



UNIVERSITE CADI AYYAD

Faculté des Sciences et
Techniques

Marrakech



Agence du
bassin
hydraulique
Tensift



En hommage au professeur *Abdelhay BELKABIR*

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

LICENCE Es SCIENCES ET TECHNIQUES

« Eau et Environnement »

Intitulé :

GESTION DU BARRAGE LALLA TAKERKOUST (MAROC)

Présenté par : RESSA BTISSAM

CHADI HOUDA

Encadré par : Mr. IGMOULAN BRAHIM FST

Mr. MAATAOUI SAID ABHT

Soutenu le 28 juin 2010

Membres de jury :

Mr. IGMOULAN

Professeur FST Marrakech

Encadrant

Mlle. BOURGWANI

Professeur FST Marrakech

Examineur

Mr. JAFAL

Professeur FST Marrakech

Examineur

Année universitaire 2009-2010

REMERCIEMENTS

Ce n'est pas par coutume mais par reconnaissance que nous tenons à préfacier ce Rapport par ces quelques lignes, tout en étant conscients qu'elles seront insuffisantes Pour exprimer notre reconnaissance à toutes les personnes qui nous ont aidés et Soutenus tout au long de notre travail.

Nous remercions notre encadrant Mr. Ibrahim igmoullan professeurs à la faculté des sciences et techniques de Marrakech et notre encadrant Mr said Maatoui à l'agence du bassin hydraulique Tensift.et nous remerciant également les membres du jury Melle. Bourjwani et Mr.Jafal professeurs à la faculté des sciences et techniques de Marrakech.

Nous exprimons une gratitude toute particulière à Mr. Ali Bachnou et à Mr. M. El Mehdi Saidi, professeurs à la faculté des sciences et techniques de Marrakech, qui nous ont Aidés dans ce mémoire.

Nos chaleureux remerciements vont également à nos très chers parents pour leurs Sacrifices matériels et moraux qu'ils nous ont accordés le long de ces années d'études.

Enfin, nous remercions toutes les personnes du département de géologie de la Faculté des sciences et techniques de Marrakech, ainsi que nos collègues et nos amis.

Table des matières

Introduction.....	4
-------------------	---

Première partie :

Présentation générale du bassin Tensift

1) agence du bassin hydraulique Tensift	6
2) bassin hydraulique du Tensift.....	7
2.1. Position géographique	8
2.2. Contexte climatique.....	8
2.2.1. Les courants d'air	8
2.2.2. Précipitation.....	9
2.2.3. Température	9
2.2.4. Evaporation	9
2.3. Ressources en eau.....	9
2.3.1. Les eaux de surfaces.....	9
2.3.2 Les eaux souterraines.....	11
2.4. Qualité des ressources en eau	11
2.4.1. Les eaux de surfaces	11
2.4.2. Les eaux souterraines	12
2.5. L'érosion et le transport solide	12
2.6. Caractéristiques de l'oued N'fis principale affluent de l'oued Tensift.....	13
2.6.1. Localisation du sous bassin N'fis.....	13
2.6.2. Géologie du sous bassin N'fis	14
2.6.3. Caractéristique morphologique.....	16
2.6.4. Pluviomètres existant dans le bassin	17
2.6.5. Oued N'fis à Imine El hammam.....	18
3) localisation du barrage Lalla Takerkoust	20
3.1. Position géographique du barrage.....	20
3.2. Type de barrage	20

3.3. L'état de la retenue	21
4) gestion de barrage.....	24
4.1. Stratégie de gestion de réservoirs	24
4.2. Bilan hydraulique journalier	25
4.3. Les ouvrages annexes.....	26
4.3.1. Evacuateur de crue.....	26
4.3.2Prise d'eau.....	26
4.3.3 Vidange de fond	27
4.4. Les problèmes aux quels est confronté un barrage.....	27

Deuxième partie :

Etude des données du barrage Lalla Takerkoust par Excel

1) Evolution annuelle	30
2) Evolution mensuelle	36
3) Etude des données de la station Imine El Hammam.....	41
4) Corrélation entre débit de l'oued N'fis à Imine El Hammam et les apports du barrage Lalla Takerkoust	43
Conclusion	45
Annexes	46

INTRODUCTION :

La répartition inégale, dans le temps et dans l'espace de la pluviométrie et des ressources d'eau qu'elle génère, impose la construction de grands barrages réservoirs pour stocker les apports des années humides au profit de leur utilisation en années sèches. Il impose aussi la bonne gestion de ces ressources d'eau pour qu'elles durent dans le temps, et pour ça il faut avoir les données à portée de main, et qu'elles soient exposées d'une façon simple et facile à consulter. Et d'une autre part il s'est avéré nécessaire de mettre en place de nouvelles techniques de travail, qui utilisent les possibilités offertes par les progrès informatiques actuels, dont notamment la représentation spatiale des données et l'accès rapide à l'information.

LA DRPE (La Direction de la Recherche et de la Planification de l'Eau) a réalisé un projet relatif à l'élaboration des outils de la gestion des barrages et d'aide à la décision. Ce projet qui a été confié au bureau d'études Créative Technologies, a été incorporé récemment au sein de l'ABHT. Il consiste à mettre en place une base de données de gestion des retenues des barrages, Il privilégie la facilité d'utilisation, il est conçu de manière à ce qu'il soit facile à manier, de façon à tenir compte de l'ajout d'ouvrages ou d'un nouvel usager.

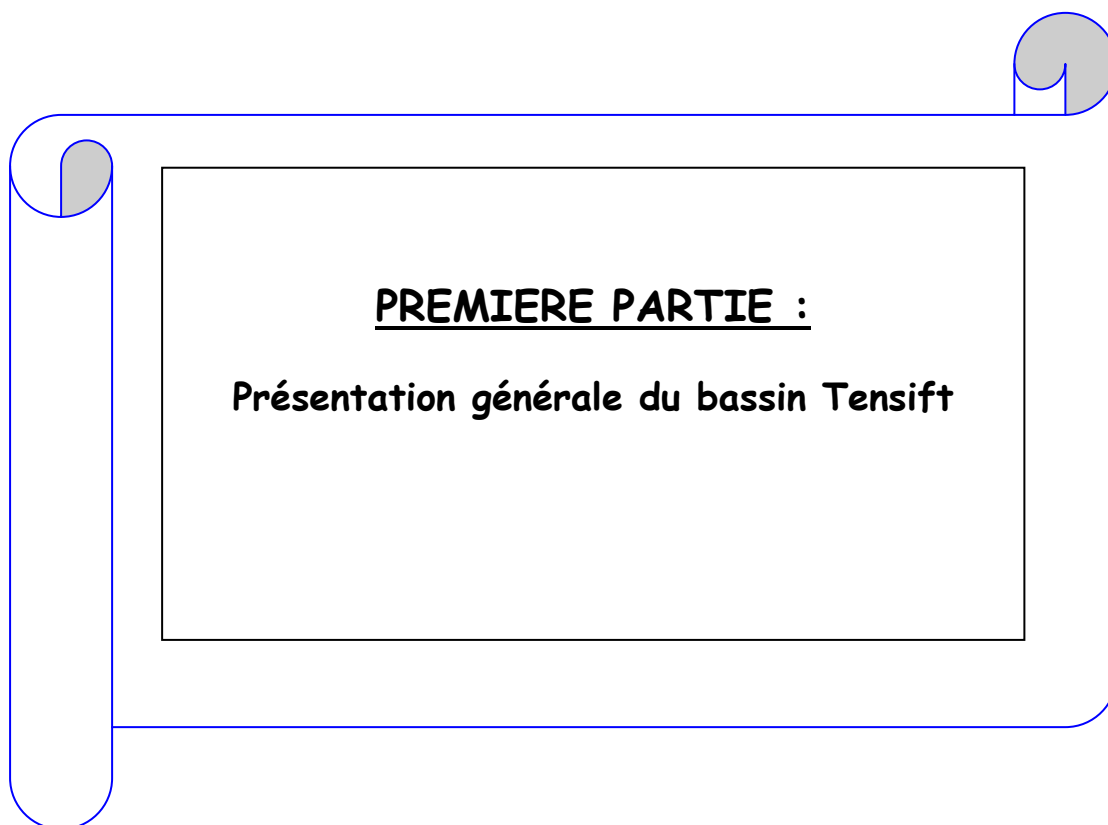
Cette application offre plusieurs avantages :

- L'accès aux données avec rapidité de traitement et efficacité pour répondre aux demandes en matière d'études, d'évaluation et de gestion des ressources en eau.
- D'avoir une seule banque de données partagée avec des faciliter d'échanges et de communication entre les différents services.
- D'uniformiser l'utilisation des logiciels.
- D'améliorer la productivité et le service fourni.

Pour plus de détail voir l'Annexe 2.

L'objectif de notre travail consiste à :

-Analyser les données du barrage Lalla Takerkoust (Sous graphique Excel) pour en déduire les problèmes auxquels est confronté le barrage.



1. Présentation de l'agence du bassin hydraulique Tensift(ABHT):

Avec l'amélioration du niveau de vie de la population, et les progrès de la technologie, les besoins en eaux ont subi une augmentation considérable. Or les apports naturels en eaux sont constants et ne peuvent être contrôlés pour évoluer dans le même sens. Donc ils leur faut une planification pour qu'ils subviennent au besoin de la population et qu'ils durent dans le temps, d'où la création des agences du bassin hydraulique. Qui ont pour rôle d'évaluer, de planifier et de gérer les ressources d'eau.

L'ABHT est responsable du bassin hydraulique Tensift-Ksob-Igouzoulen Situé au centre ouest du Maroc, et qui s'étend sur une superficie de l'ordre de 24 800 Km² et peut être subdivisé en quatre domaines géographiques différenciés :

- Le Haut Atlas au sud.
- la plaine du Haouz et le bassin de Mejjate au centre.
- Les Jbilet au nord.
- Le bassin d'Essaouira-Chichaoua à l'ouest.

Administrativement, cette zone s'étend sur six préfectures et provinces, elle couvre totalement la préfecture de Marrakech et les provinces d'Al Haouz, de Chichaoua et d'Essaouira et partiellement les provinces d'El Kalaâ des Sraghna et de Safi.

2. BASSIN HYDRAULIQUE DU TENSIFT :

2.1. Position géographique :



FIG 1 : La position du bassin hydraulique Tensift au Maroc (« secrétariat d'Etat chargé de l'Eau » Royaume du MAROC)

Situé au centre Ouest du Maroc (voir fig. 1), Le bassin du Tensift s'étend sur une superficie de 19.800 Km² couvrant totalement la wilaya de Marrakech, et partiellement les provinces d'Essaouira, d'El Kelaâ des Sraghna et de Safi. Géographiquement, le bassin peut être subdivisé en trois domaines distincts:

- Le Haut Atlas, zone de montagnes formant les plus hauts reliefs du Royaume avec comme point culminant à 4 167 m, le Jbel Toubkal.
- La plaine du Haouz et le bassin de Mejjate, une dépression d'une superficie de 6 000 Km² allongée d'Est en Ouest et large de 40 Km.
- Les Jbilet, formées de montagnes de faible altitude, qui émergent au nord de la plaine du Haouz (voir fig.2).

(D'après« Secrétariat d'Etat chargé de l'Eau » Royaume du MAROC)

2.2.2 Les précipitations :

Les précipitations sont faibles et caractérisées par une grande variabilité spatio-temporelle. La pluviométrie moyenne annuelle est de l'ordre de 250 mm à Marrakech et peut atteindre 800mm sur les sommets de l'Atlas. L'examen de la répartition moyenne des pluies mensuelles montre également l'existence de deux saisons nettement différenciées :

- d'Octobre à Avril, une saison humide où interviennent la quasi-totalité des épisodes pluvieux, soit près de 80 à 93 % de la pluviométrie annuelle.
- de Mai à Septembre, une saison sèche avec seulement 7 à 17 % de la pluviométrie annuelle.

D'après« Secrétariat d'Etat chargé de l'Eau » Royaume du MAROC)

2.2.3 Température :

Les températures moyennes mensuelles varient entre 17°C et 20°C. Les mois les plus chauds sont généralement Juillet et Août (25°C à 29°C sur l'Atlas et la plaine du Haouz et 19°C à 24°C dans les zones côtières). Le mois le plus froid est Janvier (12°C sur l'Atlas et la plaine du Haouz et 13°C dans les zones côtières).

D'après« Secrétariat d'Etat chargé de l'Eau » Royaume du MAROC)

2.2.4 L'évaporation :

L'évaporation moyenne annuelle varie de 1 800 mm sur le versant atlasique à 2600 mm dans la plaine du Haouz. Elle est minimale pendant le mois de Janvier alors que la maximale intervient pendant les mois d'été. Près de 50% de l'évaporation totale est enregistrée durant les quatre mois de Juin à Septembre.

D'après« Secrétariat d'Etat chargé de l'Eau » Royaume du MAROC)

2.3. Ressources en eau :

2.3.1. Les eaux de surface :

Les oueds les plus importants prennent tous naissance dans le Haut Atlas. Sur ce relief montagneux à structure et nature géologique hétérogène, des ruissellements à caractère torrentiel interviennent et sont collectés par le réseau hydrographique du Tensift qui les évacue vers l'océan (voir fig.4).

D'après« Secrétariat d'Etat chargé de l'Eau » Royaume du MAROC)

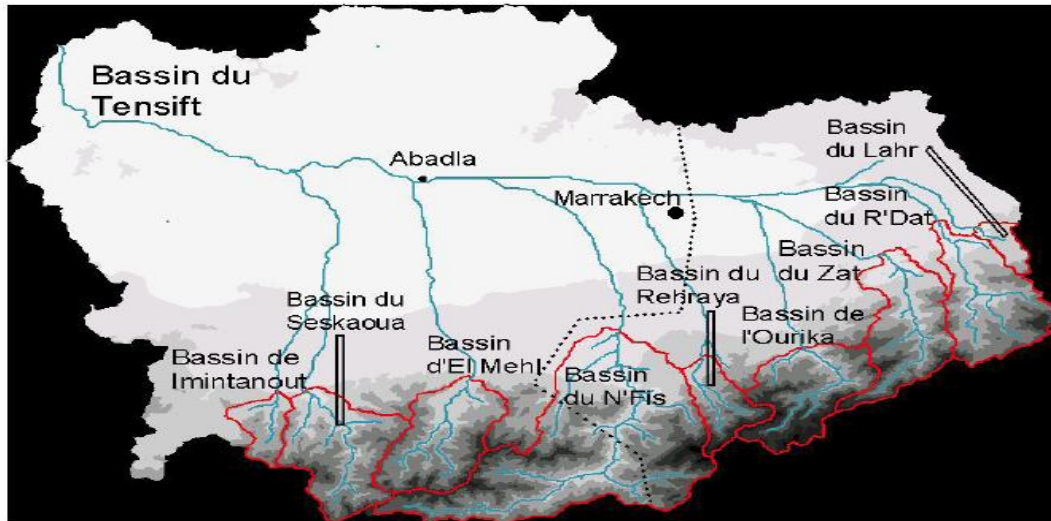


FIG4: Situation du bassin hydraulique Tensift (Suivi spatio-temporel de la couverture neigeuse dans le haut atlas de Marrakech à l'aide des images spot-végétation (période 1998-2005)
par Abdelghani Boudhar

Les ressources en eau de surface sont irrégulières et inégalement réparties. Les montagnes constituent le château d'eau des écoulements de surface. Les apports moyens annuels sont évalués à près de 824,5 Mm³. Ces apports varient entre un minimum de 116 Mm³ et un maximum de l'ordre de 2 677 Mm³. En outre le bassin bénéficie d'un volume annuel de 300 Mm³ transféré à partir du bassin versant de l'Oum-Er-Rbia via le Canal de Rocade (voir photo.1) : 260 Mm³ sont destinés à l'irrigation et 40Mm³ à l'alimentation en eau potable et industrielle de la ville de Marrakech. D'après« Secrétariat d'Etat chargé de l'Eau » Royaume du MAROC)



Photo.1 Canal de Rocade

Ainsi le potentiel en eau de surface disponible pour le bassin s'élève en année moyenne à près de 1.124,5 Mm³.

D'après« Secrétariat d'Etat chargé de l'Eau » Royaume du MAROC)

2.3.2. Les eaux souterraines :

Les réservoirs d'eau souterraines dans lesquels s'accumulent ou transitent les eaux pluviales infiltrées sont d'extension inégale. Les plus importants sont :

- La nappe du Haouz qui s'étend d'Est en Ouest entre les deux reliefs de l'Atlas et des Jbilet sur une superficie d'environ 6 000 Km².
- La nappe du Mejjate qui s'étend sur une superficie de 1 000 Km² environ entre le Tensift au nord et le Haut Atlas au sud.
- La nappe de la Bahira qui s'insère entre les massifs des Jbilet au sud et les plateaux des Rehemna et des Gantour au nord et s'étend sur une superficie d'environ 5 000 Km².

D'après« Secrétariat d'Etat chargé de l'Eau » Royaume du MAROC)

2.4. Qualité des ressources en eau :

2.4.1 Les eaux de surface :

Le suivi de la qualité des eaux opéré dans le bassin fait ressortir que :

- La qualité des eaux des affluents de la rive gauche de l'oued Tensift est généralement bonne, excepté au niveau des tronçons de l'oued Imin Tanout, de l'oued R'dat et de l'oued Amizmiz (à l'aval des rejets des centres urbain).
- La Qualité des eaux de l'oued Tensift est moyenne à mauvaise en raison d'une forte minéralisation et de la pollution organique et bactériologique importante à l'aval des rejets urbains de la ville de Marrakech.

D'après« Secrétariat d'Etat chargé de l'Eau » Royaume du MAROC)

- La retenue du barrage Lalla Takerkoust présente une eau de bonne qualité, même si elle connaît durant certaines périodes de l'année une production d'algue relativement importante. La salinité de l'eau de la retenue est en effet très faible et reste inférieure 350 mg/l. l'eau est également bien oxygénée avec des teneurs en oxygène dissous généralement supérieure à 5mg/l.

« D'après L'agence du bassin hydraulique Tensift débat national sur l'eau Novembre 2006. »

On note que les eaux ayant une qualité dégradée sont situées au niveau des cours d'eau affectés par les rejets urbains et industriels.

2.4.2 Les eaux souterraines :

La plupart des nappes d'eau souterraines du bassin présentent une eau de qualité moyenne à bonne sauf dans les secteurs contaminés par les eaux usées ou affectées par la nature chimique des formations aquifères .

A l'échelle du bassin, on distingue :

- Les nappes présentant une eau de bonne qualité, apte à tous les usages sans contrainte majeure : Ce sont celles du Mejjate et du Haouz à l'exception des secteurs de bordure de l'oued Tensift, au voisinage de Marrakech et au nord de l'oued R'dat.
- Les nappes présentant une qualité moyenne à mauvaise : Ce sont celles du Bas Tensift et de la Bahira.
- Les zones où les eaux sont de très mauvaise qualité chimique et qui se limitent à certains secteurs de la nappe phréatique de la Bahira où les teneurs en nitrates sont élevées et où la salinité des eaux dépasse 5 g/l, et à des secteurs de la nappe du Haouz à l'aval de la ville de Marrakech.

La dégradation des eaux souterraines est due à la forte minéralisation de ces eaux (causée par les rejets urbains et industriels) et la présence de nitrates en teneurs élevées (due à une fertilisation excessive des zones agricoles par des engrais, les fumiers et également au rejet).

D'après« Secrétariat d'Etat chargé de l'Eau » Royaume du MAROC)

2.5. L'ÉROSION ET LE TRANSPORT SOLIDE :

Le suivi et le contrôle de l'envasement effectué au niveau du barrage Lalla Takerkoust et les mesures de turbidité au niveau des stations hydrologiques ont permis d'évaluer l'importance du phénomène de l'érosion dans le bassin.

Ainsi la dégradation spécifique dans le bassin varie de près de 200 à plus de 3000 tonnes/km²/an environ.

