No.

AGENCE JAPONAISE DE COOPERATION INTERNATIONALE

ROYAUME DU MAROC
DIRECTION GENERALE DE L'HYDRAULIQUE
MINISTERE DE L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE,
DE L'EAU ET DE L'ENVIRONNEMENT

ETUDE DU PLAN DIRECTEUR SUR LE SYSTEME DE PREVISION ET D'ALERTE AUX CRUES POUR LA REGION DE L'ATLAS AU ROYAUME DU MAROC

RAPPORT DEFINITIF

VOLUME 2 RAPPORT PRINCIPAL

JANVIER 2004

CTI ENGINEERING INTERNATIONAL CO., LTD.
YACHIYO ENGINEERING CO., LTD.

SSS
JR
03-165

AGENCE JAPONAISE DE COOPERATION INTERNATIONALE

ROYAUME DU MAROC
DIRECTION GENERALE DE L'HYDRAULIQUE
MINISTERE DE L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE,
DE L'EAU ET DE L'ENVIRONNEMENT

ETUDE DU PLAN DIRECTEUR SUR LE SYSTEME DE PREVISION ET D'ALERTE AUX CRUES POUR LA REGION DE L'ATLAS AU ROYAUME DU MAROC

RAPPORT DEFINITIF

VOLUME 2 RAPPORT PRINCIPAL

JANVIER 2004

CTI ENGINEERING INTERNATIONAL CO., LTD.

YACHIYO ENGINEERING CO., LTD.

Dans la présente Etude, les estimations des coûts sont basées sur les prix ci-dessous indiqués et exprimés en Dirhams marocains selon les taux de change suivants:

1.00 DUS = 9.8638 MDH = 120.590 YJP

Pratiqués en date du 1 août 2003

PREFACE

Faisant suite à une demande du Gouvernement du Royaume du Maroc, le Gouvernement du Japon a décidé de réaliser l'Etude du Plan Directeur sur le Système de Prévision et d'Alerte aux Crues pour la Région de l'Atlas au Royaume du Maroc et a confié la réalisation de cette Etude à l'Agence Japonaise de Coopération Internationale (JICA).

La JICA a sélectionné et envoyé sur place l'Equipe d'Etude présidée par M. Yoshiharu Matsumoto de CTI Engineering International Co., Ltd. et composée d'ingénieurs de CTI Engineering International Co., Ltd. et de Yachiyo Engineering Co., Ltd., pour 5 missions couvarant la période entre mars 2000 et décembre 2003. La JICA a également établi le comité consultatif de de la JICA sous la présidence de M. Masayuki Watanabe, Conseiller Supérieur da la JICA.

L'Equipe a engagé des discussions avec les responsables concernés du Gouvernement du Royaume du Maroc et a effectué des reconnaissances du terrain dans la zone d'étude. De retour au Japon, l'Equipe a réalisé des études plus approfondies et a préparé le présent rapport définitif.

Nous souhaitons que ce rapport contribuera à la promotion de ce projet et au renforcement des relations amicales liant nos deux pays.

En fin, nous souhaitons exprimer notre haute appréciation des responsables concenrnés du Gouvernement du Maroc pour la cooperation étroite dont ils ont fait bénéficier l'Equipe d'Etude.

Janvier 2004

Kazuhisa MATSUOKA
Vice-président
Agence Japonaise de Coopération
Internationale

Janvier 2004

M. Kazuhisa MATSUOKA
Vice-présidente
Agence Japonaise de Coopération Internationale
Tokyo, Japon

LETTRE DE TRANSMISSION

Monsieur,

Nous avons l'honneur de vous soumettre ci-joint le Rapport Définitif relatif à *l'Etude du Plan Directeur sur le Système de Prévision et d'Alerte aux Crues pour la Région de l'Atlas au Royaume du Maroc.*

L'étude a été menée par CTI Engineering International Co., Ltd. en association avec Yachiyo Engineering Co., Ltd. en vertu de contrats avec L'agence Japonaise de Cooperation Internationale (JICA) au cours de la période entre mars 2000 et janvier 2004. Lors de la réalisation de cette étude, nous avons pris le soin de formuler un plan directeur réaliste pour le système de prévision et d'alerte aux crues, tenant compte de la situation actuelle à laquelle se trouve le Maroc.

Nous saisissons l'occasion pour exprimer notre sincère gratitude au Gouvernement du Japon, particulièrement à la JICA, au Ministère des Affaires Etrangères et aux autres administrations impliquées. Nous souhaitons également exprimer notre haute appréciation de la Direction Générale de l'Hydraulique, du Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Eau et de l'Environnement, et des autres administrations concernées du Gouvernement du Maroc pour leur précieuse coopération et assistance dont elles ont fait bénéficier l'Equipe d'Etude de la JICA au cours de sa mission.

En fin, nous souhaitons vivement que ce rapport contribuera pleinement à la promotion du Plan Directeur.

Veuillez agréer, Monsieur, l'expression de nos salutations respectueuses.

Yoshiharu Matsumoto
Chef d'Equipe, Equipe d'Etude de la JICA
CTI Engineering International Co., Ltd.

P.J. : a/s

COMPOSITION DU RAPPORT DEFINITIF

Volume 1 RESUME

Volume 2 RAPPORT PRINCIPAL

Volume 3 RAPPORTS ANNEXES

ANNEXE A PHOTOS AERIENNES ET LEVE DE SOL

ANNEXE B GEOMORPHOLOGIE

ANNEXE C ANALYSE HYDROLOGIQUE ET HYDRAULIQUE

ANNEXE D SIMULATION HYDRAULIQUE

ANNEXE E ENQUETE SOCIALE

ANNEXE F TOURISME

ANNEXE G CONSIDERATIONS ENVIRONNEMENTALES

ANNEXE H MESURES STRUCTURELLES

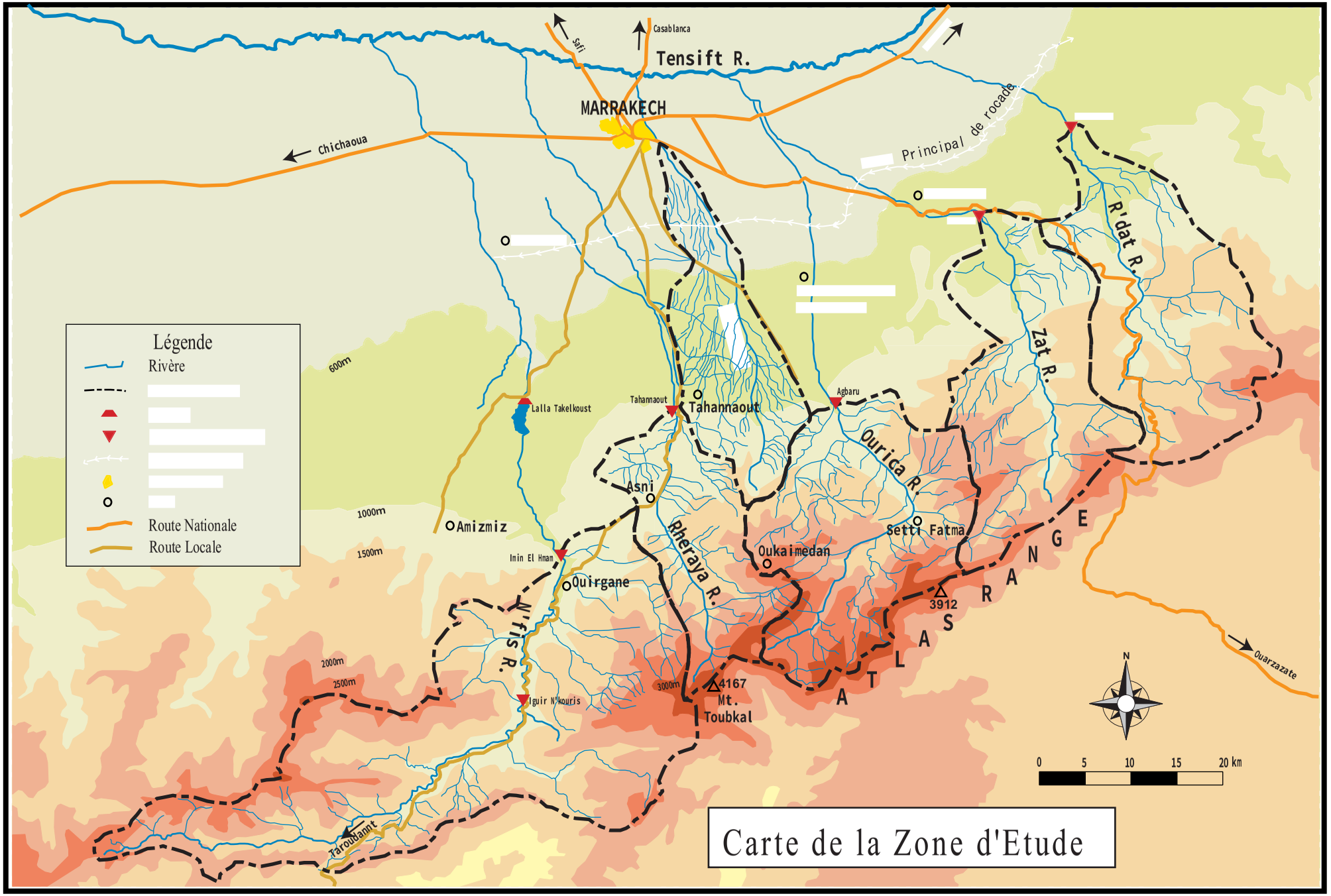
ANNEXE I SYSTEME DE TELEMETRIE ET D'ALERTE

ANNEXE J AMENAGEMENTS D'OBSERVATION

ANNEXE K EVALUATION ECONOMIQUE

ANNEXE L INSTITUTION

Volume 4 MANUEL DE DONNEES


Légende
Rivère
Route Nationale
Route Locale
Safi
Casablanca
Tensift R.
MARRAKECH
Chichaoua
Principal de rocade
R'dat R.
Zat R.
Ourica R.
Rheraya R.
N'fis R.
600m
1000m
1500m
2000m
2500m
3000m
Lalla Takelkoust
Tahannaout
Tahannaout
Agbaru
Asni
Amizmiz
Imin El Hman
Ouirgane
Oukaimedan
Setti Fatma
3912
4167
Mt.
Toubkal
Iguir N'kouris
TaroudAnnt
Ouarzazate
HIGH ATLAS RANGE
N
0 5 10 15 20 km
Carte de la Zone d'Etude

SYSTEME DE PREVISION ET D'ALERTE AUX CRUES DU BASSIN VERSANT DE L'OURIKA (PROJET PILOTE)

MARRAKECH

ABHT

Centre informatique Principal de l'ABHT

Sidi Bou Othmane

DGH Station de Contrôle RABAT

N

Légende

- ABHT — Centre Informatique Principal de l'ABHT
- Station de Contrôle
- Station d'observation de crues (Pluies)
- Station d'observation de crues (pluie et niveau d'eau)
- Station relais du système de Télémetrie
- Station relais du système d'alerte
- Réseau informatique
- Réseau radio du système d'alerte
- Réseau radio VHF de la télémetrie
- Poste d'alarme

Caïdat d'Ourika

DPE d'Al Haouz

Caïdat d'Ourika

DPE

Province d'Al Haouz

Poste d'alarme d'Iraghf et haut-parleurs

Station Tazzitount

Province d'Al Haouz

Station Relais d'Aoulouss

Iraghf

Tazitount

Aoulous

Tourcht

Jauge ultrasonique du niveau d'eau à la station de Tiourdiou

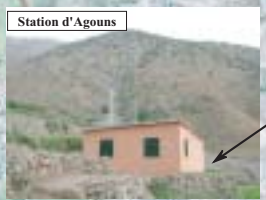
Tiourdiou

Agouns

Amenzal

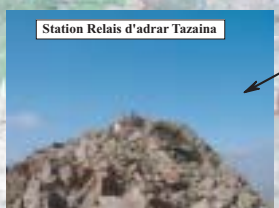
Adrar Tazaïna

Station de Tourcht



Station d'Agouns

Station d'Amenzal



Station Relais d'adrar Tazaina

Echelle

0 5 10 15 Km

ETUDE DU PLAN DIRECTEUR SUR
LE SYSTEME DE PREVISION ET D'ALERTE AUX CRUES
POUR LA REGION DE L'ATLAS AU ROYAUME DU MAROC

RAPPORT DEFINITIF
(RAPPORT PRINCIPAL)

SOMMAIRE

PREFACE
LETTRE DE TRANSMISSION
COMPOSITION DU RAPPORT DEFINITIF
CARTE DE LA ZONE D'ETUDE i
CARTE DE PROJET PIPLOTE ii
SOMMAIRE iii
LISTE DES TABLEAUX vii
LISTE DES FIGURES xi
ABREVIATIONS xvi

CHAPITRE 1. INTRODUCTION

1.1 Introduction 1-1
1.2 Objectifs de l'Etude 1-1
1.3 Zone d'Etude 1-1
1.4 Programme de l'Etude 1-1
1.5 Changements institutionnels au cours de l'Etude 1-2

CHAPITRE 2. CADRE GENERAL DE LA ZONE D'ETUDE

2.1 Conditions naturelles 2-1
2.1.1 Topographie 2-1
2.1.2 Géologie 2-1
2.1.3 Climat 2-2
2.1.4 Hydrologie 2-3
2.2 Economie Social 2-3
2.2.1 Administration 2-3
2.2.2 Démographie 2-5
2.2.3 Economie 2-6
2.2.4 Education 2-7
2.2.5 Occupation des sols 2-8
2.3 Agriculture, élevage et forêts 2-8
2.3.1 Agriculture 2-9
2.3.2 L'élevage 2-9
2.3.3 Forêts 2-9
2.4 Infrastructures 2-10
2.4.1 Réseau routier 2-10

2.4.2 Télécommunications 2-10
2.4.3 Electrification 2-13
2.4.4 Approvisionnement en eau potable..... 2-13
2.5 Tourisme..... 2-14
2.5.1 Généralités 2-14
2.5.2 Caractéristiques des sites touristiques..... 2-14
2.5.3 Caractéristiques des Touristes 2-16
2.6 Conditions des oueds..... 2-17
2.6.1 Bassins versants..... 2-17
2.6.2 Morphologies des oueds 2-18
2.7 Désastres de crues et écoulements des débris antérieurs 2-20
2.7.1 Principaux désastres antérieurs..... 2-20
2.7.2 Caractéristiques des dégâts de crues et des écoulements des débris 2-21
2.8 Mesures de protection contre les crues et les écoulements des débris..... 2-25
2.8.1 Mesures non-structurelles..... 2-25
2.8.2 Mesures structurelles 2-31
2.9 Organisation institutionnelle 2-35
2.9.1 Lois et réglementation 2-35
2.9.2 Administrations concernées..... 2-38
2.10 Environnement 2-47
2.10.1 Stratégie Nationale..... 2-47
2.10.2 Milieu environnemental actuel 2-47
2.10.3 Législation environnementale..... 2-50
2.11 Projets et études pertinents 2-52
2.11.1 Projets et études sur le système de télémétrie..... 2-52
2.11.2 Amélioration du réseau d'observation météorologique 2-54
2.11.3 Protection contre les crues..... 2-55
2.11.4 Plan d'action 1999-2003 dans le secteur de l'eau 2-56

CHAPITRE 3. ANALYSE DE BASE

3.1 Analyse géomorphologique..... 3-1
3.1.1 Préparation des cartes de classification géomorphologique du terrain..... 3-1
3.1.2 Préparation des cartes d'aléas de désastres..... 3-1
3.2 Analyse hydrologique et hydraulique..... 3-4
3.2.1 Disponibilité des données hydrologiques 3-4
3.2.2 Caractéristiques des précipitations et du débit..... 3-4
3.2.3 Etablissement d'un modèle de simulation de crues.... 3-6
3.2.4 Préparation des cartes de crues 3-11

3.2.5 Autres études hydrauliques utilisant des modèles calibrés 3-14
3.3 Analyse sociale 3-16
3.3.1 Méthodologie de l'enquête 3-16
3.3.2 Résultats de l'enquête 3-18

CHAPITRE 4. SYSTEME DE PREVISION ET D'ALERTE AUX CRUES EXISTANT AVANT LA REALISATION DU PROJET PILOTE

4.1 Introduction 4-1
4.2 Administrations concernées par le SPAC 4-1
4.2.1 Composantes du SPAC 4-1
4.2.2 Guide du SPAC 4-2
4.3 Activités de prévision et d'alerte aux crues par le Ministère de l'Equipement 4-3
4.3.1 Observation hydrologique et collecte de données 4-3
4.3.2 Analyse des données, prévision, émission des messages d'avis de crues et diffusion des informations/messages d'alerte aux crues 4-13
4.3.3 Evacuation 4-16
4.4 Activité de prévision et d'alerte aux crues par le Ministère de l'Intérieur (Province d'Al Haouz) 4-16
4.4.1 Observation et collecte des données 4-16
4.4.2 Emission de l'alerte 4-17
4.4.3 Diffusion des informations/alertes 4-17
4.4.4 Evacuation 4-17
4.5 Activités réelles lors de l'événement crue d'octobre 1999 4-18
4.5.1 Crue d'octobre 1999 4-18
4.5.2 Reconstitution 4-18
4.5.3 Evaluation de l'observation et de la transmission des données par la DRHT 4-22
4.6 Pratique réelle lors de la crue du 12 août 2001 4-23
4.6.1 Introduction 4-23
4.6.2 Condition hydrologique 4-23
4.6.3 Activités des administrations concernées 4-24
4.6.4 Réactions des touristes et des habitants 4-25
4.6.5 Leçons retenues de la crue 4-26
4.7 Problèmes du SPAC existant 4-28

CHAPITRE 5. FORMULATION DE L'AVANT-PROJET DU PLAN DIRECTEUR

5.1 Stratégie du plan directeur 5-1
5.1.1 Nécessité et limites du Système de Prévision et d'Alerte au Crues 5-1
5.1.2 Stratégie de base pour la formulation du Plan Directeur 5-2

5.1.3 Conditions de base de la formulation du Plan Directeur 5-3
5.2 Sélection des zones cibles du SPAC 5-4
5.2.1 Caractéristiques des désastres 5-5
5.2.2 Sélection des zones à haut risqué 5-6
5.3 Principaux points d'amélioration 5-7
5.3.1 Observation hydrologique et collecte des données 5-7
5.3.2 Analyse des données et prevision 5-10
5.3.3 Déclenchement de l'alerte à la crue 5-15
5.3.4 Diffusion de l'alerte aux crues 5-17
5.3.5 Evacuation 5-17
5.3.6 Plan institutionnel 5-20
5.4 Options concevables d'équipement 5-24
5.4.1 Trois options pour l'observation hydrologique et la collecte des données 5-24
5.4.2 Trois options pour l'analyse des données, la prévision et la distribution des données 5-27
5.4.3 Diffusion de l'alerte 5-29
5.4.4 Sélection du plan d'équipement optimal 5-30
5.5 Description générale du Plan Directeur 5-31
5.5.1 Objectif du Plan Directeur proposé 5-31
5.5.2 Composantes du Plan du SPAC de la Région de l'Atlas 5-31
5.5.3 Renforcement et systématisation des activités volontaristes de prévention des désastres 5-34
5.6 Plan d'exploitation et de maintenance 5-34
5.6.1 Organisations impliquées dans le Plan du SPAC de la Région de l'Atlas 5-34
5.6.2 Plan d'exploitation et de maintenance propose 5-35
5.7 Plan de réalisation et estimation des coûts 5-38
5.7.1 Plan de réalisation 5-38
5.7.2 Estimation des coûts 5-39
5.8 Evaluation du projet 5-39
5.8.1 Evaluation économique et considerations financières 5-40
5.8.2 Considération des aspects sociaux 5-46
5.8.3 Evaluation environnementale initiale 5-47
5.8.4 Acceptabilité technique 5-50
5.9 Recommandations pour le renforcement institutionnel 5-51
5.9.1 Distribution des responsabilités et cooperation entre les entités concernées 5-51
5.9.2 Institution organisationnelle 5-51

5.9.3 Développement requis des ressources humaines 5-53

CHAPITRE 6. PLANNING ET CONCEPTION DU PROJET PILOTE

6.1 Planning du Projet Pilote 6-1
6.1.1 Sélection du bassin versant cible 6-1
6.1.2 Détermination du niveau de développement 6-1
6.2 Description du Projet Pilote 6-3
6.2.1 Description générale du Projet Pilote 6-3
6.2.2 Description du Projet Pilote par sous-système 6-5
6.3 Conception du Projet Pilote Phase-I (système semi-automatique) 6-7
6.3.1 Conditions ambiantes 6-7
6.3.2 Spécifications et configuration des équipements 6-7
6.3.3 Spécifications du logiciel de prévision des crues 6-8
6.4 Conception du Projet Pilote Phase-II (système automatique) 6-9
6.4.1 Conception du circuit radio du système de télémétrie 6-9
6.4.2 Spécifications et configuration des équipements 6-16

CHAPITRE 7. REALISATION ET EXPLOITATION EXPERIMENTALES DU PROJET PILOTE PHASE-I

7.1 Travaux de réalisation 7-1
7.1.1 Travaux de construction 7-1
7.1.2 Installation des équipements et du logiciel 7-2
7.1.3 Développement du programme de prévision des crues 7-2
7.2 Préparation de guides 7-2
7.2.1 Administrations principales et procédure générale 7-3
7.2.2 Définition des messages d'avis de crues, des alertes aux crues et des phases de crues 7-4
7.2.3 Mesures à prendre et procédures à suivre par les principales administrations concernées 7-10
7.2.4 Guide des activités d'évacuation 7-12
7.3 Programme de transfert technique 7-16
7.3.1 Evénement d'inauguration (visites au site et atelier séminaire) 7-16
7.3.2 Exercice de communication 7-17
7.3.3 Simulation d'évacuation 7-19
7.4 Exercice de simulation globale 7-21
7.4.1 Introduction 7-21
7.4.2 Activités préparatoires 7-21
7.4.3 Résultats et évaluation de l'exercice de simulation globale 7-26
7.4.4 Evaluations et Recommandations 7-29

