TABLE DES MATIERES

Introduction générale ……01

Chapitre I : Climat et Changement Climatique

I- 1- Le climat…….....03

I- 2-Classification climatique……03

I- 2-1 : Le climat tropical……...03

I- 2-2 : Le climat subtropicaux……..03

I- 2 -3 : Le climat tempéré……..03

I- 2-4 : Le climat polaire……03

I- 2-5 : Le climat désertique……03

I-3 Le climat en Algérie :……04

I-3.1 : Le Nord, un pays de hautes terres……04

I-3.1 : Le Sud, un désert dominé par le Hoggar……..04

I- 4-Analyse climatique :……04

I- 5- Les tendances des paramètres climatiques en particulier l'évaporation, la précipitation, l'humidité et la température :……...06

I- 5-1 Précipitation :……06

I- 5.2-Evaporation et humidité……06

I- 5.3-Température :……06

I- 6-Changement climatique :……..07

I- 6- 1 :L'augmentation des concentrations atmosphériques des gaz à effet de serre …08

I-6-2 : Le dioxyde de carbone (CO2)……08

I- 6-3 : Le méthane (CH4)……08

I- 6-4 : Le protoxyde d'azote (N2O)……08

I- 7- Les indicateurs du changement climatique……09

I- 7.1. L'augmentation de la température de surface sur la Terre……09

I- 7.2. La température des océans……..09

I- 7.3. La réduction de la surface des glaces océaniques arctiques……09

I- 7.4. Le recul des glaciers continentaux……10

I- 7.5. Les calottes polaires de l'Antarctique et du Groenland……10

I- 7.6. Le niveau moyen des océans……10

I- 7.7. Les indicateurs biologiques…….10
I- 8 .L'eau et le changement climatique……11
I- 9-Impacts attendus des changements climatiques sur les ressources: ……..12
I-10 -Conclusion :…….13

Chapitre II : Paramètres qui agissent au comportement du Barrage Meffrouch.

II-1 : situer la région :……15
II-2 : Description du climat qui règne sur la région :…….16
II-3 : présentation du Barrage de Meffrouch……16
II-3-1 : Introduction :…….17
II- 3-2 : Implantation :……..……..17
II-3-3 : Description de l'aménagement :……..……18
II-3-4 : Ouvrages annexes :……...…….18
II-3-5 : Les évacuateurs de crue :……..……18
II-3-6 : La décharge intermédiaire :…….19
II- 3-7 : La vidange de fond :……..……19
II-3-8 : La vanne à boulons explosifs A VANNE :……..20
II-3-9 : La prise d'eau :……..20
II-3-10 : Le captage de la nappe aquifère :……..……...21
II-3-11 :La galerie d'amenée et ses ouvrages annexes amont aval……22
II-4 : Précipitations et apport au barrage :……..22
II-4-1 : la pluviométrie :……..22
II-4-1-1 : Saison humide……..22
II-4-1-2 : Saison sèche…….23
II-4-2 : les apports……24
II-4-2-1 : Saison humide :……26
II-4-2-2 : Saison sèche :……27
II-4.3 : Température :……27

II-5 : Conclusion :…….28

Chapitre III : Influence du Changement Climatique sur Les Ressources en Eau du Meffrouch.

III-1 : INTRODUCTION :…….29
III-2 : Phénomène à observer :……29
III-2.1 : L'écoulement sous terrain…….29
III-2.2 : L'écoulement superficiel……30
III-2.3 : qualité d'écoulement…….30
III-2.4 : Crues et inondation……30
III-2.5 : Sécheresses…….30
III-3 : Présentation des données requise :…….31
III-4 : Etude des paramètres climatique :……..32
III-4.1 : Les Précipitations……33
III-4.1.1 : Précipitations annuelles…….33
III-4.1.2 : Précipitations mensuelles……34
III-4.1.3 : Précipitation saisonnière…….35
III-4.2 : Les apports au Barrage :……35
III-4.2.1 : L'apport Annuel :……..36
III-4.2.2 : Apport mensuelles……37
III-4.2.3 : Apports saisonnière……38
III-4.3. : Température :……39
III-4.3.1 : Température moyenne mensuelles……39
III-5 : Méthode pluviothermique :……42
III-6 : Température et apport au Barrage……43
III-6.1 : Pour la saison d'automne :……43
III-6.2 : Pour la saison d'hiver :…….44
III-6.3 : Pour la saison du printemps :…….44
III-6.4 : Pour la saison d'Eté :……45
III-7 : Indice de MARTONNE :……46
III-8 : Climatogramme d'Emberger :……48
III-9 : Conclusion : ……50

Chapitre IV : Les Effets et Moyens D'intervention au Changement Climatique.

IV-1 : Introduction :……..……53
IV-2 : Les pays industrialisés les premiers responsables……..53
IV-3 : Les principales conséquences des changements climatiques :……54
IV-4 : Le climat……55
IV-5 : Les précipitations……55
IV-6 : Les courants marins……55
IV-7 : Les glaciers……...56
IV-7.1 : Les glaciers de montagne……56
IV-7.2 : Les glaces de mer……..57
IV-7.3 : Le pergélisol……57
IV-8 : Les océans :……58
IV-9 : L'acidification des océans……58
IV-10 : Les risques naturels……58
IV-11 : La couche d'ozone……..59
IV-12 : Les solutions est les moyens pour s'en sortir :……59
IV-12.1 : A l'échelle individuelle :……59
IV-12.1.1 : Les appareils électriques :……59
IV-12.1.2 : L'isolation et le chauffage :……59
IV-12.1.3 : La cuisine :……59
IV-12.1.4 : L'éclairage :……..59
IV-12.1.5 : L'eau :……59
IV-12.2 : A l'échelle étatique :……60
IV-12.2.1 : L'énergie hydraulique :……60
IV-12.2.2 : L'énergie éolienne:……...60
IV-12.2.3 : L'énergie solaire:……61
IV-12.2.4 : L'énergie de la géothermie:……61
IV-12.2.5 : L'aérothermie:……61
IV-12.2.6 : L'énergie de la biomasse:……62
IV-12.7 : Les énergies marines:……63
IV-12.3 : A l'échelle mondiale :……64
IV-13 : Les mesures à prendre au niveau des Barrages pour les rendre fiable sous le phénomène du changement climatique :……64

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

IV-14 : Adaptation des infrastructures hydrauliques au changement climatique :….67
IV-14.1 : Paramètres climatiques :…….68
IV-14.2 : Demandes en eau et changement climatique :……..68
IV-14.3 : Phénomènes extrêmes :……69
IV-14.4 : Barrages et changement climatiques :……..70
CONCLUSION GENERAL :……..74

INTRODUCTION GENERALE

Les experts scientifiques ont déterminé un phénomène qui ne cesse de prendre de l'ampleur vu le risque qu'il présente pour l'humanité. Ce phénomène est celui du changement climatique.

Des vérifications et suivis de l'évolution de plusieurs paramètres climatiques relatifs à la température, humidité, vent et évaporation on permis de valider l'hypothèse d'existence et de persistance de ce phénomène.

Pour aller plus loin des observations et des données on été recueillit sur des phénomènes naturels qui commençaient à présenter des risques majeurs pour la société et l'humanité. Si on parle de sécheresse et des inondations, de la fonte accélérée des neige ceci permet de se mettre d'accord sur l'existence du changement climatique.

Plus personne n'ignore la problématique du changement climatique, Canicule en été, hiver sans neige, dérèglement du climat, des inondations et de terribles sécheresses, le changement climatique se manifeste sous des formes diverses.

Ces bouleversements climatiques perturbent la faune et la flore, dont la répartition géographique tend à se déplacer vers le nord. Ces changements impactent l'agriculture, la santé, l'économie…

Dans ce contexte, la gestion de l'eau est un enjeu de grande importance. Tous les moyens sont bons pour la mobilisation et l'exploitation de cette dernière.

Cette étude consiste à analyser et vérifier l'influence du changement climatique sur la région du Meffrouch où un nombre très important d'usagers font du Barrage de cette région l'unique et la principale source de toute vie. Ce barrage (comme la majorité des barrages) est destiné à réguler le débit du cours d'eau et en stocker l'eau pour différents usages tels que l'irrigation, l'industrie et la réserve d'eau potable.

CHAPITRE I

Climat et Changement Climatique.

RapportGratuit.com

I- 1- Le climat

Le climat correspond à la distribution statistique des conditions atmosphériques dans une région donnée pendant une période donnée. Il est effectué à l'aide de valeurs moyennes établies à partir de mesures statistiques, mensuelles et annuelles, ainsi que sur la base des données atmosphériques locales : température, précipitations, ensoleillement, humidité, vitesse du vent.

Les régions continentales du globe connaissent un climat qui dépend de leur latitude et de la distance qui les sépare des principaux plans d'eau de la Terre. [1]

I- 2-Classification climatique

I- 2-1 : Le climat tropical humide présent de part et d'autre de l'équateur, La température mensuelle moyenne est toute l'année au-dessus de 18° C. On distingue une saison sèche et une saison humide. [1]

I- 2-2 : Le climat subtropicaux offre un ressenti agréable (douceur, ensoleillement), mais il est aussi sujets à des phénomènes brutaux (orages, inondations, tempêtes tropicales, cyclones). Ils prennent en compte le climat méditerranéen, réputé pour ses étés secs et chauds ainsi que pour ses hivers doux et humides. [1]

I- 2 -3 : Le climat tempéré entre également en ligne de compte. Ces climats sont en général caractérisés par les saisons tempérées : une saison froide et une saison chaude.il comprend le climat océanique ou la température varie entre 3 et 18 degrés et le climat continental caractériser par un été court et chaud et un hiver longs et froids. La température moyenne se situe autour de -9° C et 18° C. [1]

I- 2-4 : Le climat polaire, les plus froids du monde. Il s'étend surtout sur les régions de l'Arctique et de l'Antarctique ainsi que dans le Grand Nord québécois, les Territoires du Nord-Ouest et au nord de la C.E.I. (ancienne URSS). Les températures moyennes de janvier sont de -34° C et celles de juillet de 4° C. Les précipitations sont très rares et le sol est toujours gelé en profondeur. On l'appelle d'ailleurs pergélisol. [1]

I- 2-5 : Le climat désertique, que l'on trouve dans certaines régions de l'Afrique, du Nord de l'Océanie, du Sud de l'Eurasie et du Sud-ouest des États-Unis. Le temps y est très sec et chaud. Il y a, par contre, de très grandes différences de températures entre le jour et la nuit les températures moyennes de ces régions sont variées de 28° C à 11°C. [1]

I-3 Le climat en Algérie :

Les aires climatiques sont très diversifiées et le climat varie du type méditerranéen au type saharien. Au nord, les hivers sont pluvieux et froids, les étés chauds et secs. Le climat, le long de la côte, est adouci par la présence de la mer.

L'Est algérien est une région plus pluvieuse que l'Ouest, avec ses 2 mètres de pluie par an et des sommets enneigés d'octobre à juillet.
Le pied sud de l'Atlas tellien marque la limite du climat aride : sec et tropical, avec de grands écarts de températures en hiver : la température moyenne est de 36°C le jour et 5°C la nuit. [2]

I-3.1 : Le Nord, un pays de hautes terres

Le Nord de l'Algérie est essentiellement méditerranéen avec un contrepoids continental, dû au barrage opposé par les chaînons côtiers aux influences maritimes. La combinaison des traits méditerranéens avec les caractéristiques continentales se développe d'avantage au fur et à mesure que l'on avance à l'intérieur des hautes terres. L'hiver y est alors rigoureux et l'été chaud et sec.
Les pluies insuffisantes et irrégulièrement réparties sont absentes en été et assez fréquentes en hiver dans le Tell, et au printemps dans les hauts plateaux. Elles sont abondantes dans le Tell oriental et dans les hautes plaines constantinoises, tandis qu'elle est plus rare au sud des Aurès, et dans les hautes plaines oranaises. [2] .

I-3.2 : Le Sud, un désert dominé par le Hoggar

La région est connu par ses précipitations inférieures à 1500 mm par an.et les températures très élevées le jour et très basses la nuit (0º) et l'aridité des sols est extrême. [2]

I- 4-Analyse climatique :

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

L’analyse de l’évolution du climat impose de disposer d’observations globales de toutes les composantes du système climatique (atmosphère, océans, terres émergées et glaces), sur de longues périodes.

C’est seulement depuis le milieu des années 1970 que les programmes d’observations par satellites, complétés par des systèmes d’observation in situ, permettent d’obtenir un ensemble de données climatiques échantillonnées régulièrement dans l’espace et le temps.
A l’échelle globale, on a déjà noté:

-Une hausse des températures moyennes de l’atmosphère et de l’océan.
-Une élévation du niveau moyen de la mer.
-Une fonte massive de neige et de glace.

Plus particulièrement, les années entre (1995 et 2006) sont les années les plus chaudes jamais enregistrées depuis que les températures de la surface du globe sont mesurées (1850).

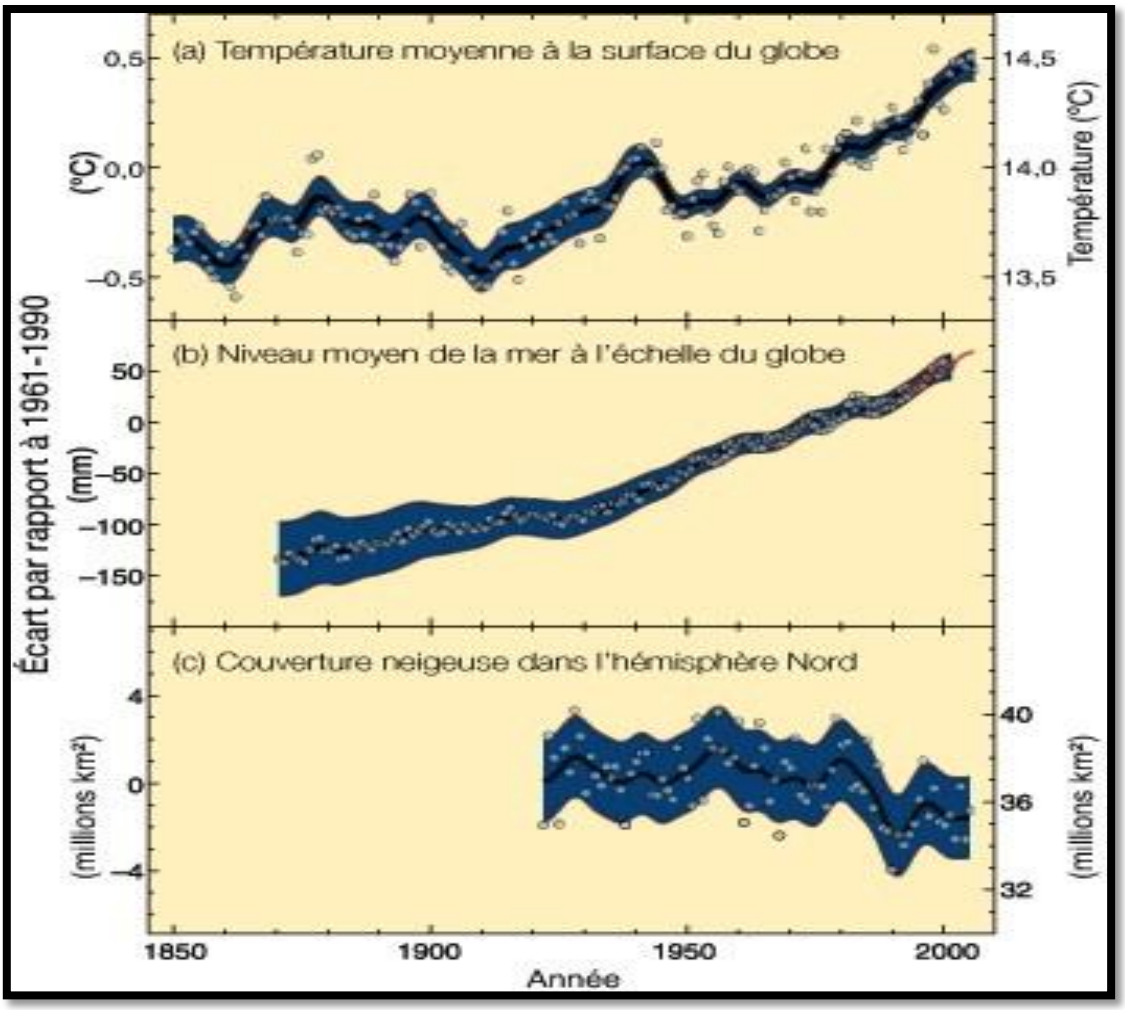


FIGURE I.1 Variations de la température et du niveau de la mer à l'échelle du globe et de la couverture neigeuse dans l'hémisphère Nord

(Source : PDF Lucie Vincent et Enric Aguilar)

<u>I- 5- Les tendances des paramètres climatiques en particulier l'évaporation, la précipitation, l'humidité et la température</u> :

I- 5-1 Précipitation :

Les tendances des précipitations sur les terres ont été analysées grâce à plusieurs ensembles de données provenant du Réseau mondial, de données climatologiques anciennes, du Centre mondial de climatologie, des précipitations et de l'Unité de recherche climatologique. Les précipitations sur les terres ont généralement augmenté durant le XXe siècle entre 30°N et 85°N; néanmoins, des baisses importantes se sont produites au cours de ces 30 à 40 dernières années entre 10°S et 30°N. Les diminutions de la salinité dans l'Atlantique Nord et au sud de 25°S suggèrent de changements identiques des précipitations au-dessus de l'océan. Les

précipitations ont sensiblement augmenté entre 1900 et les années 1950, entre 10°N et 30°N, mais elles ont diminué après 1970. [3]

I- 5.2-Evaporation et humidité.

Une augmentation de la teneur en vapeur d'eau de la troposphère au cours de ces dernières décennies, correspondant au réchauffement constaté et à l'humidité relative quasi constante. La colonne totale de vapeur d'eau a augmenté dans les océans mondiaux de 1,2 ± 0,3 % par décennie de 1988 à 2004.

De nombreuses études montrent des hausses de l'humidité atmosphérique à proximité de la surface, mais il existe des différences selon les régions et entre le jour et la nuit. Comme d'autres composantes du cycle hydrologique, les variations interannuelles à décennales sont importantes. Cependant, une nette tendance à la hausse a été relevée dans les océans mondiaux et sur certaines terres émergées de l'hémisphère Nord. La hausse observée de la température de la mer en surface, qui est probablement pour une bonne part d'origine anthropique, laisse penser que l'action de l'homme a contribué à l'augmentation constatée de la vapeur d'eau atmosphérique au-dessus des océans. [5]

I- 5.3-Température :

La tendance observée lors de la phase de hausse thermique de la fin du XXe siècle montre que la température augmente presque partout excepté sur quelques secteurs très précis dans les océans de l'hémisphère sud et en quelques points de l'hémisphère nord. La hausse est particulièrement marquée sur le centre de l'Amérique du Nord, le nord-est de l'Europe et l'est de l'Eurasie, mais moins importante dans la zone tropicale.

Ceci signifie que l'augmentation moyenne observée au niveau planétaire est à nuancer dans l'espace, et qu'elle ne représente pas parfaitement l'évolution thermique de chaque région du globe, puisqu'il existe des différences aux échelles spatiales plus fines [3].

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

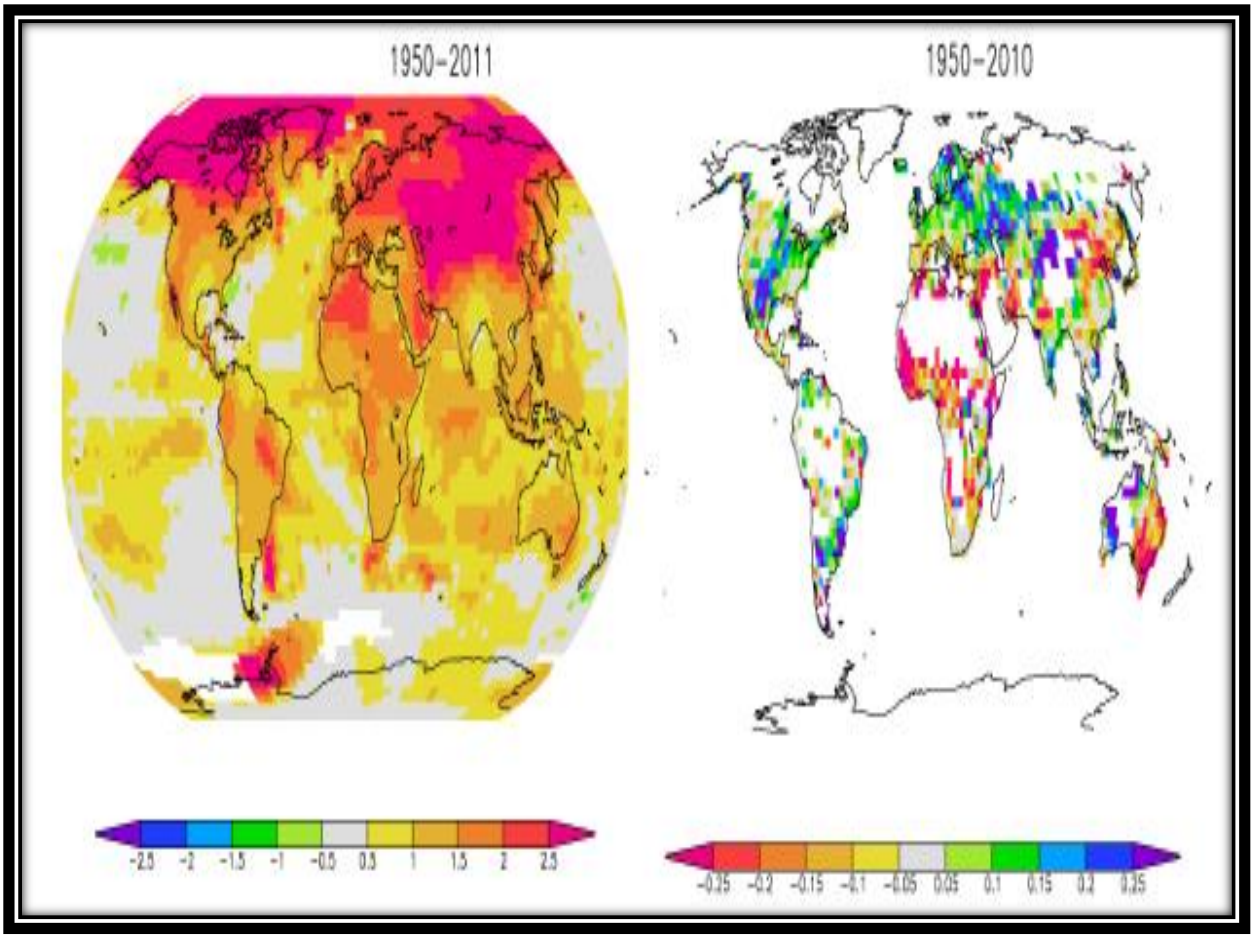


FIGURE I-2 : Les changements de température et des précipitations moyennes, de 1950 à 2011.
(Source : http://scholars-stage.blogspot.com)

I- 6-Changement climatique :

Les Changement climatiques concernent des transformations générales du climat, y compris la température, les précipitations, les vents et d'autres facteurs ; ils peuvent varier d'une région à une autre. Il est établi par la science que ces changements sont la conséquence du renforcement du phénomène de l'effet de serre du fait du rejet dans l'atmosphère de gaz à effet de serre par certaines activités humaines.