Les bassins du R'dat et du Ksob se situent parmi les bassins du Royaume qui présentent une forte dégradation spécifique. Le tableau suivant donne la dégradation spécifique dans le bassin :

Bassins	Oued	Superficie du bassin	Dégradation spécifique t/km2/an
Lalla Takerkoust	N'Fis	1 607	240
Tahannaout	Rheraya	225	185
Taferiat	Zat	516	440
Sidi Rahal	R'dat	569	3 015
Adamna	Ksob	1 733	1 000

Cette production importante de sédiments constitue un risque majeur de déperdition de la retenue des barrages. Au niveau du barrage Lalla Takerkoust, les campagnes de mesures bathymétriques réalisées depuis la surélévation du Barrage en 1981 jusqu'en 2002, montrent que la retenue de ce barrage a connu un envasement de 22,6% du volume de la retenue à la côte normale, soit un envasement moyen de 0,8 Mm3/an.

D'après L'agence du bassin hydraulique Tensift **débat national sur l'eau Novembre 2006**

2.6. Caractéristiques de l'oued N'fis principale affluent de l'oued Tensift :

L'oued N'FIS est un sous bassin principal de l'oued TENSIFT. Il draine une superficie de 1686 km² au niveau du barrage LALLA TAKERKOUST qui se situe à l'aval des zones de ruissellement actif. Son cours d'eau mesure 152 km jusqu'à sa réunion avec l'oued TENSIFT.

2.6.1. Localisation du sous bassin N'fis :

Le bassin versant du N'fis est localisé au flanc Nord du massif central à l'ouest de Toubkal entre 30,5 et 31,2° Nord et entre les longitudes 7, 55° et 8, 40° W (voir fig.5). L'oued N'fis constitue le plus important oued du bassin Tensift du fait de ces apports d'eau qui atteignent jusqu'à 504,5 Mm3

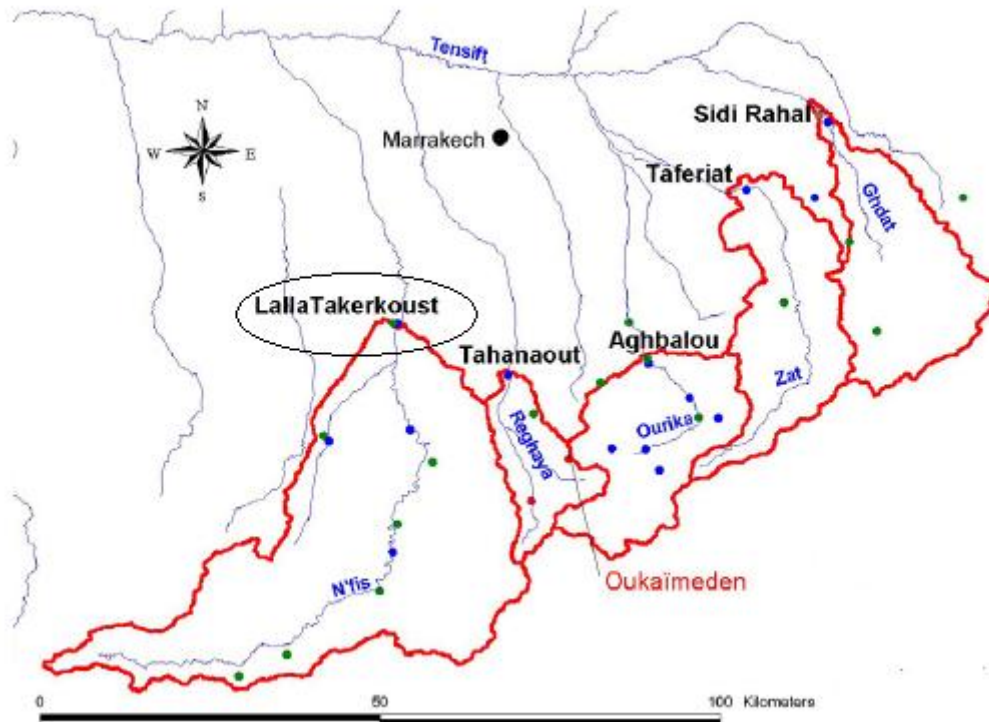


FIG 5 : position géographique du sous bassin N'fis

2.6.2. GEOLOGIE DU SOUS BASSIN N'FIS:

Le bassin versant du N'FIS se compose essentiellement d'un socle primaire affecté par l'orogénèse hercynienne dont la couverture est d'âge secondaire et tertiaire. Il se divise en deux parties :

- ✓ Domaine de la chaîne atlasique

Il se compose de chaînes intercontinentales longues et mésozoïques en repos sur le socle hercynien ou précambrien.

- ✓ Plaine du HAOUZ

La plaine du HAOUZ est un bassin de sédimentation dans lequel se sont accumulées au Néogène et au quaternaire des formations détritiques continentales et fluviales issues du démantèlement de la chaîne atlasique.

Lithologiquement le sous bassin N'fis se compose de:

- Formation dominante schisteuse au centre.
- Formation magmatique aux extrémités Est et Ouest.
- Formation calcaire au sud.
- Formation de plaine au nord.
- Formations secondaires marno-calcaire et gréseuses (voir fig.6).

On remarque que dans l'ensemble, les faciès imperméables restent prédominants.

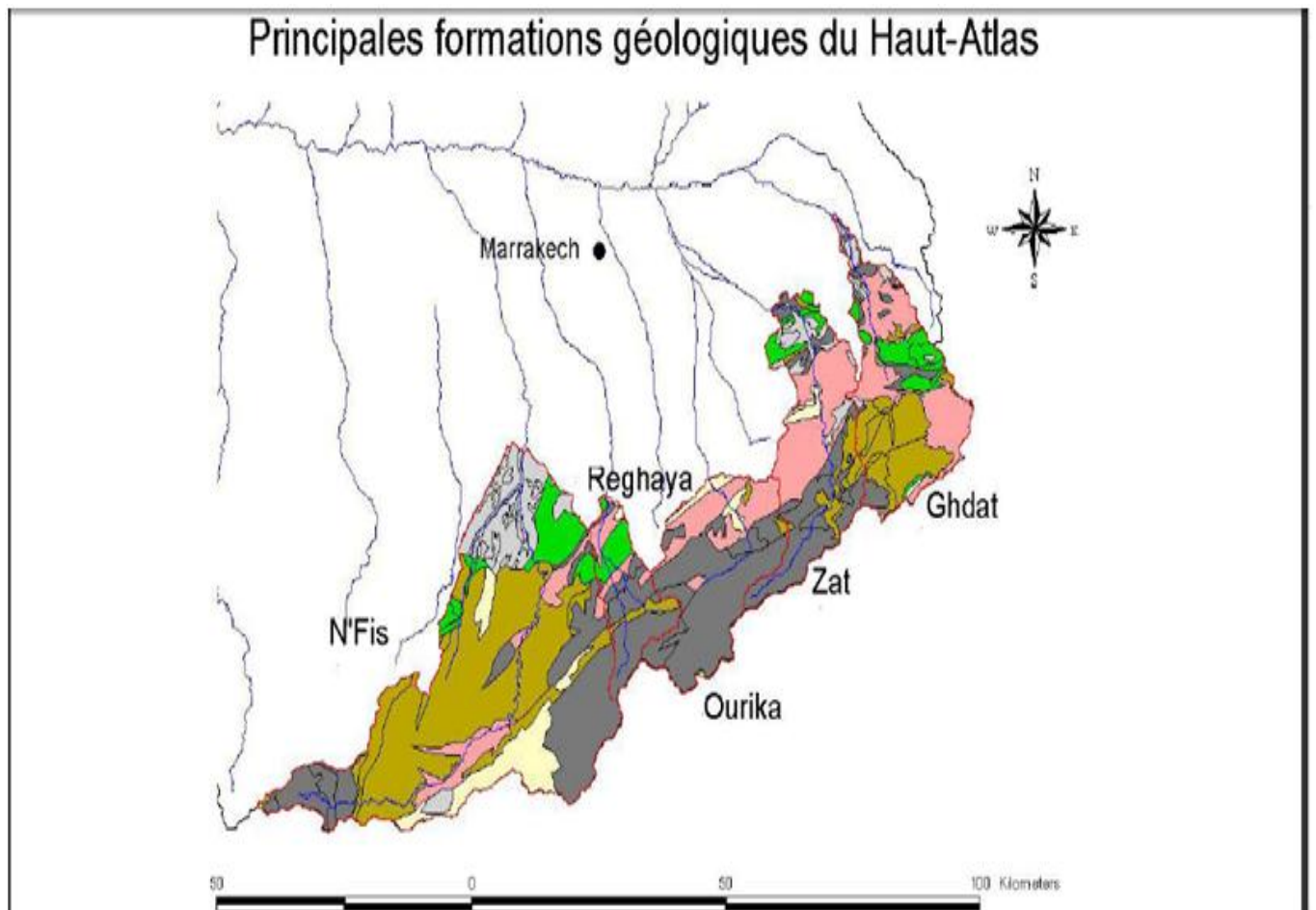


FIG 6 : formation lithologique du sous bassin N'fis (Mémoire d'Alexandre Duclaux 14octobre 2005)

2.6.3. Caractéristique morphologique :

La morphologie des bassins versants est un paramètre qui influence tout comportement hydrologique, notamment sur l'évolution des écoulements en périodes des crues. Autrement dit, en plus de la nature des averses, se sont les caractéristiques morphologiques des bassins versants qui contrôlent la forme des hydrogrammes à l'exutoire. Ces caractéristiques morphologiques sont indiquées dans le tableau 2 ci-dessous :

Caractéristiques	Bassin de N'Fis
Périmètre (Km)	205
Surface (Km ²)	823,6
Indice de compacité	1,7
Altitude Max (m)	4088
Altitude Moyenne (m)	2057,6
Altitude Min (m)	1115
Longueur du cours d'eau principal (Km)	68
Longueur total du cours d'eau (Km)	2887,2
Longueur du rectangle équivalent (Km)	83,7
Largeur du rectangle équivalent (Km)	9,8
Pente Max (%)	62,5
Pente Moyenne (%)	19,3
Pente Min (%)	0,1
Densité de drainage (Km ⁻¹)	2,2

TABLEAU 2 : Caractéristiques morpho métriques et physiographiques du bassin de N'Fis (agence du bassin hydraulique Tensift Mr.kihal)

Le bassin de N'fis, comprend des zones de haute altitude, ce qui va influencer son régime pluviométrique qui peut être à la fois pluviale et nivale, et dans ce cas les débits vont être importants lors de la fonte de neige.

Le périmètre et la surface sont deux paramètres complémentaires, ils montrent que le bassin de N'Fis est plus large avec 823.6 Km².

L'indice de compacité, la largeur et la longueur du rectangle équivalent sont également des paramètres complémentaires, ils nous montrent que le bassin de N'Fis est plus long que large. On note également une pente moyenne forte, donc le bassin est caractérisé par une vitesse d'écoulement plus élevée, qui va favoriser l'érosion et le glissement de terrains surtout lors des précipitations intenses.

2.6.4. Pluviomètres existants dans le bassin :

De l'amont du bassin de N'Fis jusqu'au barrage de Lalla Takerkoust, il existe treize Stations pluviométriques connues par leurs coordonnées Lambert (voir tableau 3) :

NOM DU POSTE	N° IRE	PLUIE MOYENNE ** (mm)	Nbre ans observés	COORDONNEES			ORGANISME
				X	Y	Z	
ZTE.LALLA TAKERKOUST	8968	275	48	239.400	80.200	836	ONE
AMEZMIZ	1009	485	36	228.80	71.600	1009	EF
TIZIGUI	8464	473	16	234.10	469.50	8464	EF
TIZI GHOURAN	8468	507	13	226.000	70.000	8468	EF
OUIRGANE	5913	400,5***	72	244.65	67.630	5913	EF
TALATE N'OS	7608	325	30	239.55	458.550	7608	EF
IJOUKAK	4328	352	35	236.90	446.70	4328	EF
IDNI	4248	626	13	223.25	437.90	4248	EF
AGHBAR	1232	593,3***	59	216.20	434.75	1232	EF
TIZIN'TEST	8512	532	9	215.60	433.70	8512	SMN
N'KOURIS	4299	218,7	30	238.90	453.800	4299	DRHT
IMIN.EL HAMMAM	4432	384,3	34	241.40	72.40	4432	DRHT
Bge.TAKERKOUST	8969	264,2	42	239.50	88.200	630	DRHT

TABLEAU 3: stations pluviométrique du N'fis

2.6.5. Oued N'fis à Imine El Hamman:

La station hydrologique IMINE EL HAMMAM, contrôle les entrées des apports au barrage LALLA TAKERKOUST.

Le débit moyen annuel à IMINE EL HAMMAM est de 7.131m³/s, soit un volume annuel de : 225 Mm³.

Ce débit moyen varie entre un maximum de 21.05 m³/s (1987/88) et un minimum de 0.103 m³/s (2000/01)

La crue la plus importante observée est celle du 28/10/1999 d'un débit de pointe de 1575m³/s

(Agence du bassin hydraulique Tensift Mr.kihal)

Le bassin Tensift est confronté à :

- **la rareté et l'irrégularité des apports annuels aussi bien en eau de surface qu'en eau souterraine, n'arrange rien les besoins en eau sont sans cesse croissants. ce qui pose un vrai problème de gestion des ressources en eau.**
- **un taux outrancier d'exploitation des réserves renouvelables des principales nappes.**
- **L'évacuation des eaux usées à l'état brute dans le milieu naturel.**
- **l'utilisation excessive et mal maîtrisée de fertilisants et de pesticides constitue une source de pollution constante des ressources en eau.**

Partant de ces considérations et en vue de relever le défi stratégique visant à assurer l'approvisionnement en eau du bassin avec régularité, l'Agence du Bassin Hydraulique du Tensift doit disposer d'une vision à long terme en matière de planification, du développement, de gestion et de conservation des ressources en eau.

Cette vision peut en principe être disponible dans un avenir proche grâce à la DRPE.

3. LOCALISATION DU BARRAGE LALLA TAKERKOUST :

3.1. Position géographique du barrage :

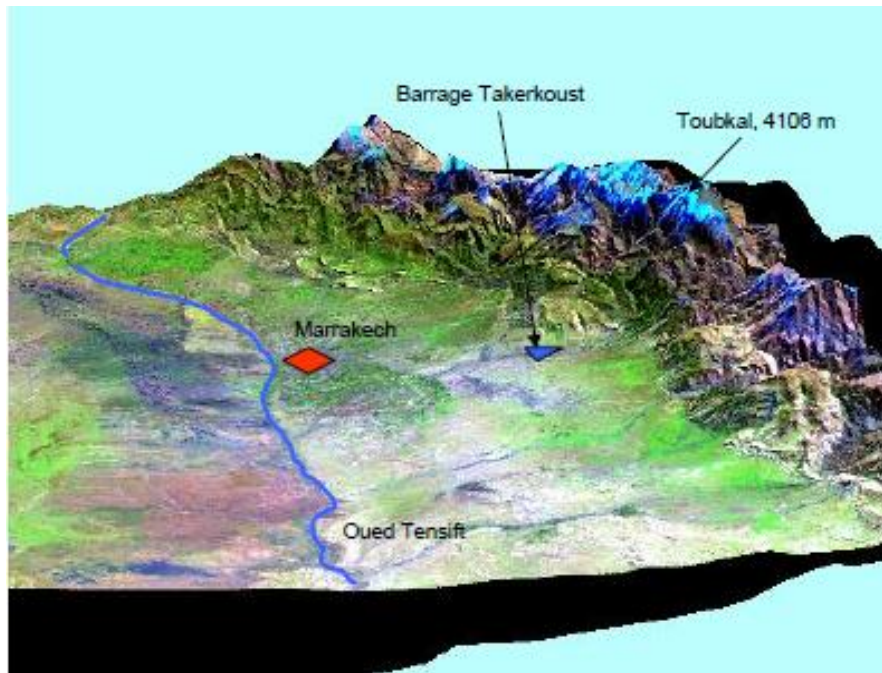
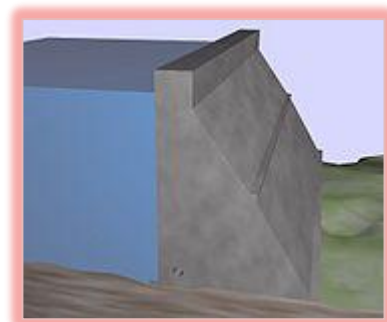


FIG 7 : Model numérique montrant la position du barrage Lalla Takerkoust Dans le bassin Tensift

Le barrage Lalla Takerkoust, situé à environ 35 Km au Sud Ouest de Marrakech, a été construit entre 1929 et 1935 pour l'irrigation et la production d'énergie électrique. Il est construit sur l'oued N'fis qui prend sa source dans la chaîne du haut Atlas et qui est un affluent de l'oued Tensift traversant d'Est en Ouest l'immense plaine alluviale du Haouz de Marrakech d'une superficie d'environ 6.000 Km².

3.2. Type du barrage :

Il s'agit d'un barrage poids en béton (un barrage dont la propre masse suffit à résister à la pression exercée par l'eau. C'est un barrage relativement épais, dont la forme est simple) comprenant 28 plots qui créaient à l'origine une accumulation de 53 millions de m³. Du fait de l'envasement important, le volume en Mars 1975 n'était plus que de 34 millions de m³. Aussi, et pour accompagner les extensions et la modernisation de l'ensemble du périmètre du Haouz.



Barrage poids

Le barrage de Lalla Takerkoust a été surélevé entre 1978 et 1980 afin de porter la superficie irriguée à 9.800 ha et la production moyenne annuelle d'énergie électrique à 15 millions de KWh.

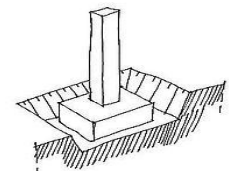
Outre la surélévation de 9 m de l'ouvrage existant, le barrage a été prolongé par 6 plots type poids en rive droite et 6 en rive gauche. Il a également eue un réaménagement des plots existants, ainsi :

- les 2 plots de l'extrémité du barrage existant ont été démolis et refaits (leur profil est du même type que les plots des prolongements).
- les 8 plots des rives ont été surélevés en conservant le profil type poids par engraissement côté parement aval.
- les 4 plots de la partie centrale ont été surélevés en adoptant dans la partie haute un profil moins incliné et en assurant leur stabilité par la mise en œuvre de tirants de précontrainte de fort tonnage ancrés dans le rocher de fondation.
- les seuils des 4 plots de l'évacuateur ont été surélevés en conservant le profil Creager.

Les travaux de surélévation ont nécessité la mise en œuvre de 280 tirants de précontrainte allant de 45 à 620 tonnes. La longueur totale des tirants est de 8.000 ml et le poids d'acier de précontrainte atteint 370 tonnes.

D'après « secrétariat d'Etat chargé de l'Eau » Royaume du MAROC

NB : un plot de fondation : est un ouvrage d'infrastructure qui reprend les charges ponctuelles d'un organe de structure d'une construction (par exemple : poteau , pilier ,colonne) et qui transmet et répartit ces charges sur le sol (fond de coffre ou niveau d'assise) d'après wikipédia.



