

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Université Larbi Ben M'Hidi * Oum El Bouaghi *

Faculté des Sciences et de la Technologie

Département De Génie Civil & Hydraulique

Mémoire De Fin d'Etude Pour l'Obtention Du Diplôme

Magister en Hydraulique

Option : Aménagement Hydraulique et Environnement

Thème :

***LA GESTION INTEGREE DES RESSOURCES
EN EAU CAS DE LA REGION DE SKIKDA***

✚ Présenté par :

DAD SOFIANE

✚ Devant le jury :

✚ *Président* : Mr. CHEIKH ZOUAUOI MUSTAPHA.

✚ *Examineur* : Mr. DJEMILI LAKHDAR.

✚ *Examineur* : Mr. KHIARI ABDELKADER.

✚ *Encadreur* : Mr : AMARCHI HOCINE.

Promotion : 2012-2013

REMERCIEMENTS

Je voudrais remercier Mr Amarchi Hocine pour la confiance qu'il m'a accordée et pour m'avoir encadré et orienté. Mes remerciements vont également aux enseignants de la spécialité hydraulique de toute l'énergie qu'ils mettent à remplir une mission difficile.

Je tiens à remercier les membres du jury : examinateur de ce travail i et Mr Djemili Lakhdar et Mr Khiari Abdelkader, le président Mr Mustapha Cheikh Zouaoui et mon encadreur Mr Amarchi Hocine Je les remercie pour leurs participations et pour avoir accepté d'évaluer ce travail.

Je profite également de cette occasion pour remercier chaleureusement mes collègues pour leur aide et leurs encouragements.

je remercie ma famille et mes proches, et en particulier mes parents qui m'ont soutenue avec patience durant toutes les années de formation et durant la réalisation de ce travail.

et en fin je remercie mon directeur Mr Kaouche Malek directeur des ressources en eau wilaya de Skikda pour les encouragements qui m'a offert et pour le temps qui m'a donné pour pouvoir réaliser ce travail ; sans oublier monsieur : le directeur régional de ANRH et le directeur de l'ABH Constantine.

DEDICACES

Ce travail est dédié à ma grand-mère

A mon père,

*pour m'avoir toujours envoyé chercher
ce qu'il aurait pu se contenter de me donner.*

A ma mère pour les efforts qui m'a fourni pour me rendre ce que je suis aujourd'hui

a mon frère Sami et mes sœurs Ilham et Fatma ; a mes oncles et tantes

a mon chère ami Ibrahim Derouiche et son petit gausse Bahaaeddine

Sommaire

Chapitre I.....	10
1.1 INTRODUCTION.....	10
I-2 RÉPARTITION SPATIALES ET TEMPORELLE DE LA PLUVIOMÉTRIE	11
1.3 LES RESSOURCES EN EAU.....	13
1.4 LA SITUATION RÉELLE DE L’EAU EN ALGÉRIE.....	16
1.5 NOUVELLE POLITIQUE NATIONALE DE L’EAU	18
1.6 CONCLUSION.....	20
II PRESENTATION DE LA REGION DE SKIKDA	21
II -1 CONTEXTE GÉNÉRAL DE L’ÉTUDE :	21
II-1-1 SITUATION GÉOGRAPHIQUE :.....	21
II-1-2 CONTEXTE SOCIO - ÉCONOMIQUE :	22
II-2 CONTEXTE GÉOLOGIQUE, GÉOTECHNIQUE ET HYDROGRAPHIQUE :	25
II-2-1 CONTEXTE GÉOLOGIQUE :	25
II-2-2 CONTEXTE GÉOTECHNIQUE :	28
II-2-3 CONTEXTE HYDROGRAPHIQUE :.....	28
II-2-4 CONTEXTE MORPHO-STRUCTURAL :	31
II-2-4 -1 Les Milieux Structuraux :.....	33
II-2-4 -2 Le socle Kabyle au Nord :.....	33
II-2-4 -3 Morphologie du bassin versant :	33
II-3 TEMPERATUR :	36
II-4 EVAPORATION	36
II-5 CARACTÉRISATION DU TYPE DE CLIMAT	37
II-5-1 Indice d’aridité de DEMARTON « Ia »	37
II-5-2 Humidité Atmosphérique :.....	38
Chapitre III.....	41
Etude Climatique.....	41
III-CONTEXTE CLIMATIQUE :	41
III-1 PLUVIOMÉTRIE :	41
III-1-1 Acquisition des données :.....	41
III-1-2 Pluies annuelles :.....	42
III-1-3 Précipitations Mensuelles :	43
III-1-3 Précipitations Journalières :.....	44
III-1-4 Pluies de courtes durées :.....	45

CHAPITRE IV	48
MOBILISATION, CONSOMMATION ET UTILISATION DES EAUX	48
DE LA REGION DE SKIKDA	48
1- LES EAUX SUPERFICIELLES :	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
1.1. <i>Le barrage de l'oued Z'hor</i>	<i>Erreur ! Signet non défini.</i>
1.2. <i>Le barrage de l'oued Charchar</i>	<i>Erreur ! Signet non défini.</i>
1.3. <i>Le barrage de Ramdane Djamel</i>	<i>Erreur ! Signet non défini.</i>
1. 4. <i>Le barrage Zerdezas</i>	<i>Erreur ! Signet non défini.</i>
1. 5. <i>Le barrage Guenitra</i>	<i>Erreur ! Signet non défini.</i>
1. 6. <i>Le barrage Béni Zid</i>	<i>Erreur ! Signet non défini.</i>
1. 7. <i>Le barrage Zit Emba</i>	<i>Erreur ! Signet non défini.</i>
2. EAUX SOUTERRAINES :	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
OUVRAGES DE STOCKAGE ET DE TRANSFERT :	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
IV-3 DÉMOGRAPHIE	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
DONNÉES ONS (OFFICE NATIONALE DES STATISTIQUES)	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
EVOLUTION DE LA POPULATION (1966 -2008)	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
<i>Evolution démographique</i>	<i>Erreur ! Signet non défini.</i>
<i>Taux d'accroissement annuel (1966 -2008)</i>	<i>Erreur ! Signet non défini.</i>
URBANISME	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
<i>Logements</i>	<i>Erreur ! Signet non défini.</i>
<i>Urbanisme</i>	<i>Erreur ! Signet non défini.</i>
IV.4 POTENTIALITÉS HYDRIQUES DE LA WILAYA	ERREUR ! SIGNET NON
	DEFINI.
CARACTÉRISTIQUES DU RÉSEAU D'EAU POTABLE :	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
ANALYSE DE LA PRODUCTION ET DE LA CONSOMMATION :	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
OUVRAGES DE STOCKAGE ET DE TRANSFERT :	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FRÉQUENCE ET PLAGE DE DISTRIBUTION :	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL :	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
SOURCES DE POLLUTION :	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
ACTIONS ET STRATÉGIE DE LUTTE CONTRE LES POLLUTIONS :	ERREUR ! SIGNET NON
	DEFINI.
CONCLUSION GENERAL	83

Liste des figures

Figure 1 Répartition des disponibles en eaux dans le monde.....	10
Figure 2 Carte des précipitations caractérisant le nord Algérien	12
Figure 3 Variation de la pluviométrie annuelle de la station de Skikda (2000/ 2012).....	13
Figure 4 les ressources en eau en Algérie	15
Figure 5 Dotation en eau par Wilaya en (l/hab/j).....	17
Figure 6 Taux de raccordement au réseau d'alimentation en eau potable par Wilaya.....	18
Figure 7 Bassins Hydrographiques de L'Algérie	19

Figure 8 Organisation et gestion du bassin hydrographique	20
Figure 9 Localisation de la ville de Skikda	22
Figure 10 Découpage administratif de la Wilaya de Skikda	23
Figure 11 Réseau routier de la wilaya de Skikda	24
Figure 12 Carte géologique	26
Figure 13 Carte hydrographique du bassin de Saf Saf.....	29
Figure 14 Cadre morpho-structural	32
Figure 15 Courbe hypsométrique du bassin de Saf Saf.....	35
Figure 16 localisation du bassin de Saf Saf.....	35
Figure 17 Evolution des températures moyennes, maximales et minimales (°C).....	36
Figure 18 Evolution de l'évaporation moyenne mensuelle (mm).....	37
Figure 19 Variations de l'humidité à de Skikda.....	38
Figure 20 Diagramme Ombrothermique	39
Figure 21 Ajustement à une loi racine-normale des pluies annuelles	42
Figure 22 Analyse de l'évolution temporelle par la méthode des moyennes mobiles .	43
Figure 23 Répartition des pluies mensuelles station de Ramdane Djamal (030909).....	44
Figure 24 Ajustement à une loi de Gumbel des pluies max journalières	45
Figure 25 Esquisse pluviométrique du bassin de Saf Saf.....	47
Figure 26 Photographie montrant une vue générale du barrage Zerdazes en période de dévasement.	Erreur ! Signet non défini.
Figure 27 barrage Guenitra.....	Erreur ! Signet non défini.
Figure 28 barrage Beni Zid.	Erreur ! Signet non défini.
Figure 29 barrage Zit Emba.....	Erreur ! Signet non défini.
Figure 30 Evolution du taux d'accroissement.....	Erreur ! Signet non défini.
Figure 31 Evolution urbaine et démographique	Erreur ! Signet non défini.

Liste des tableaux

Tableau 1 Bassin versant du Saf-Saf : Répartition des superficies en fonction des tranches d'altitude.....	34
Tableau 2 Evaporation moyenne mensuelle.....	36
Tableau 3 Classification du climat selon DEMARTON	37
Tableau 4 Humidité région de Skikda	38
Tableau 5 Périodes d'observation	41
Tableau 6 Comparatif des pluies moyennes et des altitudes	42
Tableau 7 Ajustement des Pluies Max. journalières en mm	45
Tableau 8 Intensités horaires en mm/h pour la région	46
Tableau 9 Caractéristiques des 4 barrages fonctionnels de Skikda. Erreur ! Signet non défini.	
Tableau 10 Bilan des ouvrages hydrauliques.....	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 11 Evolution démographique de la commune RGPH 1966	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 12 Evolution démographique de la commune RGPH 1977	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 13 Evolution démographique de la commune RGPH 1987	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 14 Evolution démographique de la commune RGPH 1998	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 15 Evolution démographique de la commune RGPH 2008	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 16 Evolution démographique de la commune (1966 – 2008)	Erreur ! Signet non défini.

Tableau 17 Evolution démographique	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 18 Evolution du taux d'accroissement	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 19 Projections démographiques.....	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 20 Taux d'occupation de logement (RGPH 1998)	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 21 Volumes d'eau mobilisés dans les barrages	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 22 Caractéristiques du réseau d'AEP géré par l'unité de Skikda...	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 23 Bilans volumiques du réseau d'AEP	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 24 Performance hydrauliques et dotation	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 25 Bilan des ouvrages hydrauliques	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 26 Caractéristiques des ouvrages de stockage.....	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 27 Fréquence et plages de distribution	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 28 Normes de rejet d'effluents liquides et industriels	Erreur ! Signet non défini.

Résumé

Le travail que nous avons entrepris dans le cadre de notre mémoire se compose principalement de trois parties distinctes :

Nous avons en premier lieu établis la synthèse bibliographique en mettant l'accent sur la gestion des ressources en eaux d'une manière général.

Pour la deuxième partie de notre travail, nous avons procédé à une étude climato-hydrologique de tous le bassin Safsaf dans l'optique d'identifié toute la ressource hydrique de la Wilaya de Skikda.

Puis, pour la troisième partie de notre mémoire, nous nous sommes intéressé à la mise en pratique du système de gestion de la ressource en eau pour la ville de Skikda afin d'optimiser et de rééquilibrer l'offre et la demande.

Abstract

The work we have undertaken as part of our memory is mainly composed of three distinct parts:

We first established the bibliographical focusing on the management of water resources in a manner generally.

For the second part of our work, we conducted a study of climatic and hydrological of basin Safsaf in the perspective to identified water resources of the wilaya of Skikda.

Then, in the third part of our memory, we were interested in the practice management system of water resources for the city of Skikda to optimize and rebalance supply and demand.

المخلص

العمل المنجز في اطار تحضير المدكرة يتكون اساسا من ثلاثة أجزاء مختلفة في أول حال قمنا ببحث عن المراجع مركزين على المراجع المتعلقة بتسيير الموارد المائية بصفة عامة و في الجزء الثاني قمنا بدراسة هيدر ومناخية على حوض الصفصاف التعريف بكل الموارد المائية لولاية سكيكدة

و في الأخير اهتمينا بوضع جيد و متوازن بين العرض و الطلب للموارد المائية لولاية سكيكدة

INTRODUCTION GENERALE

Planète bleue manquerait-t-elle d'eau? La question peut apparaître incongrue: la ressource recouvre 70% de la surface du globe et son volume est estimé à près 1,5 milliard de kilomètres cubes.

Pourtant, la part d'*eau douce* facilement mobilisable ne représente que 0,02% de ce total. Elle est, de plus, très inégalement répartie sur la Terre. Neuf pays concentrent à eux-seuls 60% de la ressource. Sa disponibilité peut être considérable sur des territoires quasi-vides d'hommes et inversement extrêmement faible sur des terres surpeuplées. L'Islande jouit ainsi de 609 300 m³ par an et par habitant contre 53 m³ pour la Bande de Gaza.

Outre une répartition géographique et une disponibilité inégales, l'eau douce est l'objet d'une sollicitation croissante des sociétés humaines. La satisfaction de tous les besoins et loin d'être assurée, et l'on estime qu'1,7 milliard de personnes vit actuellement sous le seuil de pauvreté hydrique. Cette réalité que l'on présente généralement comme la conséquence logique de l'accroissement démographique trouve une explication plus convaincante dans la généralisation de modes de vie gourmands en eau. Ainsi, si la « population mondiale a triplé » en l'espace de cent ans, « les prélèvements globaux en eau ont été multipliés par six » dans le même temps.

La mobilisation des eaux superficielles a été de tous temps une préoccupation pour l'homme. L'eau douce est un enjeu stratégique central, elle permet le développement de l'industrie et la production énergétique, d'assurer la production agroalimentaire par l'assainissement des terres et l'irrigation approprié, et de développer l'aquaculture. L'inéluctable accroissement démographique engendre la progression continue du développement de tous les secteurs économiques et par conséquent une demande en eau de plus en plus croissante d'une année à l'autre.

L'eau douce disponible provient de la pluie et des cours d'eau, des lacs et des sources, ainsi que quelques réserves souterraines constituées par les nappes aquifères.

La disponibilité de l'eau doit se mesurer en termes de quantités d'eau douce renouvelables chaque année, un pays est considéré comme ne souffrant pas de contraintes hydriques lorsque la quantité totale de ses ressources renouvelables en eau douce dépasse 1700 m³ par personne et par année.

En Algérie les ressources en eau constituent l'une des principales richesses sur les quelles reposent la réussite de son développement économique et social. Ce développement appelle par ailleurs, un accroissement considérable des disponibilités en eau pour répondre aussi bien aux besoins de la population que pour satisfaire ceux de l'activité économique.

En outre il convient de noter que l'augmentation de la consommation d'eau constitue l'une des marques par lesquelles se manifeste l'amélioration des conditions de vie.

Mais l'Algérie se caractérise par un climat semi-aride voir même aride ce qui engendre des ressources en eaux limitées et pas réparties équitablement, que ce soit au niveau de leur répartitions géographiques, de leur quantité ou de leur qualité. La plus grande partie du pays (87%) est un désert ou les précipitations sont quasi nulles, mais qui recèlent d'importantes ressources fossiles d'eau souterraine. La partie nord du pays est caractérisée par son climat méditerranéen ou les précipitations peuvent atteindre 1600 mm/an, elle dispose de ressources en eau renouvelables tout pour les eaux de surface que pour les eaux souterraines. Les 75% des eaux de surfaces sont situées dans la région du tell qui couvre 6% du territoire.

Le pays est également caractérisé par une forte disparité entre l'est et l'ouest.

La région ouest est bien dotée en plaines mais peu arrosée.

La partie Est du pays est une zone montagneuse où coulent les principaux rivières.

Cependant même dans les régions côtières du nord la saison sèche dure cinq mois.

Les précipitations, qui ont surtout lieu en hiver et au début du printemps, sont très aléatoires avec une très grande variabilité interannuelle.

Actuellement moins de 10% des eaux de ruissellement du pays sont captées et utilisées le reste retourne à la mer.

Le développement de l'urbanisation, de l'agriculture et de l'industrie ont poussé les autorités Algériennes à entreprendre les mesures adéquates en matière d'évaluation et de gestion des ressources en eau.

Ainsi le Ministère des ressources en eau coordonne l'ensemble des activités liées à l'eau au niveau national, chaque wilaya a une direction de l'hydraulique. Il existe aussi des sociétés nationales telles ANB (Agence nationale des barrages), AGEP (Agence générale de l'eau potable), etc.

Depuis 1996 il existe un nouveau découpage par bassin hydrographique. Ainsi cinq régions de bassin hydrographiques et cinq comités de bassins ont été définis afin d'assurer une meilleure estimation des ressources en eau.

La gestion intégrée des ressources en eau, organisée par bassin versant a été une des priorités soulignée par toutes les réunions internationales, essentiellement gérées par les organisations intergouvernementales de Rio de Janeiro en 1992, de Paris (mars 1998), de la Haye (mars 2000), de Bonn (décembre 2001), conférence des Nations unies sur le développement durable tenu à Johannesburg fin août 2002 et les travaux du 3ème Forum Mondial de l'eau Kyoto (2003), car elle peut conduire des actions particulières d'aménagement et de gestion permettra de mieux se protéger contre les inondations et l'érosion, de lutter contre les pollutions et d'optimiser les ressources en eau disponibles pour les partager entre les usagers.

La connaissance des caractéristiques physico-géographique de cette échelle géographique naturelle qui est le bassin versant permettra de dégager les principaux facteurs naturels intervenant dans l'alimentation en eau et dans l'écoulement à savoir : les facteurs orohydrographiques et morphologiques, climatiques et biogéographiques.

Leur interaction est déterminante dans le comportement hydrologique du bassin versant et des sous-bassins.

L'étude hydrologique basée sur le traitement statistique des données pluviométriques et hydrométriques nous conduira à préciser les termes du bilan hydrologique et mettre en lumière les aspects fondamentaux de l'écoulement annuel, saisonnier, extrême et donc des ressources en eau de surface et leur variabilité. La connaissance des conditions climatiques l'évaluation des ressources en eau d'une région se base sur de longues séries de quantité de pluies et de débits sur plusieurs stations pluviométriques et hydrométriques du bassin versant, car elle permet de mieux illustrer l'évolution du régime des oueds sur la région et elle permet aussi de maîtriser les apports non contrôlés qui engendrent le bon fonctionnement.

Le transfert des pluies en débits est très complexe surtout que la pluviométrie n'est pas le seul paramètre qui caractérise le débit moyen annuel, ce qui explique la dispersion assez forte des observations.

En Algérie, durant les années précédentes, la stratégie concernant la politique de l'eau et la gestion des ressources hydrauliques n'était pas primordiale. On travaillait pour le court terme, et chaque jour on s'efforçait à résoudre les problèmes quotidiens de la demande en eau. Pour faire face à cette situation alarmante et économiser et protéger cette ressource vitale, la thèse présentée est orientée afin de proposer une méthode de prévision des ressources en eau, et d'essayer de mettre fin aux problèmes hydriques à l'échelle de la région de Skikda.

La mise en évidence des différents aspects de cette relation (précipitation/débit) passe par les étapes suivantes :

Dans un premier temps on a étudié la variation spatio-temporelle des précipitations et des débits des oueds au pas de temps mensuel et annuel pour mettre en évidence l'impact de la variabilité climatique sur les potentialités hydriques des eaux superficielles

Dans un second temps pour s'assurer de l'homogénéité des pluies et des débits ainsi que la cohérence de l'information on a eu recours à des essais de corrélation linéaires entre station/station (mensuel et annuel), essais de corrélation linéaire entre pluie/débit (mensuel et annuel) afin de mieux juger les relations liant les différentes stations pluviométriques et hydrométriques.

En dernier lieu la réalisation de l'ajustement statistique pour vérifier les hypothèses d'homogénéité entre une variable aléatoire et un modèle calculé, si ce modèle est bien superposé à l'échantillon.

la région de Skikda ou vie une population de 922 875 habitants, est une région à vocation agricole avec de grande périmètre d'irrigation, industrielle (elle comporte plusieurs usines (LAITERIE, USINE DE COCA COLA ; ETC.....). elle comporte aussi une grande zone industrielle et commerciale (un port).

L'EAU EN ALGERIE

1.1 Introduction

Le manque d'eau est un problème majeur dans nombre de pays et, d'ici 2025, la situation deviendra critique dans certains pays, comme l'Algérie, si la demande ne diminue pas. La figure (1) montre bien que des pays qui ne connaissent pas ou guère de difficultés il y a peu de temps encore ont aujourd'hui ou auront dans un avenir prévisible.

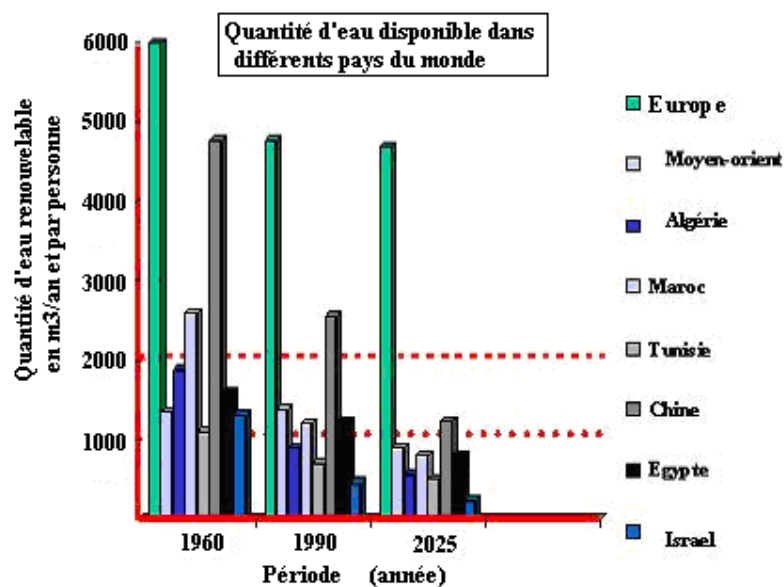


Figure 1 Répartition des disponibles en eaux dans le monde.

[MANUEL DE LA GESTION INTEGREE DES RESSOURCES EN EAU]

Dans les pays du bassin de la méditerranée où règne un climat caractérisé par une forte variabilité saisonnière des précipitations et donc des eaux de ruissellement concentrées en période hivernale. Cette variabilité saisonnière se double d'une variabilité interannuelle.

L'eau risque de devenir pour certains un facteur limitant du développement futur et l'objet de compétition entre ses différents secteurs potentiels. D'ores et déjà dans plusieurs régions la demande dépasse les réserves renouvelables [OIE2003].

En Algérie, les précipitations, qui surviennent surtout pendant les mois d'hiver, affectent principalement la côte Nord et varient fortement d'une année à l'autre. Cette irrégularité

introduit un élément de risque et rend difficile l'évaluation du coût d'opportunité réel de l'eau. Elle nécessite des installations coûteuses de stockage pour retenir les flux saisonniers et annuels, mais aussi des mécanismes d'intervention systématique pour faire face en période de sécheresse. C'est une particularité de la région et c'est pourquoi de gros investissements ont été faits dans le développement du stockage de l'eau [CNES2000].

En Algérie et depuis l'indépendance les besoins en eau du pays que ce soit pour la consommation ou pour l'agriculture ou encore l'industrie ont toujours fait partie des missions relevant d'un département ministériel appelé aussi secrétariat d'état à l'hydraulique. Ces besoins en eaux destinés à la consommation ou aux secteurs productifs et de services augmentent de jour en jour vu le nombre grandissant des habitants et par conséquent une extension galopante des grandes et petites villes d'un côté et l'élargissement de l'appareil industriel et agricole d'autre part, ce qui a engendré et mis en exergue un déséquilibre flagrant entre l'offre et la demande. Le déficit d'une part en eau potable touche un très grand nombre de grandes et de petites villes qui souffrent de ce problème à des degrés différents, d'autre part les besoins agricoles et industriels sont loin d'être satisfaites, malgré l'importance de ces deux secteurs qui jouent un rôle prépondérant dans l'accroissement de la production et l'amélioration du rendement, surtout que notre pays compte en premier lieu sur ses ressources en eau et ses potentialités en vue de réaliser ses projets de développement. D'une façon générale en Algérie c'est encore malheureusement une gestion des ressources en eaux éclatée entre secteur qui prévaut (Agriculture, villes, industries, hydroélectricité, ...). sans qu'une coordination existe entre les différentes entités administratives sur le même territoire. Alors que cette gestion suppose que les fonctions soient assurées en permanence de façon complémentaire et cohérente sur l'ensemble du territoire.

En Algérie, la question des ressources en eau reste une préoccupation majeure, car le climat est semi-aride voir même aride engendrant des ressources limitées et pas réparties équitablement, que ce soit au niveau de leur répartition géographiques, de leur quantité ou de leur qualité [CNES2000].

I-2 Répartition spatiales et temporelle de la pluviométrie

Le régime des pluies en Algérie est un régime méditerranéen, mais il est loin de présenter un caractère uniforme. L'Algérie comme toute l'Afrique du nord est placée sur une zone de discontinuité climatologique sur laquelle des faibles causes peuvent produire des effets excentriques importantes par rapport aux normes, tels que des orages sont souvent accompagnés de pluies torrentielles qui ne durent pas longtemps mais peuvent être d'une extrême violence, et qui provoquent de fortes inondations.

En moyenne, on enregistre plus de vingt cas d'inondation par an. Celles-ci sont susceptibles de se produire n'importe où dans le pays et à n'importe quel mois de l'année.

L'Algérie reçoit en moyenne un volume d'eau de 19,2 milliard de mètres cubes de ruissellent des précipitations annuelles. La pluviométrie moyenne annuelle est de 68mm/an variant de zéro au sud où règne un climat désertique à 200 mm/an à l'intérieur (hauts plateaux) où règne un climat continental et à plus de 1500 mm/an au nord où règne un climat du type méditerranéen (Fig. 2) [ANRH 2003].