Cette augmentation supplémentaire des concentrations de Gaz à effet de serre induit un réchauffement supplémentaire de la surface de la terre et de l'atmosphère.

I- 6- 1 :L'augmentation des concentrations atmosphériques des gaz à effet de serre :

Autres que la vapeur d'eau qui se recycle rapidement et en permanence, le gaz à effet de serre est un élément très important, qui doit être observé avec précision sur plusieurs décennies pour donner lieu à une interprétation fiable. [6]

I-6-2 : Le dioxyde de carbone (CO_2) :

Sa concentration augmente continûment depuis le milieu du XIXe siècle, en raison principalement des activités industrielles. Les études montrent que l'origine de cette augmentation est due pour plus de la moitié à la combustion des combustibles fossiles, le reste aux déboisements massifs et d'autre part à la production de ciment. [6]

I- 6-3 : Le méthane (CH_4) :

Dû notamment aux fermentations diverses (zones humides, ruminants, déchets domestiques, biomasse, …), aux fuites de gaz naturels et à la fonte du pergélisol, sa concentration s'est accrue de 140 % sur la même période. Elle semble cependant stabilisée depuis 2000. [6]

I- 6-4 : Le protoxyde d'azote (N_2O) :

Dû en grande partie aux activités agricoles (dont la biodégradation des nitrates agricoles dans les milieux souterrains anoxiques), sa concentration a augmenté de 20 % sur la même période. [6]

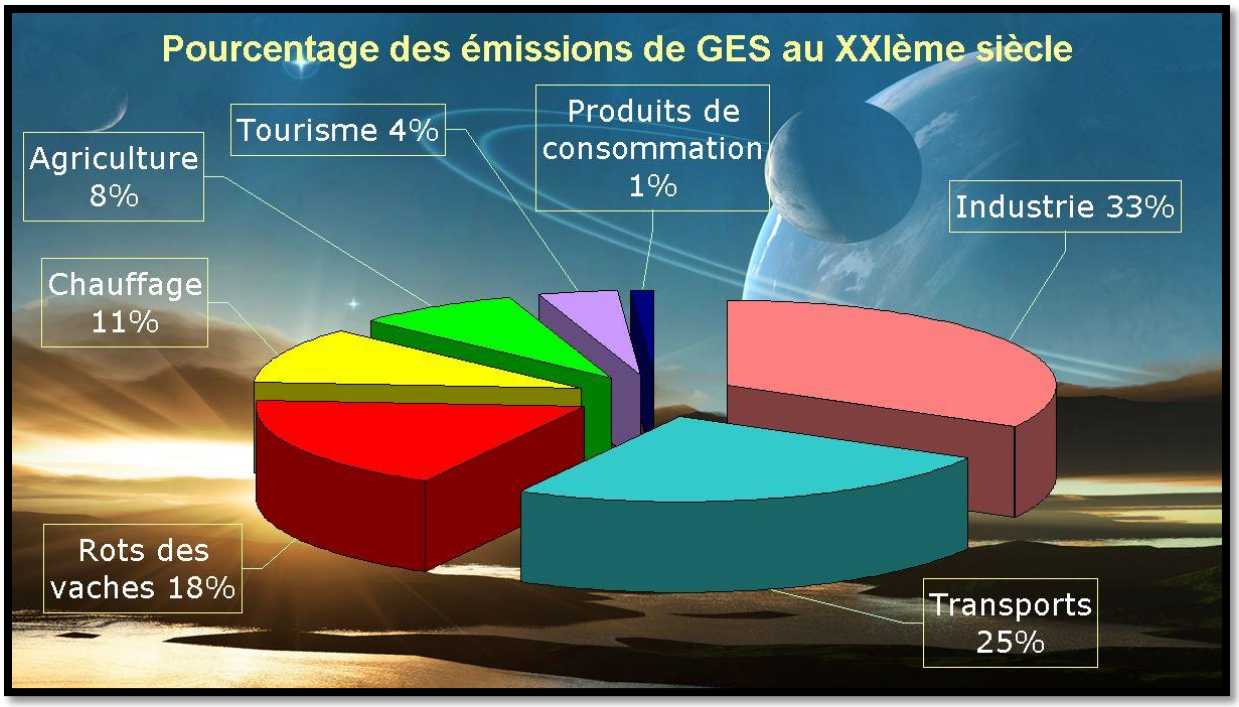


FIGURE I-3 : Emission de Gaz à effet de serra
(Source : http://terresacree.org/rechauf.htm)

I- 7- Les indicateurs du changement climatique.

I-7.1. L'augmentation de la température de surface sur la Terre

L'augmentation de la température de surface sur la terre est de 0,8 ± 0,2 °C depuis 1870. Elle reste notablement différente pour les deux hémisphères : plus forte au Nord et plus forte aux hautes latitudes. Une variabilité entre continents est également observée. Une forte modulation sur des périodes annuelles et multi décennales est également constatée, avec deux périodes de plus forte augmentation (approximativement de 1910 à 1940 et de (1975 à 2000) encadrées par des périodes de stagnation ou de décroissance. [6]

I-7.2. La température des océans,

Mesurée depuis les années 1950 par les bateaux de commerce ou les navires océanographiques (jusque vers 700 m de profondeur) et plus récemment par le système de bouées profitantes Argo, montre une augmentation moyenne globale depuis quelques décennies. [6]

I-7.3. La réduction de la surface des glaces océaniques arctiques.

La banquise, dont la fonte ne contribue pas à l'élévation du niveau des océans, est un autre indicateur fort de l'accélération de l'évolution du climat **:** de 8,5 millions de km^2 stable dans

la période 1950-1975, la surface des glaces de mer a connu une décroissance très rapide jusqu'à 5,5 millions de km^2 en 2010. [6]

I-7.4. Le recul des glaciers continentaux

Le recul des glaciers continentaux est observé de façon quasi généralisée depuis 3 à 4 décennies, avec une nette augmentation au cours des 20 dernières années. [6]

I-7.5. Les calottes polaires de l'Antarctique et du Groenland

Les calottes polaires de l'Antarctique et du Groenland ont un bilan total de masse négatif depuis une dizaine d'années. Si quelques régions élevées de l'intérieur des calottes, en particulier Antarctique, s'épaississent un peu par suite de précipitations neigeuses accrues, la perte de masse domine.

Celle-ci s'effectue dans les zones côtières du Groenland et de l'Antarctique de l'Ouest par écoulement très rapide de certains glaciers vers l'océan et décharge d'icebergs. On pense que le réchauffement des eaux océaniques dans ces régions est la cause majeure des instabilités dynamiques observées. [6]

I-7.6. Le niveau moyen des océans

Le niveau moyen des océans est un autre indicateur qui intègre les effets de plusieurs composantes du système climatique (océan, glaces continentales, eaux continentales). Avant 1992, le niveau de la mer était mesuré par des marégraphes le long des côtes continentales et de quelques îles : le niveau des océans, en moyenne annuelle sur toute la planète, s'est élevé à un rythme de 0,7 mm/an entre 1870 et 1930 et d'environ 1,7 mm/an après 1930. Depuis 1992, les mesures sont effectuées par satellites : la hausse du niveau moyen global de la mer est de l'ordre de 3,4 mm/an. Les contributions climatiques à cette élévation sont approximativement dues, pour un tiers à la dilatation de l'océan consécutive au réchauffement et, pour les deux autres tiers, aux glaces continentales à parts quasi égales, fonte des calottes polaires du Groenland et de l'Antarctique d'une part, et fonte des glaciers continentaux d'autre part. [7]

I-7.7. Les indicateurs biologiques,

Les indicateurs biologiques, tels que les déplacements de populations animales terrestres ou marines et l'évolution des dates d'activités agricoles saisonnières, montrent aussi la survenue d'un réchauffement climatique. [1]

I- 8 .L'eau et le changement climatique.

Il est largement prouvé par des relevés d'observations et des projections climatiques que les sources d'eau douce sont vulnérables et auront à souffrir gravement du changement climatique, avec de grandes répercussions sur les sociétés humaines et sur les écosystèmes.

Le changement observé pendant plusieurs décennies a été relié à la modification survenue dans le cycle hydrologique à grande échelle, Au niveau mondial, la superficie des terres considérées Comme très sèches a plus que doublé depuis les années 1970. Le volume d'eau stocké dans les glaciers de montagne et la couverture neigeuse de l'hémisphère Nord a Considérablement diminué. On a observé des décalages dans les variations saisonnières du débit des rivières alimentées Par la fonte des glaciers et de la neige et dans les phénomènes liés à la glace dans les rivières et les lacs.

Au cours du XXe siècle, les précipitations ont surtout augmenté sur les continents dans les latitudes les plus septentrionales, tandis que des diminutions ont principalement touché les latitudes comprises entre 10°S et 30°N depuis la superficie des terres considérées comme très sèches a plus que doublé depuis les années 1970. [3]

Le volume d'eau stocké dans les glaciers de montagne et la couverture neigeuse de l'hémisphère Nord a considérablement diminué. On a observé des décalages dans les variations saisonnières du débit des rivières alimentées par la fonte des glaciers et de la neige et dans les phénomènes liés à la glace dans les rivières et les lacs. [3]

Des changements dans la quantité et la qualité de l'eau attribuables au changement climatique devraient influencer la disponibilité, la stabilité et l'utilisation des aliments ainsi que l'accès à ces derniers. Ceci devrait entraîner une diminution de la sécurité alimentaire et une vulnérabilité accrue des cultivateurs dans les zones rurales pauvres, en particulier dans les régions tropicales arides et semi-arides et dans les méga deltas asiatique et africains.

Vers le milieu du XXIe siècle, le débit moyen annuel des cours d'eau et la disponibilité en eau devraient augmenter en raison du changement climatique aux latitudes élevées et dans certaines zones tropicales humides, et diminuer dans des régions sèches aux latitudes moyennes et dans les régions tropicales sèches.

Rapport-Gratuit.com

L’augmentation de l’intensité et de la variabilité des précipitations devrait augmenter les risques de crue et de sécheresse dans plusieurs régions. [3]

L’augmentation de la température des eaux et les variations des phénomènes extrêmes, notamment les crues et les sécheresses, devraient influencer la qualité de l’eau et aggraver de nombreuses formes de pollution aquatique (sédiments, nutriments, carbone organique dissous, organismes pathogènes, pesticides et sel) ainsi que la pollution thermique, avec d’éventuelles conséquences néfastes sur les écosystèmes, la santé publique, la fiabilité des systèmes de distribution d’eau et les coûts d’exploitation (degré de confiance élevé). De plus, l’élévation du niveau de la mer devrait étendre les zones de salinisation des eaux souterraines et les estuaires, ce qui entraînera une diminution de la disponibilité en eau douce pour l’homme et les écosystèmes dans les zones côtières. [3]

I- 9-Impacts attendus des changements climatiques sur les ressources en eau.

Une intensification générale des pluies torrentielles. Cela induirait une augmentation des inondations et du ruissellement tout en réduisant les possibilités d’infiltration de l’eau dans le sol.

Des modifications du régime des saisons pourraient affecter la répartition régionale des ressources en eau tant souterraines que superficielles. Dans les climats secs, des modifications relativement faibles des températures et des précipitations pourraient provoquer une évolution relativement importante de l’écoulement. Les régions arides et semi-arides seront donc particulièrement sensibles à une diminution des précipitations et à une augmentation de l’évaporation. De nombreux modèles climatiques prévoient une baisse des précipitations moyennes dans les régions déjà sèches : Asie centrale, Méditerranée, Afrique, Sahel et Australie.

Le stockage des eaux de surface pourrait diminuer avec les pluies diluviennes et les glissements de terrain favorisant l’envasement et la réduction de la capacité des réservoirs.

Une augmentation des pluies diluviennes et des inondations pourrait engendrer de plus grandes pertes d’eau sous forme de ruissellement. Cela pourrait influer à long terme sur les nappes souterraines. La qualité de l’eau pourrait également varier en fonction de la quantité et du moment des précipitations.

Du fait de l’élévation du niveau de la mer, les eaux salées pourraient pénétrer les réserves d’eau douce du littoral.

I-10 -Conclusion :

Nous pouvons constater que le réchauffement climatique a des effets sur le niveau de la mer et les courants marins ainsi que les barrages. Ces effets entrainent des conséquences terribles qui pourraient à long terme détruire la majorité des espèces animales et végétales mais aussi détruire l'écosystème dans lequel nous vivons.

L'homme est le principal ennemi de notre planète car en effet, c'est principalement l'activité humaine qui provoque une augmentation des gaz à effet de serre dans l'atmosphère et donc, contribue à augmenter l'effet de serre et le réchauffement climatique.

Si cela continue, il ya un risque d'une apparition précoce de la prochaine ère glaciaire. L'homme doit donc agir vite pour éviter une situation irréversible et ainsi éviter le scénario catastrophique du film « les temps changent » qui représente la planète en 2075 si l'on ne fait rien contre le réchauffement climatique.

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

CHAPITRE II

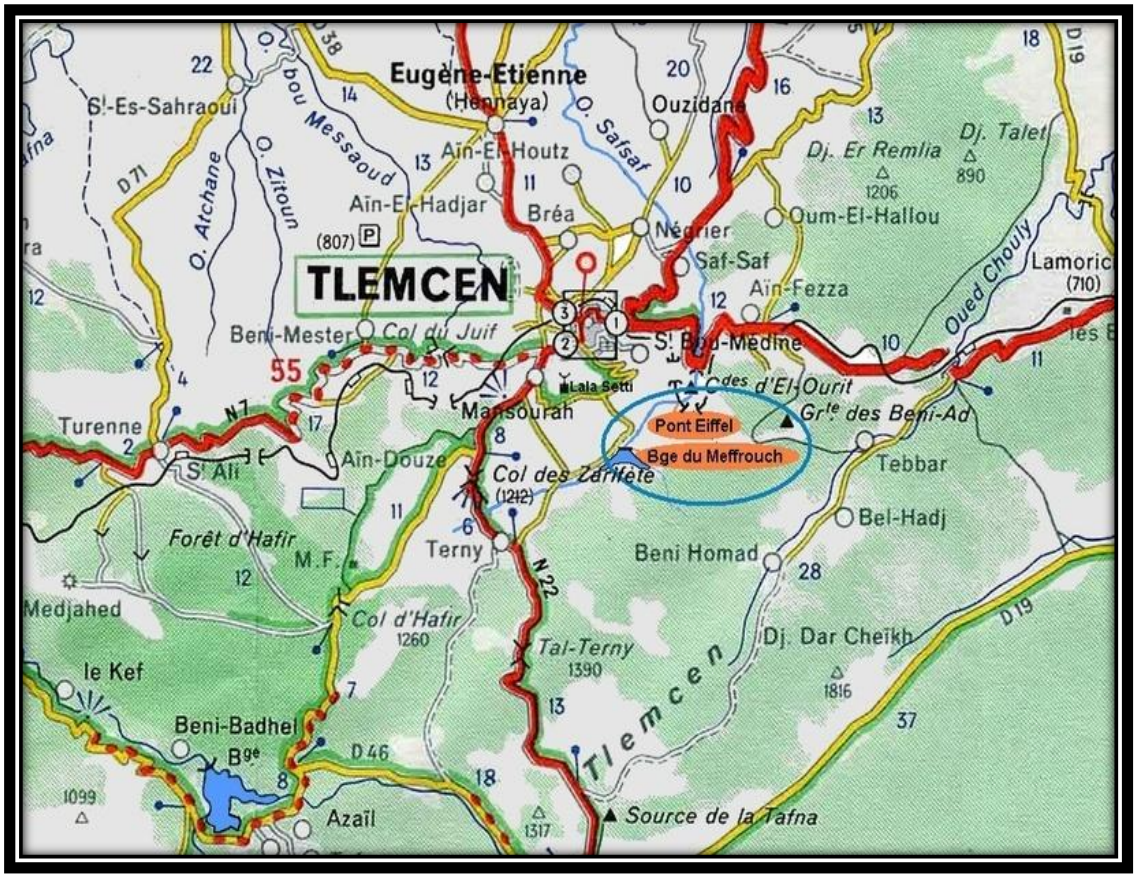
Paramètres agissant sur le comportement du Barrage Meffrouch.

II-1 situation de la région :

La wilaya de Tlemcen se situe à l'extrême ouest du pays et au Nord, par la mer méditerranée, à l'Est par la wilaya de Sidi Bel Abbes, au Sud par la wilaya de Naâma, au Nord-est par la wilaya d'Ain Temouchent et à l'Ouest par le Maroc. Elle couvre une superficie de 9061 Km². [9]

Le territoire de la wilaya de Tlemcen est formé d'un ensemble de milieux Naturels qui se succèdent de manière grossièrement parallèle. On distingue du Nord au Sud : la chaîne montagneuse des Traras. [9]

Meffrouch, région de notre étude, se trouve à 07 km au sud de la wilaya de Tlemcen, sur une altitude de plus de 1100m.



FIGUREII-1: situation de la région d'étude. (Source : http://popodoran.canalblog.com/archives/2014/04/07/29617676.html)

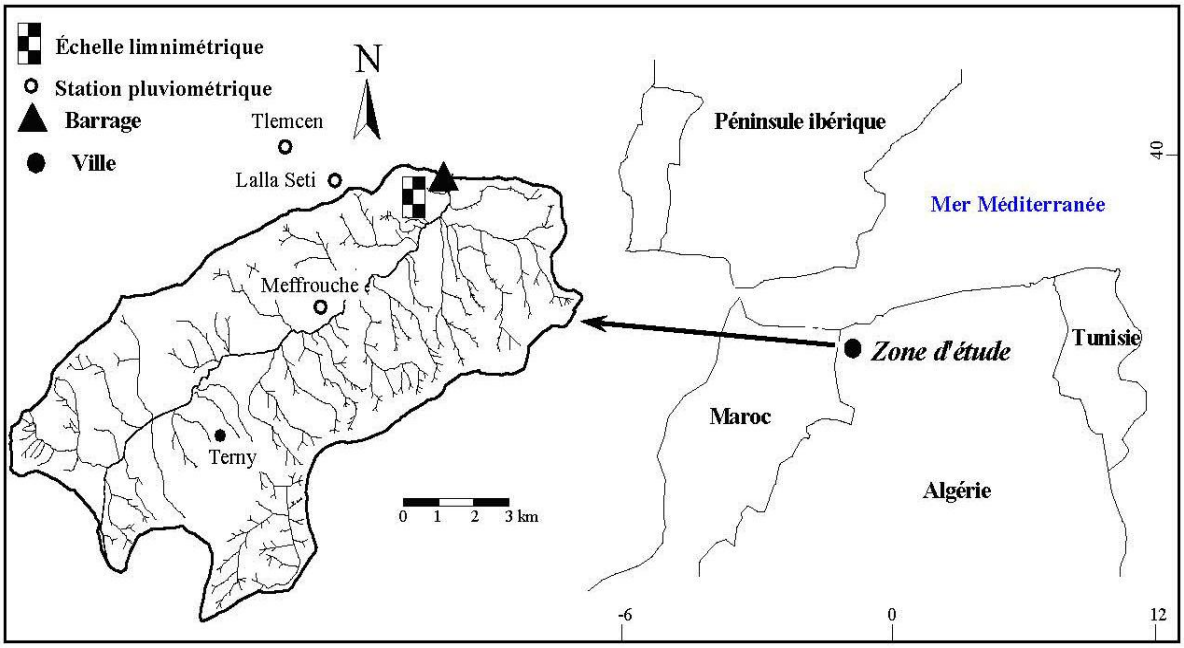


FIGURE II-2 : photo qui démontre la zone d'étude.
(Source : PDF Ghenim et Meghnounif)

II-2 : Description du climat qui règne sur la région :

Le climat est un facteur déterminant de premier ordre pour une approche du milieu. C'est un ensemble de phénomènes météorologiques qui sont principalement la température, les précipitations et les vents. Le climat se place en amont de toute étude relative au fonctionnement des écosystèmes écologiques. [10]

Notre travail portera sur l'étude du changement climatique à Tlemcen est plus particulièrement au Meffrouch, une région connue par son altitude et par ses montagnes. Le climat de cette région, qui est de type méditerranéen, est caractérisé par deux saisons nettement tranchées : les hivers doux et pluvieux et les étés chauds.