3.3. L' ETAT DE LA RETENUE :

La production importante de sédiments constitue un risque majeur de déperdition de la retenue du barrage Lalla Takerkoust, les campagnes de mesures bathymétriques réalisées avant la surélévation du Barrage 1936 à 1975 ont montrés que la retenue du barrage Lalla Takerkoust a connu un envasement moyen de 0,5Mm³ /an et après la surélévation 1981 Jusqu'en 2002, la retenue a connu un envasement de 22,6% du volume de la retenue à la cote normale, soit un envasement moyen de 0,8 Mm³/an. Ce qui indique une augmentation de l'envasement comme le montre le tableau 4 :

Année	Période	Volume de la retenue à la côte normale	Taux d'envasement en %	Volume d'envasement en Mm ³	Volume Cumulé en Mm ³	Volume annuel en Mm ³ /an
1981		72.5				
1982	1981-82	70	3.4	2.5	2.5	2.5
1988	1982-88	68.9	5.0	1.1	3.6	0.18
1999	1988-99	60.7	16.3	8.241	11.841	0.75
2002	1999-2002	56.1	22.6	4.577	16.418	1.53

TABLEAU 4 : l'évolution du volume de la retenue du barrage Lalla Takerkoust

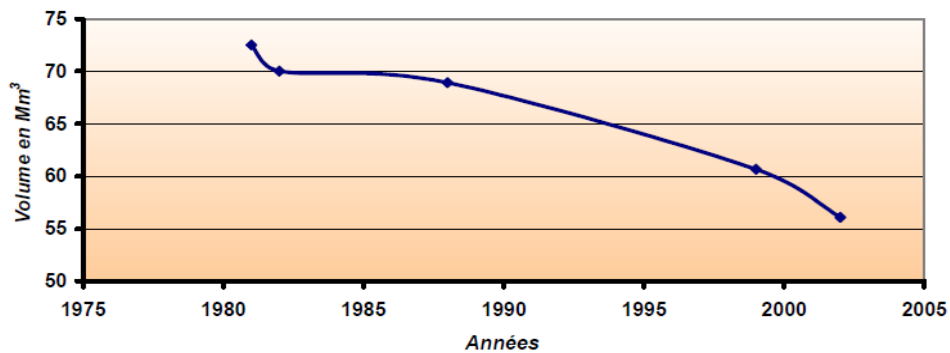


FIG 8 : l'évolution du volume de la retenue du barrage Lalla Takerkoust

On conclue que L'envasement s'accentue davantage en périodes de sècheresses 1981-85 et 1999-2002.

D'après :

L'agence du bassin hydraulique Tensift **débat national sur l'eau Novembre 2006.**

<http://iahs.info/redbooks/a137/137020.pdf>

PHOTOS DU BARRAGE LALLA TAKERKOUST



« Dieu, la Patrie, le Roi »

La devise marocaine est inscrite sur tous les grands barrages.

4. La gestion de barrage :

La gestion des retenues des barrages est conditionnée par :

- ✓ le niveau de remplissage.
- ✓ le besoin en eau à satisfaire.
- ✓ l'espérance d'apports prévisionnels.

La possibilité de prévoir les apports des mois à venir joue un rôle essentiel dans les consignes de gestion des réservoirs existants, elle implique l'exploitation de toutes informations hydrologiques et pluviométriques existantes .

En fonction des prévisions, les utilisateurs (ONEP = Office National de l'Eau Potable, ONE = Office National de l'Electricité, ORMVAH = Office Régional de Mise en Valeur Agricole de l'Haouz) établissent leurs besoins. Ainsi, une gestion optimale consiste à équilibrer les besoins et les offres proposées à ses usagers.

4.1. Stratégie de gestion des réservoirs :

La stratégie de gestion des réservoirs en temps réel consiste à choisir au début de la campagne agricole (mois de septembre) les programmes de qualité d'eau, sur les bases du stock de retenue et l'espérance d'apports au non dépassement. L'actualisation du programme s'effectue en janvier, février ou pendant le reste de la campagne.

La règle de gestion est l'opération qui permet de déterminer à chaque période de temps, le volume d'eau utilisé à partir des barrages pour satisfaire les différentes tâches. Les ressources d'eau sont calculées par :

Ressources totales = retenue de barrage + apports prévisionnels -(évaporation+fuites)

Et pour une bonne gestion d'un barrage il est nécessaire de regrouper toutes les données intervenantes dans le bilan hydraulique journalier.

D'après l'Agence du bassin hydraulique Tensift Mr.Maataoui

4.2. Bilan hydraulique journalier :

BARRAGE LALLA TAKERKOUST (principale) Mois : JUILLET 2009													
Bilan hydraulique journalier Volume en millions de m3													
JOUR	Côté à 8H	Volum n mm	Variat Réserv	Evap- ration	Fuites n mm	RESTITUTIONS					Total Réstitué	APPORTS	
						EVC	CMG	ONE	VF	CAM		Volume	Débit
1	663,9	50,3	-0,046	0,026	0,02	0	0,0007	0,45900	0	0,0019	0,46159	0,45752	5,30
2	663,9	50,3	-0,046	0,024	0,02	0	0,0005	0,44400	0	0,0019	0,44639	0,44040	5,10
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
30	663,3	47,6	-0,138	0,039	0,02	0	0,0007	0,49050	0	0,0019	0,49309	0,41060	4,75
31	663,3	47,5	-0,184	0,041	0,02	0	0,0006	0,47550	0	0,0019	0,47799	0,35060	4,06
1	663,2	47,3											
Total mensuel en			-2,994	0,682	0,5	0	0,0204	12,6772	0,000	0,0587	12,756	10,942	126,65
Débit Moyen en M			-1,12	0,25	0,19	0,00	0,01	4,73	0,000	0,022	4,76	4,09	4,09
EVC = évacuateur de crue CMG = compagnie Minière de Gmassa ONE = Office National 'électricité VF = Vidange de fond CAM = Conduite d'amzough rive droite et rive gauche													

Le bilan hydraulique journalier est formé des paramètres suivants:

- côte : elle est mesurée chaque jour à 8h du matin.
- Volume de la retenue : il est défini par « le barème côtes surfaces et volumes (bathymétrie 2003) » chaque barrage à un barème.
- variation de la réserve(ou de la capacité) : volume d'eau contenue dans la retenue qui est un lac artificiel crée par le barrage, elle est calculée à partir du volume de la retenue :
Exemple : variation de la réserve= le jour7 - jour6.
- évaporation : (surface moyenne Km² *hauteur évaporée corriger mm) /1000.
 - Hauteur évaporée corriger mm =hauteur évaporée mm*0,8.
 - Hauteur évaporée mm = hauteur bac (mm) +hauteur pluie (mm).
- fuites : sont calculées par les jaugeages (ces jaugeages sont effectué à l'aide du moulinet ou micro moulinet, quand le barrage ne déverse pas. le moulinet est un appareil de mesure de la vitesse du mouvement d'un fluide, il est composé d'une hélice qui détecte la vitesse du courant et transmet les indications à un compteur).
- restitutions :
 - ✓ EVC: l'évacuateur de crue c'est un ouvrage destiné à évacuer une partie du volume d'eau que la crue apporte pour éviter que le barrage soit submergé.
 - ✓ CMG: la compagnie minière de Guemassa, c'est elle qui gère la quantité d'eau qu'elle a prélevée, et elle en informe l'ABHT de la quantité prélevée (pour le prix).

- ✓ ONE : l'office National de l'Electricité, le barrage produit de l'énergie électrique par turbinage. une Turbine : est un organe de transformation de l'énergie de l'eau en énergie mécanique caractérisé par une conduite des eaux sous pression.
- ✓ VF : la vidange de fond est un organe d'évacuation situé au pied du barrage pour vider la retenue.
- ✓ CAM : conduite d'amzough rive droite et rive gauche.
- Totale restitué : la somme de toutes les restitutions.
- Apports :
 - ✓ Volume : totale restitué+ fuites +évaporation+ variation de la réserve.
 - ✓ Débit : volume / 0 ,0864 (volume*1000000/ (60*60*24)).

Après avoir saisi les bilans journaliers de chaque année allant de Septembre en Août il est nécessaire de transformer ces données en bilans mensuels et en un bilan annuel, cela va permettre de dresser des courbes mensuelles et annuelles et aussi de préciser les débits de pointe et de deuxième pic de chaque année, ce travail est effectué dans le but de bien comprendre l'évolution et la gestion du barrage .

D'après :

L'Agence du bassin hydraulique Tensift Mr.Maataoui

<http://www.barrages-cfbr.eu/index2.html>

4.3. Les ouvrages annexes :

Un barrage est toujours accompagné d'ouvrages annexes qui sont indispensables à son bon fonctionnement, ils comportent l'évacuation des crues, la vidange et la prise d'eau. Une usine hydroélectrique éventuelle peut être séparée ou intégrée au corps du barrage.

4.3.1. Évacuateur de crue :

Seul le problème du déversement des crues sur la crête des barrages est traité ici. Les déversoirs doivent être dessinés pour laisser passer, sans dommage, les plus grosses crues admissibles. La détermination de la crue exceptionnelle (crue maximal possible) relève de l'hydrologie.

4.3.2. Prises d'eau :

Ces dispositifs sont destinés à prélever, presque en permanence, de l'eau dans la retenue pour alimenter soit le réseau utilisant cette eau (irrigation, alimentation en eau potable, besoins industriels), soit une usine hydroélectrique. Ils doivent donc pouvoir fonctionner pour des niveaux variables de la retenue.

4.3.3. Vidanges de fond :

La plupart des barrages-réservoirs doivent être munis d'un ouvrage de vidange placé en fond de la retenue et ayant une capacité plus importante que celle d'un simple dispositif de prise. Les rôles de la vidange de fond sont :

- De vider la retenue pour la surveillance.
- l'entretien et la réparation du barrage et de ses ouvrages annexes.
- Accessoirement, son utilisation en phase provisoire, pour laisser passer le débit courant de la rivière ou une petite crue éventuelle pendant la construction du barrage.
- De remplacer la prise d'eau pour permettre la réparation de celle-ci en cas de défaillance.

L'Agence du bassin hydraulique Tensift Mr.Maataoui

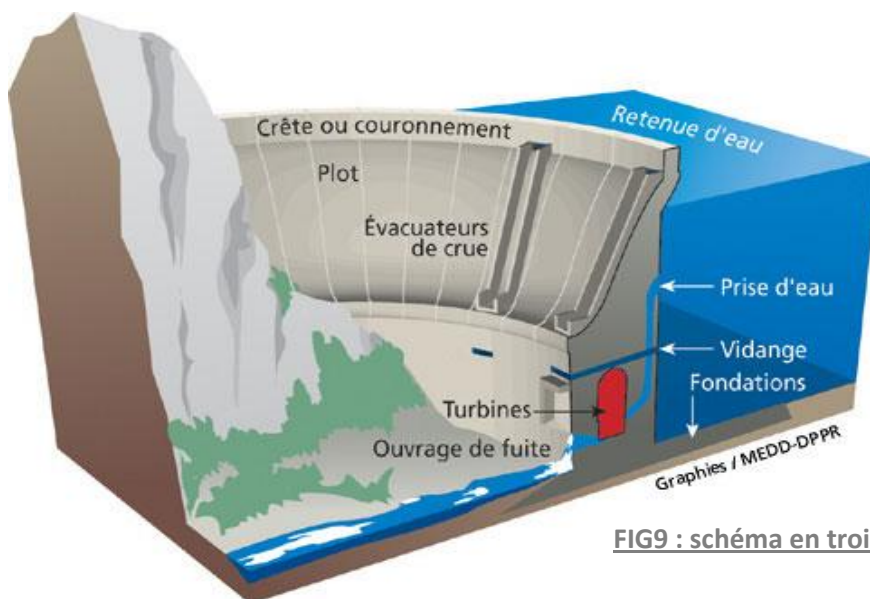


FIG9 : schéma en trois dimensions d'un barrage

4.4. Les problèmes aux quels est confronté un barrage:

Pour une bonne gestion il faut connaitre les problèmes du barrage.

- L'envasement :

Le taux d'envasement est la quantité du transport solide dans un volume d'eau, il représente la vie d'un barrage. Plusieurs méthodes sont pratiquées pour la lutte contre l'envasement, on distingue :

- Reboisement du bassin versant.
- Seuil de rétention ce qui cause la décompte des sédiments au niveau des seuils.
- Gabionnage pour éviter les éboulements des berges.
- Dragage de l'envasement.
- Sécheresse :

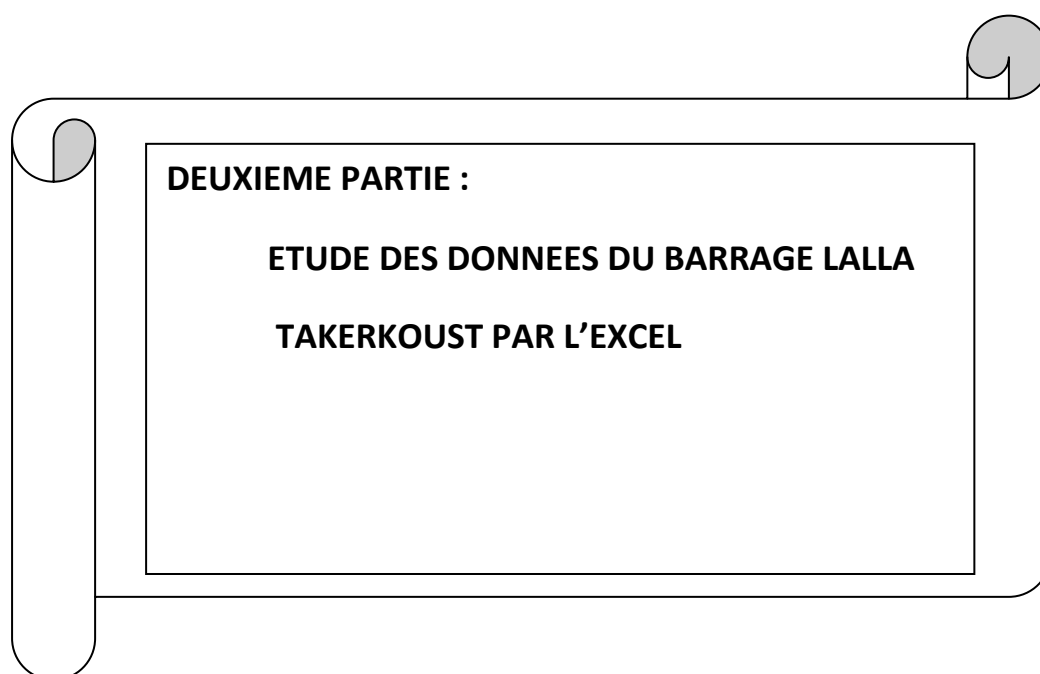
La gestion des eaux en périodes sécheresses nécessite la prise de mesures appropriées pour faire face aux pénuries d'eau, il faut par exemple :

- Limiter le turbinage au seul besoin agricole ou AEP (éviter les turbinages exclusifs).
- Réduire les superficies à irriguer en printemps ou en été.
- Réduire les dotations à l'hectare.
- Assurer la sauvegarde et le maintien de l'arbo-culture.
- Encourager les recours au pompage à partir des eaux souterraines.
- Appliquer les réductions allant jusqu'à 25% pour les dotations d'AEP.
- Campagne de sensibilisation pour l'économie de l'eau.
- Les crues :

Dans les périodes de crue, on s'organise en permanence afin de suivre la situation au niveau des stations hydrologiques en amont du barrage et prendre les dispositions nécessaires telles que :

- Turbinage des volumes supplémentaires.
- La vidange du fond pour minimiser les envasements.
- Ouverture des évacuateurs de crue pour baisser la pointe de la crue

L'Agence du bassin hydraulique Tensift Mr.Maataoui



1. L'Evolution annuelle :

A partir du bilan hydraulique journalier, nous avons établi un bilan hydraulique annuel de 25 années hydrologiques de la période Septembre 1982 à Août 2008.

Ce bilan hydraulique annuel nous a permis de dresser des courbes d'évolutions annuelles de l'évaporation, des fuites et de l'évacuation des crues :

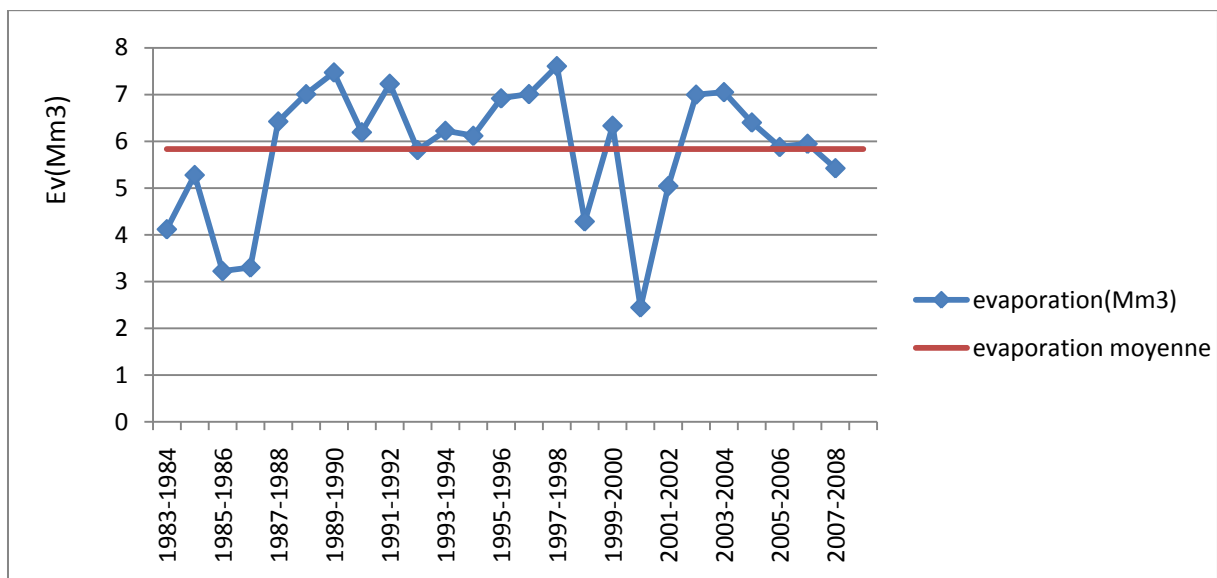


FIG 10 : EVOLUTION DE L'ÉVAPORATION ANNUELLE DU BARRAGE LALLA TAKERKOUST

Ce graphique de l'évolution annuelle de l'évaporation nous permet de différencier les années chaudes de celles à température moins élevée. En effet, lorsque la courbe du volume évaporé est au dessus de celle de l'évaporation moyenne, on peut dire que l'année est sèche.

→ La période a été sèche ces 25 dernières années, car l'évaporation est importante.

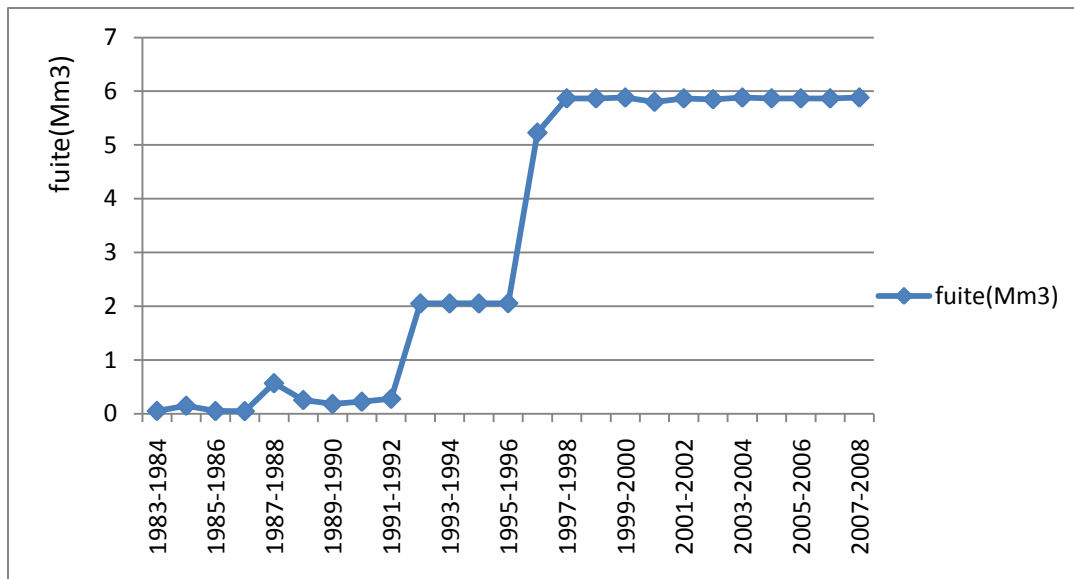


FIG 11 : VARIATION DES FUITES DU BARRAGE LALLA TAKERKOUST (1983-2008)

Ce graphique de l'évolution annuelle des fuites du barrage Lalla Takerkoust nous permet seulement de constater que les fuites augmentent soudainement, puis se stabilisent, probablement suite à une usure de l'étanchéité des vannes du barrage ou voir d'éventuelles fissures.

