



Université Cadi Ayyad
Faculté des sciences et techniques
Département de géologie

ABHT



Agence du bassin hydraulique
de Tensift

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE
LICENCE EN SCIENCES ET TECHNIQUES
(LST)
« EAU ET ENVIRONNEMENT »

Intitulé:

Systeme de prévision et d'alerte aux crues et son
extension
« Bassin d'Ourika et Rhéraya »

Présenté par:

SBAII FATIMEZZAHRA

ELMOUMEN MINA

Encadré par:

Mr.B.IGMOULANLAN(FSTG)

Mr.S.ELKIHAL (ABHT)

Examineur :

Mr.M.E.Saidi(FSTG)

Soutenu le 25 juin 2014

Année universitaire 2014/2015

Remerciement

*La première personne que nous tenons à remercier est notre encadrant **Mr. IGMOULAN BRAHIM**, pour l'orientation, la confiance, la patience qui ont constitué un apport considérable sans lequel ce travail n'aurait pas pu être mené au bon port. Qu'il trouve dans ce travail un hommage vivant à sa haute personnalité.*

*Nos remerciements s'étendent également à **Mr. ELKIHAL SAID** notre encadrant du stage à l'agence du bassin hydraulique Tensift pour ses bonnes explications qui nous ont éclairé le chemin de la recherche et sa collaboration avec nous dans l'accomplissement de ce modeste travail et son accueil sympathique lors des jours précédant du stage.*

Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à tous les professeurs qui nous ont enseigné et qui par leurs compétences nous ont soutenu dans la poursuite de nos études.

Nos chaleureux remerciements à nos familles pour leur soutien matériel et Moral.

Enfin, on remercie tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail.

Merci 

Sommaire:

Chapitre 1 : Présentation de la zone d'étude

1.Cadre général :	9
2.Présentation de la zone d'étude :	10
2.1Bassin de l'Ourika :	10
2.2Bassin de Rhéraya :	15

Chapitre 2 : généralités sur les inondations

1. Définition :	21
1.1. Une inondation :	21
1.2Les crues :	21
1.3.Les types des inondations :	22
1.4Les conséquences des inondations :	23
2.Les caractéristiques d'un hydrogramme :	24
3.caractérisation de quelques crues à Ourika et Rheraya :	25
3.1Bassin d'Ourika :	25
3.2Bassin du Rhéraya :	27
4.Plan d'aménagement de la vallée d'Ourika et Rhéraya :	28
4.1Les mesures structurelles :	28
4.2Les mesures non structurelles :	28

Chapitre 3 : présentation et évaluation du SPAC

1.Introduction :	30
2.Première phase :	30
2.1étude du plan directeur	30
2.2Projet pilote :	32
3.Deuxième phase : extension du SPAC :	41
3.1Fonctionnement du SPAC :	43
4.Exemple de succès du SPAC : crue de 22 Juin 2009	48
5.Les points forts du SPAC :	49
6.Les points faibles du SPAC :	49
Conclusion:	Erreur ! Signet non défini.
Liste des illustrations:	51
Bibliographie:	53
Annexe:	54

introduction

Les catastrophes naturelles peuvent surprendre une région donnée de façon aléatoire et leur impact peut être plus ou moins désastreux selon son degré de préparation et de résilience à en faire face.

La résilience aux catastrophes naturelles peut sauver des vies humaines et épargner aux états des pertes considérables. Il faut dire cependant que sa préparation est un processus complexe qui nécessite des stratégies claires, une coordination et une capacité de mise en œuvre efficace et donc des budgets conséquents, mais avant tout une prise de conscience collective. C'est pour cela que la gestion des risques doit être une priorité nationale et locale fondée sur un engagement politique clair, basé essentiellement sur la mobilisation des différentes institutions concernées, et doit faire preuve d'une bonne gouvernance, et être intégrée dans la planification des politiques publiques et dans tout projet de développement socio-économique.

Le Maroc aussi est potentiellement confronté à des événements extrêmes, en raison du nombre de phénomènes naturels qui peuvent l'affecter et qui sont liés à sa position géographique, sa structure géologique et à ses conditions climatiques.

Notre région d'étude (bassin d'Ourika et Rhéraya) en est un exemple concret car il encourt entre autre un risque inondation notamment dans sa partie montagneuse.

Depuis 1995, les mesures prises par le gouvernement du Maroc pour atténuer les dégâts des crues au niveau de cette zone sont d'ordres structurels et non structurels. Comme mesure non structurelles, citons l'étude du plan directeur sur le système de prévision et d'alerte aux crues (SPAC) pour la région de l'atlas réalisé dans le cadre de coopération avec l'agence japonaise de coopération internationale (JICA).

Cette étude a été suivi par la réalisation d'un projet pilote au niveau du bassin d'Ourika durant lequel une partie seulement des équipements prévus a été installé.

Le Système de prévision et d'alerte aux crues de l'Ourika est un projet pilote qui comprend cinq stations d'annonce de crues automatiques (avant l'extension), deux relais de télétransmission (VHF) et qui élabore des prévisions et des émissions des messages d'avis de crue. Il transmet également par système de télémétrie.

Il est doté d'un réseau informatique via ligne téléphonique et d'un poste d'alarme dans la localité d'Ighraf (province d'Al Haouz) pour avertir avec sirène les populations menacées. Une

fois par an, les autorités et les services concernés procèdent à des simulations d'évacuation des populations afin de tester les performances du système et améliorer ses rendements.

Ce rapport est structuré de la façon suivante :

- Le premier chapitre est consacré à la présentation de la zone d'étude. La caractérisation géographique, géologique et hydrologique.
- Le deuxième chapitre présente des généralités sur les inondations.
- Le troisième chapitre est dédié à la présentation et l'évaluation du SPAC.

Présentation de l'ABHT :

L'Agence du Bassin Hydraulique de Tensift (ABHT) est créée en application de la loi 10-95 sur l'eau conformément à l'article 20, et instaurée par le décret N° 2-00-479 du 14 Novembre 2000, l'Agence du bassin hydraulique du Tensift a démarré effectivement son action en Avril 2002.

Organisme public doté de la personnalité morale et de l'autonomie financière, l'Agence du bassin hydraulique du Tensift traduit la politique de décentralisation de la gestion de l'eau induite par le nouveau concept de la gestion intégrée des ressources en eau à l'échelle du bassin hydraulique, et constitue ainsi un organisme fédérateur des acteurs concernés par la gestion de l'eau au niveau régional.

Gérée par un Conseil d'Administration présidé par le Ministre de l'Aménagement du Territoire de l'Eau et de l'Environnement; L'Agence du bassin est chargée des missions suivantes:

- Elaborer un plan directeur d'aménagement intégré des ressources en eau relevant de sa zone d'action.
 - Veiller à l'application du plan directeur d'aménagement intégré des ressources en eau à l'intérieur de sa zone d'action.
 - Délivrer les autorisations et concessions d'utilisation du domaine public hydraulique prévues dans le plan directeur d'aménagement intégré des ressources en eau de sa zone d'action.
 - Fournir toute aide financière et toute prestation de service, notamment d'assistance technique, aux personnes publiques ou privées qui en feraient la demande, soit
 - prévenir la pollution des ressources en eau, soit en vue d'un aménagement ou d'une utilisation du domaine public hydraulique.
 - Réaliser toutes les mesures piézométriques et de jaugeages ainsi que les études Hydrologiques, hydrogéologiques, de planification et de gestion de l'eau tant au plan quantitatif que qualitatif.
 - Réaliser toutes les mesures de qualité et d'appliquer les dispositions de la présente loi et des lois en vigueur relatives à la protection des ressources en eau et à la restauration de leur qualité, en collaboration avec l'autorité gouvernementale chargée de l'environnement.
 - proposer et d'exécuter les mesures adéquates, d'ordre réglementaire notamment, pour assurer l'approvisionnement en eau en cas de pénurie d'eau déclarée.

- Gérer et contrôler l'utilisation des ressources en eau mobilisées.
- réaliser les infrastructures nécessaires à la prévention et à la lutte contre les inondations.
- Tenir un registre des droits d'eau reconnus et des concessions et autorisations de prélèvement d'eau accordées.

Chapitre 1 :

Présentation de la zone d'étude

1. Cadre général :

La zone étudiée est située sur le flanc nord du Haut Atlas dont l'altitude varie entre 500m et 4000m. Cette chaîne montagneuse est orientée NE-SW.

C'est une zone qui draine beaucoup de touristes et contribue donc à l'économie de la région. Elle comprend six bassins hydrauliques très actifs : R'Dat, Zat, Ourika, Rhéraya, N'fis et Oued Issyl.

Cette zone est vulnérable aux crues et aux écoulements de débris à cause de ses conditions géomorphologique et météorologique extrêmes.

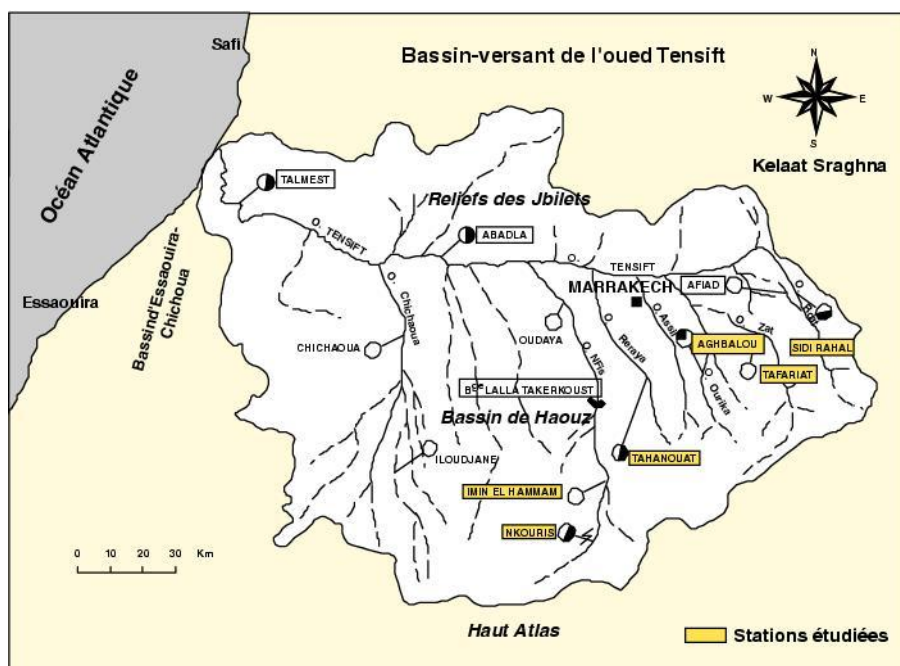


Fig.1 : situation géographique du bassin versant du Tensift

Les deux bassins versants affluents du Tensift (Ourika et Rhéraya) sont sélectionnés comme bassins versants cibles aux crues.

2. Présentation de la zone d'étude :

2.1 Bassin de l'Ourika :

2.1.1 Situation géographique :

L'oued Ourika, prend naissance dans la partie sud-ouest de l'Atlas et coule au Nord Est sur une longueur de 43 km en passant le long de plusieurs villages.

Le bassin versant d'Ourika à Aghbalou, localisé à une quarantaine de km au sud de Marrakech, se situe à 31° et 31° 20' de latitude Nord et a 7° 30' et 8° de longitude Ouest.

Les altitudes y varient de 1070 m à Aghbalou (à l'exutoire) à 4001 m au point culminant en amont du bassin.

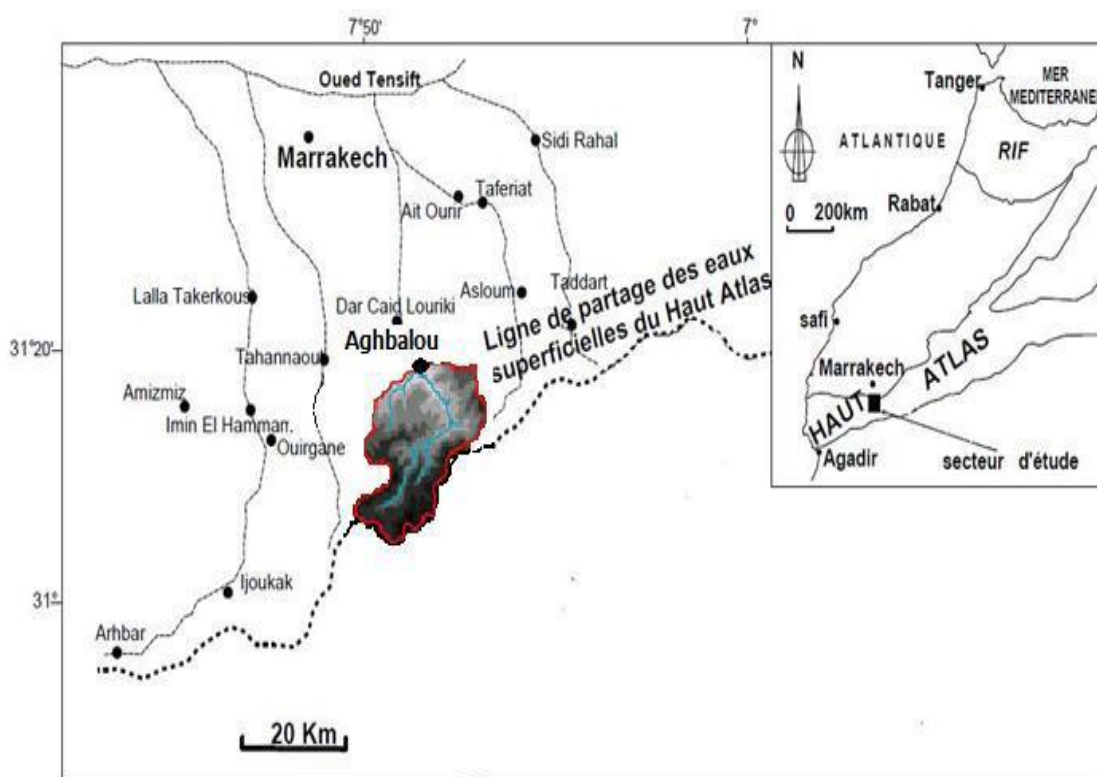


Fig.2 : situation géographique du bassin Ourika

2.1.2 Caractéristiques morphologiques:

- ◆ superficie du bassin versant = 503 km²
- ◆ périmètre stylisé = 104 km
- ◆ Talweg principal = 45.5 km
- ◆ Pente moyenne = 0.069
- ◆ altitude moyenne = 2550 m
- ◆ Point culminant = 4001 m (à jbel Tarourt).
- ◆ Temps de concentration = 5 heures
- ◆ Indice de compacité = 1.3

2.1.3 Occupation des sols:

A cause de terrains accidentés avec des reliefs imposants et des formations lithologiques cristallines qui affleurent sur une grande partie du bassin, la végétation est limitée à quelques secteurs sous forme de forêts, essentiellement des Chênes verts et des Vergers de pommiers et de noyers colonisant les terrasses alluviales le long de la vallée (voir tableau) :

Tableau 1 : Répartition géographique en % des différentes végétations du bassin versant d'Ourika :

Occupation des sols	Superficie en Km2
Foret	260
Vergers	4
Agriculture	55
Terrains nus	8

2.1.4 Aspect géologique:

Le bassin versant offre deux grands types de formations géologiques :

- la partie amont située à des altitudes supérieures à 2000 m montre des roches cristallines et constituent le socle de la chaîne atlasique. On y rencontre des roches magmatique (granites, granodiorite, andésites, rhyolites) et des roches métamorphiques (gneiss et migmatites).
- la partie aval : située à des altitudes inférieures à 2000 m, composée des dépôts de couverture mésozoïque plus tendres. Le Trias est formé de conglomérats, grès et silts. La lithologie du bassin versant est donc dans l'ensemble assez imperméable. Selon les chiffres de l'agence de bassin hydraulique de Tensift les terrains imperméables occupent 55% de la superficie totale de la zone (voir tableau 2)

Tableau 2 : Répartition en % des différentes formations lithologiques du bassin versant d'Ourika :

Terrains perméables	Terrains semi-perméable	Terrains imperméable
6 %	39 %	55 %

A première vue, cette lithologie fait croître les risques d'inondations car favorise le ruissellement et le développement d'importantes crues.

2.1.5 Les affluents :

L'Oued Ourika est un affluent de oued Hadjer, lui-même affluent de Tensift sur sa rive gauche. Le réseau hydrographique du bassin de l'Ourika est assez dense et bien ramifié, et les principaux affluents du cours principal étant :

- Assif NOUFRA en rive droite qui prend naissance à l'altitude de 3800 m environ.
- Assif-N-TIFNI en rive droite appelé AKSOUAL à sa naissance à l'altitude de 3800 m environ.
- Assif TARZAZA en rive gauche dont la source est à 3600 m environ, oued très pentu ce qui explique ses crues violentes causant souvent des dégâts importants.