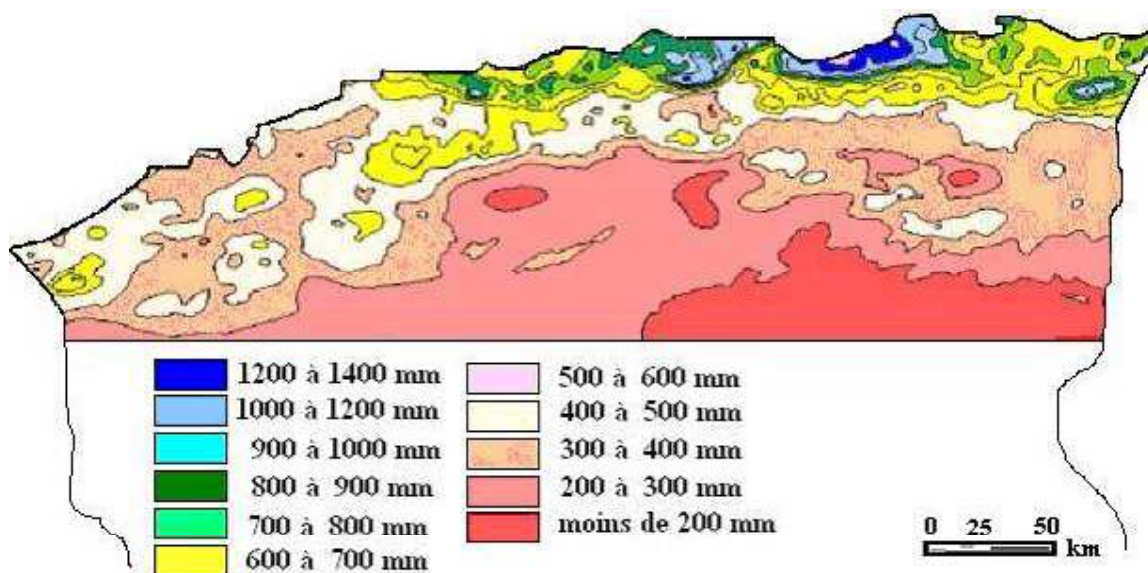


Figure 2 Carte des précipitations caractérisant le nord Algérien [ANRH CONSTANTINE].

Les moyennes pluviométriques décroissent de l'est à l'ouest. Environ 75% des ressources renouvelables sont concentrées sur 6% du territoire national. À cette mauvaise répartition spatiale de la pluviométrie s'ajoute une répartition temporelle très irrégulière (Fig.3)

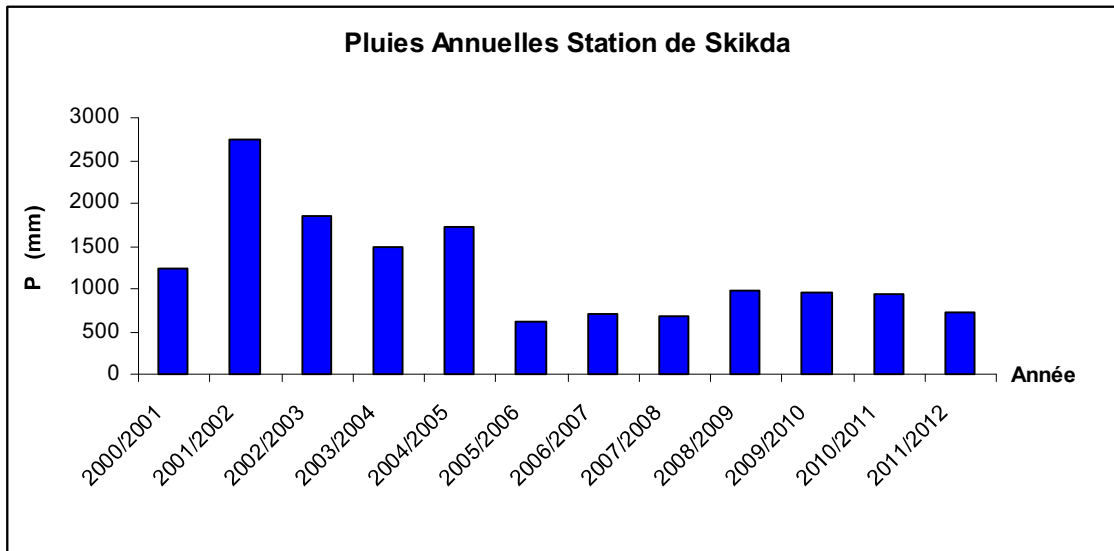


Figure 3 Variation de la pluviométrie annuelle de la station de Skikda (2000/ 2012)
[ANRH CONSTANTINE].

1.3 Les Ressources en eau

Les ressources en eau utilisées pour les divers besoins proviennent des eaux de surface (représentant l'écoulement des oueds, ces derniers sont alimentés par le ruissellement des eaux de pluies) ce que l'on peut en partie mobiliser dans les barrages et retenues collinaires de diverses dimensions, et les eaux souterraines accumulées par des nappes aquifères, rechargées par l'infiltration d'une portion des eaux de pluie.

Le fait est évident. Les ressources potentielles en eau sont limitées et inégalement réparties en Algérie. Elles ont été évaluées à 19.4 milliard de m³, dont 12.4 milliards de m³ d'eaux de surface (dont 0.2 Mm³/an eau de surface au Sud), 2 milliards m³ d'eaux souterraines au Nord et 5 milliards m³ d'eaux souterraines exploitables dans le sud. Ces potentialités correspondent à une disponibilité annuelle de 600 m³ /hab/an. De ce point de vue, l'Algérie se situe dans la catégorie des pays considérés comme pauvres en ressources hydriques au regard du seuil de rareté fixé par la Banque Mondiale à savoir

1000 m³/ hab./an. [M. Falkenmark1993] qui a calculé qu'il fallait au minimum 100 litres d'eau par jour et par habitant (36.5 m³ par an) pour protéger la santé, et qu'il en fallait généralement 5 à 20 fois plus pour répondre aux besoins de l'agriculture et de l'industrie. Selon lui, lorsque la quantité d'eau douce renouvelable disponible tombe en dessous de 1.700 m³ par personne, le pays éprouve des difficultés d'eau périodiques, en dessous de 1000 m³ la

rareté devient chronique. Ces seuils sont approximatifs et soumis à des facteurs tels le climat et le niveau de développement économique. Selon les projections démographiques à moyen terme de l'ONU, quelque 34 pays auront moins de 1000 m³ d'eau renouvelable par habitant en 2025 [FAO & Banque Mondiale 1992]. En réalité, les ressources réellement mobilisables se limitent à 383 m³ compte tenu du fait que seuls 4.7 milliards m³ d'eau de surface sont mobilisables dans les barrages. Ce ratio ne sera plus que de 261 m³ en 2024 pour une population de 44 millions d'habitants. En termes de mobilisation des eaux, les barrages ont été le principal outil en matière d'exploitation (régularisation) des eaux pour lesquels l'Etat a consenti un effort d'investissement appréciable (4 milliards de dollars entre 1970 et 1999). Mais contrairement à certaines idées reçues, les barrages ne constituent pas la source d'approvisionnement en eau la plus importante, ils sont largement dépassés par les forages (Fig.4).

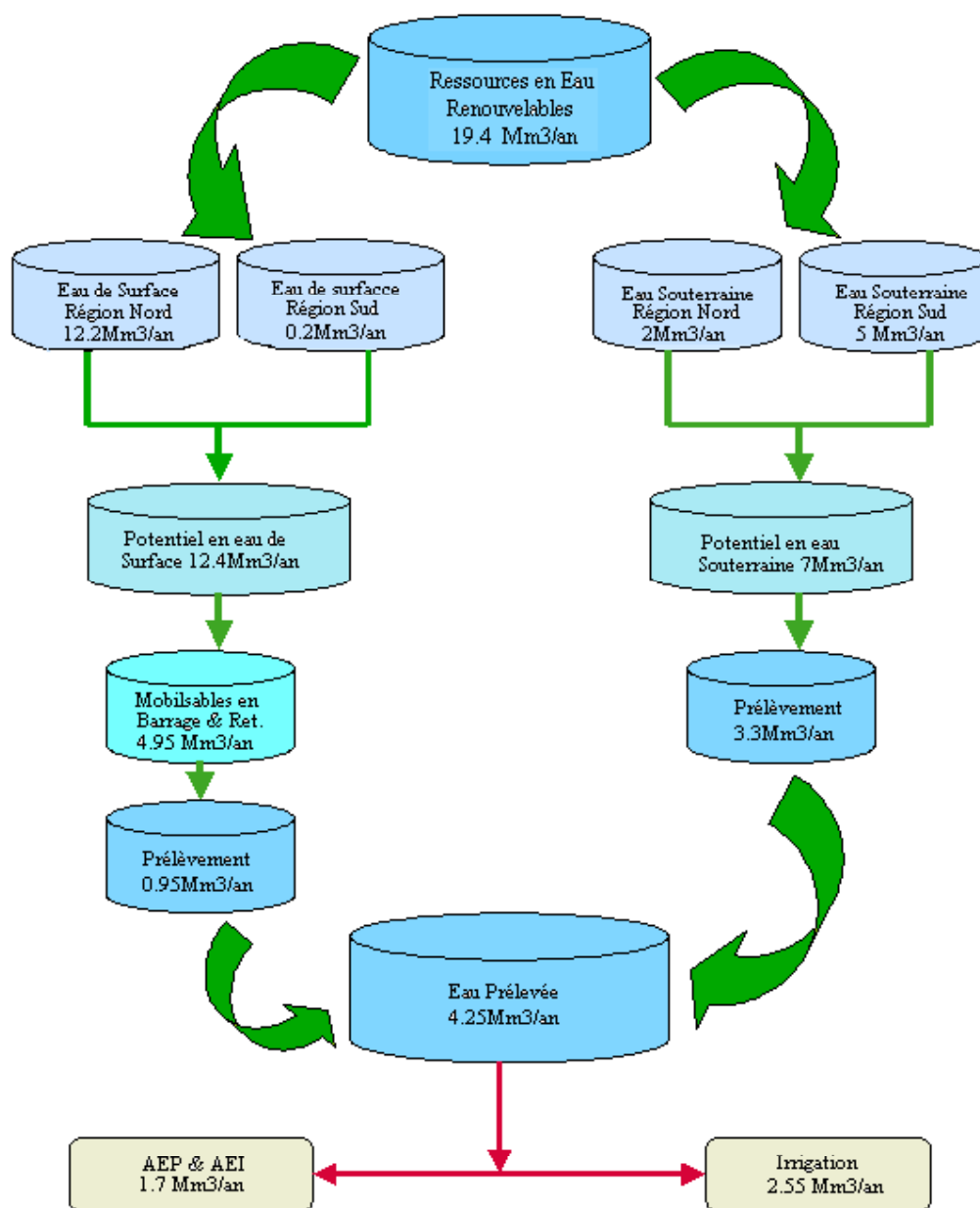


Figure 4 les ressources en eau en Algérie [MINISTERE DES RESSOURCES EN EAU]

Cependant les capacités insuffisantes de stockage (56 barrages actuellement en exploitation) ne permettent d'exploiter que 5,7 milliards de mètres cubes, le reste retourne à la mer. Les ressources potentielles en eaux superficielles et souterraines sont estimées à 19,4 milliards de mètres cubes, renouvelables annuellement. Elles sont localisées comme suit :

- 60% au Nord soit 11,64 milliards de mètres cubes.
- 13% dans les hauts plateaux soit 2,52 milliards de mètres cubes.
- 27% au Sud soit 5,24 milliards de mètres cubes.

L'essentiel des écoulements (83%) se trouve dans le Tell (18% à l'Ouest, 41% à l'Est et 24% au centre). Paradoxalement c'est la région Nord –Ouest la moins arrosée, qui dispose de l'un des meilleurs potentiels en sols du pays.

Globalement les ressources en eaux sont évaluées à 19,4 milliards de mètres cubes réparties en :

- 12,2 milliards de mètres cubes d'écoulement superficiel au nord.
- 2 milliards de mètres cubes pour les ressources en eau souterraine dans le Nord.
- 0.2 milliards de mètres cubes d'écoulement superficiel au sud.
- 5 milliards de mètres cubes pour les ressources en eaux souterraines du Sahara

La première difficulté apparaît dès les activités en mobilisation est très insuffisante, la potentialité étant alors réduite à 12,4 milliards de mètres cubes. Si l'on considère que la mobilisation actuelle parvient à peine satisfaire les besoins de la moitié de la population, et que les perspectives de croissance démographique sont alarmantes avec une demande de 2,4 milliards de mètres cubes pour 30 millions actuellement et de 3,6 milliards de mètres cubes pour 44 millions en 2020. En agriculture actuellement plus de 400 000 hectares de superficies irriguées dont les besoins s'élèvent à 2 milliards de mètres cubes et alors que l'offre est de 1,5 milliards de mètres cubes seulement alors qu'elle sera de 5 milliards de mètres cubes pour une superficie irrigable de un milliard d'hectares. Il est facile de conclure les déséquilibres et les tensions entre les secteurs usagers (AEP, Agriculture, et Industrie), d'autant que la part réservée à la consommation humaine s'élève actuellement à 16% environ de la source distribuée pouvant atteindre 40% en 2025. Cette augmentation se fera nécessairement au détriment de l'agriculture et de l'industrie [RUIGHI1987].

1.4 La Situation réelle de l'eau en Algérie

Depuis 1962 l'Algérie a consenti des investissements colossaux en termes financiers pour l'exploitation de ressources hydriques estimés à 16,4 milliards de dollars US entre 1973 et 1993 (soit près de 23 milliards de Dollars US d'aujourd'hui). La crise et les nouveaux choix économiques en ont atténué l'importance depuis, sans pour autant leur ôter leur caractère de priorité dans les programmes gouvernementaux. Ces efforts financiers n'ont pas réussi néanmoins à réaliser les objectifs escomptés par les pouvoirs publics en termes de mobilisation de la ressource. L'impact de la sécheresse sur les ressources en eau s'est déjà fait sentir par la diminution de l'écoulement dans les oueds, le faible taux de remplissage des

barrages qui a atteint en 1997 zéro dans le barrage de KEDDARA (W, de BOUMERDES). Les nappes aquifères sont également caractérisées par un rabattement généralisé, un tarissement des sources voir un assèchement des puits de faibles profondeur. La diminution des appels au niveau des ouvrages hydrauliques suite à l'absence de précipitations et la surexploitation du volume emmagasiné a entraîné une vive tension sur la distribution de l'eau un peu partout à travers le territoire national. Pour l'alimentation en eau potable la demande actuelle est

estimée à 2,4 milliards de mètres cubes par an alors que la mobilisation est estimée à 1,3 milliards de mètres cubes par an réparties comme suit :

- 21% par les barrages.
- 73% par les forages.
- 6% constitué en sources.

La production réelle correspond à 66% des Capacités installées, alors que la distribution 52% de celle-ci. Globalement, on estime que la dotation théorique moyenne par habitant est de 186 l/hab./jour (Fig.5).

Si l'on tient compte des fuites d'eau dans les canalisations qui sont estimées à 40%, l'industrie et du tourisme, cette quantité devient 80 l/hab./j. Le taux de raccordement au réseau de distribution de l'eau potable est de 80% (Fig.6)

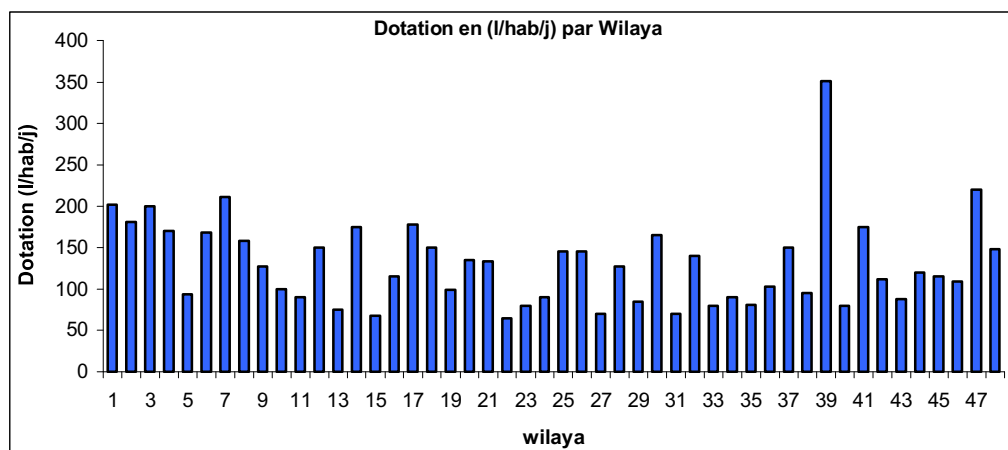


Figure 5 Dotation en eau par Wilaya en (l/hab/j) [MINISTERE DES RESSOURCES EN EAU]

En plus les pertes dues en grande partie à la connexion illicite au réseau de distribution nous citons l'exemple de la localité de Birkhadem sur 12000 branchements seulement 4000 étaient abonnés. Les fuites d'eau dues au mauvais état des réseaux de distribution dont la conception et l'étude de plupart étaient réalisées par les non spécialiste du domaine d'hydraulique d'une

part et une bonne partie date de l'époque de la coloniale d'autre part. Même topo pour les stations de traitement et d'épurations non opérationnelles. Sur les 70 stations, 68 sont à l'arrêt ou presque. Sans oublier de mentionner le mélange des eaux usées et potable qui a engendré ces dernières années dans plusieurs régions des maladies hydriques telles que le choléra, le trachome etc ... Moralité de l'histoire : pour des problèmes de programmation, la population algérienne à 70% n'a de l'eau qu'un jour sur trois voire un jour sur quatre, la situation actuelle est donc le résultat d'une gestion catastrophique du secteur depuis des dizaines d'année. Aujourd'hui il faut améliorer cette mauvaise gestion qu'occulter le fait que l'Algérie n'est pas encore sortie de l'auberge, il reste à gérer de façon efficace la distribution de l'eau aujourd'hui aléatoire, à réduire le phénomène des fuites, à protéger la ressource disponible contre la pollution et l'envasement des barrages.

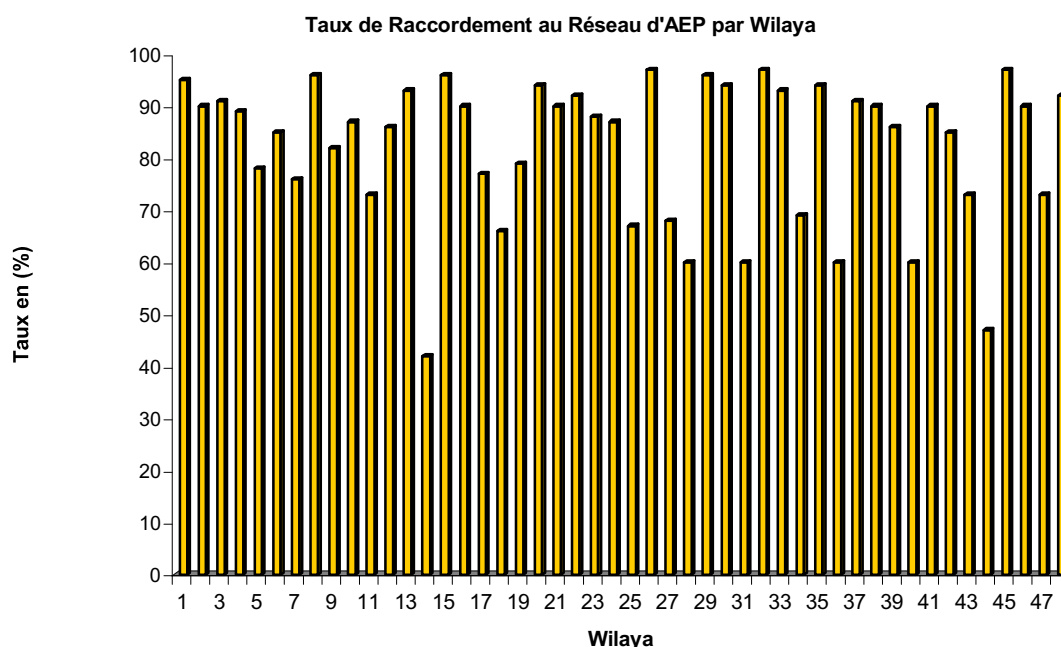


Figure 6 Taux de raccordement au réseau d'alimentation en eau potable par Wilaya
[MINISTERE DES RESSOURCES EN EAU]

Plus de 22% des habitants n'ont pas accès aux réseaux d'alimentation en eau potable, en zones agglomérées (au moins le double si l'on tient compte des zones d'habitat rurales et éparses).

De plus l'accès aux fontaines et sources est généralement inclus dans les statistiques, faussant ainsi les données relatives à l'accès direct à l'eau potable [CNES2000].

1.5 Nouvelle politique nationale de l'eau

La nouvelle politique nationale concernant la gestion de l'eau s'appuie essentiellement sur deux importantes lois, la loi « TIAR 97 » relative à la protection de l'environnement et la loi

« Code des eaux » qui a pour objet la mise en œuvre d'une politique tendant à assurer une utilisation rationnelle de l'eau. Elle repose sur les principes suivants : (a) unité de gestion; (b) gestion intégrée; (c) économie de l'eau; (d) déconcentration; (e) coordination; (f) participation des usagers; (g) respect de l'unité du cycle hydrologique du bassin hydrographique et des systèmes hydrauliques; (h) compatibilité de la gestion des eaux avec la politique d'aménagement du territoire, la protection de l'environnement et de la nature.

Pour la mise en œuvre de ces principes, le territoire national a été découpé en unités hydrographiques naturelles dénommées bassins hydrographiques. La conservation qualitative et quantitative des ressources en eau est donc conçue et assurée par chacun des grands bassins hydrographiques qui couvrent l'Algérie à savoir (d'est en ouest sauf le Sahara au sud): (a) Constantinois-Seybousse-Mellègue; (b) Algérois-Hodna-Soummam; (c) Cheliff-Zahrez; (d) Oranie-Chott-Chergui; (e) Sahara (Fig.7). Le dernier bassin constitue un cas particulier en raison de l'existence exclusive des ressources souterraines contenues généralement dans les grandes nappes fossiles.

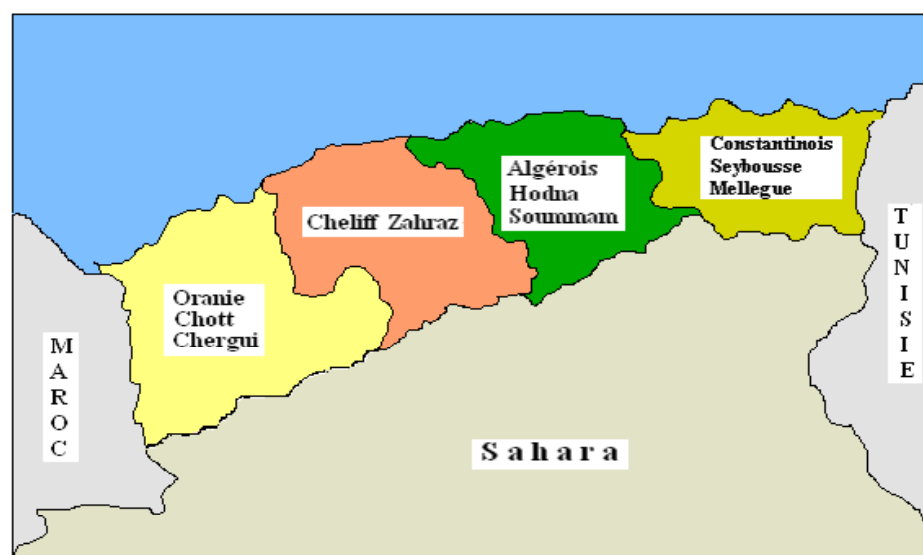
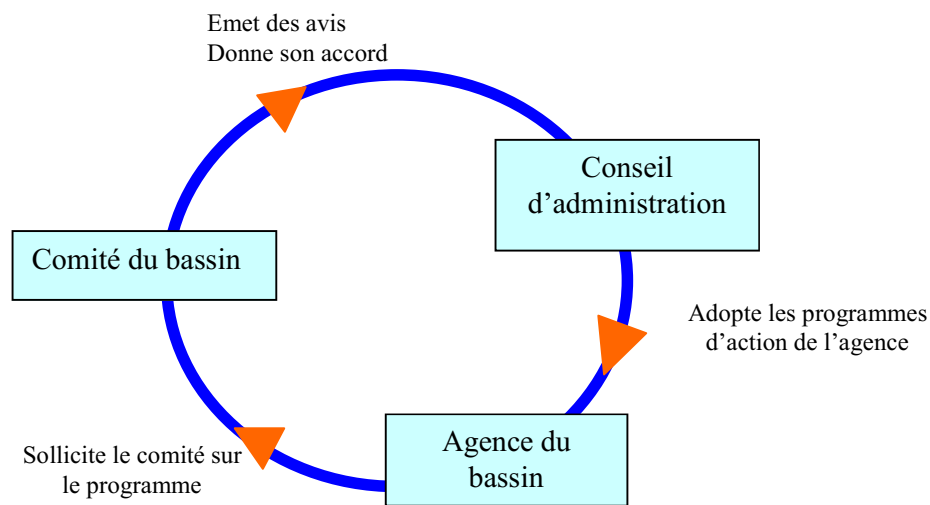


Figure 7 Bassins Hydrographiques de L'Algérie

[AGENCE DES BASSINS HYDROGRAPHIQUE CONSTANTINE]

Le bassin hydrographique constitue un cadre de concertation et de participation où les élus, les représentants des usagers et ceux des administrations débattent les problèmes liés à l'eau dans cette unité naturelle au sein du comité du bassin hydrographique disposant d'un instrument de gestion qui est l'agence de bassin administré par un conseil d'administration (Fig.8). Le but principal de ce nouvel organe est d'améliorer la gestion du bassin versant et d'intégrer l'adaptation dans la planification et la culture locale [ABHCheliffZahraz20001].



**Figure 8 Organisation et gestion du bassin hydrographique
[AGENCE DES BASSINS HYDROGRAPHIQUE CONSTANTINE]**

1.6 Conclusion

Dans la majorité des villes et villages d'Algérie le problème de l'alimentation en eau n'est pas résolu et la satisfaction des besoins en évolution permanente nécessite des interventions urgentes. Cet état de pénurie est aggravé encore en saison estivale, notamment de juin à septembre où la demande est maximale. C'est ainsi qu'il reste beaucoup à faire en matière de mobilisation des eaux de surfaces, de traitement de surfaces des bassins versant en vue de réduire les phénomènes d'envasement des ouvrages. Il est important de s'attaquer à une gestion rationnelle des réseaux de distribution et d'assainissement sachant que la gestion pratiquée s'est révélée très déficiente par un gaspillage de l'eau et une pollution des cours d'eau par différents rejets des eaux usées domestiques et industrielles. Il est à noter que le prix du mètre cube est pratiquement symbolique. Il est temps de s'orienter vers le développement des méthodes de recyclage des eaux usées et de dessalement des eaux de la mer afin réduire la demande en eau qui ne cessent d'augmenter avec l'accroissement démographique.

Donc pour atteindre tous ces objectifs la gestion par bassin versant s'avère le meilleur moyen qui assure une utilisation rationnelle des ressources en eau.

Chapitre II

II PRESENTATION DE LA REGION DE SKIKDA

II -1 Contexte général de l'étude :

II-1-1 Situation géographique :

La wilaya de SKIKDA est située au Nord-Est de l'Algérie. Elle est limitée au Nord par la mer méditerranée, au Sud par la wilaya de Constantine et de Guelma, à l'Est par la wilaya d'Annaba et à l'Ouest par la wilaya de Jijel (carte 1).

Naturellement la wilaya de SKIKDA est bordée, au Nord par le littoral Méditerranéen, au Sud par la chaîne tellienne, à l'est par les plaines de l'oued Kébir Ouest et à l'ouest par la chaîne tellienne de Jijel.