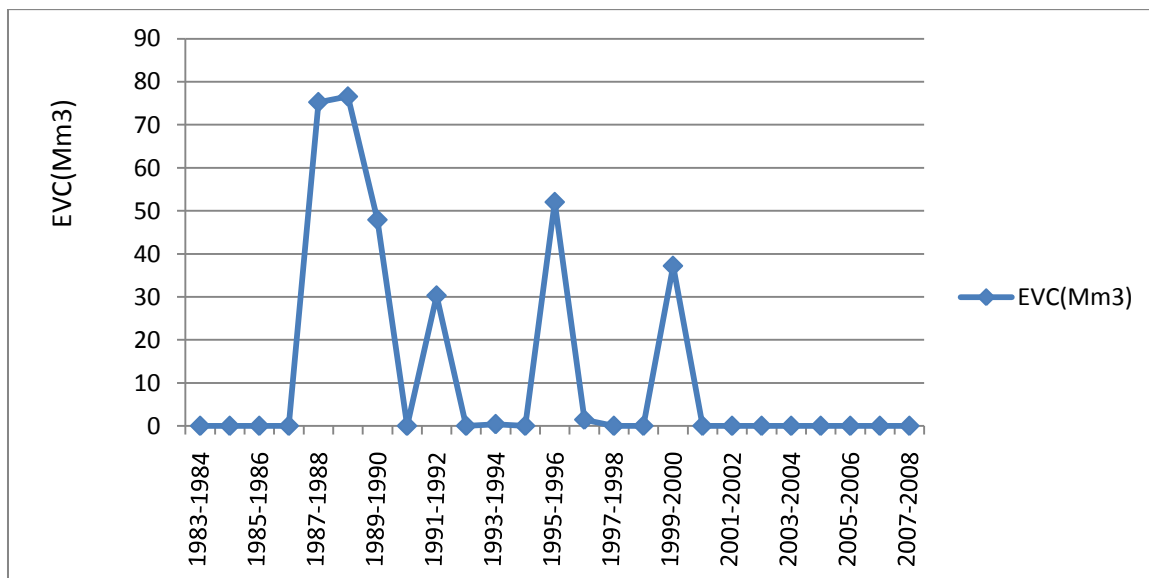


FIG 12 : EVOLUTION DE L'EVACUATION DE CRUE

Le graphique de l'évolution annuelle de l'évacuation des crues nous montre les années qui ont connues des crues importantes et qui ont remplies le barrage.

On remarque que sur ces 25 dernières années, les évacuateurs ont fonctionnés 6 fois, se sont des années de fortes précipitations et de débits importants.

Par ailleurs les autres années, il n'y a pas eu recours à l'évacuation car les apports n'étaient pas suffisants pour atteindre 100% de remplissage.

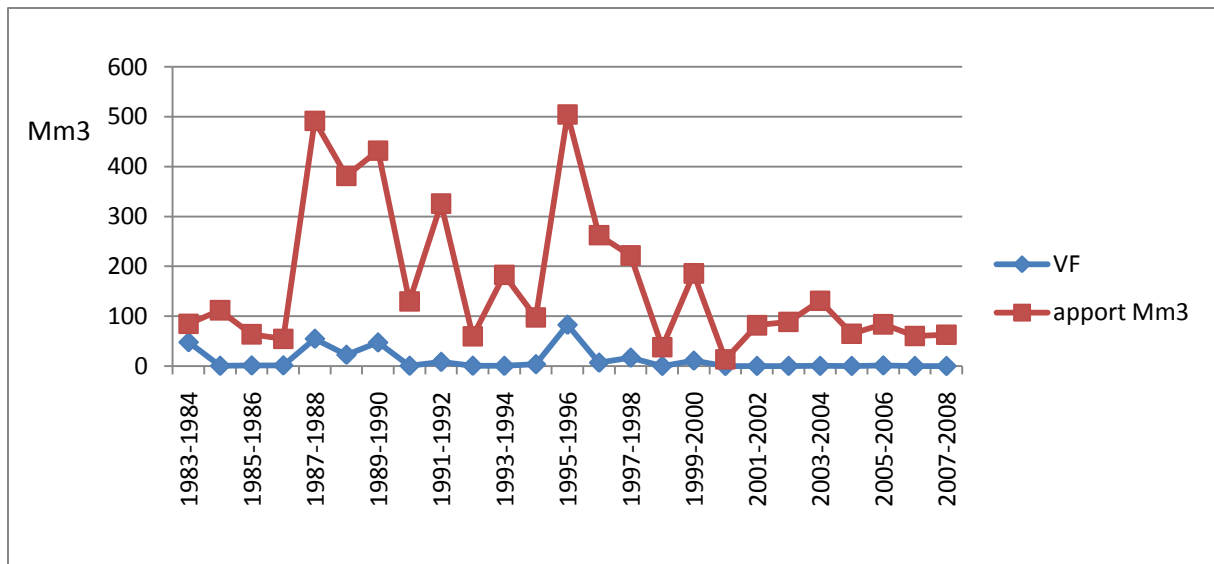


FIG 13 : Comparaison de la variation de la vidange de fond et des apports du barrage Lalla Takerkoust

On remarque que la vidange de fond suit les fluctuations de la courbe des apports, ce qui est logique puisque la vidange ne se fait d’une façon importante que lorsque les réserves d’eau sont au mieux.

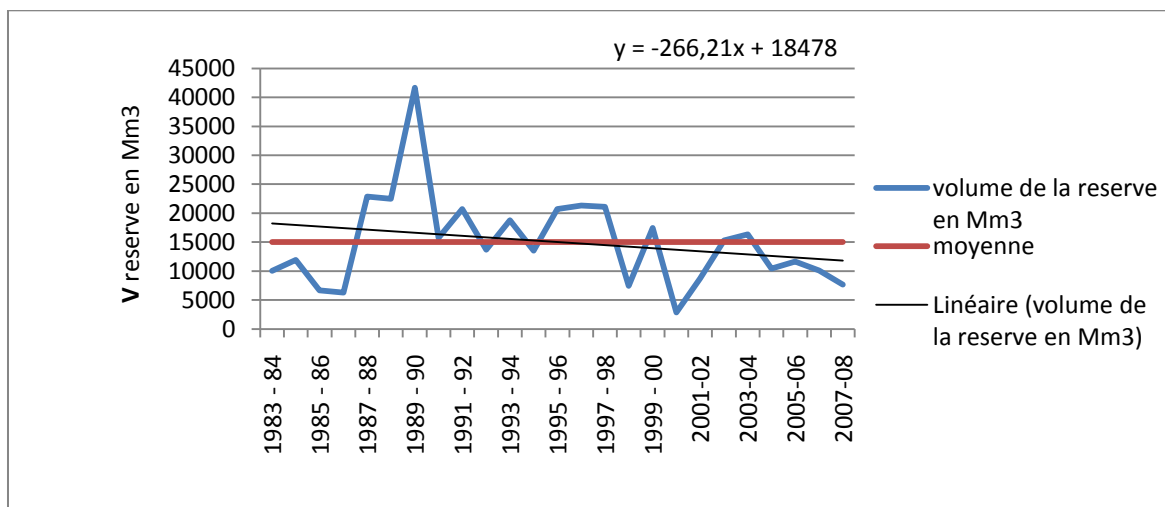


FIG 14 : variation annuelle du volume de la réserve du barrage Lalla Takerkoust en Mm3

Le volume de la réserve du barrage a atteint son maximum en 1989-1990. La Plupart des valeurs sont au dessous de la moyenne (15000Mm3), ce qui confère à la réserve du barrage un régime sec. Et la tendance générale au cours de ces dernières années est à la baisse globale du volume de la retenue comme nous le montre la droite de tendance et son équation.

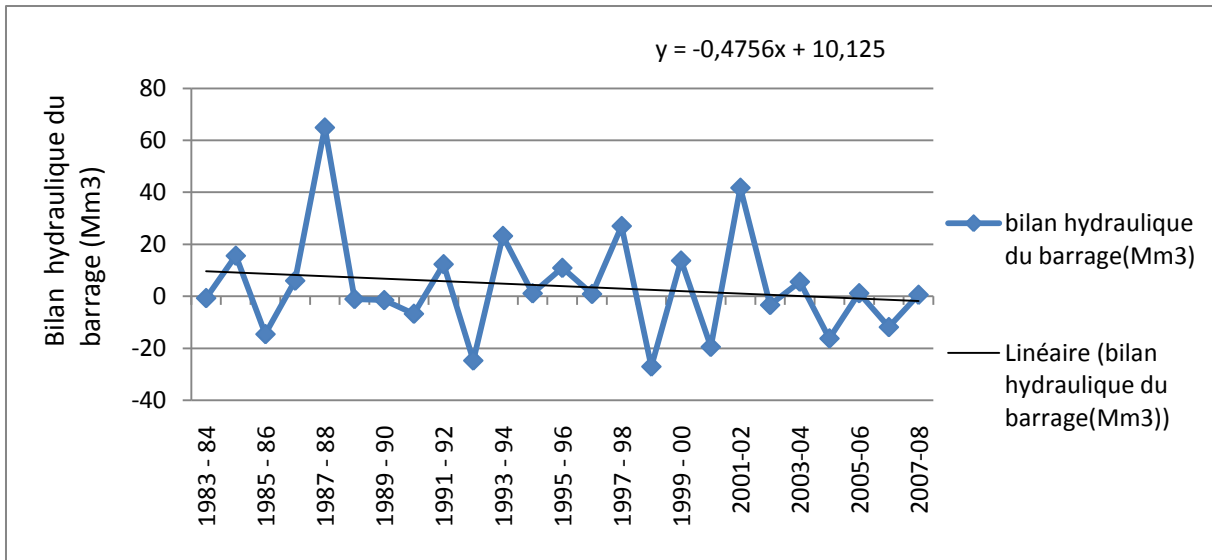


FIG 15 : bilan hydraulique(Mm3) du barrage Lalla Takerkoust

Le bilan hydraulique du barrage montre une tendance à la baisse (courbe de tendance) appart quelques années privilégier par des apports plus au moins important (10 années), le barrage déverse autant de restitution qu'il n'entre d'apports si ce n'est plus.

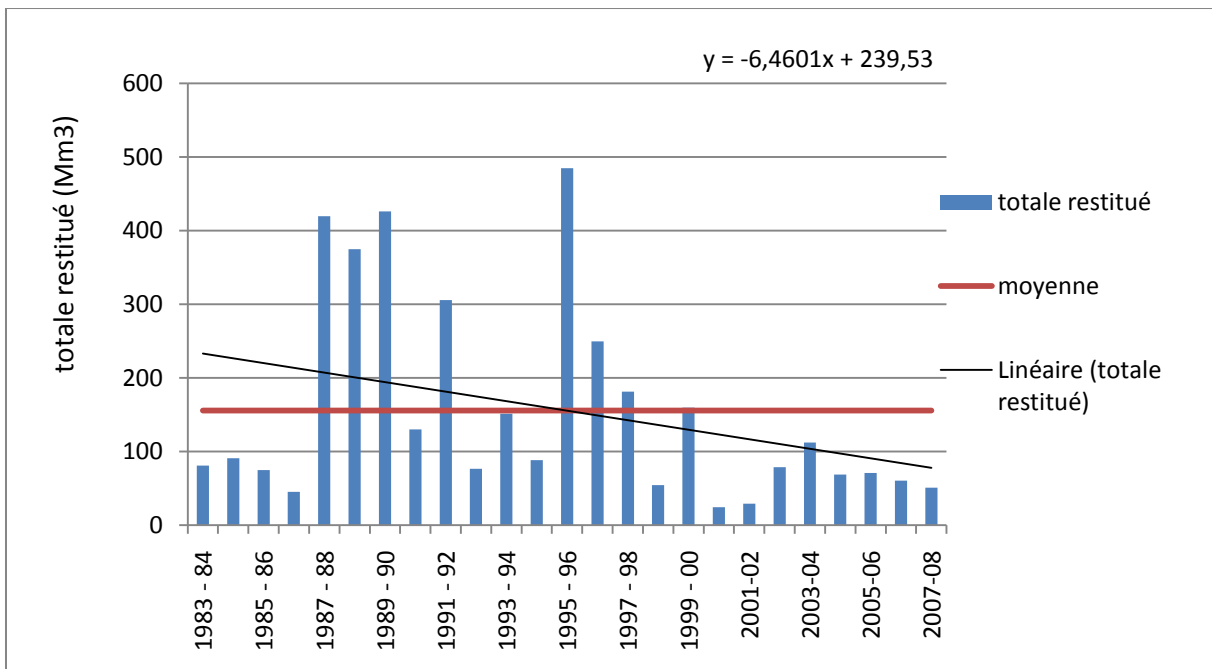


FIG16 : variation du totale restitué du barrage Lalla Takerkoust Mm3

On remarque que les restitutions non pas cessées de diminuer est sont très loin de la moyenne depuis 2000-2001, ce qui est tout à fait normale puisque les apports du barrage étaient au plus bas.

La tendance à la chute des restitutions des eaux est visible par la droite de tendance qui montre la diminution globale des apports hydrologiques et la tendance à la sécheresse.

Données pluviométriques de la station climatologique située à proximité du barrage Lalla Takerkoust. Il en est ressorti le graphique suivant :

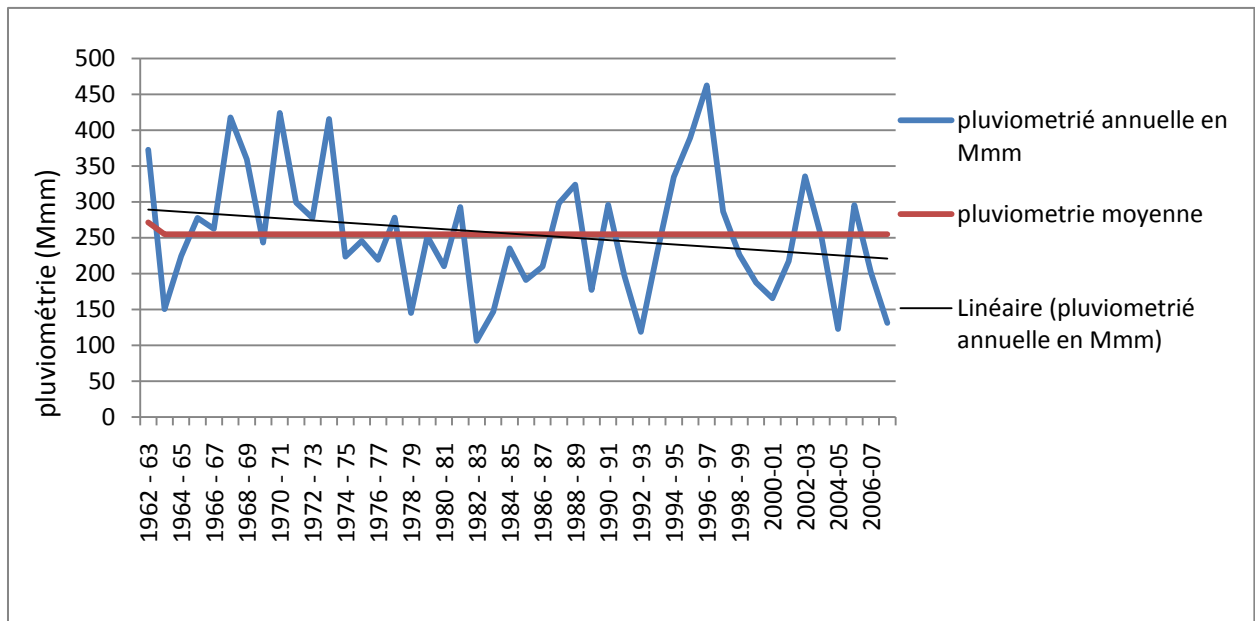


FIG 17 : EVOLUTION DE LA PLUVIOMETRIE DE LA STATION TAKERKOUST

Les précipitations sont très variables, le coefficient de variation des précipitations annuelles est de l'ordre de : 0,34

Ces 46 dernières années la plus pars des années étaient au dessous de la moyenne, par ailleurs nous avons constaté une légère tendance à la baisse générale de la pluviométrie annuelles. On conclue donc que ces dernières années ont été caractérisé par la sécheresse.

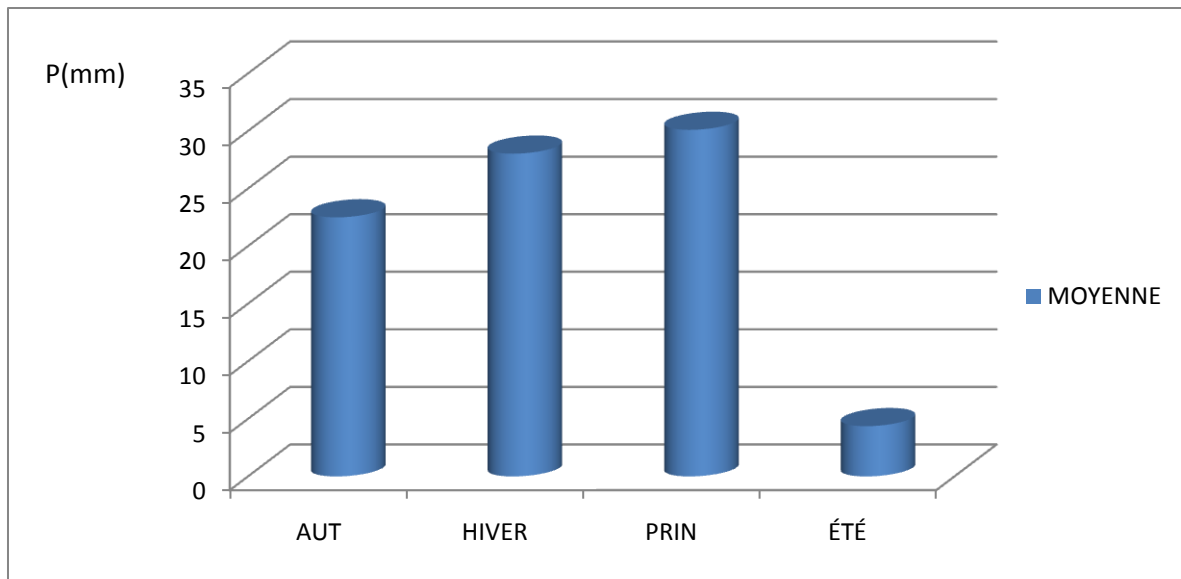


FIG 18 : Répartition saisonnière des précipitations à la station Takerkoust (1983-2008).

On remarque que la station est arrosée durant toutes les saisons sauf l'été où les précipitations sont très rares à part quelques orages localisés et moins importants. Les précipitations augmentent depuis l'automne jusqu'en hiver avec un maximum de 30,10 mm au printemps puis diminuent en été avec un minimum de 4,37 mm. On a un régime pluvial à haute eau hiver-printemps.

