

---

## **Introduction générale**

"L'eau est vitale à la survie, à la santé et à la dignité humaines et elle est une ressource fondamentale au développement humain. Les ressources en eau douce du monde sont sous pression croissante, déjà de nombreuses personnes manquent encore d'accès adéquat à l'approvisionnement en eau pour leurs besoins de base. La croissance de la population, une activité économique en plein essor et des niveaux de vie améliorés mènent à une concurrence accrue et à des conflits pour une ressource en eau douce limitée.

Sur notre planète Terre, l'eau douce accessible correspond à environ 10 % du volume total d'eau douce, soit environ 0,26 % de l'hydrosphère. L'eau souterraine représente la fraction de la ressource en eau la plus importante avec 96 % ; d'où l'intérêt majeur de la préserver contre toute menace de dégradation.

L'Algérie se trouve dans une région du monde la plus défavorisée en matière de disponibilité hydrique, pour cela la pénurie d'eau est devenue un problème décisif vécu par toutes les sociétés. En effet, l'accroissement des populations et le développement des agglomérations, des unités industrielles et des terres cultivées ont eu pour corollaire une dégradation de la qualité des eaux souterraines et une baisse très significative des réserves qui représentent parfois les seules ressources d'eau pour l'alimentation des populations.

A l'instar de la plupart des régions du pays, la région de l'extrême Nord-Est Algérien recèle une ressource très importante en eau souterraine et superficielle due essentiellement à la pluviométrie qui dépasse souvent 1000 mm/ et caractérisé par des grandes nappes d'eau souterraines à grande extension

Notre travail consiste à évaluer cette ressource en eau et essayer de remédier au problème de la contamination à partir des mesures sur terrain (campagnes piézométrique et hydrochimie) ainsi que l'interprétation des résultats et l'analyse des données.

Dans cette optique, il a été jugé utile d'élaborer une analyse assez exhaustive (selon les données disponibles) pour mieux appréhender les différentes facettes de ce secteur vital.

Pour mettre en évidence ce travail, le mémoire s'articule sur six (05) chapitres

---

---

➔ Dans **Le premier chapitre**, une synthèse des connaissances de la région d'Annaba à la frontière tunisienne qui fournira une approche du point de vue géographique, stratigraphique, géomorphologique et géologique

.

➔ Le **deuxième chapitre**, fait le point sur l'hydrologie de surface par un traitement des données hydroclimatiques et à l'évaluation des termes du bilan hydrologiques en s'appuyant essentiellement sur les relevés pluviométriques et de température effectués en différents points du réseau de mesure.

➔ Le **troisième chapitre**, est une étude hydrogéologique, qui s'intéresse à la définition de la géométrie, la structure et la lithologie de la nappe (la réalisation de coupes litho-structurales du réservoir à la base des données de géophysique et des sondages mécaniques), ainsi que la détermination des caractéristiques hydrodynamiques de la nappe du massif dunaire et les principaux aspects de l'écoulement des eaux souterraines.

➔ Le **Quatrième chapitre**, porte sur l'étude hydrochimique des eaux de surface et souterraines, ainsi que la détermination de leur faciès chimiques, et le plus important la vulnérabilité des eaux.

➔ Enfin le **Cinquième chapitre**, partie spéciale du mémoire « évaluation des ressources en eau dans l'extrême Nord-Est Algérien » y compris l'estimation des eaux souterraine et eaux de surface, Il est donc nécessaire de chercher à évaluer les disponibilités en eaux mobilisables et de voir les possibilités de leur utilisation rationnelle dans région étudié.

---

---

# ***CADRE GENERALE***

## **1-SITUATION GEOGRAPHIQUE**

La région d'étude est située dans le Nord –Est algérien elle comprend deux wilaya et 36 communes, répartis sur une superficie d 4410 Km<sup>2</sup>, couvrant les wilayas d'ANNABA et EL-TARF.

Elle est limitée au Nord par la mer méditerranée, au sud par les wilayas de Guelma et Souk Ahras, à l'Est par la frontière algéro-tunisienne et à l'ouest par les la wilaya de Skikda.