7.5 Maintenance des équipements 7-32
7.6 Activités d'exploitation réelle lors de la crue du 14 juin 2003 7-33
7.6.1 Introduction 7-33
7.6.2 Conditions hydrologiques 7-34
7.6.3 Activités des administrations concernées 7-34
7.6.4 Menaces de crues et d'écoulement des debris provenant des affluents 7-36
7.6.5 Leçons à retenir des crues 7-36

CHAPITRE 8. REALISATION ET EXPLOITATION EXPERIMENTALE DU PROJET PILOTE PHASE-II

8.1 Travaux de réalisation 8-1
8.1.1 Travaux de construction 8-1
8.1.2 Installation des équipements et logiciels 8-1
8.1.3 Problèmes d'interférence radio 8-3
8.2 Programmes de transfert technique 8-6
8.2.1 Exercice de simulation globale (2) 8-7
8.2.2 Cérémonie d'inauguration 8-11
8.3 Maintenance des équipements 8-11
8.4 Fonctionnement réel lors de l'averse du 4 août 2003 8-11
8.4.1 Introduction 8-11
8.4.2 Conditions hydrologiques 8-11
8.4.3 Activités des administrations concernées 8-13

CHAPITRE 9. EVALUATION DU PROJET PILOTE

9.1 Introduction 9-1
9.2 Critères d'évaluation 9-1
9.2.1 Objectifs de l'évaluation 9-1
9.2.2 Critères d'évaluation 9-1
9.3 Evaluation 9-2
9.3.1 Précision des équipements 9-2
9.3.2 Précision des guides 9-5
9.3.3 Précision du système global 9-8
9.3.4 Conclusion 9-9

CHAPITRE 10. MODIFICATION DU PLAN DIRECTEUR

10.1 Introduction 10-1
10.2 Modifications du Plan Directeur 10-2
10.2.1 Année cible d'achèvement du Plan Directeur 10-2
10.2.2 Modifications des sous-systèmes 10-2
10.2.3 Modification du Plan d'Exploitation et de Maintenance 10-4
10.2.4 Approche compréhensive de la prévention des désastres 10-7

10.3 Description générale du Plan Directeur 10-7
10.3.1 Objectif du SPAC proposé 10-7
10.3.2 Plan institutionnel 10-8
10.3.3 Composantes du Plan du SPAC de la région de l'Atlas 10-11
10.3.4 Plan d'exploitation et de maintenance proposé 10-13
10.3.5 Plan de développement des ressources humaines 10-16
10.4 Plan de réalisation et estimation des coût 10-17
10.4.1 Plan de réalisation 10-17
10.4.2 Estimation du coût 10-17
10.5 Evaluation du projet 10-18
10.5.1 Evaluation économique et considérations financières 10-18
10.5.2 Considération des aspects sociaux 10-20
10.5.3 Evaluation environnementale initiale 10-20
10.5.4 Acceptabilité technique 10-20

CHAPITRE 11. APPROCHE COMPREHENSIVE AUX DESASTRES DE LA REGION DE L' ATLAS

11.1 Généralité 11-1
11.2 Introduction de mesures structurelles 11-1
11.2.1 Etat actuel des mesures structurelles contre les dégâts de crues 11-1
11.2.2 Mesures structurelles applicables 11-1
11.2.3 Considérations relatives à l'introduction des mesures structurelles 11-2
11.3 Introduction des mesures non-structurelles autres que le SPAC 11-2
11.3.1 Publication des cartes d'aléas 11-3
11.3.2 Contrôle des torrents à potentiel d'écoulements de débris 11-3
11.3.3 Introduction du contrôle de la circulation 11-4
11.3.4 Contrôle et gestion de l'utilisation des sols 11-5
11.3.5 Fourniture d'aménagements touristiques 11-5

CHAPITRE 12. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

12.1 Conclusions 12-1
12.2 Recommandations 12-2

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 2.1.1	CLIMAT DE MARRAKECH	T-2-1
Tableau 2.1.2	TEMPERATURE A LA STATION DE RAHAL ET LA STATION DE LALLA TAKERKOUST	T-2-1
Tableau 2.1.3	DEBIT MAXIMAL ANNUEL	T-2-2
Tableau 2.1.4	PROBABILITE DE DEBIT DE POINTE DANS LES PRINCIPALES STATIONS	T-2-3
Tableau 2.2.1	DONNEES DEMOGRAPHIQUES DE LA PROVINCE D'AL HAOUZ	T-2-4
Tableau 2.2.2	DONNEES DEMOGRAPHIQUES DE LA PREFECTURE DE SIDI YOUSSEF BEN ALI	T-2-5
Tableau 2.3.1	PRINCIPAUX ESSENCES ET ZONES FORESTIERES DE LA PROVINCE D'AL HAOUZ	T-2-6
Tableau 2.4.1	LISTE DES INSTALLATIONS TELEPHONIQUES DE LA PROVINCE D'AL HAOUZ	T-2-7
Tableau 2.5.1	METHODOLOGIE DE L'ENQUETE TOURISTIQUE	T-2-8
Tableau 2.5.2	RESUME DES RESULTATS DU QUESTIONNAIRE ADRESSE AUX TOURISTES	T-2-9
Tableau 2.6.1	SUPERFICIES DRAINEES PAR LES SOUS-BASSINS	T-2-10
Tableau 2.6.2	DIMENSIONS DES PRINCIPAUX OUEDS	T-2-10
Tableau 2.7.1	CARACTERISTIQUES DES DEGATS DE CRUES ET DES ECOULEMENTS DES DEBRIS LORS DE LA CURE DE 1995	T-2-11
Tableau 2.10.1	PROJETS SUJETS DE L'EIE	T-2-12
Tableau 3.1.1	CLASSIFICATION DES FORMES DE TERRAINS POUR LA CARTE A 1/50,000	T-3-1
Tableau 3.1.2	CLASSIFICATION DES FORMES DE TERRAINS POUR LA CARTE A 1/5,000	T-3-2
Tableau 3.2.1	STATIONS PLUVIOMETRIQUE DE L'ETUDE HYDROLOGIQUE	T-3-3
Tableau 3.2.2	STATIONS DE JAUGEAGE DES NIVEAUX D'EAU	T-3-3
Tableau 3.2.3	CORRELATION INTENSITE-DUREE-FREQUENCE POUR AGHBALOU	T-3-4
Tableau 3.2.4	LES 10 CRUES MAXIMALES POUR CHAQUE OUED	T-3-5
Tableau 3.2.5	DISTRIBUTION DES DEBITS	T-3-6
Tableau 3.3.1	NOMBRE DES DOUARS ENDOMMAGES ET MENACES PAR LES CRUES DANS LA PROVINCE D'AL HAOUZ	T-3-7
Tableau 3.3.2	LISTE DES DOUARS SELECTIONNES POUR L'ETUDE SOCIALE ET DE LA CONSCIENCE PUBLIQUE DES DESASTRES NATURELS	T-3-8
Tableau 3.3.3	ENVIRONNEMENT SOCIAL DES DOUARS SELECTIONNES DAN LA ZONE D'ETUDE	T-3-9
Tableau 3.3.4	RESUME DES REPONSES AU QUESTIONNAIRE DE L'ETUDE SOCIALE ET DE LA CONSCIENCE PUBLIQUE DES DESASTRES NATURELS (1ère PARTIE)	T-3-12

Tableau 3.3.5	RESUME DES REPONSES AU QUESTIONNAIRE DE L'ETUDE SOCIALE ET DE LA CONSCIENCE PUBLIQUE DES DESASTRES NATURELS (2 ème PARTIE)	T-3-18
Tableau 3.3.6	LISTE DES DEGATS AUX DOUARS SELECTIONNES LORS DU DESASTRE DE 1995	T-3-23
Tableau 3.3.7	LISTE DES DEGATS DES DOUARS SELECTIONNES LORS DU DESASTRE DE 1999	T-3-25
Tableau 4.2.1	LISTE DES STATIONS D'OBSERVATION DANS LA ZONE D'ETUDE	T-4-1
Tableau 4.2.2	LISTE DES EQUIPEMENTS DES STATIONS D'OBSERVATION DES CRUES	T-4-2
Tableau 4.2.3	ACTIONS A REALISER PAR LES DPE/DRE	T-4-3
Tableau 4.2.4	MESSAGES D'ALERTE DE LA DMN ET PLUIES EFFICACES	T-4-4
Tableau 5.2.1	RESUME DES CARACTERISTIQUES DES DESASTRES	T-5-1
Tableau 5.3.1	RESEAU PROPOSE POUR LES STATIONS D'OBSERVATION DES CRUES DE LA ZONE D'ETUDE	T-5-2
Tableau 5.3.2	EMPLACEMENTS DES POSTES D'ALARME PROPOSES	T-5-3
Tableau 5.4.1	COMPARAISON DES JUAGES DES NIVEAUX D'EAU.....	T-5-4
Tableau 5.4.2	COMPARAISON DES METHODES DE COMMUNIQUATION (RESUME)	T-5-5
Tableau 5.4.3	LES TROIS ALTERNATIVES DU PLAN DIRECTEUR	T-5-6
Tableau 5.4.4	COUT DES EQUIPEMENTS POUR LES TROIS OPTIONS	T-5-7
Tableau 5.4.5	ESTIMATION DU TEMPS NECESSAIRE POUR LE FONCTIONNEMENT DU SPAC	T-5-8
Tableau 5.7.1	PROGRAMME DE REALISATION DU PLAN DIRECTEUR SUR LE SPAC DE LA REGION DE L'ATLAS	T-5-9
Tableau 5.8.1	RESUME DU COUT ECONOMIQUE.....	T-5-10
Tableau 5.8.2	RESUME DES DEGATS ENREGISTRES	T-5-10
Tableau 5.8.3	PERTES ESTIMEES EN BIENS.....	T-5-11
Tableau 5.8.4	MOYENNE ANNUELLE DES DEGATS.....	T-5-11
Tableau 5.8.5	MARGE D'AUTOFINANCEMENT.....	T-5-12
Tableau 5.8.6	MOYENNE ANNUELLE DES DEGATS.....	T-5-13
Tableau 5.8.7	MARGE D'AUTOFINANCEMENT.....	T-5-14
Tableau 5.8.8	BUDGET DE LA DGH LIE A L'HYDROLOGIE POUR 2000/01.	T-5-15
Tableau 5.8.9	BUDGET LIE A L'HYDROLOGIE DE LA DRHT.....	T-5-15
Tableau 5.8.10	RESPONSABILITES DE E&M ET CHARGE FINANCIERE DES AUTORITES LOCALES	T-5-15
Tableau 5.8.11	DEPISTAGE DES PROJETS DU PLAN DIRECTEUR	T-5-16
Tableau 5.8.12	LISTE DE CONTROLE POUR LE DEPISTAGE	T-5-17
Tableau 5.8.13	IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX POTENTIELS	T-5-18
Tableau 6.1.1	DIFFERENCE ENTRE LES CONDITIONS AVANT LE PROJET PILOTE ET LE PLAN DIRECTEUR	T-6-1
Tableau 6.1.2	SOUS-SYSTEMES DES QUARTRE OPTIONS	T-6-2
Tableau 6.1.3	NIVEAU DE DEVELOPPEMENT DE L'OPTION 1-1	T-6-3

Tableau 6.1.4	NIVEAU DE DEVELOPPEMENT DE L'OPTION 1-2	T-6-4
Tableau 6.1.5	NIVEAU DE DEVELOPPEMENT DE L'OPTION 1-3	T-6-5
Tableau 6.1.6	NIVEAU DE DEVELOPPEMENT DE L'OPTION 2	T-6-6
Tableau 6.1.7	PROGRAMME DE REALISATION ESTIME DU PROJET PILOTE	T-6-7
Tableau 6.1.8	COUTS APPROXIMATIFS POUR QUATRE OPTIONS	T-6-8
Tableau 6.2.1	PROGRAMME DU PROJET PILOTE	T-6-9
Tableau 6.4.1	COMPARAISON DES MOYENS DE COMMUNICATION DU SYSTEME DE TELEMETRIE	T-6-10
Tableau 6.4.2	LISTE DES EQUIPEMENTS DU TEST DE PROPAGATION RADIO	T-6-11
Tableau 6.4.3	RESULTATS DES TESTS DE PROPAGATION RADIO	T-6-12
Tableau 7.1.1	INVENTAIRE DES EQUIPEMENTS INSTALLES EN 2001	T-7-1
Tableau 7.2.1	MESURES A PRENDRE LORS DE CHAQUE PHASE DE CRUE	T-7-4
Tableau 7.4.1	DONNEES HYDROLOGIQUES ASUMEES LE 25 JUIN 2002	T-7-9
Tableau 7.4.2	REUNIONS ET EVENEMENTS RELATIFS A L'EXERCICE DE SIMULATION GLOBAL	T-7-10
Tableau 7.4.3	TEMPS ECOULE LORS DE CHAQUE PROCEDURE LORS DES TROIS EXERCICES DE SUMULATION	T-7-11
Tableau 8.1.1	INVENTAIRE DES EQUIPEMENTS INSTALLES EN 2003	T-8-1
Tableau 8.1.2	DONNEES DE LA PROPAGATION RADIO	T-8-3
Tableau 8.1.3	TAUX D'AQUISITION DES DONNEES DE TELEMETRIE	T-8-4
Tableau 9.3.1	PERFORMANCE DU SPAC DU PROJET PILOTE LORS DES CRUES	T-9-1
Tableau 9.3.2	PRINCIPAUX PROBLEMES D'EQUIPEMENT ET LES MESURES DE REDRESSEMENT ENTREPRISES AU COURS DE L'EXPLOITATION EXPERIMENTALE	T-9-3
Tableau 9.3.3	CRUES DEPASSANT LES SEUILS DE PRE-ALERTE ET D'ALERTE.....	T-9-4
Tableau 10.4.1	PROGRAMME DE REALISATION DU PLAN DIRECTEUR.....	T-10-1
Tableau 10.4.2	COUT DES EQUIPEMENTS MODIFIE APRES LE PROJET PILOTE.....	T-10-2
Tableau 10.4.3	COUT DES EQUIPEMENTS DU PLAN DIRECTEUR MODIFIE PAR ADMINISTRATION	T-10-3
Tableau 10.5.1	RESUME DU COUT FINANCIER	T-10-4
Tableau 10.5.2	RESUME DU COUT ENCONOMIQUE	T-10-4
Tableau 10.5.3	MARGE D'AUTOFINANCEMENT (PLAN DIRECTEUR MODIFIE OPTION-1)	T-10-5
Tableau 10.5.4	MARGE D'AUTOFINANCEMENT (PLAN DIRECTEUR MODIFIE OPTION-2)	T-10-6
Tableau 10.5.5	MARGE D'AUTOFINANCEMENT (VALEUR DES VIES HUMAINES INCLUSE PLAN DIRECTEUR MODIFIE OPTION-1)	T-10-7

Tableau 10.5.6 MARGE D'AUTOFINANCEMENT (VALEUR DES VIES HUMAINES INCLUSE PLAN DIRECTEUR MODIFIE OPTION-2) T-10-8
Tableau 11.3.1 RAPPORT DE CONTROLE DE TORRENT A POTENTIEL D'ECOULEMENTS DE DEBRIS T-11-1

LISTE DES FIGURES

Fig.2.1.1 CARTE DU NIVELLEMENT DES SOMMETS F-2-1
Fig.2.1.2 CARTE GEOLOGIEQUE F-2-2
Fig.2.1.3 MOYENNE MENSUELLE DES PRECIPITATIONS DES STATIONS REPRESENTATIVES F-2-3
Fig.2.1.4 MOYENNE MENSUELLE DE DEBIT AUX STATIONS DE JAUGEAGE PRINCIPALES F-2-4
Fig.2.2.1 DECOUPAGE ADMINISTRATIF DE LA ZONE D'ETUDE F-2-5
Fig.2.2.2 CARTE D'OCCUPATION DES SOLS F-2-6
Fig.2.3.1 ZONE DU PROJET DE L'ORMVAH F-2-7
Fig.2.4.1 RESEAU ROUTIER DE LA ZONE D'ETUDE F-2-8
Fig.2.5.1 EMPLACEMENTS DE L'ENQUETE TOURISTIQUE F-2-9
Fig.2.5.2 RESUME DES RESULTATS DE L'ENQUETE SUR LE TOURISME (1/3-3/3) F-2-10
Fig.2.6.1 DIVISION DES SOUS-BASSINS F-2-13
Fig.2.6.2 ALTITUDE – COURBES DE LA SUPERFICIE DES BASSINS VERSANTS F-2-14
Fig.2.6.3 PROFILES DES OUEDS F-2-15
Fig.2.6.4 GRADIENTS DES BASSINS DES AFFLUENTS PRINCIPAUX .. F-2-16
Fig.2.7.1 CARTE DE CRUE (1/3-3/3) F-2-17
Fig.2.7.2 HYDROGRAPHES DES STATIONS REPRESENTATIVES (CRUED DE 1995) F-2-20
Fig.2.7.3 HYDROGRAPHES DES STATIONS REPRESENTATIVES (CRUED DE 1999) F-2-21
Fig.2.8.1 EMPLACEMENT DES STATIONS D'OBSERVATION METEOROLOGIQUE ET HYDROLOGIQUE F-2-22
Fig.2.8.2 ZONES DE COUVERTURE DES CINQ RADARS F-2-23
Fig.2.8.3 BROCHURE POUR TOURISTES F-2-24
Fig.2.8.4 PLAN DE REBOISEMENT F-2-25
Fig.2.8.5 EMPLACEMENTS DES MESURES STRUCTURELLES DANS LE BASSIN VERSANT DE L'OURIKA F-2-26
Fig.2.8.6 EMPLACEMENTS DE MESURES STRUCTURELLES DANS LE BASSIN VERSNAT D'ISSIL F-2-27
Fig.2.9.1 ORGANISATION DES ACTIVITES DE SECOURS DANS LE PLAN ORSEC F-2-28

Fig.2.11.1	EMPLACEMENTS DES STATIONS AUTOMATIQUES DU BASSIN VERSANT DE L'OUERGHA	F-2-29
Fig.2.11.2	L'ARCHITECTURE DU SYSTEME DU RESEAU INFORMATION DE LA DGH	F-2-30
Fig.2.11.3	LE DIAGRAME SHEMATIQUE DU RESEAU PROPOSE PAR LA DMN	F-2-31
Fig.2.11.4	LIAISON RADIO DU CANAL DE ROCADE ET DU CANAL DE N'FIS	F-2-32
Fig.3.1.1	CARTE DE CALSSIFICATION GEOMORPHOLOGIQUE DU TERRAIN (OURIKA)	F-3-1
Fig.3.1.2	CARTE D'ALEAS (OURIKA)	F-3-2
Fig.3.2.1	STATIONS HYDROLOGIQUES DE L'ENQUETE HYDROLOGIQUE ET HYDRAULIQUE	F-3-3
Fig.3.2.2	CORRELATION ENTRE LES PLIUES ET L'ALTITUDE DANS LA ZONE D'ETUDE	F-3-4
Fig.3.2.3	CARTE ISOHYETALE (MOYENNE ANNUELLE)	F-3-5
Fig.3.2.4	PRECIPITATIONS SAISONNIERES	F-3-6
Fig.3.2.5	CARTES TOPOGRAPHIQUE, LITHOLOGIQUE ET DE VEGETATION	F-3-7
Fig.3.2.6	DIVISION DES SOUS-BASSINS POUR LA SIMULATION D'ECOULEMENT	F-3-8
Fig.3.2.7	DIAGRAMME SCHEMATIQUE DU MODELE DE SIMULATION HYDRO-DYNAMIQUE	F-3-9
Fig.3.2.8	RESULTAT DU CALIBRAGE	F-3-10
Fig.3.2.9	DIAGRAMME SCHEMATIQUE DU MODELE DE SIMULATION POUR L'OUED ISSIL	F-3-11
Fig.3.2.10	RESULTAT DE SIMULATION POUR L'OUED ISSYL (DEBIT DE POINTE = 90 m^3/s)	F-3-12
Fig.3.2.11	ZONES CONCERNEES PAR L'ETABLISSEMENT DES CARTES DE CRUES	F-3-13
Fig.3.2.12	HYDROGRAPHE DE BASE DE L'OUED ISSYL	F-3-14
Fig.3.2.13	PONTS SUR L'OUED ISSYL	F-3-15
Fig.3.2.14	CARTE DE CRUES E L'OUED N'FIS	F-3-16
Fig.3.2.15	CARTE DE CRUES DE L'OUED RHERAYA	F-3-18
Fig.3.2.16	CARTE DE CRUES POUR L'OUED RHERAYA	F-3-19
Fig.3.2.17	CARTE DE CRUES DE L'OUED OURIKA	F-3-20
Fig.3.2.18	CARTE DE CRUES POUR L'OUED OURIKA (1/5-5/5)	F-3-21
Fig.3.2.19	CARTE DE CRUES DE L'OUED ZAT	F-3-26
Fig.3.2.20	CARTE DE CRUES DE L'OUED R'DAT	F-3-27
Fig.3.2.21	CARTE DE CRUES POUR L'OUED R'DAT	F-3-28
Fig.3.2.22	CARTE DE CRUE DE L'OUED ISSYL	F-3-29
Fig.3.2.23	COMPARAISON DES RESULTATS DE SIMULATION	F-3-30
Fig.3.2.24	TEMPS DE PROPAGATION DES CRUES	F-3-31
Fig.3.2.25	CAPACITE D'ECOULEMENT	F-3-32