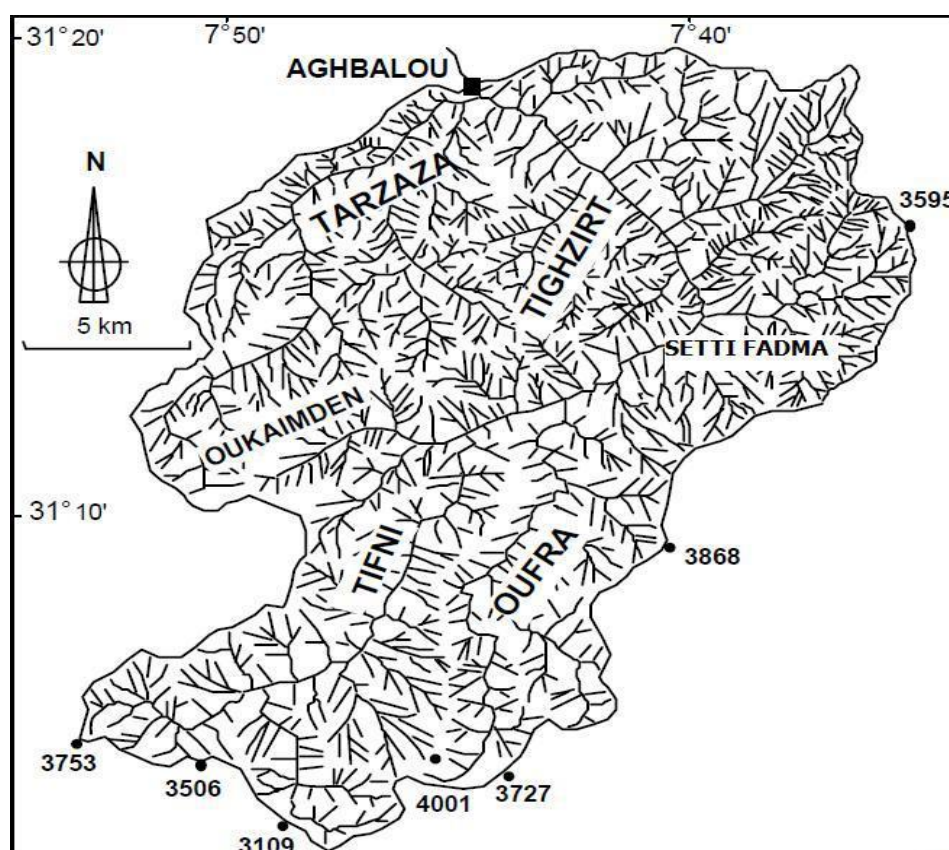


Fig.3: réseau hydrographique du bassin d'Ourika

2.1.6 Pluviométrie du bassin :

L'analyse des précipitations mensuelles de l'Ourika à la station d'Aghbalou, sur une période de 43 ans (de 1969 à 2012), a permis de cerner la variabilité de ce paramètre.

Le tableau et l'histogramme suivant présentent la répartition moyenne des précipitations mensuelles :

Tableau 3 : précipitation moyenne mensuelles à Aghbalou :

Mois	septembre	octobre	novembre	décembre	janvier	février	Mars	avril	mai	juin	juillet	aout
Moyenne	17.5	51.9	57.3	42.8	62.4	63.8	78.8	84.2	51.9	15.4	3.6	9.1

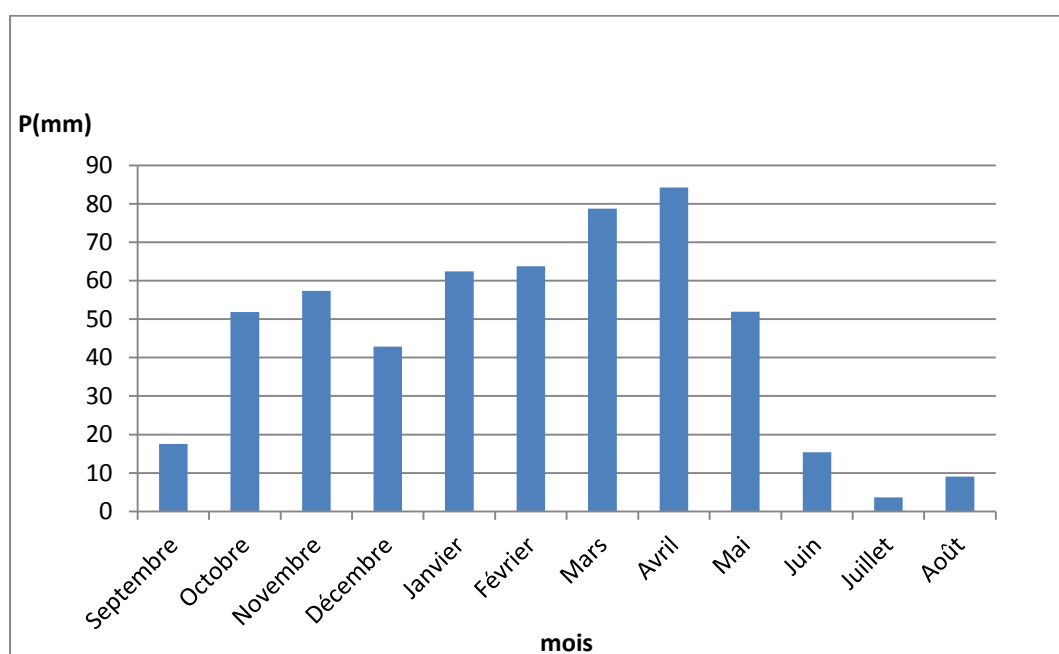


Fig.4: Histogramme des pluies moyennes mensuelles à Aghbalou (1969-2012)

Les mois les plus pluvieux sont janvier, Février, Mars et Avril tandis que Juillet, Août et Septembre sont les moins arrosés.

2.17 La température :

La station ne dispose pas de mesure de température, on retient comme température moyenne celle du barrage Lalla Takerkoust soit : **18,6 °c.**

A l'échelle mensuelle les mois de juin, juillet et août connaissent les plus hautes températures de l'année.

2.1.8 Les apports :

a. Les apports en eau :

L'oued Ourika a un débit moyen de **5.2 m³/s** soit un volume d'apport de **164 Mm³** par an.

- Le débit moyen annuel maximum est de **29.6 m³/s** (1979/80).
- Le débit moyen annuel minimum est de **0.6 m³/s** (1982/83).
- Le débit spécifique est de **10.3 l/s/km²** soit le plus élevé de la région.
- Le coefficient d'écoulement est d'environ **40 %**.

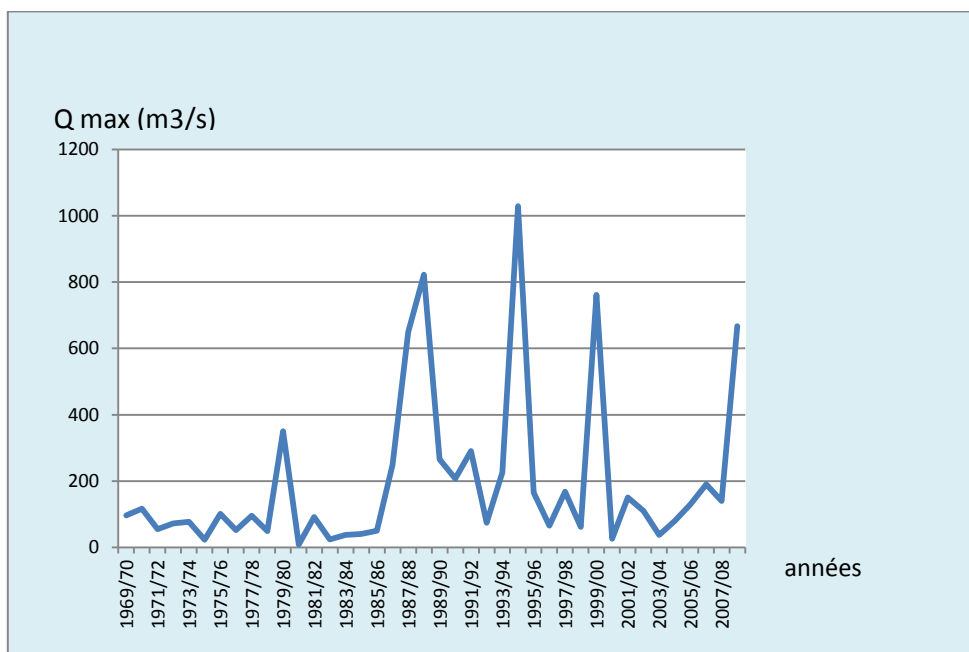


Fig. 5 : les débits mensuelles maximales à Aghbalou (1969-2008)

Les années qui ont connus les plus hauts débits sont 1987,1995 et 1999:

b. Les apports solides :

D'après l'étude du plan Directeur, le bassin versant de l'oued Ourika a une dégradation spécifique de **700 T/km²/an**

2.2 Bassin de Rhéraya :

2.2.1 Situation géographique :

Le bassin versant de la Rheraya est situé dans le Haut Atlas de Marrakech, entre les latitudes 30°10' et 30°20', et les longitudes 7°40' et 8° Ouest. Il est localisé à une quarantaine de kilomètres au sud de Marrakech, dans le massif de Toubkal.

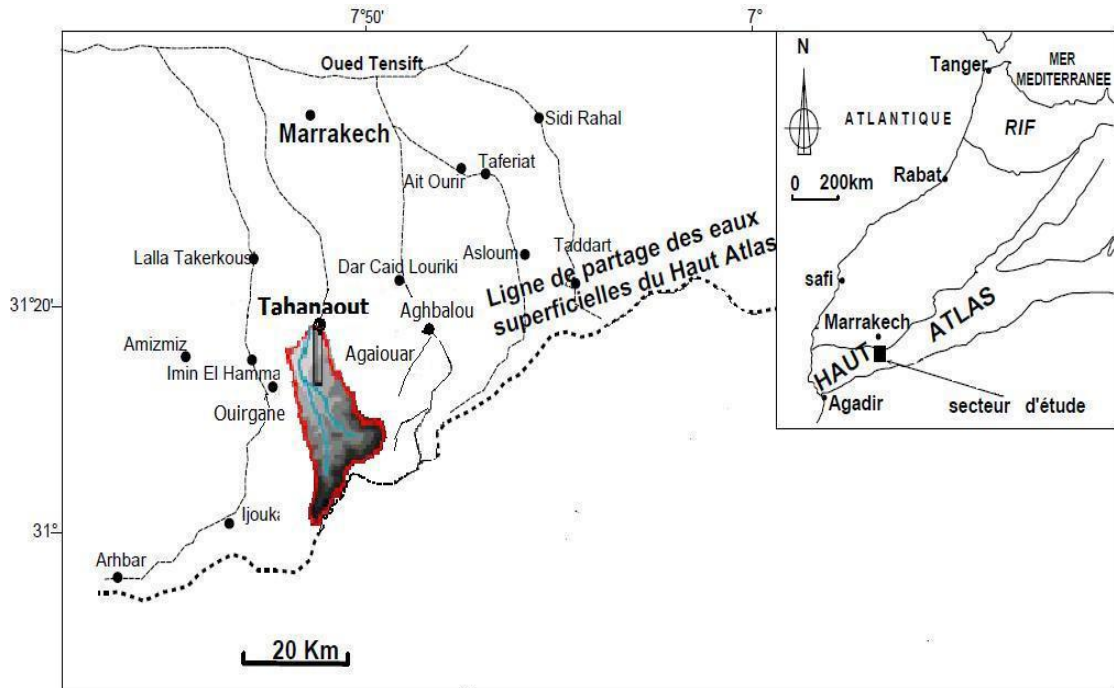


Fig.6 : situation géographique du bassin Rheraya

2.2.2 Caractéristiques morphologiques:

- superficie du bassin versant = 225 km²
- périmètre du bassin versant = 78 km
- Talweg principal = 32 km
- altitude moyenne = 2154 m
- altitude la plus fréquente = 2020 m
- Point culminant est jbel Tobkal = 4167 m
- Indice de compacité = 1.46
- L rectangle equivalent = 32 km
- indice de pente global = 0.07
- pente moyenne = 0.072
- Coefficient de ruissellement = 50%
- Temps de concentration = 4 h 30 mn

2.2.3 Occupation des sols :

La végétation naturelle est constituée schématiquement de la forêt naturelle. La distribution spatiale de ces formations végétales est due d'une part à l'effet de l'exposition et d'autre part à la nature des sols.

On retrouve les cultures irriguées le long des deux bras de Rhéraya alors que les cultures à sec sont souvent observées de part et d'autres de l'oued dans les basses altitudes (voir tableau 4)

Tableau 4 : Répartition géographique en % des différentes végétations du bassin versant d'Rheraya :

Occupation des sols	Superficies en km ²
forêts	98
Vergers	9
agriculture	41
Terrains nus	11

2.2.4 Aspect géologique:

Les faciès rencontrés correspondent à des calcaires et marnes de l'Eocène reposant sur une barre de calcaire Turonien. Des bancs gypseux métriques sont très fréquents au dessous du Turonien.

L'épaisseur de l'ensemble de la série Eo-crétacé dépasse 200 m pour passer ensuite aux argiles permotriasiques. Les roches dominantes sont les schistes compacts durs qui laissent supposer que l'infiltration est insignifiante et par conséquent le sol est imperméable. Dont la capacité de rétention d'eau est peu négligeable. les formations imperméable présente 59 % (voir tableau 5) :

Tableau 5 : Répartition % des différentes formations du bassin versant du Rheraya :

Sol perméable	Sol semi-perméable	Sol imperméable
26%	15%	59%

2.2.5 Les affluents:

Oued Rheraya est un affluent atlasique rive gauche du Tensift, il contrôle un bassin versant de **225 km²** à la station hydrologique de Tahanaout.

L'oued Rheraya est constitué par la confluence de Assif Iminene et assif N'Aït Mizaine qui prennent naissance dans le haut Atlas à environ 3600 m d'altitude.

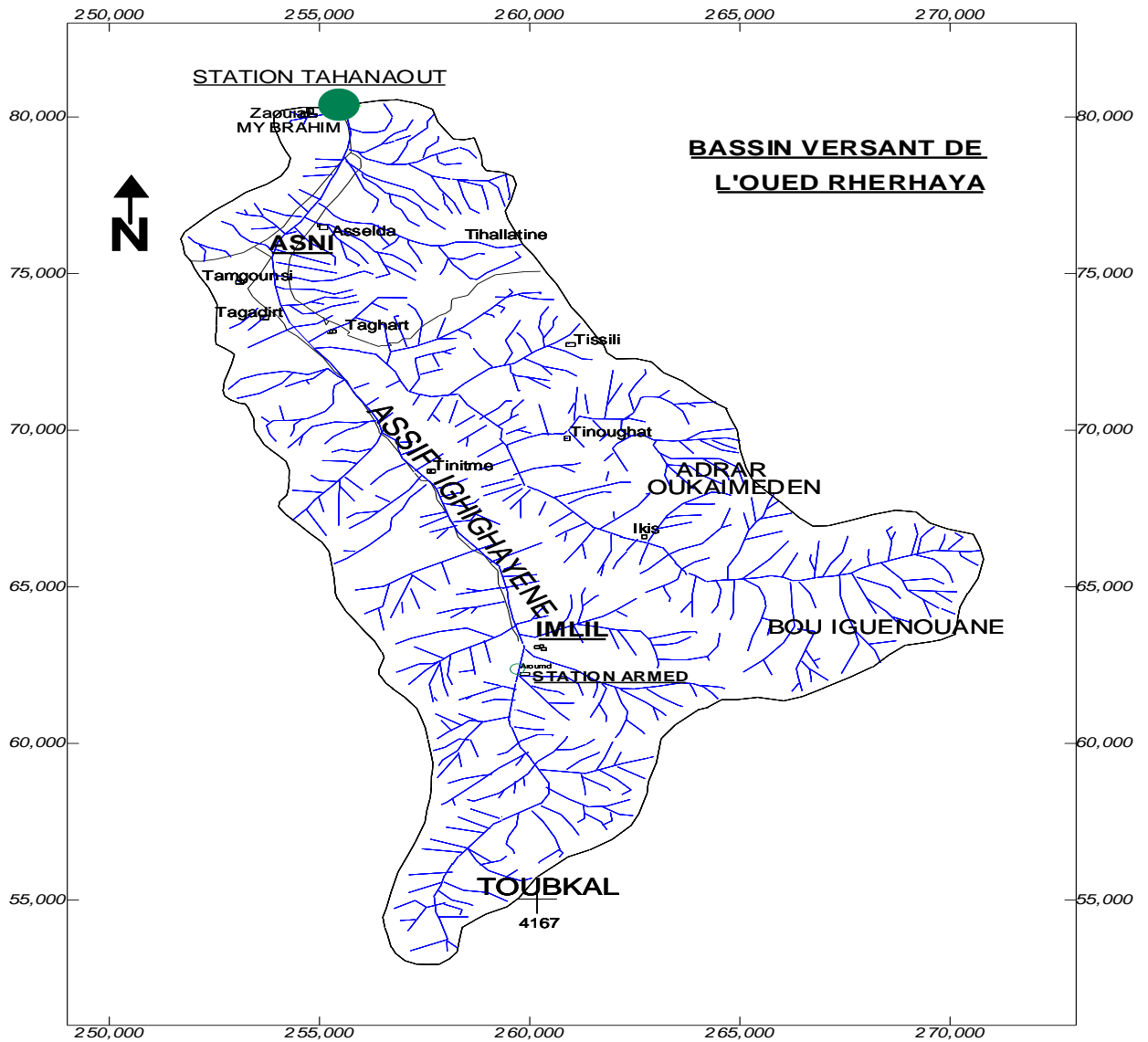


Fig.7 : réseau hydrographique du bassin de Rheraya

2.2.6 Pluviométrie :

Globalement le climat du Rhéraya est semi-aride. La pluviométrie moyenne annuelle (1969-2012) à l'exutoire du bassin est de 352,7mm.