### **1-Situation régional**

La wilaya d'EL-TARF : s'étend sur une superficie de 2998 Km<sup>2</sup>

Population 2005 estimée 420246 habitants

Population 2025 estimée 6615543 habitants

Nombre de Daïras 07

Nombre de commune 24

*Les répartitions des communes comme suit :*

\*19communes sont entièrement incluses dans les bassins Côtiers Constantinois –Est

\*02 communes sont entièrement incluses dans le bassin de la Seybouse

03 communes chevauchent sur les deux bassins 14 et 03

-Nombre d'agglomération 89 (sont des zones épars)

Littoral 90 km

Zones humides 04 dont ; 03 classés convention RAMSAR (lac Oubeira, lac oiseaux, lac Tonga),

01 lac non classés : lac Mellah

Faune et flore très diversifié

La wilaya d'ANNABA : s'étend sur une superficie de 1412km

Population 2005 estimée 559896 habitants

Population 2025 estimée 849211 habitants

Nombre de Dairas 05, et les communes 12

Il existe 17 communes qui chevauchent sur les deux bassins (Seybouse, Constantinois Centre)

\*une commune (Elbouni) chevauche sur les deux bassins (Seybouse, Constantinois Est)

04 communes incluses dans le bassin constantinois centre

Le littoral 50 km

Zone humide 01 (lac Fetzera)

---

---

## **II-Aperçu Socio-économique**

la réussite d'un développement socio-économique est tributaire de la disponibilité en eau, l'eau dans la région d'étude est assez disponible pour permettre le soutien des activités socio-économique.

### **1- Agriculture**

Elle est caractérisé par une très grande variété de culture (agrumes, poiriers, pêches, grenadiers, néfliers, cognassiers, sorgho, tomates industrielle, melons, pastèques, et autre cultures maraichers) arrosées à l'aide d'un réseau d'irrigation.

La région se trouve à proximité de la mer méditerrané .compte tenu de cette situation, la pêche constitue une activité prédominante.

### **2-Industrie**

elle occupe dans la région une place importante, il ya l'industrie lourde (Sider, ESPAT,SNM (Société national de métal ) SNVI(Société nationale des véhicules industrielles)

-industrie pétrochimique(ASMIADAL)

-industrie agro-alimentaire (Orelait) ainsi que de nombreuse (PMI) (Petites et moyennes industries) concentré autour d'ANNABA, notamment pour la valorisation des produits miniers, sidérurgique.

### **3-Tourisme**

Le potentiel touristique apparait à travers de nombreux sites riches et variés : un littoral de 90 km de long, pour la wilaya d'EL-TARF et 50km de long pour la wilaya d'Annaba

-divers sites de zones humides (lacs, étangs, marais, deltas, oueds, barrages, source....)

-des forets immenses qui couvrent 58% du territoire de la wilaya d'EL-TARF

La population urbaine est agglomérée dans la région d'ANNABA et El-TARF est de 970142 habitant en 2005, cette population est fortement concentré dans les agglomérations les plus importantes (Chef lieu de la wilaya, des dairas et des communes)

## **I11-ASPECT GEOMORPHOLOGIQUE**

### **Introduction**

La région d'étude fait partie essentiellement de l'Atlas Tellien, dont la géomorphologie est formée par une chaîne montagneuse, des plaines et par des bassins versants, ces formes sont liées principalement à la géologie, à la tectonique qui a affecté la région et à l'accumulation des sédiments alluviaux et éoliens pendant le Quaternaire, ainsi qu'à l'érosion superficielle (précipitation et ruissellement)

### **I-Principales formes**

#### **1-bassins versants**

---

---

La région d'étude est incluse dans trois bassins versants : la wilaya d'El TARF chevauche entre le bassin constantinois Est (code03) avec une superficie de 5955 Km<sup>2</sup> et une altitude moyenne de 716m.

la wilaya d'Annaba chevauche entre le bassin Constantinois centre qui a superficie de l'ordre de 5582 km<sup>2</sup>, Constantinois Est, et le sous bassin de la Seybouse maritime

Les sous bassins versants caractérisant la région d'étude sont :

-l'oued kébir Magroun, lac Fatzara, cotiers chetaibi (faisant partir du bassin du bassin constantinois centre.