Meffrouch est connu aussi par une précipitation annuelle moyenne de 710 mm par an parfois sous forme de neige où l'enneigement moyen est d'environ trois semaines. [11]

II-3 : présentation du Barrage de Meffrouch

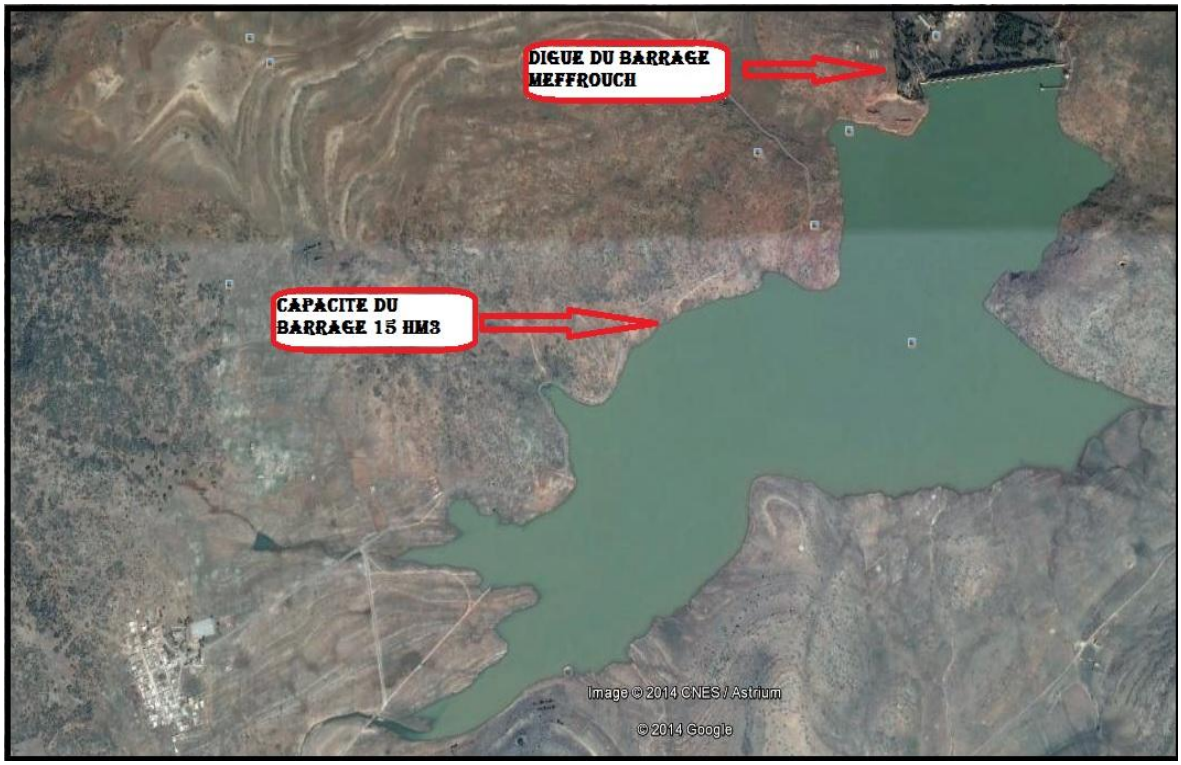


FIGURE II-3 : Photo du plan d'eau du Barrage Meffrouch.

II-3-1 : INTRODUCTION

La réalisation du barrage MEFFROUCH a été confiée à l'entreprise SAFONT exécuté en deux étapes :

- La première étape entre 1951 et 1956 : consistant l'exécution en trois puits de captage débouchant dans une galerie souterraine dite galerie de captage. Ces travaux ont été effectués par la S.A.E.I (Société Africaine d'Entreprise Industrielle). [12]
- La deuxième étape entre 1957 et 1963 : Construction par l'entreprise SAFONT associée à l'entreprise industrielle d'un barrage à voûtes multiples, 17 voûtes, 18 contreforts et deux barrages poids aux extrémités. La longueur en crête est de 531m pour une hauteur maximum de 26m au-dessus du talweg. [12]

II- 3-2 : IMPLANTATION :

L'oued MEFFROUCH prend naissance dans les monts de Tlemcen après avoir coulé quelque temps sur le plateau rocheux qui se trouve au sud de la ville de Tlemcen.il descend de la falaise en formant des grandes cascades, prend le nom d'oued SAF-SAF puis oued SEKKAK

et se jette prés Ain Youcef, dans l'oued ISSER qui est un affluent rive droite de l'oued TAFNA. L'emplacement choisi pour le barrage se situé immédiatement en amont des cascades a environs 04 Kms à vol d'oiseau au sud- est de la ville de Tlemcen. [12]

II-3-3 : DESCRIPTION DE L'AMÉNAGEMENT :

Le barrage MEFFROUCH se trouve à environ à 04 km à vol d'oiseaux au sud –est de la ville de Tlemcen. Mis en eau en 1963, l'aménagement comprend deux parties réalisées en deux étapes. Dans un premier temps il y eu le captage de l'Ain Mehras qui été l'exutoire d'un important réservoir sous terrain située vers la côte 1100 et dans le débit est estimé à 150 l/s ce qui permet d'emmagasiner annuellement un volume global de 4,7 Hm3 d'une part et le barrage d'autre part. Le barrage MEFFROUCH est une construction à voûtes multiples et à contreforts. Sa singularité réside dans le faites qu'il a été entièrement réalisé en béton précontrainte en éléments préfabriqués avec des câble précontrainte placée sur le parement amont à l'extérieur des voûtes, ainsi que des précontraintes annulaire. Le barrage MEFFROUCH. Il compte 17 voûtes, 18 contreforts. Chaque voûte est limitée par des cylindres de révolution coaxiaux. Le cylindre intrados compte un rayon de 11,25m. L'épaisseur de la voûtes est de 0,80m et l'épaisseur des contreforts à la base est de 2,50m.la capacité du barrage est de 15Millions de M3. Le raccordement aux berges se fait au moyen de deux barrages à poids à parement incliné. L'altitude maximale se trouve au niveau de la côte 1122,00. La surface de la retenue au niveau de cette côte est estimée à 190 Ha. La hauteur au -dessus du talweg est 26,00m. La longueur à la crête est de 531m.la surface du bassin versant est estimé à 90 Km2.le volume annuel régularisé est estimé à 14 Hm3 destiné à L'alimentation en eau potable de la ville de Tlemcen et l'appoint aux irrigations locales. [12]

II-3-4 : OUVRAGES ANNEXES :

Les ouvrages annexes du barrage sont destinés pour l'évacuation de l'eau dont la capacité totale est de 790m3/s à la côte 1124,50. [12]

II-3-5 : LES EVACUATEURS DE CRUE :

L'évacuation des crues se fait à travers 18 seuils déversant sous forme de goulotte placer sur les contreforts et un à saut de ski rejette suffisamment à l'aval la lame d'eau pour éviter toute sorte d'érosion préjudiciable. La capacité d'évacuation de ses évacuateurs de crue est estimé à 560m3/s à la côte 1124,50m. [12]

II-3-6 : LA DECHARGE INTERMEDIAIRE :

La décharge intermédiaire rive droite est destinée à évacuer les crues d'importance, faible ou moyen débits. Sa capacité d'évacuation est de 160m3/s à la côte 1124,50m. [12]

FIGURE II-4 : Photo de la vanne de décharge intermédiaire prise-le 15.05.2014.

II- 3-7 : LA VIDANGE DE FOND :

La vidange de fond est assurée par une conduite Ø2200 placée dans la voûte 11-12. La vanne de garde est un papillon et la vanne de réglage est un robinet à jet creux. La capacité de cette vidange est de 50m3/s à la côte 1124,50m. [12]

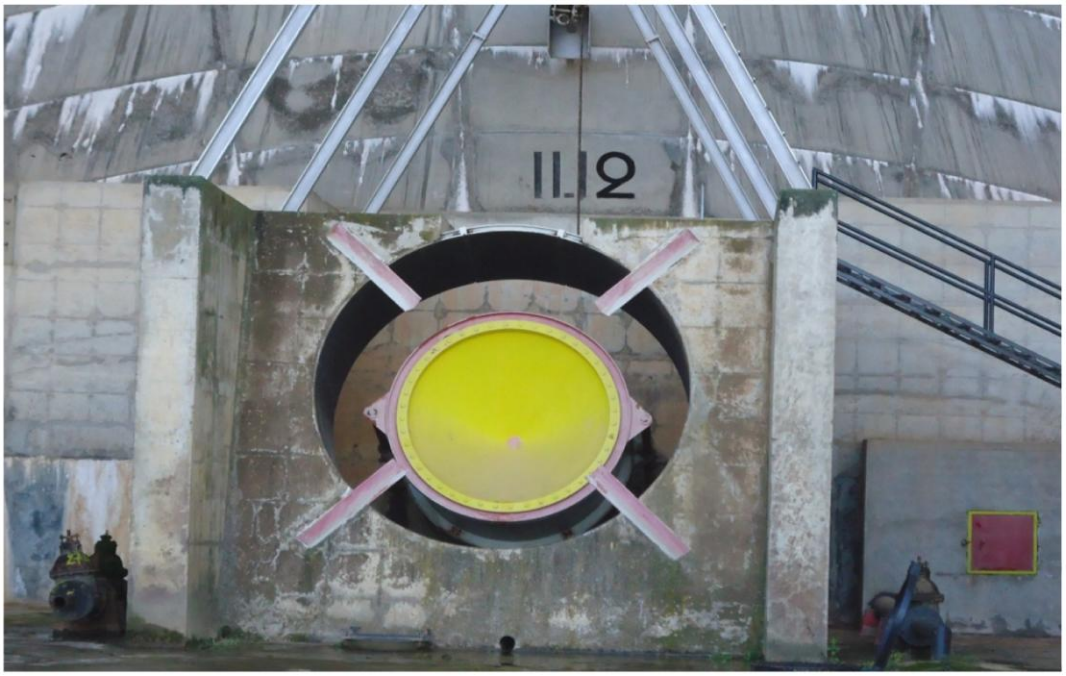


FIGURE II-5 : Photo de la vidange de fond prise le 15.05.2014.

II-3-8 : LA VANNE A BOULONS EXPLOSIFS :

A gauche de la vidange principale se trouve une vidange de secours Ø1700 à déclenchement par boulons explosifs. Le débit est de 30m3/s à la côte 1124,50. [12]

II-3-9 : LA PRISE D'EAU :

La prise d'eau s'effectue à partir d'une tour située dans la retenue. La vanne de prise est constituée de six viroles cylindriques superposées qui permettent de choisir la côte de prise d'eau. La vanne de garde est une vanne opercule placée sur la conduite Ø700 sous la voûte 15-16. Le réglage est effectuer au moyen d'une vanne à pointeau Ø250 et un obturateur à disque en parallèle. La capacité est de 0,4m3/s. [12]

FIGURE II-6 : Photo de la prise d'eau prise le 15.05.2014.

II-3-10 : LE CAPTAGE DE LA NAPPE AQUIFERE :

Le captage à fait l'objet dans la première étape des travaux réalisés entre 1951 à 1956 l'aquifère capté est celui des calcaires dolomitiques du kimméridgien supérieur dont l'exécution primitif était Ain Méhras.

Le dispositif de captage comprend :

- Trois puits : P01, P02 et P03 débouchant dans la galerie de captage.
- Une galerie de captage Ø2000 sur une longueur de 445,61m.
- Une conduite de captage SOCOMAN de diamètre Ø700, dans la galerie.
- Un "T" terminant la conduite Ø700, posé dans la chambre basse de la tête amont de la galerie d'amenée.
- Un obturateur à disque est une vanne à pointeau permettant de régler les débits. [12]

RapportGratuit.com

II-3-11 : LA GALERIE D'AMENEE ET SES OUVRAGES ANNEXES AMONT AVAL :

Les eaux provenant des captages et celles provenant de la prise d'eau dans la retenue sont collectées dans le bassin de la chambre basse située en tête de la galerie d'amenée.

Le rôle de cette galerie d'amenée est de diriger les eaux vers le plateau de LALLA SETTI ou elles sont reparties entre les différents utilisateurs. A la tête aval de la galerie d'amenée se trouve un ouvrage chargé de la répartition des eaux en direction de la ville de Tlemcen après avoir subit un traitement au niveau des stations de traitement des petits perdreaux.

Un trop plein et une vidange permettant d'évacuer par le lit régulateur de l'oued METCHKANA en cas de besoin. L'équipement comprend :

- La galerie d'amenée Ø2000 sur une longueur de 2374m.
- L'équipement de la chambre basse amont
- L'ouvrage de répartition situé à l'aval. [12]

II-4 : Précipitations et apport au barrage :

II-4-1 : la pluviométrie :

Les questions de changement et de variabilité climatiques sont placées depuis quelques temps au centre des préoccupations des scientifiques et des décideurs politiques dans le monde. Le cycle de l'eau étant l'une des composantes majeures du climat, les implications de ces changements sur les régimes pluviométriques sont importantes. Les précipitations représentent le facteur le plus important du climat tant pour les populations que pour les écosystèmes .Elles sont faciles à mesurer. Autant de raisons qui font que la plupart des études et analyses portent sur les précipitations bien plus que sur d'autres paramètres du climat.

II-4-1-1 : Saison humide : On parle de saison humide durant l'année la période ou la probabilité d'avoir des averses sous forme de pluie ou neige est beaucoup plus importante. Au climat méditerranéen la saison humide est principalement connue durant la période allons du mois d'octobre au mois de mai.

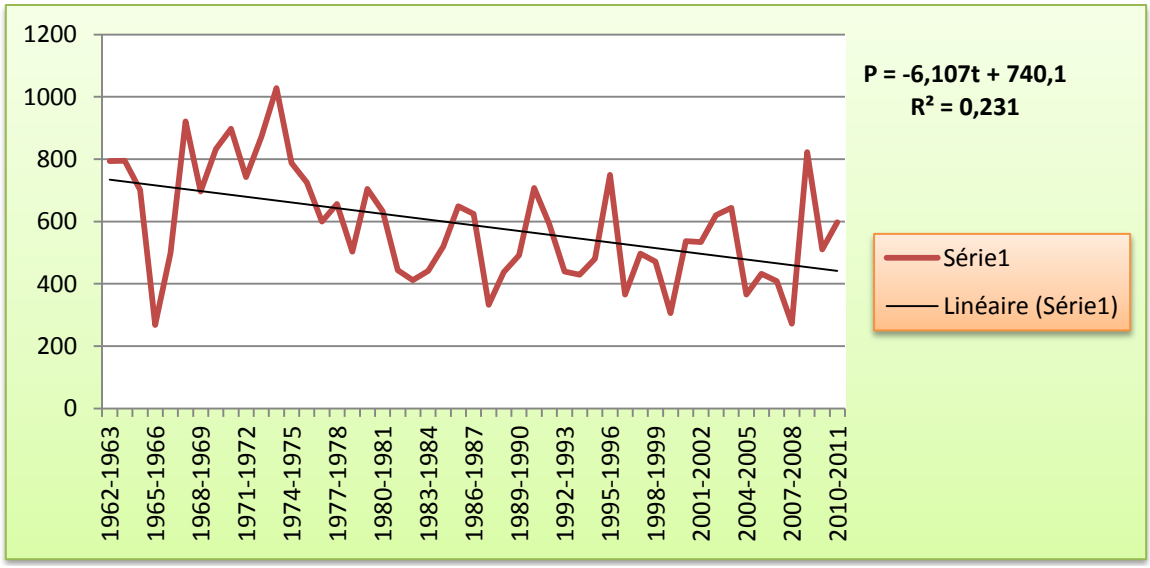


FIGURE II-7 : La pluviométrie de la région en saison humide.

Les résultats de l'évolution de la pluviométrie en saison humide mesurer par la station du Meffrouch montre bien que la région a connu des précipitations importante qui dépassé les mille (mm) et une deuxième partie qui montre que se paramètre à subi un changement après l'année 1973 ou la pluviométrie n'a jamais pu dépasser les huit cents (mm) chose qui explique que la région est toucher par le réchauffement climatique ou les spécialiste parler de se phénomène depuis les années soixante dix.

II-4-1-2 : Saison sèche :

À la cour de l'année la saison sèche est définie par rapport à la précipitation annuelle, on parle de cette dernière la période ou la région n'aura pas de pluie importante .au climat méditerranéen c'est la partie de l'année entre mai est octobre.

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

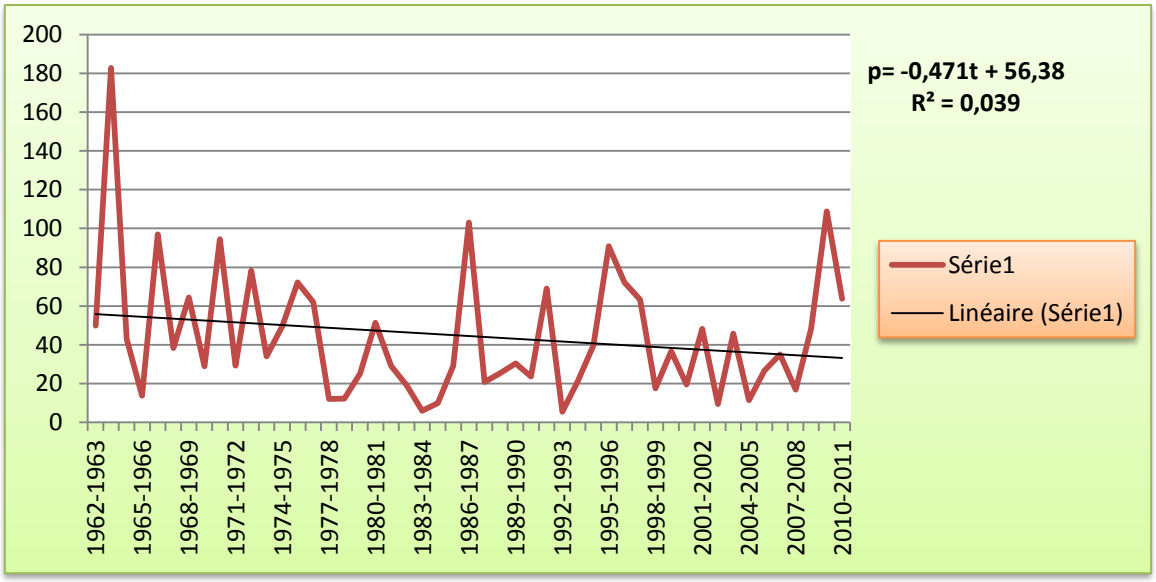


FIGURE II-8 : La pluviométrie de la région en saison sèche.

En saison sèche les précipitations sont moins importante qu'en saison humide, le graphe montre bien que cette dernière ne cesse de diminuer par rapport aux années précédente avec l'apparition de quelque années exceptionnel ou la pluie à pu atteindre les 90 (mm).

II-4-2 : les apports :

On parle des apports dans un barrage le volume stocké dans une période donnée par rapport à la capacité est au volume qui peux le contenir. Il varie d'une saison à une autre est le taux de remplissage augmente quand la saison est connue par des averses importante .généralement les barrages aurons des apports quand le phénomène du ruissellement prend de l'ampleur.

Le Barrage Meffrouch à la particularité qu'il puisse avoir des apports au venu d'une nappe aquifère, les puits qui on serve à capter l'eau de la nappe peuvent verser tous se qui est de supplément dans la cuvette du barrage.

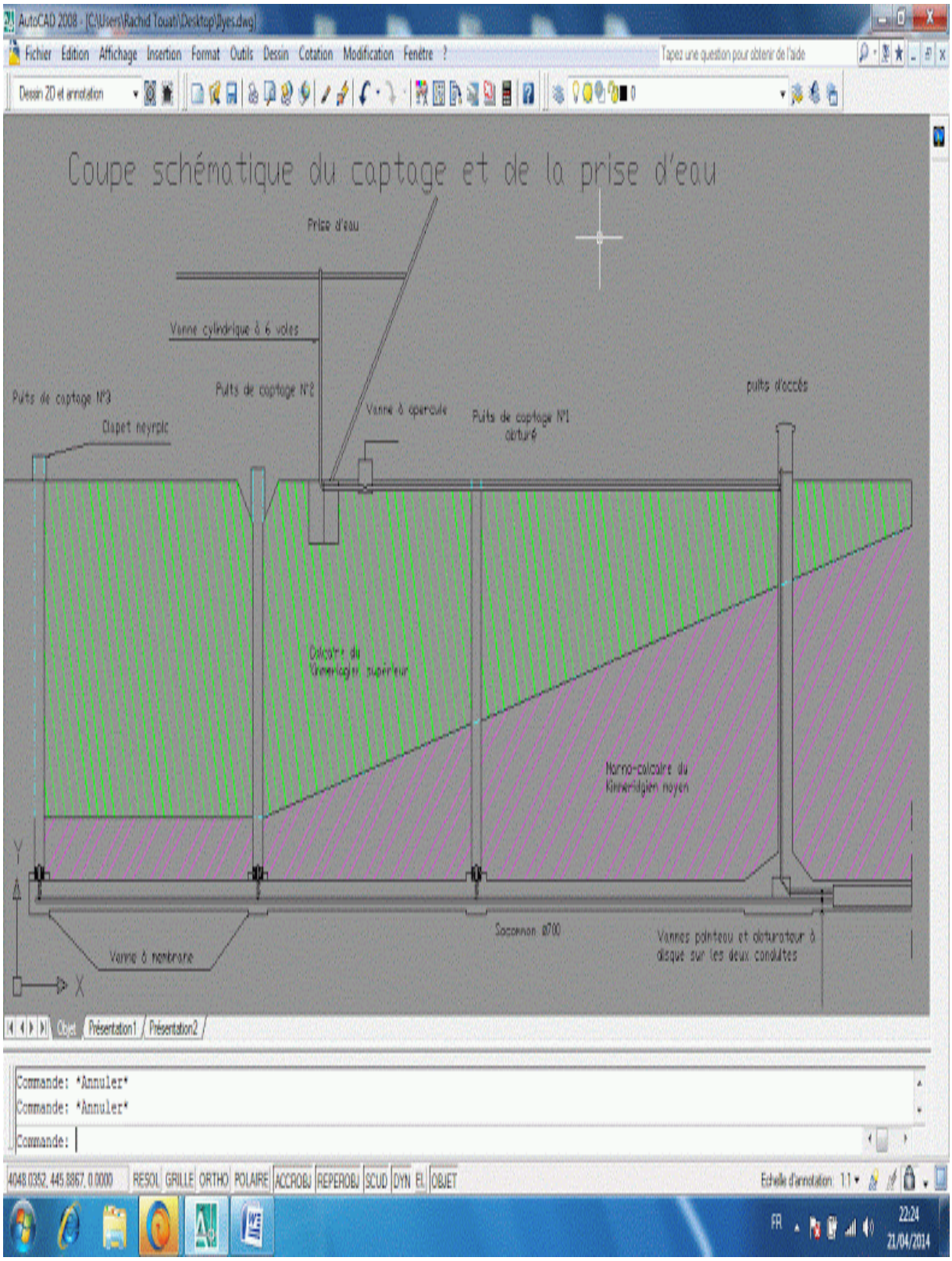


FIGURE II-9 : Coupe schématique du captage et la prise d'eau.