La variation des altitudes dans ce bassin joue un rôle capital dans la répartition des précipitations comme il montre le tableau et l'histogramme suivants :

Tableau 6 : précipitation moyenne mensuelles à la station Tahanout du bassin Rhéraya :

mois	septembre	Octobre	novembre	décembre	janvier	février	mars	avril	mai	Juin	juillet	aout
moyenne	13.8	35.3	42.5	30.2	42.3	48.8	50.1	57.7	32.8	12.6	3.1	5.7

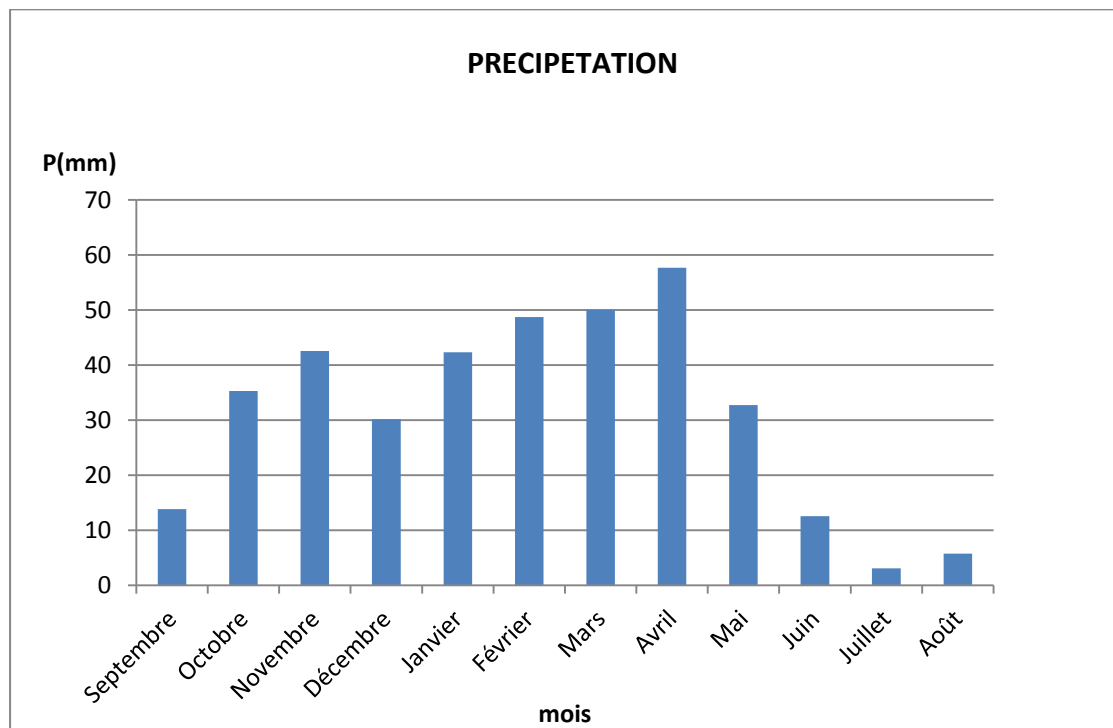


Fig.8: répartition moyenne des précipitations mensuelles (1969-2012) à Rheraya

Les mois les plus pluvieux sont février, mars et avril alors que juin, juillet et aout sont les moins pluvieux.

2.2.7 La température :

On ne dispose pas sur le bassin de l'oued Rhéraya de station climatologique. Par ailleurs, la température moyenne au niveau du barrage Lalla Takerkoust est de **18,6 °C**.

2.2.8 Les apports :

a. Les apports en eau :

L'oued Rhéraya écoule un débit moyen de **1.555 m³/s**. Ce qui donne un volume de **49 Mm³/an**.

Le Rhéraya est à la fois pentu et arrosé, il est caractérisé par un régime nival prononcé. Les données recueillies au niveau de la station de l'hydraulique tahnout sont les suivantes :

Le débit moyen annuel maximal a été de **3.71 m³/s (1991/92)**.

Le débit moyen annuel minimal a été de **0.083 m³/s (2000/2001)**.

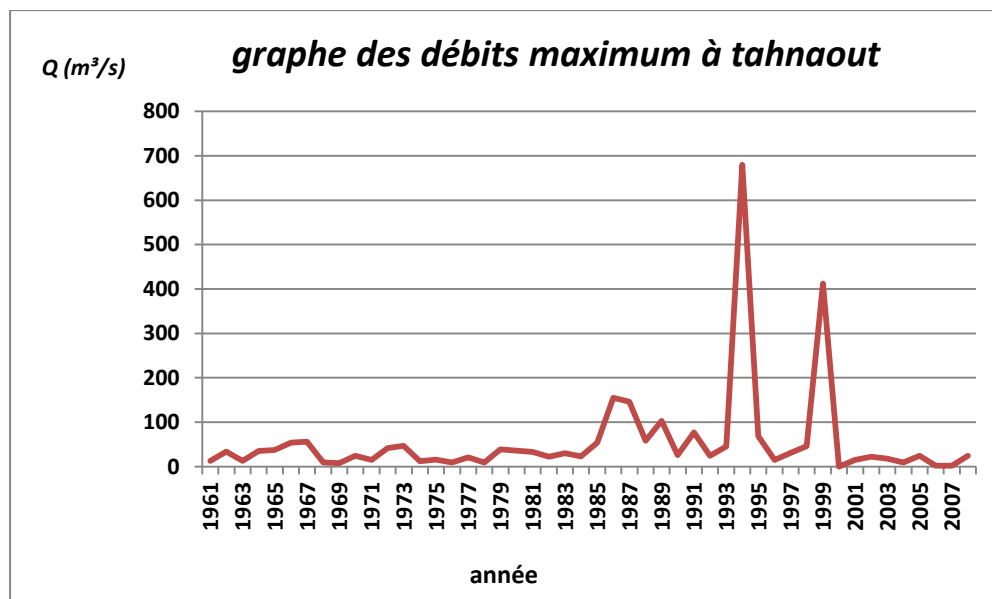


Fig. 9 : les débits maximaux à Tahanout (1961-2007)

Concernant le bassin de Rhéraya deux années qui ont connues des plus hauts débits : 1995 et 1999.

b. Les apports solides :

Le plan directeur, la dégradation spécifique du bassin de Rhéraya est de **700 T/km²/an**.

Chapitre 2 :

Généralités sur les inondations

1. Définition :

1.1. Une inondation :

Est une submersion, rapide ou lente, d'une zone habituellement hors d'eau. Le risque inondation est la conséquence de deux composantes : l'eau qui peut sortir de son lit habituel d'écoulement ou apparaître et l'homme qui s'installe dans la zone inondable pour y implanter toutes sortes de constructions, d'équipements et d'activités.

1.2 Les crues :

La crue correspond à l'augmentation de la quantité d'eau qui s'écoule dans la rivière (débit) et peut concerner l'ensemble du lit majeur de la rivière. L'importance de l'inondation dépend de trois paramètres : la hauteur d'eau, la vitesse du courant et la durée de la crue.

Ces paramètres sont conditionnés par les précipitations, l'état du bassin versant (aire géographique d'alimentation en eau d'une rivière) et les caractéristiques du cours d'eau (profondeur, largeur de la vallée, etc...). Ces caractéristiques naturelles peuvent être aggravées par la présence d'activités humaines.

La crue est un phénomène naturel qui dépend de :

- L'intensité et la répartition des pluies sur le bassin versant.
- La pente du bassin et sa couverture végétale qui accélèrent ou ralentissent les écoulements.
- L'absorption de l'eau par le sol et son infiltration dans le sous-sol alimentant les nappes souterraines.

1.3 Les types des inondations :

On distingue trois types d'inondations :

- **La montée lente des eaux en région de plaine :**

Les inondations de plaine se produisent lorsque la rivière sort lentement de son lit mineur et inonde la plaine pendant une période relativement longue. La rivière occupe son lit moyen et éventuellement son lit majeur.

Après une ou plusieurs années pluvieuses, il arrive que la nappe affleure et qu'une inondation spontanée se produise : on parle d'inondation par remontée de nappe phréatique. Ce phénomène concerne particulièrement les terrains bas ou mal drainés. Sa dynamique lente perdure plusieurs semaines.

- **La formation rapide de crues torrentielles :**

Lorsque des précipitations intenses, telles des averses violentes, tombent sur tout un bassin versant, les eaux ruissellent et se concentrent rapidement dans le cours d'eau, engendrant des crues torrentielles brutales et violentes. Le cours d'eau transporte de grandes quantités de sédiments et de flottants (bois morts, etc....), ce qui se traduit par une forte érosion du lit et un dépôt des matières transportées. Ces dernières peuvent former des barrages, appelés embâcles, qui, s'ils viennent à céder, libèrent une énorme vague pouvant être mortelle.

- **Le ruissellement pluvial :**

L'imperméabilisation du sol par les aménagements (bâtiments, voiries, parkings, etc....) et par les pratiques culturales limite l'infiltration des précipitations et accentue le ruissellement. Ceci occasionne souvent la saturation et le refoulement du réseau d'assainissement des eaux pluviales. Il en résulte des écoulements plus ou moins importants et souvent rapides dans les rues.

1.4 Les conséquences des inondations :

D'une façon générale, la vulnérabilité d'une personne est provoquée par sa présence en zone inondable. Sa mise en danger survient surtout lorsque les délais d'alerte et d'évacuation sont trop courts ou inexistantes pour des crues rapides ou torrentielles. Dans toute zone urbanisée, le danger est d'être emporté ou noyé, mais aussi d'être isolé sur des îlots coupés de tout accès.

L'interruption des communications peut avoir pour sa part de graves conséquences lorsqu'elle empêche l'intervention des secours. Si les dommages aux biens touchent essentiellement les biens mobiliers et immobiliers, on estime cependant que les dommages indirects (perte d'activité, chômage technique, etc....) sont souvent plus importants que les dommages directs.

Enfin, les dégâts au milieu naturel sont dus à l'érosion et aux dépôts de matériaux, aux déplacements du lit ordinaire, etc....

Lorsque des zones industrielles sont situées en zone inondable, une pollution ou un accident technologique peuvent se surajouter à l'inondation.

2. Les caractéristiques d'un hydrogramme :

L'hydrogramme de crue présente la forme générale d'une courbe en cloche dissymétrique que l'on divise en quatre parties : tarissement (avant la pluie nette), crue, décrue et tarissement (après la recension hydropluviométrique étudiée).

On définit alors des temps caractéristiques :

- **Temps de réponse du bassin** : Intervalle de temps qui sépare le centre de gravité de la pluie nette de la pointe de crue ou parfois du centre de gravité de l'hydrogramme dû à l'écoulement de surface.
- **Temps de concentration t_c** : Temps que met une particule d'eau provenant de la partie du bassin la plus éloignée "hydrologiquement" de l'exutoire pour parvenir à celui-ci. On peut estimer t_c en mesurant la durée comprise entre la fin de la pluie nette et la fin du ruissellement direct (i.e. fin de l'écoulement de surface).
- **Temps de montée t_m** : Temps qui s'écoule entre l'arrivée à l'exutoire de l'écoulement rapide (décelable par le limnigraphe) et le maximum de l'hydrogramme dû à l'écoulement de surface.
- **Temps de base t_b** : Durée du ruissellement direct, c'est-à-dire la longueur sur l'abscisse des temps de la base de l'hydrogramme dû à l'écoulement de surface.

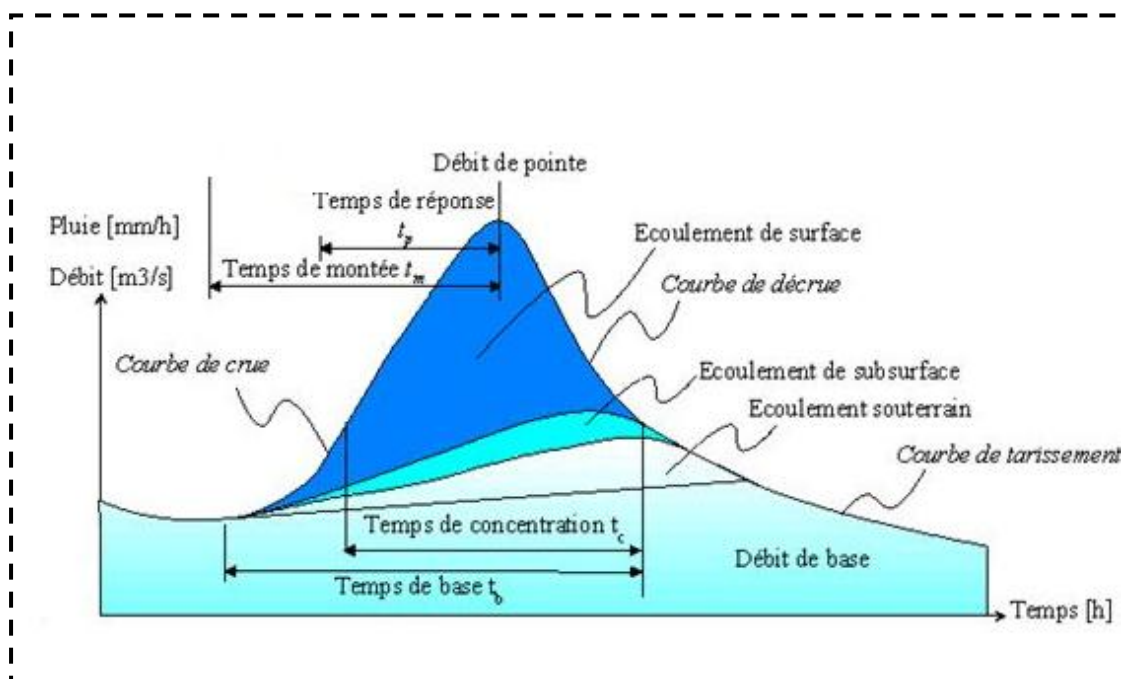


Fig.10 : les caractéristiques d'un hydrogramme

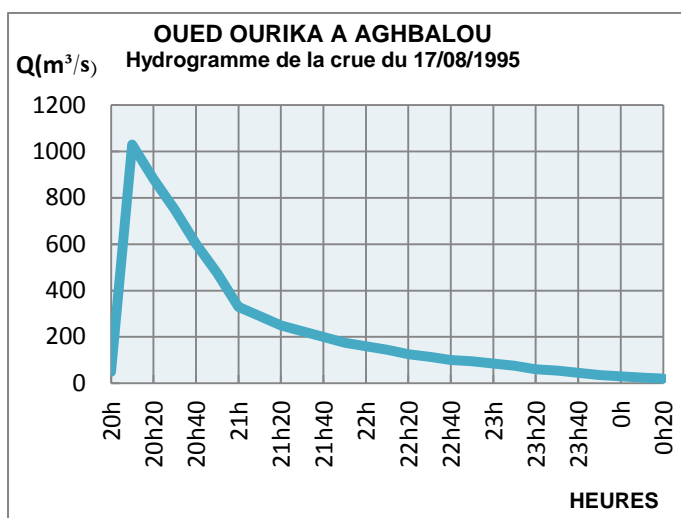
3. Caractérisation de quelques crues à Ourika et Rheraya :

Le bassin de Tensift a connu des crues tristement mémorables par leurs effets destructifs et mortels.