-l'oued Seybouse maritime (appartient au bassin de la Seybouse

-l'oued bounamoussa, Ramel souk, oued Mafragh, cotiers El Kala (appartiennent au bassin du constantinois centre

## **2-zone de s plaines**

Les plus importants zone sont :

La plaine d'ANNABA : la grande plaine d'Annaba est drainée par les deux grands oueds, au Sud l'oued Seybouse et au nord l'oued bounamoussa

La plaine d'ANNABA est limitée au Nord par l'inclinal du massif de l'Edough et au Sud par l'anticlinal de la chaîne numedienne.elle est caractérisée par une topographie relativement régulière .on distingue trois secteurs présentent chacun des formes différents :

-la basse plaine dans laquelle s'encaisse l'oued seybouse, les bordures ou on peut observer des glacis et le littoral ou quelque formations quaternaire sont visible. Cette basse plaine a une forme inclinée légèrement bombée avec la seybousse comme axe.

-dans la partie sinueuse on peut observer deux terrasse, la basse terrasse sablo limoneuse constituant le niveau général de la plaine d'ANNABA, très basse terrasse existe seulement dans la région de Dréan, et c'est dans celle-ci que sont dessinés les méandres et les bras morts de la Seybouse ; elle disparaît en aval, la Seybouse entaille alors directement son lit dans la plaine

-la basse terrasse sableuse de la Seybouse est à une altitude de 506m. Elle vient butter contre un cordon dunaire de sable blanc et haut d'environ 10m, cette dune naît derrière le port, au-delà de l'ancienne embouchure de la seybouse

-a l'Est et à l'Ouest, la basse terrasse sableuse de la Seybouse disparaît pour laisser la place à des dépression de 2m d'altitude et formations argileuses noires (marais boukhmira près de l'aéroport d'ANNABA).

-  
La plaine d'EL Hadjar occupe la partie Est du fond de la cuvette du Lac Fetzara et se prolonge par celle de Annaba, elle est reliée au Lac Fetzara à partir de l'Oued Méboudja.

---

---

la plaine d'ELHadjar se termine contre le Djbel Belelieta dernier mont du massif de l'Edough, le versant de ce Djebel est rectiligne et abrupt, il s'agit d'un contact par faille.

### **3-les montagnes**

La région d'étude Annaba –EL TARGH est caractérisée par deux montagnes principales :

La montagne de l'Edough dans la wilaya d'ANNABA et les montagnes de la Cheffia dans la wilaya d'EL TARGH.

*a-la montagne de l'Edough* : le mont de l'Edough est limité à son piémont Sud, Est par le lac Fetzara, la plaine d'ANNABA et la mer Méditerranée .à l'ouest ce massif est nettement séparé des reliefs situés au Nord Ouest par la vallée de L'Oued EL Aneb.

sa masse principale est prolongée en direction du Nord à 5°EST .la ligne de crête relativement rectiligne longue de 26km. Débute au Nord du Lac Fetzara, elle s'élève rapidement à plus de 600m pour cumuler à 1800m d'altitude au Kef Seba et redescend à 867m vers Seraidi, elle s'abaisse en suite régulièrement jusqu'au Cap de garde au Nord de la ville de Annaba.

à l'Est du lac Fetzara, le massif de l'Edough est isolé du Djebel Belelieta par une vallée à fond plat qu'empruntent la voie ferrée et la route RN44, il s'agit là d'un fossé Ouest-Est d'effondrement entre les Djebels Edough et Belieta 287m, ouvrant ainsi une dépression vers la mer méditerranéenne

à l'Ouest le Djebel Edough est relié par deux ensemble de collines ;le premier situé entre deux commune de Oued El Aneb et Berrahal 226m, le second au Nord de Boumaiza 130m.