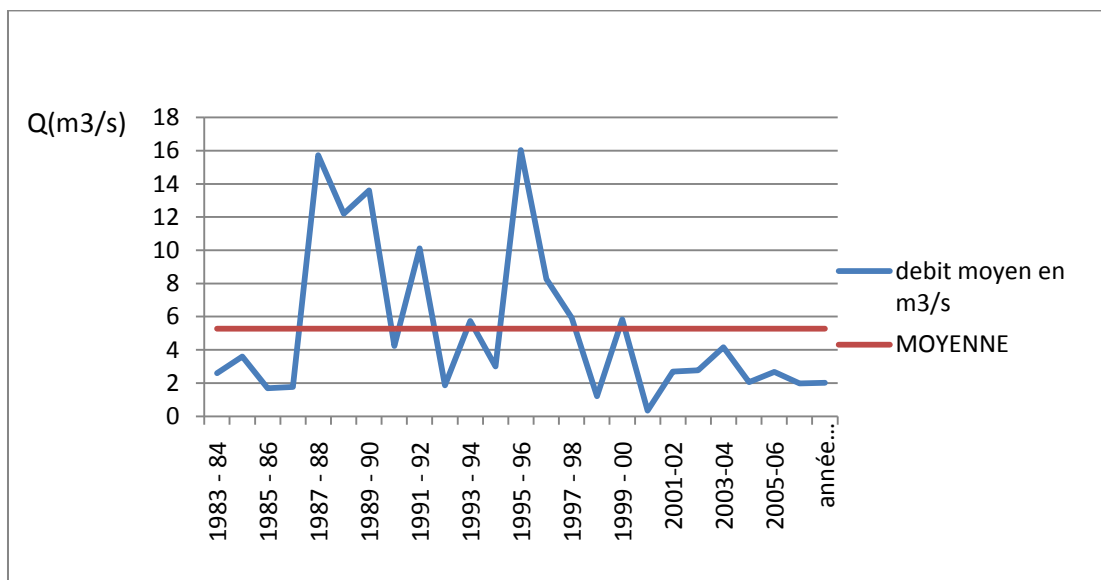


FIG 19 : variation des débits moyens annuels de la station Takerkoust

L'irrégularité est importante et on note des années hydrologiques exceptionnelles qui émergent au milieu de nombreuses années sèches.

Ces années coïncide avec celles où le barrage a connu des périodes de crue, et en dehors de ces périodes le débit est en dessous de la moyenne (254,9 m³ /s)

2. Evolution mensuelle :

- Les apports :

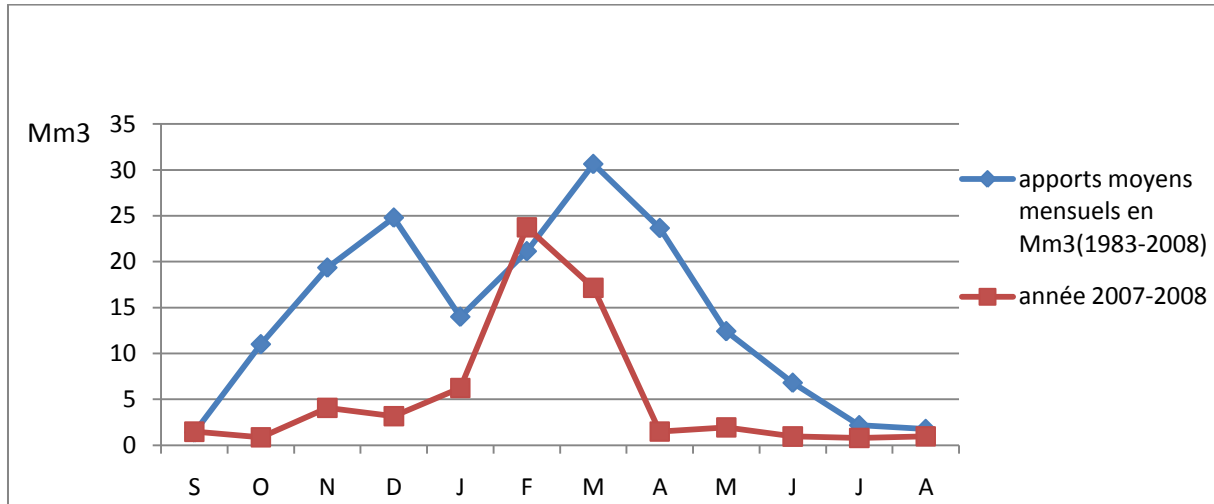


FIG 20 : VARIATION DES APPORTS DE L'ANNEE 2007-2008 PAR RAPPORT AUX APPORTS MOYENS MENSUELS (1983-2008)

Régime hydrologique générale :

Les débits moyens mensuels montrent que le régime hydrologique est un régime à haute eau de fin d'automne à début de printemps. Pendant cette période des pluviométries importantes (pluviométrie totale 207,7mm sur 254,9mm annuelles). L'écoulement superficiel a été important, et c'est lui qui est bénéficière au barrage par ces apports importants (146,02 Mm3 par rapport au totale annuel 168,51Mm3).

Par ailleurs, on remarque que les apports de l'année 2007-2008 sont très inférieures à ceux des apports moyens mensuels (la moyenne de chaque mois depuis 1983-2008). Les apports augmentes du mois d'octobre jusqu'au mois de février et de mars (23,75Mm3) où ils atteignent leur maximum, après ils commencent à diminuer jusqu'à juillet où ils atteignent leur limite inférieure (0,8Mm3). On a un régime avec un seul pic : en hiver. C'est un régime pluvial.

- vidange de fond :

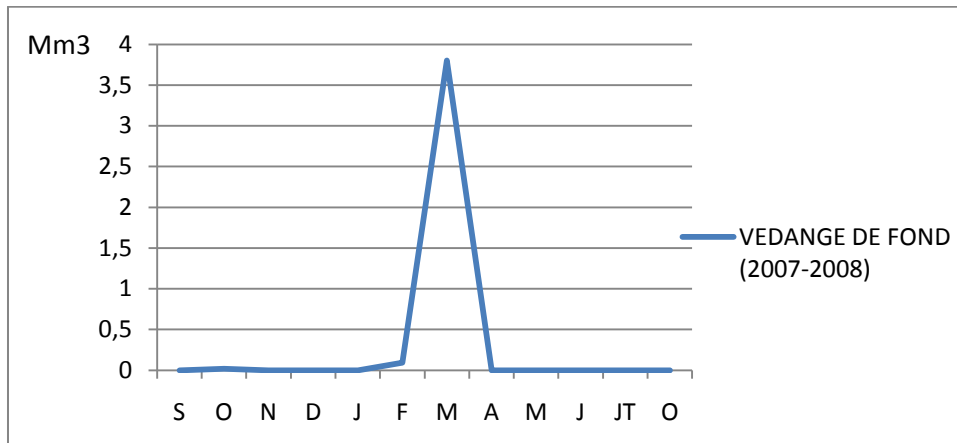


FIG 21 : VIDANGE DE FOND MENSUELLE (2007-2008)

On peut remarquer, d'après ce graphique, que le pic de vidange de fond correspond au mois de mars, ce qui paraît logique étant donné que c'est le mois où les réserves d'eau sont au mieux.

- Evacuateur de crue :

Cette année n'a pas été caractérisée par une forte pluviosité, d'où le non besoin de l'utilisation des évacuateurs de crue (Toutes les valeurs de ce paramètre sont nulles)

- Volume de la réserve :

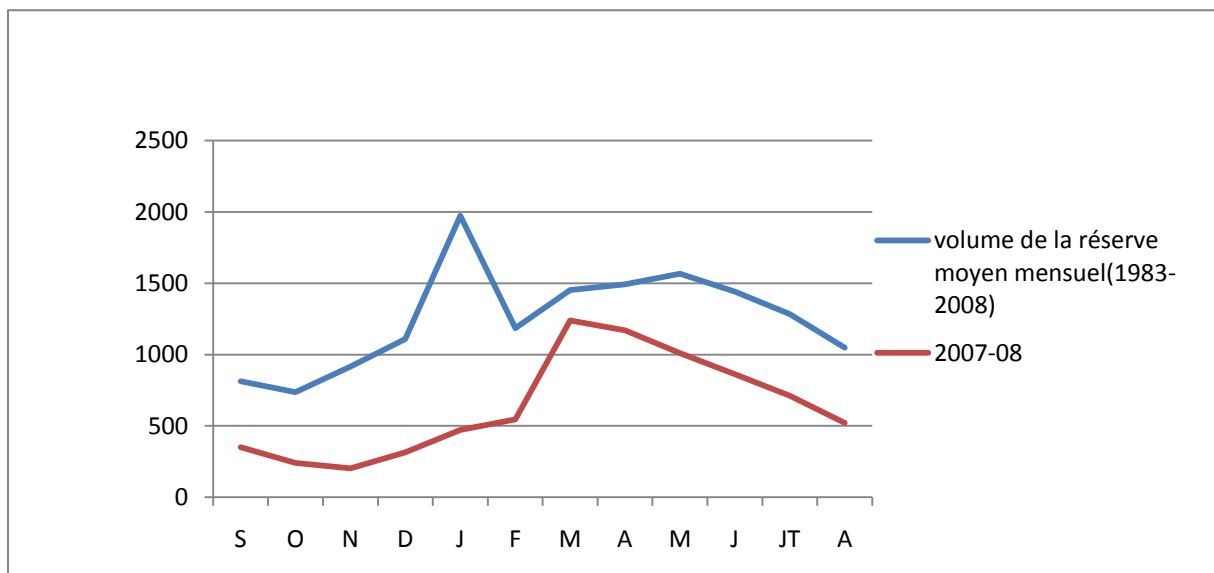


FIG 22 : variation du volume de la réserve par rapport au volume moyen mensuel (1983-2008)

On remarque que par rapport au volume moyen mensuel, le volume de la réserve de l'année 2007-2008 est beaucoup plus bas, le pic des réserves est observé au mois de mars qui coïncide avec l'apogée de la saison pluvieuse. Normalement le volume de la réserve devrait être plus élevé en février que le mois de mars, vu que les apports en février sont plus importants. Mais vu le temps de réponse de la retenue et les apports de février qui bénéficient au mois suivant, le mois de mars se trouve avec une réserve importante surtout qu'il a connu en plus des apports non négligeables.

- **Bilans hydraulique du barrage :**

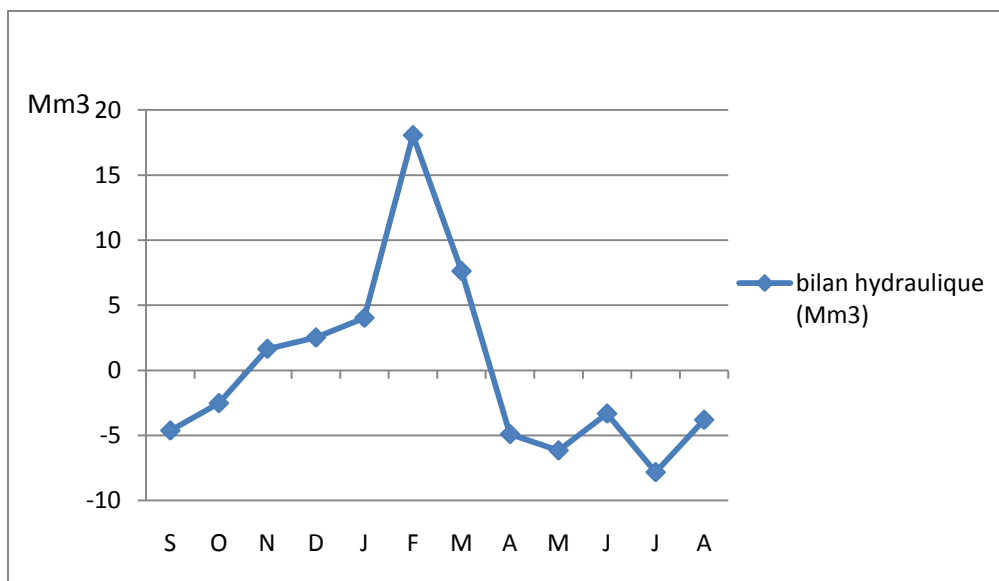


FIG 23 : variation du bilan hydraulique mensuel 2007-2008

On remarque que le bilan hydraulique était au mieux au mois de mars qui a été caractérisé par des apports qui ont atteints 17,16Mm3 sans parler des apports du mois de février (23,75Mm3) dont il a bénéficié (de même pour novembre, décembre et janvier), pour les autres mois les apports n'arrivent pas à combler les besoins des utilisateurs d'où le déficit.

• Restitution :

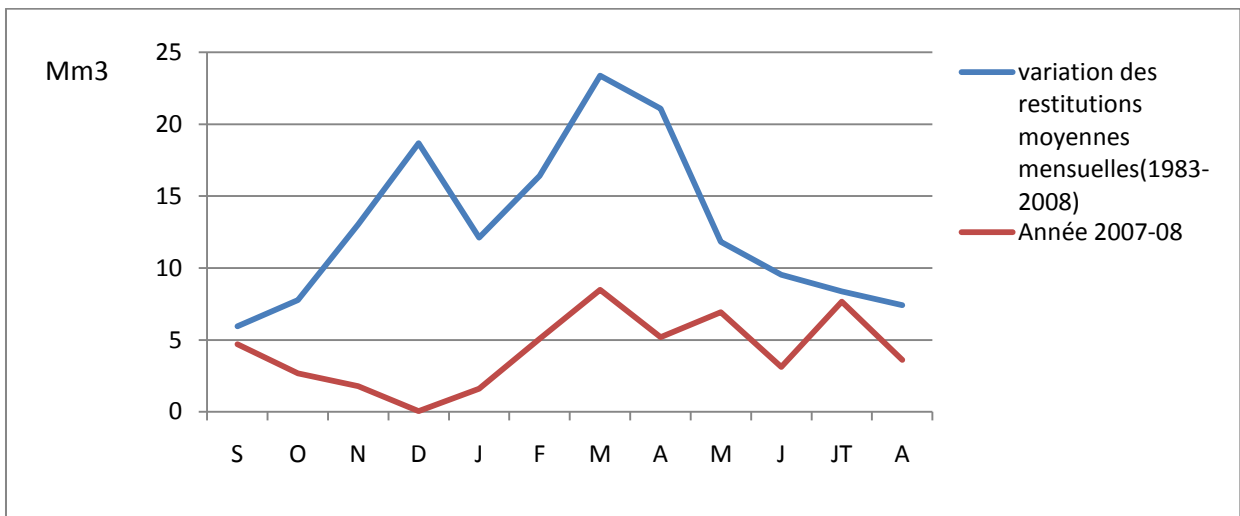


FIG 24 : variation des restitutions mensuelles par rapport à celles moyennes mensuelles en Mm3

Les restitutions sont beaucoup trop inférieures par rapport à celles moyennes mensuelles, Elles atteignent 0,085Mm3 en décembre, ces valeurs faibles sont dues à une année sèche avec des apports très faibles.

Pluviométrie :

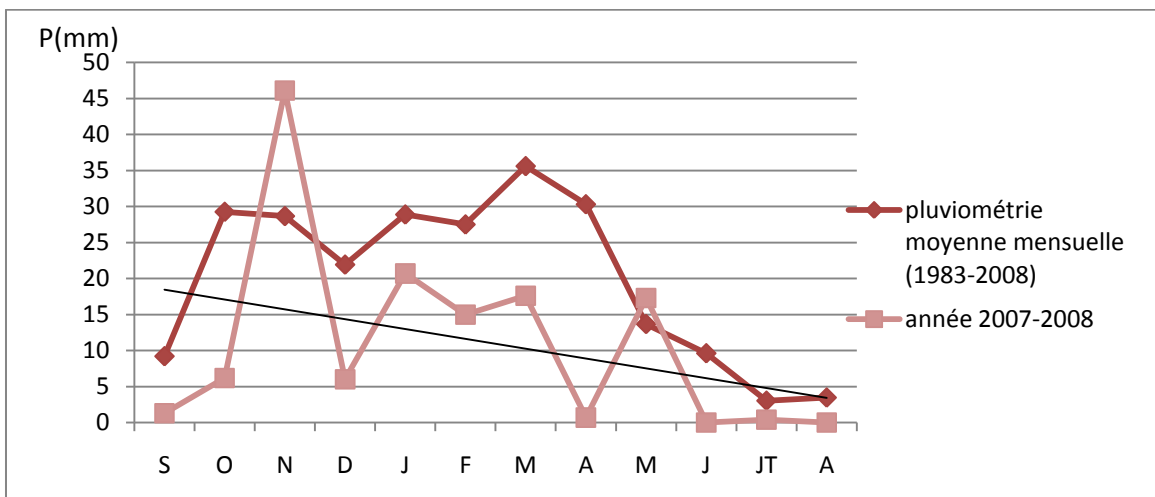


FIG 25 : variation de la pluviométrie mensuelle 2007-2008 par rapport à celle moyenne mensuelle.

Les précipitations sont très irrégulières avec plusieurs pics, le plus important étant celui du mois de novembre (46,1mm), elles sont faibles par rapport aux précipitations moyennes mensuelles et montre une tendance à la baisse (courbe des tendances) (fig25).

Débit :

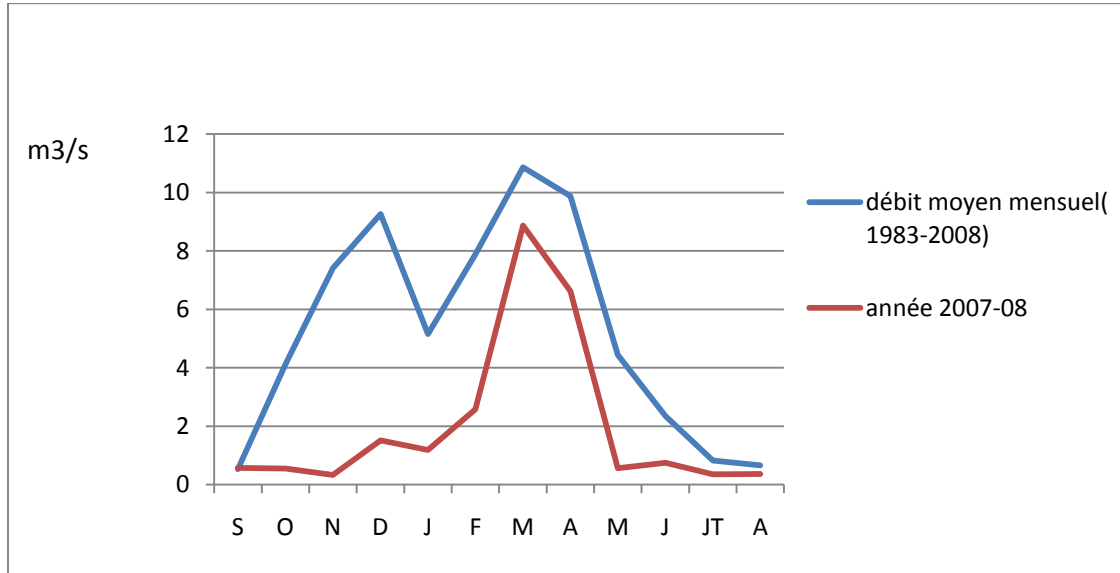


FIG 26 : variation du débit moyen (2007-2008)

Le débit de l'année 2007-2008 est caractérisé par un pic qui atteint 8,87m³/s en Mars, qui correspond à l'apogée de la saison pluvieuse, la courbe du débit comme tous les autres paramètres est au dessous de celle de la moyenne mensuelle. Ce qui atteste une nouvelle fois de la sécheresse de cette année.