II-4-2-1 : Saison humide :

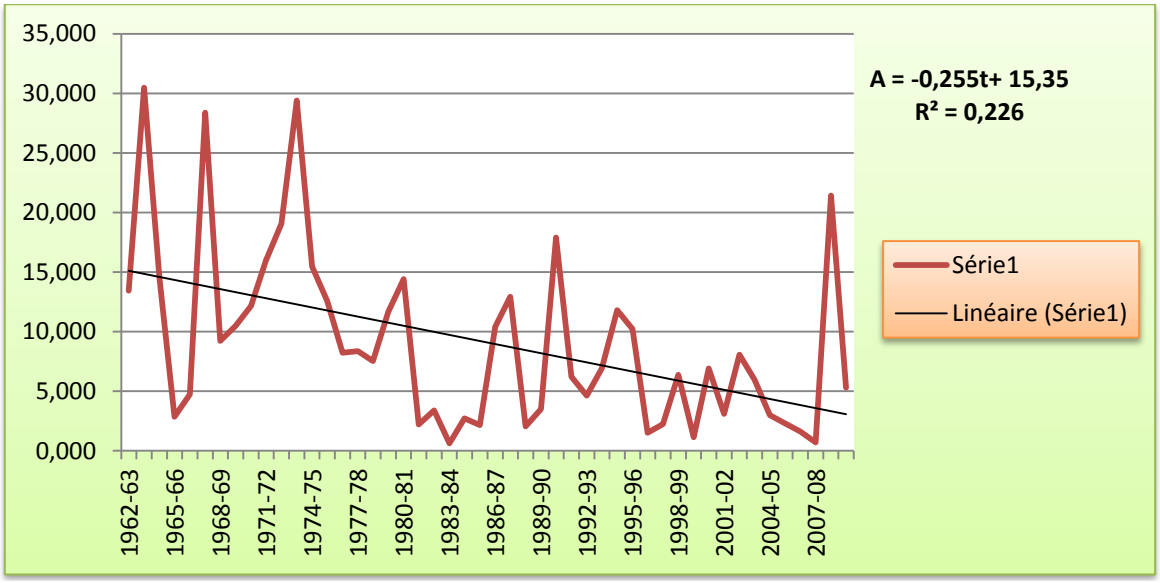


FIGURE II-10 : Apports au barrage en saison humide

Les résultats des apports annuel au niveau du Barrage de Meffrouch explique bien la situation qui l'a connu la région en terme de climat est montre bien que la région est toucher par le réchauffement en fin des années soixante dix.

Avant 1975 le barrage a connu des apports importante arrivé même a dépassé les 25hm3 chose qui permet au barrage de se remplir entièrement est effectuer des lâchers pour protéger l'ouvrage et ses équipement. Par contre après 1975 le phénomène ne se reproduit plus la région toucher par le réchauffement les précipitations deviennes moins importante est les apports au barrage sont devenu insuffisante, on note des années ou l'apport annuel au barrage n'a même pas atteins les 5hm^3.

II-4-2-2 : Saison sèche :

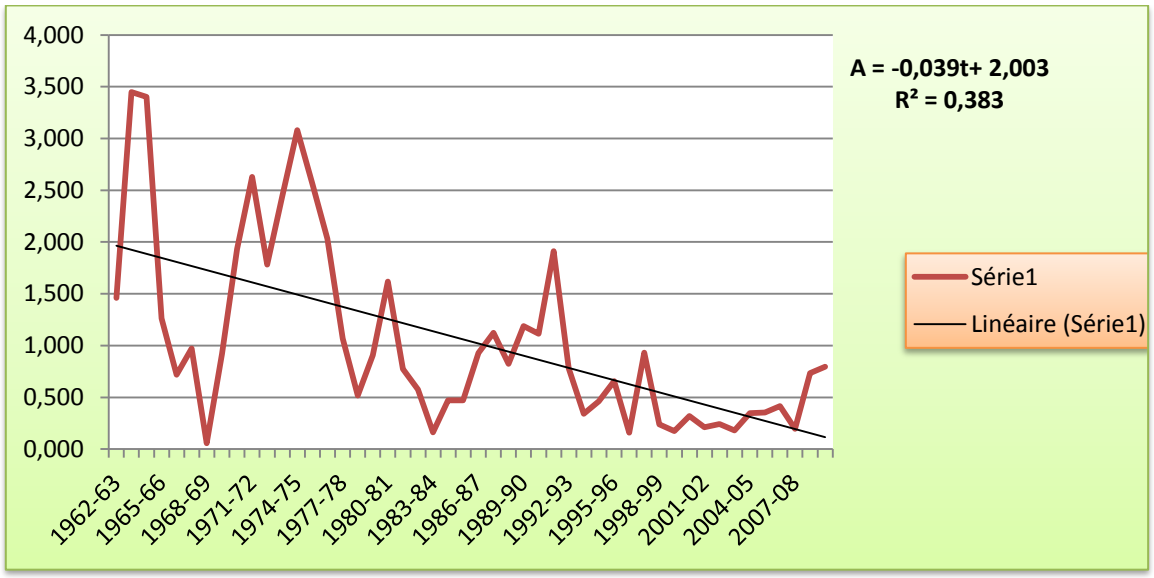


FIGURE II-11 : Apports au barrage en saison sèche.

Le graphe montre aussi qu'avant les années 1975 les apports en saison sèche été beaucoup bien importante qu'après, chose qui explique que la région a connu moins de précipitation lorsqu'elle à été toucher par le phénomène du réchauffement climatique.

II-4.3 : Température :

Dans un premier temps est dans le but de fixer les paramètres qui nous permet de suivre l'évolution et le comportement du Barrage, nous allons travaillez avec les températures annuels de la période allant de 1997 à 2008 de la station de Meffrouch. Ceci nous permet dans un premier temps d'analyser et de se faire une idée sur la moyenne de la température annuel de la région par la suite il est possible de tirer l'idée principale de la comparaison des trois paramètres.

Tableau II-1 : L'évolution de la Température Annuel au Meffrouch :

Année	1997 1998	1998 1999	1999 2000	2000 2001	2001 2002	2002 2003	2003 2004	2004 2005	2005 2006	2006 2007	2007 2008
T°C	15.17	15.11	15.76	16.27	15.97	15.61	16.50	15.84	15.52	16.24	15.98

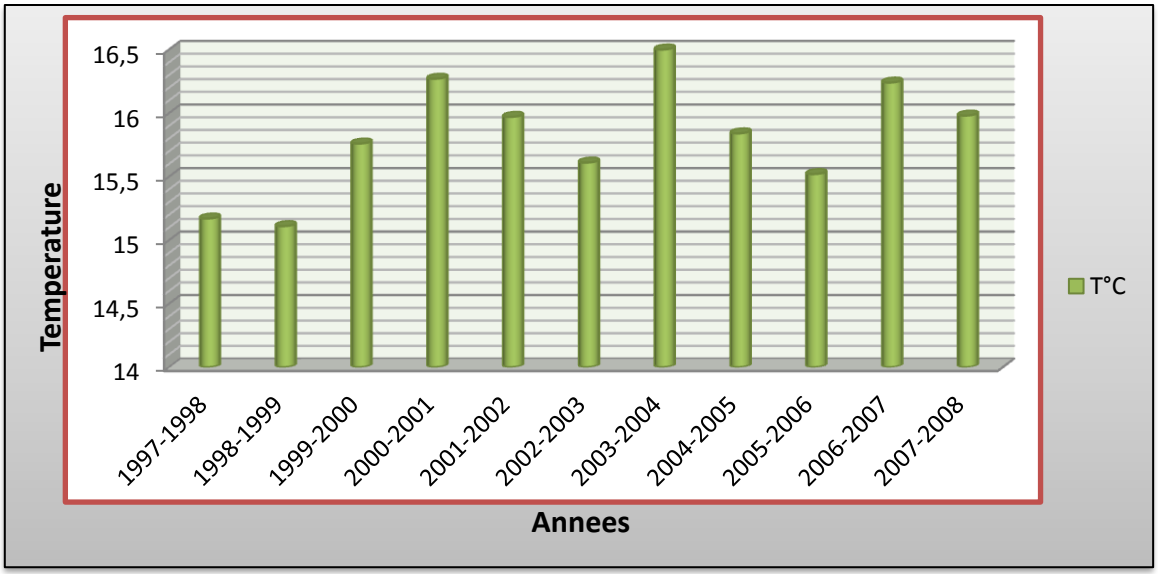


FIGURE II-12 : Température annuel au Meffrouch.

On faisant l'analyse de l'évolution de la température moyenne annuel dans la région, ceci nous à permis de constater que cette dernière n'a pas connu de grand changement elle est presque stable autour du 16°C.

Pour cela il est important de signaler que la température annuelle moyenne ne nous en mène pas à grand-chose , comme il est un paramètre important à l'identification du climat d'une région ceci nous oblige à étudier ceci dans des période et des saison précise en prenant en compte d'autres paramètres comme les précipitations et les apports d'eau au Barrage . Ceci sera fait dans la suite des chapitres.

II-5 : Conclusion :

On prenant comme référence des données des apports , précipitations et températures annuelles pour une première d'analyse du climat et de son comportement sous le phénomène du changement climatique ceci nous a permis de conclure qu'il existe réellement un changement des précipitation et des apports au Barrage du principalement au changement du climat de la région du Meffrouch.

Néanmoins, pour une analyse plus précise nous avons besoin de données annuelles et mensuelles plus étalées dans le temps afin de voir l'évolution dans les quatre trimestres de l'année et dans les saisons humides et sèches et pour pouvoir se prononcer objectivement sur l'évolution réelle des précipitations et apports aux Barrage.

CHAPITRE III

Influence du changement climatique sur les ressources en eaux du Meffrouch.

III-1 INTRODUCTION :

Les nombreuses études réalisées ont traité des tendances de l'écoulement fluvial au XXe siècle, à des échelles allant des bassins Hydrographiques au monde entier. Certaines de ces études ont décelé des évolutions significatives de certains indicateurs de l'écoulement fluvial et d'autres ont mis en évidence des liens statistiquement significatifs avec les tendances de la température ou des précipitations; toutefois, aucune tendance globalement homogène n'a été rapportée. Néanmoins, de nombreuses études n'ont ni fait état de tendance ni été capables de faire une distinction entre les effets des variations de température et des précipitations, et les effets des activités humaines sur les bassins hydrographiques, comme le changement d'affectation des terres et la construction de réservoirs. Les variations de l'écoulement des rivières d'une année sur l'autre sont également très fortement influencées dans certaines régions par les modes de la circulation atmosphérique à grande échelle. [13]

À l'échelle mondiale, il existe des preuves d'un profil d'évolution du ruissellement annuel largement cohérent, certaines régions connaissant une augmentation notamment aux hautes latitudes, et d'autres une diminution, par exemple dans certaines régions d'Afrique de l'Ouest, d'Europe méridionale et du sud de l'Amérique latine. Ont avancé une augmentation de 4 % du ruissellement total mondial pour une élévation de 1 °C de la température au XXe siècle, avec une variation régionale autour de cette tendance. Néanmoins, ce chiffre a été contesté en raison des effets de moteurs non climatiques sur le ruissellement, et de biais dus au petit nombre de points de données. [13]

III-2 : Phénomène à observer :

Pour arriver a déterminé le changement d'une situation pour arriver à une autre il faut se fixer les paramètres à surveiller et montrer l'évolution par apport a l'état précédent. Dans notre études les paramètres a mettre en valeur sont les précipitation, la température et les apports.

Comme la zone d'étude comprend une nappe aquifère est un barrage à multiple voutes, une station météo chose qui permet de dire que toutes les conditions se réunissent pour faire une étude sur le cas et servirais a interprétais les résultats on se base sur les phénomènes suivant :

III-2.1 : L'écoulement sous terrain

L'écoulement souterrain des aquifères peu profonds faits partie du cycle hydrologique et est affecté par la variabilité du climat et le changement climatique via les processus d'alimentation, ainsi que par les interventions humaines en de nombreux lieux. Les niveaux de nombreux aquifères dans le monde montrent une tendance à diminuer ces dernières décennies, cela étant néanmoins généralement dû à ce que les taux de pompage des nappes souterraines dépassent les taux d'alimentation de celles-ci, et parfois à une diminution de l'alimentation liée au climat. [13]

III-2.2 : L'écoulement superficiel

Un réchauffement des lacs et des cours d'eau lié au climat a été observé au cours des dernières décennies. Ce phénomène a eu pour conséquence que les écosystèmes d'eau douce ont présenté des changements dans la composition des espèces, l'abondance d'organismes et la productivité, ainsi que des variations phonologiques, dont une migration plus précoce des poissons. [13]

III-2.3 : qualité d'écoulement

Le réchauffement a également été la cause d'une stratification prolongée de nombreux lacs, avec des diminutions de la concentration en nutriments dans les couches superficielles et un appauvrissement prolongé en oxygène des couches profondes. Les fortes incidences des activités humaines non liées au changement climatique n'ont pas permis d'établir la preuve de tendances cohérentes liées au climat dans les autres paramètres de qualité de l'eau. [13]

III-2.4 : Crues et inondations

Un grand nombre de processus climatiques et non climatiques ont des répercussions sur les processus des crues et provoquent des crues des cours d'eau, des crues éclair, des crues en milieu urbain ou des débordements des égouts, des crues de rupture de lacs glaciaires et des inondations côtières. Ces processus de formation des crues comprennent des précipitations intenses ou de longue durée, la fonte des neiges, la rupture de barrages, une débitance réduite

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

par l'embâcle ou un glissement de terrain, ou l'orage. Les crues dépendent de l'intensité, du volume, de la répartition dans le temps et de la phase (pluie ou neige) des précipitations, de l'état antérieur des cours d'eau et de leurs bassins hydrographiques par exemple, présence de neige et de glace, du caractère et de l'état du sol (gelé ou non, saturé ou non saturé), de l'humidité, de la vitesse et de la répartition dans le temps de la fonte de la neige ou de la glace, de l'urbanisation et de l'existence de digues, de barrages et de réservoirs). L'empiètement humain sur les plaines inondables et le manque de plans d'intervention face aux crues augmentent les dommages potentiels. [13]

FIGURE III-1 : Image prise durant les dernières intempéries 2012-2013.

III-2.5 : Sécheresses

Le terme sécheresse peut faire référence à une sécheresse météorologique (précipitations très inférieures à la moyenne), hydrologique (faibles écoulements fluviaux et niveau d'eau peu élevé dans les cours d'eau, les lacs et les nappes souterraines), agricole (faible humidité du sol) ou environnementale (une association des précédentes). Les incidences socioéconomiques des sécheresses peuvent résulter de l'interaction entre les conditions naturelles et les facteurs humains, comme le changement d'affectation des terres et la modification de la couverture terrestre, de la demande en eau et de son utilisation. [13]

FIGURE III-2 : photo prise d'une zone sèche

(Source : http://agentssanssecret.blogspot.com/2011/05/secheresse-en-chine.html)

III-3 : Présentation des données requises :

Comme le barrage dispose de sa propre station, nous nous sommes basé sur les données de cette dernières ou on a pu collecter les précipitations mensuelles d'une période qui s'étend de 1983 à 2011, des apports au barrage pour la même période cité et la température de 1993 à 2007.

FIGURE III-3 : Image correspondante a la station métrologique (Code : 160701).

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

III-4 : ETUDES DES PARAMETRES CLIMATIQUES

III-4.1 : Les Précipitations

La pluviométrie est le facteur primordial qui permet de déterminer le type du climat, notre étude consiste a trouver est exprimer les paramètres qui conduit au changement du climat.

III-4.1.1 : Précipitations annuelles

Pour cette étude, nous avons pris en considération les valeurs des précipitations annuelles de station suscitée (Tableau 2 d'annexe I), les moyennes annuelles sont regroupées dans la figure.

***Tableau III-1 : l'évolution des précipitations annuelles* (station de Meffrouch).**

Année	**83-84**	**84-85**	**85-86**	**86-87**	**87-88**	**88-89**	**89-90**	**90-91**	**91-92**	**92-93**	**93-94**	**94-95**	**95-96**
Préc	435.8	523.5	680.0	725.0	349.8	463.0	348.2	800.5	651.5	444.8	508.0	518.2	842.2
Année	**96-97**	**97-98**	**98-99**	**99-00**	**00-01**	**01-02**	**02-03**	**03-04**	**04-05**	**05-06**	**06-07**	**07-08**	**08-09**
préc	510.7	560.9	487.0	335.8	555.9	585.5	629.6	589.1	376.7	451.6	328.7	289.1	871.1

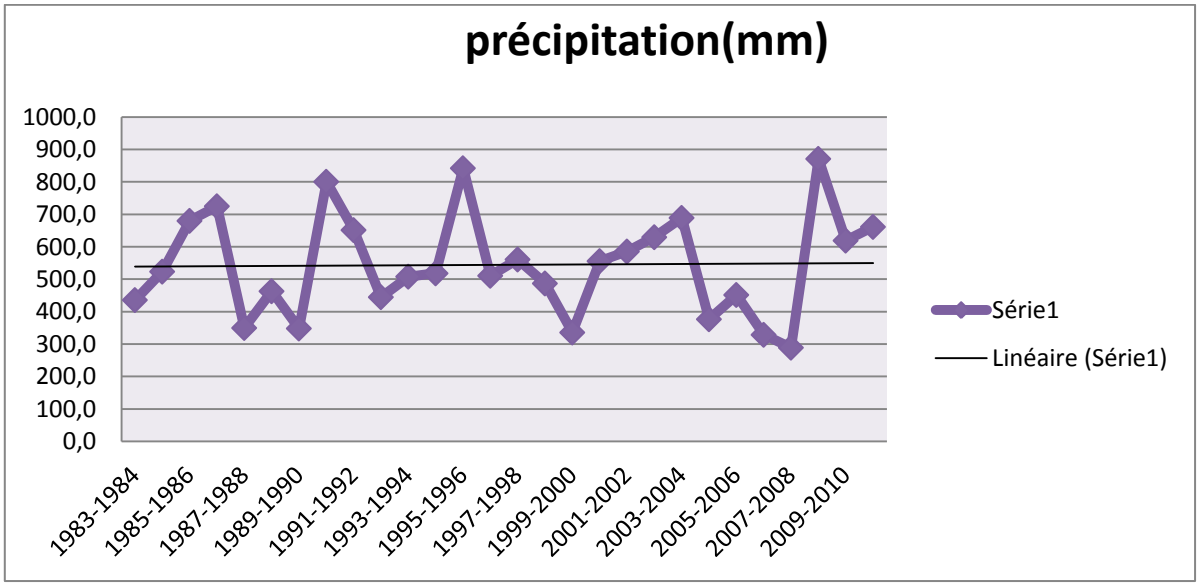


FIGURE III-4 : Précipitations moyennes annuelles (station de Meffrouch) (1983-2011).

Pour la station de Meffrouch, la moyenne des précipitations interannuelles pour la période (1983-2011) est de 544.37 mm.

III-4.1.2 : Précipitations mensuelles

Les moyennes mensuelles de la pluviométrie pendant 28 ans, entre 1983 et 2011, sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau III-2 : valeurs des précipitations moyennes mensuelles de la période 1983-2011 (station de Meffrouch).

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A	Annuelle
P (mm)	20.71	38.65	73.11	61.82	74.01	74.88	77.37	52.32	53.17	10.21	3.78	4.30	49,47

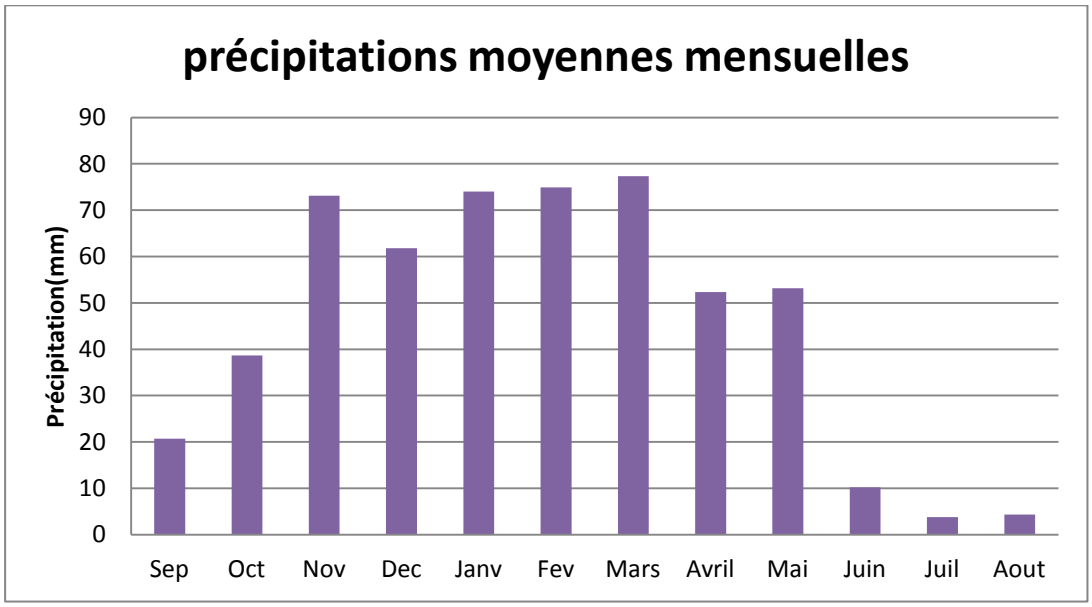


FIGURE III-5 : précipitations moyennes mensuelles (station de Meffrouch 1983-2011).

L'évolution des précipitations moyennes mensuelles montre que le mois de Mars il est le plus humide avec 77.37 mm et le mois de Juillet est le plus sec avec 3. 78 mm. Toutefois les mois de Novembre, Janvier et Février présentent un maxima pluviométriques secondaires avec 73.11, 74.01 et 74.88 mm.

