haut.

## **8.6 CALCUL HYDRAULIQUE ET DIMENSIONNEMENT DES EGOUTS**

Le calcul hydraulique des égouts doit être basé sur les équations de Manning en utilisant un coefficient de rugosité  $n = 0.013$ .

Les conditions caractéristiques du calcul hydraulique des égouts et qui satisfont généralement les recommandations du SPD8 sont comme suit :

- Diamètre minimal d'une conduite d'Eaux Usées ou drain de surface doit être égale à 200mm.
- Les égouts doivent être dimensionnés de telle façon que la vitesse d'auto curage égale à 0.75 m/s soit accomplie une fois par jour.

Cependant, pour des conduites plus grandes, cette vitesse pourrait être insuffisante pour éviter le dépôt de vase et la croissance du limon.

La vitesse minimale d'auto curage doit augmenter en fonction du diamètre de la conduite comme pour créer une énergie suffisante pour surmonter les efforts tranchants (German ATV – Standard A118) (Réf. Tableau No. 8.6-1).

En respect de ce fait, on a adopté les valeurs maximales entre le SPD8 (0.75 m/s) et German ATV – Standard A118. Par conséquent, pour les diamètres inférieurs à DN 500, on recommande d'utiliser une vitesse d'auto curage de 0.75 m/s et pour les diamètres supérieurs ou égaux à DN 600, utiliser les valeurs données par le ATV allemand Standard A118 (Réf. Tableau No. 8.6-2).



**Tableau 8.6-1 Vitesse critique et pente critique pour les conduites d'Eaux Usées – égouts.**

<b>Diamètre Nominal (mm)</b>	<b>Vitesse Critique (m/s)</b>	<b>Gradient critique (mm/m)</b>	<b>Pente critique (1/...)</b>
300	0.59	1.59	630
350	0.64	1.55	645
400	0.70	1.52	660
450	0.76	1.49	670
500	0.80	1.47	680
600	0.88	1.44	695
700	0.96	1.41	710
800	1.03	1.38	725
900	1.10	1.35	740
1000	1.17	1.32	750
1100	1.24	1.31	760
1200	1.30	1.30	770
1300	1.36	1.28	780
1400	1.41	1.26	790
1500	1.46	1.25	800
1600	1.51	1.24	810
1800	1.62	1.22	820

**Tableau 8.6-2 Valeurs adoptées pour le calcul**

<b>Diamètre Conduite</b>	<b>Vitesse minimale</b>	<b>Pente minimale</b>
200	0.75	5
250	0.75	5
300	0.75	5
350	0.75	4
400	0.75	3.5
450	0.75	3
500	0.75	2.5
600	0.88	2.5
700	0.96	2.5
800	1.03	2.5
900	1.1	2.5
1000	1.17	2
1100	1.24	2
1200	1.3	2
1300	1.36	2
1400	1.41	2
1500	1.46	2
1600	1.51	2
1800	1.62	1.5
2000	1.62	1.5

## **8.7 PRINCIPES DE CALCUL**

Le calcul du réseau de collecte actuel d'assainissement pour la région Ech-Chouf Es Souayjani doit être généralement fait en conformité avec les recommandations comme précisées dans le SPD8 concernant les Eaux Usées et les réseaux de drainage.

### **a) Niveaux de Service**

Les niveaux de service pour le réseau de collecte des Eaux Usées dans la région Ech-Chouf Es Souayjani doit être conforme aux recommandations du SPD8 comme suit :

- Pas d'interruption du service sans alternatives de collecte ou disposition.
- Pas d'odeur ou bruit.
- Les réseaux d' Eaux Usées doivent être unitaires c.à.d séparés des réseaux d'évacuation des eaux pluviales.
- Pas d'exfiltration d'Egout à partir du réseau (Pour la protection des aquifères).

### **b) Matériaux pour les Egouts gravitaires.**

Comme déjà mentionné, les conduites d'Eaux Usées en ciment installées dans la région Ech-Chouf depuis presque 30 ans n'ont pas montré des signes sévères de corrosion à travers l'attaque du sulfide. Ce phénomène est bien connu dans les pays de plus hautes températures que le Liban.

L'attaque du sulfide se produit dans les égouts qui débitent en partie pleins après que l'oxygène dissous dans les Eaux Usées a été consommé par les réactions chimiques, créant ainsi des conditions sceptiques.

Cependant, comme ce processus est dépendant du temps et de la température, il doit être prévu qu'avec l'extension du réseau d'Eaux Usées dans la région Ech-Chouf Es Souayjani, même le temps de rétention des Eaux Usées dans les conduites doit être augmenté. Ceci va accroître la septicité et ainsi causer les conditions de corrosion.

De ce fait, les conduites Asbestos doivent être utilisées uniquement dans de tels cas, où le temps de rétention de l'Eaux Usées est encore dans l'intervalle de certaines limites, i.e. dans les parties amont du système, où les diamètres des conduites sont relativement petits.

Tous les autres égouts doivent être résistants à la corrosion. Pour cela, les recommandations suivantes pour les matériaux des conduites d'Eaux Usées doivent être adhésés à :

- DN 150 – DN 250 (mm) pour les connections de maisons uPVC.
- DN 300 et plus Asbestos ciment, GRP ou GRE (fibre de verre renforcé en plastique ou époxy). Conduite en béton revêtue de l'intérieur par de l'époxy rude.

Le choix final des matériaux va dépendre en partie de la situation actuelle. Par exemple, dans les parties très pentues de la FMCES, où les Eaux Usées vont avoir relativement une durée courte de rétention due aux fortes vitesses, il est recommandé d'utiliser des conduites en Asbestos ciment ou conduites en béton pour les diamètres allant jusqu'à 500mm.