3. Etude des données de la station IMINE EL HAMMAM

Pluviométrie

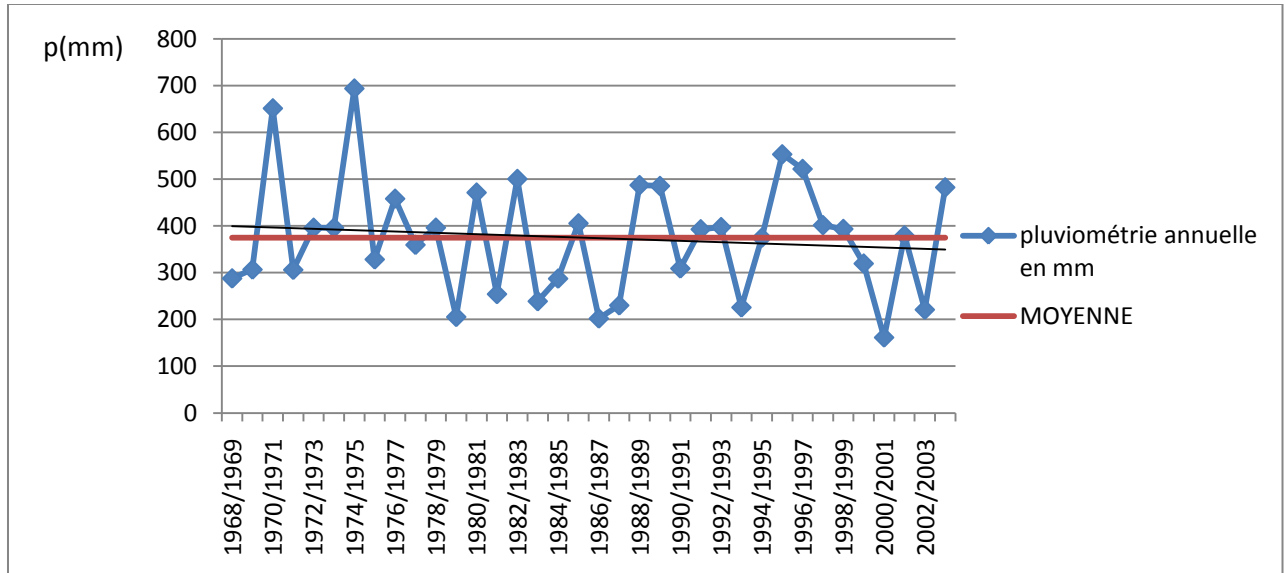


FIG 27 : Variation des précipitations annuelles à la station d'Imin El Hammam

On observe une variabilité importante de l'ordre de 0,33 et une répartition irrégulière des précipitations d'une année à l'autre, les années au dessus de la moyenne sont humides (18 années sur 25 années) de même que les années en dessous sont sèches. On remarque aussi une légère tendance à la baisse.

DEBIT :

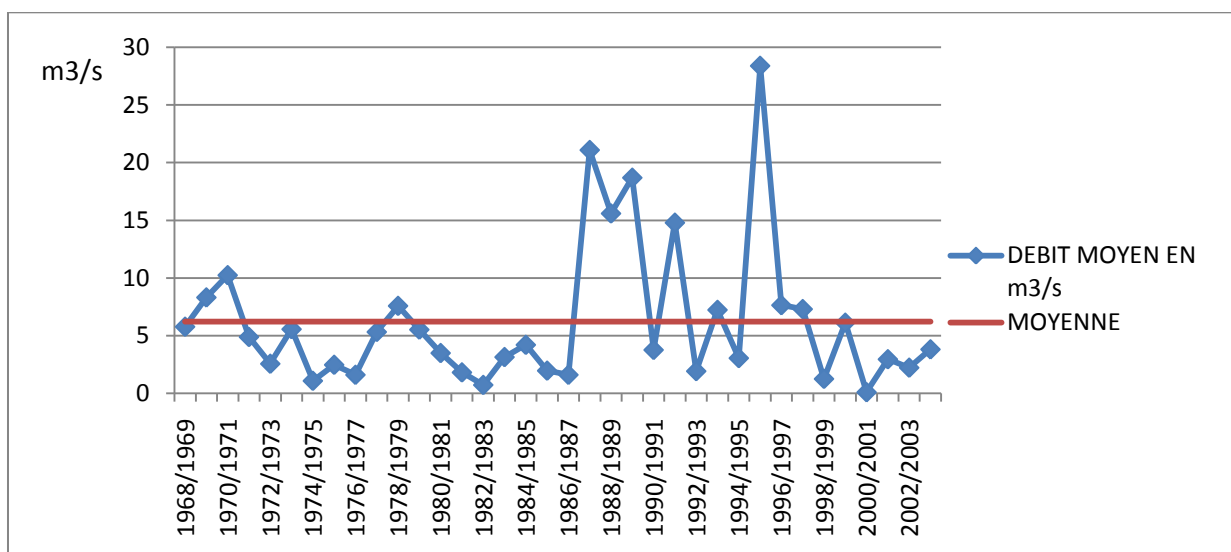


FIG 28 : Variation des débits moyens annuels (en m3/s) à la station d'Imin El Hammam

La période d'observation est ici de 34 ans allant de 1968/69 à 2000/01 avec une moyenne Annuelle de 6,22 m³/s.

La variation des débits moyens annuels présente un maximum de 24,75 m³/s enregistré en 95/96 et un minimum de 0,1 m³/s en 2000/01. Notons que 9 années sur 36 ne dépassent pas 2 m³/s (fig28).

4. Corrélation entre le débit de l'oued N'fis à Imin El Hamman et les apports du barrage Lalla Takerkoust

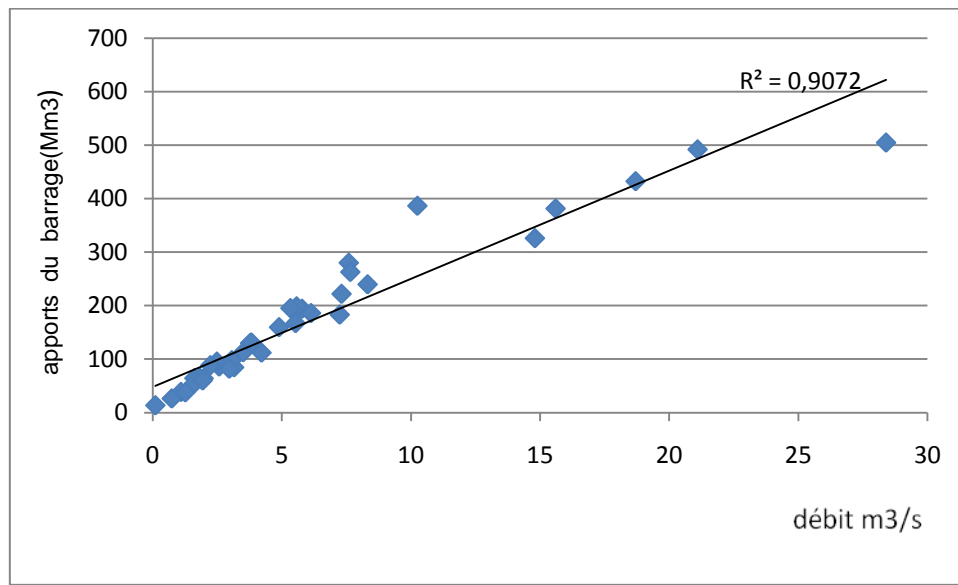


FIG 29: corrélation débit-apport

On a le coefficient de détermination R^2 est égale à 90,72%, on conclut donc que les apports du barrage Lalla Takerkoust ont pour origine principale l'oued N'fis.

CONCLUSION

Le barrage Lalla Takerkoust régularise environ 68Mm³/an, ce volume est destiné principalement à l'irrigation :

- 65Mm³ /an pour l'irrigation.
- 3Mm³/an pour l'alimentation en eau industrielle de la mine Guemassa.

Il permet également de produire de l'énergie hydroélectrique grâce à l'usine associée au barrage dont la capacité est de 12Mw

Mais le barrage rencontre plusieurs problèmes qui ne se sont pas améliorés au cours du temps :

- Son problème majeur est l'envasement (qui a déjà causé la mort de la retenue), en effet Lalla Takerkoust a vu sa capacité diminuée de 30% en 21 ans (1981-2002).
- Les années de sécheresse ont accentué l'envasement, sans parler de la nature des versants de la retenue (dont la plus part sont formés par des formations sédimentaires meubles).
- Le volume de la réserve est en baisse perpétuelle à cause de la diminution des apports, qui sont très loin de la moyenne qui est de l'ordre de (168,5Mm³). Cette diminution est en relation avec le débit de l'oued N'fis qui est la principale source d'alimentation du barrage.
- Les fuites qui ont connu une augmentation de 4Mm³ (de 2Mm³ en 1995-1996 à 6Mm³ en 1997-1998) et qui nous présumons ont augmenté aujourd'hui.
- Généralement le bilan hydraulique est déficitaire, le barrage fait sortir autant de restitutions qu'il n'entre d'apports, si ce n'est plus.

Dans ce rapport nous nous sommes intéressés principalement à l'année 2007-2008 qui est la dernière au cours de laquelle le barrage Lalla Takerkoust a bénéficié de la totalité des apports de l'oued N'fis. Pendant cette année la situation du barrage ne s'est pas améliorée :

- les apports étaient au plus bas par rapport aux ceux moyens annuels.
- Les restitutions ont diminué jusqu'à atteindre 0,085Mm³ en décembre.
- le bilan hydraulique a été déficitaire pendant toute l'année à part 4 mois (novembre, décembre, janvier, février).

Pour tous ces problèmes et pour faire face aux besoins futurs, le plan directeur d'aménagement intégré des ressources en eau Tensift ,a recommandé la réalisation du

barrage wirgane situé sur l'oued N' fit à l'amont du barrage Lalla Takerkoust (environ 20 Km). Ce barrage avec une retenue de 70 Mm³, permettra d'augmenter le volume régularisé des apports de l'oued N'fis de 68 à 85 Mm³ /an, et de renforcer l'alimentation en eau potable et industrielle de l'agglomération de Marrakech et ses environs.

Ainsi donc le barrage Lalla Takerkoust se voit allouer le rôle de barrage secondaire pour le barrage wirgane.

Au cours de ce travail nous avons essayé d'étudier les données du barrage Lalla Takerkoust. Il en est ressorti que le barrage rencontre plusieurs problèmes dans le plus important est l'envasement, qui diminue de façon alarmante le volume de la réserve, ce qui a un impact négatif sur le bilan hydraulique du barrage.

Nous proposons comme solutions pour ce problème :

- Le reboisement des versants du barrage, qui sont dans la plus part formé par des formations sédimentaires meubles.
- Evacuation de ces dépôts à faible consolidation (vase) .cette opération est coûteuse et sans retour économique, mais on pourrait la rendre rentable en utilisant ces sédiments en matériaux de constructions (construction des digues, le remblaiement des routes mais aussi pour la fabrication de produits nobles).
- Construction des seuils de rétention.
- Gabionnage pour éviter les éboulements des berges.

Le barrage a connu aussi au cours de ces dernières années le problème de la sécheresse qui a renforcé l'envasement.

Nous proposons comme solutions pour ce problème :

- La réduction des dotations.
- La réduction des périmètres à irriguer.
- La sensibilisation pour modérer la consommation de l'eau.
- Encourager le recours au pompage à partir des eaux souterraines

Référence bibliographique

- Secrétariat d'état chargé de l'eau royaume du MAROC :
http://www.water.gov.ma/index.cfm?gen=true&id=13&ID_PAGE=30
- Projet Sud Med hydrologie de la plaine du Haouz :
Sud Med_hydrogeologie .pdf-adobe Reader
- Lien 3: carte courant d'air http://www.jle.com/fr/revues/agro_biotech/sec/e-docs/00/04/02/D9/article.md?fichier=images.htm
- L'agence du bassin hydraulique Tensift **débat national sur l'eau Novembre 2006.**
- Mémoire d'Alexandre Duclaux **Modélisation hydrologique de 5 bassins versants du haut Atlas Marocain avec Swat** 14 octobre 2005.
- Carte de la situation du bassin hydraulique du Tensift :
<http://www.memoireonline.com/10/09/2760/Suivi-spatio-temporel-de-la-couverture-neigeuse-dans-le-haut-atlas-de-marrakech--laide-des-images.html>
- <http://www.barrages-cfbr.eu/index2.html>
- <http://iahs.info/redbooks/a137/137020.pdf>

ANNEXES

Annexe 1

FICHE SYNOPTIQUE

BARRAGE LALLA TAKERKOUST

ANNEE DE MISE EN SERVICE : 1935 (surélévation en 1980)

SITUATION

Ville la plus proche : Marrakech
 Coordonnées Lambert Nord-Maroc :
 Abscisse : X = 239,000 km
 Ordonnée : Y = 97,500 km
 Altitude Crête : Z = 665,60 m
 Carte topographique au 1/50000 : Tamasloht

COURS D'EAU

BV Principal : TENSIFT
 BV Oued : N'FIS
 Superficie BV : 1707 km²
 Débit moyen annuel (m3/s) : 5,8

BARRAGE

Type : Poids béton
 Cote Crête (NGM) : 665,6
 Hauteur sur fondation (m) : 71
 Longueur (m) : 500
 Volume (m³) : 200 000

RETENUE

Cote normale (NGM) : 664,6
 Surface plan d'eau (km²) : 6,08
 Volume actuel (10⁶ m³) : 56,08
 Evaporation moyenne annuelle (mm) : 1383
 Volume en basses eaux (Mm3) : 2,45 ; cote 639,12 m Sept 83

EVACUATEUR DE CRUES

Type évacuateur : 4 vannes de surface
 Largeur (m) : 15
 Cote déversement (NGM) : 657,9
 Crue de Projet :
 Débit Max (m3/s) : 2060
 Fréquence : 1/10000
 PHE : 665,6
 Débit évacuateur (m3/s) : 2060

VIDANGE DE FOND

: équipée de l'amont à l'aval d'une vanne
 De garde et d'une vanne de réglage
 Cote limite de la prise (NGM) : 605,8
 Débit max (m3/s) : 26

PRISE D'EAU USINIÈRE

: comportant une vanne de garde de
 Dimensions 3.30 x 3.30 m
 Débit max (m3/s) : 26

Annexe 2

La Direction de la Recherche et de la Planification de l'Eau : DRPE :

La DRPE est un nouveau logiciel de la Direction de la Recherche et de la Planification de l'Eau qui permet à toutes les instances du Royaume chargées de l'eau d'accéder aux données hydrologiques des barrages de tout le pays sur le réseau interne.

Le logiciel est un outil de gestion des ressources en eau et d'aide à la décision. Il peut comparer et interpréter toutes les données hydrologiques des barrages tout seuls, une fois celles-ci saisies dans le logiciel. Il a la possibilité d'effectuer :

- la chaîne de traitement des bilans journaliers
- la gestion prévisionnelle
- la gestion en temps réel
- l'élaboration et la diffusion des bulletins quotidiens (qui est actuellement faite par fax)
- la bathymétrie et le suivi de l'envasement des barrages

Notre activité consiste à apprendre à utiliser ce logiciel et à saisir les données (bilans hydrauliques journaliers, bathymétrie, ...).

1° Page d'accueil de l'application :

L'accès aux différentes fenêtres de l'application est assuré via la page d'accueil suivante :
L'utilisateur doit s'authentifier soit en tant que :

- Administrateur
- Superviseur
- Saisie bilan hydraulique
- Saisie donnée radio
- Saisie relevées de crues

1° PARAMÈTRE ADMINISTRATEUR:

L'administrateur de l'application aura la possibilité de spécifier :

- Les buts des barrages
- Les types des barrages
- Les classes d'utilisation des organes
- Les types des organes
- Les caractéristiques des organes
- Les utilisateurs de l'application

- Comme il pourra basculer entre les agences soit pour travailler sur l'une d'elle, ou pour ajouter d'autres agences ou pour la spécification de leurs types (agence, centrale) et leur répertoire SIG.

NB : cette option sera désactivée au niveau des agences

Exemple :

Les buts de barrage :



Les types de barrages :

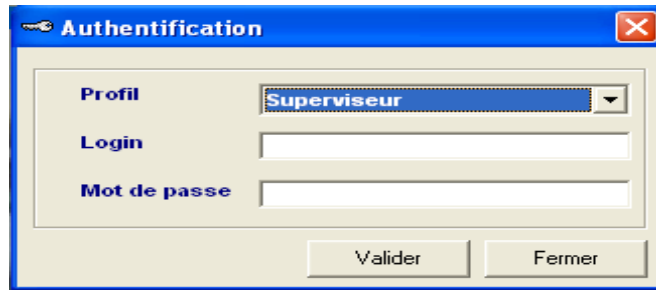


Cette application a été désactivée au niveau des agences, à fin de homogénéiser le paramétrage au niveau de toutes les agences.

Seulement l'option « utilisateur » sera activée au niveau des agences.

II°PARAMÈTRE SUPERVISEUR:

L'utilisateur doit s'authentifier autant que superviseur :



Une fois l'utilisateur est authentifié l'interface suivante apparaît :



L'utilisateur peut soit accéder à l'application de saisie des bilans journaliers soit au SIG .Ce qui nous intéresse est le bouton « Application de saisie ».



II-1) Suivi de la chaîne de traitement de bilan journalier :

➤ Description des barrages :

Une fois l'utilisateur clique sur "BARRAGE" dans le menu « saisie », il accède à la page consacrée à la description des barrages :

Description des barrages

Barrage concerné
 Nom du barrage: LALLA TAKERKOUST | 12/04/10

Description du barrage

Identification et Localisation
 Code: 1111
 Ville la plus proche: marrakech
 Province: marrakech-tensift-haouz
 Date de mise en service: 01/01/1935
 Type: poids en béton
 Abscisse (X): 239
 Ordonnée (Y): 098
 Altitude: 666

Informations Barrage
 Hauteur sur fondation (m): 071
 Cote de la crete (mNGM):
 Longueur de la crete (m): 500
 Pluviométrie moyenne (mm):
 Débit moyen (m3/s):
 Bassin principale: tensift
 Surface bassin (Km2): 1 707
 Cours d'eau: oued Nfis
 Régularisé pour AEP: Oui Non
 Volume régularisé AEP (Mm3):
 Régularisé pour irrigation: Oui Non
 Volume régularisé irrigation (Mm3):
 Coefficient d'évaporation:

Buts du barrage
 AEP Chasse
 Irrigation Garde
 Ecrêtement Compensation
 Energie

Documents attachés

Valider Supprimer Nouveau Fermer

A fin de parcourir les barrages et de consulter les informations qui s'y réfèrent ou les modifier en cas de besoin, on clique sur Les quatre boutons : ">" Suivant, "<" précédent, ">>" dernier, "<<" premier.

- le bouton "Nouveau" pour ajouter un nouveau barrage
- le bouton "..." pour choisir le type de barrage
- le bouton "Valider" pour enregistrer les données saisies
- Le bouton "Etat" pour visualiser l'état de sortie d'un ou de l'ensemble des barrages existants.