Fig.3.3.1	LOCALITES CONCERNEES PAR L'ETUDE SOCIALE ET DE CONSCIENCE PUBLIQUE	F-3-34
Fig.4.3.1	EMPLACEMENTS DES STATIONS RADIO DE LA DRHT	F-4-1
Fig.4.3.2	EMPLACEMENTS DES STATIONS D'OBSERVATION DE LA ZONE D'ETUDE.....	F-4-2
Fig.4.3.3	EMPLACEMENTS DES STATIONS D'OBSERVATION AU BASSIN VERSANT DE L'OURIKA	F-4-3
Fig.4.3.4	EXEMPLE DES BULLETINS METEOROLOGIQUE SPECIAUX	F-4-4
Fig.4.3.5	DIAGRAMME SCHEMATIQUE DE L'EMISSION DES MESSAGES D'ALERTE	F-4-5
Fig.4.3.6	ROUTES D'INFORMATION/DIFFUSION DE L'ALERTE	F-4-6
Fig.4.4.1	EMPLACEMENTS DES STATIONS RADIO ET DES POSTES CLIMATIQUES A LA PROVINCE D'AL HAOUZ	F-4-7
Fig.4.5.1	RECONSTITUTION DE LA CRUE D'OCTOBRE 1999	F-4-8
Fig.4.5.2	PLUIES OBSERVEES LORS DE LA CRUE DE 1999.....	F-4-9
Fig.4.5.3	HYDROGRAPHE DES NIVEAUX D'EAU LORS DE LA CRUE DE 1999	F-4-10
Fig.4.5.4	HYDROGRAPHES DES NIVEAUX D'EAU LORS DE LA CRUE DE 1999	F-4-11
Fig.4.6.1	RECONSTRUCTION DE LA CRUE DU 12 AOUT 2001	F-4-12
Fig.4.6.2	DESTRIBUTION DES PRECIPITATIONS DU 12 AOUT 2001....	F-4-13
Fig.5.3.1	PLAN DE DEPLOIEMENT DES STATIONS D'OBSERVATION DES CRUES	F-5-1
Fig.5.3.2	EXAMPLE DES INFORMATIONS VISUALISEES	F-5-2
Fig.5.3.3	EMPLACEMENTS DES POSTES D'ALARME PROPOSES	F-5-5
Fig.5.4.1	DIAGRAMME CONCEPTUEL DU SOUS-SYSTEME DE COLLECTE DES DONNEES	F-5-6
Fig.5.4.2	DIAGRAMME SCHEMATIQUE DE LA COLLECTE DES DONNEES	F-5-7
Fig.5.4.3	DIAGRAMME SCHEMATIQUE DU SOUS-SYSTEME DE TRAITEMENT ET DE CONTROLE DES DONNEES	F-5-8
Fig.5.4.4	SCHEMA CONCEPTUEL DU SOUS-SYSTEME D'ALERTE	F-5-9
Fig.5.4.5	SCHEMA DU SOUS-SYSTEME D'ALERTE (OPTION C)	F-5-10
Fig.5.4.6	RESEAU DE COMMUNICATION RADIO VHF POUR TELEMETRIE ET SYSTEME D'ALARME	F-5-11
Fig.5.5.1	RESEAU DE COMMUNICATION	F-5-12
Fig.6.1.1	RESUME DU PROJET PILOTE	F-6-1
Fig.6.2.1	COMPARAISON ENTRE LE PLAN DIRECTEUR ET LE PROJET PILOTE EN NOMBRE DE STATIONS ET DE POSTE D'ALARME DANS LE BASSIN VERSANT DE L'OURIKA	F-6-2
Fig.6.3.1	SYSTEME CONCEPTUEL DIAGRAMME DU PROJET PILOTE	F-6-3
Fig.6.3.2	DIAGRAMME SCHEMATIQUE DE L'EQUIPEMENT DE SUPERVISON ET DE CONTROLE DE LA TELEMETRIE ET DE TRAITEMENT DES DONNEES	F-6-4

Fig.6.3.3	DIAGRAMME SCHEMATIQUE DE STATIONS D'OBSERVATION DES CRUES	F-6-5
Fig.6.3.4	DIAGRAMME SCHEMATIQUE DE LA STATION RADIO D'ALERTE	F-6-9
Fig.6.4.1	RESULTATS DU CALUL DU CIRCUIT RADIO	F-6-12
Fig.6.4.2	RESULTATS DU TEST DE PROPAGATION	F-6-13
Fig.6.4.3	RESEAU RADIO PROPOSE POUR LE SYSTEME DE TELEMETRIE DU PROJET PILOTE PHASE II	F-6-14
Fig.6.4.4	DIAGRAMME GHEMATIQUE DE STATION RELAIS	F-6-15
Fig.7.1.1	MAT DE SUPPORT DE JAUGE DES NIVEAUX D'EAU	F-7-1
Fig.7.1.2	INSTALLATION DE PANZERMAST	F-7-2
Fig.7.1.3	EXEMPLES D'INFORMATION GRAPHIQUE FOURNIE PAR LA DRHT	F-7-3
Fig.7.1.4	EXAMPLE DE RESULTATS DE SIMULATION	F-7-7
Fig.7.2.1	CAPACITE D'ECOULEMENT DE L'OUED OURIKA AU NIVEAU DE LA ROUTE P2017	F-7-9
Fig.7.2.2	ESTIMATION DES DEBITS PROBABLES UTILISANT LES COURBES DE CREAGER	F-7-10
Fig.7.2.3	COURBES D'ETTALONAGE ET SEUILS D'ALERTE A 3 STATIONS	F-7-11
Fig.7.2.4	PROFILE EN TRAVERS ET SEUILS D'ALERT DES NIVEAUX D'EAU EN 3 STATION	F-7-12
Fig.7.2.5	HYDROGRAPHES DE CRUES EN AUGMENTATION OBSERVES A LA STATION D'AGHBALOU	F-7-13
Fig.7.2.6	MODELE DE MESSAGE D'AVIS DE CRUES	F-7-14
Fig.7.2.7	MODELE D'ALERTE A LA CRUE	F-7-17
Fig.7.2.8	SITES D'EVACUATION PROPOSES A IRAGHF	F-7-20
Fig.7.4.1	SCENARIO GENERAL DE L'EXERCICE DE SIMULATION GLOBALE	F-7-21
Fig.7.4.2	ROUTE DE DIFFUSION DU MESSAGE DE LA DMN DANS L'EXERCICE DE SIMULATION GLOBALE	F-7-22
Fig.7.4.3	ROUTE DE DIFFUSION DES MESSAGES D'AVIS DE CRUES ET DES ALERTES DANS L'EXERCICE DE SIMULATION	F-7-23
Fig.7.4.4	MESSAGE D'ALERTE DIFFUSE PAR FAX DE LA DMN, MARRAKECH	F-7-24
Fig.7.4.5	MESSAGE D'AVIS DE CRUE DIFFUSE PAR FAX DE L'ABHT (MESSAGE DE PREAVIS DE CRUE)	F-7-25
Fig.7.4.6	MESSAGE D'ALERTE A LA CRUE DIFFUSE PAR FAX DE LA PROVINCE (ALERTE A AL CRUE)	F-7-26
Fig.7.4.7	MESSAGE SIMPLIFIE DE LA PROVINCE AU POSTE D'ALARME	F-7-27
Fig.7.4.8	PROSPECTUS DISTRIBUE AUX TOURISTES	F-7-28
Fig.7.4.9	PLAQUES SIGNALETIQUES ET CARTE MISES EN PLACE A IRAGHF	F-7-29

Fig.7.4.10	ACTIONS REALISEES PAR LES PRINCIPALES ADMINISTRATIONS LORS DU TEST DE SIMULATION DU 19 JUIN 2002	F-7-30
Fig.7.4.11	ACTIONS REALISEES PAR LES PRINCIPALES ADMINISTRATIONS LORS DU TEST DE SIMULATION DU 21 JUIN	F-7-31
Fig.7.4.12	ACTIVITES REALISEES PAR LES PRINCIPALES ADMINISTRATIONS LORS DE L'EXERCICE DE SIMULATION 25 JUIN.....	F-7-32
Fig.7.6.1	RECONSTITUTION DE LA CRUE DU 14 JUIN 2003	F-7-33
Fig.7.6.2	DISTRIBUTION DES PLUIES LE 14 JUIN 2003.....	F-7-34
Fig.8.1.1	LOCAL TECHNIQUE DES EQUIPMENT RELAIS (AOULOUSS, ADRAR TAZAINA)	F-8-1
Fig.8.4.1	RECONSTITUTION DE LA CRUE DU 4 AOUT 2003.....	F-8-2
Fig.8.4.2	DISTRIBUTION DES PLUIES LE 14 AOUT 2003	F-8-3
Fig.8.4.3	DESASTRE D'ECOULEMENT DE DEBRIS LORS DE L'AVERSE ORAGEUSE DU 4 AOUT 2003	F-8-4
Fig.8.4.4	DONNEES PLUVIOMETRIQUE AFFICHEES SUR LE PC	F-8-5
Fig.10.2.1	SCHEMA CONCEPTUEL MODIFIE DU SOUS-SYSTEME DE COLLECTE DES DONNEES	F-10-1
Fig.10.2.2	SCHEMA CONCEPTUEL MODIFIE DU SOUS-SYSTEME D'ALERTE	F-10-2

ABBREVIATIONS

ABHT	Agence du Bassin Hydraulique de Tensift, MATEE	Tensift Hydraulic Basin Agency
AEFCS	Administration des Eaux et Forest et de la Conservation des Sols	Administration of Water and Forest and Soil Conservation
AEPI	Alimentation en Eau Potable et Industrielle	Drinking and Industrial Water Supply
ANRT	Agence Nationale de Réglementation de Transmission	National Agency of Transmission Regulation
CDCL	Centre de Documentation des Collectivités Locales, MI	Documentation Center for Local Communities
CNP	Centre National des Prévisions, DMN	National Forecasting Center, DMN
DEA	Direction des Eaux et Assainissement, MAMVA	Directorate of Water and Drainage
DGCL	Direction Générale des Collectivités Locales, MI	Directorate General of Local Communes
DGH	Direction Générale de l'Hydraulique, MATEE	Directorate General of Hydraulics
DMN	Direction de la Météorologie Nationale, MATEE	Directorate of National Meteorology
DPA	Direction Provinciale de l'Agriculture, MAMVA	Provincial Directorate of Agriculture
DPE	Direction Provinciale de l'Equipement, MET	Provincial Directorate of Equipment
DRC	Direction Régionale Centre, DMN, MATEE	Central Regional Directorate, DMN
DRCR	Direction des Routes et de la Circulation Routière, MET	Directorate of Roads and on Road Traffic
DRE	Direction Régionale de l'Equipement, MET	Regional Directorate of Equipment
DREF	Direction Régionale des Eaux et Forêts, MCEF	Regional Directorate of Water and Forests
DRH	Direction de la Région Hydraulique, ME	Directorate of the Hydraulic Region
DRHT	Direction de la Région Hydraulique de Tensift, ME	Directorate of the Hydraulic Region of Tensift
DRT	Délégation Régionale du Tourisme, MT	Regional Delegation of Tourism
LPEE	Laboratoire Public d'Essais et d'Etude	Public Laboratory for Experiments and Studies

MAMVA	Ministère de L'Agriculture et de la Mise en Valeur Agricole	Ministry of Agriculture and Agricultural Development
MATEE	Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Eau et de l'Environnement	Ministry of Country Planning, Water and Environment
MCEF	Ministère Chargé des Eaux et Forêts	Ministry in charge of Water and Forests
ME	Ministère de l'Equipement	Ministry of Equipment
MET	Ministère de l'Equipement et du Transport	Ministry of Equipment and Transport
MI	Ministère de l'Intérieur	Ministry of Interior
MT	Ministère du Tourisme	Ministry of Tourism
ONCF	Office National des Chemins de Fer	Railway National Office
ONE	Office Nationale de l'Electricité	National Office of Electricity
ONEP	Office Nationale de l'Eau Potable	National Office of Drinking Water
ORMVAH	Office Régionale de la Mise en Valeur Agricole d'Al Haouz	Regional Office of Agricultural Development of Al Haouz
PAGER	Programme d'Approvisionnement en Eau des Populations Rurales	Water Supply Program for Rural Population
PNUD	Programme des Nations Unies pour le Développement	United Nations Development Programme (UNDP)
PC	Post de Commande	Command Post
Plan ORSEC	Plan d'Organisation des Secours	Disaster Contingency Plan
RTM	Radio Télévision Marocaine	Moroccan Radio & Television

CHAPTER 1. INTRODUCTION

1.1 Introduction

Le Royaume du Maroc est situé au Nord-ouest du continent africain. Il a une superficie de 710850 km² avec une population de 26,6 millions d'habitants. Le Royaume compte encore parmi les pays en voie de développement avec un PIB per capita de 1 161 US$ selon les données statistiques de 2000.

La Zone d'Etude se situe dans les pentes Nord de la haute chaîne montagneuse appelée "Haut Atlas" d'une altitude variant entre 500 m et 4 000 m. Ses paysages pittoresques, son air frais et ses eaux claires attirent beaucoup de visiteurs, mais d'autre part, la zone est vulnérable aux crues et aux écoulements des débris à cause de ses conditions géomorphologiques et météorologiques.

Les zones montagneuses sont caractérisées par des pentes raides et une faible végétation. Les fortes convections développées par les températures élevées en été peuvent générer des orages qui causent de fortes et intensives précipitations localisées. De telles fortes précipitations résultent en de brusques crues et désastres d'écoulements de débris dans les oueds et les cours d'eau. En août 1995, un orage a frappé les zones de haute montagne de la Zone d'Etude et a causé des crues rapides et soudaines qui ont entraîné la mort de plusieurs centaines de personnes.

Depuis le désastre de 1995, le Gouvernement du Royaume du Maroc (désigné ci-après par GRM) a fourni beaucoup d'efforts pour atténuer les dégâts de crues au niveau de la Zone d'Etude en prenant plusieurs mesures structurelles et non-structurelles. Comme mesures non-structurelles, il a installé sept stations hydrologiques équipées de radio dans et aux alentours du bassin versant de l'Ourika qui a été le plus touché par le désastre de 1995. Cependant, ces efforts restent loin de satisfaire les besoins de sécurité pour la Zone d'Etude.

Face à une telle situation, le Gouvernement du Royaume du Maroc a demandé au Gouvernement du Japon de mener une étude du Plan Directeur sur le Système de Prévision et d'Alerte aux Crues (SPAC) pour la région de l'Atlas. En réponse à cette demande, l'Agence Japonaise de Coopération Internationale (JICA) a envoyé une équipe d'étude présidée par M. Yoshiharu MATSUMOTO au Royaume du Maroc en fin de mars 2000.

1.2 Objectifs de l'Etude

Les objectifs de l'Etude sont:

(1) Formuler le Plan Directeur sur le Système de Prévision et d'Alerte aux Crues pour la région de l'Atlas; et

(2) Effectuer un transfert de technologie au profit du personnel homologue du GRM au cours de l'Etude.

1.3 Zone d'Etude

La Zone d'Etude couvre 3 500 km² de la rive gauche de l'Oued Tensift y compris les bassins versants de ses six affluents: R'dat, Zat, Ourika, Issyl, Rheraya et N'fis, tels que présentés dans la carte de la Zone d'Etude.

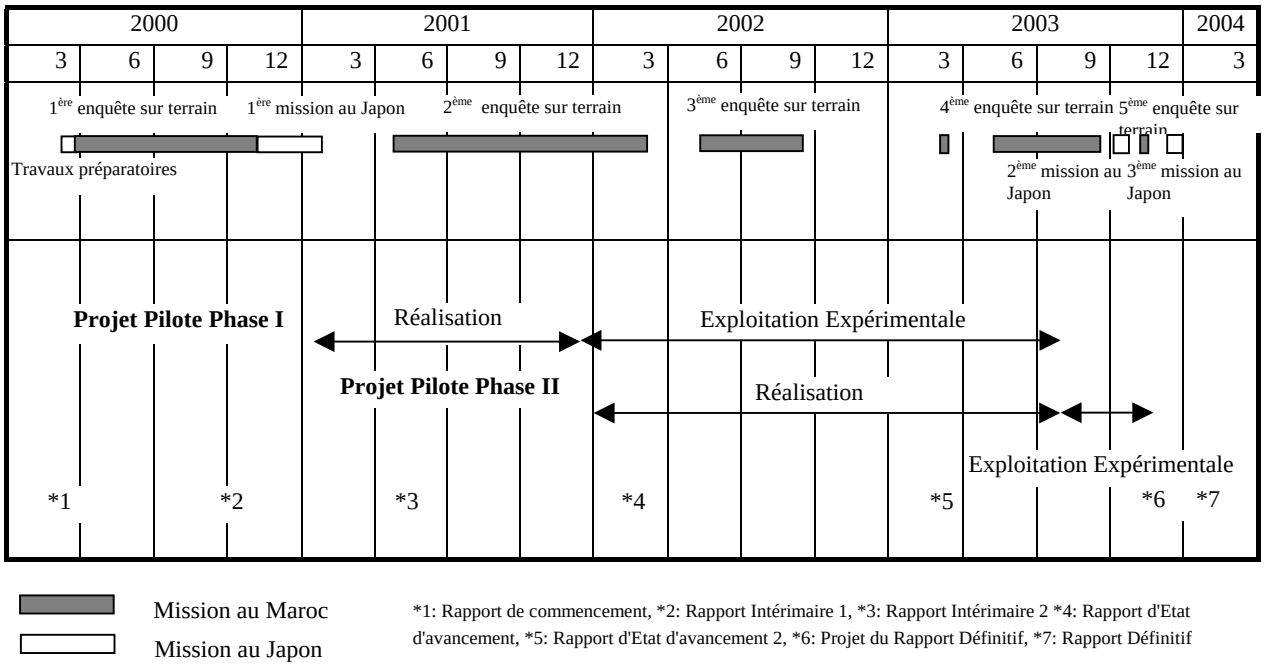
1.4 Programme de l'Etude

La présente Etude a été lancée en mars 2000. Selon le programme initial proposé dans le Rapport de Commencement, cette Etude était supposée s'achever en février 2002. En raison de l'introduction d'un système de télémétrie dans le projet pilote, ainsi que d'autres éléments d'étude tels que les exercices de

simulation, il a été décidé de prolonger la période de l'étude d'environ deux années supplémentaires jusqu'aux environs du début de l'année 2004.

Au cours de la prolongation de la période d'Etude, une partie du Plan Directeur qui a été proposée dans le Rapport Intérimaire 2 en avril 2001 a été réalisée dans le bassin versant de l'Ourika graduellement entre 2001 et 2003 sous forme de Projet Pilote. Un SPAC semi-automatique permettant l'observation automatique a été achevé en 2001, et puis amélioré au niveau d'un système de télémétrie totalement automatique en juillet 2003 par l'ajout d'un système automatique de transmission de données.

Programme de l'Etude



*1: Rapport de commencement, *2: Rapport Intérimaire 1, *3: Rapport Intérimaire 2 *4: Rapport d'Etat d'avancement, *5: Rapport d'Etat d'avancement 2, *6: Projet du Rapport Définitif, *7: Rapport Définitif

1.5 Changements institutionnels au cours de l'Etude

La période de l'Etude, qui s'est étendue de 2000 à 2003, a connu deux principaux changements institutionnels liés à l'Etude.

Le premier est le transition de la DRHT (Direction de la Région Hydraulique du Tensift) en ABHT (Agence du Bassin Hydraulique du Tensift). La création de l'Agence du Bassin, laquelle a été officiellement publiée en vertu du décret du premier ministre n° 2-00-79 daté du 14 novembre 2000, a eu lieu en avril 2002 près la nomination de son directeur, en même temps que cinq autres agences de bassin pour Sous Massa, Bouregreg, Sebou, Lokkous et Moulouya. Dans ce rapport, l'expression, "DRHT" est utilisée pour désigner l'organe d'origine avant avril 2002, et "ABHT" est utilisée pour désigner l'institution la remplaçant après avril 2002, même si la division entre la DRHT et l'ABHT reste ambiguë tant que la transition est en cours.

L'autre changement consiste en le transfert de la DGH et l'ABHT du Ministère de l'Equipement au Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Eau et de l'Environnement en novembre 2002 dans le cadre du remaniement ministériel accompagnant la création du nouveau gouvernement. La DGH est maintenant sous la tutelle du Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Eau et de l'Environnement, particulièrement celle du Secrétariat d'Etat Chargé de l'Eau, nouvellement créée en novembre 2002. Ce Secrétariat d'Etat comprend la DGH et la DMN et contrôle également l'ONEP et les Agences de Bassin.

CHAPITRE 2. CADRE GENERAL DE LA ZONE D'ETUDE

2.1 Conditions naturelles

2.1.1 Topographie

La Zone d'Etude est composée de six bassins versants formant les pentes Nord-ouest du Haut Atlas, qui s'élance du Sud-ouest au Nord-est au long de la côte Nord-ouest du continent africain. Plusieurs montagnes y dépassent les 3 000m. Le Mont Toubkal (4 167m) est le plus haut sommet qui est également à l'origine de l'Oued Rheraya. Une carte de hauteurs des sommets est fournie en Fig. 2.1.1.

La chaîne de l'Atlas, partie de l'orogenèse alpine, a résulté des mouvements tectoniques de la fin du jurassique ainsi que des plies renversées et des frayages de décrochement après le miocène. Ce n'était qu'après le pliocène que la chaîne de l'Atlas s'est élevée aussi haute qu'elle se trouve de nos jours.

Les bouleversements qu'ont subit les montagnes ont occasionné de remarquables affouillements. Dans la partie amont, les vallées sont extrêmement profondes et étroites. Ces caractéristiques topographiques sont classées dans la catégorie des formations montagneuses matures. A Oukaimeden, où il existe des distributions de couches de gré rouge, Adrar et Yagour, se présentent des caractéristiques de première maturité telles que les grandes pentes douces et les plaines étendues entourées de lignes de crête claires et de falaises escarpé. Des gorges peuvent également se présenter dans les endroits où les oueds traversent les grandes structures géologiques de manière perpendiculaire. Les glissements de pentes et les enrochements peuvent aussi être vus dans les pentes longues et profondes. Les vallées glaciales se trouvent en hautes altitudes dépassant les 3 000 m.