Et par suite quelques crues qui ayant affectés les deux bassins et leurs hydrogrammes :

3.1 Bassin d'Ourika:

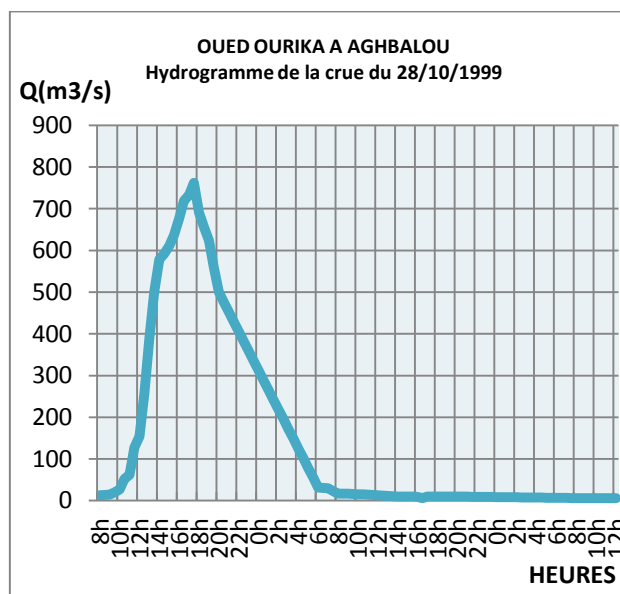
- la crue de 17/08/1995



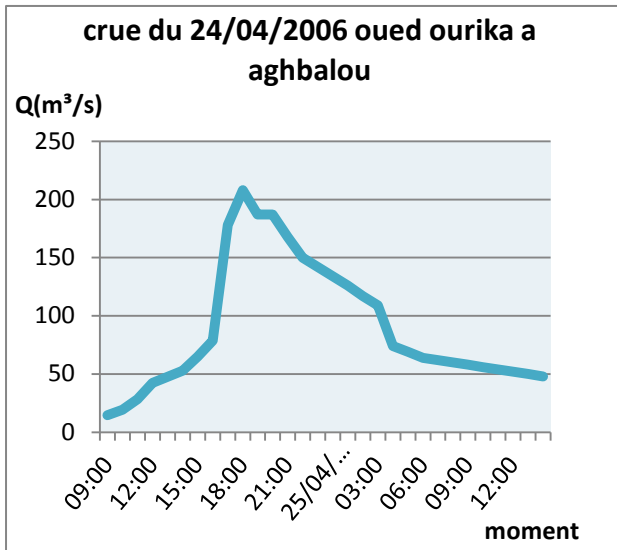
CARACTERISTIQUES DE LA CRUE	
date début	17/08/1995 à 20h
date fin	18/08/1995 à 0h
débit de pointe (m ³ /s)	1030,000
débit max. moyen (m ³ /s)	253,500
débit base avant (m ³ /s)	50,000
débit base après (m ³ /s)	30,000
volume 10 ⁶ m ³	3,651
temps de base (heures)	4
temps de montée (heures)	0,16
coefficient de pointe	4,1

- La crue de 28/10/1999 :

CARACTERISTIQUES DE LA CRUE	
date début	28/10/1999 à 8h
date fin	29/10/1999 à 8h
débit de pointe (m ³ /s)	762,000
débit max. moyen (m ³ /s)	307,170
débit base avant (m ³ /s)	12,720
débit base après (m ³ /s)	16,460
volume 10 ⁶ m ³	25,987
temps de base (heures)	23,5
temps de montée (heures)	9,5
coefficient de pointe	2,5



- La crue du 24/04/2006 :



Caractéristiques de crue	
Débit de pointe (QP)	208
Débit de base avant (QBAV)	15
Débit de base après (QBAP)	48
Débit moyen (DM)	92
Coefficient de pointe (CP)	2
Temps de base (TB) min	1 740
Temps de montée (TM) min	540
Volume de crue (VC)	9 614 880

- La crue du 31/10/2012 :

Caractéristiques de crue	
Débit de pointe (QP)	467.5
Débit de base avant (QBAV)	48.25
Débit de base après (QBAP)	77.5
Débit moyen (DM)	294.353235
Coefficient de pointe (CP)	1.58822783
Temps de base (TB) min	510
Temps de montée (TM) min	90
Volume de crue (VC)	9007209

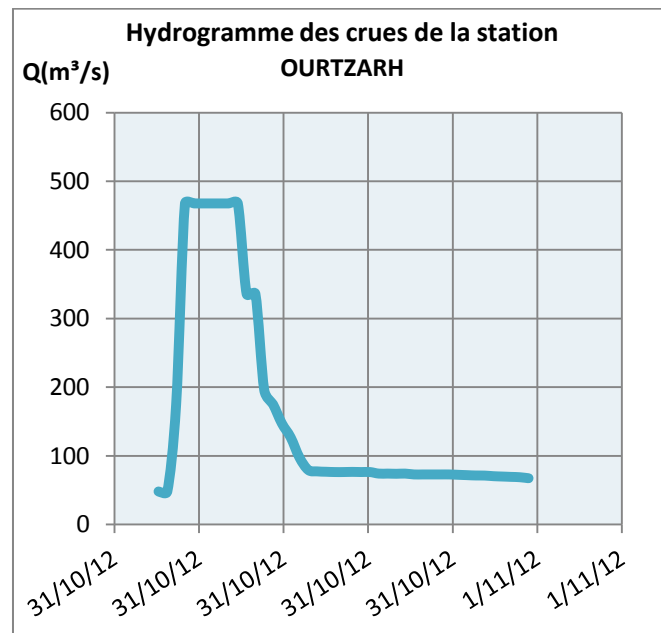
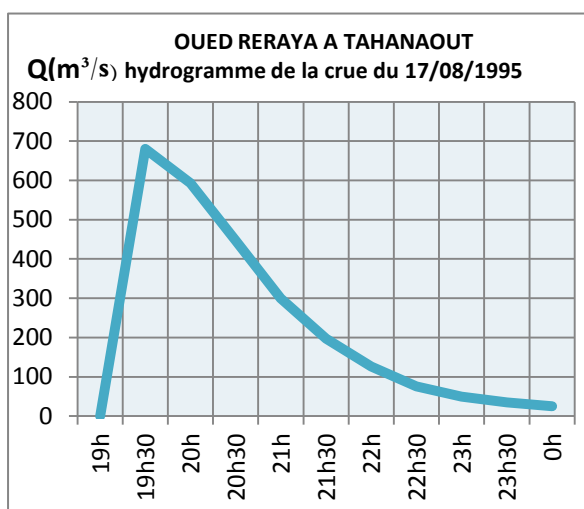


Fig.11. Les hydrogrammes des grandes crues à Ourika

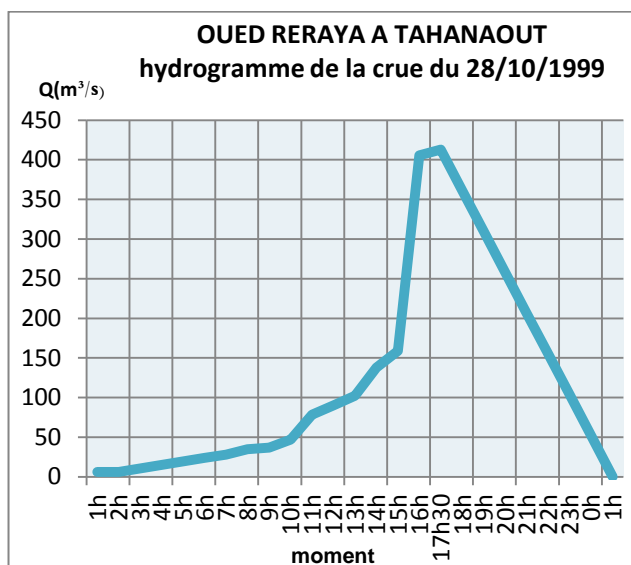
3.2 Bassin du Rhéraya :

- La crue du 17/08/1995 :



CARACTERISTIQUES DE LA CRUE	
date début	17/08/1995 à 19h
date fin	18/08/1995 à 0h
débit de pointe (m ³ /s)	680,000
débit max. moyen (m ³ /s)	264,013
débit base avant (m ³ /s)	0,020
débit base après (m ³ /s)	25,400
volume 10 ⁶ m ³	4,277
temps de base (heures)	4,5
temps de montée (heures)	0,5
coefficient de pointe	2,6

- La crue du 28/10/1999 :



CARACTERISTIQUES DE LA CRUE	
date début	28/10/1999 à 2h
date fin	29/10/1999 à 1h
débit de pointe (m ³ /s)	413,000
débit max. moyen (m ³ /s)	136,627
débit base avant (m ³ /s)	6,000
débit base après (m ³ /s)	0,080
volume 10 ⁶ m ³	10,821
temps de base (heures)	22,0
temps de montée (heures)	15,5
coefficient de pointe	3,0

Fig.12. Les hydrogrammes des grandes crues à Rhéraya

4. Plan d'aménagement de la vallée d'Ourika et Rhéraya :

Les bassins versants des hauts atlas « Ourika et Rhéraya » ont connus, lors de la dernière décennie (1994-2004), plusieurs crues catastrophiques.

Ces crues ont été l'origine de pertes de vies humaines considérables, d'importants dégâts matériels et des déficits incalculables sur les plans économique et environnemental (impacts négatifs sur les infrastructures de base, la production agricole et différentes activités humaines).

Et suite à la crue dévastatrice du 17 août 1995, plusieurs mesures structurelles et non structurelles ont été entreprises dans ces deux vallées :

4.1 Les mesures structurelles :

- Aménagement de seuils pour l'amortissement des crues (fig.13)
- Stabilisation des thalwegs et réalisation de murs de soutènement (fig.14).
- Réalisation d'ouvrages d'art et d'assainissement routiers.
- Aménagement d'une piste en crête et de zones de refuge.



Fig.13: exemple Seuils de stabilisation à Ourika

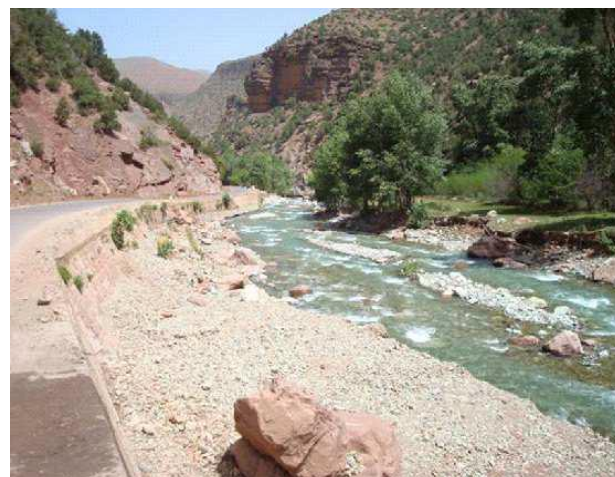


Fig.14 : murs de soutènements à Ourika

4.2 Les mesures non structurelles :

- Renforcement de la veille météorologique et hydrologique.
- Mise en place d'un système de prévision et d'alerte aux crues.
- Elaboration de cartes d'aléas de crues.
- Introduction du contrôle de l'occupation des sols et de la circulation dans la vallée.
- Restriction des activités dangereuses.
- Reboisement et contrôle de l'érosion.

Chapitre 3 :

Présentation et évaluation du SPAC

1. Introduction :

Le gouvernement du Maroc avait sollicité l'appui du Japon pour développer le projet de la mise en place du système de prévision et d'alerte aux crues au niveau du Haut Atlas en deux phases.

La première visait l'élaboration de l'étude du Plan Directeur du SPAC dans la zone du Haut Atlas et la réalisation du projet pilote dans le bassin de l'Ourika en l'année 2000. La seconde phase a porté sur la réalisation des travaux d'extension du projet dans les bassins de l'Ourika et de Rhéraya.

2. Première phase :

2.1 Étude du plan directeur

2.1.1 Définition :

Plan directeur : une étude majeure pour la définition et la mise en place d'un système de prévision et d'alerte aux crues dans la région du Haut Atlas.

Le document final décrit de manière concrète comment le système de la prévision et d'alerte aux crues va être déployé pour répondre aux objectifs fixés et fournir les services attendus.

2.1.2 Les objectifs du plan directeur :

- Formuler un plan directeur pour les 6 sous-bassins de la rive gauche du bassin du Tensift, sur une superficie de 3500 km².
- Etablir d'un système durable.
- Généraliser et automatiser l'observation et la transmission des données.

2.1.3 Identification des zones a hautes risques :

Après le désastre de 1995, la DRH a mené des enquêtes topographiques et des études Hydrologiques et hydrauliques concernant le bassin versant de l'Ourika pour identifier les zones a haut risque et de proposer des solutions selon le potentiel des dégâts comme il montre le schéma suivant :

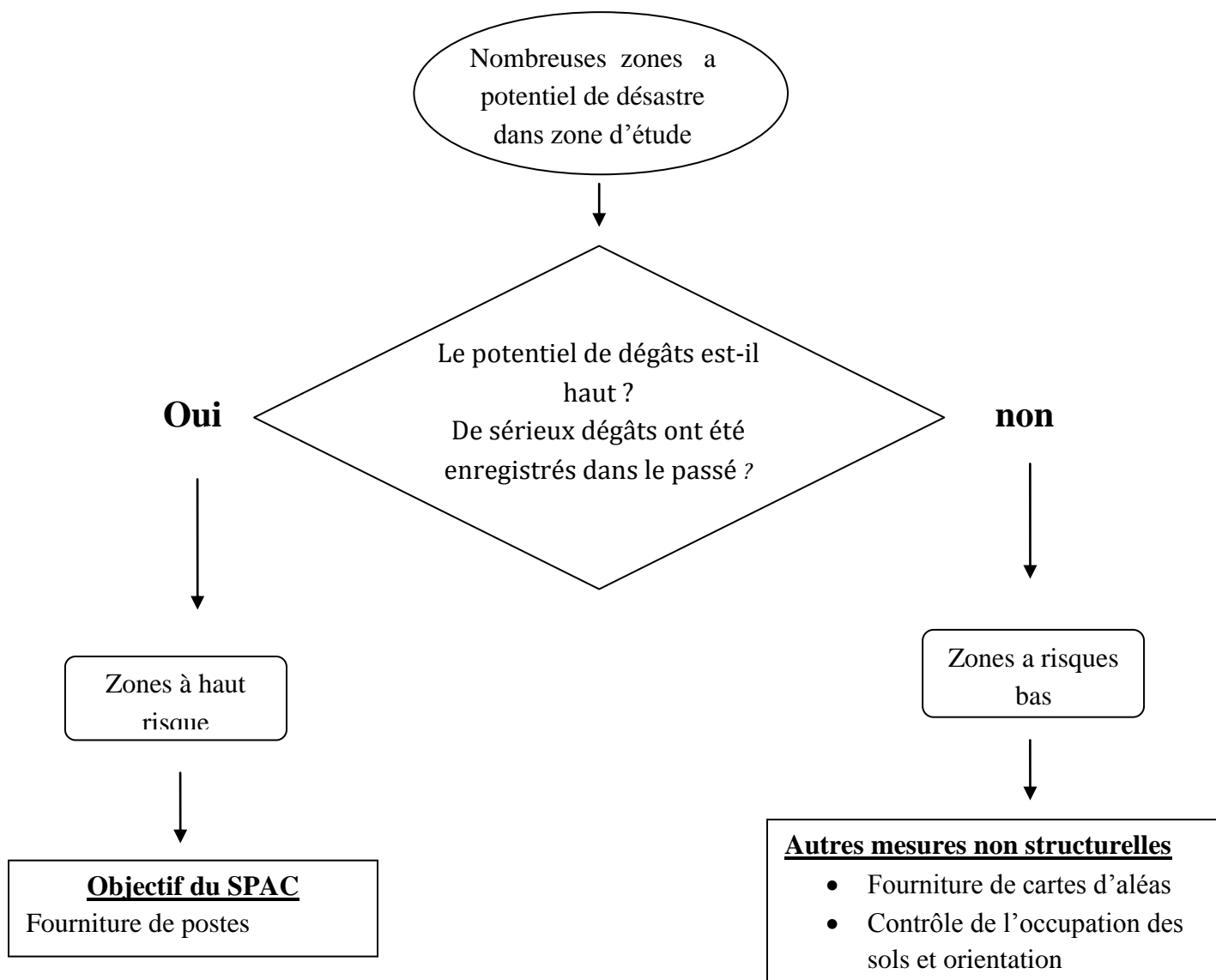


Fig.15 : les mesures adapte pour les zones à hauts risques à Ourika et Rhéraya

2.1.4 Emplacement des zones a hautes risques :

La carte suivante spécifie les zones vulnérables et exposé aux risques des inondations dans le bassin d'Ourika et Rhéraya :

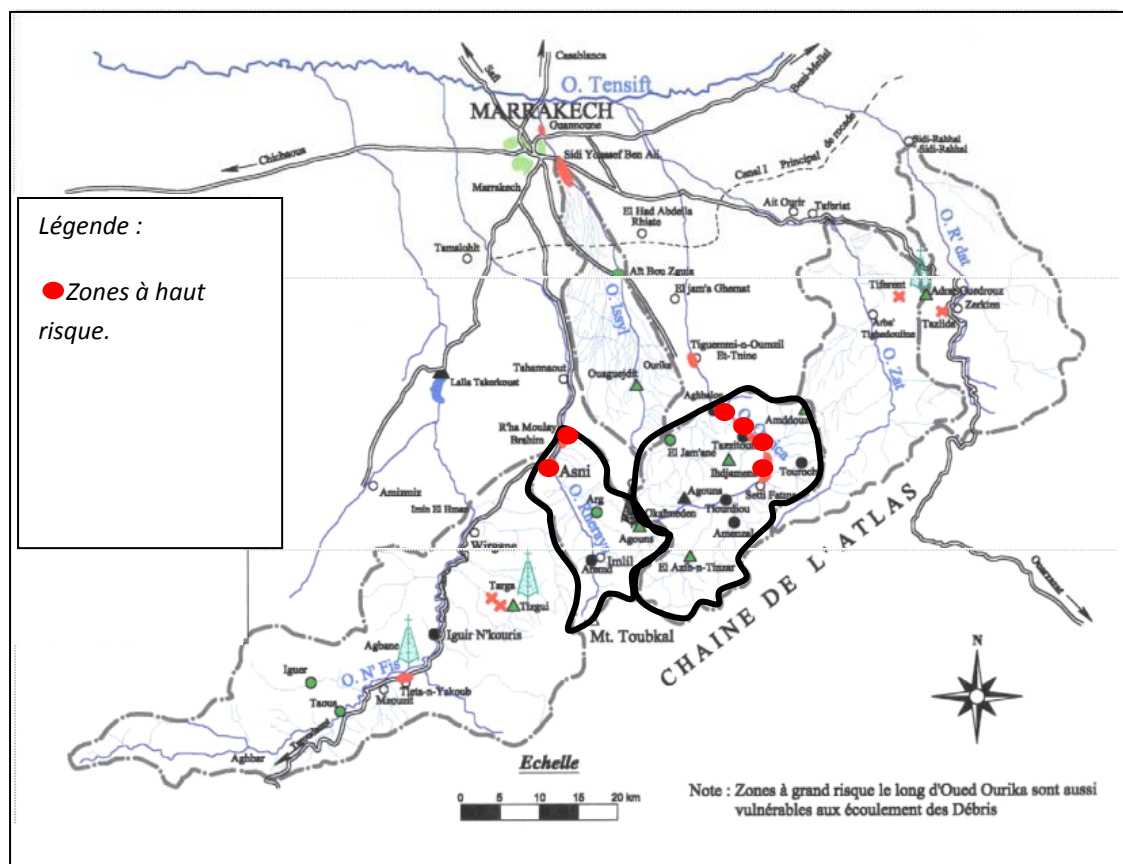


Fig.16: carte topographique des zones à hauts risque

2.2 Projet pilote :

2.2.1 Définition du SPAC :

Le système de prévision et d'alerte aux crues est Un "système météo hydrologique " créé en décembre 2001 avec l'appui de l'agence japonaise de coopération internationale (JICA). Ce système se base sur une étude des données pluviométriques et hauteur d'eau pour juger s'il ya lieu ou non de donner l'alerte.