En cliquant sur Le bouton "Etat" la page suivante apparait :

Barrages

Tous les barrages

LALLA TAKERKOUST
 LALLA TAKERKOUST
 LALLA TAKERKOUST
 HASSAN 1er

Valider Fermer

Ensuite :

Microsoft OLE DB pour Oracle Connect

Nom d'utilisateur : drpe

Mot de passe : *****

Serveur : DRPE

OK

Annuler

En fin apparait la fiche synoptique :

Etat du barrage

Zoom 100%

Fiche synoptique

Barrage : LALLA TAKERKOUST

Code :	1111
Date de mise en service :	
Type :	pois en béton
Province :	01.01/1925
Ville la plus proche :	Marrakech
Coordonnées : X :	239000
Y :	97500
Z :	66560
Dotation irrigation (Mm3) :	
Dotation AEP (Mm3) :	
Bassin principale :	TENSIFT
Surface bassin (Km2) :	1707
Hauteur sur fondation (m) :	
Cote de la crete (mNGM) :	665,6
Longueur de la crete (m) :	300
Cours d'eau :	
Pluviométrie moyenne (mm) :	N'FIS
Débit moyen (m3/s) :	
Régularisé pour AEP :	Non
Régularisé pour irrigation :	Non

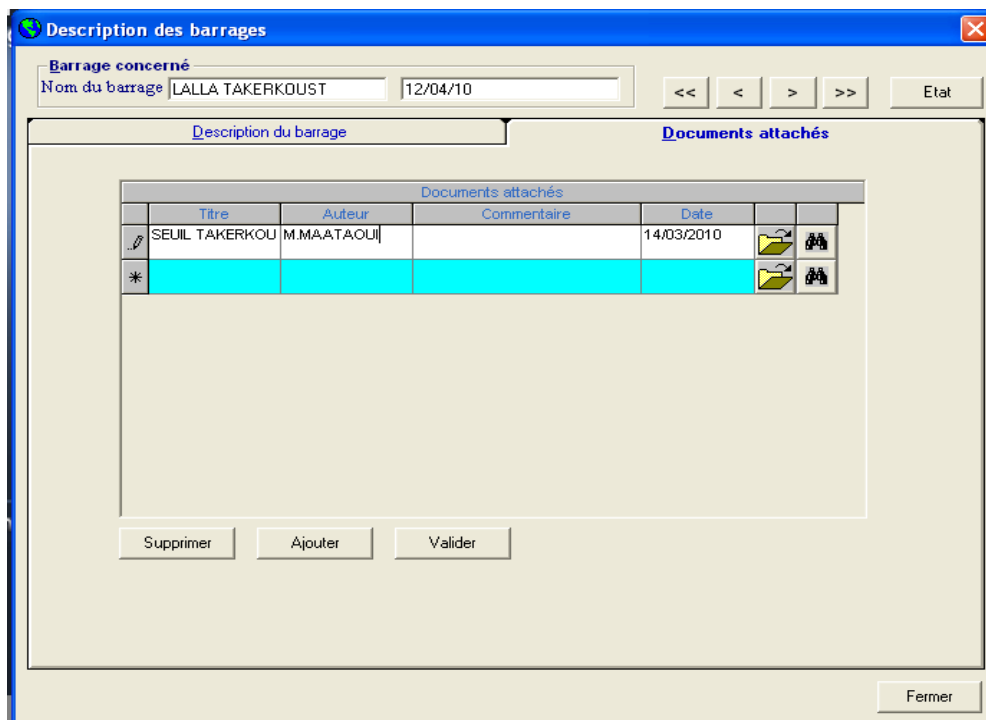
Pages: 1

En se localisant sur le deuxième onglet de la page :

"Documents attachés", l'utilisateur aura la possibilité de :

- Attacher un document au barrage (qui peut être une image, un fichier Excel)
- Modifier les informations propres au document.
- Supprimer l'un des documents du barrage.
- Visualiser un document attaché.

Comme l'illustre l'interface suivante :



Pour attacher un document au barrage en cours, l'utilisateur doit se positionner sur une ligne vide et saisir les informations correspondantes (Titre, Auteur, Commentaire, Date) puis cliquer sur l'icône du dossier ouvert. Ce clic lui permettra de choisir le dossier désiré.

Le clic sur l'icône des jumelles permettra à l'utilisateur de visualiser un document attaché.

Après avoir sélectionné un document, le clic sur le bouton "Supprimer" permettra de le détacher du barrage.

➤ Spécification des retenues :

a) Description des retenues :

L'interface de La description des retenues assure :

- L'ajout, la modification et la suppression d'une retenue,
- Le calcul du volume normal, de la surface normale et du volume aux PHE à la dernière bathymétrie.
- Visualiser l'état de sortie de cette retenue.

En choisissant un barrage, l'utilisateur peut être confronté à l'un des deux cas suivants :

Le barrage possède déjà une retenue. Dans ce cas, il a la possibilité de :

- La consulter.
- La supprimer en cliquant sur le bouton "Supprimer".
- Y effectuer des modifications. Cette opération sera validée dès qu'il la termine et sélectionne un autre barrage.
- Obtenir les données propres à la dernière bathymétrie de cette retenue, ces données changent automatiquement suite à la moindre modification de la cote normale ou la cote PHE.
- Visualiser l'état de sortie qui s'y réfère en cliquant sur le bouton "Etat".
- Le barrage ne possède aucune retenue, dans ce cas, l'utilisateur a la possibilité d'en créer une ou pas et ceci selon sa réponse à la question qui lui sera posée.

NB : « dernière bathymétrie » et « réserve utile » sont calculé automatiquement.

Une fois le barrage est sélectionné, l'utilisateur peut visualiser l'état de sortie relatif à la retenue de ce dernier. Pour ce faire, il n'a qu'à cliquer sur le bouton "Etat" et l'état de sortie obtenu sera selon le modèle suivant :

Etat de la retenue

Zoom 100%

Description de la retenue

Barrage : LALLA TAKERKOUST

Cote normale (mNGM) :	0 665
Cote aux PHE(mNGM) :	0 666
Tranche morte (Mm3) :	
Surface du BV contrôlée (Km2) :	1 707
Volume non exploitable (Mm3) :	508 062
Niveau min d'exploitation (mNGM):	

A la mise en eau :

Volume normal (Mm3) :	
Surface à la CN (Km2) :	
Volume aux PHE (Mm3) :	

Dernière bathymétrie:

Date :	01/07/2009
Vol normal (Mm3) :	0 005
Surface à la CN (Km2) :	0 054
Volume aux PHE (Mm3) :	0 058

Envasement moyen (Mm3/an) :

Dégradation spécifique (m3/Km3/an) :

Pages: 1

b) Bathymétrie :

L'utilisateur a la possibilité de :

- Modifier, supprimer ou ajouter une nouvelle bathymétrie.
- Modifier, supprimer ou ajouter les hauteurs et les surfaces propres à chaque bathymétrie.
- Calculer les volumes, les coefficients a, b et c.
- Extrapoler les bathymétries en se basant sur les autres bathymétries.
- Calculer la surface et le volume pour une hauteur donnée.
- Lancer un état de sortie de la bathymétrie sélectionnée.

Hauteur (m)	Surface (Km2)	Volume	A	B	C	Extrapoler
631	0	0	-0,1667	1,75	0	
632	0,003	0,0016	-0,3333	1,5	3	
633	0,005	0,0058	0	0	5	
634	0,005	0,0107	0	0	5	
635	0,005	0,0158	0	0	5	
636	0,005	0,0208	0	0	5	
637	0,005	0,0258	0	0	5	
638	0,005	0,0308	-0,1667	1,75	5	
639	0,008	0,0373	0	1	8	
640	0,01	0,0463	0	10,5	10	
641	0,031	0,0668	39,8333	2,75	31	

- ✓ En choisissant un barrage, la liste des bathymétries (les dates) que cette dernière possède, s'affichent.
- ✓ Pour afficher la liste des données HSV (Hauteur, Surface, Volume), il suffit à l'utilisateur de se localiser sur la date de la bathymétrie désirée.
- ✓ L'ajout d'une nouvelle date, qui correspond à une nouvelle bathymétrie, se produira suite à la saisie d'une date convenable dans une ligne vide.

- ✓ Afin de modifier ou supprimer la date d'une bathymétrie, l'utilisateur se positionnera sur cette dernière et effectuera les modifications souhaitées ou cliquera sur le bouton "Supprimer" correspondant.
- ✓ L'utilisateur peut, saisir les valeurs des différentes hauteurs et surfaces et les volumes ainsi que les coefficients correspondants seront, par la suite, calculés suite au clic sur le bouton "Volumes".
- ✓ Pour supprimer une information (Donnée HSV), il faut se localiser sur la ligne correspondante puis cliquer sur le bouton "Supprimer" correspondant.
- ✓ Au cas où l'utilisateur souhaite obtenir la surface et le volume d'une hauteur donnée, il saisit la valeur de cette dernière et le calcul sera déclenché suite au clic sur le bouton ">>>".

Remarque : bathymétrie mesure la profondeur d'un plan d'eau par sondage et traitement des données correspondantes en vue de déterminer la configuration du fond.

La Visualisation de l'état de sortie relatif à HSV d'une bathymétrie que possède un barrage nécessite le clic sur le bouton "Etat". Le résultat obtenu sera comme suit :

The screenshot shows a software window titled "Etat de la bathymetrie" with a zoom level of 75%. The main content area displays the following information:

HSV

Barrage : **LALLA TAKERKOUST**
 Date de la bathymétrie : **01/07/2009**

Hauteur	Surface	Volume
0 631	0 000	0 000
0 632	0 000	0 000
0 633	0 000	0 000
0 634	0 000	0 000
0 635	0 000	0 000
0 636	0 000	0 000
0 637	0 000	0 000
0 638	0 000	0 000
0 639	0 000	0 000
0 640	0 000	0 000
0 641	0 000	0 000
0 642	0 000	0 000
0 643	0 001	0 000
0 644	0 001	0 001
0 645	0 001	0 002
0 646	0 001	0 003
0 647	0 001	0 004
0 648	0 001	0 005
0 649	0 001	0 006
0 650	0 001	0 007
0 651	0 002	0 009
0 652	0 002	0 011
0 653	0 002	0 012
0 654	0 002	0 015
0 655	0 002	0 017
0 656	0 003	0 020
0 657	0 003	0 022
0 658	0 003	0 026
0 659	0 004	0 029
0 660	0 004	0 033
0 661	0 004	0 037

The interface also shows a status bar at the bottom with the text "Pages: 1" and a navigation control.

Le clic sur l'un des boutons « barème côte-surface » ou « côte-volume » permet de générer le barème sous Excel selon la structure suivante :

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
89	0	0.0036	0.0143	0.0319	0.0565	0.0878	0.1258	0.1703	0.2213	0.2786
90	0.3422	0.4119	0.4875	0.5691	0.6565	0.7495	0.8481	0.9522	1.0616	1.1763
91	1.2961	1.4209	1.5507	1.6853	1.8246	1.9684	2.1168	2.2695	2.4265	2.5877
92	2.7529	2.922	3.095	3.2717	3.452	3.6358	3.823	4.0135	4.2072	4.4039
93	4.6036	4.8061	5.0114	5.2194	5.4298	5.6427	5.8578	6.0752	6.2946	6.5161
94	6.7394	6.9642	7.1902	7.4175	7.6459	7.8756	8.1065	8.3386	8.5719	8.8064
95	9.0422	9.2792	9.5174	9.7568	9.9975	10.2394	10.4825	10.7268	10.9724	11.2191
96	11.4671	11.7197	11.9801	12.2482	12.5238	12.8067	13.0969	13.3942	13.6985	14.0095
97	14.3272	14.6516	14.9828	15.3204	15.6643	16.0142	16.3699	16.7311	17.0976	17.4691
98	17.8453	18.2254	18.6085	18.9947	19.3841	19.7768	20.1727	20.5719	20.9746	21.3807
99	21.7902	22.2035	22.6205	23.0414	23.4661	23.8946	24.327	24.7632	25.2032	25.6471
100	26.0949	26.5462	27.0007	27.4587	27.9203	28.3856	28.8548	29.3281	29.8056	30.2874
101	30.7737	31.2642	31.7587	32.2575	32.761	33.2696	33.7836	34.3033	34.8292	35.3616
102	35.9008	36.4482	37.0047	37.5704	38.1452	38.7291	39.3219	39.9236	40.5343	41.1537
103	41.7819	42.4188	43.0644	43.7186	44.3814	45.0526	45.7323	46.4204	47.1169	47.8216
104	48.5345	49.256	49.9861	50.7248	51.4718	52.2268	52.9898	53.7605	54.5388	55.3243
105	56.117	56.9161	57.721	58.5318	59.3486	60.1712	60.9998	61.8343	62.6748	63.5213
106	64.3738	65.2323	66.0969	66.9676	67.8443	68.7271	69.6161	70.5111	71.4124	72.3198
107	73.2334	74.1532	75.0792	76.0115	76.9501	77.8949	78.846	79.8035	80.7673	81.7374
108	82.7139	83.6968	84.6861	85.6819	86.6841	87.6927	88.7079	89.7295	90.7577	91.7924
109	92.8337	93.8813	94.9351	95.9952	97.0617	98.1348	99.2145	100.301	101.3944	102.4949
110	103.6024	104.7176	105.8408	106.972	108.1111	109.2581	110.413	111.5757	112.7462	113.9244
111	115.1105	116.3042	117.5056	118.7146	119.9312	121.1554	122.3871	123.6264	124.8731	126.1272
112	127.3887	128.6576	129.9339	131.2175	132.5084	133.8065	135.1118	136.4243	137.7439	139.0707
113	140.4046	141.7455	143.0934	144.4483	145.8101	147.1789	148.5545	149.937	151.3263	152.7224
114	154.1252	155.5348	156.9511	158.3741	159.8037	161.2399	162.6827	164.132	165.5878	167.05
115	168.5186	169.9935	171.4748	172.9623	174.456	175.9558	177.4619	178.9741	180.4924	182.0167
116	183.5472	185.0836	186.626	188.1744	189.7287	191.2889	192.8549	194.4268	196.0045	197.588
117	199.1772	200.7722	202.3728	203.9792	205.5911	207.2087	208.8318	210.4605	212.0947	213.7344
118	215.3796	217.0302	218.6862	220.3475	222.0143	223.6863	225.3636	227.0462	228.7339	230.4269

➤ Organes de restitution :

Les types des organes de restitution qui figurent au niveau du menu « saisie » de l'application correspondent à ceux que l'utilisateur a spécifiés dans un premier lieu lors du paramétrage de l'application.

L'interface des organes de restitution traite quatre volets : les caractéristiques, les documents attachés, HQ (hauteur, débit) et la cote vase.

Vu le fait qu'il s'agit d'une interface multitâches, chaque volet sera pris en charge dans un onglet indépendant.

En se positionnant sur le premier onglet, l'utilisateur traitera les caractéristiques de l'organe en question :

Barrage LALLA TAKERKOUST

Nom ouvrage

Evacuateur
*

Ajouter
Supprimer

Cote vase

Evacuateur des crues | Documents attachés | HQ

Description	
Caracteristique	Valeur
Type évacuateur	VANNES DE SURFACE
Nombre	4
Largeur (m)	15
Cote déversement (mNIGM)	657.9
Capacité à la cote normale (m3/s)	
▶ Capacité aux PHE (Mm3)	
Crue projet Qmax (m3/s)	2060

Classe d'utilisation

<input type="checkbox"/> AEPI	<input type="checkbox"/> Recharge d...
<input type="checkbox"/> Energie	<input type="checkbox"/> Chasse
<input type="checkbox"/> Irrigation	<input checked="" type="checkbox"/> Déversement

Etat | Valider

Fermer

- ✓ L'utilisateur est alors à même de spécifier les valeurs des différentes caractéristiques de l'organe désigné. Il peut aussi indiquer les classes d'utilisation de ce dernier.
- ✓ Le clic sur le bouton "Etat" mènera l'utilisateur à visualiser l'état de sortie propre aux caractéristiques de l'organe en cours.

On cliquant sur le bouton « Etat » la page suivante apparaît :

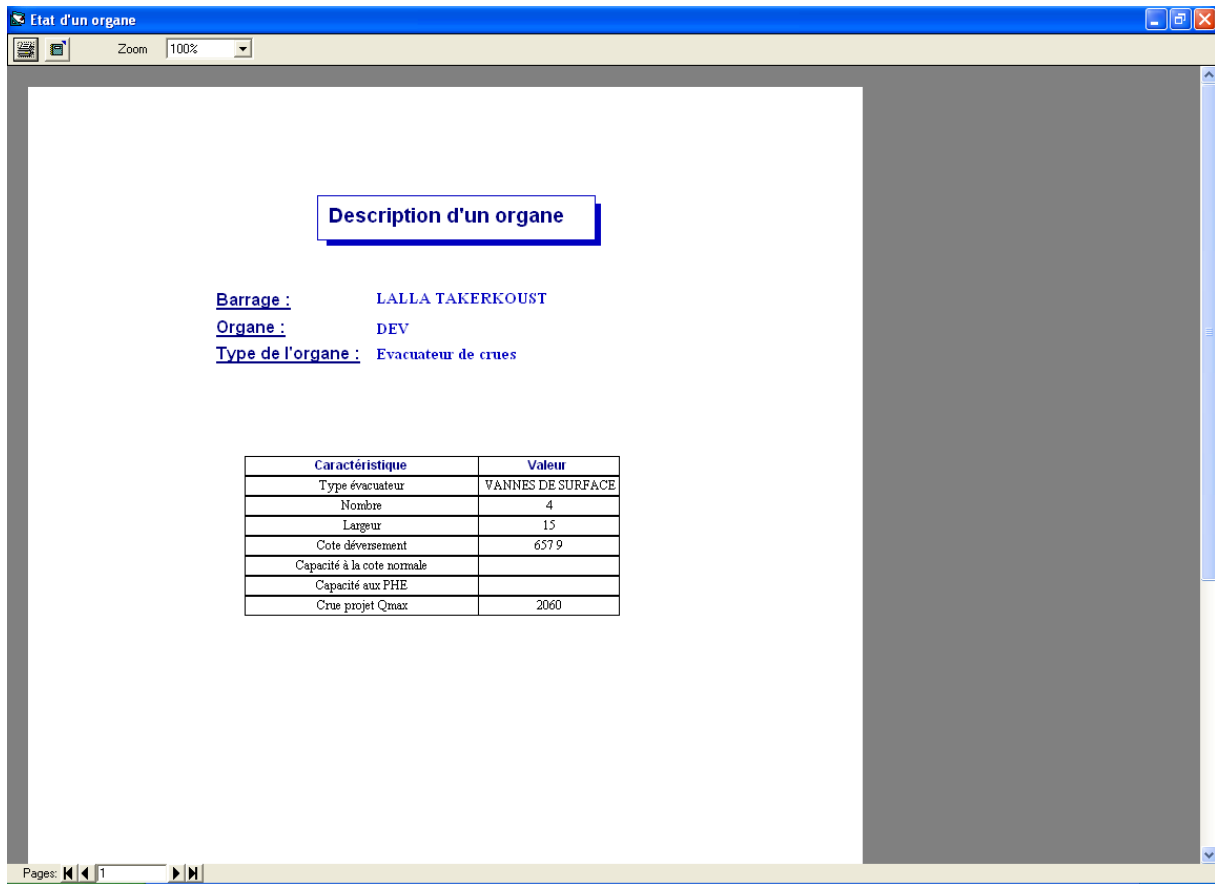
Microsoft OLE DB pour Oracle Connect

Nom d'utilisateur : drpe OK

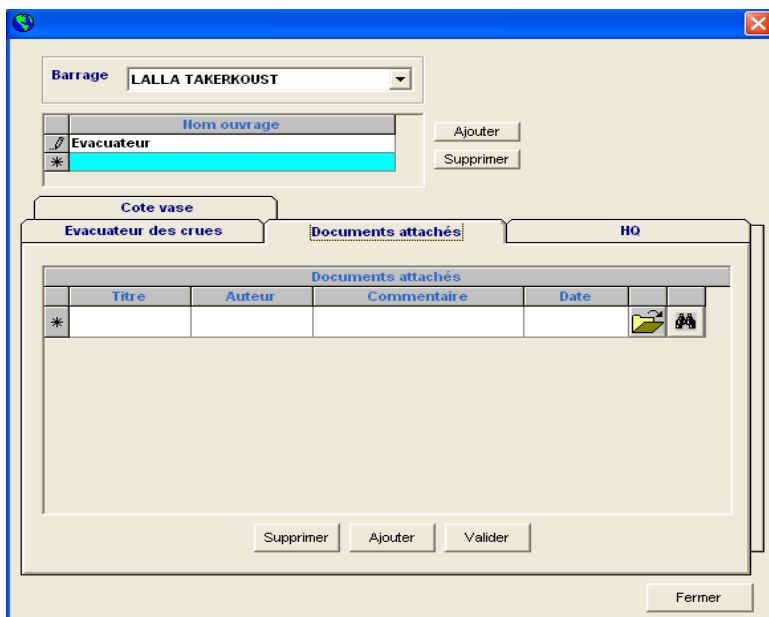
Mot de passe : ***** Annuler

Serveur : DRPE

L'état de sortie résultant sera comme suit :



En se positionnant sur le deuxième onglet, l'utilisateur traitera les documents attachés à l'organe en question :



L'utilisateur est alors à même d'attacher un document à l'organe en cours. Pour ce faire, il doit saisir les informations correspondantes puis cliquer sur l'icône du dossier ouvert. Ce clic lui permettra de choisir le dossier désiré.

Le clic sur l'icône des jumelles permettra à l'utilisateur de visualiser le document attaché sur lequel il pointe.