Figure 9 Localisation de la ville de Skikda
[OFFICE NATIONNALE D ASSAINISSEMENT SIKKDA]

II-1-2 Contexte socio - économique :

La wilaya de Skikda, est issue du découpage administratif de 1974 et s'étend sur une superficie de 4138 km², où se concentrent quelques 804697 habitants, actuellement elle comprend 13 daïras regroupant 38 communes.



**Figure 10 Découpage administratif de la Wilaya de Skikda
[DIRECTION DE L ADMINISTRATION LOCAL SKIKDA]**

La wilaya de SKIKDA a été une région à vocation agricole et industrielle. Sa situation géographique lui a permis de devenir un pôle agro- industriel de première importance à l'échelle nationale, par sa disponibilité de facteurs favorables de développement tels que : port, voie ferrée.

La wilaya dispose de 130 km de côtes qui s'étalent de la Marca à l'est jusqu'à Oued Z'hour aux fins fonds du massif de Collo à l'ouest.

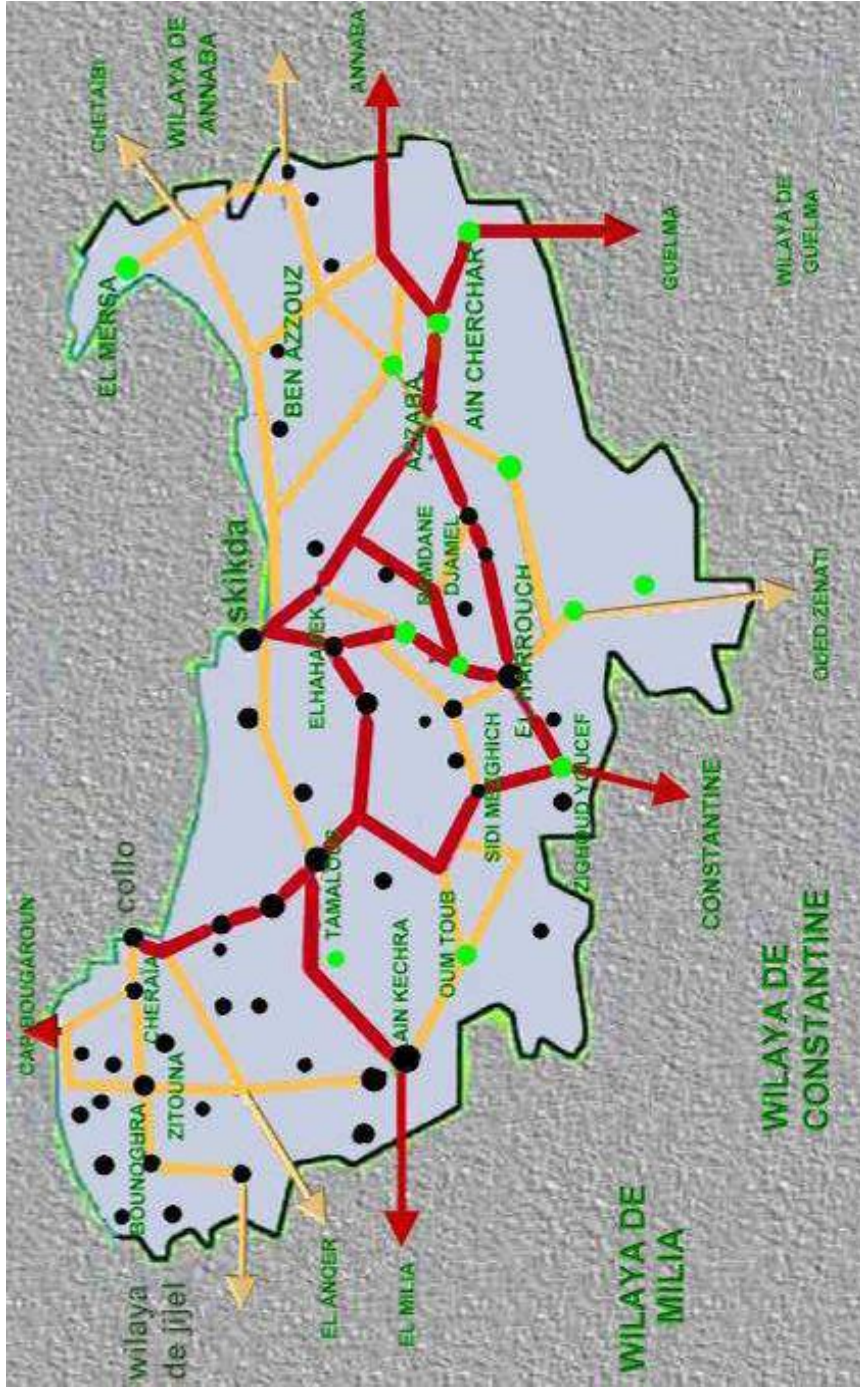


Figure 11 Réseau routier de la wilaya de Skikda [LA DIRECTION DES TRAVAUX PUBLICS SIKKDA]

- Route principale
- Route secondaire

II-2 Contexte géologique, géotechnique et hydrographique :

II-2-1 Contexte géologique :

L'objectif recherché, par l'étude géologique et géotechnique, est d'identifier la nature des faciès affleurant et leur impact sur le comportement des ouvrages et du système d'assainissement vis-à-vis de leur stabilité.

Le terrain de la commune de SKIKDA présente une structure géologique compliquée due à l'âge, la genèse des roches, le genre et les valeurs physico-mécaniques des dépôts.

Ainsi la partie Ouest, Sud- Ouest et Sud de la commune y compris la ville de SKIKDA est de formation stratigraphique ancienne composée par des roches métamorphiques, précambriennes et paléozoïques, sous l'influence d'érosion intense, ces roches sont très altérées et recouvertes d'une couche d'altération superficielle argileuse d'une épaisseur variant de 0 à 2 mètres.

Les alluvions de vallées qui sont formées d'argiles limoneuses, d'argiles sableuses et de vases, remplissent les vallées de ZERAMNA et Saf-Saf, leurs épaisseurs dépassent parfois les 30 mètres. Cette zone d'alluvions s'étend de la limite sud de la commune à l'embouchure de l'Oued Saf-Saf.

La zone des dunes intérieures (provenant des dépôts éoliens anciens et des dépôts marins anciens), d'une largeur de 1 à 2 km, se prolonge parallèlement au bord de la mer, de la vallée du Saf-Saf à l'Oued K'Sob.

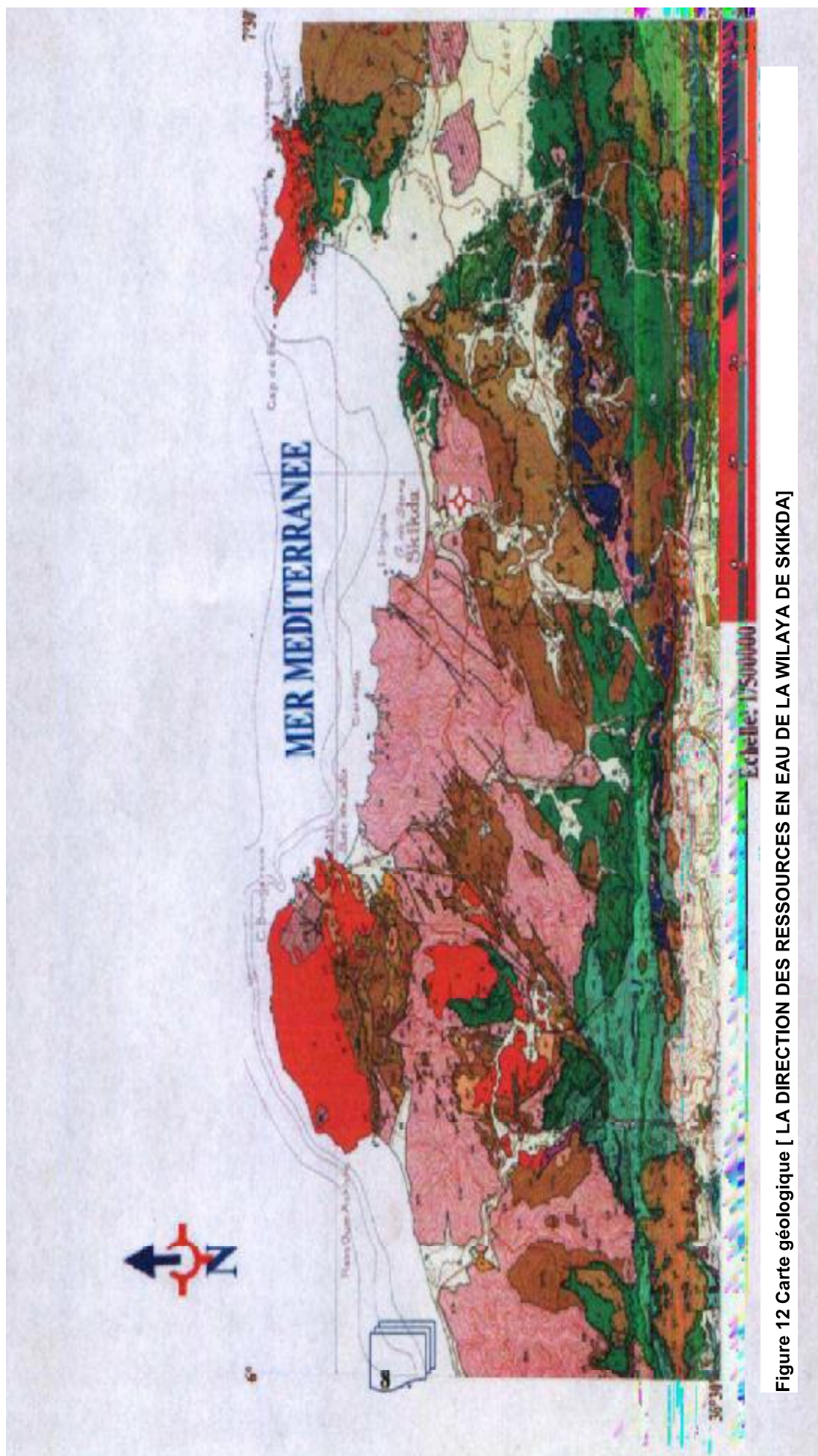


Figure 12 Carte géologique [LA DIRECTION DES RESSOURCES EN EAU DE LA WILAYA DE SIKKDA]

LEGENDE :

<u>Roches éruptives récentes.</u>	
	: Granites, granodiorites, microgranites
	: Quaternaire indifférencié
	: Pliocène marin des zones côtières.
	: Miopliocène continental.
	: Burdigalien supérieur.
<u>Socle Kabyle (Chaîne calcaire).</u>	
	: Oligo-Miocène kabyle
	: Olistostrome supérieur.
	: Chaîne calcaire.
	: Socle kabyle micaschiste, gneiss et marbres.
<u>Nappe ultrabasique Liénne :</u>	
	: Série typique, marnieuses et marneocalcaires.

	: Socle du djebel Edough
<u>Nappe numedienne :</u>	
	: Grès numédiens et séries mixtes.
<u>Nappes de flyschs kabyles :</u>	
	: Flyschs Mauritanien.
	: Flyschs Massylien.
<u>Signes Conventionnels.</u>	
	: Contacts Stratigraphiques.
	: Principales Failles.
	: Charriages.
	: Chevauchement.

II-2-2 Contexte géotechnique :

Compte tenu de la géomorphologie de la structure géologique de la commune de Skikda, on distingue les zones suivantes :

- Sables marins, de plages, zones subissant l'influence de la mer, ce sont des terrains défavorables à la construction.
- Alluvions des oueds et vallées de montagnes, ce terrain est moyennement favorable à défavorable
- Alluvions de la vallée ZERAMNA et Saf-Saf, c'est une zone de sols cohérents ; vases limons, argiles, la force portante est variable de 0 à 1,5 bars, cette valeur dépend de la teneur en eau, de la plasticité et de granulométrie, c'est une zone moyennement favorable.
- Les dunes littorales, ce sont des dépôts éoliens peu denses à moyennement denses de force portante de 0,5 à 1,5 bars, c'est une zone favorable à moyennement favorable.
- Les dunes anciennes, ce sont des dépôts éoliens anciens et des dépôts marins anciens, parfois cimentés, la force portante est presque de 30 bars ; Zone donc favorable.
- Les terrains précambriens et paléozoïques correspondant à une zone de glissement et d'équilibre instable, elle est défavorable mais pas inconstructible.
- Compte tenu des conditions géomorphologiques, on distingue en plus, la zone sommet des collines aux pentes de moins de 25% et non recouvertes de colluvions, c'est une zone favorable à l'urbanisation.
- Les zones de pentes de plus de 25% sont défavorables (difficilement constructibles) en raison des risques de glissement des terrains entraînant ainsi des coûts de construction excessifs.

II-2-3 Contexte Hydrographique :

La topographie contrastée, l'agressivité du climat et la lithologie tendre (marnes et argiles) ont permis l'installation d'un réseau hydrographique dense.

Le bassin du Saf-Saf résulte de la jonction de deux cours d'eau importants : l'Oued Bou Adjeb et l'Oued Khemakhem où a été construit le barrage des Zardézas. Il franchit la chaîne numidique entre les monts M'souna (620 m) et Sébargoud (609 m), avant de se jeter dans la mer près de Skikda (Carte n°4).

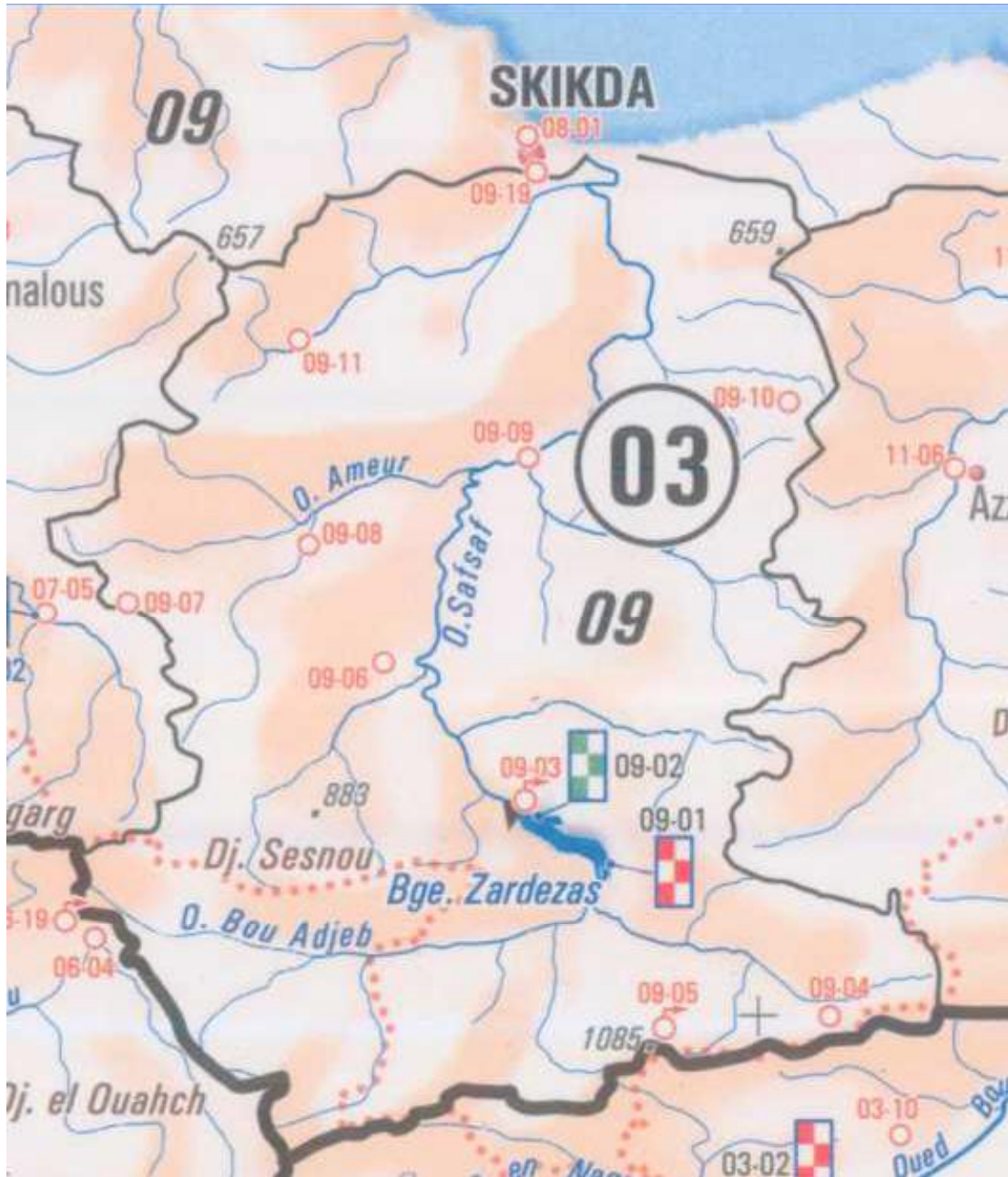


Figure 13 Carte hydrographique du bassin de Saf Saf
 [AGENCE DES BASSINS HYDROGRAPHIQUE CONSTANTINE] .



Le sous-bassin versant des Zardézas, constitue l'unité principale dans l'alimentation du barrage. Il couvre une surface de 322 km² et est essentiellement drainé par trois principaux affluents :

- L'Oued Khemakhem qui draine la partie Est.
- L'Oued Khorfane qui draine la partie Sud.
- L'Oued Bou Adjeb qui draine la partie Ouest.

Dans la partie infra Zardézas, l'Oued Saf-Saf traverse le bassin versant de Ramdane Djamel dans une direction SE-NW jusqu'à l'agglomération de Ramdane Djamel, puis suivant une orientation NW-NE avant de se jeter dans la mer méditerranée.

Ainsi, l'Oued Saf-Saf reçoit en rive droite et gauche les principaux Oueds suivants :

- En rive gauche : l'Oued ZERAMNA, l'Oued Aneur et l'Oued N'ssa

- En rive droite : l'Oued Goudi, l'Oued Haddaratz et l'Oued Maignen.

Généralement, nous pouvons distinguer :

- Le bassin supérieur correspondant à l'Oued BOU ADJEB et KHMAKHEM jusqu'à leur jonction au barrage des ZARDEZAS.
- Le bassin inférieur qui coïncide avec l'aval du barrage des ZARDEZAS

Les interactions du climat, de la lithologie et du relief ont généré un chevelu hydrographique particulièrement dense, cela est traduit par une densité de drainage Dd 1 assez élevée (0,92 km / km²). Certes, cette importance de drainage hydrologique n'a rien d'étonnant quand on sait que le temps de concentration du bassin, calculé à une loi de Giandotti 2 ne dépasse pas les 16 heures.

Ces valeurs indiquent que les pluies précipitées vont être transformées en écoulement, et atteindre l'exutoire (plaine et ville de Skikda) au bout d'environ 16 heures.

Et vu la surface étendue du bassin (1154 km²), cette vitesse de mobilisation hydrique paraît assez rapide, et cela est dû aux caractères physiques du bassin précédemment décrit qui favorisent la réponse hydrologique.

II-2-4 Contexte morpho-structural :

Le massif géologique du bassin versant du Saf-Saf se confond avec l'ensemble de la géologie Alpine de la petite Kabylie.

Sur le plan régional, on doit à J.F.RAOULT (1974), J.P.BOUILLIN (1977) et J.M.VILA (1980) les premières études complètes permettant d'identifier les ensembles structuraux de cette région.

L'immensité de sa taille (1154 Km²) et la complexité de sa structure ont fait que le bassin du Saf-Saf présente un grand ensemble morpho-structural comportant plusieurs milieux morphologiques.

Ainsi donc, il s'étend du piedmont sud tellien (au sud), à la mer méditerranée (au nord), il est respectivement limité à l'Est et à l'Ouest par les bassins versants du Seybouse et du Kébir Rhumel.

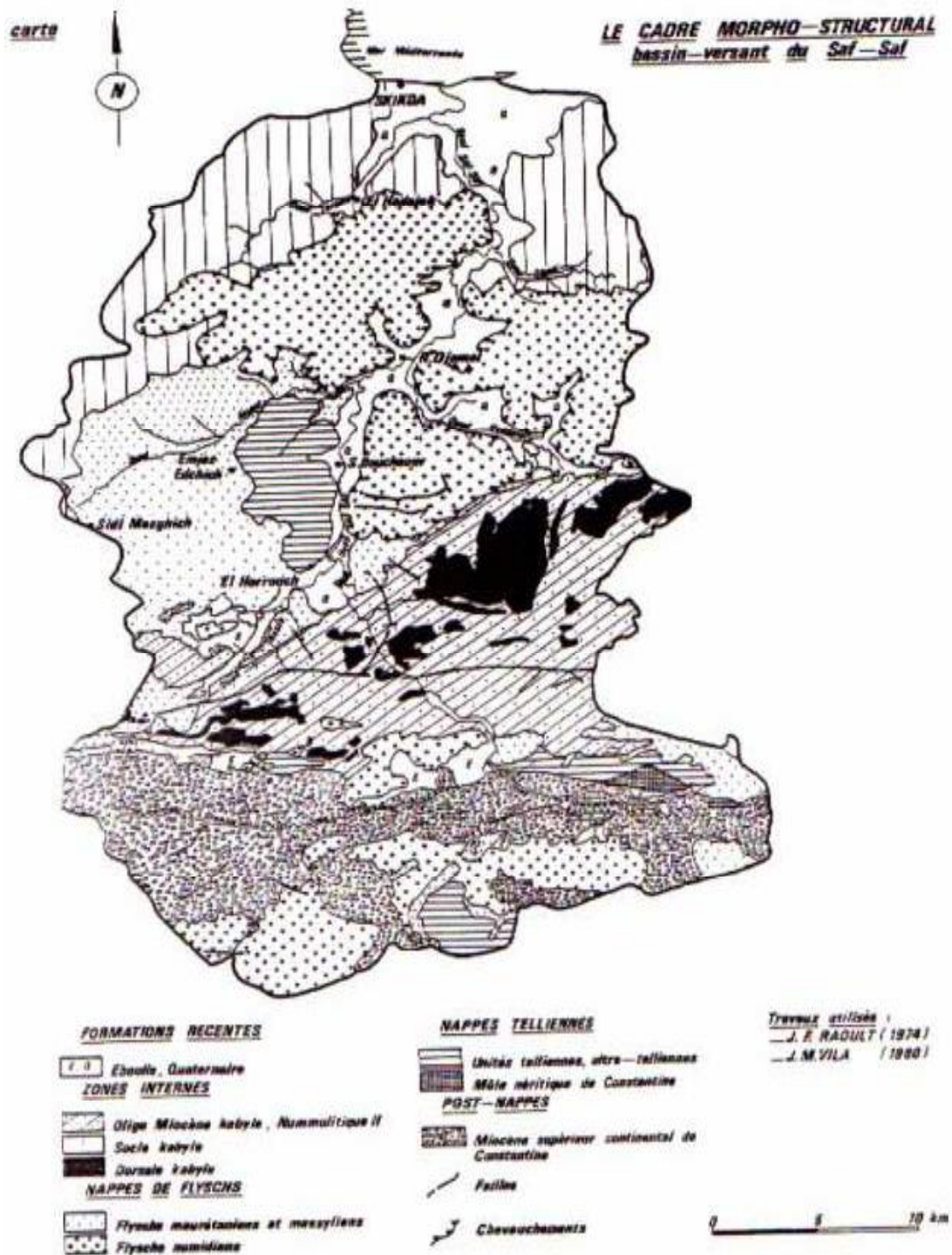


Figure 14 Cadre morpho-structural
[AGENCE DES BASSINS HYDROGRAPHIQUE CONSTANTINE] .

II-2-4 -1 Les Milieux Structuraux :

Toutes les études ont montré que le domaine tellien avait été débité en vastes nappes de charriages (carte 2 en annexe).

II-2-4 -2 Le socle Kabyle au Nord :

C'est en fait, la nappe la plus importante, formée essentiellement de terrains (Marbres, Gneiss et Micaschistes) qui ont subi un métamorphisme anti-silurien, ensuite charriées lors de la céto-genèse alpine.

II-2-4 -3 Morphologie du bassin versant :

Le bassin du Saf-Saf présente la morphologie suivante :

II-2-4 -3-1 Les terrasses Quaternaires :

Les plus importantes terrasses s'étendent le long du talweg principal de l'Oued Saf-Saf. :

- a) Le niveau zéro (fond alluvial) : Terrasses constituées surtout de matériaux sablo- limono graveleux et s'étendent tout au long de l'Oued Saf-Saf, l'Oued Khemakhem (sud) et l'Oued ZERAMNA (Nord-Ouest). Elles représentent des zones facilement inondables lors des crues.
- b) Le niveau I : Son extension est très importante en aval de L'Oued Saf-Saf. Il présente un matériel argilo limono sableux d'environ deux mètres d'épaisseur.
- c) Le niveau II : Constitué surtout de matériaux grossiers (galets moussés), ce niveau étant la phase intermédiaire entre la phase d'ablation et celle de l'accumulation.
- d) Le niveau III : Ou glacis-terrasses, c'est le début des hauts niveaux, les glacis qui sont pour la plupart des formes de dénudation, sont surtout constitués de matériaux grossiers, en raison de leurs rattachement aux plateaux à alluvions caillouteux.
- e) Le niveau IV : Se distingue par des lambeaux de glacis plus ou moins étroits, composés surtout de marnes, marno-calcaire, grés numidiens et croûtes calcaires.
- f) Le niveau V et le plus haut niveau : Correspond à de petits replats situés à 300 et 350 m d'altitude. Il est formé de croûtes calcaires, grés numidiens et du sol argilo sableux.

II-2-4-3-2 Morphométrie du bassin versant :

Les divers paramètres morphométriques d'un bassin versant (forme, altitude, pente, relief ...etc.) interviennent le plus souvent de façon combinée, agissant sur les modalités de l'écoulement. Ils offrent la possibilité de réaliser une analyse quantitative et une comparaison des différentes unités hydrologiques.

Cependant, pour assurer la fiabilité de l'aspect morphométrique, il est nécessaire que cette quantification soit appliquée à des bassins versants de taille réduite avec une géologie homogène.

II-2-4-3-2 -1 Superficie :

Avec une superficie planimètre de 1154 km² (1158 km² selon les données de l'A.N.R.H, soit un écart de 0,04 %), le bassin versant du Saf-Saf est le plus grand bassin des côtiers Constantinois (10 % des 11570 km²). Cette superficie est délimitée par une ligne de partage des eaux de 150 km qui est le périmètre du bassin.

II-2-4-3-2 -2 La forme du bassin :

Cet élément peut être traduit par le paramètre C(1) : Indice de compacité de Gravelus ayant une influence certaine sur l'écoulement. La forme du bassin détermine l'allure de l'hydrogramme de crue. Un bassin allongé ne réagira pas de la même manière qu'un bassin de forme ramassée. Pour le bassin du Saf-Saf, l'indice C a été estimé à 1,24 ; traduisant une compacité faible (bassin allongé) de 46,65 km sur 24,75 km.