Le système est réalisé dans un premier lieu sur le bassin d'Ourika comme un projet pilote pour :

- tester et confirmer la précision de l'avant projet - du plan directeur.
- Réduire les pertes humaines et les dégâts matériels ;
- Examiner l'efficacité des équipements et du système de prévision proposé dans l'étude du Plan Directeur;
- Formation et transfert de technologie sur la base de cas réel.

2.2.2 Composition de système de prévision et d'alerte :

a. Corps administrative :

Le système de prévision et d'alerte aux crues est administrativement divisé en deux parties (fig.17) : ministère de l'équipement et ministère de l'intérieur (province Alhaouz) ;

- Ministère de l'équipement : composé de trois directions

◆ ABHT (Agence du Bassin Hydraulique de Tensift) :

Elle est l'une des DRH (Direction de la Région Hydraulique) qui couvrent les bassins versants de l'Oued Tensift, Oued Qsob et les oueds de la côte atlantique situés entre El Jadida et Tamanar, elle collecte les informations sur les précipitations et les niveaux d'eau des stations hydrologiques et les analyse. Si la crue est jugée dangereuse, elle transmet le message aux administrations concernées

◆ DMN (direction de météorologie nationale) :

Elle dispose d'une variété de réseaux d'observation météorologique, d'équipement développé et d'une haute technologie. Elle fournit les prévisions météorologiques et elle diffuse les messages de pré-alerte et d'alerte aux orages et de fortes précipitations.

◆ DPE (direction provinciale de l'équipement) :

C'est une sorte de délégation du ministère de l'équipement au niveau provincial. Son principal rôle est la gestion de la circulation routière, la protection des retenues des barrages et la diffusion des informations ou messages d'avis de crue à la province ou la préfecture.

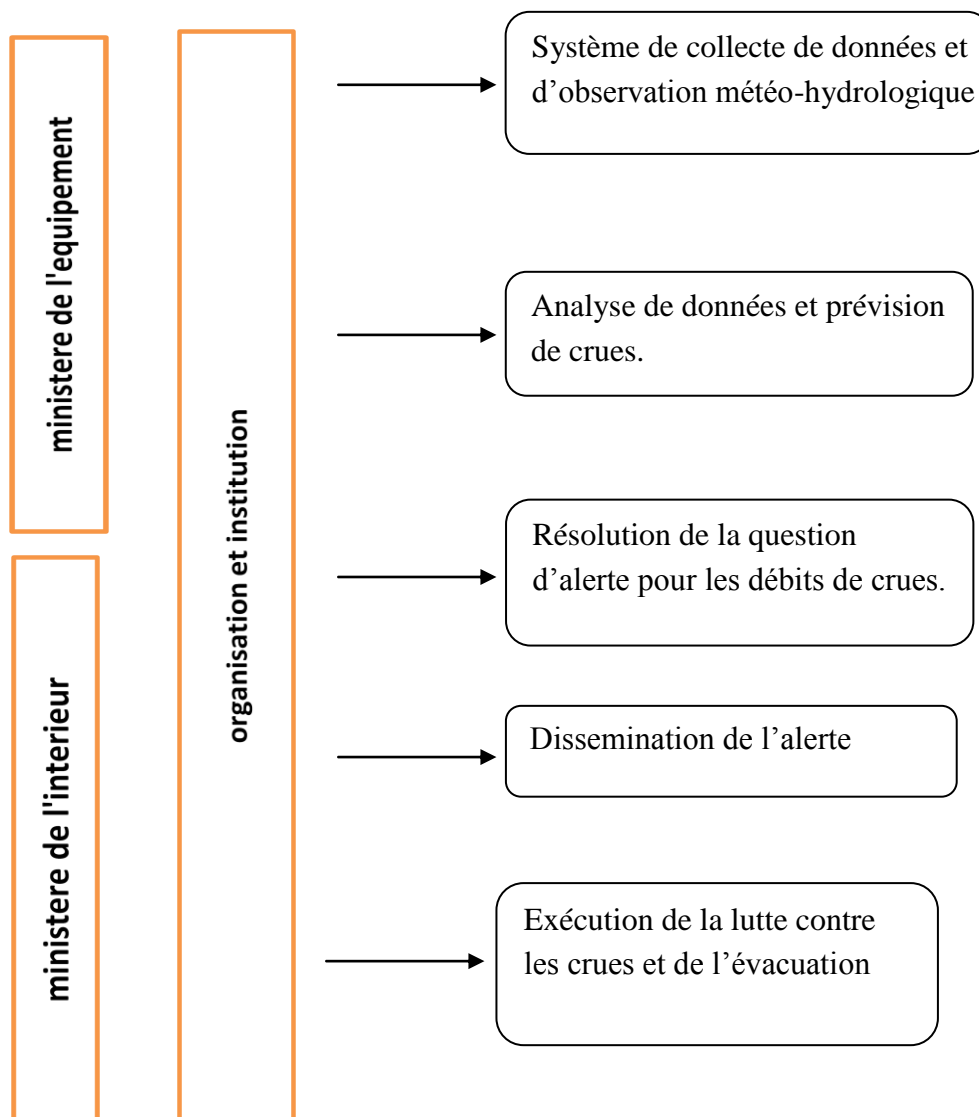


Fig.17 : Schéma du système de prévision et d'alerte de crues

2.3 Les équipements :

a. Les capteurs des mesures :

- **Pluviomètre :**

Le dispositif est composé d'un entonnoir d'un diamètre de 400cm. les précipitations captées sont dirigées vers les augets à bascule munis d'un double contact magnétique Reed, taré pour réaliser la mesure de la quantité de précipitation.

La bague de réception recueille les précipitations sur une surface de 400cm².l'eau ainsi collectée est conduite vers l'auget du transducteur volumétrique. Lorsque le volume d'incrément est atteint ; ce qui correspond à 0,2mm de pluie ; l'auget bascule et se vide automatiquement .simultanément ; le second auget se met en position de remplissage.il basculera, à son tour, lorsqu'il sera plein .un contact signale chaque basculement (passage d'un auget à l'autre).



Fig.18 : pluviomètre à bascule à Ourika

- **Jaugeage du niveau d'eau :**

Des impulsions hyperfréquences très courtes sont diffusées vers l'eau, reflétées par la surface de l'eau et réceptionnées par le système d'antennes.

La durée entre l'émission et la réception des signaux est proportionnelle au niveau de l'eau.

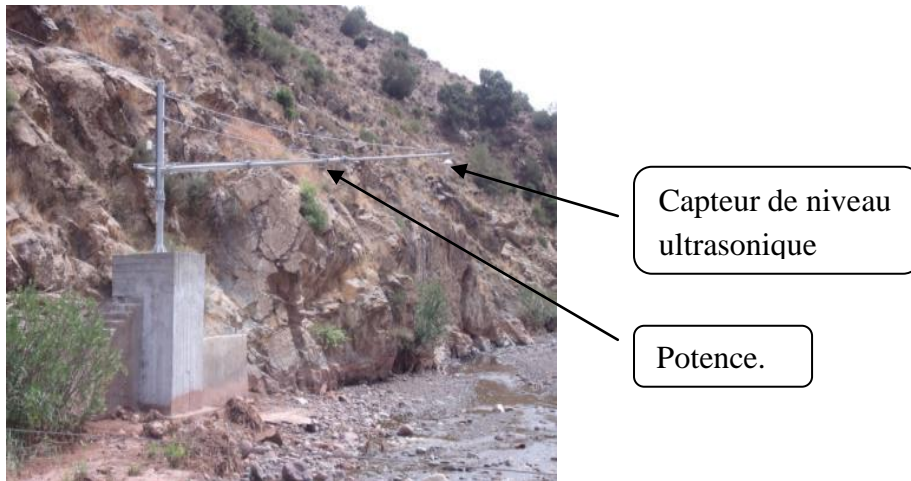


Fig.19 : Potence et capteur d'eau ultrasonique à Ourika

b. Les supports de télécommunications :

Il est un moyen important d'échange d'information en cas d'urgence comme lors d'une crue.

Les moyens de transmission des données utilisés sont :

- Les lignes téléphoniques :
 - Ligne de telephone fixe.
 - Système de téléphonie mobile.
- Fax.
- Réseau radio terrestre :
 - Réseau radio VHF(fig.20).
 - Réseau radio UHF.
 - Réseau radio HF.

- **Caractéristiques du système de télécommunications :**

Réseau radio VHF /UHF:

- Communication Claire.
- Faible consommation d'énergie
- Communication a courte distance
- Station relais requise pour la communication a longue distance.

Réseau radio HF:

- Communication a longue distance sans relais.
- Grand consommation de d'énergie.
- Propagation différente en jour et la nuit.

Le choix de système de transmission est basé sur :

- La vitesse.
- La fiabilité.
- Facilité de maintenance.
- Cout et performance.
- Facilité de fonctionnement.
- Condition géographique.

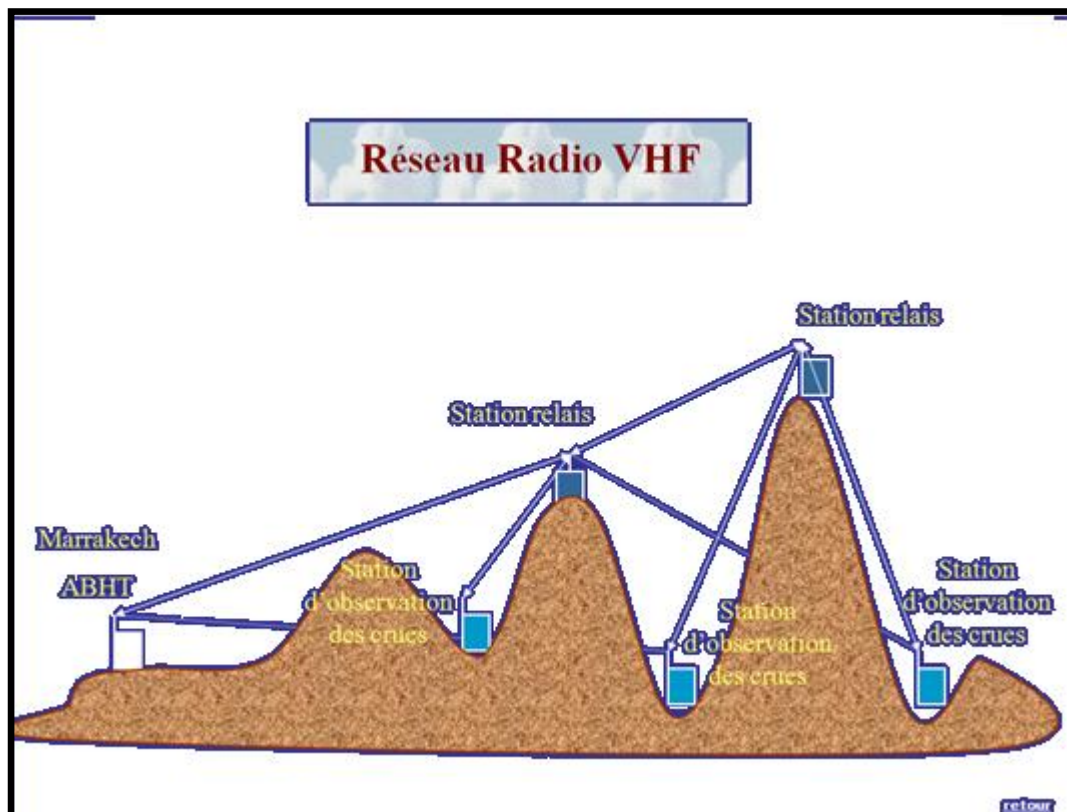


Fig.20 : système de télécommunication (réseau radio VHF)

c. Les équipements d'alimentation :

Ce sont des équipements utilisés soit au niveau de l'ABHT ou dans le terrain composé par un générateur (les panneaux solaires) qui recueillent les radiations lumineuses et une batterie qui stocke l'énergie produite.



Panneau solaire



batteries

Fig.21: les différents appareils d'alimentation

d. Les équipements au niveau de l'ABHT :

Le centre d'annonce de crues de l'ABHT utilise :

- Des PC clients (pc des opérations de télémétrie et pc des opérations d'alerte) sont utilisés aux Centre des Prévisions aux Crues à l'ABH et au Centre d'Alerte aux Crues dans la Province d'Al Haouz. Tous les statuts du système des stations d'observation, stations répéteurs et les postes d'alerte peuvent être contrôlés par ces deux PCs.
- Un serveur de traitement de données.
- Imprimante, fax...



Fig.22 : les équipements de prévision et alertes aux crues de l'ABHT

2.2.4 Emplacement de stations :

Le bassin comprend trois types de stations (fig.23) :

▪ Les stations pluviométriques

Le bassin d'Ourika contient six stations pluviométriques (Aghbalou, Agouns, Amenzal, Tiourdiou, Tourcht, Tazzitount) dont la station d'Aghbalou existe déjà avant la Mise en place du SPAC. Toutes ces stations sont situées sur ou près de l'oued ou de ses affluents, mais à cause de la difficulté d'accès à ses deux affluents majeurs à savoir Tifni et Tarzaza, les bassins de ces derniers ne sont pas équipés de stations de contrôle.

▪ les stations hydrométriques

Il existe trois stations de jaugeage de niveau d'eau qui permettent de contrôler les débits et même d'enregistrer les crues et certains débits particuliers.

Le choix de ces sites doit répondre à deux types de critères : les uns concernent le mode et la facilité de gestion de la station : accessibilité, surveillance,... ; les autres portent sur les propriétés naturelles du site du point de vue géométrique et du régime hydraulique : adaptation aux mesures hydrométriques, stabilité du bief et du contrôle, sensibilité :

- **Adaptation aux mesures :** Le site choisi doit permettre l'observation de tous les niveaux d'eau et le mesurage de tous les débits, qu'ils soient très faibles ou très élevés.
- **Stabilité :** La relation hauteur-débit d'une station hydrométrique doit être aussi stable que possible, c'est à dire que la section de mesure doit avoir une forme régulière au fond et ne pas être étroite.
- **Sensibilité :** il faut qu'une section soit sensible c'est à dire que la variation des hauteurs entre les débits extrêmes soit maximale.

▪ Les stations d'alarme

Le bassin est équipé d'un seul poste d'alarme qui permet de donner l'alerte à temps par le système de prévision et d'alerte aux crues installé à iraghf, avertissant ainsi les estivales et la population locale par haut parleur.

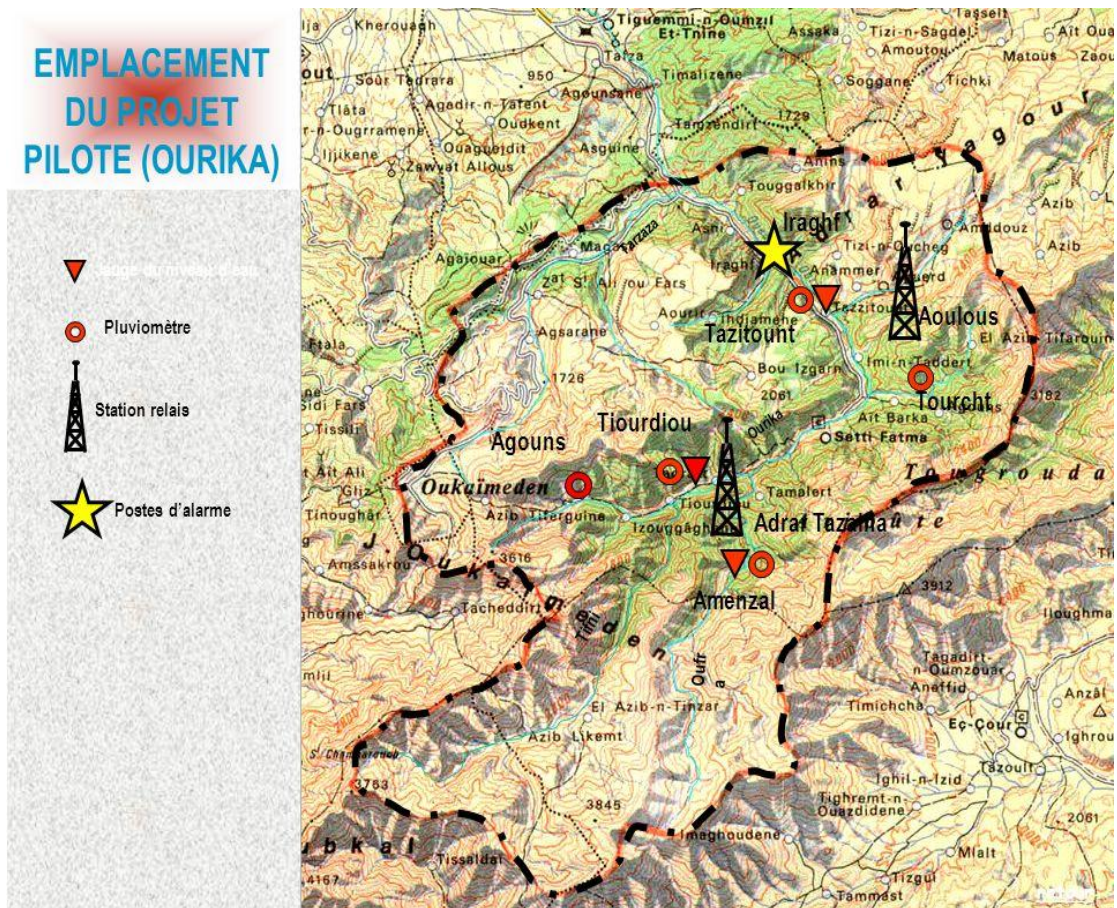


Fig.23 : emplacement des zones du projet pilote à Ourika



Fig.24 : Station d'alarme à Iraghf(Ourika)



fig.25 : Haut parleur du poste d'alarme a l'aval d'Ourika

3. Deuxième phase : extension du SPAC :

L'efficacité du projet pilote réalisé à Ourika a été prouvée durant plusieurs événements réels (une seule perte humaine à déplorer depuis 2002, date de mise en service du système).