Après avoir sélectionné un document, le clic sur le bouton "Supprimer" permettra de le détacher de l'organe.

➤ Bilan hydraulique journalier :

L'un des objectifs de l'application étant d'élaborer le bilan hydraulique journalier (la saisie de la bathymétrie est primordiale avant cette étape).

Pour ce faire l'utilisateur doit choisir l'un des barrages existant dans l'onglet «barrage » (résultant des données déjà introduites), ainsi que le mois, et l'année.

Ensuite il doit cliquer sur le bouton « importer un bilan » (chaque bilan doit être sous forme d'Excel occupant une seule page).

Après la page suivante apparaît :

Organes	Colonnes Excel
▶ CMG	
PRISE ONE	
CAM	
VIDANGE DE FOND	
DEV	
T.Restitué	
VOL	
DEB	

L'utilisateur doit choisir la colonne d'Excel correspondante à chaque organe, Puis validé l'opération.

Finalement le bilan apparaît :

Bilan hydraulique journalier

Barrages: LALLA TAKERKOUST Utiliser la bathymétrie: Oui Non Mois: Juillet Année: 2009

Jour	Cote à 8h	V.T	VAR.RES	EVAP	Restitutions			Apports	
					CMG	T.AEPI	PRISE ONE	VOL	DEB
01/07/2009	663,89	50,297	-0,046	0,0259	0,0007	0,0007	0,459	0,4575	5,2953
02/07/2009	663,88	50,251	-0,046	0,0239	0,0005	0,0005	0,444	0,4404	5,0972
03/07/2009	663,87	50,205	-0,092	0,0207	0,0003	0,0003	0,4732	0,4202	4,8631
04/07/2009	663,85	50,113	-0,092	0,0193	0,0007	0,0007	0,4628	0,4087	4,7303
05/07/2009	663,83	50,021	-0,092	0,0211	0,0006	0,0006	0,447	0,3947	4,5684
06/07/2009	663,81	49,929	-0,092	0,0221	0,0007	0,0007	0,4537	0,4025	4,6586
07/07/2009	663,79	49,837	-0,139	0,023	0,0007	0,0007	0,603	0,5057	5,8525
08/07/2009	663,76	49,698	-0,276	0,0233	0,0006	0,0006	0,5843	0,3501	4,0524
09/07/2009	663,7	49,422	-0,138	0,0247	0,0008	0,0008	0,501	0,4064	4,7042
10/07/2009	663,67	49,284	0,092	0,0228	0,0008	0,0008	0,2865	0,4201	4,8617
11/07/2009	663,69	49,376	0,046	0,0178	0,0007	0,0007	0,1845	0,267	3,0904
12/07/2009	663,7	49,422	0	0,0176	0,0007	0,0007	0,2865	0,3228	3,736
13/07/2009	663,7	49,422	0,046	0,0187	0,0006	0,0006	0,2062	0,2895	3,3506
14/07/2009	663,71	49,468	0,092	0,0199	0,0007	0,0007	0,1905	0,3211	3,7165
15/07/2009	663,73	49,56	0,046	0,0202	0,0004	0,0004	0,1898	0,2743	3,1751
16/07/2009	663,74	49,606	0,092	0,021	0,0007	0,0007	0,171	0,3026	3,5027
17/07/2009	663,76	49,698	0,139	0,0217	0,0005	0,0005	0,1762	0,3554	4,1132
18/07/2009	663,79	49,837	0,046	0,0211	0,0007	0,0007	0,162	0,2478	2,868
19/07/2009	663,8	49,883	0,092	0,0208	0,0005	0,0005	0,1755	0,3068	3,5506
20/07/2009	663,82	49,975	-0,185	0,0214	0,0009	0,0009	0,4088	0,264	3,0552
21/07/2009	663,78	49,79	-0,276	0,0217	0,0008	0,0008	0,5347	0,2992	3,4627
22/07/2009	663,72	49,514	-0,276	0,0211	0,0005	0,0005	0,5482	0,3119	3,6095
23/07/2009	663,66	49,238	-0,231	0,0197	0,0009	0,0009	0,561	0,3686	4,2663
24/07/2009	663,61	49,007	-0,23	0,0191	0,0007	0,0007	0,5655	0,3733	4,3204

Ce mois est validé

Ajouter Supprimer Total des volumes Enregistrer Fermer

	VAR.RES	Evap	fuites	T.Restitué	Vol.App
Importer un bilan	-2,994	0,682	0,499	12,757	10,942

Valider le mois

Le mois doit être validé via le bouton « valider le mois » et ensuite « enregistrer »

Pour consulter les données déjà validées il suffit de cliquer sur le bouton « charger les données ».

➤ Evaporation journalière :

L'utilisateur peut faire le suivi de l'évaporation journalière au niveau d'un barrage, pour ce faire il doit choisir le barrage en question, le mois et l'année.

Evaporation journalière

Barrage: LALLA TAKERKOUST Utiliser la bathymétrie Oui Non

Mois: Juillet Année: 2009

Jours	Cote NGM	Surf Km2	Surf moy Km2	Haut bac mm	Haut pluie mm	Haut évap mm	Haut évap corr mm	Vol évap
01/07/2009	663,89	4,607	4,607	7	0	7	5,6	0,0258
02/07/2009	663,88	4,607	4,607	7,5	0	7,5	6	0,0276
03/07/2009	663,87	4,607	4,607	7	0	7	5,6	0,0258
04/07/2009	663,85	4,607	4,607	6,5	0	6,5	5,2	0,024
05/07/2009	663,83	4,607	4,607	7,6	0	7,6	6,08	0,028
06/07/2009	663,81	4,607	4,607	8,4	0	8,4	6,72	0,031
07/07/2009	663,79	4,607	4,607	9	0	9	7,2	0,0332
08/07/2009	663,76	4,607	4,607	8,3	0	8,3	6,64	0,0306
09/07/2009	663,7	4,607	4,607	8	0	8	6,4	0,0295
10/07/2009	663,67	4,607	4,607	8	0	8	6,4	0,0295
11/07/2009	663,69	4,607	4,607	9,8	0	9,8	7,84	0,0361
12/07/2009	663,7	4,607	4,607	7,8	0	7,8	6,24	0,0287
13/07/2009	663,7	4,607	4,607	7	0	7	5,6	0,0258
14/07/2009	663,71	4,607	4,607	8	0	8	6,4	0,0295
15/07/2009	663,73	4,607	4,607	7,5	0	7,5	6	0,0276
16/07/2009	663,74	4,607	4,607	7	0	7	5,6	0,0258
17/07/2009	663,76	4,607	4,607	7,5	0	7,5	6	0,0276
18/07/2009	663,79	4,607	4,607	8	0	8	6,4	0,0295
19/07/2009	663,8	4,607	4,607	8	0	8	6,4	0,0295
20/07/2009	663,82	4,607	4,607	10,4	0	10,4	8,32	0,0383
21/07/2009	663,78	4,607	4,607	10	0	10	8	0,0369
22/07/2009	663,72	4,607	4,607	7,2	0	7,2	5,76	0,0265
23/07/2009	663,66	4,607	4,607	8	0	8	6,4	0,0295
24/07/2009	663,61	4,607	4,607	9,3	0	9,3	7,44	0,0343
25/07/2009	663,56	4,607	4,607	9	0	9	7,2	0,0332

Ajouter Supprimer Total Enregistrer Fermer

Total			
Haut pluie	Haut évap	Haut évap corr	Vol évap
0	261,1	208,88	0,962

Importer les données

(Même étapes que le bilan hydraulique journalier)

Il est recommandé de commencer par la saisie de l'évaporation avant d'entamer la saisie des bilans journaliers car le volume évaporé est utilisé au niveau du bilan journalier.

II-2). Elaboration et suivi des programmes de fournitures d'eau :

1) Application relative à la gestion prévisionnelle :

Cette application a pour objectif la définition des dotations prévisionnelles à fournir aux usagers (AEP et irrigation), ainsi que la possibilité de révision plusieurs fois par an pour tenir compte de l'hydraulicité de l'année en cours, elle a comme particularités :

- ✓ Homogénéiser la méthode de travail entre les agences.
- ✓ Rapidité pour simuler les prévisions nécessaires en période de sécheresse et période de forte hydraulicité.

Apports mensuels :

L'écran ci-dessous permet de saisir et de modifier les apports mensuels avant la mise en eau du barrage choisit.

	Année	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aoû	Total
	2000	0,1	12	45,2	32,2	8,5	6,2	48	32,1	5,6	25	5,4	8,2	228,5
	2001	2,3	6,5	7,9	16	23	5,6	9,5	7,2	6,2	3,7	5,4	8,2	143,9
	*													

►	Moy	1,2	9,25	26,55	24,1	15,75	5,9	28,75	19,65	5,9	14,35	30,7	8,2	186,2
	Min	0,1	6,5	7,9	16	8,5	5,6	9,5	7,2	5,6	3,7	5,4	8,2	143,9
	Max	2,3	12	45,2	32,2	23	6,2	48	32,1	6,2	25	5,4	8,2	228,5

- ✓ Les informations en bas de l'écran renseignent sur la moyenne, le minimum et le maximum des apports pour chaque mois avant la mise en eau du barrage.
- ✓ Le bouton « Import » permet d'importer les données d'apports à partir d'un fichier Excel selon un format défini.
- ✓ Le bouton « état de sortie » permet de visualiser toutes ces informations sous forme d'état de sortie :

Barrage : LALLA TAKERKOUST												Date début: 01/09/1988		
Date d'extraction : 13/04/2010												Date fin : 31/08/2009		
Série d'apports(en Mm3)														
Année	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août		
1988-1989	1,2854	13,3974	181,7762	35,1438	19,5152	19,3522	29,0675	40,6119	21,9314	12,3834	5,9211	1,8079		
1989-1990	1,4456	56,5237	37,6502	119,2175	30,7029	16,4753	80,8877	44,7539	23,8269	12,6827	6,2813	1,8539		
1990-1991	4,5058	3,2152	3,6093	6,0887	4,0149	10,4096	42,9016	33,8582	11,5428	4,9521	2,2152	1,9912		
1991-1992	0,7961	4,3629	4,6928	122,2041	18,8692	28,4277	48,813	45,8895	25,4948	14,92	5,0293	4,5337		
1992-1993	1,1727	3,1207	3,3219	5,6954	6,7958	8,6064	14,6221	7,6056	4,524	2,3226	0,4195	-0,0534		
1993-1994	1,269	17,5238	29,7101	15,6975	12,1246	13,0929	45,5624	24,8871	11,6269	4,5923	2,1652	3,6111		
1994-1995	1,2578	6,092	3,8563	3,0319	1,591	6,6872	13,7817	42,3652	11,4169	2,6538	2,0175	3,4459		
1995-1996	1,4229	2,5926	7,1143	45,3793	72,443	70,8423	141,898	80,1114	37,6949	34,273	7,6465	2,5377		
1996-1997	2,238	27,8239	12,4323	2,2972	46,0156	29,4837	26,4921	66,5037	32,2853	9,0673	3,2377	2,4484		
1997-1998	5,7698	7,7387	5,4175	5,8253	81,1213	1249,8178	440,3677	312,153	129,9881	4,4515	0,8025	0,7533		
1998-1999	0,3764	1,8892	0,467	2,079	9,5931	3,4252	2,699	7,5384	2,1101	3,0575		2,5433		
1999-2000	0,1572		27,4483	25,3661	9,5931	3,522	2,699	7,5384	2,4364	1,005	0,8474	0,3601		
2000-2001	0,1572	0,14	1,0054	2,3218	1,7274	1,6575	1,7035	1,2355	0,5666	0,5037	0,6459	0,828		
2001-2002	0,7898	0,0724	0,069	0,0699	4,8399	1,6089	2,4359	39,5629	10,5696	6,4651	0,6381	1,1581		
2002-2003	0,4406	0,5879	2,8321	41,6729	9,4648	4,1239	9,5768	6,9359	3,8875	4,0514	0,9772	3,7414		
2003-2004	0,943	9,6759	14,9853	15,739	7,7201	4,2874	19,5782	20,8569	13,9306	9,6256	9,5351	8,9652		
2004-2005	8,3675	4,6245	2,3676	2,3764	4,0608	5,5497	5,2207	4,7276	7,5062	7,3007	7,0364	9,6105		
2005-2006	5,2792	4,0996	0,7997	2,5652	3,2173	0	6,9222	9,4708	15,4764	3,5137	1,2638	0,8093		
2006-2007					3,2542	19,4753	6,9222	7,1234	3,4483	0,9864	0,7847	1,5563		
2007-2008	1,4199	0,8526	0,8447	3,1741	6,2475	23,7589	17,1631	1,4982	1,939	0,9577	0,9682	0,8021		
2008-2009	0,8676	13,3874	21,8645	8,092	9,012	11,4415	47,3673	23,4998	11,6387	17,7466	10,9425	10,7905		
2009-2010	2,1884	2,7766	2,1192											
Min	0,1572	0,0724	0,069	0,0699	1,591	0	1,7035	1,2355	0,5666	0,5037	0,4195	-0,0534		
Max	8,3675	56,5237	181,7762	122,2041	81,1213	1249,8178	440,3677	312,153	129,9881	34,273	10,9425	10,7905		
Moyenne	2,01	9,02	17,35	23,2	17,23	72,95	47,94	39,46	18,28	7,5	3,47	3,05		

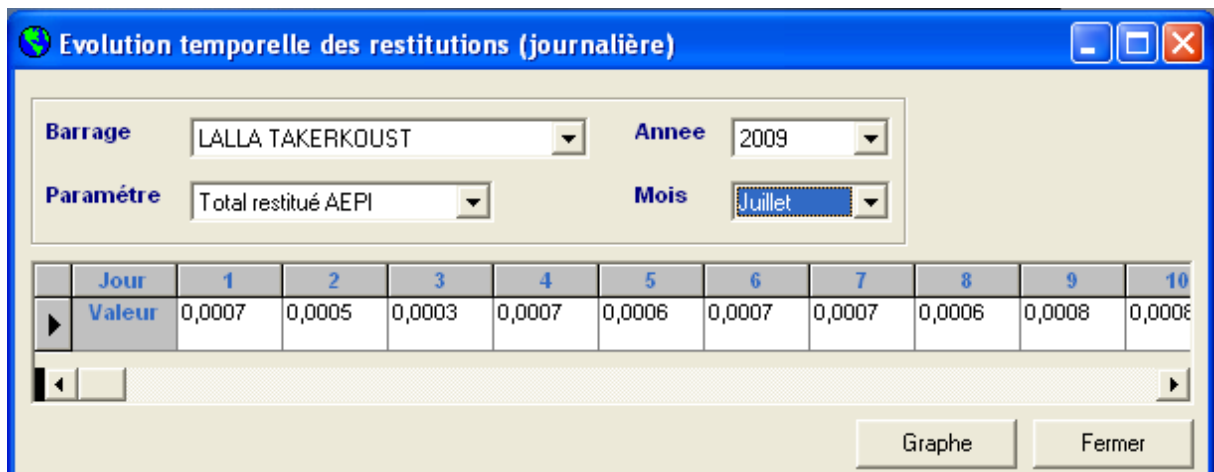
2) Application de gestion des fournitures en temps réel :

Cette application a pour objet de :

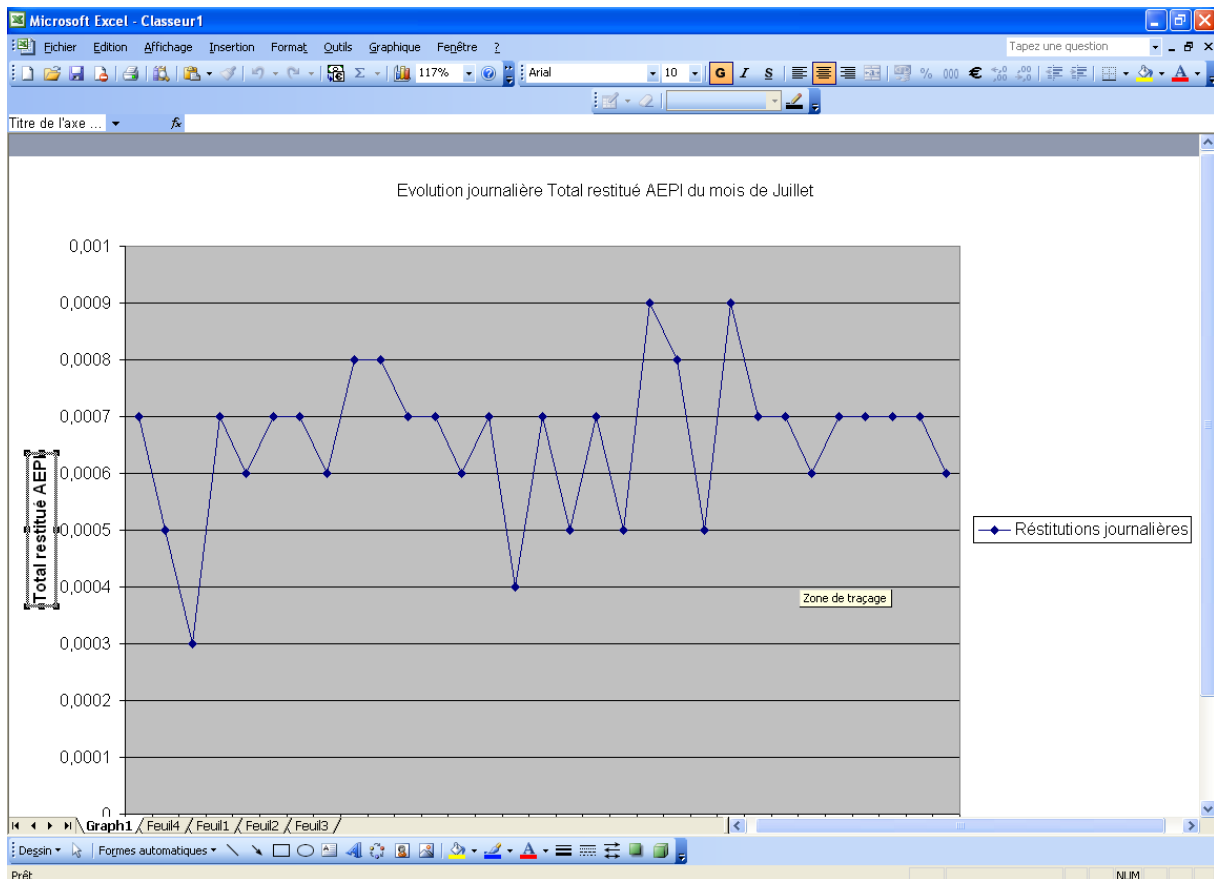
- Gérer en temps réel des fournitures réalisées par chaque barrage.
- Faire une confrontation en temps réel des fournitures et des dotations fixées avec affichage de message d'alerte en cas de dépassement.
- Consulter des données précitées (dotations et fournitures).
- Suivre des situations de crues et de leur laminage au niveau des barrages avec représentation cartographique de la situation avec un pas de temps horaire.

Evolution temporelle des restitutions (jour) :

Afin de visualiser le graphe correspondant à l'évolution journalière des restitutions durant une période donnée, l'utilisateur doit sélectionner le barrage désiré, spécifier le paramètre, l'année et le mois.



Finalement, suite au clic sur le bouton "Graphe", le graphe obtenu sera une feuille Excel suivant le modèle ci-dessous avec possibilité de visualiser les données sous forme de tableau sur la feuille 4.



Avec cette nouvelle technique offerte par ce programme informatique nous pouvons faire face aux exigences actuelles (sécheresse, inondation...) et dans le cadre d'une gestion intégrée et durable des ressources en eau, nous pouvons

estimer les demandes en eau et nous pouvons prendre des décisions concernant la gestion des barrages.

Puisque ce projet est incorporé récemment au sein de l'ABHT, il connaît certains problèmes de maîtrise ainsi que le manque de certaines données nécessaires à la démarche du programme.