III-4.1.3 : Précipitations saisonnières

Les valeurs de la répartition des précipitations saisonnières sont marquées dans le tableau ci-dessous :

Tableau III-3 : valeurs des précipitations Moyenne saisonnières de la période 1983-2011(station Meffrouch).

station	Automne	Hiver	printemps	Eté
Meffrouch	132.48	210.72	182.87	18.3

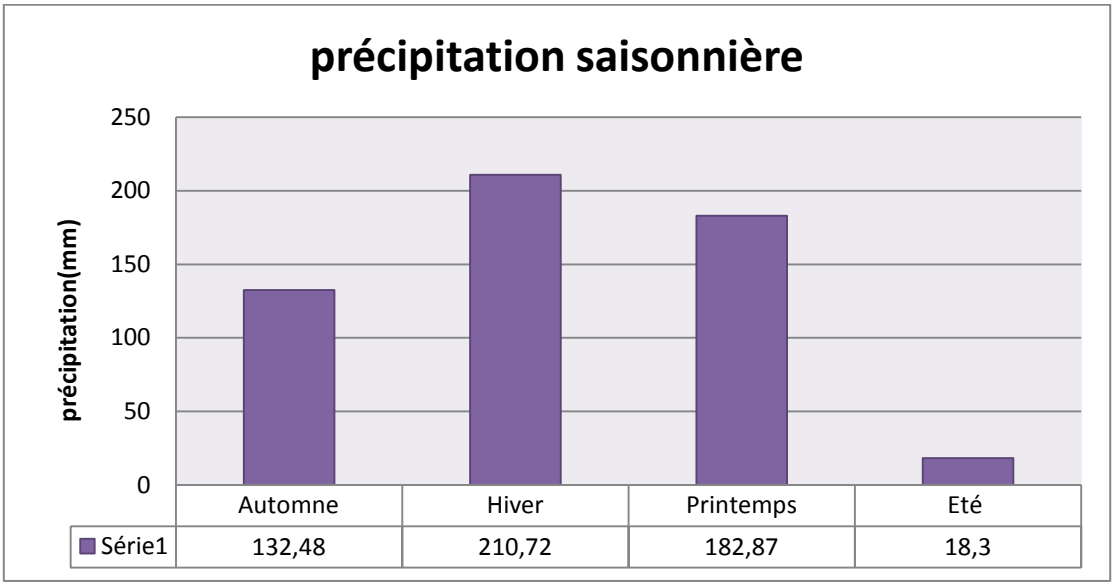


FIGURE III-6 : Histogramme des précipitations saisonnières pour la période (1983 2011) de la station de Meffrouch.

La représentation de la distribution des précipitations saisonnières sur la figure montre que l'Hiver et le Printemps sont les saisons les plus humides suivis de l'Automne. Par contre l'Eté accuse un déficit remarquable.

III-4.2 : Les apports au Barrage :

Les apports au barrage se calcule d'une façon très simple, il faut juste suivre l'évolution du plan d'eau est prendre comme repère une mire placé au niveau de la prise d'eau.

Des études ont été réalisé permettent d'indiquer le volume correspondent à chaque cote prélever.

La différence de cote entre un Ti et un Tf permet de quantifier le volume des apports du Barrage.

Cote : A → V_i

→ V_f - V_i présente l'apport au niveau du Barrage

Cote : B→ V_f

L'apport au barrage est un indicateur bien réel de la situation de la région est sont comportement vis-à-vis le climat ses derniers temps. Les études qui ont été faite avant la réalisation indique que les apports annuels du barrage arrivent à environs 18HM$^{3.}$

En suivant les apports de se dernier dans la période choisie dans notre étude peux nous indiquer très bien la situation par rapport à la situation initiale.

III-4.2.1 : L'apport Annuel :

Pour cette étude, nous avons pris en considération les valeurs des apports annuelles de la station suscitée, les apports annuels sont regroupés dans la figure suivante :

***Tableau III-4 : l'évolution des Apports annuelles* (station de Meffrouch).**

Année	**83-84**	**84-85**	**85-86**	**86-87**	**87-88**	**88-89**	**89-90**	**90-91**	**91-92**	**92-93**	**93-94**	**94-95**	**95-96**
Apport	0.743	2.390	15.191	14.681	2.907	6.497	4.682	18.518	7.394	5.394	5.950	11.258	10.891
Année	96-97	97-98	00-01	01-02	02-03	03-04	04-05	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10	10-11
Apport	1.666	3.152	7.241	3.285	8.298	5.850	3.274	2.429	2.032	0.890	33.121	6.088	3.417

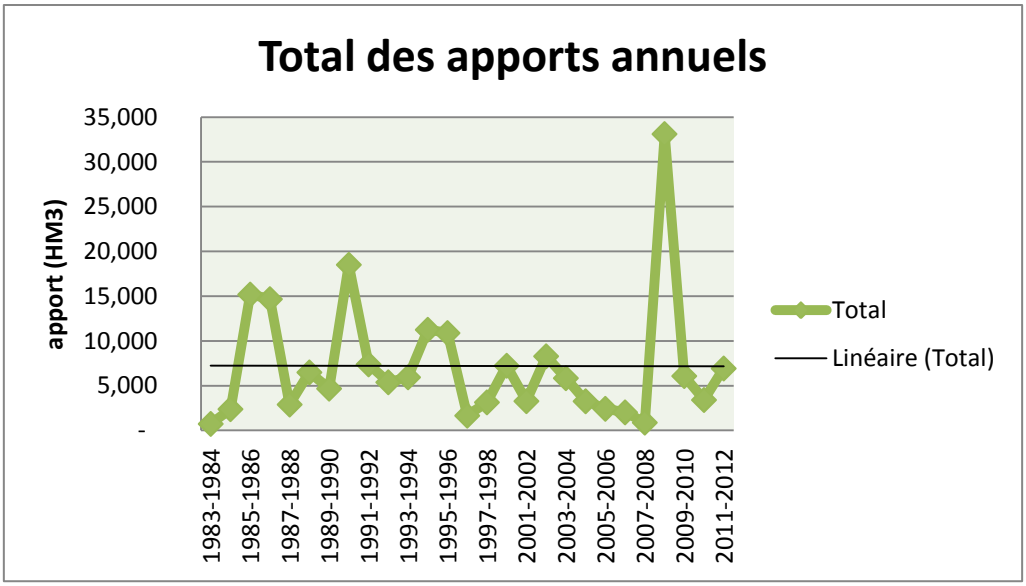


FIGURE III-7 : Présentation des apports annuels (1983-2011).

Pour la station de Meffrouch, la moyenne des apports interannuels pour la période (1983-2011) est de 7,192 HM3.

III-4.2.2 : Apports mensuelles :

Les moyennes mensuelles des apports pendant 27 ans, sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau III-5 : l'évolution des Apports mensuelles :

Mois	**SEP**	**OCT**	**NOV**	**DEC**	**JANV**	**FEV**	**MARS**	**AVR**	**MAI**	**Juin**	**JUIL**	**AOUT**
Apport	0.13	0.17	0.25	0.48	0.98	1.63	1.90	0.56	0.54	0.22	0.14	0.12

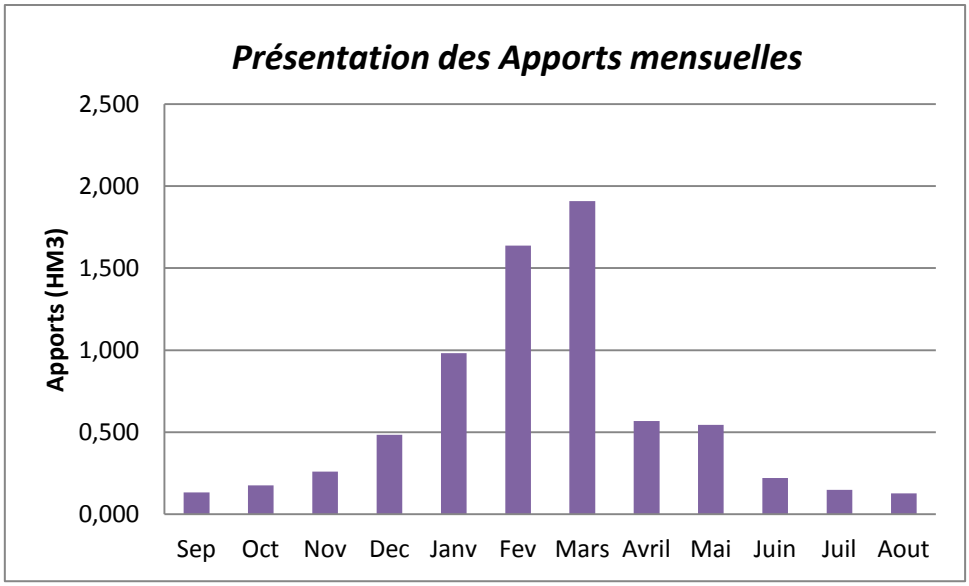


FIGURE III-8 : Présentation des apports mensuels (1983-2011).

L'évolution des Apports moyennes mensuels montre que le mois de Mars il est le plus humide avec un apport de 1.9 HM3 et le mois de Aout est le plus sec avec un apport de 0.127 HM 3. On peut expliquer aussi le déficit enregistré au niveau des mois septembre, octobre, novembre et décembre du au phénomène d'infiltration.

III-4.2.3 : Apports saisonnières

Les valeurs de la répartition des apports saisonnières sont marquées dans le tableau ci-dessous :

Tableau III-6: valeurs des Apports Moyenne saisonnières de la période 19983-2011

station	Automne	Hiver	printemps	Eté
Meffrouch	0.569	3.103	3.022	0.497

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

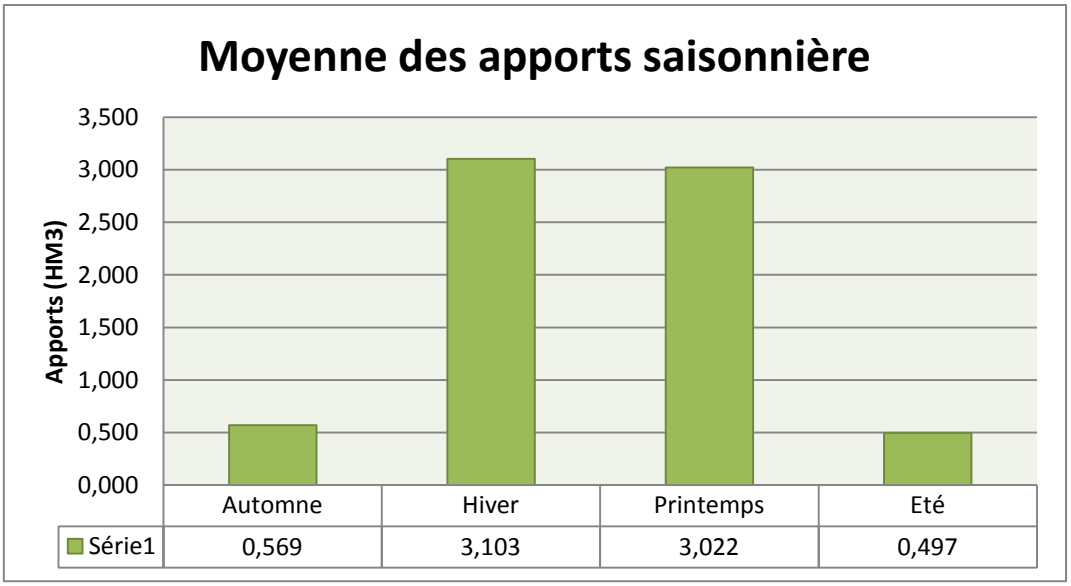


FIGURE III-9 : Histogramme des Apports saisonnières pour la période (1983-2011) d'après la station de Meffrouch.

La représentation de la distribution des apports saisonniers sur la figure montre que l'Hiver et le Printemps sont les saisons les plus humides suivies de l'Automne. Par contre l'Eté accuse un déficit remarquable.

En analysant ces résultats obtenu on peut déduire que la moyenne des apports au cours de cette période la à atteins 7.191 HM3 /an. Ce qui est vraiment loin de l'état normal où les études avant réalisation ont estimé un apport annuel de 18 HM3 ce qui montre bel est bien que la région est touchée par le phénomène du changement et réchauffement climatique.

III-4.3. : Température :

La température est un élément fondamental du climat. Elle est liée à la radiation solaire. Sa variation influe sur la transformation des eaux en vapeur, que ce soit à la surface ou dans le sous-sol Toutefois, la température a un rôle important dans la variation des composantes du bilan hydrologique.

III-4.3.1 : Température moyenne mensuelles

Les moyennes mensuelles de la température mesurées pendant la période (1997-2008) sont représentées dans le tableau :

Tableau III-7: Valeurs mensuelles des températures en (°C) de la station Meffrouch (1997-2008)

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A	Moy
T°moy	17.63	10.27	6.01	7.74	11.12	12.63	17.62	24.17	26.5	26.48	26.48	22.94	17.46

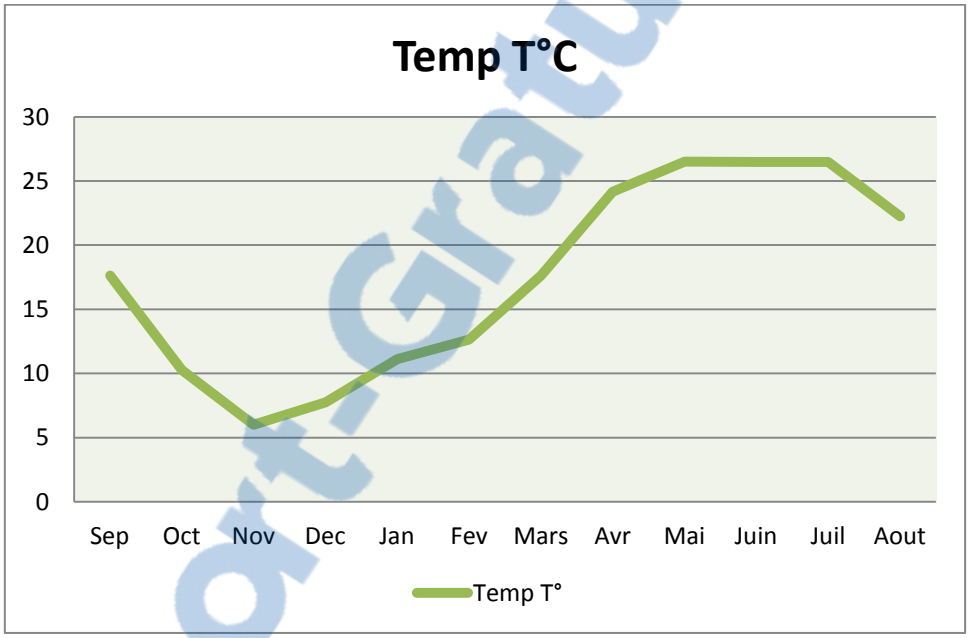


FIGURE III-10 : températures mensuelles à la station de Meffrouch (1997-2008).

La courbe de la température mensuelle sur la (figure) montrent que :

- Les mois les plus chauds de l'année sont consécutivement Juin et Juillet avec 26.48°C.
- Le mois le plus froid est celui de Novembre avec 6.01°C.

Pour se faire une analyse bien meilleurs sur les conditions climatologique de la région dans la période allant de 1997 au 2008, nous avons procéder à l'analyse saisonnière des températures, la figure si dessus montre pour chaque mois concerné par sa saison annuel l'évolution de la température

Rapport-Gratuit.com

III-5 : Méthode pluviothermique :

Selon Bagnouls et Gaussen(1953), un mois est dit sec si, "le total mensuel des précipitations exprimées en millimètres est égal ou inférieur au double de la température moyenne, exprimée en degrés centigrades"; cette formule ($P \leq 2T$) permet de construire des diagrammes ombrothermiques traduisant la durée de la saison sèche d'après les intersections des deux courbes.

Tableau III-8 : températures et pluviométries pour chaque mois :

Mois	Tmoy (°C)	P (mm)
Sept	**17.63**	**21.2**
Oct	**10.27**	**45.5**
Nov	**6.01**	**79.8**
Dec	**7.74**	**59.5**
Jan	**11.12**	**68.4**
Fev	**12.63**	**54.7**
Mars	**17.62**	**57.7**
Avr	**24.17**	**42.3**
Mai	**26.5**	**43.1**
Juin	**26.48**	**5.2**
Juillet	**26.48**	**0.7**
Aout	**22.94**	**3.0**
	Tmoy(annuelle)=17.46	**Pmoy(annuelle)=481.1**

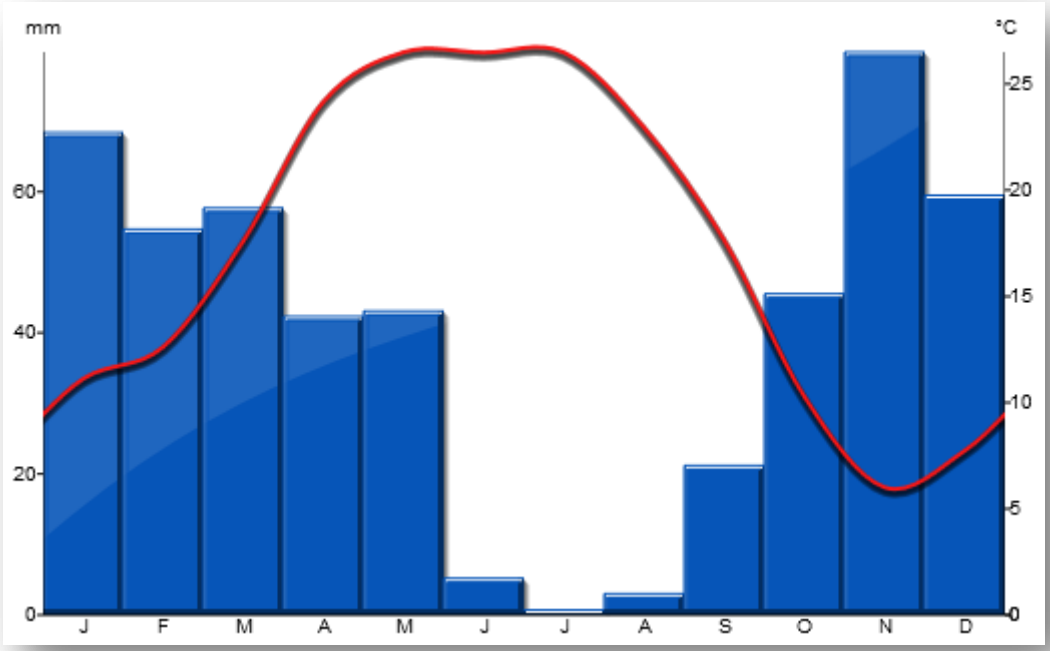


FIGURE III-11 : diagramme ombrothermique de Meffrouch.

Le diagramme de Gaussen (figure III-12) permet de mettre en évidence une saison humide débutant au mois de novembre qui se termine au mois de mai, et une saison sèche qui s'étale du mois de juin jusqu'au mois d'octobre. Ceci nous permet de dire est de conclure la tendance des précipitations à un rapport directe avec la température de la région d'étude.

Notre étude à un lien directe avec le barrage ceci nous mène à trouver le lien entre les températures de la région et les apports aux barrages. L'étude précédente nous à permis de déterminer les saisons ou les apports sont importante à noter l'hiver et le printemps ont une moyenne d'apports annuel de 3HM3.

Nous allons travailler sur une période allant de (2000-2001) à (2007-2008) pour avoir un intervalle de confiance bien plus important par la suite vérifiez l'hypothèse de la variation des apports du essentiellement à la température mesurer de la région.

III-6 : Température et apport au Barrage

III-6.1 : Pour la saison d'automne :

Tableau III-9:l'évolution des températures en Automne :

T° MOY D'Automne (°c)	11,83	11,31	12,10	12,90	12,03	11,31	11,74	11,61
Total Apport(HM^3)	0,921	1,239	0,672	0,360	0,255	0,147	0,199	0,276

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

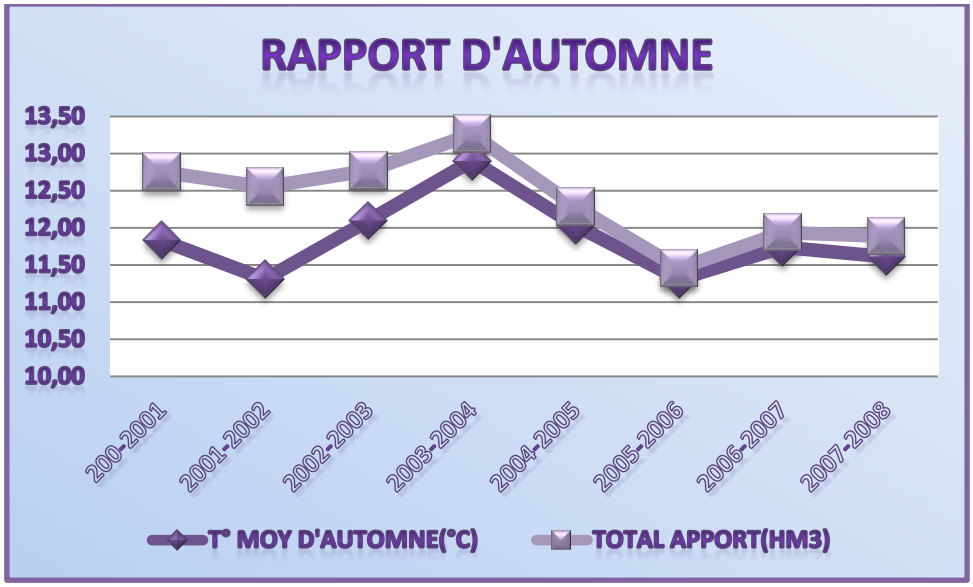


FIGURE III-12 : l'évolution des apports par rapports à la température (S.A).

III-6.2 : Pour la saison d'hiver :

Tableau III-10:l'évolution des températures en Hiver:

T° MOY D'hiver (°c)	8.64	9.18	8.71	8.06	8.79	6.48	7.28	10.47
Total Apport(HM^3)	2.993	0.592	5.970	2.188	0.975	1.096	0	0.294

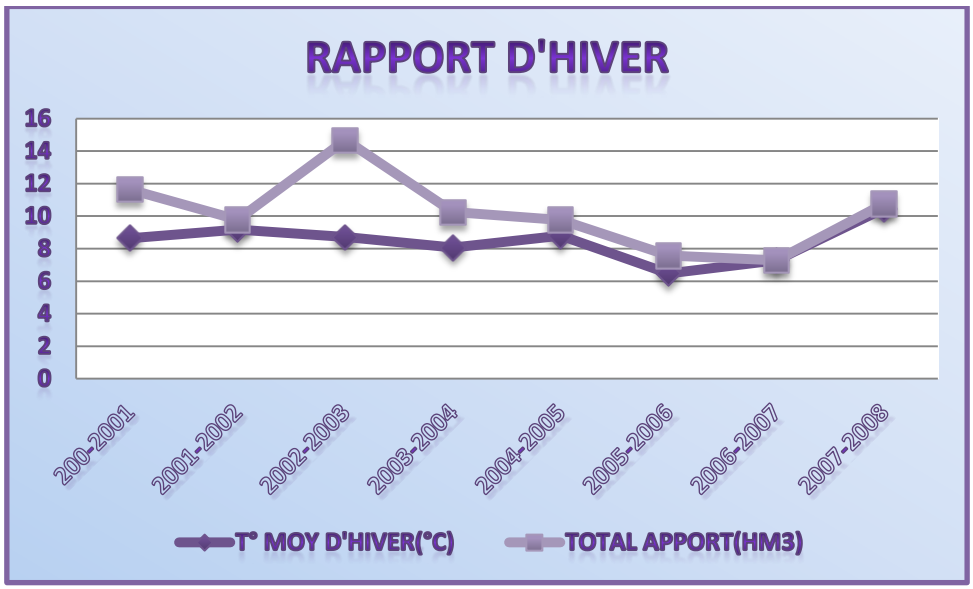


FIGURE III-13 : l'évolution des apports par rapports à la température (S.H).