Les zones de glissements de terrains se sont formées dans les parties basses des bassins versants (une zone couloire liant Wirgane, Aghbalou et Tighedouine), où les roches de base ont subit de forts fracassements. Des terrains avec de pareilles caractéristiques se trouvent également dans la zone couloire où des ravins et des rigoles se sont développés sur les sols et les sédiments instables et non-consolidés. De même, les sols résiduels non-consolidés, les dépôts colluviaux et les débris de ravins existent en grandes quantités dans les pentes et les affluents aigus. Par conséquent, un désastre géographique, tel qu'un glissement de terrain, un glissement de pente, un éboulement ou un écoulement de débris se produirait facilement après un stimulus comme un tremblement de terre, des précipitations, le dégel, le gel ou la fente des neiges.

D'autre part, dans les zones du milieu et de l'aval du bassin versant d'Issyl, les apports en sédiments venus du Haut Atlas forment des plaines alluviales disséquées et d'autres composites.

2.1.2 Géologie

Les roches sédimentaires du précambrien à nos jours et les roches volcaniques telles que les dolerites et les granites sont largement présents dans la Zone d'Etude comme le montre la Fig. 2.1.2. Les roches métamorphiques se présentent également par endroits.

Du point de vue géologique, la Zone d'Etude appartient au périmètre dénommé "la Ceinture Atlastique" à l'exception de la partie plaine du bassin versant de l'Issyl. La Ceinture Atlastique avait été exposée aux sédimentations continentales depuis le triasique et a été formée par des accumulations du système triasique non-marin sur la ceinture affaissée du graben. C'est la couche de grés rouge qu'on peut voir à grande échelle dans la Zone d'Etude. Pendant le jurassique marin, des sédiments riches en calcaire se sont accumulés, la mer s'est retirée et la Ceinture Atlastique est entrée dans la phase tectonique. Après le miocène, des plies renversées et des frayages de failles se sont largement produites faisant de la Ceinture Atlastique la chaîne de montagnes qu'elle est à présent. Les couches sédimentaires d'après le miocène émanant de l'érosion qu'a subi le Haut Atlas sont concentrées aux alentours du piedmont Nord du massif.

Des roches volcaniques telles que les granites, les grano-diolites, les dolerites et les andésites existent dans les parties amont du Rheraya, de l'Ourika et du Zat ainsi que dans les parties Est et amont du bassin versant du N'fis. Les formations du tertiaire et du quaternaire se distribuent autour du piedmont Nord du Haut Atlas, alors que celles du paléozoïque et du mésozoïque prédominent entre les zones du milieu du cours d'eau et de l'aval du bassin versant. Il est à noter que les formations mésozoïques qui ont subi de grandes métamorphoses prédominent dans le bassin versant du N'fis. Ceux de l'Ourika, du Zat et du R'dat sont à prédominance de couches de gré.

Malgré l'existence de joints et de plans à repiquage, les roches de base de la Zone d'Etude sont généralement solides à l'exception des formations du tertiaire et du quaternaire. Cependant, les zones de glissement de terrain dans les parties basses sont fragiles à cause des remarquables fracassements de roches. De surcroît, plusieurs pentes de grande longueur subissent des glissements de roches de base. Les failles en direction de l'Ouest / Sud-ouest à l'Est / Nord-est sont prédominantes dans la Zone d'Etude; les fracassements et les érosions attaquent ces failles par endroits.

2.1.3 Climat

La Méditerranée, l'océan Atlantique et l'Atlas influencent le climat de la Zone d'Etude. Ce climat est du type continental aride de base méditerranéenne du fait de l'extension continentale de la Zone d'Etude.

La Zone d'Etude est caractérisée par des saisons pluvieuses et d'autres sèches qui se permutent. La période pluvieuse se situe entre les mois d'octobre et avril et la sèche entre mai et septembre. La moyenne annuelle des précipitations dans la chaîne du Haut Atlas varie entre 600 et 800mm. Dans la zone se trouvant entre le piedmont du Haut Atlas et la plaine du Haouz, cette moyenne varie entre 300 et 400mm. Environ 80 à 90% de ces précipitations sont enregistrées pendant la saison pluvieuse. Les orages causent d'importants dégâts dans les vallées des montagnes de l'Atlas entre juillet et octobre. Les variations des pluies moyennes mensuelles dans les principales stations sont indiquées en Fig. 2.1.3.

Généralement, la température devient plus élevée en descendant de la montagne vers la plaine du Haouz. Selon les données enregistrées à la Station Météorologique de Marrakech (DMN) de 1984 à 1991 telles que présentées dans le Tableau 2.1.1, les moyennes mensuelles de température varient entre 11,8°C et 29,2°C. Les mois les plus chauds sont généralement juillet et août (moyenne maximale entre 37,2°C et 37,7°C) et le mois le plus froid est janvier (moyenne minimale de 5,3°C). Les températures maximales et minimales extrêmes enregistrées sont de l'ordre de 1,4°C et 43,9°C. Les températures enregistrées dans les autres stations sont présentées au Tableau 2.1.2.

La moyenne annuelle d'évaporation varie entre 1 800mm dans le Haut Atlas et 2 600mm dans la plaine du Haouz selon la thèse du chef du service hydrologie de la DRHT, soumis pour l'obtention du grade d'ingénieur en chef. Le Tableau 2.1.2 montre le total mensuel de l'évaporation aux stations hydrologiques de Lalla Takerkoust et de Sidi Rahal.

Des chutes de neiges sont enregistrées par endroits dans les zones à moyenne altitude entre novembre et mai. Dans le Haut Atlas, la couverture nivale peut durer de janvier en avril sur les zones d'une altitude située entre 2 500m et 3 000m; dans les zones dépassant 3 000m d'altitude, la neige peut continuer à tomber tout au long de l'année.

Concernant les vents, la tendance prédominante est aux vents soufflant de l'Ouest / Nord-ouest et la vitesse moyenne à Marrakech atteint les environs de 1,5 m/s, 2,5 m/s et 3,4 m/s représentatifs de 06:00, 12:00 et 18:00 heures selon la thèse susmentionnée.

Les heures ensoleillées à Marrakech comptent environ 200 heures en février et 325 en mois de juin (voir Tableau 2.1.1).

2.1.4 Hydrologie

Le débit des oueds varie selon les saisons pour correspondre aux changements saisonniers des précipitations. Les variations du débit moyen mensuel aux stations d'observation hydrologique principales (Sidi Rahal, Taferiat, Aghbalou, Tahanaout et Imin El Hamam) sont présentées dans la Fig.2.1.4. L'écoulement commence normalement en octobre et atteint son niveau maximal entre mars et mai lorsque des précipitations intensives sont causées par les pluies frontales ou par les fentes nivales. En été, les pluies d'orages aboutissent souvent à de violentes inondations dans la vallée.

Les données du débit maximal annuel dans les stations d'observation principales sont présentées dans le Tableau 2.1.3. Selon les données enregistrées à la station hydrologique d'Aghbalou dans l'Ourika, le débit maximal était de 1 060m^3/s en 1967, suivi de 1 030m^3/s en 1995. Les analyses statistiques de la DRHT ont démontré que les périodes de retour des débits maximaux de ces crues approchent les 30 ans à Aghbalou. Pour les autres stations, aucun débit ayant une période de retour de 30 ans n'a été enregistré à l'exception de la station d'observation hydrologique de Tahanaout sur l'Oued Rheraya avec un débit maximal d'une période de retour dépassant les 100 ans en août 1995. Les débits probables dans les stations principales tels qu'ils sont estimés par la DRHT sont présentés dans le Tableau 2.1.4.

Il est noté que l'Oued Issyl qui est situé dans la plaine alluviale est appelé Oued. Il est toujours sec et ne connaît d'écoulement que durant les crues. Les autres cours d'eau deviennent des Oueds dans la plaine alluviale lorsque ceux-ci dépassent les vallées. Les eaux des oueds s'infiltrent dans les lits couverts des sables et de graviers.

2.2 Economie Sociale

2.2.1 Administration

(1) Gouvernement national

Le Maroc est un pays de monarchie constitutionnelle. Le Roi actuel, Mohammed VI, a été intronisé après le décès de son père, feu Hassan II, le 23 juillet 1999. Le Roi joue un double rôle d'administrateur (Roi) et de guide spirituel (amir al-muminin, ou commandeur des croyants). Selon la révision constitutionnelle de 1992, le Roi nomme le Premier Ministre et les ministres sur proposition de ce dernier. Avant la révision de 1992, le Roi nommait personnellement la totalité du cabinet. Le Roi est également compétent pour dissoudre le gouvernement et le parlement, mais il a toujours été retissant quant à l'usage d'une telle prérogative. En continuation de l'œuvre de son père, on attend du Roi actuel la promotion de la modernisation politique et économique telle que la démocratisation, la décentralisation et la privatisation. La dernière branche exécutive du Gouvernement comprend 33 ministres et 6 secrétaires d'Etat.

(2) Administration locale

La constitution a instauré la région, des préfectures sont instituées dans les zones urbaines alors que les provinces concernent les zones rurales.

L'administration locale au Maroc peut être caractérisée par les deux concepts qui ont marqué son développement à travers l'histoire.

(1) Le système communal traditionnel versus administration locale moderne

Le système communal traditionnel a des origines tribales et des limites géographiques basées sur les liens de consanguinité. Les conseils ruraux traditionnels étaient gérés démocratiquement par un groupe collégial coopté (*Jemaa*) et l'instance exécutive (*Amghar*) avait une compétence générale pour les affaires collectives telles que l'ordre interne, la gestion de l'eau, l'aménagement des routes ainsi que les pratiques judiciaires. Le système traditionnel paraît avoir

un genre de validité morale ou informelle, particulièrement au niveau de la population des zones rurales.

L'administration locale moderne a été lancée par les autorités du protectorat avec l'établissement d'une administration ministérielle centrale. L'administration coloniale a progressivement introduit un système municipal moderne (conseil de ville) basé sur des lois réglementaires. Après l'indépendance, un système moderne et général a été adopté. Les élections des conseils communaux ont été instaurées et les compétences communales ont été définies par le *Dahir* (Décret Royal) de 1959. La Charte Communale de 1976 a élargi les attributions des conseils communaux et a substantiellement renforcé les compétences du pouvoir exécutif de la commune, retenant un certain pouvoir de tutelle et d'intervention pour l'administration centrale. Les préfectures/provinces sont devenues des collectivités locales après la révision de la constitution de 1962. Même si les préfectures/provinces disposent d'un conseil, les gouverneurs, qui sont nommés par l'administration centrale et en assurent la représentation, gardent les pouvoirs exécutifs. Le système de la région a été introduit par la constitution de 1992 afin de promouvoir le développement socioéconomique et réduire les disparités régionales, en parallèle à une division plus restreinte en termes de zones de juridictions pour les communes et les préfectures/provinces dans un souci de se rapprocher des aspirations des habitants. Chaque région a un conseil, alors que le pouvoir exécutif est attribué à un gouverneur nommé par Dahir parmi les gouverneurs des préfectures/provinces de la région.

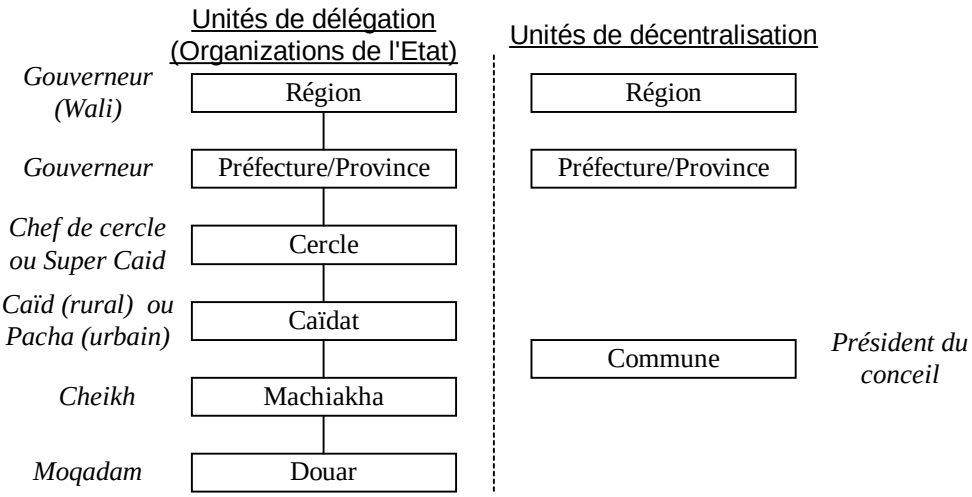
(2) Délégation versus décentralisation:

L'administration au Maroc adopte la déconcentration et la décentralisation comme la plus part des pays du monde et la décentralisation est prévue se développer davantage.

La décentralisation est fortement introduite au niveau de la commune, particulièrement dans les communes urbaines. Chaque commune a son conseil dont les membres sont directement élus par les habitants et sa branche exécutive est coiffée du président du conseil. Les communes jouissent d'une autonomie financière.

Comme on peut voir dans le texte relatif aux attributions des Gouverneurs (Dahir – Loi 1-75-168), les gouverneurs sont les représentants de l'Etat dans leurs zones de juridiction d'une part, et d'autre part, les responsables de l'exécution des décisions des conseils dont les membres sont directement élus par les habitants (les gouverneurs sont à la fois dans les délégués de l’Etat et les représentants de la décentralisation). En parallèle aux unités administratives de décentralisation, les unités administratives du concept de la délégation sont divisibles comme suit:

Les ministères centraux ont leurs branches dans les régions et dans les préfectures/provinces, comme les directions régionales et les directions provinciales des ministères (système de délégation).



Unités de l'administration locale

La presque totalité de la Zone d'Etude est située dans la Région de Marrakech-Tensift-Al Haouz, alors qu'une zone très limitée se trouve dans le territoire de la Région de Souss Massa-Drâa (Province de Ouarzazate). La majorité de la Zone d'Etude est située dans la Province d'Al Haouz, une petite partie du Bassin Versant de l'Issyl dépend de la Préfecture de Sidi Youssef Ben Ali (voir Fig. 2.2.1). La Province d'Al Haouz est divisée en quatre cercles, à savoir les cercles de i) Ait Ourir, ii) Amzmiz, iii) Asni et iv) Tahannaout, qui sont tous couverts par l'Etude. La Province comprend 39 communes, dont une seule est urbaine, et 1 690 douars (villages).

2.2.2 Démographie

Le Maroc a organisé un recensement national en 1994 afin de mettre à jour les statistiques relatives à la population du pays et ses caractéristiques structurelles. Les données démographiques et les informations sont adéquatement ordonnées et documentées comme *données monographiques*. Ainsi, le nombre de foyers et de la population est disponible au niveau de la Commune Rurale et du Douar, la plus petite unité administrative du pays.

Les données démographiques basées sur le recensement de 1994 ont été collectées auprès de différentes sources telles que la Province d'Al Houz, la Préfecture de Sidi Youssef Ben Ali et la Direction des Statistiques de Marrakech; ces données sont bien vérifiées et résumées dans les Tableaux 2.2.1 et 2.2.2. Il est à signaler que le nombre des foyers et de la population de la province d'Al Haouz sont de 67 480 et 435 072 respectivement. Le taux de croissance moyen annuel a été estimé de 1,55% de 1982 à 1994. Toutefois, il s'est réduit à 0,36% de 1995 à 1998 selon "l'Annuaire Statistiques du Maroc 1999" publié par la Direction des Statistiques. Par contre, la Préfecture de Sidi Youssef Ben Ali compte une population de 239 899 dont 40 003 foyers. Il est à noter que la population a augmenté de 2,3% annuellement avant le recensement de 1994, atteignant 3,4% de 1995 à 1998. Cette augmentation de la population n'est enregistrée que dans les Districts et se présente comme un résultat direct d'une urbanisation rapide.

Dans l'hypothèse où le même taux de croissance se perpétue jusqu'à ce jour, une évaluation de la population actuelle peut être effectuée pour les deux régions et par conséquent, elle a été estimée à 444554 pour la province d'Al Haouz et 276 662 pour la préfecture de Sidi Youssef Ben Ali. A cet égard, la densité de la population augmentera par conséquence, soit 71 personnes/km^2: une légère augmentation par rapport aux niveaux de l'an 1994 pour la province. D'autre part, elle peut atteindre 181 personnes/km^2 pour la préfecture, montrant une brusque augmentation des 175 personnes enregistrées en 1994. Le tableau suivant donne plus de détails:

Province d'Al Haouz

Cercle	superficie (km^2)	Données Démographiques de 1994			Prévision pour l'an 2000	
		Nombre de foyers	Population	Densité (personnes /km^2)	Population	Densité (personnes /km^2)
Ait Ourir	2 505	33 084	223 777	89	228 654	91
Tahanaout	1 315	15 847	99 540	76	101 709	77
Amezmiz	1 033	10 645	60 338	58	61 653	60
Asni	1 418	7 904	51 417	36	52 538	37
Total	6 271	67 480	435 072	69	444 554	71

Préfecture de Sidi Youssef Ben Ali

Cercle	superficie (km^2)	Données Démographiques de 1994			Projection pour l'an 2000	
		Nombre de foyers	Population	Densité (personnes /km^2)	Population	Densité (personnes /km^2)
District de Sidi Youssef Ben Ali	80	27 416	157 396	1 967	192 361	2 404
Bour	1 444	12 587	82 503	57	84 301	58
Total	1 524	40 003	239 899	157	276 662	181

Les données disponibles permettent également de faire une estimation de la population dans la Zone d'Etude. En premier lieu, toutes les communes rurales concernées par chaque bassin versant doivent être identifiées sur carte, puis on pourrait procéder à un calcule de la population sur la base des données démographiques de 1994 proportionnellement à l'extension de la superficie du territoire de la commune concernée dans le bassin. Ainsi, la distribution de la population dans le bassin versant est chiffrée et les résultats se présentent comme suit:

La Population dans la Zone d'Etude

Bassin versant	Nombre de CR concernées	Population (1994)	Population (2000)
R'dat	3	30 845	31 517
Zat	3	34 554	35 307
Ourika	2	24 343	24 873
Rheraya	1	16 235	16 589
N'fis	6	35 182	35 949
Issyl	5	190 711	226 402
Total	20	331 870	370 637

On déduit de ce qui précède que quelques 370 000 personnes occuperaient la totalité du bassin versant. Le bassin versant d'Issyl et le plus densément peuplé en comparaison avec les autres bassins objets de l'Etude. Ceci est dû à l'implication de la préfecture de Sidi Youssef Ben Ali dans la partie aval du bassin. A part Sidi Youssef ben Ali, le bassin compte 19 autres communes administrativement dépendantes des Cercles d'Ait Ourir, Tahanaout ou Asni, alors que le Cercle d'Amezmiz est considéré hors du bassin cible.

2.2.3 Economie

L'agriculture et l'élevage sont les activités dominantes dans la Zone d'Etude. Même si le revenu non-agricole y compris celui du tourisme est plus important dans certaines communes selon l'enquête sociale effectuée dans le cadre de la présente Etude, on devrait comprendre que les agriculteurs doivent travailler dans d'autres secteurs à cause du fait que le revenu agricole est insuffisant. Puisque l'agriculture, l'élevage et le tourisme sont développés plus loin en ce qui suit, nous présentons ici une explication relative à d'autres activités économiques dans la Province d'Al Haouz.

(1) Secteur industriel

Les principaux produits sont de type alimentaire. Ces produits dépendent tous de la production agricole de la Province. L'activité industrielle a enregistré les chiffres suivants pour l'exercice 1998:

Le montant total de la production industrielle remonte à 307 millions DH, soit 5,9% du total de la région de Marrakech-Tensift-Al Haouz. La contribution de la province dans la totalité de la production nationale qui a enregistré 53 795 millions DH, est de l'ordre de 0,57%.

- Le chiffre d'affaire réalisé a atteint 317 millions DH, soit 5,9% du total régional.
- La valeur ajoutée dans le secteur industriel atteint 110 millions DH, soit 6,4% de la région.
- L'investissement dans le secteur est de l'ordre de 18 millions DH, soit 5,2% de la région.
- Le nombre d'employés permanents est de 666, soit 4,2% de la région.

La contribution de la Province dans l'activité industrielle de la région serait de 5 à 6%. Le taux d'emploi paraît toutefois un peu plus bas avec 4,2%. La raison en est peut être le taux élevé du secteur de production chimique qui emploie plus de main d'œuvre; 33,9% dans la Province d'Al Haouz contre 22,6% comme moyenne régionale.

(2) Secteur des mines

La principale production consiste en le zinc, le plomb, le cuivre, le baryum et le sel. La production annuelle moyenne en 1993-1996 et de 15 121 tonnes pour le plomb et 6 694 tonnes pour le cuivre, soit 22% et 18% respectivement de la production nationale. Selon le recensement de 1994, la population travaillant dans le secteur minier compte environ 600 personnes, soit 0,4 % du total de la Province (0,2% en milieu urbain et 0,5% en milieu rural).

(3) Secteur artisanal

Toujours selon le recensement de 1994, 4,4% de la population active travaille dans l'artisanat (19,3% en milieu urbain et 3,4% en milieu rural). Le nombre des coopératives artisanales a été en constante diminution à cause de la faible participation des artisans. Le taux de participation est moins de 4%. En 1999, 27 artisans de la Province ont obtenu des crédits de 309 000 DH au total du gouvernement. La moyenne de ces crédits a été de 11 000 DH environ. Le mentant total des crédits a été en nette augmentation.

(4) Secteur commercial

Selon les résultats du recensement de 1994, la population active dans le secteur commercial comptait pour 5,8%, plus de 7 100 personnes (1 800 en milieu urbain et 5 300 en milieu rural). Les ventes des denrées alimentaires de base n'ont connu aucun changement de grande signification entre 1991 et 1995. Selon "l'Etude Monographique de la Province d'Al Haouz", effectuée en 1997 dans le cadre de la coopération entre le Gouvernement du Maroc et le PNUD, le nombre des établissements de vente en gros a été de 46 en 1996. 17% d'entre eux sont concentrés à Ait Ourir, faisant ainsi de la zone un centre commercial.