*b- les montagnes de la Cheffia* les montagnes de la Cheffia qui surplombent la partie aval du bassin d'El Mafragh forment une barrière Est-Ouest, elles présentent au dessus de la plaine de Annaba des altitudes avoisinant les 450m, dominant par des massifs de 700 à 900m d'altitude (Djbel Bled Gherfie 996m) à l'Ouest et Djebel Rhona 1202 m à l'extrême Nord-Est (Frontière Algero-Tunisienne)

### **4-zone des marécages**

temporaire ou permanentes, ces zones sont localisées dans les dépressions à fond argileux imperméables et de faible topographie, elles se situent généralement près de la cote (lac Mellah, Lac Tonga, Lac des oiseaux, Lac Oubeira, Lac Fetzara....etc.) elle est la conséquence d'une pluviosité abondante qui affecte leur impluvium le résultat des débordements des oueds pendant les périodes de crue

## **IV-APPORT DU CONTEXTE GEOLOGIQUE, STRUCTURAL ET GEOMETRIQUE**

### **1-Introduction**

Le cadre géologique d'un bassin versant conditionne les écoulements des eaux souterraines et des eaux superficielles. Nous voulons montrer ici la complexité géologique des

---

diverses formations lithologiques qui contribuent à expliquer la nature des réservoirs, des zones imperméables et des zones en voie de dissolution.

Le tracé hydrologique est fortement influencé par la géologie, cette dernière joue un double rôle, car son influence se fait sentir d'une part sur le régime de cours d'eau, et d'autre part sur l'érosion et le transport solide.

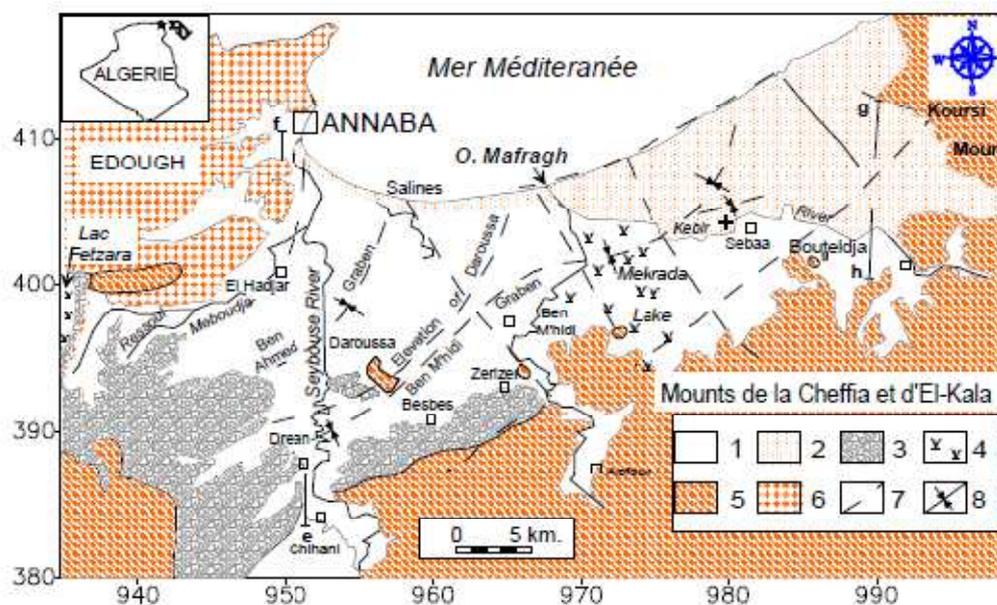
La région d'étude a fait partie de l'ensemble géologique du Tell d'Algérie, Nord Orientale et fait l'objet de plusieurs études géologiques, dont celles de (H. Joleaud, 1936, J. Hilly, 1962, J. M. Vila, 1980, J.C. Lahondere, 1987, Gleizes, 1988, Hammor, 1992). Ces études ont montré deux types de terrains, l'un sédimentaire et l'autre métamorphique.

La couverture géologique du territoire des régions d'études d'Annaba et El Tarf, a été identifiée à partir des cartes géologiques à l'échelle 1/50000 d'Annaba, et El Tarf.

Le terrain en question chevauche sur diverses formations géologiques d'origine sédimentaire, métamorphique et éruptive attribuées aux Paléozoïque, Cénozoïque et Quaternaire qui correspondent à quatre grands ensembles tectoniques et structuraux :

Le massif Cristalloyphyllien de la région de Annaba, l'Edough constitue la terminaison Est de la ligne des crêtes des massifs Kabyles. Il forme aujourd'hui un dôme anticlinal sous l'aspect d'une amygdale elliptique dont l'axe orienté SW – NE se prolonge au-dessus du lac Fetzara par les coteaux de Berrahal.