II-2-4-3-2 -3 Les altitudes :

À partir de la carte topographique Skikda 1 / 200 000e, on a pu réaliser le tableau no1.

Tableau 1 Bassin versant du Saf-Saf : Répartition des superficies en fonction des tranches d'altitude.

Tranches d'altitude	Hi (m)	Si (km ²)	Si Cum (km ²)	Si (%)	Si Cum (%)
≤ 200	100	437,8	1154	37,9	100
200 – 400	300	323,8	716,2	28,1	62,1
400 – 600	500	207	392,4	17,9	34
600 – 800	700	144	184,4	12,5	16,1
800 – 1000	900	21,6	41,4	1,9	3,6
≥ 1000	1100	19,8	19,8	1,7	1,7
Ensemble du bassin	-	1154	-	100	-

Avec :

Hi : altitude moyenne de la tranche.

Si : superficie de la zone correspondant à la tranche d'altitude.

L'altitude moyenne du bassin du Saf-Saf, calculée à partir de la courbe hypsométrique.

(Fig 1) - Réalisée à partir du tableau no 1 - est de l'ordre de 316,53 m. .

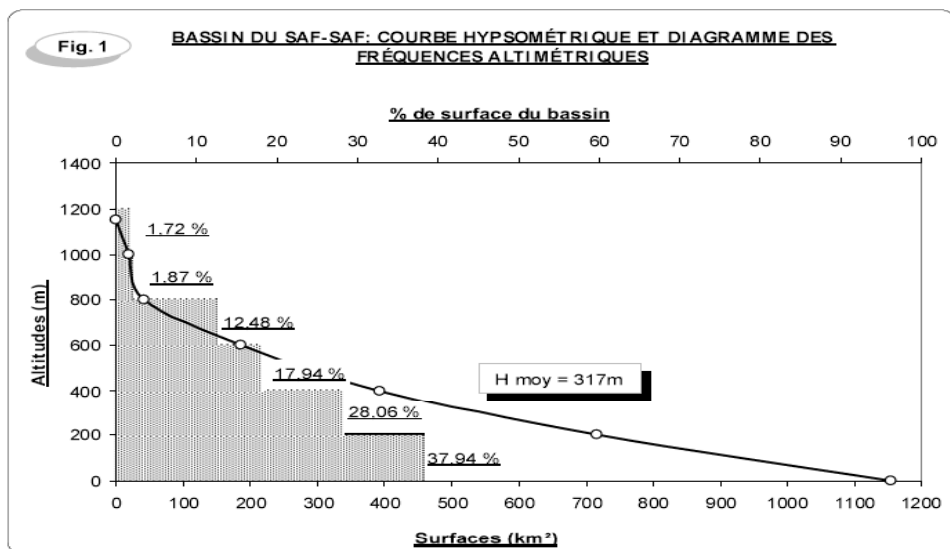
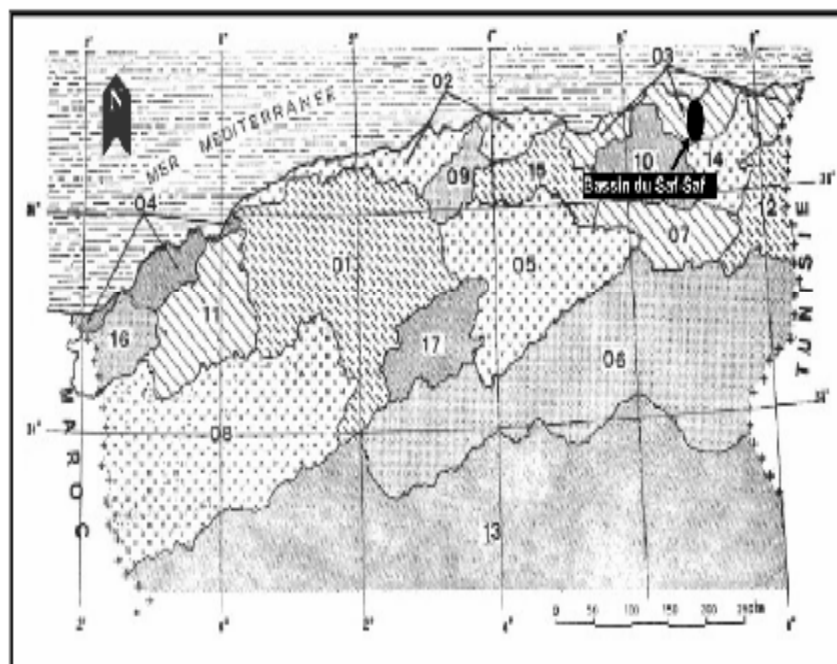


Figure 15 Courbe hypsométrique du bassin de Saf Saf

Carte 1

BASSIN VERSANT DU SAF-SAF : SITE



01	CHELT	07	H. PLAINES CONSTANTINOISES	13	SAHARA
02	CÔTIERS ALGEROIS	08	H. PLAINES ORANAISES	14	SEYDOUSE
03	CÔTIERS CONSTANTINOIS	09	SSEB	15	SCUNNAM
04	CÔTIERS ORANAIS	10	KEBIR RHUMEL	16	TAFNA
05	CHOTT HOONA	11	WACTA	17	ZAHREZ
06	CHOTT MELGHIR	12	MEJERDAH		

_Figure 16 localisation du bassin de Saf Saf

II-3 Temperatur :

Les températures mesurées à la station météo de Skikda sont les suivantes :

Tableau 14 : Températures moyennes, maximales et minimales

Mois	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Dec	Moyenne annuelle
Température Moyenne (°C)	11,82	12,16	15,18	16,8	19,76	23,84	26,34	26,64	24	22,1	17,22	13,54	19,12
Température max (°C)	15,32	15,22	18,68	19,98	22,86	26,98	29,04	29,4	26,68	25,52	20,5	17,02	22,27
Température Min (°C)	8,9	8,84	12,06	13,58	16,56	20,5	23,42	23,62	21,08	18,88	14,24	12,36	16,17
A°C	6,42	6,38	6,62	6,4	6,3	6,48	5,62	5,78	5,6	6,64	6,26	4,66	6,1

Le tableau ci-dessus montre que la valeur la plus élevée de la température se focalise entre les mois de juin, juillet et août (mois d'été) avec des valeurs avoisinant les 30°.

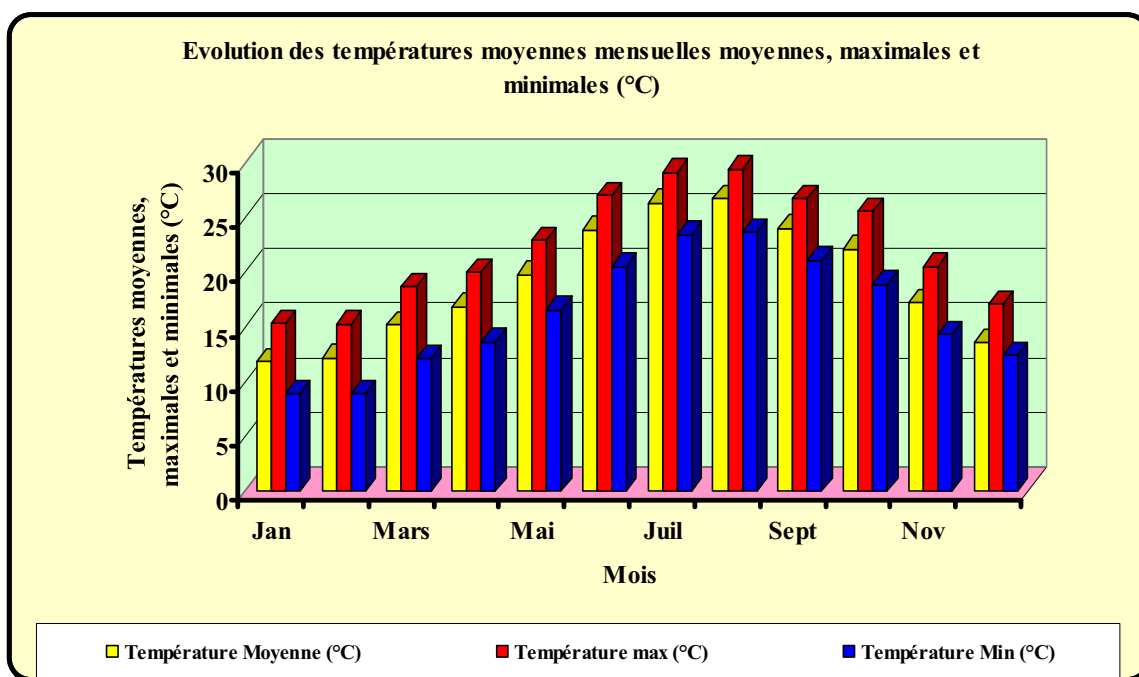


Figure 17 Evolution des températures moyennes, maximales et minimales (°C)
[ANRH CONSTANTINE].

II-4 Evaporation

L'évapotranspiration est mesurée à la station météo de Skikda.

Tableau 2 Evaporation moyenne mensuelle

Mois	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Dec	Total Annuel (mm)
Evaporation mensuelle moyenne (mm)	53,8	52,8	87,2	79,6	83	106,4	107,2	113,2	85,6	84,8	75,6	72,2	1001

Le tableau ci-dessus montre également que l'évaporation atteint son maximum durant la période estivale d'été. L'évaporation suit une progression identique à celle de la température.

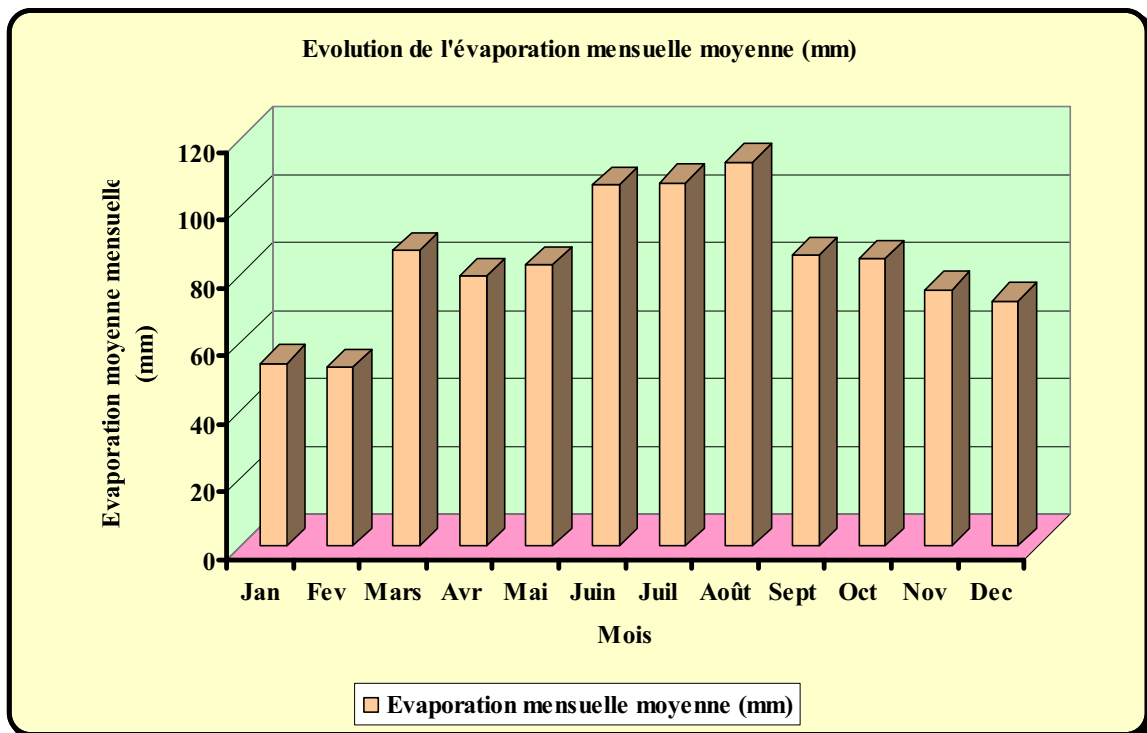


Figure 18 Evolution de l'évaporation moyenne mensuelle (mm)
[ANRH CONSTANTINE].

II-5 Caractérisation du type de climat

Pour caractériser le climat régnant dans la zone d'étude, nous nous sommes basés sur les indices résultants de combinaisons d'éléments météorologiques recueillis.

II-5-1 Indice d'aridité de DEMARTON « Ia »

$$Ia = P/(t+10)$$

Avec :

Ia : Indice de DEMARTON

P : Précipitation cumulée de l'année (mm)

t : température moyenne mensuelle (°C)

Donc :

$$Ia = 766,4 / (19,12+10) = 26,32$$

Tableau 3 Classification du climat selon DEMARTON

Type de climat	Désertique	Aride	Semi-Aride	Sub-Humide	Humide

Ia	Ia < 5	5 < Ia < 10	10 < Ia < 20	20 < Ia < 30	Ia > 30
----	--------	-------------	--------------	--------------	---------

En se référant au tableau ci-dessus, avec un Ia = 26,32, la ville de Skikda est caractérisé par un climat Sub-Humide.

II-5-2 Humidité Atmosphérique :

L'humidité est la base de toute précipitation. L'humidité relative à Skikda

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
H (%)	72.3	72.84	72.3	74.75	74.75	74.73	73.73	74.01	73.61	73.0	70.61	73.69

Tableau 4 Humidité région de Skikda

D'après le tableau ci dessus la région de Skikda se caractérise par une forte humidité, une faible variation annuelle de celle-ci. L'importance de l'humidité atmosphérique dans la basse Seybouse peu entraîner la l'apparition de précipitations occultes par condensation à la surface du sol et des plantes.

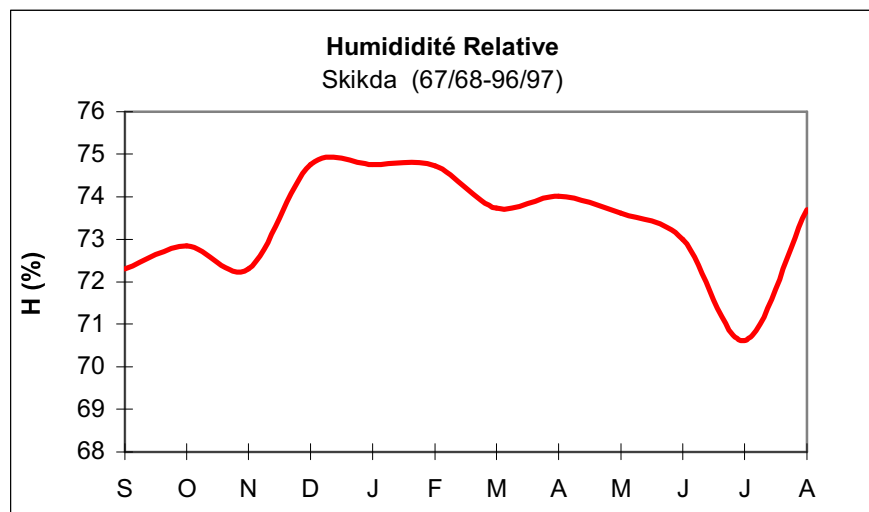


Figure 19 Variations de l'humidité à de Skikda
[ANRH CONSTANTINE].

D'après le tableau ci dessus la région de Skikda se caractérise par une humidité élevée en hiver qu'en été mais elle ne descend pas au dessous de 50%.

➤ Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN

Ce diagramme consiste à présenter les précipitations mensuelles avec les températures moyennes, il en résulte la détermination de la période la moins arrosée de la zone d'étude.

Le diagramme ombro-thermique (fig.8) permet de reconstituer le cycle de l'eau dans le sol de Skikda, celui-ci est déterminé d'une manière plus au moins précise en tenant compte des paramètres tels que les précipitations, les températures, les besoins de la végétation, l'évaporation et l'évapotranspiration potentielle.

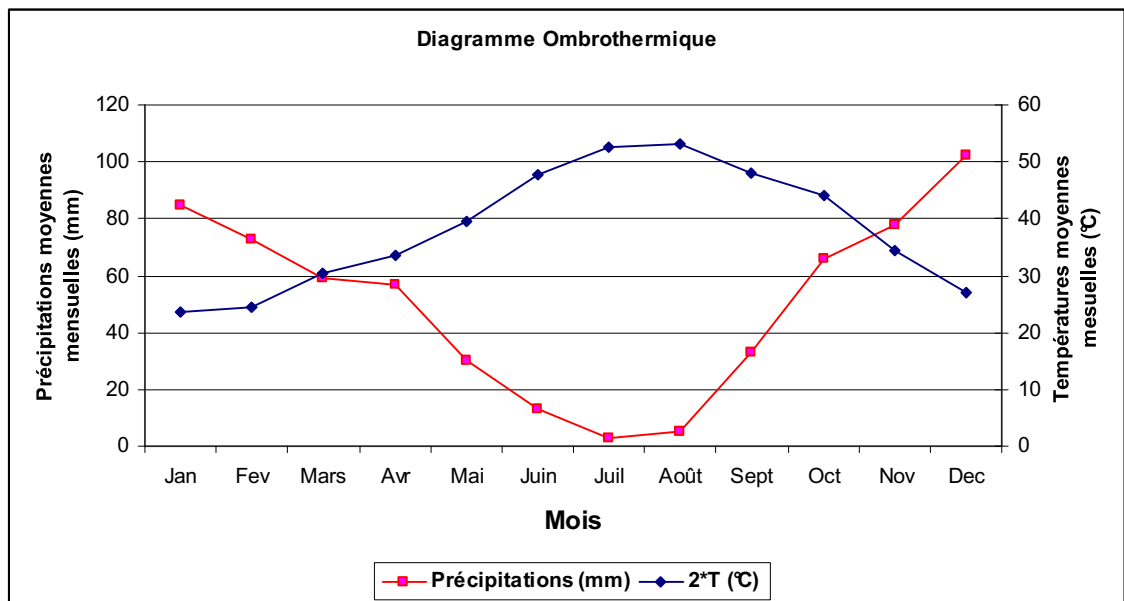


Figure 20 Diagramme Ombrothermique
[ANRH CONSTANTINE].

A partir de ce diagramme, on constate que la période la moins pluvieuse est enregistrée durant les mois d'été. Les tendances des deux courbes sont inversement proportionnelles.

C'est ainsi que l'on peut identifier les quatre étapes suivantes :

- Du mois d'octobre à décembre les précipitations sont suffisamment importantes pour qu'il y ait une reconstitution des réserves
- Du mois de janvier à mars, on enregistre un excédent dû à la violence des pluies pendant la saison hivernale
- A partir du mois de mars, avec le fléchissement des précipitations et l'accroissement de l'évapotranspiration, les réserves ne sont plus alimentées. Par conséquent, les besoins sont prélevés à leurs niveaux : étape de l'utilisation des réserves

- On aboutit, après l'utilisation des réserves et leur épuisement au mois de juin, à la dernière étape du cycle de l'eau qui est le déficit hydrique. Le bilan est donc négatif jusqu'à la reconstitution des réserves à partir du mois d'octobre.

L'élément fondamental qui se dégage de cette analyse est l'existence dans l'année de deux saisons seulement, nettement différenciées. Les effets de la saison d'été (de mai à octobre) ne sont pas sans conséquences, car la stagnation des masses d'air anticycloniques sur l'extrême nord-est Algérien provoquent souvent un déficit pluviométrique et une forte évapotranspiration de 890 mm dans la basse Seybouse et de 930 mm dans la moyenne Seybouse d'où un déficit hydrique caractérisé par des étiages parfois durables. La saison froide (de novembre à avril) se caractérise par les chutes brutales des températures entraînant de fortes précipitations, variant entre 350 mm et 900 mm qui agissent directement dans l'alimentation pluviale de l'écoulement de la Seybouse, contribuent à la recharge des réserves souterraines de la plaine, provoquent des crues et accentuent les problèmes posés par la gestion de l'eau [ANRH2003].

Etude Climatiqu

III-Contexte climatique :

III-1 Pluviométrie :

III-1-1 Acquisition des données :

Les données de la région d'étude ont été recueillies auprès de l'Agence Nationale des Ressources en eau (ANRH) et de l'Office National de la Météorologie (ONM). Il s'agit d'observations journalières reportées sur des tableaux de cumuls mensuels (TCM). A partir de ces données mensuelles nous avons reconstitué les valeurs de pluies annuelles.

Nous avons travaillé sur les stations les plus longues et relativement les plus fiables. Dans la région nous disposons de deux stations ayant des périodes d'observation relativement moyennes, la station de Ramdane Djamel avec 38 ans d'observation sans lacunes est la station qui présente une série de données la plus longue. Les moyennes pluviométriques de ces deux stations sont comparables.

La station de Ramdane Djamel est située à 50 mètres du niveau de la mer alors que l'altitude de Bouchtata est de 90 mètres (la station de Ramdane Djamel est plus représentative sur le plan altimétrique de Skikda).

Tenant compte de ces observations, nous prenons en considération pour la suite de l'étude la station de Ramdane Djamel comme représentative de la zone d'étude.

Tableau 5 Périodes d'observation

Ville	Code Station	Nom Station	Période d'observation		Nombre d'années sans lacunes
SKIKDA	030909	RAMDANE DJAMEL	1954	2007	38
	030911	BOUCHTATA	1949	2007	24

Tableau 6 Comparatif des pluies moyennes et des altitudes

Ville	Code Station	Nom Station	Période d'observation		Pluie moyenne en mm	altitude
SKIKDA	030909	RAMDANE DJAMEL	1954	2007	603,9	50
	030911	BOUCHTATA	1949	2007	679,3	90

III-1-2 Pluies annuelles :

Pluie moyenne dans la région :

La pluie annuelle moyenne dans la région de Sikda est comprise entre 800 et 900 mm d'après la carte des pluies de l'Algérie du nord de l'ANRH, nous prenons en considération la valeur de :

$$P_{moy} = 850 \text{ mm.}$$

Modèle de distribution :

Après l'Analyse détaillée des observations (ajustement à une loi racine normale des pluies annuelles de la station de Ramdane Djamel (030909), nous avons constaté que les distributions statistiques dans notre région présentaient un caractère nettement symétrique.

*Ajustement à une loi racine-normale
des pluies annuelles
station de Ramdane Djamel*

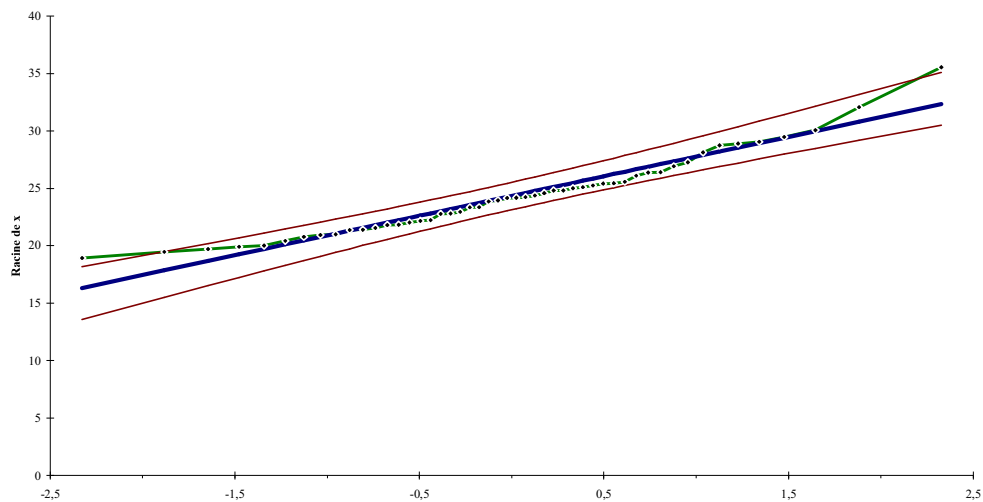


Figure 21 Ajustement à une loi racine-normale des pluies annuelles

	Station : Ramdane Djamal
Fréquence	30909
0.5	591,9
0.8	741
0,9	825,7
0,95	899,1
0,98	985,3
0,99	1045

Analyse de l'évolution temporelle par la méthode des moyennes mobiles :

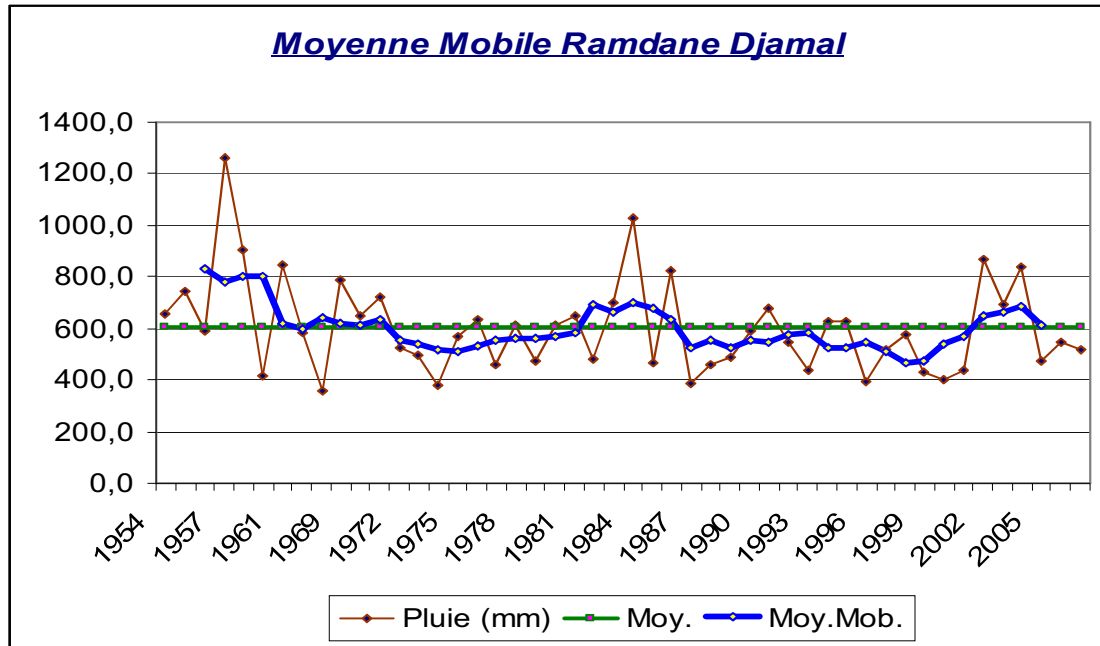


Figure 22 Analyse de l'évolution temporelle par la méthode des moyennes mobiles

Cette analyse confirme d'une façon générale que la série des pluies annuelles durant les années 1954 à 2007, a tendance à fluctuer autour de la moyenne. Durant les périodes allant de 1954 à 1961 les pluies annuelles sont excédentaires, de 1972 à 1981 et de 1982 à 2001 il apparaît l'existence de sécheresses plus ou moins importantes par rapport à la moyenne, les années 2002 à 2004 sont relativement excédentaires.

III-1-3 Précipitations Mensuelles :

Les pluies moyennes mensuelles représentées par le tableau traduisent clairement les variations saisonnières et leur distribution à l'échelle annuelle. La station prise en considération dans la région d'étude, fait ressortir deux périodes distinctes, une saison sèche et une autre humide.