2.2.4 Education

La province d'Al Haouz souffre d'un très grand retard en matière d'éducation. Comme ci-dessous présenté, le taux d'analphabétisme dépasse les 80%, un taux largement en dessus de la moyenne nationale atteignant 46%. L'analphabétisme chez les femmes dans les communes rurales bat son plein avec un taux 94%.

Le taux d'analphabétisme élevé peut être attribué aux opportunités d'éducation limitées. Selon une enquête sociale menée dans le cadre de l'étude de JICA "Plan directeur de l'étude sur la décentralisation de l'électrification rurale de la région d'AL Haouz au Royaume du Maroc" (ci-après dénommée l'étude de l'électrification JICA), le taux de la population non-éduquée dans la province est de 70%. Même si le gouvernement a fait du développement du taux de l'éducation l'une de ses priorités, surtout celle des femmes, un niveau satisfaisant n'est pas encore atteint.

Taux d'analphabétisme des personnes âgées de plus de 10 ans (%)

Sexe	Milieu urbain	Milieu rural	Total
Mâle	34,0	72,0	68,9
Femelle	63,5	93,9	91,3
Total	49,0	83,0	80,2

Source: Monographie de la Province d'Al Haouz, oct., 1997

2.2.5 Occupation des sols

Une enquête sur l'occupation des sols a été menée en 1994 dans le cadre d'une étude de JICA, "Etude pour la planification régionale des reboisements à objectif de production de bois de feu au Royaume du Maroc, décembre 1994". L'enquête sur l'occupation des sols a couvert 15 000 km² environ dans les préfectures de Marrakech-Menara, Marrakech-Medina et Sidi Youssef Ben Ali ainsi que dans les provinces d'Al Haouz et de Chichaoua. Un nombre de cartes d'occupation des sols de 1:100 000 a été préparé lors d'une analyse de télé-sondage en utilisant les données Landsat. Dans cette étude, les cartes d'occupation des sols sont résumées en Fig. 2.2.2 comme suit:

Couverture d'occupation des sols dans la Zone d'Etude

Occupation des sols	N'Fis		Rheraya		Issyl		Ourika		Zat		R' dat		Total	
	(km^2)	(%)	(km^2)	(%)	(km^2)	(%)	(km^2)	(%)	(km^2)	(%)	(km^2)	(%)	(km^2)	(%)
Forêts	642	51,1	98	44,3	110	26,1	260	52,5	316	59,8	204	38,3	1 630	47,2
Vergers	30	2,4	9	4,1	69	16,4	4	0,8	56	10,6	19	3,6	187	5,4
Agricultures	509	40,5	41	18,6	242	57,5	55	11,1	72	13,6	95	17,9	1014	29,4
Pâturages / terrains nus	2	0,2	11	5,0	0	0,0	8	1,6	12	2,3	180	33,8	213	6,2
Terrains rocheux	73	5,8	45	20,4	0	0,0	40	8,1	49	9,3	1	0,2	208	6,0
Terrains inconnus	0	0,0	15	6,8	0	0,0	128	25,9	23	4,4	34	6,4	200	5,8
Total	1 256	100,0	221	100,0	421	100,0	495	100,0	528	100,0	532	100,0	3 453	100,0

La forêt domine les 47% de la Zone d'Etude, suivi par l'agriculture 29%. Dans les bassins versants de N'fis, Issyl et Zat, la superficie totale des forêts, vergers et terrains agricoles dépasse les 85%. Les autres bassins, Rheraya, Ourika et R'dat paressent plus dévastés. La zone des terrains d'herbe/nus, celle des terrains rocheux et celle des terrains inconnus où les terrains rocheux sont probablement prédominants, couvre plus de 30% des trois bassins.

2.3 Agriculture, élevage et forêts

L'agriculture dans la Province d'Al Haouz est marquée par une diversification de la production: Les céréales, les oliviers, les abricotiers, les agrumes, les pommes de terre, les rosiers, les fourrages, le bétail, le lait, le miel, etc. La superficie agricole totale est estimée à environ 604000 ha dont 75,6 % est composé par des terrains non-cultivables, les forêts et les routes. La forêt, à elle seule, occupe 45,6 % de la superficie totale de la Province. L'agriculture et l'élevage sont les plus importantes activités dans la Zone d'Etude. Selon l'Etude de JICA sur l'électrification, l'agriculture, l'élevage et les activités forestières participent à raison de 46 %, 32 %, et 0,1 % respectivement dans le revenu des foyers de la Province.

Trois administrations sont en charge du développement de ce secteur. L'ORMVAH a sous sa responsabilité le développement agricole de 663 000 ha y compris l'irrigation d'une grande superficie à partir des retenues des barrages Bine El Ouidane, Moulay Hassan 1er, Moulay Youssef, et Lalla Takerkoust tel que présenté dans la Fig. 2.3.1. La DPA prend en charge les zones agricoles qui ne sont pas couvertes par l'ORMVAH. Quant à la DREF, elle est responsable du développement des zones forestières.

2.3.1 Agriculture

Les principales cultures sont celles des céréales, telles que l'orge, le blé et le maïs ainsi que les cultures fruitières telles que les oliviers, les amandiers et les pommiers. Les céréales occupent environ 80% de la totalité des terrains agricoles de la Province dont 45% est cultivé en orge seulement.

Superficies des occupations par récolte dans la Province d'Al Haouz

Récoltes	Superficie (ha)	Pourcentage (%)
Céréales	105 154	78,4
Fourrage	4 310	3,2
Légumes	2 535	1,9
Haricots	470	0,4
Récoltes fruitières	21 597	16,1
Total	134 066	100,0

Source: Monographie de la Province d'Al Haouz, oct. , 1997

La propriété des terres dans la province est très restreinte. On estime à environ 90% des foyers d'agriculteurs qui ont moins de 5ha. Dans les régions montagneuses pareilles à la Zone d'Etude, la propriété des terres est encore plus petite. L'enquête sociale menée dans le cadre de la présente Etude montre que la moyenne de la propriété des terres obtenue à partir des réponses est 1,3 ha comme on a déjà vu dans la section 3.3.2.

2.3.2 L'élevage

En plus de l'agriculture, l'élevage est également très important dans la province. Dans les régions montagneuses, les gens dépendent plus sur l'élevage que dans les régions de la plaine.

Le cheptel de la province compte 675 000 têtes. Il est principalement constitué des ovins et des caprins qui représentent 51% et 31% des têtes respectivement, suivis de 11% de bovins et 7% des ânes et mulets.

Cheptel de province d'Al Haouz

Cheptel	Nombre (têtes)	Pourcentage (%)
Bovins	74 654	1,1
Ovins	342 969	50,8
Caprins	208 976	31,0
Anes et Mules	48 321	7,1
Total	674 920	100,0

Source: Monographie de la Province d'Al Haouz, oct. 1997

2.3.3 Forêts

Les essences dominantes ainsi que la superficie forestière dans la province d'Al Haouz sont présentées au Tableau 2.3.1. Se basant sur les données de la DREF de Marrakech, la forêt occupe 43,7% du territoire de la Province. Le chêne d'Holm compte pour 55,3% de la totalité du domaine forestier, suivi du Genièvre, du Thuya, et du Pin d'Alep. Le Tableau ne comprend pas les essences marocaines indigènes.

Le Cercle d'Asni a le taux le plus élevé de domaine forestier dans la Province avec 53,5%, suivi des Cercles d'Amezmiz, Tahanout et Ait Ourir respectivement. Même si le cercle d'Ait Ourir détient le taux le plus bas de 39,9%, il comprend le plus grand domaine forestier: 990km^2.

Une superficie de 603 km^2, soit 22% du domaine forestier serait déboisé à cause des activités humaines ou naturelles telles que les glissements de terrain. Selon l'étude d'électrification de JICA, la consommation annuelle du bois de feu est estimée à 2,7t par foyer dans les villages de montagne, dont 2,4t (88%) proviennent de la forêt.

2.4 Infrastructures

2.4.1 Réseau routier

Les routes sont divisées en deux catégories: les routes classées et les routes non-classées. Les routes classées sont sous la responsabilité de la DRCR du Ministère de l'Equipement; celles non-classées sont des routes communales. Le réseau des routes classées dans la Zone d'Etude et aux alentours est présenté dans la Fig.2.4.1.

(1) Les routes classées

La longueur totale des routes classées de la Province d'Al Haouz est de 865km, dont 107,5km de routes principales, 213,4km de secondaires et 535,3km tertiaires. 80% des routes principales sont jugées en bon état et 20% acceptables. 20% des routes secondaires sont en bon état, 20% acceptables, et 20% en mauvais état. Les routes tertiaires revêtues, qui constituent 22,6% de la totalité des routes tertiaires, se répartissent comme suit: 30% en bon état, 40% acceptables, et 30% en mauvais état. Selon "l'Etude Monographique de la Province d'Al Haouz, octobre 1997", la circulation quotidienne en 1995 a été de 950 à 2 469 sur les routes principales et de 1 165 à 1 760 sur les routes secondaires.

En raison du relief montagneux, les routes de la Zone d'Etude sont vulnérables à l'éboulement, l'écroulement des pentes, l'écoulement des débris, les inondations, et les couvertures nivales. Pour assurer une circulation routière permanente, trois postes de brigade d'entretien des routes se positionnent près des zones à risque de coupure à Taddart sur la N9, Ijoukak sur la R208 et Oukaimden sur la P2030 comme le montre la Fig.2.4.1.

(2) Les routes non-classées

Les routes non classées comprennent les routes de montagne non revêtues et les sentiers. La longueur totale des routes non classées dans la Province d'Al Haouz est de 998 km, représentant 54% de la longueur totale des routes de la Province. Ces routes ont une grande importance dans les zones montagneuses et la commune rurale s'occupe de leur maintenance.

2.4.2 Télécommunications

(1) Téléphone

MAROC TELECOM détient l'exclusivité à la fois du téléphone fixe et de la téléphonie internationale à longue distance au Royaume en sa qualité d'entreprise publique sous l'égide du Ministère de la Poste, Téléphone et Télégramme. Le Gouvernement marocain a entamé la privatisation de MAROC TELECOM, ciblant l'année 2002. Le Gouvernement détiendra 51% des actions et le reste sera détenu par le secteur privé.

MAROC TELECOM fournit de différents services de télécommunication au public, tels que le téléphone fixe, la téléphonie mobile, Internet, le Pager ainsi que la communication domestique par satellite. Les réseaux de téléphone fixe sont presque totalement digitalisés au niveau national dont le protocole V90 permet une communication à 56 Kbps. Pour rattraper le progrès international réalisé dans la TI (Technologie de l'Information), MAROC TELECOM procède à l'expansion des réseaux digitaux de communication à grande vitesse comme MARNIS qui est la branche marocaine du réseau mondial ISDN (le Réseau Digital de Service Intégré). Ce réseau digital permet la transmission de la voix, de l'image et des données avec une vitesse de transmission de 2 x 64 Kbps.

Selon le bulletin d'information de MAROC TELECOM, le nombre total des installations téléphoniques du Royaume est de 2 673 937 lignes. Parmi celles-ci, le nombre des lignes de téléphone fixe est de 1 471 281. Le taux de diffusion du Royaume est de 9,2 lignes/100 personnes au total et 5,01 lignes/100 personnes pour le téléphone fixe. Le téléphone mobile, comme partout dans le monde, gagne du terrain graduellement aux dépens du téléphone fixe.

"L'Office National de PTT, Tahanaout" qui est l'une des branches de MAROC TELECOM couvre la Province d'Al Haouz. L'Office National de PTT de Tahanaout a fourni 3 179 lignes téléphoniques (en mars 2000) pour la Province. Le nombre des lignes téléphoniques correspond à 0,73 lignes/100 personnes, soit 47,1 lignes/100 foyers, largement moins que la moyenne nationale de 5,01 lignes/100 personnes. Ce bas taux de diffusion est probablement attribué à la topographie montagneuse qui entrave le développement des réseaux téléphoniques. Toutefois, il est à noter que les lignes téléphoniques vont profondément dans la vallée de l'Ourika et sont déjà arrivées à Setti Fadma. Ces lignes téléphoniques peuvent être utilisées comme un moyen de diffusion de l'alerte aux crues. Le Tableau 2.4.1 montre les noms des stations et le nombre des lignes dans la Zone d'Etude.

(2) Communication radio

L'ANRT (Agence Nationale de Réglementation des télécommunications), qui est sous le contrôle directe du Premier Ministre, est responsable de la gestion et du contrôle des télécommunications dans le Royaume. Cette administration est chargée de la prise de décision en matière de politique de télécommunication, l'utilisation du spectre des fréquences radio, l'allocation des fréquences et la gestion de toutes les fréquences radio y compris la communication par satellite. L'inspection des équipements radio est également l'une des tâches les plus importantes de l'ANRT.

Les fréquences radio doivent être impartialement allouées aux marocains si elles sont disponibles. Non pas une autorisation mais une permission officielle est obligatoire pour devenir un opérateur radio. L'ANRT reçoit des redevances des utilisateurs des fréquences, selon leurs catégories et sur la base de plusieurs catégories de cotisation.

Il est difficile d'obtenir les bandes de fréquences mobiles terrestres, à savoir 150MHz (VHF) et 450MHz (UHF). Ces fréquences sont déjà allouées à plusieurs utilisateurs et une lourde congestion perturbe le fonctionnement des radiotéléphones VHF et UHF. L'ANRT avance que la bande 80MHz dispose encore d'espace pour accueillir de nouveaux utilisateurs. Les caractéristiques de propagation de la bande de basse fréquence VHF sont convenables à la communication radio dans les zones montagneuses similaires à la Zone d'Etude.

(3) Communication par satellite

Le Royaume du Maroc a un plan pour le lancement de son propre système de communication par satellite pour utilisation interne. Cependant les détails du plan ne sont pas encore révélés. La communication par satellite au Maroc dépend de celles des pays étrangers comme suit:

(a) V-SAT

Trois groupes, MAROC TELECOM, Meditel et Globe Star obtiendront prochainement l'autorisation du service V-SAT de communication par satellite qui utilise les transpondeurs EUROSAT ou ARABSAT. Ce service sera utilisé pour la transmission des données et de voix pour les banques, les sociétés financières et d'autres sociétés privées. L'implication des administrations est encore obscure.

(b) Satellite de basse orbite

Le service de transmission des données utilisant ORBCOM est déjà opérationnel mais le nombre d'utilisateurs est limité.

(c) INMARSAT-C

L'ANRT a déposé une demande officielle pour l'INMARSAT standard-C pour une communication mobile terrestre. Cette demande a été formulée en réponse à une demande spéciale de la DGH pour le projet pilote de l'automatisation du réseau du bassin versant de l'Ouergha (voir section 2.11.1). L'ANRT croit qu'une telle autorisation est exceptionnelle et ne doit pas être renouvelée pour d'autres projets.

(d) METEOSAT

La DMN a retenu la société ELTA (Toulouse–France) comme vainqueur provisoire de l'appel d'offres pour la fourniture de 12 stations climatiques et attend encore l'approbation finale de la Banque Mondiale. Ces PCD (plate-forme de collecte des données) observeront des paramètres météorologiques comme la direction et la vitesse du vent, la pression de l'air, la température, l'humidité, les précipitations et la brillance du soleil. Les données observées sont transmises via un satellite météorologique, METEOSAT, et finalement au CNP à Casablanca par réseau téléphonique.

L'installation des 12 PCD aura la priorité sur le projet de télémétrie du bassin versant d'Oum Er Rbia (voir section 2.11.1). L'installation finale sera effectuée par la DMN en collaboration avec la DGH. Il est à noter que le système de DCP est l'un des systèmes appropriés pour l'observation météorologique dans les endroits isolés tels que les ravins profonds.

(4) Service de Téléphonie Mobile

Deux sociétés, MAROC TELECOM et Meditel, exploitent le service de téléphonie mobile au Maroc. MAROC TELECOM est l'opérateur le plus important avec des ventes atteignant plus de 2 000 000 unités de téléphone portable GSM (Système Global de Communication Mobile) vers la fin de juin 2003.

MAROC TELECOM œuvre à l’extension de sa zone de service pour couvrir la totalité du territoire national. Dans les grandes villes et les routes principales, le GSM est déjà opérationnel. L’installation des stations de base est accélérée dans les zones semi urbaines et au long des routes secondaires ainsi que dans les petites villes. Le nombre des unités de téléphone portable est prévu dépasser les 2 500 000 unités vers la fin de l’an 2004. Dans le cas de la vallée de l’Ourika, plusieurs stations de base sont en cours d’installation. Le service sera lancé au cours de cette année et les zones d’ombre actuelles de la vallée de l’Ourika telles que Tazzitount, Tourcht et la partie amont de Setti Fadma peuvent être connectées par de nouvelles stations de base. Dans le futur le plus proche, le service de téléphonie mobile s’étendra pour toucher les villages se trouvant dans la zone montagneuse.

Meditel a lancé ses services depuis le mois d'avril 1999. Le nombre des téléphones portables est en augmentation rapide. Actuellement, la société concentre son service dans les zones urbaines, mais elle étendra sa zone de couverture sur la totalité du territoire national afin de répondre à la demande en constante augmentation.

L'efficacité du téléphone mobile pendant une urgence comme un désastre a été déjà établie par la technologie du contrôle quantitatif de communication. L'utilisation du service de la téléphonie mobile comme moyen de communication lors d'un désastre de crue est à considérer dans la présente Etude.

2.4.3 Electrification

L'électrification des zones rurales est l'une des politiques les plus importantes. Le Programme National de l'Energie Décentralisée (PNED) qui vise l'électrification à l'aide de sources d'énergie renouvelable a été lancé en 1993. En plus, le Programme de l'Electrification Régionale Globale (PERG), qui intègre des efforts sous le PNED susmentionné, a été inauguré en juillet 1995. Le PERG cible l'électrification de 2 000 villages dans l'horizon 2000. La cible ultime du programme est l'achèvement de l'électrification rurale pour la totalité du territoire national en 2010.

La Province d'AL Haouz dispose de deux formes d'énergie électriques mises en service, notamment le réseau interconnecté et les réseaux décentralisés. Le réseau interconnecté a commencé en 1958 avec l'électrification des principaux centres de la Province. Récemment, le réseau a connu une grande expansion à une cadence très rapide dans le cadre du programme d'électrification. Les réseaux décentralisés avaient été encadrés par le Centre de Développement des Energies Renouvelables à Marrakech (CDER) depuis 1982.

Selon la "Monographie de la Province d'Al Haouz, oct. 1997", le taux d'électrification de la totalité des communes rurales a été estimé à 28%, alors qu'il est estimé à 31% pour toute la Province. Il est à noter que l'électrification dans les zones rurales est accélérée grâce au PERG. Par exemple, le village d'Amlouggui dans la vallé de l'Ourika vient de bénéficier de l'électricité, et celui de Tourcht le sera vers la fin de l'an 2003.

La Zone d'Etude est équipée de huit stations d'annonce de crues dont deux seulement sont alimentée en courant électrique commercial. Les équipements de gestion des crues tels que les unités radio ne doivent pas être dépendants du courant commercial tenant compte des grandes possibilité de coupure de courant au cours des événements de crues et de l'instabilité de la tension. Des cellules d'énergie solaire sont recommandables pour les équipements du SPAC.

2.4.4 Approvisionnement en eau potable

L'approvisionnement en eau potable relève des responsabilités de l'ONEP. Selon "l'Etude Monographique de la Province d'Al Haouz, octobre 1997", la production de l'eau potable a été de 988,000 m^3 en 1996. Toutefois, les aménagements d'approvisionnement en eau sont concentrés dans les zones urbaines, et aucun système public d'approvisionnement en eau n'a été fourni pour les zones rurales. Ainsi, les habitants de telles régions rurales doivent chercher leur eau potable par leurs propres soins. Dans les zones montagneuses, les habitants puisent les eaux des ruisseaux et des sources après avoir fait un très long parcours; des puits sont creusés dans les zones plaines. La qualité de cette eau est généralement mauvaise et sa quantité est insuffisante. L'eau potable est l'une des exigences prioritaires que les habitants réclament de l'administration.

2.5 Tourisme

2.5.1 Généralités

Le tourisme est l'une des plus importantes industries au Maroc. Beaucoup de touristes passent leurs vacances et voyagent à travers tout le pays. Marrakech est la ville la plus attrayante pour les touristes, elle compte parmi les sites touristiques les plus célèbres du Royaume, attirant 1 120 000 personnes en 1999.

La Zone d'Etude est située dans le Sud immédiat de Marrakech. Elle comprend le Haut Atlas représenté par le Mont Toubkal qui culmine à une attitude de 4 167m NGM. La nature et les paysages exceptionnels du Haut Atlas sont aussi de très grande attractivité, ce qui en fait un site touristique important qui attire les vacanciers marocains et étrangers.

Les principales attractions sont l'alpinisme, les randonnées, le ski, les distractions aux ruisseaux et aux cours d'eau; de ce fait, la zone et considérée être un lieu d'estivage et d'escapade en temps de canicule. Le Mont Toubkal est réputé pour l'alpinisme et Oukaimeden pour la randonnée et le ski. Moulay Brahim est un site très célèbre, surtout parmi les femmes marocaines. On y trouve beaucoup d'hôtels et de boutiques (souk) qui fournissent le nécessaire pour les touristes.

De plus, il existe quatre sites touristiques principaux dans les oueds ciblés par l'Etude, en l'occurrence Iraghf (Oulmes) et Setti Fadma au bassin versant de l'Ourika, et Imlil et R'ha Moulay Brahim au bassin versant du Rhereya. Beaucoup de touristes se rassemblent dans ces sites, surtout l'été. D'autre part, les sites touristiques sont exposés aux crues et aux écoulements des débris. Le souvenir de la catastrophe de 1995 qui a emporté des centaines de vies humaines dans ces sites est encore frais dans les mémoires.