D'autres aspects peuvent être le prix actuel au moment devis /offre.

Le choix concluant entre les types déjà mentionnés doit être fait ultérieurement par l'entrepreneur durant le débits en tenant compte de la situation existante et peut être bien influencer par le prix de la compétition / concurrence entre les fournisseurs des différents matériaux de conduites comme GRP ou béton avec revêtement ou voile résistant à la corrosion.

Quelques informations supplémentaires sur les conduites pour les réseaux de collecte des Eaux Usées, comme la puissance physique, et les joints sont contenus dans le SPD8 daté 27 Novembre 1995 et doit être consulté durant la phase du calcul / Etude final(e).

### c) Regards

Les regards doivent être prévus pour l'inspection et la maintenance et ceci pour tous les égouts gravitaires.

Les critères de guide adoptés sont les suivants:

- Conduites Eaux Usées  $\leq 1000$  mm doit avoir un espacement entre regards variant entre 50 et 60 m et dans certains cas ne doivent pas dépasser 100m.
- Un espacement max de 180m est recommandé pour les conduites  $\geq 1000$  mm, l'espacement connu étant entre 60 et 100m.
- Les regards doivent être utilisés sur les embranchements des égouts latéraux avec les égouts principaux et sur les égouts succédant des pentes naturelles élevées.
- La côte de la conduite de sortie à partir du regard ne doit pas dépasser la côte de la conduite d'entrée.  
Les conduites d'Eaux Usées entrant avec un niveau élevé doivent être ajustées avec un 'back drop' sauf si la différence entre la côte voûte de la conduite entrant et la conduite sortant est inférieure à 1.20.
- Les recommandations du SPD8 spécifiant que dans tous les cas, la côte voûte de la conduite sortant doit être au moins 20mm plus basse que la côte voûte de la conduite entrant, sont vraisemblablement raisonnables pour la construction des réseaux de collecte locaux et plus petits. Cependant, pour cette présente étude, avec des conduites d'Eaux Usées larges, il est prévu que les travaux vont être conduits par un entrepreneur expérimenté ; cette recommandation n'a pas été incluse dans cet actuel calcul des égouts.

- La flexibilité entre les regards et les égouts connectés doit être assurée par le biais de cols spéciaux ou des petites pièces de conduites.
- L'accès aux regards doit avoir une ouverture de diamètre minimal 675 mm avec un cadre et un couvercle en fonte ductile.
- Les dimensions des regards doivent au moins être comme mentionné dans le Tableau 8.7-1. Un seul égout entre le regard. Si deux égouts ou plus, entrent dans le regard, le diamètre doit être suffisant pour une accommodation adéquate.

**Tableau 8.7-1 Dimensions des Regards**

Diamètre Conduite (mm)	Regard Type Carré A x A (mm)		Regard Type Circulaire D (mm)	
<350	M1	1200x1200	C1	1200
350-450	M2	1350x1350	C2	1350
500-700	M3	1500x1500	C3	1500
800-900	M4	1800x1800	C4	1800
1000-1200	M5	2000x2000	C5	2000
1300-1600	M6	2400x2400	C6	2400
1800-2000	M7	3000x3000	C7	3000

- Les connections des égouts se fera au niveau des regards si possible, de ce fait l'égout se bloquera ce qui facilitera les travaux de maintenance et de nettoyage. Quand un nombre d'habitations, proches les unes des autres, nécessitent de se connecter, elles peuvent être combiné avec un réseau secondaire dans un seul regard. Cependant, dans certains cas, des connections doivent se faire avec la conduite d'égouts en installant un branchement en Y.

#### **d) Revêtement des conduites d'égouts**

Le revêtement des conduites d'égouts de la partie supérieure de la conduite à la surface ne sera pas moins que 1.2 m dans les rues et 1.0 m en milieux ouverts. Si le revêtement ne pourra pas être obtenu, la conduite sera protégée par le moyen de dalles en ciments entourant.

# CARTE A

## CARTE GEOLOGIQUE AU 1/20.000<sup>è</sup>

## **CARTE B**

### **CARTE HYDROGEOLOGIQUE AU 1/20.000<sup>e</sup>**

## **CARTE C**

### **CARTE DES PRINCIPAUX POINTS DE POLLUTION AU 1/20.000<sup>è</sup>**

**FIGURE 3.1-1**

**ETUDE DE BAAQLINE  
BUREAU JOSEPH MEGERDICHE**



## **FIGURE 3.1-2**

### **ETUDE DE FAISABILITES LIBAN CONSULT – CABINET MERLIN**

## **FIGURE 3.1-3**

### **ETUDE BTD**

**FIGURE 5.1-1**  
**CARTE DES RESSOURCES EN SOLS**

**FIGURE 5.1-2**

**CARTE DES BASSINS VERSANTS**

## **FIGURE 7.2**

### **SCHEMA D'ASSAINISSEMENT ENVISAGE PROSPECT - 2003**

## **ANNEXE 3**

### **RESEAU EXISTANT MAZRAAT ECH CHOUF - EL KAHLOUNIYE ETUDE BTUTP (PLAN ET PROFIL)**

## **ANNEXE 4.1**

### **OFFICE DES EAUX DU CAZA DU CHOUF (NOMBRE D'ABONNES 1993 & 2000)**

## **ANNEXE 4.2**

### **ADMINISTRATION CENTRALE DE LA STATISTIQUE (1970 & 1997)**



# **ANNEXE 5.1**

## **DESCRIPTION DES PROFILS**

**ANNEXE 5.2**

**RESULTATS DES ANALYSES**

## **ANNEXE 5.3**

### **LES TRIANGLES DE TEXTURE**

## **ANNEXE 5.4**

### **TABLEAU RECAPITULATIF DES SUPERFICIES PLANIMETREES**