Tableau 11 : Répartition mensuelle des précipitations, station de Ramdane Djamal (030909)

Mois	sept	oct	nov	déc	jan	fév	mars	avr	mai	juin	juil	août
------	------	-----	-----	-----	-----	-----	------	-----	-----	------	------	------

P en mm	33,1	65,7	78,0	102,3	85,0	72,8	59,1	56,9	30,3	12,8	2,9	5,2
P en %	5,5	10,9	12,9	16,9	14,1	12,1	9,8	9,4	5,0	2,1	0,5	0,9

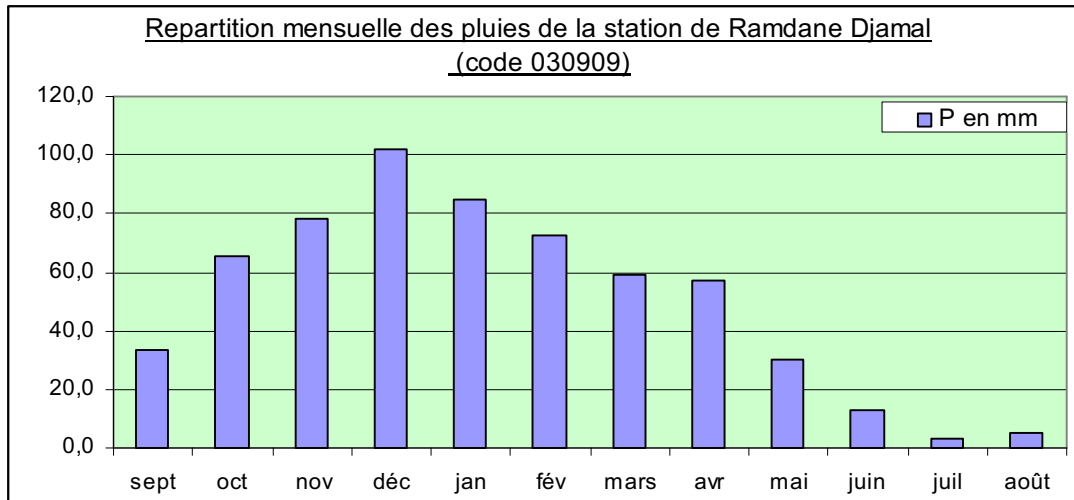


Figure 23 Répartition des pluies mensuelles station de Ramdane Djamal (030909)

On remarque l'existence d'une saison sèche qui correspond aux mois de juin à août, avec des pluies moyennes mensuelles inférieures à 15 mm et une saison humide qui correspond aux autres mois.

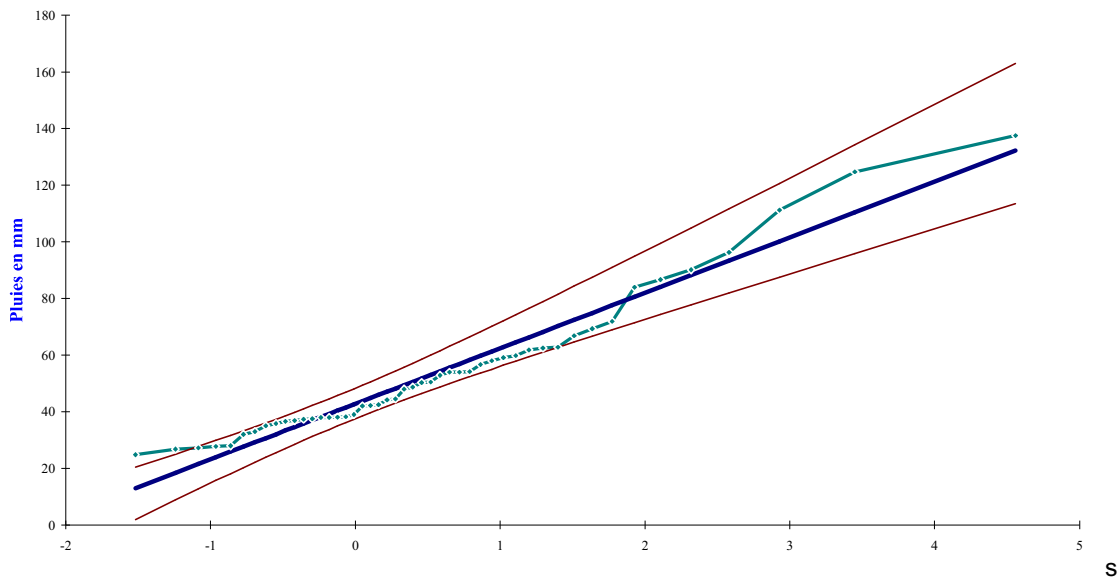
La répartition des pluies mensuelle en % nous montre de façon distincte que les mois les plus arrosés correspondent vont d'octobre à avril ces mois accaparent à eux seuls plus de 80% des précipitations annuelles. Par contre les mois d'été sont largement déficitaires avec moins de 5 % du total annuel pour chaque mois.

III-1-3 Précipitations Journalières :

La protection contre les dégâts des eaux nécessite de s'intéresser aux pluies journalières maximales annuelles.

Théoriquement les valeurs extrêmes s'ajustent à une loi des valeurs extrêmes, en Algérie il est vérifié que les pluies journalières maximales annuelles

Ajustement à une loi de Gumbel
des Pluies max journalières
Station de Ramdane Djamal



s'ajustent à une loi de Gumbel.

Figure 24 Ajustement à une loi de Gumbel des pluies max journalières

Tableau 7 Ajustement des Pluies Max. journalières en mm

Période de retour	Fréquence	U.Gumbel	Ramdane Djamal
02ans	0.5	0,37	50
05ans	0.8	1,5	72,2
10ans	0,9	2,25	86,9
20ans	0,95	2,97	101
50ans	0,98	3,902	119,3
100ans	0,99	4,6	133

III-1-4 Pluies de courtes durées :

Selon l'étude de Body intitulée « Analyse fréquentielle pluies de L'Algérie » réalisée à l'ANRH la relation Intensité - Durée - Fréquence recherchée est de la forme :

$$P_t = P_{jmax\%} * (t / 24)^b$$

Avec :

P_t : pluie correspondante à un pas de temps t .

$P_{jmax\%}$: pluie journalière maximale de fréquence donnée à Ramdane Djamal

b : paramètres climatique égal à 0,38 pour la région de Ramdane Djamal .

La relation obtenue est la suivante :

$$P_t = P_{jmax\%} * (t / 24)^{0,38}$$

Cette relation nous permet en tenant compte des quantiles de pluies max au niveau de la station de Ramdane Djamal de calculer les intensités de pluies en mm/heure pour différentes fréquences et pour différentes durées.

Tableau 8 Intensités horaires en mm/h pour la région

Période de retour	15mn	30mn	1heure	2heures	3heures	6heures	12heures	24heures
02ans	35,3	23	14,9	9,7	7,6	4,9	3,2	2,1
05ans	51	33,2	21,6	14	10,9	7,1	4,6	3
10 ans	61,4	39,9	26	16,9	13,1	8,6	5,6	3,6
20 ans	71,3	46,4	30,2	19,6	15,3	9,9	6,5	4,2
50 ans	84,2	54,8	35,7	23,2	18	11,7	7,6	5
100 ans	93,9	61,1	39,7	25,9	20,1	13,1	8,5	5,5

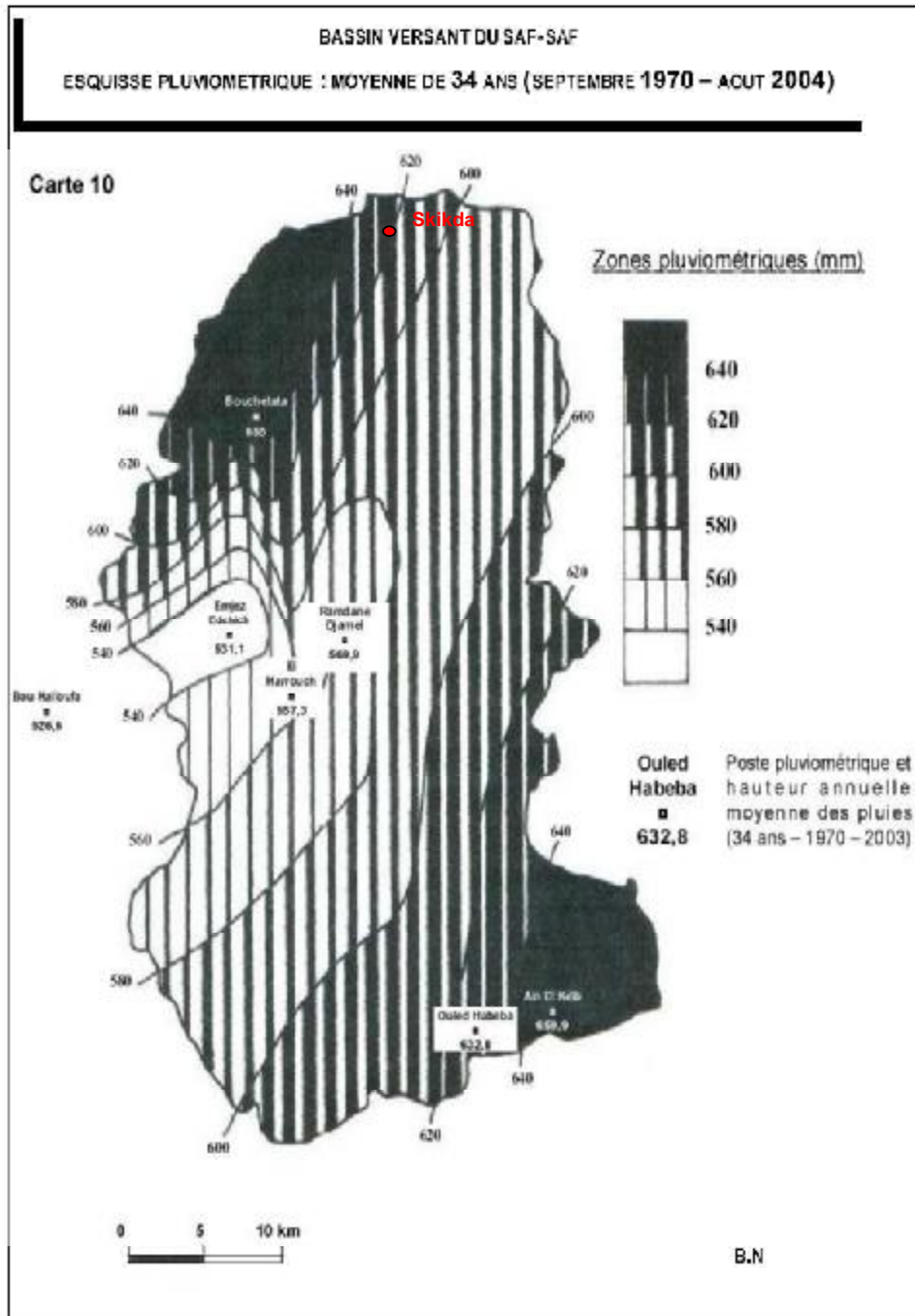


Figure 25 Esquisse pluviométrique du bassin de Saf Saf
 [ANRH CONSTANTINE].

Chapitre IV

MOBILISATION, CONSOMMATION ET UTILISATION DES EAUX DE LA REGION DE SKIKDA

IV.1 Introduction

L'établissement d'un bilan ressources - demande est très important pour un aménagement intégré, donc pour une planification de l'eau au niveau du bassin versant. Il s'agit de donner une estimation des besoins et de consommation de l'eau dans les différents secteurs utilisateurs de l'eau dans la région de Skikda. Pour ce faire on commence par la population de cette région, car la population, constitue à la fois, l'objet et le but de toute aménagement. Sa répartition, sa densité et son évolution déterminent et guident l'action de celle-ci.

Tenir compte de ces éléments, c'est mettre de son côté toutes les chances de réussite.

Donc l'étude de la répartition de la population, sa densité, son évolution et sa structure s'impose. Puis l'analyse de la situation actuelle des ressources en eau de cette région, afin d'élaborer une nouvelle stratégie en matière de mobilisation, de distribution et de gestion de ces ressources. Quant à la région de Skikda, les ressources en eau proviennent de 4 hydro écosystèmes : 1. retenues d'eau : Zerdazes, Zit Emba, Beni Zid et Guenitra ; et le dessalement des eaux de mer sur une distance de 150 km.

IV.2 Ressources en eau :

IV.2.1 Ressource en eau actuelles :

Les principales sources d'alimentation en eau potable de la ville de SKIKDA et ses agglomérations, sont les suivantes :

- Les eaux superficielles (eaux de barrage),
- Les eaux souterraines (eaux de forage),
- L'eau de mer (eaux de dessalement).

IV.2.2 Les eaux Superficielles :

La principale source d'alimentation en eau potable de la ville de SKIKDA provient des eaux superficielles (eaux des barrages GUENITRA et ZIT EMBA) avec une production moyenne au niveau de la station de traitement de H Krouma de 70 000 m³/j.

L'étude des quatre barrages, en exploitation de Skikda fournissant un volume régularisable de 143.4. 106 m³ an-1 dont 32 à Zerdazes, 48 à Guenitra, 20 à Beni Zid et 43,4 à Zit Emba (ANBT, 2006), montre que l'hydraulicité est insuffisantes d'où ces barrages sont interconnectés. Leurs caractéristiques sont résumées dans le tableau 1.

Tableau 1. Caractéristiques des 4 barrages fonctionnels de Skikda

Barrage	Wilaya	Capacité estimée 106 m3	Volume régularisé 106 m3 an -1
Guenitra	Skikda	124	48
Zit Emba	Skikda	120	43,4
Zerdazas	Skikda	25,3	32
Beni Zid	Skikda	40	20
Dessalement	Skikda	100000m ³ /j	70000 m ³ /j

Un aperçu succinct est ainsi évoqué.

1. Le barrage de l'oued Z'hor

Il est destiné à l'AEP de la région ainsi qu'à l'irrigation de sa plaine qui s'étend sur une superficie de 400 ha. Sa capacité totale est de $72 \cdot 10^6 \text{ m}^3$.

2. Le barrage de l'oued Charchar

Il est destiné à servir à la protection de la ville de Skikda contre les crues et à l'AEP de la commune de Bouchtata et ses environs, ainsi qu'à l'irrigation de la plaine d'El-Hadaïek. Ce barrage a une capacité estimée à $11,5 \cdot 10^6 \text{ m}^3$.

3. Le barrage de Ramdane Djamel

Il a pour rôle de servir de barrage écrêteur en amont du barrage de Zerdezas.

Ainsi, les barrages Zerdazes, Beni Zid, Zit Emba et Guenitra sont définis en météorologie.

1. 1. Le barrage Zerdezas

Sa construction a été réalisée entre 1929 et 1945 avant d'être surélevé de 1971 à 1974 afin de satisfaire la demande en AEP des chefs-lieux des communes de Zerdezas, El-Harrouch, Salah Bouchaour et Emjez eddchich pour une population de l'ordre de 130 000 habitants (Services agricoles, 2006). Les capacités de stockage sont de $32 \cdot 10^6 \text{ m}^3$, ces dernières sont réduites à $18 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ suite à des problèmes d'envasement causé par le dévalement des terres agricoles avoisinantes.



Figure 2 Photographie montrant une vue générale du barrage Zerdazes en période de dévasement.

1. 2. Le barrage Guenitra

Les travaux de construction du barrage de Guenitra ont duré de 1974 à 1984. Il est destiné à assurer la couverture des besoins en eau potable pour la ville de Skikda, les agglomérations avoisinantes et la zone industrielle. Avec les eaux du barrage Zerdezas, il contribue à l'irrigation de la plaine de Saf-saf. Il reçoit un apport annuel estimé à $47-60. 10^3 \text{ m}^3$. Ses capacités de stockage sont de $124. 10^3 \text{ m}^3$ couvrant les besoins en AEP des communes d'Oum Toub, Sidi Mezghiche et les zones environnantes.



Figure 3. Photographie du barrage Guenitra.

Coordonnées Lambert : Latitude : $36^{\circ}68'33''$, Longitude : $6^{\circ}61'66''$.

1. 3. Le barrage Béni Zid

Il est situé sur l'oued Béni Zid et est doté d'une capacité de 40.10^3 m^3 pour l'AEP de la commune de Collo ainsi que pour irriguer 1 500 ha de sa plaine.



Figure 4. Photographie du barrage Beni Zid.

1. 4. Le barrage Zit Emba

Il s'étend sur un bassin versant évalué à 485 km^2 . L'altitude maximale est 1200 m, minimale 50 m et moyenne 376 m. Il reçoit une pluviométrie annuelle moyenne de 700 mm, un apport moyen annuel de $500 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ d'eau. Il a été conçu pour une crue Q 10 pour $635 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ (débit de fréquence 10 ans), crue Q 100 pour $1275 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, crue Q 1000 pour $1920 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ et crue Q 10000 pour $3060 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. (Service agricole de Skikda, 2006).

Il est situé sur le territoire de la commune de Bekkouche Lakhdar, dans la daïra de Ben Azzouz, sa capacité totale est de 120.10^6 m^3 . Il est destiné à l'AEP de la commune d'Azzaba et à l'irrigation d'un périmètre de 6 500 ha situé sur la plaine de Ben Azzouz. Il assure une quantité de 8.10^6 m^3 pour l'alimentation de la ville de Skikda.



Figure 5. Photographie du barrage Zit Emba.

Les eaux Souterraines :

Cette ressource constitue, en importance, la deuxième ressource d'alimentation en eau potable, notamment pour les agglomérations d'El-HADAEIK et une partie de la zone de SKIKDA.

Ces ressources sont :

Fil Fila : 4 et 2 puits avec un débit disponible de 40 l/s,

El Haddeik : 1 puits avec un débit de disponible de 10 l/s.

Ouvrages de stockage et de transfert :

Le tableau ci-dessous illustre les caractéristiques des ouvrages hydrauliques des communes de Skikda, H.Krouma, El Haddeik et Fil Fila.

Tableau 5 : Bilan des ouvrages hydrauliques

Commune	Forage AEP		Situation de traitement		Station dessalement		Station de pompage			Ouvrages de stockage			
	En service									Châteaux d'eau		Réservoir	
	Nombre	Capacité installé (m3/j)	Désignation	Capacité installé (m3/j)	Désignation	Capacité installé (m3/j)	Débit nomi (m3/h)	Nbre	Débit total (m3/h)	Nombre	Capacité (m3)	Nombre	Capacité (m3)
Skikda	-	-			1	4000	3229	8	77496	-	-	16	48300
H.Krouma	-	-	1	70000	-	-	-	-	-	-	-	3	2500
El-Hadaeik	1	360	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1400
Fil-Fila	6	1440	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	9800
Total	7	1800	1	70000	1	4000	3229	8	77496	0	0	35	62000

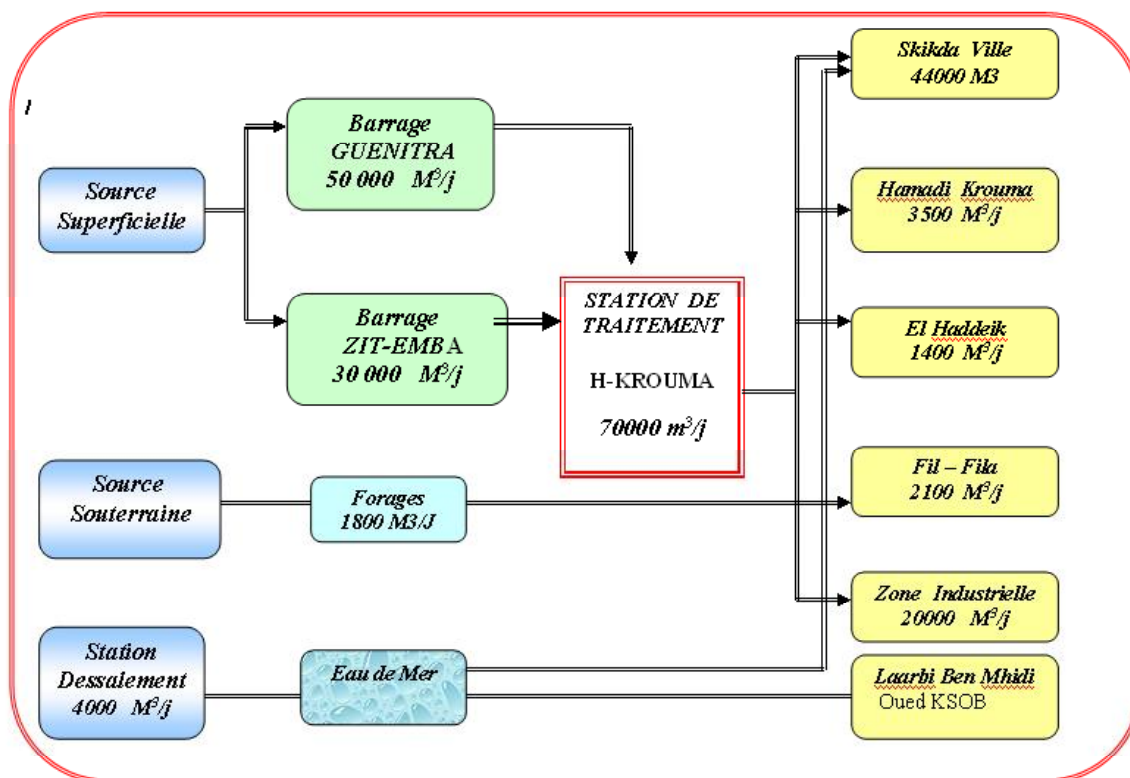
Les caractéristiques des réservoirs sont synthétisés dans le tableau ci-dessous :

Les eaux de dessalements :

Ces eaux sont destinées pour alimenter l'agglomération de LARBI BEN MHIDI et la zone industrielle SONATRACH.

La production moyenne de la station de dessalement est de 4000 m³/j.

Le principe de fonctionnement du système est repris ci-dessous :



Nota : Les capacités de traitement de la station de traitement sont de 86400 m³/j.

Les 70000 m³/j annoncés dans l'organigramme correspondent aux volumes moyens traités.

[D APRES LES SERVICES DE L ALGERIENNE DES VEAUX]

Démographie

Données ONS (Office Nationale des Statistiques)

L'évolution démographique de la commune de SKIKDA selon les RGPH de 1966 à 2008 (source : ONS) est présentée comme suit :

Avec type :

ACL = Agglomération Chef Lieu

AS = Agglomération secondaire

Tableau 17 : Evolution démographique de la commune RGPH 1966

R.G.P.H 1966			
Commune	Agglomération	Type	Population
SKIKDA	Skikda	A.C.L	60782
	Stora	A.S	1420
	Larbi Ben M'hidi	A.S	
Total			62202

Tableau 18 : Evolution démographique de la commune RGPH 1977

R.G.P.H 1977			
Commune	Agglomération	Type	Population
SKIKDA	Skikda	A.C.L	91395
	Stora	A.S	1845
	Larbi Ben M'hidi	A.S	1479
Total			94719

Tableau 19 : Evolution démographique de la commune RGPH 1987

R.G.P.H 1987			
Commune	Agglomération	Type	Population
SKIKDA	Skikda	A.C.L	121495
	Stora	A.S	2770
	Larbi Ben M'hidi	A.S	4482
Total			128747

Tableau 20 : Evolution démographique de la commune RGPH 1998

R.G.P.H1998			
Commune	Agglomération	Type	Population
SKIKDA	Skikda	A.C.L	144389
	Stora	A.S	1951
	Larbi Ben M'hidi	A.S	7191

Total		153531
-------	--	--------

Tableau 21 : Evolution démographique de la commune RGPH 2008

Commune	R.G.P.H 2008		
	Agglomération	Type	Population
SKIKDA	Skikda	A.C.L	145203
	Stora	A.S	2233
	Larbi Ben M'hidi	A.S	7904
Total			155340

Evolution de la population (1966 -2008)

Evolution démographique

Tableau 22 : Evolution démographique de la commune (1966 – 2008)

Année	1966	1977	1987	1998	2008
Population	62202	94719	128747	153531	155340
Evolution (%)	-	52,28%	35,93%	19,25%	1,18%

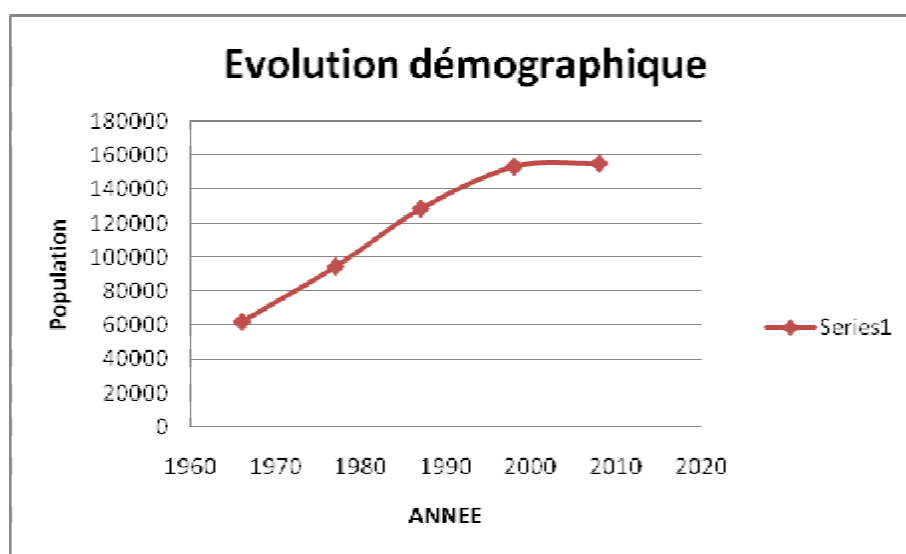


Figure 9 : Evolution démographique

Le tableau ci-dessus montre une croissance démographique quasiment linéaire entre 1966 et 1998. De 1998 à 2008, l'évolution démographique s'est quasiment stabilisée.

Taux d'accroissement annuel (1966 -2008)

Tableau 23 : Evolution du taux d'accroissement

Année	1966-1977	1977-1987	1987-1998	1998-2008
Taux d'accroissement (%)	3.89	3.11	1.61	0.11

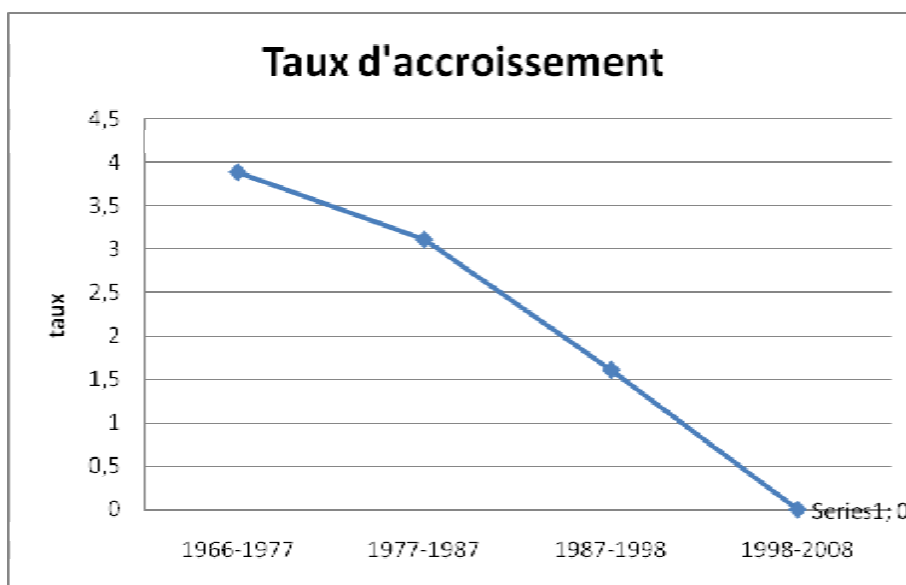


Figure 10 : Evolution du taux d'accroissement

Remarque : Ce graphique met en évidence une chute constante du taux d'accroissement.