Dans le cadre de la présente Etude, une enquête touristique a été menée dans les quatre sites touristiques susmentionnés durant les premiers jours du mois d'août 2000. Cette enquête a permis de recueillir des informations concernant le tourisme, informations qui sont rarement disponibles dans les statistiques et les rapports. La méthodologie de l'enquête est résumée dans le Tableau 2.5.1, les emplacements des sites de l'enquête sont présentés dans la Fig.2.5.1 et les résultats résumés dans la Fig.2.5.2.

2.5.2 Caractéristiques des sites touristiques

(1) Oued Ourika

Les sites touristiques du bassin versant de l'Ourika ne se limitent pas à Iraghf (Oulmes) et Setti Fadma. En été, toute l'étendue du bassin versant de l'Ourika depuis Aghbalou à Setti Fadma est pleine de touristes.

Nombre maximal de Touristes à Oued Ourika

Date de l'enquête	Iraghf	Setti Fadma	Autres	Total*
Jeudi 3 août	1 170	868	422	2 193*
Dimanche 6 août	2 628	2 487	1 221	5 728*

* Ce total du tronçon est inférieur au total des trois plus grands nombres du fait que le temps dans lequel ils sont enregistrés est différent d'une place à l'autre.

Le nombre maximal de touristes (5 728) et de véhicules (1 185) a été recensé tout au long de la vallée à 15:00 le samedi 6 août 2000, soit à peu près 5,5 fois autant de touristes et de véhicules que ceux enregistrés le jeudi 3 août 2000.

(a) Setti Fadma

La chaussé pavée se termine à Setti Fadma. Seules les voitures 4x4 peuvent aller plus loin en amont. La nature est très belle, les paysages sont beaux, l'eau est claire, les arbres rayonnants de verdure et les roches immenses et magnifiques. Plusieurs aménagements

touristiques sont disponibles: hôtels, cafés, restaurants et boutiques.

La majorité de touristes se dirigent vers cette zone en juillet et août pour passer les vacances d'été. Ils nagent et s'amusent dans la rivière. La route est extrêmement embouteillée, surtout le week-end lorsque beaucoup de voitures et de bus sont garés aux bords. Des fois, il faut plus de quinze minutes pour faire sortir la voiture d'un embouteillage.

Embouteillage à Setti Fadma le dimanche

Il y avait 2 478 de touristes et 260 véhicules en temps de pointe, identifié à 13:00 le samedi 6 août 2000, soit à peu près 2,7 fois plus nombreux qu'en jeudi 3 août 2000.

(b) Iraghf (Oulmes)

Iraghf est très connu sous le nom de "Oulmes". Ce site comprend une variété d'aménagements touristiques y compris des hôtels, des cafés, des restaurants et des boutiques. La plus part des touristes visitent ce site en juillet et en août pour passer leurs vacances, comme est le cas à Setti Fadma. Tous les aménagements touristiques ouvrent leurs portes pendant cette période. Par conséquent, presque tous les aménagements touristiques ne sont ouverts que durant cette période. La route est extrêmement embouteillée, surtout les week-ends. Il n'y a qu'un petit parking à Iraghf (Oulmes). Ainsi, les week-ends on voit se former une rangée de voitures longue de 1km.

Embouteillage à Iraghf le dimanche

2 628 touristes et 182 véhicules ont été enregistrés en temps de pointe entre 15:00 et 17:00 le dimanche 6 août 2000, à peu près 2 fois autant de touristes et de véhicules que ceux enregistrés le jeudi 3 août 2000. Il est à noter que le temps de pointe est situé plus tard dans l'après midi et beaucoup de visiteurs restent tard la nuit contrairement à ceux de Setti Fadma. C'est probablement parce que Iraghf est plus proche de leurs résidences à Marrakech, Casablanca, etc.

(2) Oued Rheraya

Il est difficile de trouver des gens au bassin versant de Rheraya et à ses alentours, à l'exception de R'ha Moulay Brahim et Asni. R'ha Moulay Brahim est le seul site où les touristes investissent la rivière. Imlil constitue une base pour les randonnées et le ski. On peut y voir beaucoup de touristes dans les hôtels, les cafés, les restaurants, et les boutiques, mais seulement quelques-uns vont dans la rivière. 4 556 touristes et 578 véhicules ont été recensés durant la période de pointe: 11:00 le samedi 5 août 2000 dans le tronçon de R'ha Moulay Brahim au Souk d'Asni.

Le souk hebdomadaire (souk) d'Asni qui s'organise chaque samedi, est situé juste à côté de l'Oued Rheraya. Il n'est pas un site touristique mais beaucoup de gens parmi les habitants locaux y font leurs courses. 3 873 personnes ont été recensées à 11:00 le samedi 5 août 2000.

Nombre maximal de Touristes à Oued Rheraya

Date de l'enquête	R'ha Moulay Brahim	Souk d'Asni	Autres	Total*
Mercredi 2 août	883	-	124	124*
Samedi 5 août	1 360	3 873	155	155*

* Ce total du tronçon est inférieur au total des trois plus grands nombres du fait que le temps dans lequel ils sont enregistrés est différent d'une place à l'autre.

(a) Imlil

Imlil est doté d'un nombre d'hôtels, de cafés, de restaurants, de boutiques et d'un bureau de guides de montagne. Les touristes y font l'escale pour se reposer ou pour préparer des activités à la montagne, puis ils continuent leurs chemins ou bien retournent vers leurs lieux de provenance.

L'été est la haute saison pour les randonnées, mars et avril constituent une autre saison pour le ski. La majorité des touristes sont des étrangers et ils visitent Imlil même s'ils sont au courant de la catastrophe de 1995 grâce à un guide de touriste populaire intitulé *"Lonely Planet"*.

(b) R'ha Moulay Brahim

R'ha Moulay Brahim est situé juste en dessous de Moulay Brahim à 10 minutes en voiture ou 30 minutes de marche. Une flaque a été constituée temporairement à l'aide de pierres afin que les enfants puissent s'y baigner. Des dromadaires et des mules sont mis à la disposition des clients. Même le dimanche, la route n'est pas encombrée parce qu'un espace de stationnement est aménagé dans la partie opposée aux restaurants.

R'ha Moulay Brahim le samedi

1 360 touristes et 63 véhicules ont été recensés à 16:00 le samedi, à peu près 1,5 fois autant de touristes et de voitures que ceux enregistrés le mercredi. Plus de 90% des touristes qui ont été interrogés visitent Moulay Brahim également.

2.5.3 Caractéristiques des Touristes

(1) Langue et nationalité

La majorité des touristes sont de nationalité marocaine à l'exception de ceux rencontrés à Imlil où la presque totalité des touristes sont d'origine étranger. Ils adorent tous s'amuser dans la rivière et aux alentours (94%). L'arabe est largement parlé parmi les touristes (94%). Le français est aussi utilisé par 71%. Cependant, le berbère, langue locale, est le moins répondu entre les touristes.

Les langues utilisées

Langue	Lue & écrite	Parlée & comprise
Français	68 %	71 %
Arabe	88 %	94 %
Berbère	11 %	30 %
Anglais	27 %	24 %

(2) Tourisme de la journée et de la saison

Selon les propriétaires des hôtels ou cafés et restaurants interrogés, la haute saison est entre juillet et août. En été, les sites à intérêt touristique sont plus encombrés les samedis et les dimanches, les vendredis viennent en deuxième rang.

L'heure de pointe de la circulation à destination de la vallée d'Ourika s'est située entre 12:00 et 13:00 alors que celle des sorties de la vallée a été 18:00.

65% des touristes visitent l'Ourika pour une seule journée, alors que les 35% restant y passent plusieurs nuits. D'autre part, les visiteurs d'une seule journée forment une minorité à R'ha Moulay Brahim. 72% passent plusieurs nuits dans le site touristique à proximité, Moulay Brahim. 39% utilisent leurs propres voitures comme moyen de transport, 44% prennent des taxis et 16% les buses.

(3) Prise de conscience des désastres

92% des personnes interrogées sont au courant du désastre de 1995 et 61% expriment leur appréhension des dangers de crue. Interrogés sur les sites d'évacuation, 81% ont répondu qu'ils évacueraient vers des places plus hautes, 12% vers leurs voitures. Presque tous les interrogés ont invoqué la nécessité d'un système d'alarme et d'un guide pour les aider à évacuer en cas de crue.

Concernant les propriétaires des hôtels et des cafés restaurants, ils n'ont jamais pris de mesures concrètes contre les crues, même s'ils sentent qu'ils sont menacés. Ils restent juste sur leurs gardes et prêts à évacuer dès qu'ils détectent l'imminence d'une crue.

2.6 Conditions des oueds

2.6.1 Bassins versants

La Zone d'Etude est composée du Haut Atlas et de la plaine du Haouz. Le Haut Atlas atteint une altitude de plus de 4 000m, et embrasse beaucoup de cours d'eau torrentiels qui sont perpendiculaires à la direction générale du Haut Atlas (Est/Ouest). D'autre part, la plaine du Haouz, située entre 600m et 1500m d'altitude, est une plaine alluviale formée par des roches détritiques fluviales des cours d'eau situés dans les parties supérieures durant le Néogène et le Quaternaire.

(1) Division des bassins et oueds

Pour les fins de la présente Etude, l'emplacement des stations d'observation hydrologiques et les limites du bassin ont été bien vérifiés, et les superficies du bassin drainés par les oueds cibles ont été mesurées. Les résultats sont présentés dans Fig. 2.6.1 et le Tableau 2.6.1. La superficie de la Zone d'Etude est estimée à 3453 km^2 au total, soit 532 km² pour le bassin versant de R'dat, 528 km² pour le Zat, 495 km² pour l'Ourika, 221 km² pour le Rheraya, 256km² pour le N'fis et 421 km² pour celui d'Issyl.

(2) Eléments hypsographiques

La Fig. 2.6.2 présente la relation entre la superficie accumulée et l'altitude pour chaque bassin versant de la Zone d'Etude. Cette courbe est nommée la courbe hypsographique. Selon ces courbes, le taux de la zone de haute montagne (d'une altitude dépassant les 2500 m) par rapport à la totalité du bassin versant est d'environ 20% aux bassins de N'fis, Zat, et R'dat. D'autre part, le taux est de 30 et 55% dans les bassins de Rheraya et d'Ourika. Ainsi, les bassins versants de N'fis, Zat et R'dat ont une grande superficie avec des pentes plus douces en comparaison avec ceux d'Ourika et de Rheraya. En particulier, les bassins versants d'Ourika, Zat et R'dat ont presque la même superficie, mais celui de l'Ourika comprend des montagnes plus hautes que celles des autres bassins. La courbe du bassin versant de l'Issyl est séparée en deux parties à un point tournant d'environ 900 m d'altitude en raison de la division de l'Oued *Issyl* en deux zones: l'une est montagneuse, l'autre est une zone de plaines alluviales.

(3) Ressources en eau

Les bassins versants de N'fis, Rheraya, Ourika, Zat et R'dat, à l'exception du bassin versant d'Issyl, qui puisent leurs sources dans le Haut Atlas, produisent une moyenne de ressource en eau de 590Mm^3/an et détiennent 50% des ressources en eau de surface du bassin versant de Tensift (7854km^2). De plus, le Canal de Rocade coulant depuis le barrage Sidi Driss (sur Oued Lakhdar, à l'Est de la Zone d'Etude) fournit 300Mm^3/an d'eau potable pour Marrakech et d'eau d'irrigation pour la plaine du Haouz. Ainsi, le potentiel en eau de surface dans la Zone d'Etude atteint une moyenne annuelle de 890Mm^3.

Quant aux eaux souterraines, 400Mm^3/an sont extraites du piedmont du Haut Atlas et forment un complément d'eau d'irrigations pour 78 000ha.

(4) Les crues

La Zone d'Etude est caractérisée par des crues d'automne, d'hiver et de printemps, provoquées par la pluie et les fontes des neiges. Les crues brusques se produisent l'été, provoquant de gros débits brusques. Des villages situés le long de l'oued sont exposés aux crues ou aux désastres des débris émanant surtout des affluents.

2.6.2 Morphologies des oueds

Les bassins versants de N'fis, Rheraya, Zat, et de R'dat coulent depuis les montagnes du Haut Atlas à des altitudes entre 2 400 et 4 000m. Le bassin versant d'Issyl, normalement sec, coule d'une montagne ayant 2 000m d'altitude approximativement, située au Nord-est du bassin versant de l'Ourika. Ces oueds joignent le bassin versant de Tensift à travers les plaines alluviales après leurs passages dans les vallées. Les profiles et les dimensions de ces oueds sont présentés dans la Fig. 2.6.3 et le Tableau 2.6.2. Ce qui suit est une description de la morphologie de ces oueds.

(1) Oued R'dat

Le bassin versant de R'dat draine une superficie de 532 km^2 à la station d'observation hydrologique de Sidi Rahal. Cet oued représente une pente de 1/10-1/100 entre la station et son origine sur une distance de 57km. On ne s'attendrait à aucun écoulement des débris dans cet oued à cause de sa pente douce. Le débit moyen annuel est de 2,5 m^3/s à la station de Sidi Rahal. Cette rivière a cinq affluents principaux: Tichka, Iswal, Ifraden, Imzer, et Tissert. Au vu des gradients des bassins des affluents du R'dat tels qu'ils sont présentés dans la Fig. 2.6.4, on découvre qu'ils sont relativement modérés en comparaison avec ceux des autres oueds.

(2) Oued Zat

Le Zat draine une superficie de 528 km^2 à la station d'observation hydrologique de Taferiat. Ce oued présente une pente de 1/5-1/70 entre la station et ses sources sur une distance de 94 km. Plus en aval, entre la station de Taferiat et le village de Tighedouine, aucun écoulement de débris n'est attendu. Cependant, des écoulements de débris ont été occasionnés par un affluent de l'oued Tighedouine, causant des dégâts au village portant le même nom durant la crue de 1995. Le débit moyen annuel est de 3,9 m^3/s à la station de Taferiat. Ce oued regroupe sept affluents principaux: Ikiys, Yagoun, Tarat, Wasna, Tiqqui, Ansa, et Tighedouine.

(3) Oued Ourika

L'oued Ourika, coulant depuis la montagne située dans la partie Sud-ouest du bassin versant de l'Ourika, coule sur 16 km au Nord-est jusqu'à Setti Fadma. En suite, l'oued change de direction vers le nord et coule sur 12km jusqu'à la station hydrologique d'Aghbalou. L'oued draine une superficie de 495km^2 à la station d'Aghbalou et présente la pente la plus aiguë en comparaison avec les autres oueds avec 1/5-1/32. Le débit moyen annuel est de 6,2 m^3/s à la station d'Aghbalou. Ce oued a trois grands affluents: Tifni, Noufra et Tarzara. Les deux premiers, coulant d'une altitude de 3 800m, sont des confluents rive droite à 8km en amont et 6,5km de Setti Fadma respectivement. Le dernier (Assif Tarzara) s'associe aux autres en amont de la station d'Aghbalou. Il a des pentes très aiguës qui ont causé des dégâts considérables lors de précédentes crues tels que l'interruption de la RP2017 au long de l'Ourika.

(4) Oued Rheraya

La station d'observation hydrologique de Tahanaout, avec un bassin versant de 221km^2, contrôle le Rheraya qui comprend dans son bassin le point culminant de l'Atlas: le Mont Toubkal, avec 4 167m. Ce oued présente une pente de 1/5-1/45 entre la station et ses origines sur une distance de 32km. Le débit moyen annuel est de 1,8m^3/s à la station de Tahanaout. Le Rheraya consiste en deux affluents principaux (Tachedirt et Imlil) confluant en amont à 3,5km d'Asni. Selon l'observateur de la station d'Aremd, située en amont de l'oued Imlil, le profile en travers de la section à proximité de la station connaît des changements constants et revêt un caractère d'irrégularité.

(5) Oued N'fis

L'Oued N'fis draine un bassin de 1 256km^2 à la station d'observation hydrologique d'Imin El Hammam. La longueur de l'oued entre ses origines et la station est de 100km. Par rapport aux autres oueds, celui-ci a une pente plus douce avec 1/50-1/110. Le débit moyen annuel est estimé à 6,5 m^3/s à la station. Il a trois affluents: Ourigane, Imigdal, et Ougrandis. Durant la crue de 1995, l'écoulement des débris a causé la destruction des infrastructures. Deux affluents ont causé l'interruption de la route: Ourigane et Imigdal.

(6) Oued Issyl

L'Oued Issyl coule sur 48km à travers la plaine du Haouz depuis ses origines jusqu'au Tensift, à travers le Canal de Rocade. Ce Oued a un gradient entre 1/20 et 1/160 avec une moyenne de 1/60. La partie la plus basse, longue de 4 km coule à l'Est de Marrakech. Cependant, les ruissellements ne se déroulent qu'après des pluies torrentielles de quelques heures. La majorité des eaux de crue proviennent des zones montagneuses qui constituent un bassin actif (effectif) d'une superficie de 175km^2. Lors de la crue de 1997, le débit a été estimé à 90m^3/s. L'Issyl traverse un pont sur la route 31 à Sidi Youssef Ben Ali qui n'a pas assez de capacité d'évacuation de crues. Un autre pont près des remparts cause des déversements des eaux de crues.

2.7 Désastres de crues et écoulements des débris antérieurs

2.7.1 Principaux désastres antérieurs

(1) Le Haut Atlas

Dans son rapport présenté pour l'obtention du grade d'ingénieur en chef, le chef du service hydrologie de la DRHT indique que les crues les plus importantes ont eu lieu en 1925, 1949, 1967 et 1980. Cependant, aucune information détaillée sur ses crues n'est disponible. Deux autres crues importantes ont eu lieu en 1995 et 1999 dans le Haut Atlas dans les cinq bassins versants à l'exception de celui de l'Issyl. Sur le plan des dégâts, la crue de 1995 a été la plus sérieuse. Plus de deux cents personnes ont péris ou ont été portées disparues et les terrains agricoles, les maisons et les infrastructures ont également subit d'imporatants dégâts. Par contre, durant la crue de 1999, les routes, les canaux d'irrigation et les terrains agricoles ont souffert d'important dégâts dans l'Ourika, Rheraya, et N'fis, même si aucune perte en vies humaines n'a été enregistrée.

(2) Plaine alluviale (Bassin versant d'Issyl)

Les déversements des eaux de crues de l'Oued Issyl et des chaâbas ont causé d'importants dégâts aux quartiers de Menara et de Sidi Youssef Ben Ali ainsi qu'à la route des remparts. Selon la DRHT, les pertes en vies humaines et matérielles causées par les crues ont eu lieu à plusieurs reprises dans le passé. Cependant, à l'exception de la crue de 1997, il n'existe pas d'informations détaillées concernant les autres inondations.

Principales crues antérieures

Bassin versant	Année/ Mois	Principales zones inondées	Dégâts de crues
Issyl	1956/-	Sidi Youssef Ben Ali et le long du cours d'eaux (plus importante crue dans le passé)	Plusieurs pertes en vies humaines
	1963/12	Zone de la ville de Marrakech	2 morts et 97 maisons emportées
	1971/-	Pas de données	Dégâts de crue moins importants que ceux de la crue de 1956
	1982/-	Zone de Sidi Youssef Ben Ali	Plusieurs maisons emportées
	1984/-	La zone de Bab Rob principalement	Pas de détails
	1986/-	Sidi Youssef Ben Ali	10 maisons emportées
	1990/1	Pas de données	4 morts, 20 blessés, 530 ha de terrains agricoles inondés
	1994/10	Sidi Youssef Ben Ali	8 maisons endommagées
	1995/4	Pas de données	36 maisons endommagées
	1997/3	23 villages et Sidi Youssef Ben Ali	40 maisons endommagées
Autres bassins (R'dat, Zat, Ourika, Rheraya et N'fiss)	1949/-	Pas de données	Pas de données
	1967/-	- ditto -	- ditto -
	1980	- ditto -	- ditto -
	1995/8	Ourika et d'autres zones (55 villages)	Plus de 200 morts ou disparus et un montant total de dégâts estimé à 70 M DH
	1999/10	N'fiss, Ourika et Rheraya	Dégâts aux infrastructures et aux terrains agricoles

2.7.2 Caractéristiques des dégâts de crues et des écoulements des débris

Parmi les crues susmentionnées, celles de 1995, 1997 et 1999 sont décrites comme suit. La carte de crues est présentée dans la Fig. 2.7.1. En guise de conclusion à cette section, les aspects des crues dans chaque bassin versant sont résumés au Tableau 2.7.1.

(1) La crue du 17 août 1995

(a) Conditions hydrologiques

Dans l'événement crue de 1995, de fortes pluies localisées causées par une dépression orageuse a eu lieu dans une zone très limitée. L'orage s'est abattu sur la zone de haute montagne entre 17:00 et 20:00 le 17 août. Elle a atteint son niveau maximal entre 18:00h et 19:20. L'intensité des précipitations a été estimée à 100mm/h sur une superficie de 228Km² en amont de Setti Fadma au bassin versant de l'Ourika et 200mm/h sur la zone d'Imlil dans le bassin versant de Rheraya. Cependant, il n'y avait pas de pluie dans les zones avales de Setti Fadma.

La Fig.2.7.2 montre des hydrographes des stations représentatives de la crue de 1995. Juste après les fortes précipitations, la crue s'est révélée en aval. Le temps de parcours de la crue a été très court, estimé entre 30mn et 1 heure; la station d'Aghbalou a enregistré 1000m^3/s; 680m^3/s à la station de Tahanaout. Ces débits de pointe correspondent aux débits maximaux annuels à des périodes de retour de 30 à 100 ans respectivement.

L'hydrogramme d'Aghbalou a été particulièrement pointu. Dans les analyses hydrologiques antérieures du bassin versant de l'Ourika, effectuées par la DRHT, des précipitations de 130mm en trois heures seraient nécessaires pour générer un volume d'écoulement similaire à celui de la crue de 1995 (3,8mm^3/s). Cependant, le débit de pointe de 1000m^3/s ne pourrait jamais être atteint par des précipitations de 130mm. Ce résultat veut dire que la crue de 1995 ne pourrait être interprétée en se basant sur les conditions hydrauliques normales.