III-6.3 : Pour la saison du printemps :

Tableau III-11:l'évolution des températures en Printemps :

T° MOY du Printemps (°c)	19.3	18.04	17.47	19.08	17.53	19.74	19.54	16.61
Total Apport(HM^3)	3.045	1.304	1.510	2.729	1.863	0.869	1.586	0.182

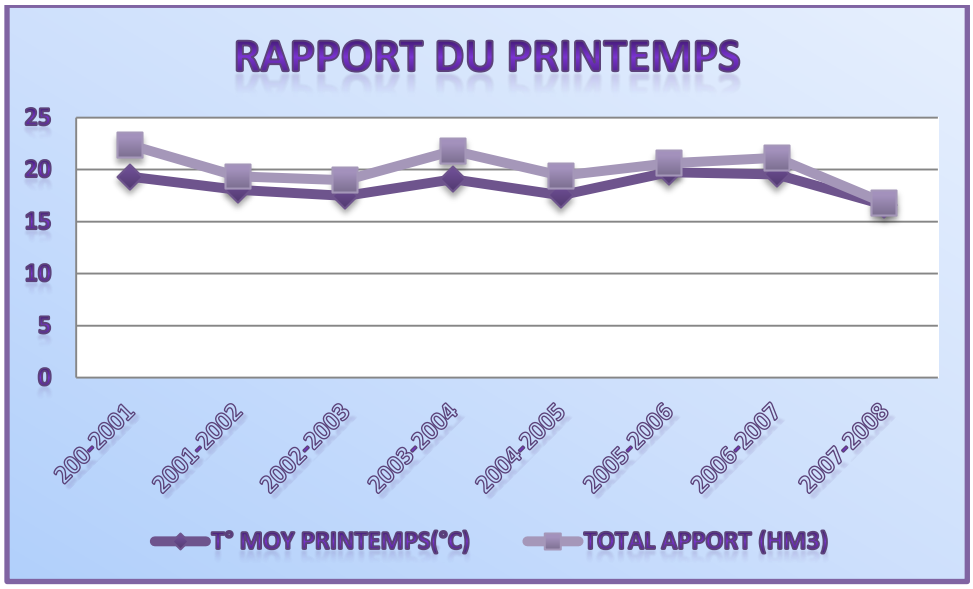


FIGURE III-14 : l'évolution des apports par rapports à la température (S.P).

III-6.4 : Pour la saison d'Eté :

Tableau III-12:l'évolution des températures en Eté :

T° MOY de l'Eté (°c)	25.28	25.36	24.16	25.98	25.00	24.54	26.38	25.21
Total Apport(HM^3)	0.282	0.150	0.146	0.573	0.181	0.317	0.247	0.138

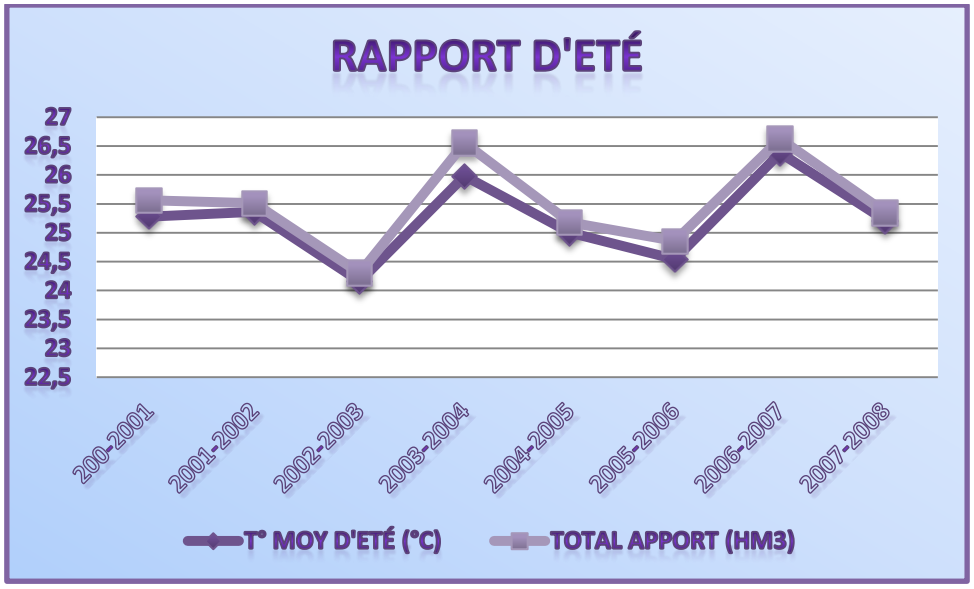


FIGURE III-15 : l'évolution des apports par rapports à la température (S.E)

En faisant l'analyse des différents résultats obtenu du suivie de l'évolution de la moyenne des températures saisonnières, il est difficile de trouver un lien entre le changement de la température et les apports au Barrage.

Pour la saison d'Eté ou les apports sont les moins importante au courant de toute l'année on remarque avec l'augmentation de température l'apport devenais plus important ceci nous mène à vérifier les précipitations des saisons précédente qui permet à la nappe de versé tous se qui est de supplément à la cuvette du Barrage.

Concernant les saisons d'hiver et printemps connu par leur moyenne d'apports les plus importante. Le résultat obtenu nous permet de s'exprimer que la baisse de la température n'exprime pas réellement une augmentation des apports.

Pour valider les résultats obtenu nous devons passer par une confirmation ceci nous mène à faire une analyse par des indicateurs calculé à noter l'indice de Marthonne et le quotient pluviothermique d'Emberger pour délimiter le zone d'étude et valider le climat qui règne sur la région.

III-7 : Indice de MARTONNE :

En se basant sur le régime des précipitations et des températures De MARTONNE (1923) a défini un indice d'aridité "A".

$$A = \frac{P}{T + 10}$$

P : précipitations moyennes annuelles (mm)

T : température moyennes annuelles (°C)

Pour $A<5$: climat hyper aride

$5<A<7,5$: climat désertique

$7,5<A<10$: climat steppique

$10 < A < 20$: climat semi aride

$20 < A < 30$: climat tempéré

Estimé pour la station, l'indice d'aridité est de l'ordre de 17 donc un climat semi aride.

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

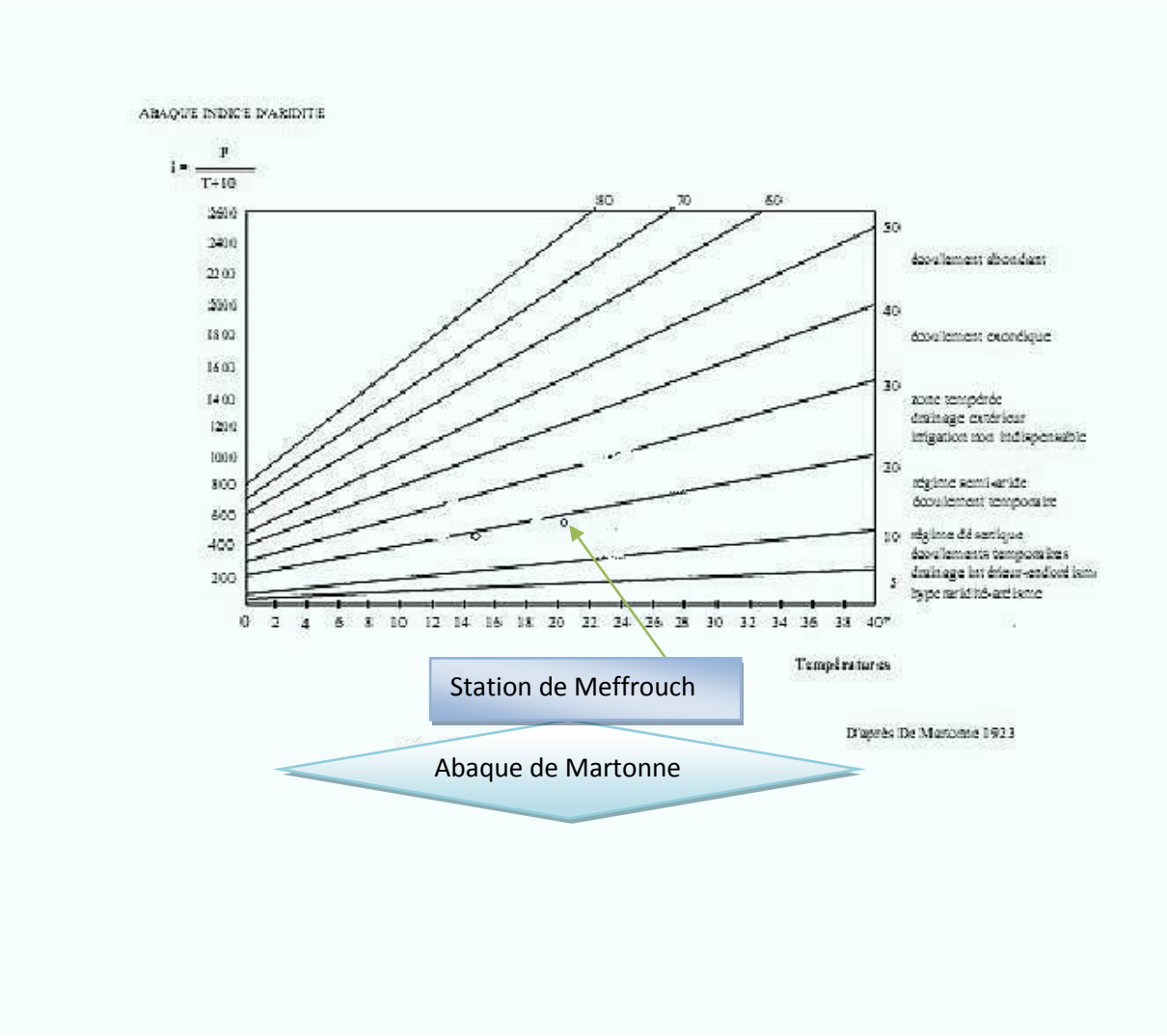


FIGURE III-16: Indice d'aridité

III-8 : Climatogramme d'Emberger :

Le quotient pluviothermique "Q2" d'Emberger correspond à une expression synthétique du climat méditerranéen tenant compte de la moyenne annuelle des précipitations (P en mm) et des température. Pour cette dernière sont prise en considération d'une part la moyenne des minimums du mois le plus froid "m", et d'autre part la moyenne des maximums du mois le plus chaud "M".

Ces deux valeurs thermiques extrêmes permettent d'évaluer la température moyenne: (M+m)/2, et l'amplitude thermique extrême moyenne : (M - m).

$$Q = \frac{P}{\frac{M+m}{2}(M-m)} 1000$$

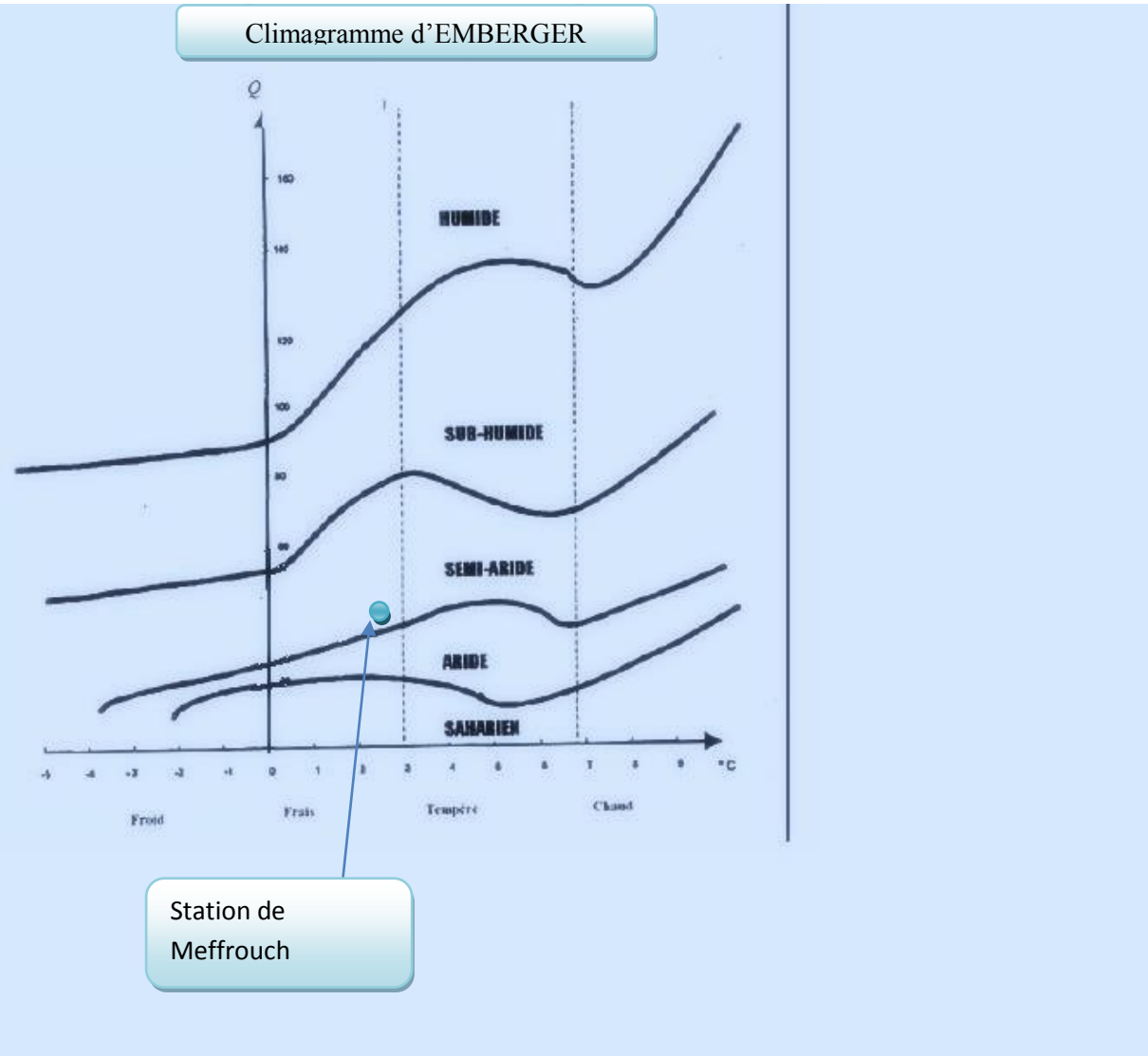
P : Précipitation totales annuelles (en mm)

m : moyenne des minima du mois le plus froid (en ° kelvin)

M : moyenne des maxima du mois le plus chaud (en ° kelvin)

Le climagramme d'Emberger comporte la moyenne des minima du mois le plus froid "m" en abscisse et le quotient pluviothermique "Q2" en ordonnée.

La valeur du quotient pluviométrique pour la station de Meffrouch : 45.21



FIGUREIII-17: Climatogramme d'EMBERGER

III-9 Conclusion :

Bien avant la réalisation du Barrage les études hydrologiques on permis d'exprimer une précipitation moyenne annuelle de 710 mm avec un apport moyen de 18 HM^3.

Les résultats obtenus de l'étude faite de la période allant de 1983 à 2011 montrent bel et bien un changement des précipitations moyennes annuelles de 544.36 mm avec un apport de 7.192 HM3. Il est clair que la moyenne de température annuel nous à permis de dire que cette dernière agit d'une façon indirecte sur les précipitations est apports au Barrage.

Pour se faire une analyse bien concrète des résultats obtenus de la période allant de 1983 à 2011 nous sommes allés plus loin en essaient d'obtenir d'autres résultats précédente des différents apports au barrage, nous avons pu obtenir 11.576 et 15.777 respectivement en (1975-176) et (1980-1981).

Ceci nous permet de dire qu'il existe une diminution réel des précipitations est des apports au Barrage, la difficulté d'obtenir des résultats sur le changement climatique et sont influence sur les ressources en eau de la région du réellement à la surface du bassin versant et à la capacité du barrage ou l'évolution et difficile a déterminer sur un petit Barrage. Par contre les tendances enregistrer exprime l'existence du changement climatique dans la région et pour confirmer l'hypothèse il est impérativement de travailler avec d'autres séries plus étendu qui permet de faire une analyse encore beaucoup plus profonde.

CHAPITRE IV

Les effets et les moyens d'intervention au changement climatique.

Rapport-Gratuit.com

IV-1 : Introduction :

Les effets de l'évolution du climat sur le débit des cours d'eau et la recharge des nappes souterraines varient selon les régions et les scénarios climatiques envisagés, principalement en fonction des variations projetées des précipitations. D'après les projections fondées sur la plupart des scénarios du changement climatique, on peut s'attendre à une augmentation des débits annuels moyens aux latitudes élevées et en Asie du Sud-Est et à une diminution de ces débits en Asie centrale, dans le bassin méditerranéen, en Afrique australe et en Australie l'ampleur de ces variations diffère cependant selon les scénarios. [14]

Dans d'autres régions, y compris aux latitudes moyennes, il n'y a pas de cohérence marquée des projections des débits, en premier lieu à cause des différences des projections relatives aux précipitations et en second lieu à cause des différences des projections relatives à l'évaporation, qui peut contrebalancer l'augmentation des précipitations. Le retrait de la plupart des glaciers devrait s'accélérer, et plusieurs petits glaciers pourraient disparaître. En général, les variations projetées du ruissellement annuel moyen sont moins fiables que les incidences fondées seulement sur les variations de la température, du fait que l'évolution des précipitations varie davantage selon les scénarios. A l'échelle du bassin versant, l'effet d'un changement climatique donné varie selon les propriétés physiques et la végétation des bassins et peut s'ajouter aux modifications du couvert terrestre. [14]

Un tiers de la population mondiale, soit environ 1,7 milliard de personnes, vivent actuellement dans des pays qui subissent un stress hydrique, ce chiffre devrait être porté à quelque cinq milliards de personnes d'ici 2025, compte tenu du taux de croissance démographique. Le changement climatique projeté pourrait en outre avoir un effet négatif sur le débit des cours d'eau et la réalimentation des nappes souterraines dans beaucoup de pays exposé au stress hydrique notamment en Asie centrale, en Afrique australe et dans les pays du bassin méditerranéen . [14]

IV-2 : Les pays industrialisés les premiers responsables :

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

Pays ou groupe de pays	Pays ou groupe de pays Part de responsabilité dans les émissions globales de GES
G8	61.98%
Etats-Unis	29.95%
Union européenne	25.49%
Chine	7,57%
Allemagne	7.18%
Royaume uni	5.46%
Afrique du nord et Moyen orient	2.92%

(Source : http://www.notre-planete.info/terre/climatologie_meteo/changement-climatique-responsabilites-pays.php).

IV-3 : Les principales conséquences des changements climatiques :

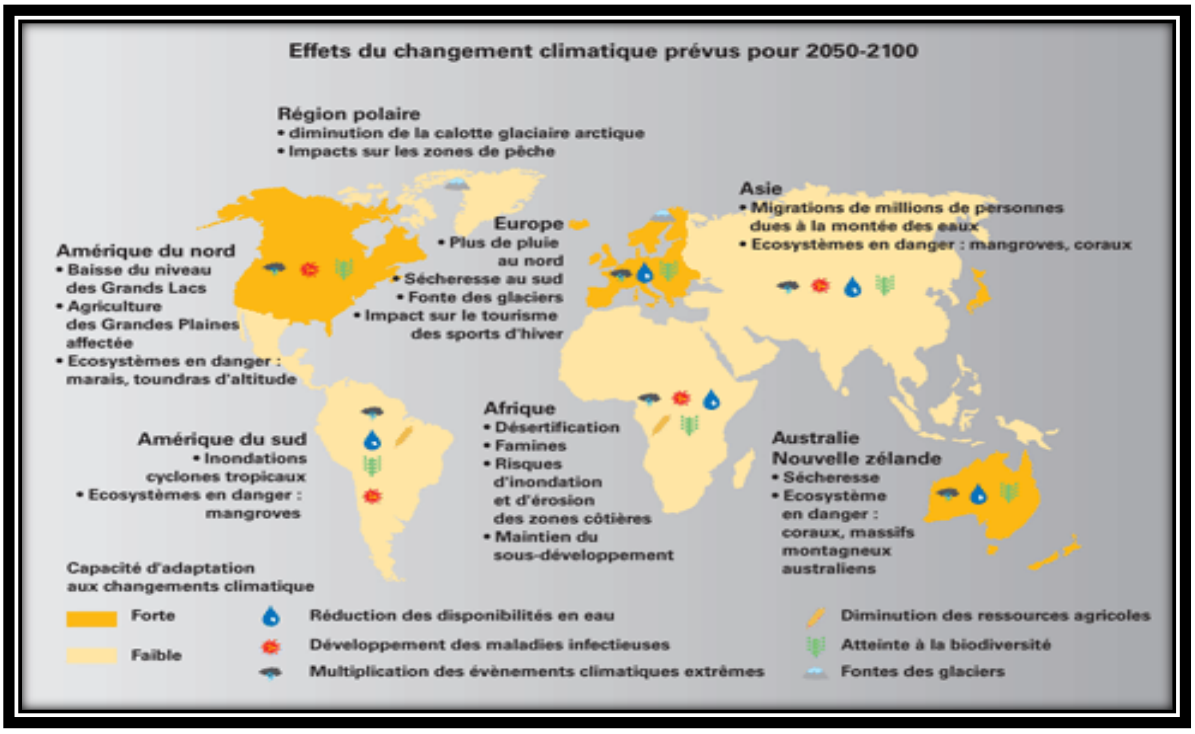


FIGURE IV-1 : Schéma qui indique l'effet du changement climatique prévu.

(Source : http://le-rechauffement-climatique-tpe.e-monsite.com/medias/images/effets-changement-climatique-2.gif).