Le taux d'accroissement moyen entre 1966 et 2008 est de 0.23 % par an.

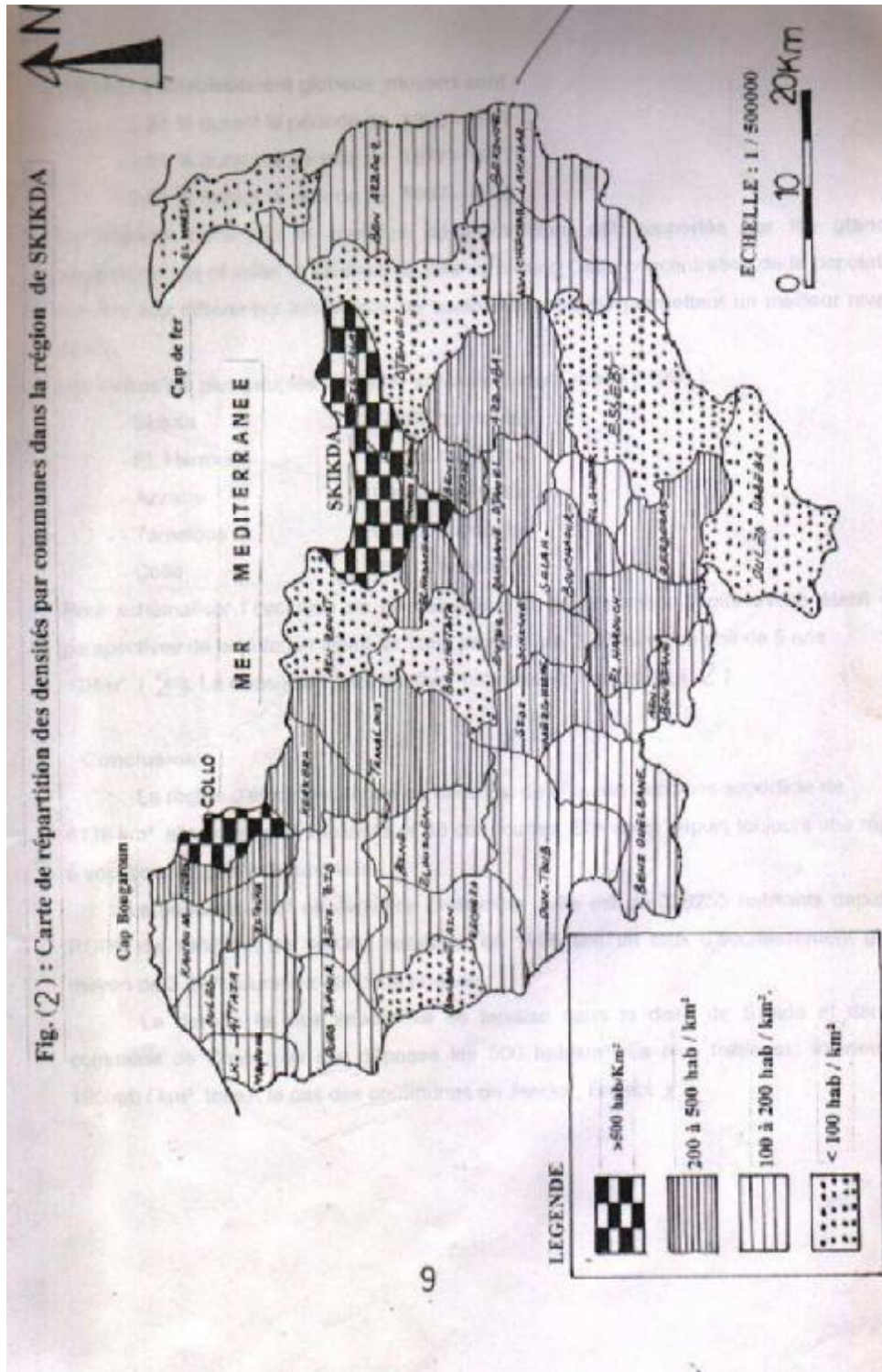
A titre indicatif, la projection démographique aux horizons 2015 et 2030, en considérant le même taux d'accroissement moyen de 0.23 % par an, est reprise dans le tableau ci-dessous :

Tableau 24 : Projections démographiques

Projection démographique à court et long terme						
	2008	2015	Evolution 2008 - 2015	2030	Evolution 2015 - 2030	Evolution 2008 - 2030
Population	155340	156378,8	0,67%	161861,6	3,51%	4,20%

Le tableau ci-dessus met en évidence une augmentation de la population de l'ordre de 4,2 % entre 2008 et 2030. Ce chiffre est à corréler avec les projets d'urbanisations futurs. Cet aspect sera bien abordé dans le rapport de la mission C.

Carte 9 :
Répartition de la densité
de la population



Urbanisme

Logements

La ville de Skikda a connu une croissance démographique importante entre 1966 et 2008. Cette croissance a engendré une typologie de logements assez variée.

Le tableau ci-dessous présente l'état du parc logement de la ville de Skikda selon les résultats du RGPH 1998.

Tableau 25 : Taux d'occupation de logement (RGPH 1998)

	Logements			
	Occupés	Inoccupés	Usages professionnels	Total
Agglomération chef lieu	20724	2983	416	24123
Agglomération secondaire	1755	550	34	2339
Total	22479	3533	450	26462
%	85%	13%	2%	100%

En 1998, le nombre de logements occupés est de 85%. En corrélation avec la population, le taux d'occupation par logement s'élève à 7 habitants/logement (155340 / 22479). On obtient par ailleurs le même taux d'occupation que celui calculé avec l'analyse de la production et de la consommation en eau.

Urbanisme

Le périmètre d'urbanisation de Skikda s'étend sur une superficie totale de 2027 ha (PDAU 98). Ce périmètre empiète sur les territoires des communes El-Hadaiek, Hammadi Krouma et la commune de Stora.

Le Plan d'Occupation des Sols de la commune de SKIKDA est découpé en 20 zones :

La Zone 01 : cette zone est composée du tissu urbain de la ville de Skikda, elle s'étale sur une superficie de 94,50 ha dont une grande partie est l'objet d'une restructuration dans le cadre d'un POS, en cours d'élaboration. Ce POS regroupe la majeure partie des équipements existants et forme un véritable pôle d'attraction et d'animation.

La Zone 02 : elle regroupe les constructions coloniales individuelles et s'étale sur une superficie de 50,12ha.

La Zone 03 : cette zone s'étale sur une superficie de 3,62 ha et regroupe une grande partie des allées. Cette zone nécessite de grands travaux de réaménagement.

La Zone 04 : elle s'étale sur une superficie de 3,50 ha et regroupe 600 logements individuels dont une partie est en cours de construction.

La Zone 05 : cette zone est théoriquement la continuité de la zone SUJ2, d'une superficie de 1,25 ha, elle renferme également quelques logements individuels en cours de construction.

La Zone 06 : c'est la zone des constructions collectives construites dans les années 1970 et 1980, elle s'étale sur une superficie de 19,00 ha et regroupe 120 logements individuels dont une partie est en cours de construction.

La Zone 07 : cette zone s'étale sur une superficie de 12,25 ha.

La Zone 07' : cette zone s'étale sur une superficie de 03,75 ha.

La Zone 08 : elle regroupe les constructions individuelles les plus récentes et s'étale sur une superficie de 93,75 ha.

La Zone 09 : elle regroupe les constructions individuelles les plus récentes et s'étale sur une superficie de 05,25 ha. Une partie de ces constructions sont en cours de construction.

La Zone 10 : c'est une zone qui s'étale sur une superficie de 10,75 ha est proposée pour une opération de densification après le transfert de Briqueterie.

La Zone 11 : elle s'étale sur une superficie totale de 3,50 ha et regroupe des logements en cours de construction.

La Zone 12 : elle s'étale sur une superficie totale de 09,00 ha et regroupe 150 logements collectifs dont une partie est en cours de construction.

La Zone 13 : s'étale sur une superficie totale de 36,25 ha, elle se situe sur la partie des Allées du 20 Aout faisant partie du POS4, c'est une zone d'habitat collectif.

La Zone 14 : zone d'habitat collectif située à Merdj Eddib, sa superficie totale est de 65,87 ha.

La Zone 15 : occupée par l'habitat collectifs, sa superficie est de 41,25 ha, elle est situé dans la partie de la cité des 500 logements la CIA.

La Zone 16 : cette zone occupe la partie entre Beni-Malek et Bouyalaa sur une superficie de 24,50 ha.

La Zone 17 : c'est la cité appelée actuellement Sicel (POS17) d'une superficie de 27,75 ha.

La Zone 18 : cette zone s'étale sur une superficie de 9,50 ha (Bouyalaa1).

La Zone 19 : cette zone s'étale sur une superficie de 47,00 ha, c'est la zone existante du centre ville.

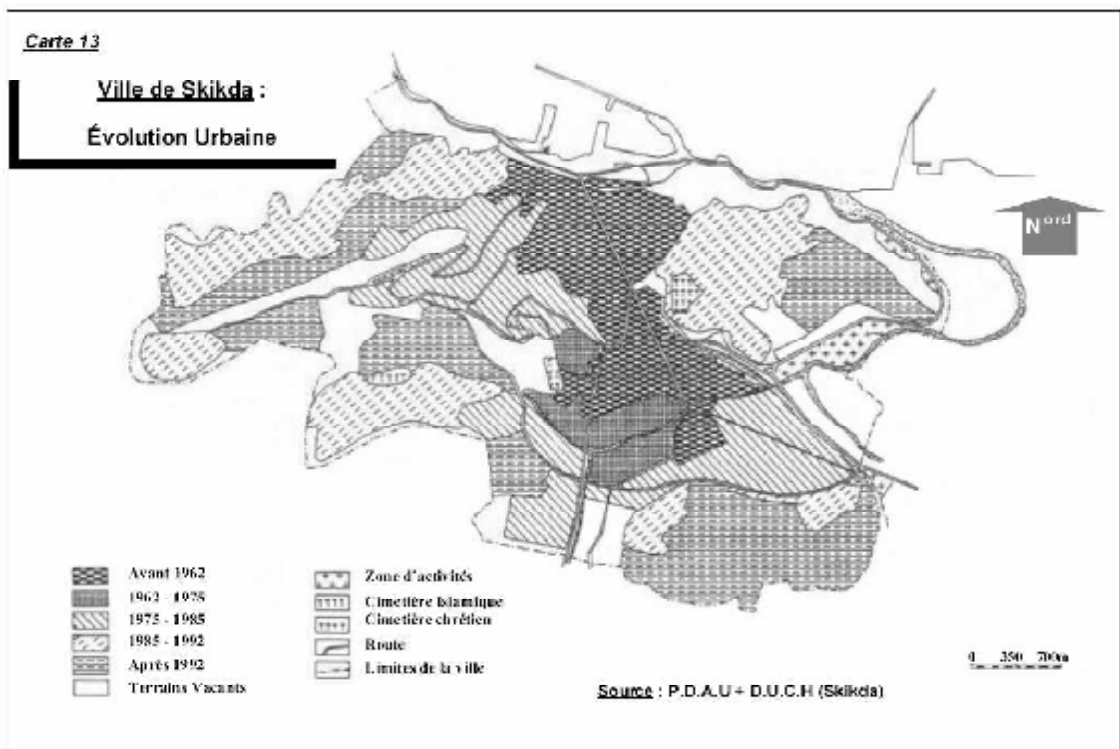
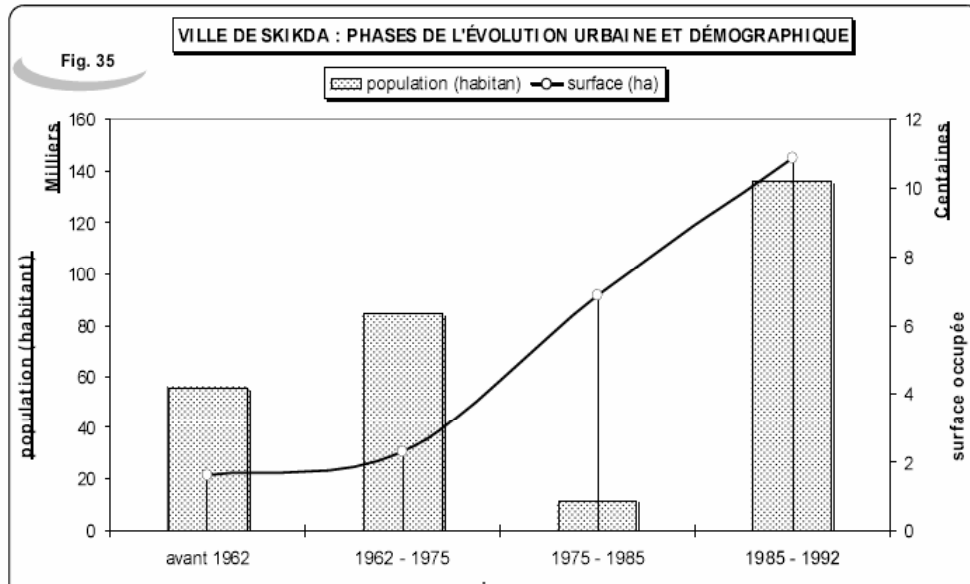
La Zone 20 : allant de MERDJ-Eddib jusqu'à la cité du 20 Aout. Cette zone d'équipements s'étale sur une superficie de 59,7 ha.

L'urbanisme est caractérisé ces dernières années à Skikda par un développement très important qui s'est traduit par d'importants programmes de logements à travers la création des zones d'extension :

- POS BOUABAZE sur une superficie de 100 ha,
- POS extension Sud Skikda
- POS SALAH BOULKEROUA.

[LA DIRECTION DE LA CONSTRUCTION ET D URBANISME]

Evolution urbaine et démographique



Carte 10: Evolution urbaine

2.2 Répartition de la population

Le bassin versant de la Seybouse comprend Sept Wilayas (départements) avec deux principales agglomérations Annaba et Guelma et 69 communes, dont trente trois (33) communes sont entièrement incluses dans le bassin et trente six (36). Cette population est concentrée essentiellement dans les villes et les villages avec une dispersion faible dans les zones rurales, ceci est dû à la progression de l'industrie et d'autres activités qui s'est fait au détriment du secteur agricole. L'exode rural est important il touche les jeunes il est dû à la désaffection envers le travail agricole et la concurrence des autres secteurs. Il est vrai que les villes sont devenues un lieu d'emploi privilégié, leur croissance est d'ailleurs spectaculaire.

La répartition par wilaya et selon les recensements des années 1977, 1987 et 1997 se résume par les tableaux [ONS 1977/87/98] suivants :

II. Potentialités hydriques de la wilaya

Pour ces besoins en A.E.P , A.E.I et irrigation , la wilaya de SKIKDA dispose d'importantes potentialités hydriques qui se répartissent comme suit :

II.1. Eaux Superficielles :

Les potentialités en eau superficielle sont estimées à 1 620 hm³/an dont seules 130 hm³/an soit 8 % sont mobilisées au moyen de :

a) **Barrages** : (au nombre de quatre (04))

Barrages : (au nombre de quatre (04))

Barrage	Année de réal.	Capacité initiale (hm3)	Réserve à la côte normale (hm3)	Volume rég. (hm3/an)	Volume au 31.10.07 (hm3)	Taux de remplissage (%)	Affectation
ZARDEZAS	1945	32	18.68	18	13,100	70	AEP – Irrigation
GUENITRA	1984	125	117.821	48	93,041	79	AEP–AEI- Irrigation
BENI ZID	1993	40	39.393	20	39,826	100	AEP – Irrigation
ZIT EMBA	2001	120	116.590	43,40	116,263	99,70	AEP-AEI- Irrigation
TOTAL	-	317	292.484	129.40	262,23	90	-

Tab.10 : Volumes d'eau mobilisés dans les barrages

Retenues collinaires :

Il existe dans la wilaya de SKIKDA vingt quatre (24) retenues collinaires dont seulement douze (12) sont en exploitation pour une capacité totale de 1,62 hm³.

Il est à noter que certaines retenues peuvent être réhabilitées pour servir à l'irrigation.

A cet effet, une opération a été inscrite pour la réhabilitation de trois (03) retenues collinaires dans le cadre du programme d'intempéries, actuellement les travaux ont été confiés.

2.5 Eaux souterraines

réserves en eaux souterraines renouvelables et exploitables

II.2. Eaux souterraines :

Les potentialités en eaux souterraines sont estimées à environ 61 hm³ réparties au niveau des différentes nappes existantes comme suit :

- KEBIR OUEST 24.00 HM³/AN
- SAFSAF 23.00 HM³/AN
- GUEBLI 5.00 HM³/AN
- OUED BIBI 1,00 HM³/AN
- COTIERS FIL-FILA 2,00 HM³/AN
- OUED FENDEK 2,00 HM³/AN
- OUED ZERAMNA..... 3,00 HM³/AN
- OUED Z'HOR..... 1,00 HM³/AN

Ces différentes nappes sollicitées par de nombreux forages et puits sont exploités à raison d'un volume de 24 HM³/AN. Le nombre de forages et puits en exploitation pour l'alimentation en eau potable est de 176 forages.

II.3. Eaux non conventionnelles :

II.3.1. Eaux de mer dessalées :

La wilaya de SKIKDA dispose d'une unité de dessalement d'eau de mer à BEN M'HIDI réalisée en 2002 et mise en service en 2003 d'une capacité initiale de 10 000 m³/j, soit 3,65 hm³/an .

La capacité actuelle après le transfert de trois (03) modules de 3000 m³/j ramène la capacité à 7000 m³/j , cependant la production actuelle moyenne est de 3 500 m³/j ceci est lié à des pannes techniques et coupures électriques.

Actuellement, une autre station de dessalement d'eaux de mer est en cours de réalisation à la plate forme industrielle de BEN M'HIDI d'une capacité de 100 000 m³/j soit 36,5 hm³/an. Cette station servira à l'alimentation en eau potable de la ville de SKIKDA et sa zone industrielle, et les chef lieux des communes de BENI BECHIR, RAMADANE DJAMEL, SALAH BOUCHAOUR, EL HARROUCH et AZZABA par un transfert actuellement une partie sur 12 kms a été lancée (SDEM – RESERVOIR 40 000 m³).

II.3.2. Eaux saumâtres déminéralisées :

Actuellement, il existe au niveau de la zone industrielle une station de déminéralisation pour une capacité de 4 500 m³/j destinée au renforcement de l'A.E.I de la zone industrielle de SKIKDA.

II.3.3. Eaux usées épurées :

En perspective, il est projeté le recyclage des eaux usées pour l'irrigation des terres agricoles une fois la station d'épuration de la ville de SKIKDA sera achevée et mise en exploitation, soit :

- 34 000 m³/j soit 12.41 hm³/an à l'horizon 2015.
- 42 000 m³/j soit 15.33 hm³/an à l'horizon 2025.

2.6 Approvisionnement en eau potable

85 l/s/hab. Dans la majorité des villes et villages du bassin de la Seybouse le problème de l'alimentation en eau n'est pas résolu et la satisfaction des besoins en évolution permanente nécessite des interventions urgentes. Cet état de pénurie est aggravé encore en saison estivale, notamment de juin à septembre où la demande est maximale [ANRH2001].

2.7 Usages agricoles de l'eau

III/ Besoins en eau de la wilaya :

Les besoins en eau actuels pour l'A.E.P, A.E.I et l'irrigation de la wilaya de SKIKDA s'élèvent à environ 85.40 hm³/an, dont :

- AEP : 50,52 hm³/an pour une population estimée à 922 875 habitants et une dotation moyenne de 150/j/habitant.
- A.E.I: 07.65 hm³/an pour l'alimentation en eau de la zone industrielle de SKIKDA et les différentes unités industrielles à travers la wilaya.

- Irrigation : 27,20 hm³/an pour l'irrigation des périmètres de SAF SAF et ZIT EMBA et au fil de l'eau.

Ces besoins seront équilibrés par rapport au volume mobilisé et ce jusqu'à l'horizon 2020, le déficit sera ressenti à partir de l'horizon 2025 comme le montre le tableau ci-dessous, il y a lieu d'avancer la programmation de la réalisation des ouvrages de mobilisation (barrages) qui sont en phase d'étude et qui doivent être opérationnels à partir de l'horizon 2025.

Horizon Affectation	Volume mobilisé (hm3/an)	Besoins en eau (hm3/an)	Déficit (hm3/an)
<u>Horizon 2010</u> A.E.P A.E.I Irrigation	191.80	55.10 (dot. 150 l/j/h) 09.12 113.00	-
<u>Horizon 2015</u> A.E.P A.E.I Irrigation	204.20	63.65 (dot. 160 l/j/h) 10.95 113.00	-
<u>Horizon 2025</u> A.E.P A.E.I Irrigation	207.12	82.58 (dot. 180 l/j/h) 14.60 113.00	3.06

Ressources en eau :

Ressources en eau actuelles :

Les principales sources d'alimentation en eau potable de la ville de SKIKDA et ses agglomérations, sont les suivantes :

- Les eaux superficielles (eaux de barrage),
- Les eaux souterraines (eaux de forage),
- L'eau de mer (eaux de dessalement).

Les eaux Superficielles :

La principale source d'alimentation en eau potable de la ville de SKIKDA provient des eaux superficielles (eaux des barrages GUENITRA et ZIT EMBA) avec une production moyenne au niveau de la station de traitement de H Krouma de 70 000 m³/j.

Les eaux Souterraines :

Cette ressource constitue, en importance, la deuxième ressource d'alimentation en eau potable, notamment pour les agglomérations d'El-HADAEIK et une partie de la zone de SKIKDA.

Ces ressources sont :

Fil Fila : 4 et 2 puits avec un débit disponible de 40 l/s,

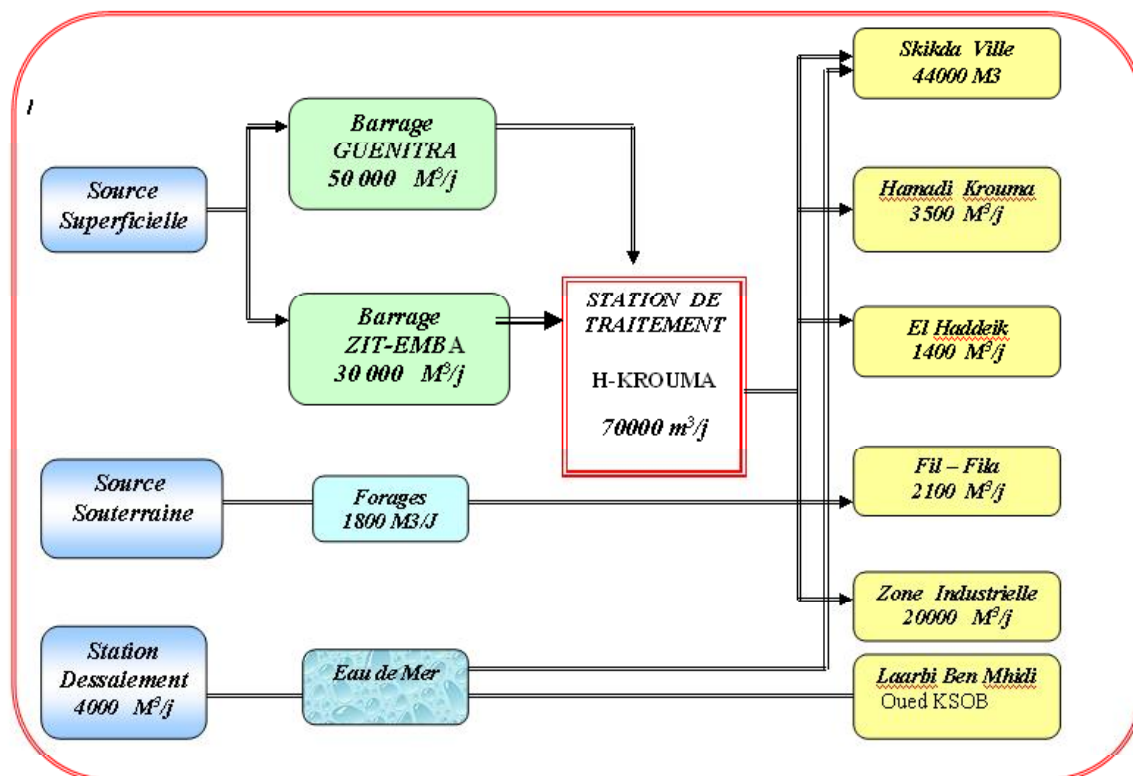
El Haddeik : 1 puits avec un débit de disponible de 10 l/s.

Les eaux de dessalements :

Ces eaux sont destinées pour alimenter l'agglomération de LARBI BEN MHIDI et la zone industrielle SONATRACH.

La production moyenne de la station de dessalement est de 4000 m³/j.

Le principe de fonctionnement du système est repris ci-dessous :



Nota : Les capacités de traitement de la station de traitement sont de 86400 m³/j.

Les 70000 m³/j annoncés dans l'organigramme correspondent aux volumes moyens traités.

Caractéristiques du réseau d'eau potable :

Les caractéristiques du système de distribution d'eau potable sont présentées dans le tableau ci-dessous:

Tableau 2 : Caractéristiques du réseau d'AEP géré par l'unité de Skikda

Commune	Linéaire de réseau d'adduction (ml)	Linéaire de réseau de distribution (ml)
Skikda	127648	183000
H.Krouma	2550	3930
El Haddeik	7100	15000
Fil Fila	2900	28500

Le nombre d'abonnés desservi est de 33635 dont 6479 abonnés concernés par une facturation au forfait (absence de compteur).

Analyse de la production et de la consommation :

Les volumes produits et distribués en 2007 sont synthétisés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 3 : Bilans volumiques du réseau d'AEP

Entité	Population desservie	Volume produit (m3/j)	Volume distribué (m3)	Pertes en adduction (m3)	Rendement des adductions
Skikda	160901	36685	29376	7309	80%
H.Krouma	26568	3275	2426	849	74%
El Haddeik	17930	1965	1404	561	71%
Fil Fila	28320	4586	3449	1137	75%
Zone Industrielle	-	18998	14428	4570	76%
Total	233719	65509	51083	14426	78%

Nota : la population desservie est extraite des données du RGPH 2008 en incluant les zones éparses. Vu la faiblesse du taux d'accroissement de 0.11% par an (voir le chapitre de la démographie), l'impact de la croissance démographique entre 2007 et 2008 reste négligeable. La population totale desservie par le réseau d'eau potable est de 233720 habitants. Le nombre d'abonnés étant de 33635 abonnés, ceci donne un taux d'occupation de 7 habitants par logement.