Ce qui suit est l'interprétation du phénomène qu'on trouve à "Aménagements Hydrauliques pour la Protection de la Vallée de l'Ourika contre les Crues, Mission I, mars 1996, INGEMA". La violente crue s'est accompagnée d'un écoulement de sédiments y compris des galets, sable, limon, bloques et troncs d'arbres. Ces matériaux ont formé un "barrage naturel" derrière lequel l'eau s'est accumulée jusqu'à ce que le barrage s'est effondré. Une fois le barrage s'est ouvert, l'écoulement, y compris les sédiments, a engendré un hydrographe pointu en l'aval à Aghbalou. Ce phénomène se produit à chaque fois la topographie et la lithologie le permettent et on l'a vu en particulier dans deux ponts qui entravent le libre écoulement à proximité des deux villages d'Anfli et Tiourdiou, où des cônes alluviaux coulent dans l'Oued Ourika. Les habitants ont pris conscience de ce phénomène.

En plus des emplacements susmentionnés et selon un membre du personnel de la DRHT, les graviers émanant des berges de l'Ourika ont entravé l'écoulement à Tazzitount, où le profil est étroit, et les débris de l'affluent Tighazrit ont causé le même phénomène.

(b) Dégâts de crue

La zone la plus endommagée par cette crue a été celle de la vallée de l'Ourika où un grand nombre de touristes effectue des visites. Dans la vallée, 210 personnes ont été portées disparues et plusieurs maisons, terrains agricoles et routes ont été endommagés. Le montant total des dégâts a été estimé à 70 millions DH. La description suivante résume les dégâts de crue subis dans chaque bassin versant.

(i) Bassin versant de l'Ourika:

Selon la Gendarmerie Royale et la DPA, 210 personnes sont mortes ou portées disparues, 142 constructions ont été complètement ou partiellement détruites et 300ha de terrains agricoles ont été inondés.

Des informations complémentaires obtenues de la reconnaissance du terrain sont présentées en ce qui suit:

- Quelques centaines de mètres de la route P2017 en amont de la station d'Aghbalou ont été endommagées.
- L'écoulement des débris de l'affluent Tighazrit à Iraghf a détruit des ponts et des routes.
- La plupart des pertes en vies humaines ont été enregistrées chez les touristes marocains qui ont été emportés dans les sites touristiques d'Iraghf et Setti Fadma. Les pertes chez les habitants ne comptaient que 16 morts.

(ii) Bassin versant de Rheraya:

Un écoulement torrentiel a causé la mort de 5 personnes à R'ha Moulay Brahim et 7 autres ont été blessées (transportées à l'hôpital de Tahanaout). Selon la DPA, 983ha de terrains agricoles ont été inondés. Une enquête effectuée en la matière montre que l'écoulement a emporté 40 voitures qui stationnaient à Imlil et un seuil a été détruit à côté de Tahanaout. Plusieurs maisons ont été partiellement endommagées à Asni.

(iii) Bassin versant de N'fis:

L'écoulement des débris a eu lieu dans les deux affluents, Imigdal et Ouirgane. Même si 20mm de pluies ont été enregistrés à Iguir N'kouris, aucune crue n'a été remarquée dans la station. Selon la Gendarmerie Royale et la DPA, le pont de Ouirgane a été détruit par l'écoulement des débris et un total de 900ha de terrains agricoles a été inondé.

(iv) Bassin versant de Zat:

La Gendarmerie Royale a décompté 11 morts, le nombre des constructions détruites est de 22 et le nombre de têtes de bétail emportées est de 2 982. La DPA a signalé que la superficie des terrains agricoles inondés est de 3 700ha. Selon la reconnaissance du terrain, l'écoulement des débris de l'affluent Tighedouine a balayé beaucoup de maisons et a tué 11 habitants.

(v) Bassin versant de R'dat:

La zone endommagée est située dans la commune rurale de Zerkten qui est traversée par l'affluent Tazlida. La Gendarmerie Royale a signalé les pertes suivantes causées par les débris en provenance du bassin versant de Tazilda: le nombre des morts est de 3, les constructions détruites ont atteint le nombre de 27 et les têtes de bétail emportées comptaient 190 têtes. A 2km de Zerkten la route a été partiellement endommagée. En plus, la DPA a indiqué que la superficie des terrains inondés a été de 1 350ha.

(2) Crue de 1997 (Bassin versant de l'Issyl)

Au bassin versant d'Issyl, en plus des zones inondables qui sont dépourvues de tout système de drainage ou celles qui en disposent mais qui souffre d'un dysfonctionnement, les crues provoquent des inondations et causent des dégâts aux périmètres urbains, menaçant ainsi la sécurité des habitants. Les débordements des eaux de crues du bassin versant d'Issyl causent des dégâts considérables au quartier de Sidi Youssef Ben Ali et à la route des remparts. Plusieurs pertes en vies humaines et matérielles ont eu lieu à cause des crues antérieures.

(a) Conditions hydrologiques

Dans le cas de la crue de 1997, de fortes précipitations ont duré pendant plusieurs jours sur une grande partie de la Zone d'Etude. Le total des pluies mensuelles aux mois de mars et avril a compté pour plus de 30% du total des pluies annuelles; au niveau du barrage de Lalla Takerkoust au bassin versant de N'fis, il a été de 238mm, ce qui correspond à 90% du total des pluies annuelles.

Le 6 avril 1997, le débit du bassin versant de l'Oued Issyl a été estimé à 90m^3/s au P 31-niveau du pont.

(b) Dégâts de crues

Un intense écoulement qui a eu lieu le 27 mars 1997 et particulièrement celui du 8 avril 1997 ont causé d'importants dégâts de crue; toutes les communes rurales et urbaines de Sidi Youssef Ben Ali ont été inondées.

Les dégâts de crue ont été observés surtout dans le bassin versant d'Issyl. Dans ce bassin, 358 maisons dans 26 villages ont été endommagées et des tronçons de la route ont été emportés à 16 points. La superficie des terrains agricoles endommagés a été de 113ha dans la zone de Marrakech-Menara.

(3) Crue du 11-13 octobre 1999

(a) Conditions hydrologiques

Des pluies abondantes se sont battues à une forte intensité du 11 au 13 octobre 1999 sur la totalité du sub-bassin de l'Ourika ainsi que sur les bassins versants de Rheraya et de N'fis. Selon les enregistrements pluviométriques des stations respectives, les précipitations se sont interrompues le 12 octobre pour reprendre le 13. Dans la station hydrologique de Tourcht du bassin versant de l'Ourika, les pluies journalières maximales enregistrées ont été de 62,4mm/j le 11 octobre.

Le débit de pointe enregistré à la station d'Aghbalou a été de 561m^3/s à 22:30 le 11 octobre. Ce débit excède celui de 10 ans selon la DRHT. D'autre part, les débits de pointe des autres bassins n'étaient pas si grands; ils étaient inférieurs à ceux d'une période de retour de 5 ans.

(b) Dégâts de crue

Selon la DRHT, la RP2017 au long de l'Ourika a été endommagée (érosion des bords de la route)

(4) Crue du 28 octobre 1999

(a) Conditions hydrologiques

Aux environ de midi le 28 octobre, de fortes précipitations se sont abattues sur le Haut Atlas. Aux stations hydrologiques de Tourcht et Amenzal dans le bassin versant de l'Ourika, de fortes précipitations ont enregistré 108,3 et 103,8mm/j le 28 octobre. Le même jour, de fortes précipitations ont atteint 112,0mm/j dans la station d'observation hydrologique d'Aremd du bassin versant de Rheraya.

La Fig. 2.7.3 présente des hydrogrammes relevés à la station d'Aghbalou. En comparaison avec la crue du 17 août 1995, cette crue a eu un temps de montée et un temps de base hydrographique plus modérés.

Le débit d'écoulement a également été très grand dans le bassin versant de l'Ourika. Le débit de crue a été estimé à 762 m^3/s (17:30), correspondant à une période de retour de 20 ans, quant à ceux des bassins versants de Rheraya et de N'fis, ils correspondent à une période de retour de 50 ans (467 m^3/s) et 25 ans (970 m^3/s) respectivement.

(b) Dégâts de crue

Lors de ces crues, les dégâts directement soufferts par les habitants étaient minimaux, mais les infrastructures telles que les routes et le système d'irrigation ainsi que les terrains agricoles ont été sévèrement endommagées. En ce qui suit une description des dégâts de crues par bassin.

(i) Bassin versant de l'Ourika

Selon le rapport établi par la Gendarmerie Royale, la crue a causé l'interruption de la RP2017 (la route de Marrakech–Setti Fadma) entre le PK 47 (Igharmane) et le PK 59+750 (Setti Fadma) avec des dégâts très importants. En plus de la coupure d'électricité au centre d'Aghbalou et des perturbations téléphoniques dans la vallée d'Ourika, deux maisons de vacances au centre d'Aghbalou, qui ont été déjà endommagées par la crue de 1995, ont été entièrement emportées par la crue. D'autre part, une superficie de 69ha de terrains agricoles a été inondée au long du bassin versant d'Ourika.

(ii) Bassins versants de Rheraya et de N'fis

Selon le rapport de la Gendarmerie Royale, la route régionale R203 au long des bassins versants de N'fis et Rheraya a été endommagé sur six points par la crue et les débris provenant des affluents. La RP2015 (Asni-Imlil) a été également endommagée. En plus, selon le recensement effectué par la DPA, une superficie agricole de 2 160ha a été endommagée au bassin versant du N'fis.

(iii) Bassin versant de Zat

A Tighedouine, environ un tiers de la superficie agricole de l'oued a été emporté et le montant des dégâts de crue s'est élevé à 1 million DH environ.

2.8 Mesures de protection contre les crues et les écoulements des débris

Le Gouvernement du Maroc a fourni des efforts pour atténuer les dégâts de crues dans la Zone d'Etude par la réalisation de différentes mesures structurelles et non structurelles.

2.8.1 Mesures non-structurelles

La plupart des mesures non-structurelles qui ont été mises en œuvre récemment, particulièrement depuis 1995, se présentent comme suit:

- Développement de l'observation et de la prévision météorologique
- Introduction du système d'observation et de gestion des crues
- Information des habitants et des visiteurs et réalisation d'aménagements d'évacuation
- Contrôle de l'occupation des sols dans les oueds
- Reboisement et contrôle de l'érosion

(1) Amélioration de l'observation et de la prévision météorologique

La prévision météorologique est l'un des plus importants rôles de la DMN. Cette direction a fourni des efforts pour renforcer l'exactitude des prévisions météorologiques en développant les réseaux d'observation météorologiques et en introduisant des hautes technologies telles que les modèles physiques, les stations radar de précipitation et les images satellites. Ils se présentent comme suit:

(a) Observation de surface

L'observation de surface est menée par 41 stations synoptiques et environ 380 postes climatiques distribués à travers le Royaume. Ils présentent les caractéristiques suivantes:

(i) Stations Synoptiques

Les précipitations, la température, l'humidité, la pression, les jours ensoleillés, l'évaporation, l'altitude des couches nuageuses et la visibilité horizontale sont observés aux stations synoptiques. Quelques stations synoptiques sont situées dans les aéroports pour les fins d'assister la navigation aéronautique. L'observation est effectuée et les résultats sont émis toutes les 30mn (pour les besoins aéronautiques seulement), toutes les heures et les trois heures, et sont transmis à la DMN à Casablanca via ces directions régionales correspondantes par ligne téléphonique, ligne télégraphique exclusives ou METEOSAT.

Il y a trois stations synoptiques dans et aux alentours de la Zone d'Etude: la station de Marrakech, la station d'Oukaimden à une altitude de 2 680m dans le bassin versant de l'Ourika et une au barrage Lalla Takerkoust. Les deux dernières stations ont été créées en 1996 après la crue qui a eu lieu en 1995 pour renforcer l'observation météorologique dans le Haut Atlas. Les données d'observation sont transmises à la station de Marrakech par téléphone et puis envoyées à Casablanca. En particulier, la station d'Oukaimden se doit de fournir des informations météorologiques précieuses de la zone de haute montagne concernant la prévision météorologique et l'observation des crues dans la Zone d'Etude.

(ii) Postes climatiques

En guise de complément aux stations synoptiques, 380 postes climatiques se répartissent sur la totalité du territoire du Royaume. Dans ces postes, les précipitations, la température, l'humidité, l'évaporation et les jours ensoleillés, etc. sont manuellement observés selon les catégories des postes.

Administrativement, ces postes dépendent des DEF, ORMVAH, DPA et les Caïdats, etc.; ils ne relèvent pas de la DMN. Les équipements d'observation et le service de la maintenance sont fournis par la DMN; en contrepartie, celle ci reçoit les données observées. En particulier, la DMN est liée à la MCEF par une convention sur l'observation climatique.

La Zone d'Etude comprend 30 postes climatiques présentés dans la Fig. 2.8.1. Ces postes sont répartis entre ceux dépendants de la Province et ceux des autres organisations. Ceux de la Province d'Al Haouz sont situés dans les bureaux des Caïdats. La Province collecte les données de précipitations enregistrées dans les postes des Caïdats deux fois par jour à 7:00 et 18:00 par téléphone, puis les transmet par télécopie ou télex à la station de Marrakech. La station de Marrakech transmet les données à la DRC à Casablanca via la ligne exclusive deux fois par jour. En cas de crue, la station de Marrakech peut contacter les postes directement pour collecter les informations relatives aux précipitations et aux dégâts et en transmet un bulletin spécial de crue à la DRC.

Les autres postes qui n'ont aucun lien avec la Province préparent 3 copies du rapport d'observation mensuel. La première est envoyée à la DMN ou bien directement ou bien via la station de Marrakech; la deuxième est pour l'administration correspondante, et la troisième reste dans les postes.

(b) Radars de précipitations

Cinq radars de précipitations ont été mis en service en 1996 après le désastre. Les sites des radars sont Larache, Fès, Casablanca, Khouribga et Agadir. Les stations radars peuvent couvrir la majorité du territoire comme présenté dans la Fig. 2.8.2. Cependant il y a toujours des zones d'ombre, dont le Haut Atlas. L'installation d'un nouveau radar de précipitations a fait l'objet de discutions entre les responsables concernés de la DMN. Marrakech et Oujda (Nord-est du Maroc) sont les sites candidats.

(c) Observation par images satellites

Le CNP (Centre National des Prévisions) à Casablanca reçoit les données du Météosat et Tiros (NOAA). Ce sont des images de l'atmosphère pour de différentes fréquences de radiation qui mènent à l'estimation des paramètres météorologiques tels que le contenu des eaux de vapeur et la température des sommets des nuages.

Les images satellites permettent le suivi des perturbations sur les côtes marocaines et sur le territoire national comme elles fournissent des informations additionnelles pour les zones qui ne sont pas bien couvertes par les stations radar de précipitations. Elles fournissent également des images de gros plan pour certaines zones à intérêt particulier.

(a) Observation par radiosondage

Le radiosondage est un système de mesure du profil vertical de la température, l'humidité, la pression et le vent jusqu'à 20 km d'altitude. Il fournit des informations sur la vitesse du vent et ces composants directionnels ainsi que sur l'évolution de la structure thermale et météo-hydrologique. Il y a 4 stations de radiosondage dans le Royaume (Casablanca, Béni Mellal, Agadir et Dakhla).

(e) Model de prévision

Le CNP a trois modèles de simulation pour la prévision météorologique. Ils sont Al Bachir, ARPEGE et CEP. Al Bachir qui est le plus détaillé des trois modèles est utilisé

pour les prévisions de 48 heures. La totalité du territoire du Royaume est divisée en sections de 16,5 km² qui forment les unités minimales de calculs. ARPEGE est un modèle français à des sections de 70 Km² sur le Maroc qui donne des prévisions de 48 à 72 heures. CEP est un modèle européen couvrant le Maroc à des sections de 105 Km² qui fournit des prévisions de 5 jours.

(2) Renforcement de la gestion des événements crues par l'introduction d'un système d'observation des crues et un guide pratique

(a) Introduction d'un système d'observation des crues

Le système d'observation des crues a été introduit dans la Zone d'Etude après le désastre de 1995. Cinq stations hydrologiques ont été établies récemment dans le bassin versant d'Ourika et une dans celui du Rheraya, qui subit les plus lourds dégâts par ledit désastre. Ces stations sont équipées d'un radiotéléphone VHF/FM et/ou HF/BLU pour transmettre les informations des crues à la DRHT. Le système d'observation des crues est traité en détail au chapitre 4.

Les nouvelles stations d'observation des crues

Station	Bassin versant	Observation
Tazzitount	Ourika	Précipitations/niveau d'eau
Tourcht	Ourika	Précipitations/niveau d'eau
Amenzal	Ourika	Précipitations/niveau d'eau
Tiourdiou	Ourika	Précipitations/niveau d'eau
Agouns	Ourika	Précipitations
Aremd	Rheraya	Précipitations/niveau d'eau

Les travaux de construction et d'installation ont été très difficiles, surtout pour les trois stations d'Amenzal, Tiourdiou et Agouns qui se situent très loin des routes revêtues. Les matériaux et les équipements devaient être transportés aux stations à dos de mulets sur les pistes de la montagne à partir de Setti Fadma et Oukaimeden.

(b) Etablissement d'un guide pour la gestion des évènements crues

En décembre 1996, dans le cadre d'une coopération étroite entre la DGH, la DRCR et la DMN, le Ministère de l'Equipement a établi des seuils pour la gestion des événements crues sous le titre "GESTION DES PHENOMENES CATASTROPHIQUES NATURELS LIES AUX PLUIES ET AUX CRUES, GUIDE PRATIQUE". Ce guide pratique du Ministère de l'Equipement détermine les activités à effectuer par les administrations concernées à chaque niveau de l'évolution de la crue en couvrant l'organisation de la permanence, la prévision météorologique, l'observation des crues, l'échange d'information, la mise en place du PC, l'intervention, la réhabilitation après le passage de la crue, etc.

Le guide pratique du Ministère de l'Equipement est une importante réalisation en termes de coopération inter-administrative. Les trois organisations, y compris leurs directions régionales et provinciales, notamment la DRH, la DPE, la DRE et les stations météorologiques synoptiques peuvent mener des actions et des échanges d'informations entre elles dans le cadre du guide commun.

(3) Relations publiques et la réalisation d'aménagements d'évacuation

(a) Etudes visant l'identification des zones inondables

Après le désastre de 1995, la DGH a mené des enquêtes topographiques et des études

hydrologiques et hydrauliques concernant le bassin versant de l'Ourika pour identifier les zones inondables. Les enquêtes topographiques consistaient en la prise de photos aériennes, l'établissement des cartes topographiques ainsi que des enquêtes pour l'établissement des profiles en travers du bassin. Les études hydrologiques ont analysé les caractéristiques hydrologiques statistiquement et physiquement. Dans le cadre de l'étude hydraulique, des simulations hydrauliques ont été effectuées à l'aide de MIKE11 pour l'établissement de cartes de crues.

(b) Mise en place des panneaux signalétiques de danger

Se basant sur les études ci-dessus, la DPE d'Al Haouz a installé plusieurs panneaux au long de la route P2017 d'Aghbalou à Setti Fadma après la crue de 1995 signalant que les zones indiquées sont vulnérables aux inondations. Les zones inondables sont identifiées à travers la simulation hydraulique et la reconnaissance du terrain. Cependant, selon la DPE, certains panneaux signalant le danger de crues ont été enlevés par des personnes concernées par l'industrie du tourisme. Ils étaient inquiets de l'effet décourageant de ces panneaux.

(c) Préparation de brochures pour les visiteurs

La DPE d'Al Haouz a préparé 10 000 copies de brochures qui avisent les touristes des crues potentielles comme présenté dans la Fig. 2.8.3. La brochure comprend une carte de crue montrant les zones exposées aux risques de crues, les espaces de stationnement, etc. au long de l'oued Ourika. Les copies devraient être distribuées aux visiteurs à Aghbalou. Cependant, elles ne l'ont jamais été par crainte d'une opposition de l'industrie touristique.

(d) Réalisation d'aménagements d'évacuation

Après le désastre de 1995, la DPE a aménagé 4 espaces de stationnement et un ensemble d'escaliers au long de la route P2017. L'escalier conduirait les visiteurs à un douar sur la pente d'une montagne considérée plus sauve.

En outre, une route de rocade de 7 km liant la RP2017 et la RP2030 a été également construite en pente de montagne. La route de rocade n'est pas pavée mais elle peut servir de route d'évacuation en cas de crue comme a effectivement été le cas lors de la crue de 1999.

(4) Contrôle de l'occupation des sols dans les oueds

Lors du désastre de 1995, plusieurs maisons dans les zones exposées au risque de crues ont été détruites par les eaux de crue et les écoulements des débris. Les responsables concernés comprennent très bien que le contrôle de l'occupation des sols soit l'une des mesures les plus efficaces pour atténuer les dégâts de crues.

- D'autre part, la loi 10-95, nommé "la loi sur l'eau" a été mise en œuvre en août 1995. Cette loi réglemente l'occupation des domaines hydrauliques publics et elle est supposée former le cade juridique de l'exécution du contrôle de l'occupation des sols. Dans cette loi, il est interdit:
- De déposer dans le domaine hydraulique public des obstacles qui empêchent la navigation ou bien le libre écoulement des eaux ;
- De mettre ou enlever un dépôt, une plantation ou une culture dans le domaine hydraulique public sans autorisation préalable ;
- De creuser, approfondir, élargir ou régulariser les cours d'eau permanents ou temporaires excepté après autorisation préalable ;

- De réaliser sur les travaux publics, les cours d'eau ou toute autre partie du domaine hydraulique public, des petites prises d'eau ou des canaux d'irrigation excepté après autorisation préalable ; et
- D'effectuer des excavations, principalement l'extraction des matériaux des lits des cours d'eau à distance inférieure à 10 mètres de la rive-avant des cours d'eau ou des débouchés des canaux, aqueducs et canaux excepté après autorisation préalable. L'autorisation n'est pas accordée, si les excavations risquent probablement d'endommager les aménagements publics, les talus ou la faune aquatique.