Les changements climatiques induits par cette augmentation de la concentration des gaz à

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

effet de serre auront des conséquences multiples et difficiles à cerner. Cependant, ils devraient causer des modifications, aux échelles régionale et planétaire, de la température, des précipitations et d'autres variables du climat, ce qui pourrait se traduire par des changements mondiaux dans l'humidité du sol, par une élévation du niveau moyen de la mer et par la perspective d'épisodes plus graves de fortes chaleurs, d'inondations et de sécheresses.

IV-4 : Le climat

Les températures et les saisons d'une façon générale, les écarts thermiques entre les saisons et les continents seront moins marqués, l'élévation de température sera plus forte aux pôles qu'à l'équateur, sur les continents que sur les océans, la nuit que le jour et plus élevée en hiver qu'en été.

Le régime hydrologique sera modifié par l'accélération du cycle évaporation-précipitation. Les deux principales conséquences attendues sont un déplacement vers les pôles des zones climatiques tropicales (d'environ 100 km par degré d'élévation de température) et l'accentuation de la dynamique et des contrastes climatiques. "Le réchauffement le plus important est attendu sur les terres émergées et aux latitudes élevées, et le moins important est escompté dans le sud de l'océan indien et dans certaines parties de l'Atlantique nord". [15]

IV-5 : Les précipitations

Les précipitations seront plus importantes aux latitudes élevées et plus faibles dans la plupart des régions émergées subtropicales. La qualité de l'eau douce pourrait être altérée, bien que ceci puisse être compensé par des débits plus importants dans certaines régions. [15]

IV-6 : Les courants marins

Le réchauffement global pourrait affaiblir le Gulf Stream, courant chaud qui adoucit en partie le climat de l'Europe occidentale entraînant pour le coup un refroidissement important sur l'Europe du Nord est des Etats-Unis de -5°C. [15]

FIGURE IV-2 : Photo sur le Gulf Stream

(Source : http://www.notre-planete.info/medias/images/circulation_thermo.jpg)

IV-7 : Les glaciers

IV-7.1 : Les glaciers de montagne

Les glaciers de montagne continuent leur régression généralisée et devraient avoir tous disparu d'ici 50 à 100 ans, ce qui entraînera des pénuries d'eau pour des millions de personnes qui en sont tributaires. Ce sera sans doute le cas en Asie dans la région Hindu Kouch-Himalaya, où les glaciers fondent à une vitesse alarmante qui s'accélère, menaçant directement l'alimentation en eau de fleuves majeurs comme le Gange et le Yangtze . [15]

FIGURE VI-3 : Photo sur les glaciers de montagne.

(Source : http://www.diapo.ch/viewImage.php/21,5384)

IV-7.2 : Les glaces de mer

La superficie et l'épaisseur de la couverture neigeuse et de la glace marine diminueront. "Le niveau de la mer et les inlandsis devraient continuer de réagir au réchauffement pendant des siècles après la stabilisation des concentrations de gaz à effet de serre" (GIEC, 2001). Notons que selon le GIEC, "il n'existe pas de changements prouvés pour ce qui est de la superficie générale de la glace marine antarctique pour la période entre 1978 et 2000" contrairement à la banquise arctique qui a perdu 15% de sa superficie et 40% de son épaisseur depuis 1979. La fonte de la banquise arctique affectera la circulation thermohaline en introduisant de l'eau douce qui pourrait atténuer l'enfoncement des eaux salées et denses qui participent ensuite au réchauffement de l'hémisphère Nord. [15]

IV-7.3 : Le pergélisol

Le pergélisol des régions polaires, subpolaires et montagneuses, un héritage issu de la dernière glaciation il y a 120 000 ans, devrait continuer de fondre, avec des glissements de terrain qui affecteront les infrastructures, les cours d'eau et les écosystèmes des zones humides.

FIGURE IV-4 : Photo sur le pergélisol.

(Source : http://www.wsl.ch/standorte/sion/naturgefahren-bilder/Murgang/index_FR).

IV-8 : Les océans :

Le niveau des océans l'élévation du niveau des mers pourrait atteindre près d'un mètre, bien davantage pour certains auteurs ! Et ce, de façon irréversible à moyen terme dorénavant. En effet, le réchauffement de l'atmosphère met des dizaines d'années avant d'atteindre le fond des océans. Il se crée donc un phénomène thermique capable d'entretenir la montée du niveau des océans pendant plusieurs centaines d'années. Les trois principales conséquences sont l'accentuation de l'érosion des littoraux, l'augmentation de la vulnérabilité aux tempêtes qui génèrent des inondations et la salinisation des littoraux alors impropres aux cultures.

Un réchauffement supplémentaire de 4 à 7 degrés est attendu en Arctique dans les cent prochaines années avec des répercussions planétaires : inondations des zones côtières, hausse du niveau des océans, modification des trajets de migration, ralentissement des échanges océaniques. [15]

IV-9 : L'acidification des océans

Depuis le début de l'ère industrielle, les océans ont absorbé la moitié des émissions anthropiques de CO2, ils agissent comme un régulateur. Cependant, cela se traduit par une augmentation de l'acidité des océans à un rythme inconnu par les organismes marins. [15]

IV-10 : Les risques naturels

La fréquence, l'intensité et la durée des phénomènes extrêmes parlons de canicules, inondations, sécheresses, cyclones seront accentuées, bien qu'il ne soit pas encore possible de l'affirmer pour les orages, les tornades ou le grêle par exemple. Les constructions et les centres urbains doivent s'adapter à la multiplication des catastrophes naturelles, ce qui n'est manifestement pas encore le cas comme en témoignent l'inondation de La Nouvelle Orléans en août 2005 et la tempête Xynthia qui a inondé une partie du littoral français en mars 2010 faute de données fiables sur les périodes de retour des tempêtes par exemple. Le secteur des assurances devrait revoir à la hausse le coût de son accessibilité vu que selon le Programme des Nations Unies pour l'Environnement, les dépenses engendrées pourraient atteindre les 300 milliards de dollars par an dans 50 ans, les coûts entraînés par le cyclone Mitch (1998) ont

menacé de faillite le secteur des assurances aux Etats-Unis. Katrina en août 2005 coûterait environ 135 milliards de dollards. [15]

IV-11 : La couche d'ozone

L'effet de serre favorise la destruction de la couche d'ozone. En effet, les gaz à effet de serre refroidissent les couches supérieures de l'atmosphère (la stratosphère) ce qui attise l'action destructrice de l'ozone des molécules de chlore des CFC. Ainsi, les populations qui vivent aujourd'hui en Arctique recevront une dose d'UV 30% supérieure (ACIA, 11/2004).

IV-12 : Les solutions est les moyens pour s'en sortir :

Pour la région de notre étude, comme il n'existe pas d'industrie ni des pratique qui agissent d'une façon directe au climat. Il est très important de faire des recommandations à l'échelle locale, régionale et mondiale pour s'en sortir des catastrophes qui peuvent les causer les phénomènes naturel (sécheresse, inondation,…).Ceci doit être appliqué en aillent une conscience total de la part du simple humain au premier responsable en passant par les états qui doivent trouver les bonnes formules pour la région concerné est s'adapter au changement climatique . [15]

IV-12.1 : A l'échelle individuelle :

IV-12.1.1 : Les appareils électriques :

La nous devons choisir des appareils électriques qui consomme moins en présence de la lettre A+ au ticket de ce dernier.

IV-12.1.2 : L'isolation et le chauffage :

Avec un système de programmation du chauffage, nous pourrons mieux régler la température tout au long de la journée et réaliser une économie de 10 % sur leur facture d'énergie.

IV-12.1.3 : La cuisine :

Choisir et utiliser un matériel et des appareils qui consomme moins et l'utilisation se fait avec modération

IV-12.1.4 : L'éclairage :

Pour l'éclairage domestique, il est préférable d'acheter des ampoules basses consommation pour les éclairages de longue durée

IV-12.1.5 : L'eau :

La consommation d'eau peut être réduite au quotidien en fermant les robinets entre deux utilisations, en réutilisant l'eau utilisée ou de pluie pour laver les fruits et légumes pour arroser votre jardin et l'alimentation d'eau des toilettes, en entretenant régulièrement vos robinetteries ainsi que vos canalisations pour éviter les fuites, en prenant des douches plutôt que des bains ou encore en utilisant un chasse d'eau économique.

IV-12.2 : A l'échelle étatique :

L'un des grands espoirs de la lutte contre les émissions de gaz à effet de serre, c'est le développement des énergies renouvelables, utilisant la force du vent, du soleil et des marées. Si le développement de ces énergies renouvelables étaient déjà un impératif vu l'épuisement des ressources fossiles, le réchauffement climatique a permis de donner une nouvelle impulsion à la recherche. [16]

IV-12.2.1 : L'énergie hydraulique :

La force de l'eau des chutes retenue par des barrages ou celle qui alimente les aménagements "au fil de l'eau" fait tourner les turbines des centrales pour produire de l'électricité. [17]

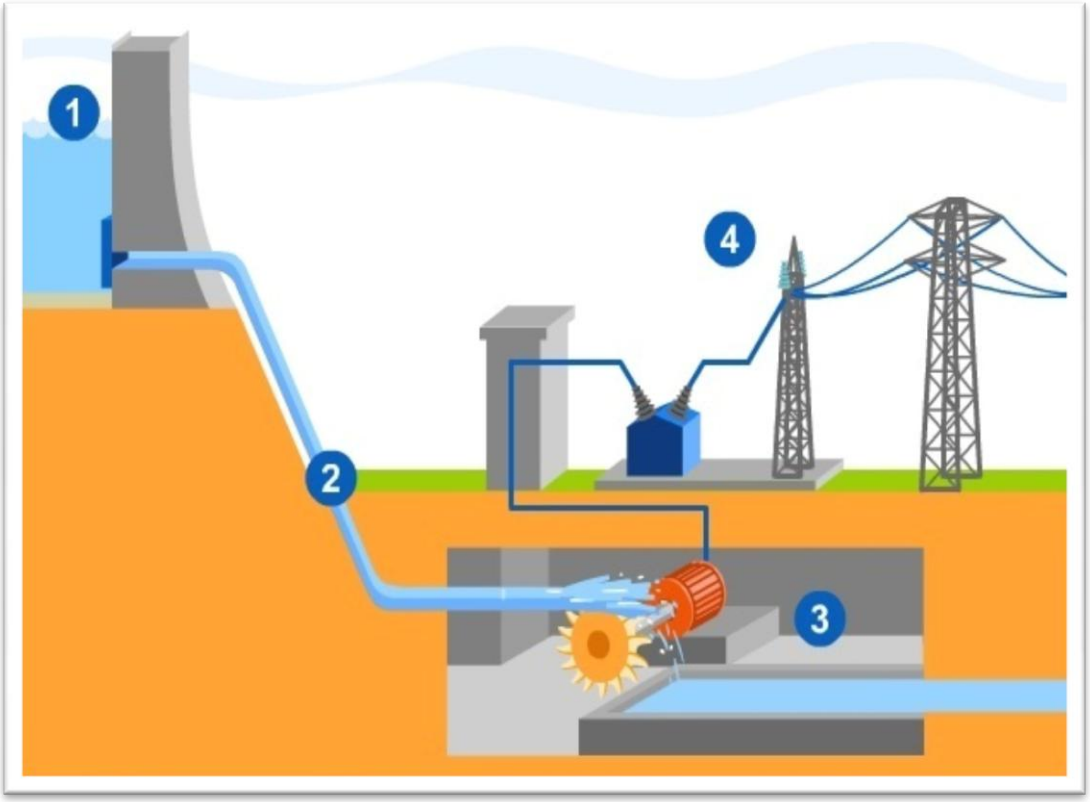


FIGURE IV-5 : PHOTO SUR L'ENERGIE HYDRAULIQUE

(Source : http://www.hydrostadium.com/wpcontent/uploads/2011/11/hydroelectricite.jpg).

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

IV-12.2.2 : L'énergie éolienne: la force du vent fait tourner des éoliennes qui produisent de l'électricité. [17]

FIGURE IV-6 : PHOTO SUR L'ENERGIE EOLIENNE

(Source : http://energie-eolienne-tpe2011.emonsite.com/pages/prundefinedsentation.html)

IV-12.2.3 : L'énergie solaire:

Les rayons du soleil chauffent l'eau grâce à des capteurs solaires ou fournissent de l'électricité grâce à des cellules photovoltaïques ou des centrales solaires. [17]

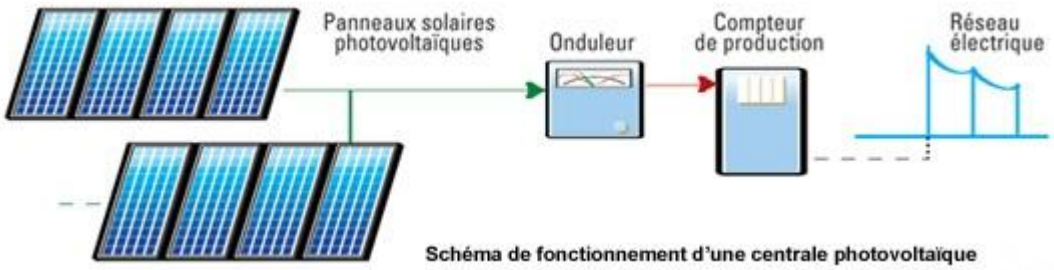


FIGURE IV-7 : SUR L'ENERGIE SOLAIRE

(Source:http://encyclopedieelectricite.edf.com/production/industriels/renouvelable/solaire/fonctionnement.html)

IV-12.2.4 : L'énergie de la géothermie:

La chaleur du sous-sol chauffe directement l'eau ou fait tourner les turbines des centrales pour produire de l'électricité. [17]

IV-12.2.5 : L'aérothermie:

Une pompe à chaleur prélève de la chaleur à l'extérieur pour la restituer dans un réseau d'eau chaude raccordé à des radiateurs, à un plancher chauffant ou un chauffe-eau. [17]

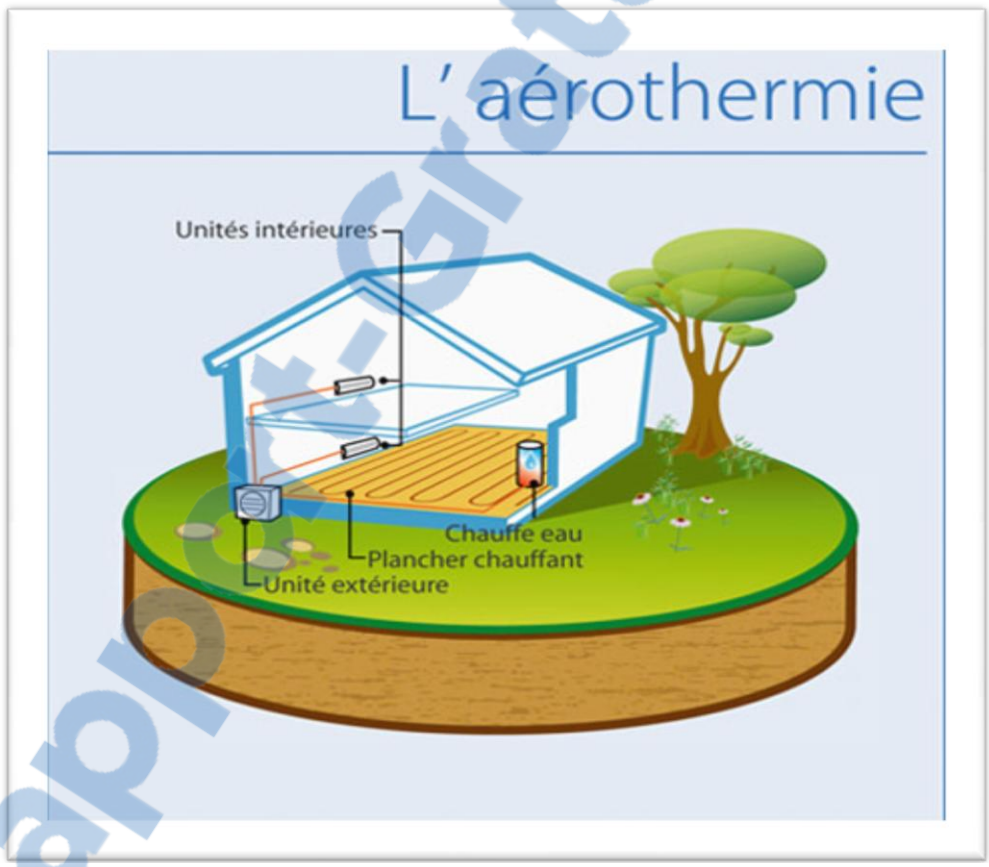


FIGURE IV-8 : PHOTO SUR L'AEROTHERMIE

(Source :http://www.construirefacile.com/amenagementinterieur/chauffage/laerothermie-quest-ce-que-cest).

IV-12.2.6 : L'énergie de la biomasse:

La combustion de la matière organique (plantes, arbres, déchets animaux, agricoles ou urbains) produit de la chaleur ou de l'électricité. [17]

Rapport-Gratuit.com

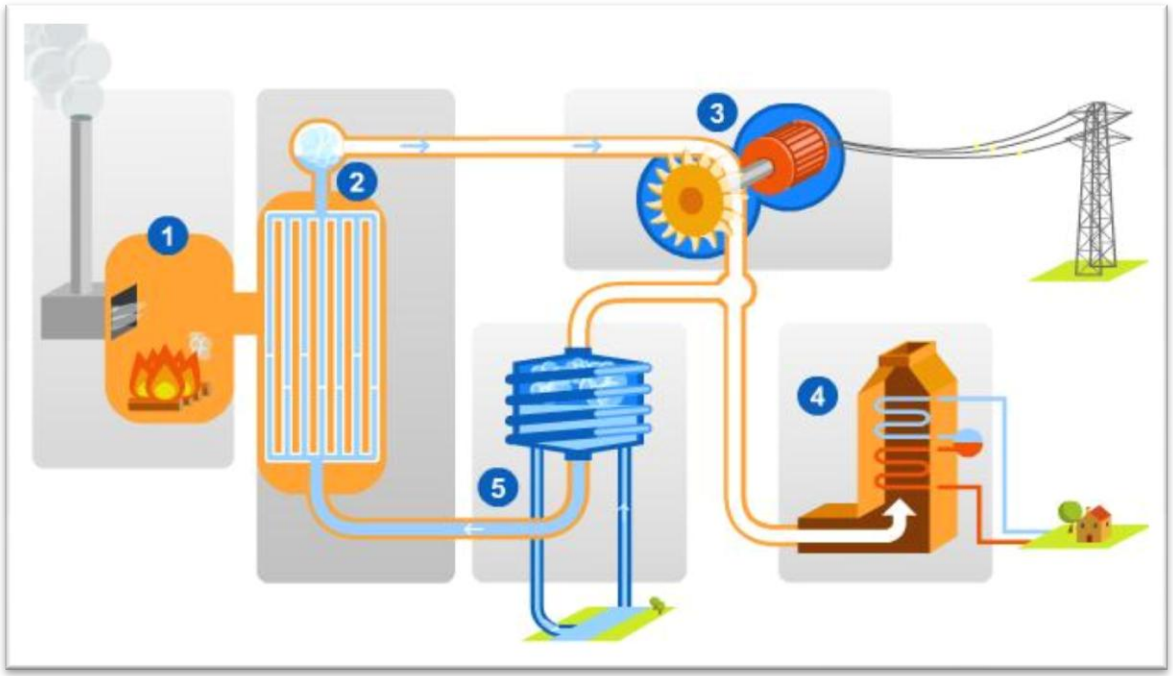


FIGURE IV-9 : PHOTO SUR L'ENERGIE DE LA BIOMASSE.

(Source : http://www.electricite-et-energie.com/lenergie-biomasse-une-energie-renouvelable).

IV-12.7 : Les énergies marines:

Les flux naturels d'énergie des eaux marines et de la matière marine sont utilisés pour produire de l'électricité. La force des marées fait tourner les turbines des centrales pour produire de l'électricité. [17]

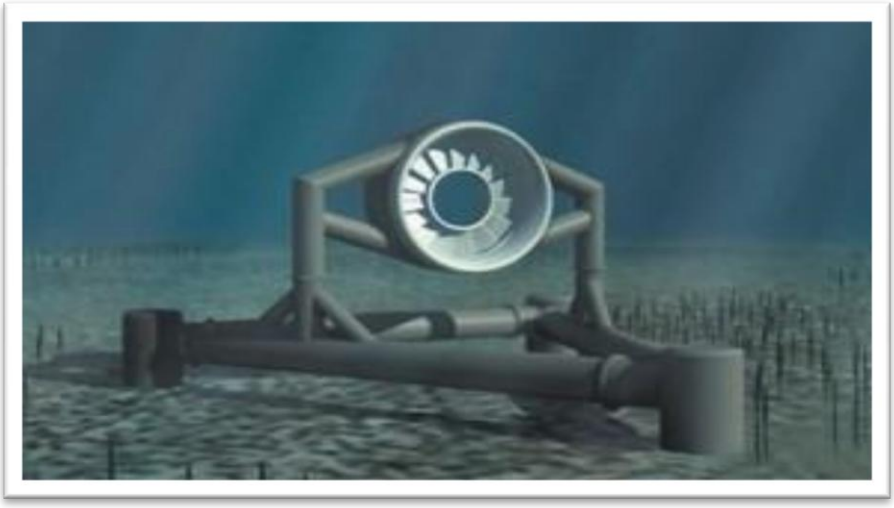


FIGURE IV-10 : PHOTO SUR L'ENERGIE MARINE.
(Source:http://jeunes.edf.com/article/les-differentes-energies-marines,196)

IV-12.3 : A l'échelle mondiale :

Dans le temps : nous avons le droit d'utiliser les ressources de la Terre mais le devoir d'en assurer la pérennité pour les générations à venir.