Les calculs de rendement et de la dotation sont repris dans le tableau ci-dessous :

Tableau 4 : Performance hydrauliques et dotation

Entité	Population desservie	Volume produit (m3/j)	Volume distribué (m3)	Pertes en adduction (m3)	Rendement des adductions	Volume facturé (m3/j)	Rendement primaire	Dotation (l/j/hab)
Skikda	160901	36685	29376	7309	80%	18885	51,5%	117
H.Krouma	26568	3275	2426	849	74%			
El Haddeik	17930	1965	1404	561	71%			
Fil Fila	28320	4586	3449	1137	75%			
Zone Industrielle	-	18998	14428	4570	76%	7696	40,5%	

Le tableau ci-dessus met en évidence une dotation de l'ordre de 117 l/j/ha. Cette dotation est le rapport entre le volume facturé et la population desservie.

La valeur de cette consommation est à prendre avec précaution en raison des facturations au forfait qui représentent environ 20 % du nombre total d'abonnés.

En revanche, le rendement du réseau de Skikda est de 51 %.

Ouvrages de stockage et de transfert :

Le tableau ci-dessous illustre les caractéristiques des ouvrages hydrauliques des communes de Skikda, H.Krouma, El Haddeik et Fil Fila.

Tableau 5 : Bilan des ouvrages hydrauliques

Commune	Forage AEP		Situation de traitement		Station dessalement		Station de pompage			Ouvrages de stockage			
	En service		Désignation	Capacité	Désignation	Capacité	Débit nomi (m3/h)	Nbre	Débit total (m3/h)	Châteaux d'eau		Réservoir	
	Nombre	Capacité installé (m3/j)								Nombre	Capacité (m3)	Nombre	Capacité (m3)
Skikda	-	-			1	4000	3229	8	77496	-	-	16	48300
H.Krouma	-	-	1	70000	-	-	-	-	-	-	-	3	2500
El-Hadaeik	1	360	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1400
Fil-Fila	6	1440	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	9800
Total	7	1800	1	70000	1	4000	3229	8	77496	0	0	35	62000

Les caractéristiques des réservoirs sont synthétisés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 6 : Caractéristiques des ouvrages de stockage

Commune	Réservoir	Capacité (m3)	Cuves	Cote radier (mNGA)	Cote de trop plein (m(NGA))	Etat
Skikda	R/Pavillon	15000	3 x 1500	100	105	Bon
	R/Bouabaz	2000	2 x 1000	150	154	
	R/ Sonelgaz	500	500	142,5	146	Vétuste
	Bouyala	4000	2 x 2000	155	161,1	Bon
	Briqueterie	500	500	142	146	
	Citerne n°1	7200	7200	109,65	118,85	Bon
	Citerne n°2	9200	9200	109,65	118,85	Bon
	Cité Loukil	400	2 x 200	60	64	Bon
	Sidi Ahmed	300	300	252	257	Bon
	Boulekroud	500	500	150	154	Bon
	Citerne n°3	3600	3600	71	76,44	Bon
	R/Stora	200	200	84,4	89,4	Bon
	A/ Stora	1000	1000	-	-	Bon
	Cité Romaine	900	900			Vétuste
	Zéramna 1	1000	1000	132	137	Bon
Zéramna 2	2000	2 x 1000	79	84	Bon	
	Sous total	48300				
H Krouma	R/ Auto Const	500	500	73	78	
	H/Hamrouche	1000	1000	55	60	Bon
	H/Krouma	1000	1000	61	66	Bon
		Sous total	2500			
El Haddeik	El Haddeik 1	1000	1000	119	124	Bon
	El Haddeik 2	400	400	92	96	Bon
		Sous total	1400			
Fil Fila	Lahfair	2000	2000	221.9	228.4	Bon
	Platane 1	1000	1000	164.83	171.83	Bon
	Platane 2	1000	1000	121	126	Bon
	Laarbi ben M'hidi	4800	3 x 1600			Bon
	I.A.P	1000	1000			Bon
		Sous total	9800			
	Total	62000				

Remarque : Selon les responsables de l'A.D.E, le stockage actuel répond largement aux exigences actuelles des communes desservies.

En effet ; en considérant les volumes mis en distribution en 2007, soit 51083 m³/j, l'autonomie du stockage total (62000 m³) est de 29 heures. Cette autonomie est largement suffisante par rapport au volume mis en distribution.

En revanche, à long terme, en considérant une corrélation linéaire entre le taux d'accroissement moyen de la population (0.23 % entre 1966 et 2008, voir chapitre démographie) et le volume mis en distribution, le volume mis en distribution à l'horizon 2030 serait de 53855 m³/j en maintenant un rendement de 51 %. Dans ce cas, l'autonomie du stockage serait de 27 heures, ce qui reste toujours suffisant.

Fréquence et plage de distribution :

Les problèmes structurels des réseaux d'eau potable (vétusté, sur pression, fuites...) ont contraint le gestionnaire (ADE) à procéder à des distributions avec des plages horaires. La plupart des études ont démontrés que la problématique de l'eau en Algérie et en particulier le nord Algérien est liée aux problèmes structurels des réseaux. Ainsi les plages de distribution de l'unité de Skikda sont :

Tableau 7 : Fréquence et plages de distribution

Entité	H 24	Quotidien		1jour / 2		1jour /3	
	Taux	Plage	Taux	Plage	Taux	Plage	Taux
Skikda	60%	15 h	35%	8 h	5%		
H.Krouma		12 h	12%	12%	88%		
El Haddeik				6 h	90%	4 h	10%
Fil Fila	20%	16 h	65%	10 h	15%		
Zone Industrielle	100%						

Contexte environnemental :

Sources de pollution :

Les principales sources de pollution sont :

Rejets urbains :

Résultent de la collecte et du traitement éventuel des eaux des ménages, des locaux recevant du public, des commerces, des industries ainsi que du ruissellement des eaux pluviales dans les zones urbaines.

Un réseau d'assainissement fuyard risque de :

- Polluer les eaux souterraines ;
- pénétrer dans les conduites d'eau potable (phénomène de succion après arrêt et reprise de la distribution d'eau potable).

Rejets agricoles :

Proviennent du ruissellement des eaux pluviales, de l'épandage de produits chimiques, des activités maraîchères et de l'élevage.

Rejets industriels :

La qualité d'un rejet d'eaux provenant d'une industrie et les flux de pollution s'apprécie à partir de l'analyse qualitative d'un certain nombre de paramètres physiques, chimiques ou biologiques lesquels dépendent de l'activité industrielle.

La ville de Skikda dispose, dans son périmètre urbain, d'une zone industrielle importante dont le profil est celui d'une zone assez polluante (GNL, raffinerie, centrale thermique, transformation de produit pétroliers).

Actions et stratégie de lutte contre les pollutions :

- ☞ Traitement des eaux usées industrielles,
- ☞ Réhabilitation des réseaux.

Tableau 8 : Normes de rejet d'effluents liquides et industriels

Paramètres	Unités	Valeurs maximales
Températures	°C	30
PH	-	5,5 – 8,5
MES	Mg/l	30
DBO5	Mg/l	40
DCO	Mg/l	120
Huiles Graisses	Mg/l	20
Hydrocarbures	Mg/l	20
Détergeant	Mg/l	2
Plomb	Mg/l	1

Contexte climatique :

Pluviométrie :

Acquisition des données :

Les données de la région d'étude ont été recueillies auprès de l'Agence Nationale des Ressources en eau (ANRH) et de l'Office National de la Météorologie (ONM). Il s'agit d'observations journalières reportées sur des tableaux de cumuls mensuels (TCM). A partir de ces données mensuelles nous avons reconstitué les valeurs de pluies annuelles.

Nous avons travaillé sur les stations les plus longues et relativement les plus fiables. Dans la région nous disposons de deux stations ayant des périodes d'observation relativement moyennes, la station de Ramdane Djamel avec 38 ans d'observation sans lacunes est la station qui présente une série de données la plus longue. Les moyennes pluviométriques de ces deux stations sont comparables.

la station de Ramdane Djamel est située à 50 mètres du niveau de la mer alors que l'altitude de Bouchtata est de 90 mètres (la station de Ramdane Djamel est plus représentative sur le plan altimétrique de Skikda).

Tenant compte de ces observations, nous prenons en considération pour la suite de l'étude la station de Ramdane Djamel comme représentative de la zone d'étude.

Ville	Code Station	Nom Station	Période d'observation		Nombre d'années sans lacunes
SКИKDA	030909	RAMDANE DJAMEL	1954	2007	38
	030911	BOUCHTATA	1949	2007	24

Tableau 9 : Périodes d'observation

Ville	Code Station	Nom Station	Période d'observation		Pluie moyenne en mm	altitude
SКИKDA	030909	RAMDANE DJAMEL	1954	2007	603,9	50
	030911	BOUCHTATA	1949	2007	679,3	90

Tableau 10 : Comparatif des pluies moyennes et des altitudes

OPTIMISATION DE LA REGLE DE LA GESTION DES RESSOURCES EN EAU DE LA REGION DE SKIKDA

I- INTRODUCTION

Le contexte de la gestion des ressources en eau est par nature aléatoire. Les phénomènes hydrologiques étant ainsi, nous ne pouvons qu'avoir recours aux techniques d'optimisation. Il s'agit d'élaborer la fonction objective à optimiser, d'écrire les contraintes du modèle mathématique et de trouver la règle de gestion optimale au sens de l'objectif fixé.

Si nous voulons dimensionner une réserve, aussi bien pour un apport indépendant où la liaison temporelle s'atténue rapidement, que pour des phénomènes hydrologiques de longue mémoire, le paramètre primordial est la variabilité des apports d'eau et non l'apport moyen. Le réservoir est appelé à jouer aussi bien le rôle d'organe de stockage que de régulateur, en absorbant la variabilité des apports.

Si le réservoir est construit et sa capacité est fixée, il y a forcément, selon la politique de gestion, divers niveaux de performances. Nous cherchons une règle de gestion qui garantit un niveau de performance optimal. Pour cela, il faut prévoir autant que possible l'évolution des apports au barrage, seulement il y a toujours une incertitude résiduelle.

Généralement on tente de trouver un compromis effectif entre les besoins contradictoires des différents usages. Par exemple, la maîtrise des crues des oueds exige l'épuisement du stock d'eau dans le réservoir à l'avance de ces crues et le volume maximum du stock d'eau non utilisé doit être maintenu sans mettre le barrage en danger jusqu'à ce que la crue soit passée. Mais les besoins de production d'énergie exigent un réservoir plein pour permettre une efficacité convenable des turbines. En outre, les usages de récréation exigent un réservoir plein durant la saison des vacances sollicitant des demandes importantes, mais, qui coïncide avec le besoin de diminuer le stock d'eau pour subvenir à l'irrigation des cultures.

Les gestionnaires comptent ainsi sur les politiques de fonctionnement des réservoirs pour prendre les décisions de lâcher l'eau afin de satisfaire toutes les conditions et distribuer l'eau équitablement entre les différents usagers.

La courbe de règlement et l'allocation des différentes zones du stock d'eau ont été les premières politiques de fonctionnement utilisés pour la gestion des réservoirs à objectifs multiples. Les politiques de fonctionnement associées aux courbes de règlement définissent le

niveau idéal du stock d'eau dans le bassin et les soutirages à différents temps de l'année pour chaque réservoir. La courbe règlement est basée sur l'historique de la pratique du fonctionnement. Concernant les politiques de fonctionnement basées sur différentes zones, le volume total d'eau stockée dans le réservoir est divisé en plusieurs zones comme dans la figure 4. Cette répartition est basée sur l'emplacement des différentes structures de sortie et les tâches opérationnelles. La zone inactive ou tranche d'eau morte représente la part la plus basse du réservoir et elle est normalement non utilisée.

La zone tampon est au dessus de la zone inactive. Lorsque le volume d'eau en stock correspond à cette zone, uniquement les besoins essentiels sont satisfaits Habituellement c'est le résultat d'une période sèche. La conservation ou la zone active représente le volume d'eau qui peut être utilisé pour satisfaire divers usages avantageux incluant les besoins de récréation et d'environnement. La zone de contrôle des inondations est 'au dessus de la zone de conservation et elle est réservée à la rétention des crues spécialement durant les périodes exceptionnelles des fortes pluies. La zone de déversement est la zone supérieure du réservoir où le débit en aval est à/ou proche de son maximum.

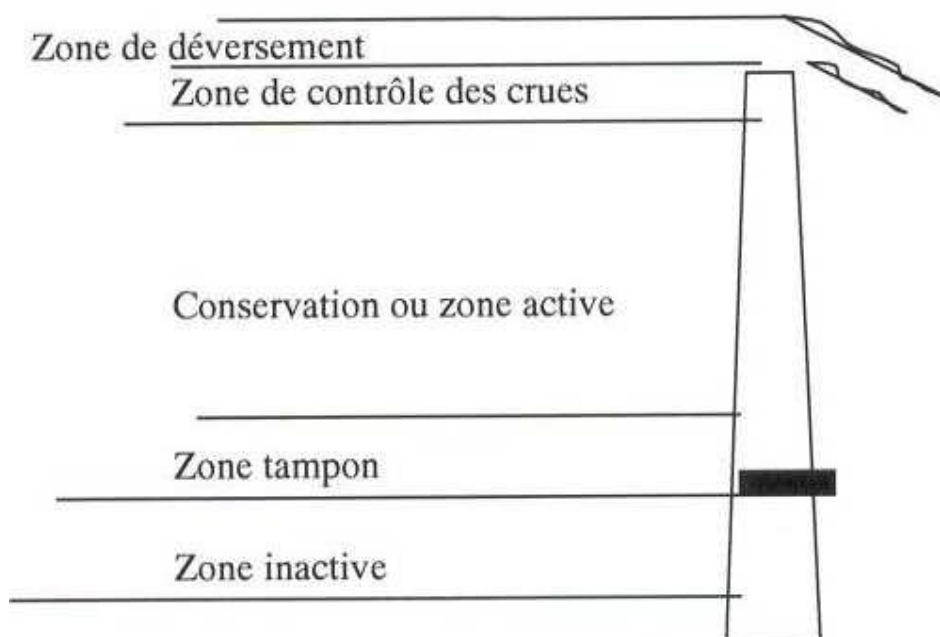


Figure 4: Allocation des différentes zones de stock d'eau dans un réservoir
[MEMOIRE DE MAGISTER UNIVERSITE D ANNABA]

1 PRESENTATION DU CADRE D'ÉTUDE

Le bassin versant du Saf-Saf, appartient au bassin côtier constantinois centre et se situe entre le bassin de l'oued Guebli à l'Ouest et celui de l'oued Kebir ouest à l'Est.

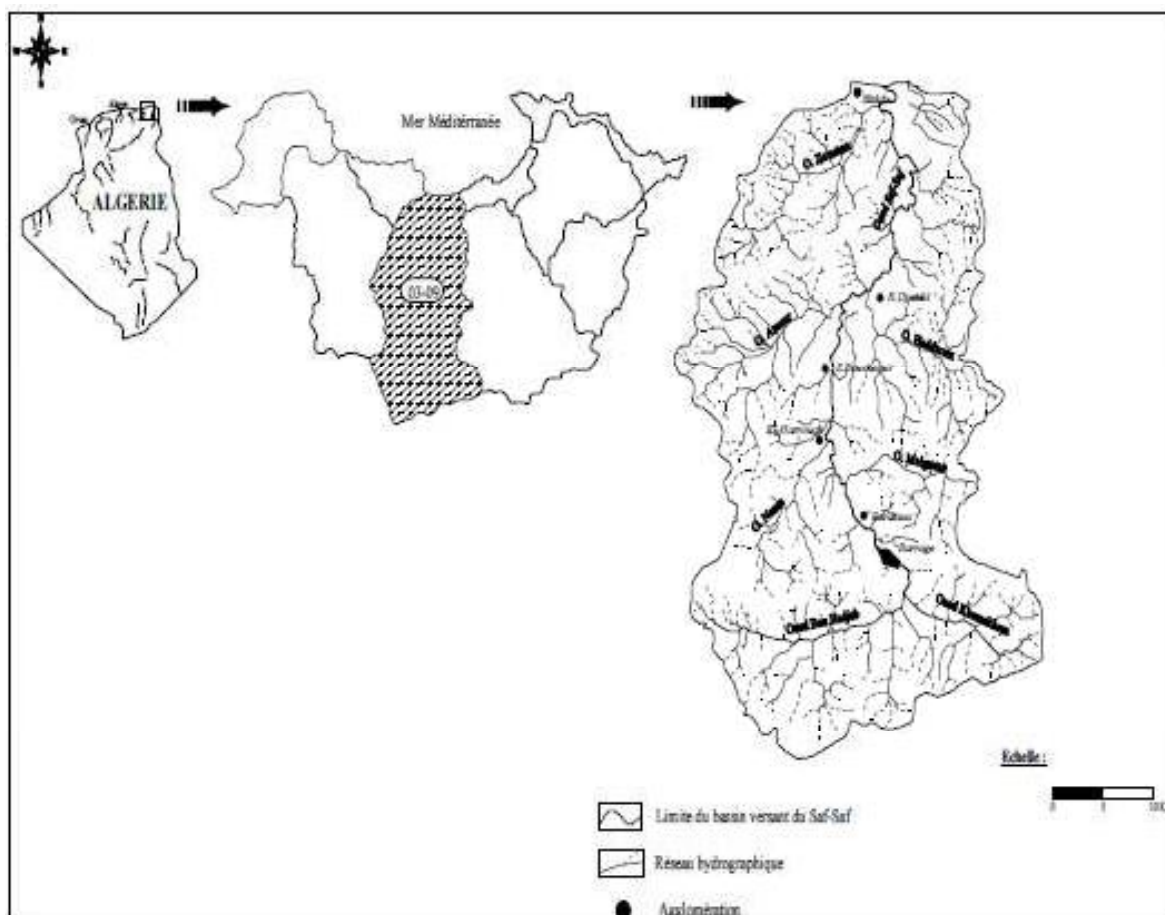
Il est limité au Sud par Djebel El Hadjar et Djebel Oucheni, à l'Est par Djebel El Alia et Djebel Tengout, à l'Ouest par les massifs de Collo et Djebel Boukhallouf, et la mer méditerranéenne au Nord où se déverse le principal cours d'eau de ce bassin à l'Est de la ville de Skikda, drainant une surface de 1158 km².

La géologie de la région est très complexe. En effet, les études menées ont montré que le Tell oriental algérien est constitué par un empilement de nappes ; on a du Nord vers le Sud : le Socle Kabyle et la Dorsale Kabyle, la série des Flyschs (Mauritanien, Massylien, Numidien et ultra Tellien), la série des grés numidiens et la nappe néritique du Constantinois (carte géologique, INGA, 1962).

Du point de vue climatique, le bassin du Saf-Saf est soumis à un climat méditerranéen, appartenant au domaine humide à sub-humide, caractérisé par des irrégularités mensuelles et annuelles des précipitations.

La répartition spatiale de ces dernières, montre une diminution des précipitations de l'aval vers le centre du bassin, puis une augmentation vers l'amont montagneux.

La température moyenne annuelle modérée dans le bassin du Saf-Saf est de l'ordre de 18°C.



Situation géographique du bassin versant du Saf-Saf

3. Ressources en eau

Bien gérer la problématique de l'eau, implique une connaissance aussi parfaite que possible de la disponibilité de la ressource et de sa variabilité dans le temps et dans l'espace, et autant que faire se peut proposer des scénarios prospectifs pour l'analyse du risque et la gestion des crises, dans un avenir où les effets anthropiques sont mal maîtrisés.

Le bassin du Saf-Saf ne fait pas exception, les ressources hydriques dont on dispose sont plus ou moins limitées, cette limitation est d'abord naturelle, mais elle est accentuée par les besoins toujours croissants du développement démographique et socio-économique, par le gaspillage, ainsi par les différents types de pollutions menaçant le bassin.

3.1. Diagnostic quantitatif

Avec une pluviométrie moyenne annuelle de 660 mm sur l'ensemble du bassin, traduisant un apport total globalement très important de l'ordre de 765 Hm³an⁻¹. Ce potentiel hydrique considérable est malheureusement confronté à d'importants problèmes de gestion de

la maintenance des ouvrages hydrauliques mis en place, réduisant le volume de mobilisation à près de 50 Hm³an-1 dans le bassin.

Globalement, les ressources en eau mobilisées dans le bassin du Saf-Saf sont évaluées à près de 34,99 Hm³an-1, soit 74 % des ressources en eau mobilisables.

Les eaux de surface, dont le volume est estimé à 30,25 Hm³an-1, sont mobilisées à hauteur de 95%.

Cependant, le volume mobilisable pour les eaux souterraines est de l'ordre de 17,29 Hm³an-1, mais seulement un taux de 37 % est réellement mobilisé.

Le tableau 1 en résume ces capacités.

Ressources en eau	Potentiel réel (Hm ³ an-1)	Ressources mobilisables (Hm ³ an-1)	Ressources mobilisées (Hm ³ an-1)
Superficielles	25,89	30,25	28,64
Souterraines	30,47	17,29	6,35
Totales	56,36	47,54	34,99

4. Affectation des ressources en eau

L'une des préoccupations majeures des pouvoirs publics du bassin du Saf-Saf est de résoudre l'épineuse équation entre les ressources en eau et la satisfaction des besoins des populations.

L'évaluation de cette demande en eau toujours croissante dépend de plusieurs facteurs socio-économiques tels que la démographie, le niveau de vie, le type d'habitat et les habitudes socio-culturelles.

Donc, en toute logique, on devrait rapporter la demande en eau potable au nombre d'habitants.

4.1. Alimentation en eau potable (AEP)

En matière d'AEP, la dotation moyenne à travers le bassin est fixée par la Direction d'Hydraulique de la Wilaya (DHW) de Skikda à 160 litres par jour et par habitant. Les besoins en eau ont atteint 31.13 millions dem³ pour l'année 2006. Cependant, le volume

réellement produit pour couvrir ces besoins en eau domestiques est de l'ordre de 24,25 millions de m³ an-1, soit un taux de satisfaction de près de 78 %.

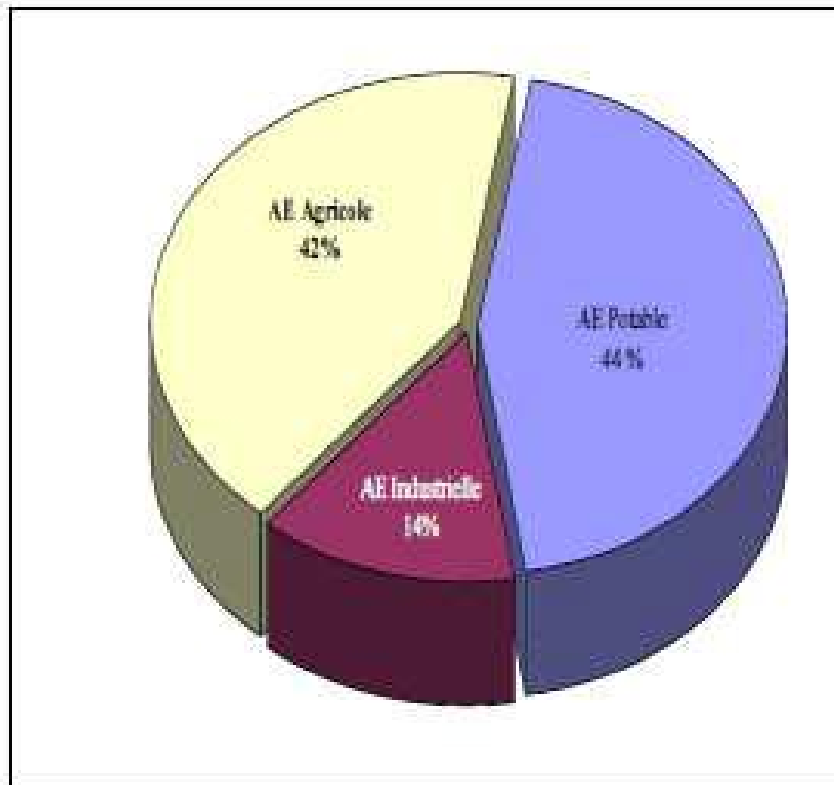
4.2. Alimentation en eau d'irrigation (AEIr)

Le périmètre irrigué de la vallée du Saf-Saf occupe une superficie totale de 5654 ha. Il est divisé en quatre secteurs qui sont équipés en totalité.

L'alimentation en eau du périmètre s'effectue à partir des débits régularisés des barrages de Zardézas et Guénitra., Un volume d'eau destiné à l'irrigation de la partie aval du périmètre (secteurI) provient du barrage de Zit el Emba.

4.3. Alimentation en eau industrielle (AEIn)

Actuellement, les besoins exprimés par les unités industrielles s'élèvent à plus de 27 000 m³ j-1, soit près de 10 millions de m³ an-1 dont plus de 90 % des ces besoins concernent seulement la zone industrielle pétrochimique de Skikda.



Affectation des ressources en eau dans le bassin du Saf-Saf (2006).

5. Planification et gestion intégrée des ressources en eau

En raison de la croissance démographique et des besoins en eau induits par le développement industriel et agricole, les ressources en eaux potentielles du bassin du Saf-Saf s'avèrent insuffisantes à l'horizon 2030, tandis que les coûts liés à leur mobilisation se feront de plus en plus lourds et les offices en place sont incapables de gérer rationnellement cette ressource. Rappelons que les potentialités en eau renouvelables évaluées à 138 millions de m³ an⁻¹, se réduisent en fait à seulement 47,5 millions de m³ an⁻¹ (34 %) en terme de ressources réellement mobilisables. Avec

des ressources en eau évaluées à plus de 200 millions de m³ an⁻¹ pour une population de l'ordre de 460 milles d'habitants, la disponibilité en eau dans le bassin du Saf-Saf est estimée à 448 m³ par habitant et par an (lamoyenne nationale est de 500 m³ hab⁻¹ an⁻¹).

Le bassin est passé alors à un état de stress hydrique, après avoir été depuis quelques dizaines d'années dans un contexte hydrique excédentaire.

Le capital en eau naturelle renouvelable dans le bassin est de 138 millions de m³ an⁻¹, cependant, seulement un volume maximal de 80 millions de m³ an⁻¹ peut être

mobilisé du point de vue technique et financier. Aujourd'hui, on est dans cette situation de crise, avec un taux de stress hydrique de l'ordre de 27 %, un seuil qui est considéré critique et la figure 5 le montre aisément.