La rapidité de l'action due à l'automatisation des mesures et leur transmission rapide ont permis de sauver des vies humaines. Ce facteur a été renforcé par des dispositions organisationnelles au niveau du bassin : création de comité de coordination, organisation de l'alerte et de l'évacuation et préparation d'un guide.

Ce système fort apprécié par la population est alors étendu à tout le bassin d'Ourika et au bassin de Rheraya.

Le projet, réalisé par l'AHBT, compte au total 15 stations d'observations des précipitations et de niveau d'eau ainsi que 13 stations d'alertes (fig.26 et tableau7

Tableau 7 : les différentes stations du SPAC après extension :

Bassin	Ourika	Rheraya	Total
Station pluviométrique	4 Agouns Amaddouz Ihadjamene Oukaimden	2 Aremd Tizin Likemt	6
Station pluie-débit	6 Amenzal Tiourdiou Tazzitount Tourcht Aghbalou Aljamaane	3 Tahanaout Tintin Areg	9
Poste d'Alarme	11 WP1 Aghbalou1 WP2 Aghbalou2 WP3 Aghbalou3 WP4 Iraghf1 WP5 Iraghf2 WP6 Iraghf3 WP7 Iraghf4 WP8 Iraghf5 WP9 Tazzitount WP10 Setti Fatma1 WP11 Setti Fatma2	2 Imlil Rha Moulay Brahim	13



Fig.26 : localisation des differents sites du SPAC après l'extention

3.1 Fonctionnement du SPAC :

Le fonctionnement du SPAC se déroule en quatre étapes :

➤ **Prévision météorologique et collecte des données hydrologiques :**

L'ABHT reçoit chaque jour des bulletins météorologique spéciaux de la direction du météorologie nationale, et des cinq stations locales..

La transmission des données est effectuée à l'aide de deux relais installés à Aoulouz et Tiziana.

Généralement, la transmission des données est effectuée chaque heure. Aussitôt qu'on détecte des précipitations de plus d'une minute dans une station, l'intervalle de prise de mesures et de transmission est porté à 10 minutes pour ne manquer aucune augmentation soudaine des pluies.

➤ **Traitement des données, prévision, émission et distribution des avis de crues :**

Les données de pluie et du niveau de l'eau arrivent à l'ABHT sous forme graphique et numérique. Le traitement des données se fait au niveau du serveur pour voir s'elles dépassent les seuils de pré-alerte et l'alerte prédéfinies (fig..) Sur la base de ces analyses et de la prévision l'ABHT doit émettre des messages de pré-alerte, alerte et annulation (fig..) aux administrations concernés par téléphones, fax, radiotéléphone VHF.

Tableau 8 : seuils pluies définis par l'ABHT :

Intensité des précipitation			
-mm-			
Pré-alerte		Alerte	
10mn	60mn	10mn	60mn
5	10	15	30

Tableau 9 : les seuils des d débits définis par l'ABHT :

Station	Niveau (cm)-Débit(m3/s)			
	Pré-alerte		Alerte	
	Débit(m3/s)	Niveau (cm)	Débit(m3/s)	Niveau (cm)
Agouns	N/a	N/a	N/a	N/a
Amenzal	13	1130	50	1170
Tiourdiou	25	340	100	405
Tourcht	N/a	N/a	N/a	N/a
Tazitount	40	540	160	632
Aghbalou	50	787	200	908
Tourcht	9	857	36	917
El jam'ane	15	588	60	936
Areg	7	522	30	559
Tintin	9	1217	35	1293
Tahanaout	15	552	65	608

Tableau 10 : les différents messages d'alerte émet par l'ABHT

Message d'avis	Définition	Emetteur	Récepteur
Message de pré-avis de crue	Pluies/niveaux d'eau dépassant le seuil pré-alerte	L'ABHT	Province, cercle, DPE...
Message d'alerte de crue.	Pluies /niveaux d'eau dépassant le seuil de l'alerte.	L'ABHT	Province, cercle, DPE...
Message d'annulation.	Pluies / niveaux d'eau en dessous du seuil de pré-alerte.	L'ABHT	Province, cercle, DPE...

➤ **Déclenchement et diffusion de l’alerte :**

Le gouverneur à son tour doit émettre les alertes (tableau) aux crues qui appellent directement à la surveillance et à l’évacuation des habitants et des touristes proches de l’oued.

La diffusion de l’alerte aux crues se fait au niveau des postes d’alarme équipés par des radiotéléphonies pour la communication avec la province et des hauts parleurs pour la diffusion de l’alerte aux habitants et visiteurs.

Tableau 11 : Définition des messages émis par la province :

Message d’avis	Définition	Emetteur	Récepteur
Alerte à la crue	Alerte à la crue Aviser de l’imminence d’une crue	Province	Les partenaires y compris les habitants et les touristes.
Avis d’évacuation	Instruction d’évacuation immédiate.	Province	Les partenaires y compris les habitants et les touristes.
annulation	Annuler l’alerte	Province	Les partenaires y compris les habitants et les touristes.

➤ **Exécution de l'évacuation :**

En cas d'alerte la province et la protection civile procèdent à l'évacuation des populations.

L'évacuation doit être effectuée rapidement et correctement suivant un plan d'évacuation préparé pour chaque zone a haut risque et qui comporte :

- Les sites et routes d'évacuation (fig.27et tableau 12)
- Le Stock en matériels et équipements.
- L'Assistance d'un guide des touristes.
- La Simulation de l'évacuation.
- L'information et l'éducation.

Tableau 12 : les différents sites d'évacuations à Ourika

Zone Inondable	Sites Evacuations	Nombre Population	Accès	Aménagements Proposes
Setti Fadma	Mosquée Ilkri	500	Moyen	Escaliers + abri
	Daouar Azguaour	1000	Bon	Gard cor d'escaliers + abri
Tazzitount	Mosquée Tazzitount	500	Faible	Escaliers + abri
	Pont Anamer ,	2000	Moyen	Abri
	Station hydrologique Tazzitount	200	Bon	Abri
Oulmass	Escaliers de secours Amont	700	Bon	Abri
	Escaliers de secours Aval	500	Bon	Abri
Iraghf	Douar Igri N'Ait Hamou	1500	Faible	Escaliers + abri + aménagement d'accès 2
	Ecole Igri N'Ait Hamou	300	Faible	-
Taajraft	Igharmane	1000	Faible	Escaliers + abri
Aghbalou	Souk Lakhmis	2000	Bon	Abri
	Association Tobkal	1000	Bon	Escaliers + abri pour le 2ème accès.

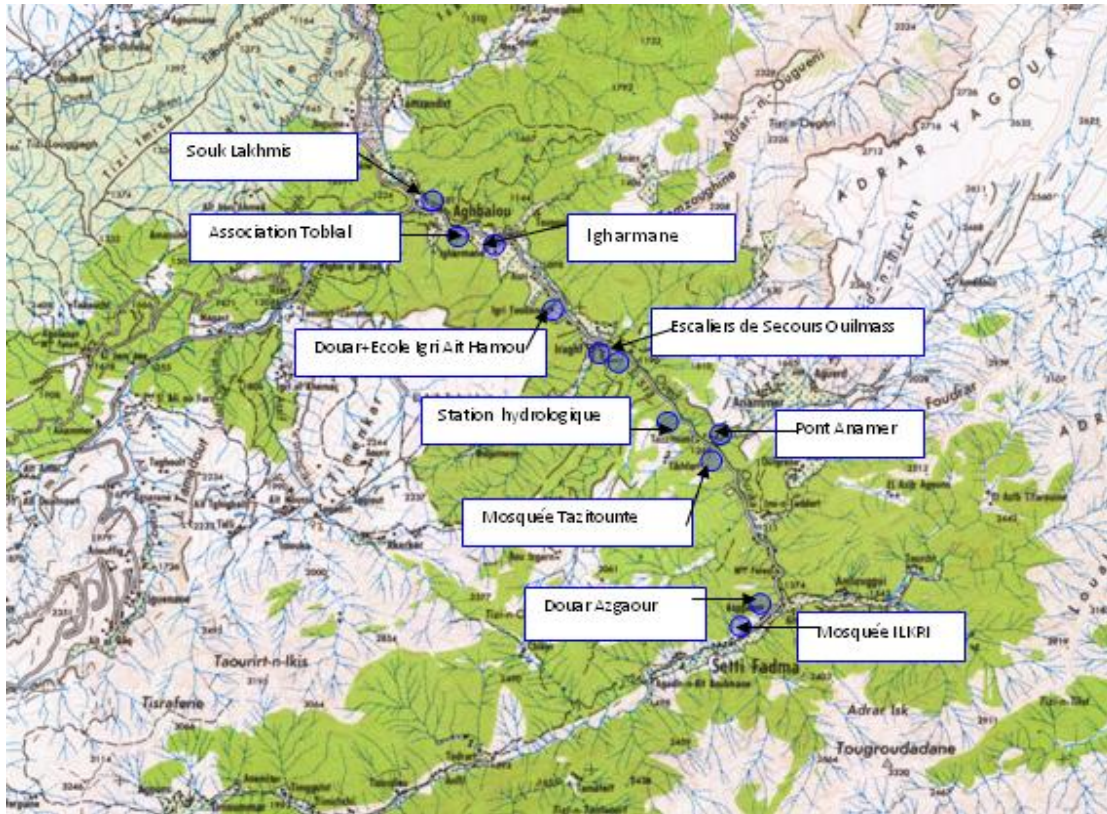


Fig.27 : situation géographique des sites d'évacuations

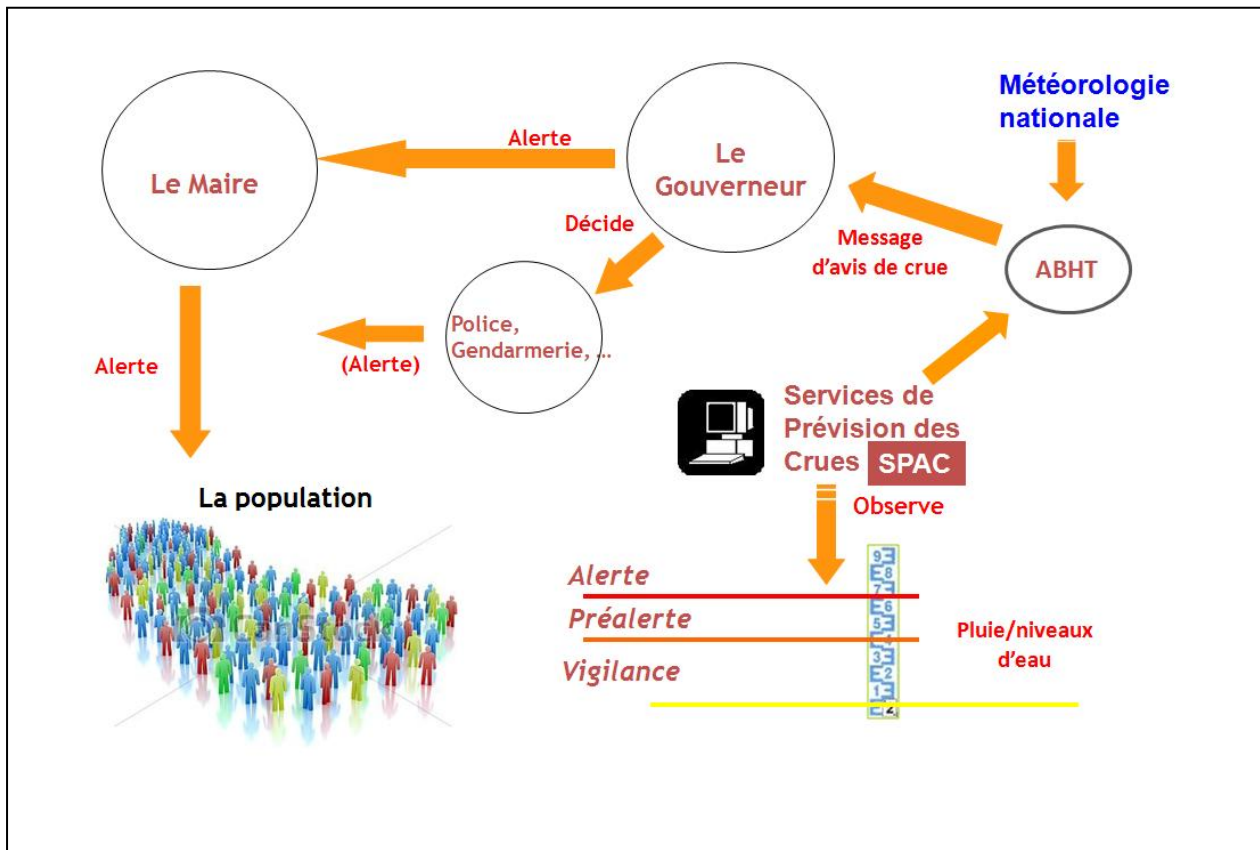


Fig.28 : procédure générale du SPAC

4. Exemple de succès du SPAC : crue de 22 Juin 2009

Crue dans la vallée de l'Ourika : aucun dégât humain ni matériel :

« Un orage assez violent a été enregistré dans le haut Atlas engendrant de fortes précipitations dont les intensités ont varié entre 11mm et 39 mm/seconde ce qui a provoqué des ruissellements au niveau de la vallée de l'Ourika et engendré vers 15h10 mn une crue dont le débit maximum a été de 101 m³/seconde", ont expliqué, jeudi à la MAP, des responsables de l'Agence du bassin hydraulique de Tensift à Marrakech.

L'agence de l'Hydraulique du bassin de Tensift a réagi sur le champ en avisant par un message de préavis de crue les autorités provinciales et locales (province d'El Haouz) et la Direction provinciale de l'Equipement de Tahanout, avant de leur adresser, 40 minutes plus tard, un deuxième message leur demandant de procéder à l'évacuation des populations de la vallée et l'installation de barrages routiers pour interdire la zone aux visiteurs et touristes.

Toutes les mesures sécuritaires nécessaires ont été prises pour faire face à une éventuelle inondation", indique, d'autre part, un communiqué de la province d'El Haouz, parvenu jeudi à la MAP, faisant observer que la population menacée a été évacuée à temps et qu'aucun dégât humain ou matériel n'est à déplorer. »

Le document souligne, en outre, que toutes les sections de la route qui ont été coupées ou dégradées ont été réparées et que la circulation est depuis lors normale dans la région.

5. Les points forts du SPAC :

Parmi les points forts du SPAC :

- Etablissement d'un réseau de transmission pour la collecte des données.
- Transmission des données en temps réel.
- réduction très sensible du temps entre l'observation du phénomène et l'émission de l'alerte qui est actuellement de l'ordre de 30 minutes, contre une à six heures auparavant (fig.29)
- Transfert de la technologie.
- Installation de nouvelles stations d'observation hydrologique
- Traitement des données, préparation et diffusion des informations de crues
émission des alertes aux crues à travers 17 postes d'alarme

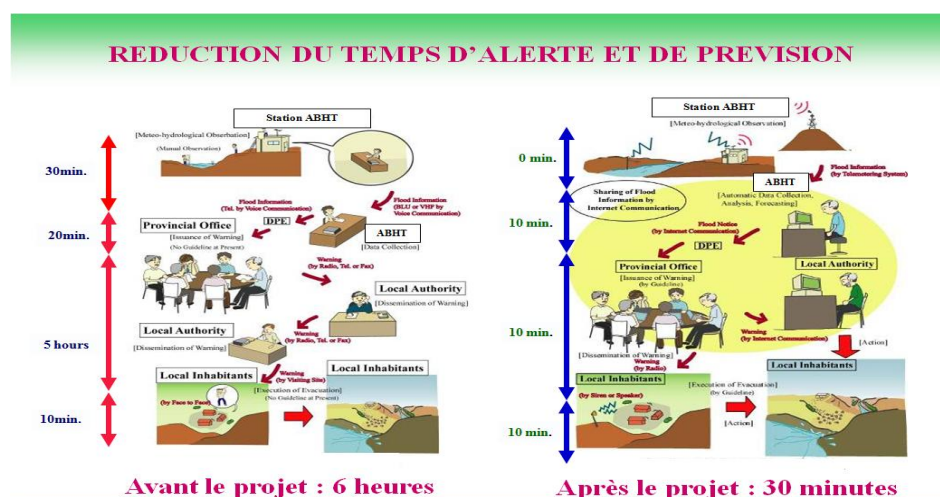


Fig.29 : réduction du temps d'alerte et de prévision

6. Les points faibles du SPAC :

- La transmission n'est effectuée pas au moment des éclairages.
- Mauvais fonctionnement du SPAC aux zones où il y a des pluies hétérogènes.
- Le système est composé de machines et d'intervention humaine, selon l'ampleur et les caractéristiques du désastre, ils peuvent échouer même s'il fournit le meilleur de leurs efforts.
- Le système n'est pas efficace contre les écoulements solides émanant des affluents.
- La nécessité d'un contrat de maintenance.
- Sensibilité des appareils aux poussières et l'humidité.
- Consommation d'énergie.