Dans l'espace : tout le monde a droit aux ressources de la Terre. Il ne s'agit pas de renoncer aux progrès mais d'user avec modération des ressources, de modifier les comportements de production et de consommation et de mieux répartir les richesses. [18]

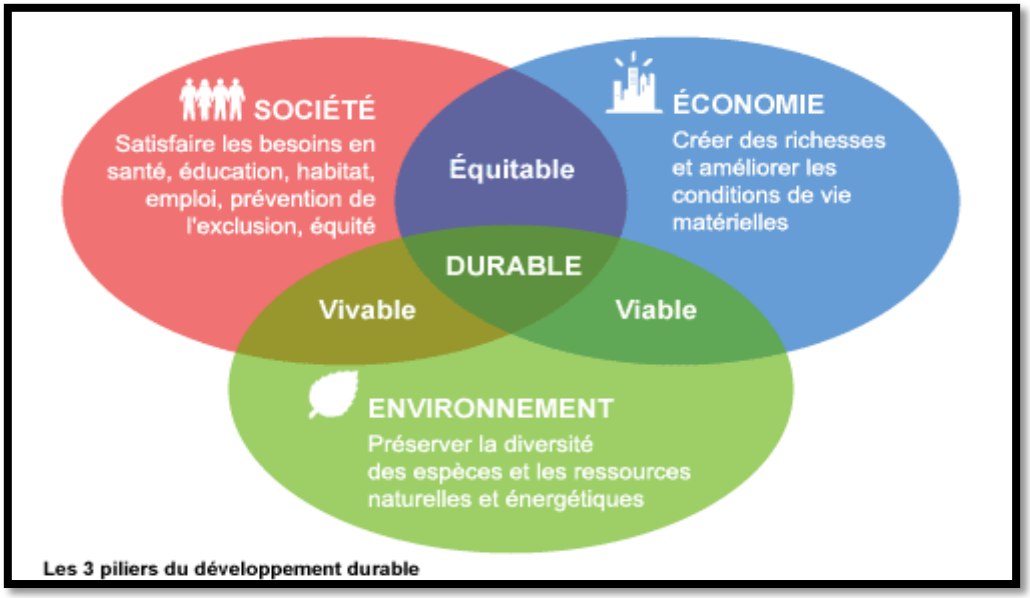


FIGURE IV-11 : PHOTO SUR LE DEVELOPPEMENT DURABLE

Source : wikipedia (développement durable)

IV-13 : Les mesures à prendre au niveau des Barrages pour les rendre fiable sous le phénomène du changement climatique :

Dans le cadre de la gestion de l'eau, en particulier en Méditerranée, les barrages sont utiles parce qu'ils régularisent les apports en eaux, alors que les précipitations peuvent être très variables. Cette régulation permet de mettre en correspondance les prélèvements avec les apports qui, sans la présence d'un barrage, pourraient avoir des écarts considérables.

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

La capacité de stockage d'un barrage doit initialement satisfaire une certaine demande suivant des règles opérationnelles spécifiques aux besoins et la capacité disponible. Le volume stock´e dans un barrage peut varier de zéro à la capacité de stockage conçue. Les règles opérationnelles sont définies au cas par cas selon la capacité et les demandes. [19]

La tendance de base concernant un réservoir est de chercher à disposer d'un réservoir plein pour les périodes d'´etiages et un réservoir vide pour les périodes de crues. Ces deux extrémités sont complémentaires en soi, mais nécessitent des règles d'exploitation contradictoires.

Ils existent plusieurs paramètres économiques et environnementaux qui caractérisent le dimensionnement et le fonctionnement des barrages. Ainsi :

1. le rapport volume stock´e sur le cout (V/C) caractérise l'investissement par unité de volume stock´e.
2. le rapport entre le volume stock´e et la surface du réservoir (V/A) indique sa profondeur,
3. le rapport entre la surface du bassin versant et le volume du réservoir (B/V) sous un profil climatique donné indique la facilite de remplissage.

Il faut mentionner que les choix d'aménagement et les choix de gestion de l'infrastructure ne sont pas indépendants, mais doivent plutôt de façon complémentaire contribuer à la réalisation de l'objectif à atteindre (soutien d´étiage, laminage de crue, approvisionnement en eau, production hydroélectrique). [19]

L'emmagasinement d'un réservoir, comme on peut voir sur la peut être divisé en trois parties :

1- La réserve inutilisable : Cette partie de la capacité de stockage sert à recevoir les sédiments qui arrivent au site du barrage.

2. L'emmagasinement permanent : Dans la base de cette partie on trouve une conduite qui sert à alimenter les turbines. C'est ce volume qui sert à la régularisation de l'apport de l'eau.

3. L’emmagasinement temporaire : La vidange de cette partie peut se faire soit avec des vannes soit automatiquement grâce à un déversoir, et est d’une importance significative pour la sécurité de l’ouvrage en cas de crue (Hubert, 1984). [19]

La capacité disponible d’un barrage dépend de sa capacité de stockage, des quantités d’eau qui arrivent au site du barrage, des demandes et des règles opérationnelles. Ce qu’on définie par ”firm” ou ”safe yield”, est la quantité d’eau maximale qui peut être fournie durant une période sèche.
Les gestionnaires des réservoirs anticipent souvent plusieurs événements de ”petits déficits” pour pouvoir faire face a une sécheresse plus importante. Cette tactique s’appelle ”hedging” ce qui signifie que l’offre d’eau est rationalisée pour pouvoir réduire des déficits importants.

A cause des incertitudes liées aux flux, au lieu d’utiliser une capacité disponible définie on utilise une approche probabiliste. En augmentant cette capacité il est clair que la fiabilité augmente. La SOP (”standard opération Policy”) est la stratégie optimale qui minimise les déficits sur toute la période de simulation. Le moment ou on active le ”hedging rule” dépend de la quantité d’eau stockée et du volume arrivant au site du barrage. On définie ainsi le ”réservoir supply index” qui est la probabilité que le volume disponible du réservoir plus le volume entrant puissent satisfaire la demande (Shiau, 2003).

Il existe différents indicateurs qui nous montrent la performance du système. Par exemple pour le risque de sécheresse on a :

1. la durée, l’amplitude et la fréquence des sécheresses,

2. l’amplitude des déficits qui sont égale aux déficits cumule durant un événement de manque d’eau,

3. le pourcentage de risque d’avoir plusieurs événements de sécheresse pendant une période,

4. Fiabilité : la capacité du système de satisfaire une demande définie.

C’est l’indicateur le plus utilisé pour mesurer la performance du fonctionnement d’un barrage. Il exprime le nombre de périodes pendant les quelles on satisfait un niveau de demande, sur le nombre total de périodes.

5. Résilience : la capacité du système hydraulique de se remettre en fonction après une rupture a un niveau satisfaisant, captée par un indicateur qui exprime le nombre d´événements de rupture dans le bon fonctionnement sur la durée totale de ces ´événements.

6. Vulnérabilité : cet indicateur exprime la sévérité des dommages causes pendant la rupture de fonctionnement du barrage. Le débit de rupture exprime le débit que peut retirer durant cette rupture, ce débit donc est inferieur au débit fixe.
Vulnérabilité = (probabilité de rupture).(Débit fixe − Débit de rupture) Débit fixe

7. Indicateur de sécheresse : Il combine les trois indicateurs mentionnes selon des poids qu’on leur attribue. C’est le ”Palmer drought severity index” qui est une somme pondérée de la fiabilité, la résilience, et la vulnérabilité.
Indicateur s´sécheresse = w1. (1-Fiabilité) + w2. (1 − Résilience) + w3.Vulnérabilité
Sous changement climatique les barrages gardent encore un rôle important.

En effet les précipitations pour la Méditerrané pourraient diminuer et les barrages pourraient capter plus de variabilité intra et inter annuelle pour maintenir le niveau de fiabilité. Pour cela on devrait augmenter la dimension des barrages. Si les apports en eaux diminuent significativement, une fois toute la variabilité captée, les barrages perdent de leurs utilités et il ne sert a rien de faire des barrages de dimensions plus importantes, la question de la taille des barrages en Méditerranée est donc une question importante. [19]

IV-14 : Adaptation des infrastructures hydrauliques au changement climatique :

Sous changement climatique, une question importante est de quelle façon on doit éventuellement modifier les dimensions des barrages, en fonction des apports modifies et des besoins redéfinis.
En général on construit des grands barrages, en faisant l’hypothèse d’un climat stationnaire et jusqu`a présent le changement climatique n’a pas été pris en compte par les ingénieurs pour la conception d’un barrage. Or, une modification de la fréquence et de l’intensité des moyennes et extrêmes hydro climatiques pourrait changer les ´éléments nécessaires pour la

détermination du volume d'un barrage. En raison des investissements initiaux significatifs, les impacts possibles du changement climatique devraient être pris en considération en amont de la conception d'un barrage. [19]

Pour étudier le dimensionnement des barrages sous changement climatique, on doit s'intéresser aux éléments suivants :

Tout d'abord il faut avoir des scenarios de changement climatique qui indiquent la modification des paramètres climatiques. Ensuite, on a besoin des sorties d'un modèle hydrologique qui pourra comptabiliser les différentes quantités d'eaux disponibles.

Avant passer au dimensionnement du barrage, il est nécessaire d'avoir également une idée des demandes potentielles. Ensuite, il faut évaluer les coûts et bénéfices impliques par un choix d'investissement et les replacer dans un contexte de décisions de long terme prenant en compte l'incertitude du changement climatique futur. [19]

IV-14.1 : Paramètres climatiques :

Pour déterminer la modification des ressources en eaux sous changement Climatique, on doit utiliser des données de paramètres climatiques modifies. Il existe plusieurs méthodes pour simuler la réponse hydrologique d'un territoire aux changements climatiques globaux. Ces méthodes peuvent être reparties en trois catégories (Xu, 1999)

1. Coupler des modèles climatiques régionales hautes résolutions (RCM : Régional Circulation Model) avec des modèles hydrologiques. De cette façon les résultats des modèles climatiques régionaux alimentent les modèles hydrologiques sur une partie du territoire spécifique (rivière, lac) qui peuvent ainsi comptabiliser les quantités disponibles pour chaque paramètre du cycle hydrologique.

2. La deuxième méthode consiste à coupler les modèles climatiques globaux (GCM : General Circulation Model) avec les modèles hydrologiques en utilisant des diverses techniques de "downscaling" statistique ou déterministe.

3. La troisième méthode, est l'utilisation de scenarios en amont des modèles hydrologiques. L'objectif de la troisième méthode, est de procéder a une analyse de sensibilité aux paramètres climatiques plutôt qua une prédiction exacte. [19]

IV-14.2 : Demandes en eau et changement climatique :

Les infrastructures hydrauliques dont on veut redéfinir les dimensions sous changement climatique doivent répondre à des demandes, qui se verront modifiées. L’´etude de la progression de la demande dans le temps se fait classiquement en établissant des scenarios sur différents horizons temporels, sur le taux d’augmentation de la population, des terres irriguées, ou des besoins industriels.

Sous climat modifie les besoins exprimes par chaque secteur seront également impactes, en particulier l’irrigation. P.Droogers (Droogers, 2004) s’intéressé a la problématique de la sécurité alimentaire et de l’adaptation nécessaire. Pour cela il a couple un modèle type water balance et un modèle de plante, ce qui lui a permis de calculer la productivité agricole sous changement climatique, et de voir quelles mesures d’adaptation au secteur agricole doit être envisagées, sous changement climatique, pour assurer la sécurité alimentaire et la qualité de l’environnement. [19]

IV-14.3 : Phénomènes extrêmes :

Au delà des changements dans les quantités moyennes, les phénomènes extrêmes et l’´eventuel changement de leurs caractéristiques sous changement climatique constituent une contrainte supplémentaire pour le dimensionnement des barrages sous changement climatique. Les sécheresses se caractérisent par un déficit en eau qui peut avoir une certaine durée dans le temps. Les inondations au contraire sont caractérisées par un excès en eau, assez instantané.

Les deux extrémités du cycle hydro climatique génèrent ainsi des impacts des durées différentes, et nécessitent la mise en place de mesures d’adaptations adéquates à chacun des phénomènes, qui ne sont pas symétriques.

L’anticipation des inondations pourrait nécessiter un aménagement de la ville et une distribution des activités différentes, de telle façon qu’on puisse protéger le patrimoine. Si les sécheresses ont des durées plus prononcées, il faudrait réviser les capacités de stockage des réservoirs disponibles, la capacité des populations a changer leurs habitudes de consommation, l’adaptation des secteurs agricoles et industriels, et le risque d’incendie pourrait être plus aigu (Degaetano, 1999).

Les inondations sont des événements de courte durée qui peuvent avoir des impacts en termes de vies humaines et de pertes matérielles importantes. La modification des probabilités d'occurrence des inondations sous changement climatique et étudiée par Kleinen et Petschel-Held (2007). L'objectif est de calculer le pourcentage de la population qui serait affecte par les inondations suite au changement des débits sous climat modifie. Les réservoirs ne sont pas pris en compte et l'´etude se fait au niveau mondial ce qui peut jouer sur sa précision. Dans le contexte du réchauffement climatique, certaines régions vulnérables devront faire face a un risque accru d'inondation, ce qui pourrait amener la population au niveau mondial menacée de l'ordre de 20% avec le changement de la probabilité d'occurrence du débit annuel maximal de 1/50 ans a 1/25.

IV-14.4 : Barrages et changement climatiques :

Les modèles climatiques, hydrologiques, l'´etude des phénomènes extrêmes du cycle hydrologique, des paramètres qualitatifs et l'´evolution de la demande complètent l'´etude des ressources en eaux en tant qu'´el´ement vital offert par la nature. Mais le cycle de l'eau ne s'arrête pas à l'´etude des paramètres physicochimiques, quantitatifs et qualitatifs. Sous climat présent et modifie, l'eau revêt également une dimension "technique" qui correspond aux infrastructures qui servent `a mobiliser, stocker et traiter l'eau. Un nombre limite de travaux ont étudie les impacts du changement climatique sur l'hydrologie régionale et par la suite sur les impacts de ce "bilan hydrique modifie" sur le dimensionnement des infrastructures.

D'après P.Kirshen (Kirshen et al. 1989) qui étudie les impacts du changement climatique en Chine, les ressources disponibles pourraient augmenter ou diminuer selon la région. Pour étudier cette question un modèle intégré a et´e développe ("Integrated assessement model") qui représente les différents niveaux d'offre d'eaux ainsi que les couts impliques. Il est dit intégré´ parce qu'il inclue les aspects offre et demande, ainsi que les ressources en eaux naturelles et artificielles. Pour chaque cas, Kirshen souligne que l'on devrait s'attendre a une augmentation des couts, et que l'on ne sera pas en mesure de répondre à la demande. Il est `a noter que les couts moyens additionnels pour stocker un million de mètres cube supplémentaire pourraient monter jusqu``a six cent cinquante milles dollars.

Globalement il à été constate que dans le contexte des différents scenarios climatiques de réduction des précipitations on observe une hausse des niveaux de risque de non satisfaction de la demande en eau et de la production d´électricité. On peut noter que les niveaux de

risques sont peu affectes par la hausse des températures, cependant ils sont beaucoup plus dépendants de la réduction des précipitations. Afin de pouvoir satisfaire les demandes en eau et en production d’´energie `a des niveaux de risques acceptables, il faudrait augmenter le volume de stockage en cas de diminution des précipitations. Selon les scenarios choisis arbitrairement, des augmentations de l’ordre de 10-50% seraient envisageables afin de maintenir la production d’´energie et le risque a des niveaux tolérables (par exemple des fiabilités supérieures `a 95%). sous changement des précipitations.

Le risque de ne pas pouvoir satisfaire cette demande est en hausse. Pour connaitre précisément l’effet du changement climatique, il est également important de déterminer la sensibilité des niveaux d’eau stockée dans les barrages permettant d’assurer un certain niveau d’approvisionnement, vis-à-vis des changements d’´ecoulement. Plusieurs articles montrent que les volumes stock´es sont extrêmement sensibles au moindre changement des écoulements.

Il se pose donc naturellement la question de savoir si en gardant les mêmes infrastructures et en changeant les règles opérationnelles il est possible de s’adapter aux différents scenarios d’´ecoulements. Selon Kiparsky et Gleick (2003) ceci peut être envisageable en augmentant le risque d’inondation.

Dans un contexte d’incertitudes autour des dérives possibles des paramètres météorologiques, il faudrait réviser les hypothèses classiques telles que la stationnarité du climat dans la conception et gestion des infrastructures. Le défit est ainsi de pouvoir intégrer le changement climatique dans la conception des ouvrages, en plus de la variabilité naturelle qui est déjà prise en compte, afin d’assurer la fiabilité de ces systèmes (Kiparsky et Gleick, 2003).

Une autre solution possible serait d’augmenter la capacité de stockage des barrages existants, en prenant en compte le fait qu’avec une augmentation de la surface d’eau libre des réservoirs, et la hausse des températures les pertes dues à l’´evaporation seront accrues. Il est également à noter une augmentation du ruissellement pourrait rendre le stockage additionnel superflu, tandis qu’une diminution importante du ruissellement rendrait un grand barrage inutile. En effet, augmenter la taille d’un barrage lorsque l’´ecoulement moyen diminue, permet de régulariser l’apport en eau en répondant plus efficacement à la variabilité

interannuelle. Cependant, au-delà d'un certain seuil toute l'eau est captée et la diminution du ruissellement ne peut plus être compensée (Mehrotra, 1999).

Les réservoirs sont conçus également pour la production d'´electricite par la colonne d'eau stockée. Il est admis que l'hydroélectricité est bien placée pour réduire les émissions de CO2 dues à la combustion de combustibles fossiles. Une réduction du potentiel de production d'´electricit´e durant une sécheresse, conduirait a une augmentation de l'utilisation des énergies fossiles. [19]

Il est important de souligner que le ruissellement qui est le paramètre le plus important au niveau de la conception des ouvrages tandis que la hausse des températures a également un impact important sur l'utilisation de l'eau. En calculant les quantités d'eaux disponibles et les niveaux de demandes, on peut repérer les périodes de déficits en eau, en particulier leur durée et leur fréquence. [19]

Sous un scenario de diminution de précipitations et tant que cette diminution est en dessous d'un certaine limite, il est possible en augmentant la capacité de stockage des réservoirs, de capter la variabilité interannuelle et satisfaire les demandes a un niveau de risque acceptable. Au-delà l'apport ne suffi pas. Les études existantes montrent les modifications possibles des débits et de la demande, et définissent les modifications des volumes qui pourraient permettre de conserver une demande donnée. Cependant les couts de modification des infrastructures et les bénéfices lies à l'utilisation de l'eau ne sont pas étudiés. [19]

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

CONCLUSION GENERALE

Conclusion Générale

Le changement climatique est un ensemble de variations des caractéristiques climatiques en un endroit donné au cours du temps. Il représente une modification durable du climat global ou des différents climats régionaux.

Selon plusieurs études et recherches ce phénomène commence à prendre de plus en plus d'ampleur à travers le monde durant ces dernières années.

A travers notre travail, nous avons essayé de porter, nous aussi, une humble contribution à la compréhension de ce phénomène en s'appuyant sur l'exemple particulier la région du Meffrouch.

L'étude du changement climatique et son impacte sur les ressources en eaux de la région du meffrouche nous ont permis d'obtenir des résultats qui montrent de réels changements des précipitations et des apports au barrage en faisant référence à la période d'études et des données collectées .

Ceci nous mène à dire que la région est effectivement touchée par le changement climatique, sécheresse, pluie torrentielle, décalage de saison… Cependant, nous pensons que pour pouvoir se prononcer de façon plus exacte et pour obtenir des résultats beaucoup plus significatifs il est souhaitable de disposer d'une série de données plus étendue.

L'énergie renouvelable est un élément important des diverses sources d'approvisionnement en électricité et elle peut contribuer à atténuer le changement climatique.

Pour faire face à ce phénomène qui ne cesse de prendre de l'ampleur, la préoccupation des chercheurs et décideurs fait l'objet de différentes sensibilisations, il est nécessaire de se projeter vers les énergies renouvelables pour diminuer l'impacte sur la nature et trouver des solutions adaptables à l'environnement et pouvoir, de ce fait, mobiliser des quantités d'eau suffisantes pour tout usage.

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

BIBLIOGRAPHIE

[1]: Rapport, Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (Le Changement climatique et l'eau), climate-change-water-fr.pdf, consulté le 14/05/2014.

[2] : République Algérienne démocratique et populaire, climat http://www.khaoula.com/algerie_climat.htm le 14/05/2014 à 11h50.

[3] : L'eau et le changement climatique http://iipdigital.usembassy.gov/st/french/article/2013/08/20130801279947.html#axzz34FNAfmyW le 14/05/2014.

[4] : Forum le coin du popodoran http://popodoran.canalblog.com/archives/2014/04/07/29617676.html le 24/04/2014.

[5] : Changement climatique http://fr.wikipedia.org/wiki/Changement_climatique le 25/04/2014.

[6] : Notre planète .info http://www.notreplanete.info/actualites/actu_2569_academie_sciences_rechauffement_climatique.php le 21/04/2014.

[7] : http://www.pensee-unique.fr/oceans.html le 22/04/2014

[8] : Manuel de formation aux changements climatique C:\Users\Seven\Downloads\Documents\Formationauxchangementsclimatiques.pdf le 10/06/2014

[9] : Adjim, Bensaoula : La mobilisation des ressources en eau : contexte climatique et contrainte socio-économiques. 6_Bensaoula_et_Adjim_larhyss_20journal_7_Juin_2008.pdf le 19/05/2014.

[10] : Technologie environnement http://www.recy.net/frame.php?url=http://www.recy.net/actualites/20080121-changements-climatiques-tlemcen.php le 22/04/2014.

[11] : Fiche technique du Barrage Mefrouche.

[12] : Monographie du barrage (arrondissement étude Juillet 1966).

[13] : Relation entre le changement climatique et les ressources en eau: Incidences et mesures d'intervention http://www.ipcc.ch/pdf/technical-papers/ccw/ccw%20fr/chapter_3_fr.pdf 09/05/2014.

[14]: Greenfacts http://www.greenfacts.org/fr/changement-climatique-re3/l-3/rechauffement-planete-5.htm 23/05/2014.

[15] : notre planéte.info http://www.notre-planete.info/terre/climatologie_meteo/changement-climatique-consequences.php 21/05/2014.

[16] : Changement climatique, http://www.changement-climatique.fr/solution-technologique-changement-climatique.php le 27/05/2014.

[17] : EDF mode de production. http://encyclopedie_electricite.edf.com/production/industriels/renouvelable/intro.html 27/05/2014

[18] : Mémoire Benmokhtar Fares et Baghdadli Ilyas (Gestion de la demande en eau).

[19] : Introduction du changement climatique dans un modèle technico-économique de gestion de l'eau, Hypatie Nassoupolos http://www.centre-cired.fr/IMG/pdf/memoire_hypatie.pdf 14/05/2014.