Cet ensemble montagneux de structures complexes (faillé et plissé) est affecté par toutes les phases tectoniques depuis le Paléozoïque. Il apparaît comme tout à fait indépendant du reste de la région .dont l'orogénie se lie à la terminaison orientale de la chaîne Numidique.



**Fig.1** Situation géographique et géologique des plaines de la région d'Annaba-Bouteldja

(D'après Strojexport, 1975, modifié par Pr.A.HANI 2002)

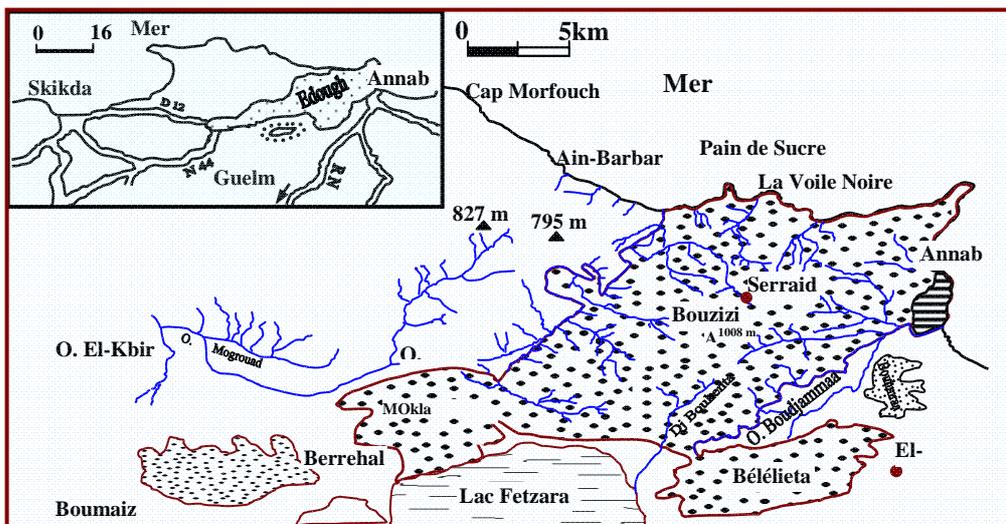
**Légende :** 1- Alluvions récentes et actuelles ; 2- Dunes ; 3- Alluvions anciennes  
4- Marécage ou Lac ; 5- Grés et Argile Numidiens ; 6- formation Métamorphique  
7- Faille 6- Axe des fosses ; 9- Tracé de coupe

## 2. Cadre géologique régional

Le massif de l'Edough, situé sur la côte algérienne, dans la région d'Annaba est un massif cristallophyllien, le plus oriental de la côte algérienne, il se présente comme une antiforme de gneiss et micaschistes de 50 Km de long sur 20 Km de large et d'orientation axiale N 60 à intercalation de marbre-amphibolite et de schiste satinés (J.M.VILA, 1980).

Le massif de l'Edough est caractérisé par une lithologie variée, on y distingue un complexe cristallophyllien qui est la partie essentielle du massif, des formations magmatiques et sédimentaires qui sont localisées principalement dans la partie Est du massif.

Il a fait l'objet de plusieurs études géologiques (Hilly, 1962; Vila, 1970; Gleizes et al., 1988; Marignac et Zimmermann, 1983; Marignac, 1985; Bouguerra, 1990 ; Monié et al., 1992; Hammor, 1992; Aissa et al., 1995; Hammor et Lancelot, 1998; Laouar et al., 2002) et il est considéré comme faisant partie des zones internes de la chaîne alpine de l'Afrique du Nord, associée à la collision de la plaque africaine et européenne durant la période Oligo-Miocène (Auzende et al. 1975; Bouillin, 1979; 1986; Cohen, 1980; Maurey et al., 2000; Laouar et al. 2005).