Conclusion:

Ce rapport a eu pour objectif de montrer l'importance et l'utilité des mesures prise par le gouvernement dans le cadre de la gestion des risques naturels notamment les inondations.

Mais les efforts déployés (travaux d'extension et du curage sur le lit de la rivière, établissement d'un système de prévision des crues et distribution des cartes des zones a risque) restent insuffisants pour assurer la sécurité et la protection de la population, pour cela le gouvernement du royaume du Maroc a demandé une assistance technique pour la mise en place d'un système de prévision et d'alerte aux crues pour atténuer les dégâts des crues.

Ce système a montré son efficacité lors des crues survenues. Lors de la crue de 29 Août 2006 par exemple, une pluie intense s'est abattue sur la station de Tazzitount, sa hauteur était de 48 mm et le débit y a augmenté de 34 m³/s à 18h20, à 253,69 m³/s à 18h30 et même à 286 m³/s à 18h40. La courte période de montée (10 min) constituait un grand risque qui surprenait les habitants et les estivants. Mais, lors de cette crue, le SPAC a bien fonctionné et l'alerte a pu être donnée à temps. Des sirènes ont retenti dans divers points noirs de la vallée et la population a évacué les zones à risque au bon moment.

Le système permet actuellement de sauver des vies humaines, en procédant à l'évacuation de la population, donc Pour éviter les pertes matérielles, il doit être renforcé par des mesures d'accompagnement comme la mise en place de parkings en altitude, pour les véhicules des estivants.

Liste des illustrations:

CHAPITRE 1 : présentation de la zone d'étude

Fig.1 : situation géographique du bassin versant du Tensift

Fig.2 : situation géographique du bassin Ourika

Tableau 1 : Répartition géographique en % des différentes végétations du bassin versant d'Ourika :

Tableau 2 : Répartition en % des différentes formations lithologiques du bassin versant d'Ourika

Fig.3: réseau hydrographique du bassin Ourika

Tableau 3 : précipitation moyenne mensuelles à Aghbalou

Fig.4: Histogramme des pluies moyennes mensuelles à Aghbalou (1969-2012)

Fig. 5 : les débits mensuelles maximales à Aghbalou (1969-2008)

Fig.6 : situation géographique du bassin Rheraya

Tableau 4 : Répartition géographique en % des différentes végétations du bassin versant d'Rheraya

Tableau 5 : Répartition % des différentes formations du bassin versant du Rheraya

Fig.7 : réseau hydrographique du bassin de Rheraya

Tableau 6 : précipitation moyenne mensuelles à la station Tahanout du bassin Rheraya

Fig.8: répartition moyenne des précipitations mensuelles (1969-2012) à Rheraya

Fig. 9 : les débits maximales à Tahanout (1961-2007)

CHAPITRE 2 : généralités sur les inondations

Fig.10: les caractéristiques d'un hydrogramme

Fig.11.Les hydrogrammes des grandes crues à ourika

Fig.12.Les hydrogrammes des grandes crues à Rheraya

Fig.13: exemple Seuils de stabilisation à Ourika

Fig.14 : murs de soutènements à Ourika

CHAPITRE 3 : présentation du SPAC

Fig.15 : les mesures adapte pour les zones à hauts risques à Ourika et Rhéraya

Fig.16: carte topographique des zones à hauts risque

Fig.17 : Schéma du système de prévision et d'alerte de crues

Fig.18 : pluviomètre à bascule à Ourika

Fig.19 : Potence et capteur d'eau ultrasonique à Ourika

Fig.20 : système de télécommunication (réseau radio VHF)

Fig.21: les différents appareils d'alimentation

Fig.21: les différents appareils d'alimentation

Fig.22 : les équipements de prévision et alertes aux crues de l'ABHT

Fig.23 : emplacement des zones du projet pilote à Ourika

Fig.24 : Station d'alarme à Iraghf(Ourika)

Fig.25 : Haut parleur du poste d'alarme a l'aval d'Ourika

Tableau 7 : les différentes stations du SPAC après extension

Fig.26 : localisation des différents sites du SPAC après l'extention

Tableau 8 : les seuils de pluie définis par l'ABHT

Tableau 9 : des seuils des de débits définis par l'ABHT :

Tableau 10 : les différents messages d'alerte émis par l'ABHT

Tableau 11 : Définition des messages émis par la province

Tableau 12 : les différents sites d'évacuations à Ourika

Fig.27 : situation géographique des sites d'évacuations

Fig.28 : procédure générale du SPAC

Fig.29 : réduction du temps d'alerte et de prévision

Bibliographie:

Agence du bassin hydraulique de Tensift (novembre 2003): étude du plan directeur sur le système de prévision et d'alerte aux crues ; rapport définitif.

Agence du bassin hydraulique de Tensift: réalisation des équipements prévus dans le plan directeur sur le système de prévision et d'alerte aux crues pour la région du haut atlas ; note de présentation.

Agence du bassin hydraulique de Tensift: gestion des risques liés aux inondations, système de prévision et d'alerte aux crues des bassins de l'Ourika et Rhéraya : exposé SPAC 5.

Agence du bassin hydraulique de Tensift (25 octobre 2013): réunion général sur l'exercice de simulation totale pour le fonctionnement du système à l'évacuation à la province.

Mohammed el Hassan Arsmouk: la gestion intégrée des ressources en eau dans la région méditerranéennes et en Afrique du nord.

Ben Abdelfadel: plan de protection contre les inondations au Maroc (PNI)

Haddani Hind: (30 juin 2012) étude de fonctionnement hydrologique des bassins versants de Rhéraya, Ourika et Zat (Tensift-Marrakech ; Maroc): hydrochimie isotopique mémoire de fin d'étude de master en sciences et techniques.

Elbahtari jamila, elbahri fatimaezzahra: caractérisation et évaluation d'un système de prévision et d'alerte aux crues exemple (SPAC) de bassin de l'Ourika (haut atlas) mémoire de fin d'étude maîtrise en sciences et technique.

Mr. Brahim Igmoulan: cours " face aux risques comportement collectif " semestre 5.

Annexe:

- **pluies mensuelles (à la station d'Aghbalou, précipitation en mm) :**

année	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Total
1968/69								158,6	119,6	37,8	4,6	0,0	320,6
1969/70	0,0	67,3	138,0	0,0	0,0	34,3	0,0	90,6	23,6	9,2	0,0	0,0	363,0
1970/71	10,6	4,5	40,5	83,3	203,0	64,5	166,6	250,9	192,4	33,5	0,0	3,7	1053,5
1971/72	7,1	63,8	165,5	32,8	89,6	140,5	147,9	40,5	113,2	0,7	0,4	0,0	802,0
1972/73	40,6	72,9	101,2	54,0	40,5	19,8	111,1	70,9	19,1	14,4	1,8	17,0	563,3
1973/74	0,0	34,5	88,2	165,3	18,5	165,3	164,0	236,9	22,2	15,4	10,7	0,4	921,4
1974/75	29,0	32,4	11,7	8,0	43,0	37,0	87,4	178,6	55,0	8,9	1,4	6,7	499,1
1975/76	19,9	0,0	32,4	18,7	37,9	30,6	87,6	218,4	123,1	7,9	0,6	6,7	583,8
1976/77	6,7	87,6	0,0	60,8	196,1	60,4	57,9	10,2	1,3	8,0	0,0	0,0	489,0
1977/78	37,0	96,3	68,2	67,1	88,9	53,1	2,2	133,2	48,2	45,7	1,8	6,2	647,9
1978/79	4,3	53,7	1,4	68,0	51,3	76,1	28,6	39,7	9,4	1,3	0,6	0,0	334,4
1979/80	33,4	155,1	0,0	12,5	52,6	114,2	153,1	73,9	9,9	26,7	0,9	14,2	646,5
1980/81	5,8	36,6	75,3	0,0	32,0	89,8	82,2	58,7	18,6	6,2	0,3	2,2	407,7
1981/82	1,0	37,9	0,0	33,1	59,2	54,8	32,4	256,7	70,1	0,0	16,7	5,8	567,7
1982/83	6,7	8,8	32,3	41,0	1,3	73,0	42,8	69,5	37,1	0,5	0,0	1,9	314,9
1983/84	2,7	8,3	48,2	22,0	5,9	6,0	96,1	54,5	129,7	0,0	2,4	0,5	376,3
1984/85	3,5	7,7	88,4	1,7	187,5	38,2	28,7	72,4	120,2	0,8	2,7	0,0	551,8
1985/86	2,7	7,2	54,5	48,8	111,7	108,7	59,3	25,1	17,7	31,4	0,4	0,0	467,5
1986/87	0,6	22,2	44,6	0,8	40,6	128,8	52,0	3,4	5,8	6,3	1,2	7,5	313,8
1987/88	18,1	95,4	101,4	35,9	103,7	108,7	43,5	14,7	64,7	9,3	0,7	0,0	596,1
1988/89	0,3	82,9	135,3	0,0	50,1	74,2	131,1	119,1	16,5	11,5	31,8	28,1	680,9
1989/90	9,2	65,7	47,6	83,6	60,7	0,0	52,5	29,8	41,6	24,2	5,2	1,0	421,1
1990/91	41,3	4,4	13,2	49,9	3,3	140,9	269,2	38,9	14,6	6,5	19,1	15,8	617,1
1991/92	45,8	43,3	25,5	34,7	0,0	35,7	96,5	73,8	31,9	83,4	0,4	16,2	487,2
1992/93	0,8	32,5	25,6	35,7	31,3	35,1	39,9	50,3	20,8	0,0	2,9	2,0	276,9
1993/94	1,6	31,1	148,6	51,7	88,7	133,6	140,2	16,3	32,6	0,2	2,1	1,1	647,8
1994/95	5,0	42,7	17,4	0,5	0,0	117,0	61,8	97,9	9,0	3,8	0,0	4,3	359,4
1995/96	22,6	28,5	29,5	54,5	171,3	81,5	187,9	15,9	97,8	35,6	0,0	0,0	725,1
1996/97	41,6	14,4	33,1	109,8	81,4	4,8	56,7	130,3	24,6	15,4	2,0	1,1	515,2
1997/98	114,7	57,1	100,1	92,1	15,6	22,7	52,0	27,4	71,6	6,5	0,0	0,5	560,3
1998/99	8,6	93,0	1,2	73,4	121,4	80,9	105,3	11,0	27,1	1,6	0,0	28,9	552,4
1999/00	6,1	131,7	49,8	45,1	23,7	4,1	1,6	121,8	62,1	2,1	0,5	0,8	449,4
2000/01	2,8	76,7	25,7	67,8	54,6	20,5	46,3	43,5	22,4	0,0	0,0	19,3	379,6
2001/02	17,5	0,6	28,9	43,8	2,6	23,2	101,7	194,8	36,9	23,9	0,0	8,0	481,9
2002/03	2,1	13,5	110,1	30,2	29,5	38,2	60,8	39,5	14,5	45,7	2,1	19,9	406,1
2003/04	1,5	122,0	136,5	52,7	1,0	74,3	63,7	115,9	95,2	27,7	13,5	0,7	704,7
2004/05	22,4	58,3	34,3	48,1	4,4	85,5	39,7	3,8	7,2		0,0		303,7
2005/06	0,0	74,2	36,8	33,3	133,1	59,9	23,6	111,9	54,8	16,0	4,1	26,4	574,1
2006/07	8,7	85,6	45,9	55,4	12,9	69,9	6,8	158,9	62,0	0,8	17,0	28,4	552,3
2007/08	1,3	16,9	114,0	16,6	78,1	21,2	80,8	13,0	70,4	0,0	2,5	3,6	418,4
2008/09	41,5	93,5	76,5	50,7	134,3	116,6	140,4	3,7	16,3	15,7	3,1	0,0	692,3
2009/10	50,7	19,1	2,7	44,4	138,1	89,5	65,1	10,6	68,9	10,1	0,0	80,7	579,9
2010/11	52,8	97,3	44,3	13,5	41,8	3,6	81,7	136,4	131,9	51,7	2,8	21,3	679,1
2011/12	24,7	53,1	90,2	0,0	43,3	4,7	37,8						253,8

• Pluies mensuelles (la station de Tahanaout précipitation en mm) :

Année	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Total
1968/69							41,8	165,7	116,8				<u>324,3</u>
1969/70	12,3	27,6	160,6	24,6									<u>225,1</u>
1970/71								39,6	79,3	8,5	0,0	9,4	<u>136,8</u>
1971/72	1,2	12,6	47,0	7,5	69,1	77,5	60,8	34,3	63,4	60,7	3,5		<u>437,6</u>
1972/73	13,3	51,8	69,7	38,0	28,3	31,4	79,3	55,5	10,6	11,2		3,7	<u>392,8</u>
1973/74		28,6	82,3	85,1	11,3	103,6	112,5	136,1	4,5	19,3		1,2	<u>584,5</u>
1974/75	17,8	21,4	6,2	8,2	42,0	20,4	46,4	149,7	42,0	10,2	0,5	4,6	<u>369,4</u>
1975/76	29,8	0,0	23,4	8,5	23,2	60,6	58,1	128,8	111,3			17,8	<u>461,5</u>
1976/77	11,4	71,3		38,4	0,0	41,2	32,1	5,2	0,0	3,3			<u>202,9</u>
1977/78	55,3	51,6	45,2	58,9	73,6	21,9	1,6	69,9	28,3	37,4	0,0	8,8	<u>452,5</u>
1978/79	4,4	32,4	1,5	83,1	0,0	62,7	9,1	20,0	1,4	8,9	3,5	0,0	<u>227,0</u>
1979/80	20,0	120,1	4,4	4,4	40,9	56,1	85,8	54,2	0,0	6,4		0,0	<u>392,3</u>
1980/81		56,1	61,3	3,9	17,2	61,0	46,4	38,4	3,7	6,6	0,0	2,1	<u>296,7</u>
1981/82	12,9	18,0	0,0	16,0	70,0	44,6	22,5	135,5	70,8	1,6	20,4	0,0	<u>412,3</u>
1982/83	5,5	8,1	23,5	20,2	1,0	77,5	30,2	33,1	21,4	0,0	0,0	1,3	<u>221,8</u>
1983/84	0,7	18,2	29,5	22,9	23,9	1,5	71,2	46,1	96,2	0,0	1,4	0,0	<u>311,6</u>
1984/85	7,5	7,9	54,9	0,0	196,2	18,4	10,0	56,2	37,0	1,1	6,3	0,0	<u>395,5</u>
1985/86	0,0	8,0	32,8	42,7	63,3	57,9	38,5	19,7	37,9	22,1	4,1	0,0	<u>327,0</u>
1986/87	3,7	22,7	58,2	0,0	28,5	113,3	26,6	4,0	5,0	11,9	0,0	6,2	<u>280,1</u>
1987/88	12,1	50,3	43,5	22,5	87,2	70,4	29,1	4,5	19,9	2,0	23,2	0,3	<u>365,0</u>
1988/89	1,3	63,5	133,0	0,0	33,0	51,5	120,9	95,6	6,3	5,4	6,0	28,1	<u>544,6</u>
1989/90	1,8	65,4	28,2	62,0	44,3	0,0	43,4	24,4	28,0	18,0	3,9	8,4	<u>327,8</u>
1990/91	14,5	2,1	4,6	49,5	0,0	159,4	179,9	21,2	4,7	9,5	8,7	7,9	<u>462,0</u>
1991/92	28,1	20,8	11,3	23,1	0,0	46,4	83,2	70,5	11,5	58,4	0,7	6,6	<u>360,6</u>
1992/93	4,8	46,3	11,6	5,0	23,7	28,0	28,2	26,4	16,9	0,0	0,0	1,3	<u>192,2</u>
1993/94	2,7	22,1	92,4	30,1	85,4	119,4	46,5	5,2	12,0	0,0	0,0	0,2	<u>416,0</u>
1994/95	1,3	30,3	8,3	0,0	0,0	89,1	56,0	138,6	0,0	6,0	0,0	0,0	<u>329,6</u>
1995/96	12,9	26,3	28,8	48,9	142,4	58,2	161,7	8,7	32,8	18,3	0,0	0,0	<u>539,0</u>
1996/97	6,9	7,8	60,5	89,6	55,7	6,4	45,6	169,5	20,2	7,1	0,1	0,0	<u>469,4</u>
1997/98	82,4	36,8	48,2	71,0	10,8	13,2	21,6	27,2	41,0	1,4	0,0	1,2	<u>354,8</u>
1998/99	10,6	15,0	0,0	58,9	95,0	86,4	68,9	4,9	17,9	0,5	0,0	14,8	<u>372,9</u>
1999/00	3,0	101,1	28,3	33,2	9,4	0,0	2,6	61,2	41,4	0,0	0,0	0,0	<u>280,2</u>
2000/01	2,2	42,9	11,2	40,6	43,3	10,6	17,1	23,7	6,3	13,8	0,0	0,4	<u>212,1</u>
2001/02	3,6	1,0	13,9	23,9	0,7	3,8	67,7	129,7	32,7	19,2	0,0	0,0	<u>296,2</u>
2002/03	2,2	4,2	73,2	23,2	26,4	12,2	38,5	34,6	14,2	40,1	1,5	19,4	<u>289,7</u>
2003/04	5,7	79,7	107,0	31,6	0,0	29,4	56,6	59,9	78,3	14,0	3,2	1,5	<u>466,9</u>
2004/05	18,2	31,5	27,2	29,3	2,9	49,3	22,6	4,9	3,3	3,9	0,9	19,2	<u>213,2</u>
2005/06	0,0	58,6	19,9	25,6	115,0	52,1	6,9	92,1	10,5	21,2	1,8	1,9	<u>405,6</u>
2006/07	8,2	55,6	22,5	48,1	6,8	49,4	2,4	87,1	49,6	2,2	0,8	9,0	<u>341,7</u>
2007/08	4,0	12,7	106,7	11,5	49,4	21,0	10,5	3,4	53,3	0,0	0,0	5,0	<u>277,5</u>
2008/09	48,3	83,8	58,5	31,9	95,0	96,4	91,4	1,9	17,4	19,9	5,7	0,4	<u>550,6</u>
2009/10	49,0	3,6	1,1	36,1	78,5	81,6	46,2	2,8	35,6	8,8	13,8	40,3	<u>397,4</u>
2010/11	26,8	47,2	34,4	7,8	18,6	1,9	62,1	132,7	92,2	23,1	0,0	2,5	<u>449,3</u>
2011/12	6,0	17,5	69,6	0,6	23,1	13,4	21,6						<u>151,8</u>