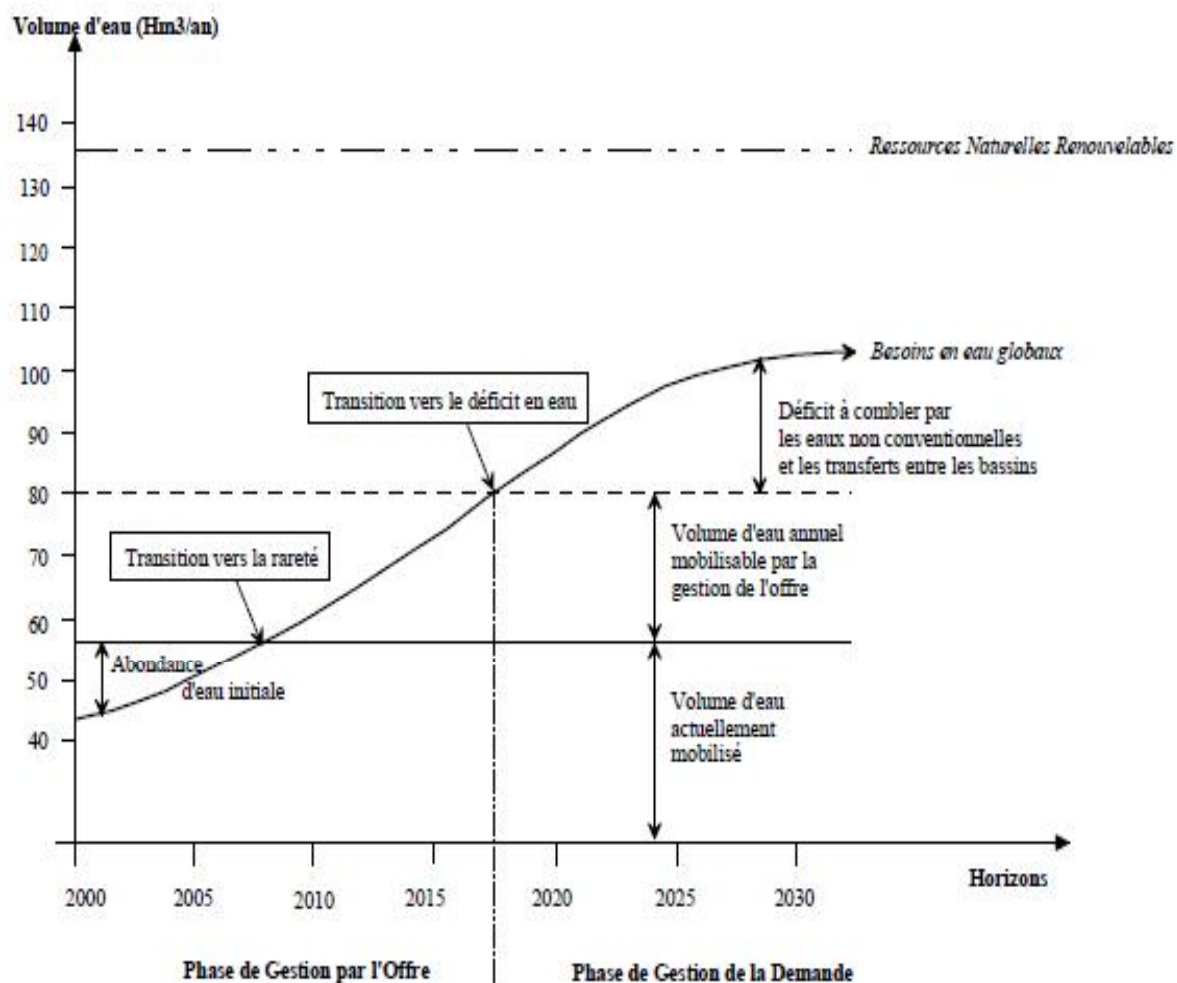
On est donc dans la transition vers la rareté de l'eau, où les besoins en eau commencent à dépasser les ressources actuellement mobilisées, nécessitant une révision urgente de la politique hydraulique existante, et des efforts de mobilisations et d'investissement, par la réalisation d'infrastructures hydrauliques (barrages, retenues, forages, sources aménagées dont puits...).

La stratégie de la petite hydraulique basée sur la réalisation des retenues collinaires, destinées notamment à irriguer les terres agricoles, de moindres charges financières, paraît la plus adéquate, vue la géomorphologie du bassin du Saf-Saf. Le recours au transfert d'eau à partir des bassins avoisinants excédentaires (Guebli et Kébir Ouest) est également un moyen de mobilisation des ressources en eau dans le bassin du Saf-Saf.

Le défi à relever actuellement est la liaison de tous les barrages du pays. Il s'agit d'un investissement important et incontournable.

La Gestion intégrée et qualité des eaux dans le bassin 56 versant du Saf-Saf Avec le temps, la pression sur la ressource en eau devrait être de plus en plus forte Le bassin va passer à l'horizon 2020 (moyen terme) à une transition vers le déficit en eau, signalant le passage à la deuxième phase qui est celle de la gestion de la demande en eau.

Elle est basée essentiellement sur l'optimisation de l'utilisation de la ressource, particulièrement, par les efforts de réduction des pertes dans les réseaux de distribution, le changement des technologies d'usage de l'eau en irrigation en utilisant des systèmes plus économes de l'eau (système de pivot, d'aspersion et goutte à goutte).



Courbe de l'évolution des besoins en eau globaux et les ressources mobilisées dans le bassin versant du Saf-Saf.

6. Conclusion

La gestion intégrée des ressources en eau dans le bassin du Saf-Saf est donc un processus systématique pour le développement durable, l'attribution et le suivi de l'utilisation des ressources en eau dans le contexte des objectifs sociaux, économiques et environnementaux. La tension sur la demande exercée concurremment par les secteurs de l'agriculture et de l'industrie, et plus fortement encore par la population en constant accroissement, ainsi que par les différents types de pollutions.

Dans ce contexte délicat, seule une nouvelle stratégie qui consiste à intégrer la gestion de l'eau dans la politique économique et environnementale, est susceptible de prévenir les impacts négatifs éventuels. Cette gestion intégrée des ressources en eau devrait être appréhendée en termes de maîtrise des instruments de régulation (tarification), d'optimisation de l'utilisation de la ressource par la mise en oeuvre d'une gestion de la demande, de développement de la recherche scientifique dans le secteur de l'eau et entreprendre de vastes programmes d'informations et de sensibilisations des usagers

Conclusion général

Notre travail s'est attaché à étudier la dualité hydrique, à savoir la mobilisation et l'utilisation des ressources en eaux dans la région de Skikda, situé dans l'extrême Nord-Est Algérien.

Le problème de cette région, très riche en eau, se pose beaucoup plus en terme de mobilisation et maîtrise de la ressource qu'en terme de disponibilité.

La problématique de cette recherche s'est articulée autour d'un certain nombre de questions et son but est de donner des éléments de réponse:

- Quel sera l'impact de l'utilisation d'une ressource par rapport à l'autre (eaux superficielles et eaux souterraines) ?
- Comment faut-il orienter la politique de gestion et de l'utilisation de l'eau dans la région de Skikda?
- Comment répondre aux besoins sans cesse croissants, des différents secteurs aux différents termes ?

La réponse à ces trois questions fondamentales est passée par une étude et une analyse des composantes de l'hydro-système du bassin versant Saf Saf afin de comprendre le fonctionnement de son cycle hydrologique.

Ce mémoire comporte deux parties :

La première, a été consacrée aux caractéristiques naturelles du bassin versant, afin de déterminer l'impact de chaque élément du milieu physique sur l'abondance de la ressource en eau de surface et souterraine.

La deuxième quant à elle, a été consacrée à l'évaluation des ressources en eaux superficielles et souterraines, à l'estimation quantitative des besoins en eau des différents secteurs et aux différents termes, aux perspectives d'utilisation de cette ressource et enfin à des recommandations.

Notre travail a débouché sur la nécessité fondamentale d'un aménagement intégré des ressources en eau par bassin ainsi que l'élaboration d'une stratégie de l'eau préférant la mobilisation des eaux de surface (barrages et retenues collinaires), l'exploitation rationnelle des eaux souterraines et le dessalement de l'eau de mer.

Sans oublier la nécessité d'augmenter la productivité de l'eau dans l'agriculture en limitant le gaspillage par l'introduction de nouvelles techniques d'irrigation, de réorganiser et réhabiliter les réseaux de distribution, et enfin de lutter contre les pertes très élevées par manque d'entretien ordinaire des installations et des réseaux.

Nous terminerons par ces modestes recommandations :

Dans le cadre des nouvelles approches de la gestion de la ressource en eau par bassin et d'une manière plus concrète, il faut repenser en profondeur les approches qui permettront de satisfaire les besoins de l'homme tout en maintenant la qualité des systèmes naturels qui supportent l'existence même de la collectivité humaine.

On parlera donc de la gestion de l'eau d'une manière plus intégrée au lieu de la faire par secteurs d'activité, afin d'atteindre une gestion durable des ressources.

La mise en valeur et la gestion de l'eau doivent avoir un caractère participatif et associer aussi bien les utilisateurs, que les planificateurs et les décideurs à tous les niveaux.

Il est recommandable :

- D'instaurer la tarification de tous les services d'eau en fonction de la totalité des coûts : à titre d'exemple, au niveau des périmètres d'irrigation, le mètre cube d'eau (m³) se vend avec un prix symbolique, à savoir 1.20 DA / m³ et ce depuis des années.

Malgré le fait qu'il ait connu une nouvelle tarification en 2005 où son prix a atteint les 2.50 DA , il reste toujours inférieur aux charges de son offre.

Les années de sécheresse consécutives aggravent la situation par diminution des précipitations d'un côté et par l'augmentation de la demande en eau de tous les secteurs de l'autre.

- D'élaborer une stratégie de l'eau préférant la mobilisation des eaux de surface (barrages et retenues collinaires) et l'exploitation rationnelle des eaux souterraines.

En effet, l'abaissement du niveau des nappes est plus qu'inquiétant, jusqu'au risque (souvent non perçu), de voir le biseau salé pénétrer toujours plus profondément les nappes d'eau douce ou saumâtre.

- D'augmenter la productivité de l'eau dans l'agriculture en limitant le gaspillage par l'introduction de nouvelles techniques d'irrigations (irrigation par le système goutte à goutte) et l'emploi des eaux usées récupérées et traitées.

- De réorganiser et réhabiliter les réseaux de distribution suite à leurs vétustés.

- De lutter contre les pertes très élevées par manque d'entretien ordinaire des installations et des réseaux (réseau AEP, et AEA des périmètres d'irrigations).

Pour une meilleure protection de la ressource en eau souterraine contre la pollution, il est proposé :

- La surveillance quasi-permanente de la qualité des eaux au niveau des oueds de la région de kikda après un traitement préalable des rejets urbains et industriels rencontrés sur leurs parcours.

- L'établissement, du fait de la relation mixte oueds-nappes, d'un programme de pompage afin de diminuer au maximum l'apport d'eau polluée vers les nappes.,

- L'aménagement de zones de protections autour des ouvrages pour la préservation des ressources en eau.

Enfin, notre ambition est l'Algérie comme tout les pays du monde puisse envisager une politique qui passera de la vision à l'action, par la mise en application d'un programme ou d'un plan d'action dont les objectifs vont en parallèle avec les trois recommandations qui font office de synthèse quant au consensus dégagé lors des conférences internationales récentes :

- Gérer l'eau pour tous les hommes et leurs descendants, en préservant l'environnement avec une politique de développement durable (Rio, 1992).

- Associer étroitement les usagers aux choix d'aménagement (Dublin, 1992).

- Considérer l'eau comme un bien économique et social et prévoir son accès pour tous (Dublin 1992 ; Paris, 1998)

BIBLIOGRAPHIE

- manuel de la gestion intégrée des ressources en eau
- Le ministère des ressources en eau Algérie.
- La direction des ressources en eau de la wilaya de Skikda .
- L'agence nationale des ressources hydrique Constantine.
- L'agence des bassins hydrographique Constantine.
- La direction des travaux publics de la wilaya de Skikda.
- L'office nationale d assainissement Skikda (étude du schéma directeur du réseau d assainissement de la ville de Skikda).
- BETHEMONT (Jacques), Les grands fleuves, Armand Colin, Collection U., 2000
- DES CROIX (Luc) et LASSERRE (Frédéric), L'eau dans tous ses états : Chine, Australie, Sénégal, Etats-Unis, Mexique et Moyen-Orient, Ed. L'Harmattan, Paris, 2003
- LASSERRE (Frédéric), DESCROIX (Luc), Eaux et territoires : tensions, coopérations et géopolitique de l'eau, Sainte-Foy, Presses de l'Université du Québec, 2002.
- LASSERRE (Frédéric), Les guerres de l'eau, l'eau au coeur des conflits du XXIe siècle, Editions Delavilla (2009)
- POSTEL (Sandra), Pillar of sand, Norton-Worldwatch Book, New York, 1999
- SOHNLE (Jochen), Le droit international des ressources en eau douce : solidarité contre souveraineté, La documentation française, 2002.
- TAITHE (Alexandre), Partager l'eau : les enjeux de demain, Paris, Editions Technip, 2006
- VANDERMOTTEN (Céline), Géopolitique de la vallée du Sénégal: les flots de la discorde, Ed. L'Harmattan, 2004
- WOLF (Aaron T.), DELLI PRISCOLI (Jerome), Managing and transforming water conflicts, Cambridge University Press et UNESCO (International Hydrology Series), 2009
- Mémoire de magister de Mr RITIMA NAJIB GESTION INTEGREE DES RESSOURCES EN EAU DU BASSIN VERSANT SYBOUSE (univesité badji mokhtar annaba)
- Articles de Revues et autres publications (version papier/consultable en ligne)
- ADAMS (Adrian), — « Fleuve Sénégal : gestion de la crue et avenir de la vallée », in Programme zones arides IIED, Dossier n°93, mars 2000
- BADER (Jean-Claude), LAMAGAT (Jean-Pierre), GUIGEN (Noël), — « Gestion du barrage de Manantali sur le fleuve Sénégal : analyse quantitative d'un conflit d'objectifs », in Hydrological sciences - Journal des sciences hydrologiques, vol. 48, n°4, 2003
- D'ARMAILLE (Bernadette), « Le fleuve Sénégal : trait d'union et lieu de confrontation », in revue Stratégique Stratégique, vol. 56, 4ème trimestre 1992 (http://www.stratisc.org/strat_056_DARMAILL2.html)

- GLEICK (Peter), “Water and conflict: freshwater resources and international security” in *International security*, n°18, 1993
 - JULIEN (Frédéric), « Maîtrise de l’eau et développement durable en Afrique de l’ouest : de la nécessité d’une coopération régionale autour des systèmes hydrologiques transfrontaliers », in *Vertigo*, Vol. 7, n°2, septembre 2006 (<http://vertigo.revues.org/2402>)
 - KAMTO (Maurice), « Le droit international des ressources en eau continentales africaines », in *Annuaire français de droit international*, vol.36, 1990 (http://www.persee.fr/articleAsPDF/afdi_0066-3085_1990_num_36_1_2995/article_afdi_0066-3085_1990_num_36_1_2995.pdf)
 - KLIOT (Nurit), SHMUELI (Deborah), “Development of institutional frameworks for the management of transboundary water resources”, in *International Journal Global Environmental Issues*, vol.1, n°3/4, 2001 (www.internationalwaterlaw.org/bibliography/IJGEI/05ijgenvl2001v1n34kliot.pdf)
 - LAHTELA (Virpi) “Managing the Senegal River: National and Local Development Dilemma”, in *International Journal of Water Resources Development*, vol.19, n°2, 2003
 - LASSERRE (Frédéric), BOUTET (Annabelle), « Le droit international réglera-t-il les litiges du partage de l'eau ? Le bassin du Nil et quelques autres cas », *Études internationales*, vol. 33, n° 3, 2002 (aussi disponible en ligne; consulté le 23.05.2011, <http://www.erudit.org/revue/ei/2002/v33/n3/704441ar.pdf>)
 - LE PRESTRE (Philippe), « Sécurité environnementales et insécurités internationales » in *Revue québécoise de droit international*, n°11, 1998
- 63
- L' VOVIC (Mark Isaako) « Le bilan hydrique du globe terrestre », in *Annales de Géographie*, 1968, Tome 77, n°423. p.559 (consulté le 10.06.2011 sur le site « Persée », http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/geo_0003-4010_1968_num_77_423_15734)
 - MADIODIO (Niasse), « Prévenir les conflits et promouvoir la coopération dans la gestion des fleuves transfrontaliers en Afrique de l’ouest » in *Vertigo – La revue en sciences de l’environnement*, Vol 5, No 1, à 2, Mai 2004
 - MEUBLAT (Guy), « La gestion partagé des fleuves internationaux en Afrique », in *Revue Tiers-Monde*, tome 42, n°166, 2001 (http://www.persee.fr/articleAsPDF/tiers_1293-8882_2001_num_42_166_1513/article_tiers_1293-8882_2001_num_42_166_1513.pdf)
 - NDIAYE (El Hadji Malick), « Le fleuve Sénégal et les barrages de l’OMVS : quels enseignements pour la mise en oeuvre du NEPAD ? », in *Vertigo*, Vol. 4, n°3, décembre 2003 (<http://vertigo.revues.org/3883>)

- RICHARD (Vanessa), « La place des organismes interétatiques de bassin dans la gouvernance de l'eau partagée », in Vertigo, Hors série 6, 2009 (<http://vertigo.revues.org/8882>)
- ROCHE (Pierre-Alain) « L'eau, enjeu vital pour l'Afrique », Afrique contemporaine, n°205, printemps 2003 (<http://www.cairn.info/revue-afrique-contemporaine-2003-1-page-39.htm>)
- SAEIJS (Henk L.F.), VAN BERKEL (M.J.), "The Global Water Crisis: The Major Issue of the Twenty-first Century, a Growing and Explosive Problem" in The Scarcity of Water: Emerging Legal and Policy Responses, Edward Brans et al. eds., International Environmental Law and Policy Series, Kluwer Law International, Londres 1997
- SCHMITZ (JEAN), « Le fleuve Sénégal: ligne de front ou voie de passage », in Afrique Contemporaine, n° 154, 1990 (http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_5/b_fdi_23-25/30370.pdf)
- SCHMEIER (SUSANNE), The Organizational Structure of River Basin Organizations Lessons Learned and Recommendations for the Mekong River Commission (MRC), Technical Background Paper, Hertie School of Governance (HSoG), 2010 (http://www.mrcmekong.org/download/free_download/MRC-Technical-Paper-Org-Structure-of-RBOs.pdf)
- SENE (Abdourahmane Mbade), Développement durable et impacts des politiques publiques de gestion du fleuve Sénégal : du régional au local, Vertigo, vol. 9 numéro 3, décembre 2009 (<http://vertigo.revues.org/9221?file=1>)
- TOURE (El hadj), « Les conventions locales pour la gestion des ressources naturelles au Sénégal : Entre autonomisation et problème d'appropriation », in Vertigo, Vol.11, n°1, mai 2011 (<http://vertigo.revues.org/10863>)
- VICK (Margaret J.), The Senegal river basin : a retrospective and prospective look at the Legal regime, Natural resources journal, vol.46, n°1, 2006 (http://lawlibrary.unm.edu/nrj/46/1/07_vick_senegal.pdf)

Rapports d'institutions politiques (réalisés ou commandés par des ministères, organismes de bassin, organisations régionales, internationales, non gouvernementales)

- AFOUDA (Abel), NDIAYE (Tamsir), NIASSE (Madiodio), FLINT (Lawrence) et PURKEY (David), Adaptation aux changements climatiques et gestion des ressources en eau en Afrique de l'Ouest, Rapport de synthèse du « Writeshop » organisé à Dakar (Sénégal) du 21 au 24 février 2007 par l'association Environnement et Développement du Tiers Monde (ENDA-tm), l'UNESCO, le Netherlands Climate Assistance Programme (NCAP) et le Stockholm Environment Institute (SEI), Edition ENDA-UNESCO, Mai 2007

□ BOSSARD (Laurent), NIASSE (Madiodio), « Les bassins fluviaux transfrontaliers » in Atlas de l'intégration régionale en Afrique de l'Ouest, CEDEAO-OCDE, 2006 (<http://www.oecd.org/dataoecd/22/34/38410112.pdf>)

64

□ Eastern Nile Subsidiary Action Program (ENSAP), The management of a transboundary river. An African Cross Learning: A Report on NBI's Eastern Nile Joint Multipurpose Program (ENJMP), Knowledge Exchange Study Tour to the Senegal River Basin (2-9 novembre 2006), 2006 (http://ensap.nilebasin.org/files/Senegal%20River%20Basin-%20JMP%20RWG%20Meetnig%20%20III_Excellent.pdf)

□ Facilité Africaine de l'Eau, Pan African Water Sector Monitoring & Evaluation Assessment, Volume 1: Main Report, African Ministers' Council On Water (AMCOW), Novembre 2010 (<http://www.africanwaterfacility.org/fileadmin/uploads/awf/publications-reports/M&E%20Report%20vol%201-13%20Nov%202010.pdf>)

□ GARANE (Amidou), UN Watercourses Convention: Applicability and Relevance in West Africa, Global Wartner Partnership, WWF, Green Cross, UNESCO Centre for Water Law Policy and Science, mars 2008 (http://www.internationalwaterlaw.org/bibliography/WWF/RA_West_Africa.pdf)

□ LE GOFF (Jean-Claude) et al., Appui de la Coopération française à l'Organisation de la Mise en Valeur du fleuve Sénégal (OMVS) - Évaluation conjointe et partenariale (1994-2004), SERES et BRL Ingénierie pour le Ministère des Affaires Etrangères et l'Agence Française de Développement, 2005 (<http://www.oecd.org/dataoecd/34/47/35641096.pdf>)

□ Ministère des Affaires Etrangères (MAEE), Problématique de trois systèmes irrigués en Afrique : Bilan et évolutions institutionnelles, Direction du développement et de la coopération technique, Ministère des affaires étrangères, 2000 (http://www.diplomatie.gouv.fr/fr/IMG/pdf/Problematique_de_trois_systemes_irrigues_en_Afrique.pdf)

□ NDIAYE (Tamsir), L'organisation pour la mise en valeur du fleuve Sénégal (OMVS): un exemple réussi de gestion d'un grand bassin transfrontalier en Afrique de l'Ouest, Saint-Louis, OMVS, multigr. 2003

□ NIASSE (Madiodio), IZA (Alejandro), GARANE (Amidou), VARIS (Olli), « La gouvernance de l'eau en Afrique de l'Ouest », in Droit et politique de l'environnement, n°50, Centre du droit de l'environnement de l'UICN, 2004 (<http://data.iucn.org/dbtw-wpd/edocs/EPLP-050.pdf>)

□ OMVS, Plan d'Action Stratégique de Gestion des Problèmes Environnementaux Prioritaires du Bassin du Fleuve Sénégal, OMVS, juillet 2008 <http://www.omvs-soe.org/PAS-GEF-BFS.pdf>

□ Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE), Manuel de formation sur l'étude d'impact environnemental, PNUE, 2002 (<http://www.unep.ch/etb/publications/EnvImpAss/Manuel%20EIE%20FR.pdf>)

□ Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD), Rapport Mondial sur le Développement humain : Au delà des pénuries : Pouvoir, Pauvreté et Crise Globale de l'Eau 218, 2006 (<http://hdr.undp.org/en/reports/global/hdr2006/chapters/french/>)

□ SOFRECO et al., Etude sur le Programme de développement des Infrastructures en Afrique (PIDA), Rapport de la Phase 1 (provisoire), Secteur GRET (Gestion des Ressources en Eaux Transfrontières), rapport réalisé pour : Nouveau partenariat pour le développement de l'Afrique (NEPAD), Banque Africaine de Développement, Union Africaine, Mars 2011 (<http://www.pidafrica.org/phase1/FR/5GRET.pdf>)

□ USAID, Guidelines and Procedures for Resource Allocation and Sharing of Benefits, Okavango Integrated River Basin Management project, USAID, avril 2009 (http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNADU394.pdf)

□ YU (Winston), Benefit Sharing in International Rivers: Findings from the Senegal River Basin, the Columbia River Basin, and the Lesotho Highlands Water Project, Report n° 46 456, Working paper series, Africa Region Water Resources Unit (Banque Mondiale), 13 novembre 2008 (http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/WDSP/IB/2008/11/13/000334955_20081113045420/Rendered/PDF/464560NWP0P1121g0AFTWR0YU301PUBLIC1.pdf)

65

□ Site du Program in water conflict management and transformation de l'Oregon State University (<http://www.transboundarywaters.orst.edu>)

□ Site du Programme de développement des Infrastructures en Afrique (PIDA ; <http://www.pidafrica.org>)

□ Site du Programme d'action subsidiaire du bassin oriental du Nil (ENSAP ; <http://ensap.nilebasin.org>)

□ Site de la revue du Centre de recherche en droit public (CRDP) de l'Université de Montréal (www.lex-electronica.org)

□ Site de l'UNESCO (<http://www.unesco.org>)

□ Site de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) ;
<http://data.iucn.org>

Annie Erhard-Cassegrain, Jean Margat (1983) : Introduction à l'économie générale de l'eau. Edition Masson. Paris (361 p).

Ben Rabah Samia (2006) : Etat actuel des ressources en eau dans la wilaya de Skikda (Essai de synthèse): Bilan-Gestion-Perspective. Mémoire de Magister, Université Annaba (150 p).

B.N.E.D.E.R. (2005) : Etude d'inventaire et d'évaluation des ressources en eau souterraines dans le bassin versant de l'oued Saf-Saf (amont). Phase 1, Phase 3.

Boukhedcha Nour-Edine (2002) : Contribution à l'étude hydrologique de la vallée du Saf-Saf. Thèse de Magister. Université de Constantine.

Boulghobra Nouar. (2006) : Protection de la Ville de Skikda contre l'inondation – Essai de P.P.R.I- . Mémoire de Magister. Université de Batna (179 p).

Chaffai. H, Laouar. R, Djabri. L et Hani. A. (2006) : Etude de la vulnérabilité à la pollution de la nappe alluviale de Skikda ; Application de la méthode DRASTIC. Bulletin du Service Géologique National. Vol.17.n°1, pp 63-74.

Francesco. R.K, Francesca. T, Stefano. C. (2001) :An integrated model for water resources management at basin level. Scientific Assembly at Maastrich. The Netherlands. IAHS. Publ N° 268.

Ismail Serageldin. (1998) : Managing water resources sustainably ; challenges and solutions for the new millenium. La Houille Balanche. N° 2.

Tandjir L., (1997) Utilisation agricole des eaux usées non conventionnelles dans la Wilaya de Skikda». EDIL Inf - EAU. Bulletin International de l'Eau et de l'Environnement. N° 16, p 4 et 5. ISSN 1111- 4916.

Tandjir L., (2008). The Hydro Systems of the Area of Skikda (Algeria). Publication Chatila. Beirut. Juillet 2008.

Tandjir L., (2008). Magazine Wold Water Arab. Juillet (2009). Maillage des réseaux d'Adduction d'Eau Potable : l'expérience algérienne

Thomas. R.K, Allan. L, Dan Rosbjerg. (1999) : Barriers to

sustainable water resources management – a Zimbabwean case study-. Journal des Sciences Hydrologiques. 44 .

Vadim. I. Solokov. (1999) : Integrated water resources management in the republic of Uzbekistan. IWRA. Water International, vol 24, N° 2, p 104-104.