**Figure 2 :** Situation géographique du massif de l'Edough. (D'après Hilly, 1962 modifiée)

---

Le complexe de l'Edough est composé d'une variété de roches métamorphiques d'âge Précambrien à Paléozoïque; l'ensemble de ces roches forme une antiforme d'axe NE-SW (Figure 2)

### **3-Cadre litho stratigraphique**

#### **3.1. Le complexe cristallophyllien**

D'après les nombreux travaux géologiques dont J.M. Vila, 1970 et G. Gleizes, 1988, le massif pourrait être subdivisé en trois unités (figure 5).

- L'unité de base.
- L'unité intermédiaire.
- L'unité supérieure.

#### **3.2. l'unité de base**

Représentée principalement par des gneiss et des micaschistes correspondant respectivement à la série gneissique de base, on y distingue des gneiss clairs des gneiss sombres et des leptynites. L'ensemble constitue le cœur de l'anticlinal et cette unité gneissique est riche en matériel quartzo-feldspathique, en mica, sillimanite et parfois en tourmaline.

Les gneiss clairs sont pauvres en biotite et sont caractérisés par de gros yeux de feldspaths de 3 à 5 cm.

#### **3.3. L'unité intermédiaire**

Elle repose sur la série gneissique. Cette série est constituée par une alternance de micaschiste et de bancs de marbre à cristaux plus ou moins bien cristallisés. Le contact entre les marbres et les micaschistes est souligné par des Skarns de réaction.

##### **3.3.1. Les micaschistes**

Leur épaisseur varie de quelques mètres à 100 m, sauf au Cap de Garde où ils apparaissent en position verticale avec une structure litée, selon leur composition minéralogique il existe plusieurs types de micaschistes : micaschistes à grenat, micaschistes à grenat et andalousite, micaschistes à deux mica, micaschistes à phénoblastes de muscovite, micaschistes à grenat et staurotide, micaschistes à andalousite et à tourmaline avec plus ou moins de grenat, micaschistes à disthène.

Tous les micaschistes renferment des minéraux du métamorphisme dont certains sont visibles à l'œil nu (grenat, andalousite, staurotide et disthène). Ces minéraux sont assez bien formés et sont souvent idiomorphe.

---

---

### **3.3.2. Le marbre**

Affleure en lentilles ou en petits bancs, parfois recoupé des micaschistes. La couleur est souvent grise très claire, légèrement blanche.

### **3.4. L'unité supérieure (série des alternances)**

Cette unité est essentiellement constituée par l'alternance régulière de micaschiste souvent fortement alumineux et de quartzite feldspathique très plissotée. Dans les micaschistes alumineux à muscovite (ou) à biotite s'intercalent des "lydiennes" noirs en lits d'épaisseur centimétrique à décimétrique. La présence d'acritarches (Ilavsky et Snopkova, 1987) précise que cette série est d'âge Paléozoïque. Vers la base s'intercalent des dalles de gneiss œillets dont la puissance varie de 10 à 100 m.

## **4. Les roches ignées**

Les roches ignées du massif de l'Edough sont localisées, d'une part à la bordure Nord occidentale du massif et dans la région d'Ain Barbar, d'autre part dans la partie septentrionale du massif du Cap de Fer. Ces roches font partie d'une même série calco-alcaline et peuvent être classé en grands groupes:

### **4.1. Le groupe microgranitique**

C'est le groupe le plus important dans le massif de l'Edough, comprend des roches microgrenues plus rarement à tendance microlitique. Il se présente selon le cas : en dykes, en petits pointements en bosses, et des laccolites.

### **4.2. Le groupe rhyolitique**

Les laves qui appartiennent au groupe rhyolitique n'affleurent pratiquement que dans la région située au Nord-Ouest du massif, il se présente soit en filon soit en massif.

Les rhyolites renferment des enclaves de gneiss, de micaschistes, grès numidien, flysch sénonien et microgranite au sein des rhyolites.

### **4.3. Le groupe dioritique**

Les roches du groupe dioritique sont localisées dans la partie septentrionale du massif de Cap de Fer, leur texture est généralement grenue, elles sont formées de plagioclase, de hornblende et augite.

### **4.4. Le groupe andésitiques**

---