- **Débits instantanés maximums annuels:**

Station Aghbalou à Ourika

Année	Date	Max	
1969	1970	02/03/1970	96,0
1970	1971	18/05/1971	116,0
1971	1972	10/05/1972	55,0
1972	1973	24/10/1972	72,0
1973	1974	09/04/1974	77,0
1974	1975	05/05/1975	23,0
1975	1976	17/05/1976	101,0
1976	1977	21/01/1977	52,0
1977	1978	09/09/1977	95,0
1978	1979	25/10/1978	49,0
1979	1980	10/09/1979	350,0
1980	1981	06/10/1980	8,0
1981	1982	27/04/1982	91,0
1982	1983	10/05/1983	24,0
1983	1984	08/05/1984	37,0
1984	1985	25/07/1985	40,0
1985	1986	31/07/1986	50,0
1986	1987	11/02/1987	249,0
1987	1988	02/11/1987	650,0
1988	1989	14/07/1989	823,0
1989	1990	10/03/1990	265,0
1990	1991	14/09/1990	207,0
1991	1992	01/08/1992	290,0
1992	1993	22/03/1993	74,0
1993	1994	07/03/1994	226,0
1994	1995	17/08/1995	1029,0
1995	1996	25/03/1996	165,0
1996	1997	20/04/1997	65,0
1997	1998	05/09/1997	168,0
1998	1999	27/08/1999	61,0
1999	2000	28/10/1999	762,0
2000	2001	12/08/2001	26,0
2001	2002	11/04/2002	150,0
2002	2003	14/06/2003	110,0
2003	2004	20/10/2003	37,0
2004	2005	30/09/2004	80,0
2005	2006	26/04/2006	130,0
2006	2007	09/08/2007	190,0
2007	2008	29/05/2008	140,0
2008	2009	19/09/2008	667,0

station Tahanaout à Rhéraya

Année	Date	débit max
1961	17/05/1962	13,0
1962	03/11/1962	34,0
1963	09/04/1964	13,0
1964	28/06/1965	35,0
1965	27/10/1965	37,0
1966	10/10/1966	54,0
1967	13/11/1967	56,0
1968	27/02/1969	9,0
1969	10/10/1969	8,0
1970	01/01/1971	24,0
1971	07/11/1971	15,0
1972	22/06/1973	42,0
1973	28/07/1974	47,0
1974	01/08/1975	12,0
1975	31/05/1976	16,0
1976	30/10/1976	9,0
1977	07/09/1977	21,0
1978	21/06/1979	9,0
1979	08/09/1979	39,0
1980	13/11/1980	36,0
1981	30/10/1981	33,0
1982	10/05/1983	22,0
1983	07/05/1984	30,0
1984	12/04/1985	23,0
1985	15/10/1985	54,0
1986	11/02/1987	155,0
1987	02/11/1987	146,0
1988	16/07/1989	58,0
1989	24/10/1989	103,0
1990	29/03/1991	26,0
1991	08/12/1991	77,0
1992	29/07/1993	24,0
1993	04/11/1993	45,0
1994	17/08/1995	680,0
1995	25/03/1996	68,0
1996	20/04/1997	15,0
1997	05/09/1997	31
1998	27/08/1999	46,0
1999	28/10/1999	412,0
2000	27/12/2000	0,0
2001	01/04/2002	15,0
2002	14/08/2003	22,0
2003	10/06/2004	18,0
2004	29/09/2004	9,0
2005	24/04/2006	24,0
2006	09/08/2007	2,0
2007	24/11/2007	2

• **Caractéristiques des crues au niveau d'Ourika :**

année	date début	date fin	Qp m ³ /s	Qmax moy m ³ /s	Qbase avant m ³ /s	Qbase après m ³ /s	V olume 10 ⁶ m ³	Temps base (heures)	Temps montée (heures)	coeffici e pointe	Fréque nce
1970-71	02/03/70 à 1	03/03/70 à 17h	96,70	25,74	3,90	11,00	2,224	24	3	3,7	1,5
1971-72	17/05/71 à 1	18/05/71 à 11h	116,60	38,66	33,40	25,40	2,644	19	8	3,0	2
1972-73	10/05/72 à 1	11/05/72 à 8h	55,20	11,97	35,10	37,00	0,560	13	4	4,6	1
1973-74	24/10/72 à 1	25/10/72 à 12h	72,00	20,22	14,30	15,60	1,674	23	4	3,6	1
1974-75	09/04/74 à 1	10/04/74 à 8h	77,50	13,27	37,60	40,10	0,717	15	6	5,8	1
1975-76	05/05/75 à 1	06/05/75 à 8h	23,40	6,21	8,40	11,70	0,335	15	6	3,8	1
1976-77	17/05/76 à 1	18/05/76 à 16h	101,30	18,27	11,70	19,40	1,677	25,5	2	5,5	2
1977-78	21/01/77 à 0	21/01/77 à 8h	52,60	15,35	10,10	14,30	0,442	8	4	3,4	1
1978-79	09/09/77 à 1	10/09/77 à 16h	95,60	30,76	4,60	11,50	2,547	23	3	3,1	2
1979-80	25/10/78 à 1	26/10/78 à 7h	49,40	18,70	0,71	5,30	0,942	14	6	2,6	1
1980-81	10/09/79 à 1	11/09/79 à 0h	350,00	73,84	46,00	90,00	2,924	11	8	4,7	7
1981-82	27/04/82 à 1	28/04/82 à 8h	91,30	40,43	14,60	15,70	2,183	15	6	2,3	2
1982-83	09/05/83 à 1	11/05/83 à 16h	24,40	7,91	2,20	3,00	1,339	47	6	3,1	1
1983-84	08/05/84 à 1	10/05/84 à 18h	37,40	10,43	3,10	5,40	1,728	46	4	3,6	1
1984-85	25/07/85 à 1	26/07/85 à 7h	40,10	15,03	0,70	3,90	0,784	14,5	4	2,7	1
1985-86	31/07/86 à 1	01/08/86 à 10h	50,50	12,40	0,05	1,70	0,693	15,5	3	4,1	1
1986-87	11/02/87 à 4	12/02/87 à 6h	250,00	112,30	12,50	19,40	10,104	25	3	2,2	4
1987-88	01/11/87 à 2	03/11/87/ à 12	650,60	241,70	26,00	27,30	34,365	39,5	9	2,7	17
1988-89	14/07/89 à 8	15/07/89 à 8h	823,00	416,00	1,20	1,60	34,417	23	4	2,0	35
1989-90	10/03/90 à 1	11/03/90 à 11h	265,00	102,00	45,50	68,70	7,708	21	5	2,6	5
1990-91	14/09/90 à 1	15/09/90 à 0h	207,00	50,41	0,89	8,50	1,361	7,5	5	4,1	4
1991-92	01/08/92 à 1	02/08/92 à 12h	290,00	64,51	2,40	15,30	4,412	19	3	4,5	5
1992-93	21/03/93 à 1	22/03/93 à 16h	74,50	26,13	16,40	29,30	2,163	23	2	2,9	1
1993-94	06/03/94 à 1	09/03/94 à 16h	226,00	58,30	38,20	38,00	14,700	70	6	3,9	4
1994-95	17/08/95 à 2	18/08/95 à 0h	1030,00	253,55	50,00	30,00	3,651	4	0,15	4,1	44
1995-96	25/03/96 à 7	26/03/96 à 17h	165,00	48,70	23,30	46,50	5,615	32	3	3,4	3
1996-97	19/04/97 à 2	20/04/97 à 9h	65,00	24,12	8,50	12,50	0,868	10	5	2,7	1
1997-98	05/09/97 à 1	06/09/97 à 1h	168,80	41,54	0,32	3,20	1,271	8,5	2	4,1	3
1998-99	26/08/99 à 1	29/08/99 à 16h	61,30	8,16	3,94	9,60	2,101	71,5	5	7,4	1
1999-00	28/10/99 à 8	29/10/99 à 8h	762,00	307,17	12,72	16,46	25,987	23,5	4	2,5	21
2000-01	12/08/2001	29/10/99 à 8h	26,40	6,55	8,50	11,95	0,435	15	6	3,9	1
2001-02	11/04/2002	29/10/99 à 8h	150	24,6	15	15	8,38	96	2	6,18	1
2002-03	/06/2003 à 1	15/04/2002 à 8h	110,000	9,300	1,950	1,740	0,670	20,0	4	11,75	2
2003-04	/10/2003 à 1	21/10/2003 à 16h	37,000	6,620	5,470	2,970	0,570	24,0	3	5,58	1
2004-05	04/09/2005	05/09/2005 à 8h00	19,40	5,21	7,40	9,70	0,370	13	1	3,1	1
2005-06	24/04/2006	25/04/2006 14:00	208	92	15	48	9,6	29	0,1	2	4
2006-07	28/10/2006	29/10/2006 A 1800	349	18,25	3,1	33,1	2,35	22	2	1,5	6
2007-08											
2008-09	18/06/2009		377								

• **Caractéristiques des crues survenues au niveau du bassin de Rhéraya :**

année	date début	date fin	Qp m ³ /s	Qmax moy m ³ /s	Qbase avant m ³ /s	Qbase après m ³ /s	V olume 10 ⁶ m ³	Temps base (heures)	Temps montée (heures)	coefficie pointe
1962 63	03/11/62 à 12h	05/11/62 à 8h	34,500	22,561	2,080	10,600	3,492	43,0	6,0	1,5
1963 64	08/04/64 à 18h30	09/04/64 à 6h	13,000	2,490	6,000	7,300	0,099	11,0	6,0	5,2
1964 65	28/06/65 à 12h	29/6/65 à 11h45	35,700	14,045	2,000	5,200	1,188	23,5	11,0	2,5
1965 66	27/10/65 à 12h	28/10/65 à 12h	37,300	10,196	3,000	9,800	0,881	23,75	9,75	3,7
1966 67	09/10/66 à 15h	10/10/66 à 8h	54,300	22,337	0,560	1,640	1,286	16,0	9,0	2,4
1967 68	13/11/67 à 15h30	14/11/67 à 18h	56,400	15,335	15,300	25,000	1,435	26,0	5,5	3,7
1968 69	26/02/69 à 16h	28/02/69 à 16h	9,260	1,843	3,460	3,670	3,670	47,0	23,0	5,0
1969 70	10/10/69 à 0h	11/10/69 à 23h	8,690	2,845	2,070	2,600	0,476	46,5	12,0	3,1
1970 71	01/01/71 à 0h	02/01/71 à 8h	24,200	7,653	2,120	5,350	0,854	31,0	17,0	3,2
1971 72	07/11/71 à 2h	07/11/71 à 23h	15,600	4,332	3,070	3,480	0,320	20,5	4,0	3,6
1972 73	22/06/73 à 16h	23/06/73 à 6h30	42,300	17,437	1,510	4,000	0,879	14,0	6,0	2,4
1973 74	28/07/74 à 12h	29/07/74 à 8h	48,000	6,040	0,460	2,170	0,424	19,5	5,0	7,9
1974 75	01/08/75 à 17h30	01/08/75 à 23h	12,000	3,421	0,296	0,296	0,061	5,0	2,5	3,5
1975 76	31/05/76 à 18h	01/06/76 à 11h	16,200	5,452	4,240	3,850	0,343	17,5	4,5	3,0
1976 77	30/10/76 à 0h	30/10/76 à 23h	9,420	2,017	2,800	2,490	0,163	22,5	8,0	4,7
1977 78	07/09/77 à 14h	07/09/77 à 23h	21,600	9,590	0,090	3,800	0,311	9,0	5,0	2,3
1978 79	21/06/79 à 16h	22/06/79 à 16h	9,940	3,358	0,362	3,130	0,284	23,5	5,0	3,0
1979 80	08/09/79 à 12h	09/09/79 à 7h	39,000	9,521	0,180	1,000	0,634	18,5	6,5	4,1
1980 81	13/11/80 à 10h	13/11/80 à 19h	36,300	11,243	9,080	9,950	0,344	8,5	4,5	3,2
1981 82	30/10/81 à 12h	30/10/81 à 23h	33,730	9,830	0,199	1,190	0,371	11,0	6,5	3,6
1982 83	09/05/83 à 18h	11/05/83 à 12h	22,500	7,687	2,700	6,600	1,148	41,5	16,5	2,9
1983 84	07/05/84 à 18h	08/05/84 à 12h	30,900	7,541	2,000	3,700	0,488	18,0	3,0	4,1
1984 85	12/04/85 à 15h	13/04/85 à 16h	23,400	6,715	5,320	7,700	0,604	25,0	7,5	3,5
1985 86	15/10/85 à 13h	15/10/85 à 21h	54,000	20,743	1,250	3,150	0,560	7,5	5,0	2,6
1986 87	10/02/87 à 19h	12/02/87 à 9h	154,900	37,136	3,500	12,800	5,013	37,5	19,0	4,2
1987 88	02/11/87 à 7h	02/11/87 à 22h	145,800	63,161	11,840	23,000	3,297	14,5	7,0	2,3
1988 89	16/07/89 à 15h	16/07/89 à 21h	59,000	20,002	2,890	5,140	0,432	6,0	2,0	2,9
1989 90	23/10/89 à 18h	25/10/89 à 8h	103,000	36,657	3,630	12,000	4,883	37,0	16,0	2,8
1990 91	29/03/91 à 8h	30/03/91 à 12h	26,200	3,473	9,860	12,000	0,337	27,0	11,0	7,5
1991 92	06/12/91 à 1h	09/12/91 à 10h	77,600	25,017	7,500	7,200	7,205	80,0	54,0	3,1
1992 93	29/07/93 à 18h	29/07/93 à 22h	24,600	11,569	0,830	1,790	0,146	3,5	1,5	2,1
1993 94	03/11/93 à 21h	04/11/93 à 11h	45,700	18,072	0,830	2,900	0,846	13,0	3,0	2,5
1994 95	17/08/95 à 19h	18/08/95 à 0h	680,000	264,013	0,020	25,400	4,277	4,5	0,5	2,6
1995 96	25/03/96 à 7h	26/03/96 à 7h	68,200	11,562	21,200	13,300	0,957	23,0	6,0	5,9
1996 97	19/04/97 à 18h	20/04/97 à 22h	15,600	3,707	2,590	3,640	0,360	27,0	11,0	4,2
1997 98	05/09/97 à 18h	06/09/97 à 10h	31,550	4,462	0,168	1,670	0,241	15,0	2,75	7,1
1998 99	27/08/99 à 15h	27/08/1999 à 2	46,000	15,600	0,080	0,980	0,337	6,0	0,83	2,9
1999 00	28/10/99 à 2h	29/10/99 à 1h	413,000	136,627	6,000	0,080	10,821	22,0	15,5	3,0
2000 01	27/12/2000 à 13	28/12/2000 à 1	0,649	0,182	0,136	0,176	0,014	22,0	6,0	3,6
2001 02	01/04/2002 à 19	03/04/2002 à 7	15,000	5,676	1,280	4,300	0,735	36,0	4,0	2,6
2002 03	14/08/2003 à 12	14/08/2003 à 2	22,250	4,250	0,467	0,700	0,138	9,0	3,0	5,2
2003 04	10/06/2004 à 18	10/06/2004 à 2	18,518	7,474	0,974	1,470	0,134	5,0	2,0	2,48
2004 05	29/09/2004 à 15h00		9,950							
2005 06	24/4/2006 à 23h00		131,000	75,000	11,000	16,000	43,400	16,0	7,0	2

Message de pré-alerte, alerte et annulation :

1. Message de pré-alerte :

Nous vous informons que les pluies aux stations Tazzitount ,Tiouridiou , Agouns, tourcht, amenzal et les niveaux d'eau aux stations Tazzitount, Amenzal et tiouridiou se développent dans le bassin versant de Tensift de l'oued Ourika ,il faut prendre alors les mesures nécessaires.

2. Message d'alerte :

Nous vous informons que les pluies aux stations Agouns, Tiouridiou, Amenzal, Tourcht, Tazzitount et les niveaux d'eau aux stations Tazzitount, Amenzal, Tiouridiou ont dépassé les seuils d'alerte, il faut diffuser les messages s'avis d'évacuation.

3. Message d'annulation :

Nous vous informons que les pluies et les niveaux d'eau enregistrés dans toutes les stations du bassin versant d'Ourika sont en dessous du seuil de pré-alerte et que les conditions des oueds sont retournées à la normale.