(5) Reboisement et lutte contre l'érosion

La DREF mène deux genres d'interventions qui consistent en le reboisement et la construction des seuils de stabilisation contre l'érosion et les crues.

(a) Plan Directeur

Un plan directeur de reboisement dans la région de Marrakech y compris la Zone d'Etude a été formulé en 1996. Le calendrier de reboisement dans la Zone d'Etude et à ses alentours est présenté dans le tableau suivant, et les sites des opérations sont cartographiés dans la Fig. 2.8.4. Deux bassins versants dans la Zone d'Etude sont concernés par le plan de reboisement: l'Ourika et le R'dat. Le reboisement est programmé à Timenkar dans le bassin versant de l'Ourika avec un taux de 299 ha annuellement de 2000 à 2006 (2 093 ha en total) et à Majdallah et Ourgouz dans le bassin versant de R'dat avec un taux de 618 ha annuellement de 2000 à 2006 (3 389 ha en total).

Programme de reboisement dans la Zone d'Etude Unité: ha

Bassin versant	Emplacement	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	Total
Production												
R'dat	Majdallah	-	-	-	-	-	319	319	319	319	319	1 595
	Ourgouz	-	-	-	-	299	299	299	299	299	299	1 794
Ourika	Timenkar	-	-	-	299	299	299	299	299	299	299	2 093
N'fis	Ait Bourd	-	-	292	292	292	-	-	-	-	-	876
	Ait Ouzerkri	-	-	-	368	368	-	-	-	-	-	736
	Azgherfile	272	272	272	272	272	272	272	-	-	-	1 904
	Azgour	-	-	244	244	244	244	244	244	244	-	1 708
Total Production		272	272	808	1 475	1 774	1 433	1 433	1 161	1 161	917	10 706
Protection												
R'dat	Ait Ourir	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	540
N'fis	Bouskikira	-	-	285	285	285	285	-	-	-	-	1 140
	Ouzguita	260	260	-	-	-	-	-	-	-	-	520
Total Protection		314	314	339	339	339	339	54	54	54	54	2 200
Total Général		586	586	1 147	1 814	2 113	1 772	1 487	1 215	1 215	971	12 906

Source: Plan Directeur de Reboisement, Programme d'Intervention de Reboisement, Wilaya de Marrakech, Ministère de L'Agriculture et de la Mise en Valeur Agricole (MAMVA), Administration des Eaux et Forêts et de la Conservation des Sols (AEFCS).

Le plan directeur de reboisement comprend un plan d'aménagement de lutte contre l'érosion, de développement des pâturages et de l'assistance au développement social (les graines, les générateurs d'énergie hydraulique, l'assistance technique pour l'artisanat et l'agriculture). Des ouvrages de contrôle de l'érosion ont été également réalisés dans la Zone d'Etude. Les principaux ouvrages de contrôle de l'érosion sont des petits seuils de stabilisation et des ouvrages de coteaux qui sont construits principalement en maçonnerie sèche et rarement en gabion et maçonnerie humide. Des ouvrages de lutte contre l'érosion d'un volume de 18 000 m^3 ont été réalisés entre juillet 1999 et août 2000 aux communes

rurales de Setti Fadma et d'Oukaimden dans le bassin versant de l'Ourika.

(b) Projet de développement du bassin versant de l'Ourika

Ce projet de 100 millions de dirham, financé par le fonds Hassan II de développement social, est en cours de réalisation sur 665 km^2 du bassin versant de l'Ourika suivant un programme couvrant une période de quatre ans de 2001 à 2003. Les objectifs du projet consistent à protéger la population, les touristes et les infrastructures économiques, assurer et renforcer les infrastructures hydro-agricoles, promouvoir les investissements eco-touristiques et contribuer à améliorer les infrastructures de base et autosuffisance des habitants locaux. Le projet comprend les composantes suivantes :

Coût estimé par composante

Elément	Quantité	Coût en DH x 1000
Production de plante	2 550 000 plants	3 970,00
Reboisement et amélioration de la couverture forestière et des pâturages	3 800 ha	24 313,30
Régénération des forêts	3 000 ha	3 135,00
Traitement mécanique (seuils)	113 000 m^3	50 973,00
Ouverture et restauration de sentiers	130 km	11 511,00
Développement local	20 douars	4 251,40
Aménagement des forêts	38 000 ha	1 846,00
Total		100 000,00

2.8.2 Mesures structurelles

Jusqu'à présent, presque aucun ouvrage ou programme de mesures structurelles n'a été établi pour les fins de la lutte contre les crues des oueds de R'dat, Zat, Rheraya et N'fis à l'exception d'ouvrages de protection de la route tels que les ouvrages de revêtement et de protection des berges. Des mesures structurelles contre les crues ont été prises pour les bassins versants de l'Ourika et de l'Issyl. Comme le bassin versant de l'Ourika a toujours été d'une grande importance en terme de tourisme ainsi qu'en terme de crues fréquentes et importantes, le Ministère de l'Equipement s'est principalement concentré sur la vallée dans le but d'atténuer l'occurrence des écoulements des débris et augmenter la capacité d'évacuation des eaux de crues. Puisque l'Oued Issyl a menacé la ville de Marrakech à plusieurs reprises, quelques mesures structurelles contre les crues ont été réalisées.

(1) Oued Ourika

Les ouvrages suivants ont été réalisés dans l'Ourika comme mesures urgentes: 1) minage de grands rochers (10 000m^3), 2) excavation du lit de l'oued sur 12km pour assurer la capacité de débit nécessaire à l'écoulement des eaux de crues, 3) renforcement des berges et protection par gravier de grand diamètre et 4) travaux de revêtement pour protéger les routes endommagées.

Les mesures structurelles suivantes ont été prévues ou sont en cours de réalisation comme mesures drastiques de lutte contre les crues dans l'Oued Ourika :

- Barrage de contrôle des crues à Setti Fadma (annulé),
- Seuils de stabilisation aux thalwegs (en cours),
- Seuils de stabilisation dans les cours d'eau principaux (prévus), et
- Excavation et mur de protection contre les crues au long de l'oued (prévus)

Les mesures de lutte contre les crues susmentionnées dans l'Oued Ourika sont récapitulées comme suit (Voir Fig. 2.8.5):

(a) Barrage de lutte contre les crues de Setti Fadma

Un barrage a été proposé sur l'aval immédiat de Setti Fadma. La capacité du réservoir du barrage est de 7,5Mm^3 avec une hauteur de 90m. Cependant, le projet a été annulé, essentiellement à cause des conditions géologiques inappropriées, des caractéristiques topographiques inefficientes et la faible faisabilité économique.

(b) Seuils de stabilisation aux thalwegs

En avril 2000, 27 petits seuils ont été déjà construits dans le bassin versant pour prévenir les écoulements des débris dans les 8 affluents, à savoir les oueds Ighir, Romanchou I et II, Tighzrit, Taghzout, Ouassen, Tazitount et Ouzrou. En outre, 6 seuils seront construits sur les affluents Tighzrit et Romanchou dans l'Oued Ourika en l'an 2000 si les crédits nécessaires sont disponibles. Les caractéristiques techniques de ces seuils ne sont pas encore déterminées.

(c) Seuils de stabilisation dans les cours d'eau principaux

Les seuils réalisés dans le cours d'eau principal servent à réduire la vitesse des écoulements et l'érosion des berges ainsi que le charriage des sédiments. Cependant, la sédimentation en amont des seuils peut mener à une élévation du niveau d'eau et, par conséquent, peut causer l'inondation de plus de terrains. Le prochain programme va prévoir et déterminer un ou plusieurs seuils à réaliser dans le cours d'eau principal.

(d) Excavation et mur de protection au long de l'Oued

Certaines sections de la route P2017 qui lie la ville de Marrakech à la vallée de l'Ourika sont exposées à des risques d'inondation et d'érosion. De la même manière, les crues ou les écoulements des débris provenant des affluents causent généralement d'importants dégâts à la route. Des maisons ont été endommagées dans ces environs. En effet, la route a été sérieusement endommagée à deux reprises par les crues d'août 1995 et avril 1996.

La carte de crues a été analysée pour déterminer les zones inondables qui nécessitent une protection contre les crues. Les quatre (4) emplacements jugés à haut risque ont été identifiés, notamment Setti Fadma, Iraghf (Oulmes), Igrifoudene et Aghbalou. Les travaux de protection contre les crues proposés dans ces zones sont récapitulés dans le tableau suivant. Le coût total de construction est estimé à 30 millions DH.

Excavation et mur de protection contre les crues au long de l'Oued Ourika

Zone	Mesure de protection contre les crues	Spécifications
Setti Fadma	Endiguement d'un passage étroit et petit mur de parapet	540m de longueur
Iraghf (Oulmes)	Mur de protection	3-6m de hauteur, 743m de longueur
Igrifoudeune	Mur de protection	2-5m de hauteur, 730m de longueur
Aghbalou amont	Mur de protection	3-6m de hauteur, 770m de longueur
Aghbalou aval	Mur de protection	3-6m de hauteur, 768m de longueur

(2) Oued Issyl

La superficie endommagée par les eaux de crue de l'Oued Issyl se répartie sur trois (3) zones présentées dans le tableau suivant. Les ouvrages de protection contre les crues dans ces zones peuvent être organisés suivant leurs caractéristiques topographiques et sociales comme suggéré dans le tableau. Les ouvrages de protection existants et ceux prévus pour ces zones se présentent comme suit (Voir Fig. 2.8.6):

Répartition des ouvrages de protection contre les crues

Zone	Emplacement	Principaux ouvrages de protection
Zone amont	Amont du Canal de Rocade	Ouvrages de protection pour des terrains agricoles et des forêts contre l'érosion (reboisement et lutte contre l'érosion)
Zone de Tassoltante	Aval du Canal de Rocade à Sidi Youssef Ben Ali	Canal de drainage contre les inondations
Zone de Marrakech	Sidi Youssef Ben Ali, route des remparts et Ain Itti	Excavation du lit de l'oued et digues contre les inondations

Note: Le Canal de Rocade est construit au Sud de Marrakech avec une direction de l'Est vers l'Ouest sur une distance de 118,5km. Le débit de pointe maximal en tête du canal principal est de $20m^3/s$.

(a) Zone amont

Dans le bassin versant de l'Issyl du haut du delta alluvial dans les environs d'Agadir-n-Tafent au Canal de Rocade, certaines parties de terrains agricoles constituent les principales propriétés endommagées par les crues. Quelques digues qui ont été construites d'urgence pour protéger la RP2017 à Ourika se trouvent au long du cours d'eau principal de l'Oued Issyl. Des ouvrages de protection physique et biologique ont été réalisés de 1972 à 1984, tels que des banquettes pour la protection des arbres, des petits seuils de stabilisation en maçonnerie sèche et des ouvrages de protection pour les fins de reboisements.

La réalisation des programmes futurs sera échelonnée sur une période de 5 ans et comprend les actions suivantes:

(i) Actions dans le bassin versant

- En amont: 1) reboisement, et 2) ouvrages d'amélioration des zones de reboisements, et
- En aval (domaine privé): 1) Arbres fruitiers, 2) Ceinture verte des plantations contre l'érosion par le vend, 3) Plantations autours des maisons et des villages, et 4) Crêtes et fossés pour la distribution des eaux de pluies dans des zones limitées et l'augmentation de l'infiltration.

(ii) Actions dans le cours d'eaux

- Ouvrages de protection des ravins tels que les seuils en maçonnerie sèche, brise-lames (épis) et plantations d'essences à croissance rapide,
- Séries de petits seuils pour la lutte contre les crues et le stockage des eaux pour leur utilisation, et
- Grands seuils d'infiltration.

(b) Zone de Tassoltante

Les inondations sont plus fréquentes que les crues dans cette zone parce que les eaux de pluies et de l'oued s'écoulent à travers plusieurs criques qui n'ont pas la capacité suffisante et qui résultent en un faible drainage. Un Canal de Drainage Intercepteur a été programmé par l'ORMVAH au niveau de Tassoltante dans le but de protéger une partie de la ville de Marrakech par l'accumulation des eaux de pluie et des crues et leur drainage à travers l'Oued Issyl. Cependant, il a été signalé que ce canal de drainage intercepteur est devenu une cause de crues aux deux villages de Harakat et Zemrane ainsi qu'à d'autres localités en aval dû à sa faible capacité de drainage.

Les recommandations suivantes pour le bassin versant d'Issyl sont suggérées pour les fins de la protection de la zone de Tassoltante:

- Augmenter la capacité de débit des affluents du Tassoltante et d'Akhachan,
- Amélioration des ouvrages de traverse de l'oued,
- Aménagement des ouvrages de traverse de la route de Marrakech-Ourika,
- L'élimination et la prohibition de tout obstacle (rejets, activité de construction et de culture) entravant le cours d'eau,
- Réorganisation du réseau hydrographique (affluents et criques), et
- Amélioration dudit canal de drainage intercepteur.

(c) Zone de Marrakech

Dans les zones de la ville de Marrakech, les dégâts des crues peuvent affecter Sidi Youssef Ben Ali, la zone au long de la route des remparts et celle de Ain Itti. Le cours d'eau principal de l'Issyl a été fréquemment inondé et a causé des dégâts parmi les habitants comme aux maisons. Plus particulièrement, des ponts, qui n'ont qu'une capacité de drainage inférieure à celle d'une crue de période de retour de 15 ans, perturbent l'écoulement des eaux de crues.

(i) Mesures structurelles existantes

La DPE de Marrakech a réalisé des travaux d'aménagement de l'Oued Issyl dans cette zone en octobre 1995 afin d'assurer la capacité de débit de 10 à 20 ans de période de retour, dépensant 6 millions DH. Ces travaux consistent en:

- L'élargissement du bas lit de l'oued,
- L'élimination des obstacles (remblais et rejets) du cours de l'oued,
- La correction des embouchés dues à la présence de sols localement durs,
- Les digues de protection, et
- La protection des berges.

Cependant, il existe trois ponts historiques qui perturbent l'écoulement des eaux de crues mais qui ne peuvent être supprimer.

(ii) Plans futurs de mesures structurelles

Les suivantes recommandations ont été présentées comme mesures de lutte contre les crues:

Recommandations formulées par la DPE de Marrakech

Actions	Recommandations
Actions à prendre d'urgence	• Prohibition des dépôts de rejets dans l'Oued • Excavation et construction de mur contre les crues dans certains points critiques
Actions à programmer	• Amélioration de la capacité de débit au niveau des ponts • Curage continuel du cours d'eau • Amélioration de l'environnement et la création d'espaces verts

Par ailleurs, les plans suivants ont également été élaborés en guise de mesures de lutte contre les crues:

- Excavation et élargissement de l'oued
- Endiguement
- Augmentation des pentes de l'oued pour aligner les points courbés
- Amélioration de la capacité d'écoulement aux niveaux des ponts existants ou programmés

2.9 Organisation institutionnelle

2.9.1 Lois et réglementation

On ne peut trouver de lois spécifiques à la prévision et à l'alerte aux crues. La principale loi sur la gestion de l'eau, y compris la lutte contre les crues, est la Loi sur l'Eau (Loi No. 10-95). Il y a deux guides importants sur la prévision et l'alerte aux crues, à savoir la "*Gestion des Phénomènes Catastrophiques Naturels Liés aux Pluies et aux Crues*" établie par le Ministère de l'Equipement (guide du ME) et le "*Plan d'Organisation des Secours* " (le plan ORSEC).

(1) La Loi sur l'Eau

La Loi sur l'Eau établit les principes de la gestion de l'eau, classifiant toutes les eaux, y compris les eaux souterraines, comme des biens publics, et les cours d'eau et ouvrages à usage public comme faisant partie du domaine public.

Même si les zones des oueds, les cours d'eau, tels les lits des oueds, les terrains submersibles et les zones se trouvant dans les 2 m des cours d'eau appartiennent au domaine public, et que la propriété des terrains soit privée ou non (Art. 2), les procédures requises pour l'utilisation des terrains se trouvant à proximité des cours d'eau, y compris les terrains exposés aux crues, ne sont pas clairement établies par la loi. Quelques décrets ont été promulgués pour établir les procédures qui concernent principalement l'utilisation de l'eau et l'excavation des matières.

Les dispositions relatives à la lutte contre les crues sont incluses dans le Chapitre XI sous la Section II, définissant principalement les mesures structurelles de lutte contre les crues. La section prohibe la construction de digues, d'endiguements et autres aménagements dans les terrains submersibles sans autorisation à l'exception de ceux destinés à la protection des habitations et des propriétés privées, pour ne pas gêner l'écoulement des eaux de crues (Art. 94). L'agence du bassin peut modifier ou supprimer les ouvrages qui peuvent gêner, aux jugements de l'agence, l'écoulement des eaux ou étendre les zones inondables (Art.95). Si l'intérêt public l'exige, l'agence peut imposer aux propriétaires des cours d'eau la construction de digues pour la protection de leurs biens (Art. 96). Il est interdit d'effectuer des plantations, constructions ou dépôts sur les terrains compris entre un cours d'eau et les digues de protection construites en bordure immédiate de ce cours d'eau (Art. 97).

Il n’existe pas d’autres dispositions dans la loi concernant les activités collectives de lutte contre les crues, soient-elles structurelles ou non-structurelles, ni concernant les responsabilités clairement attribuées aux administrations concernées ni sur la coordination/démarcation des entités concernées.

(2) Guide du ME

Le document est préparé pour servir de guide pratique pour réduire l'hésitation et les mesures ad-hoc dans des conditions hydrologiques exceptionnelles pour la diffusion interne dans le Ministère de l'Equipement. Le guide doit être mis à jour chaque année entre mai et juin. Il est requis de la DRE/DPE (Direction Régionale/Provinciale de l'Equipement) de préparer plusieurs listes des activités effectives et efficaces en cas de crues.

Le guide est composé des deux parties suivantes:

a) Un inventaire des données requises et du matériel qui doit être disponible et mis à jour en permanence

b) Une description des actions qui doivent être lancées ou prises pour faire face aux événements catastrophiques

(a) Renforcement de la préparation en situations normales

Le guide requiert de chaque DRE et/ou DPE d'établir et maintenir en permanence le système de communication et la distribution des taches pour la préparation des gérants et des techniciens qui doivent être équipés des moyens nécessaires, surtout les moyens de communication et de mobilisation, tels que les radiotéléphones, les téléphones, les véhicules et leurs chauffeurs, le personnel et le matériel de réparation.

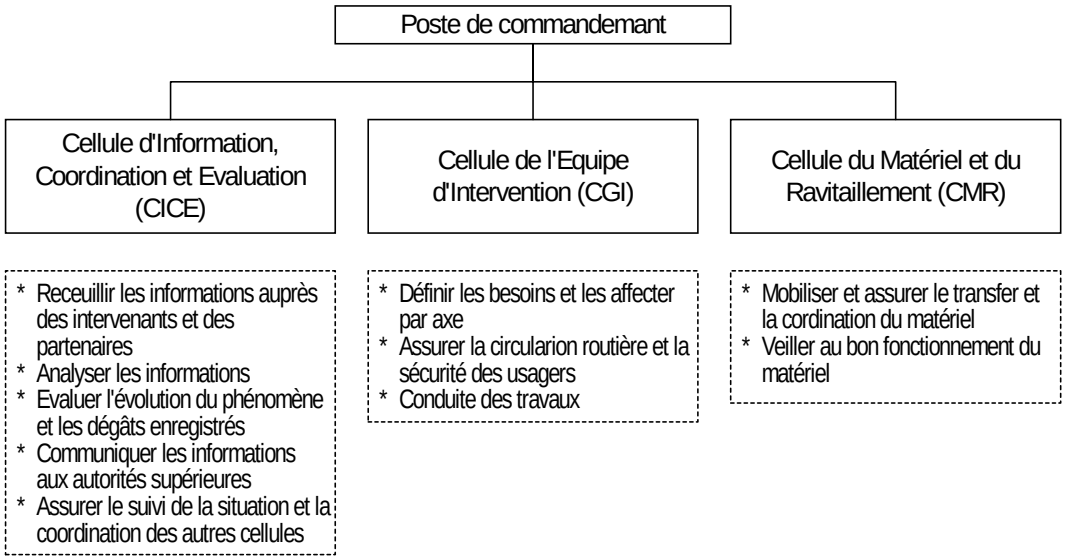
Chaque DRE/DPE doit garder et mettre à jour chaque mois un dossier qui contient les listes et tableaux relatifs aux missions des taches à remplir, les points de contact, les personnes (adresses et numéraux de téléphone de jour et de nuit), les cartes des routes et des ouvrages hydrauliques, etc. pour les besoins de la collecte des informations. Le guide stipule l'utilisation entière du réseau radio de la DRCR (Direction des Routes et de la Circulation Routière) et les contacts directs avec les DRH (Directions des Régions Hydrauliques – établies dans les principaux bassins versants).

En temps normal, chaque DRE/DPE doit vérifier et assurer i) le fonctionnement des moyens de télécommunication, ii) la disponibilité du matériel, des équipements et des véhicules avec les fournitures nécessaires (carburant, batteries, etc.) iii) l'alerte et la mobilisation du personnel de la DRE/DPE (gérants, techniciens, chauffeurs, équipe de jaugeage, etc.), iv) le contact avec les autorités locales et la Protection Civile pour se préparer à toute éventualité.

(b) Conditions de pré-alerte et d'alerte et intervention contre les crues

Dans une condition où des précipitations intensives sont prévisibles, la DMN (Direction de la Météorologie Nationale) doit lancer un message de pré-alerte. A la réception du message, la DRE/DPE concernée doit commencer la vigilance des conditions hydrologiques contre les crues avec l'assistance de la DRH (Direction de la Région Hydraulique de Tensift, dans le cas de la Zone d'Etude) et de la DMN. La DRHT reçoit également les prévisions météorologiques directement de la DMN et elle doit les analyser. La DRHT commence le contrôle minutieux et intensif des conditions hydrologiques, en utilisant et en maîtrisant le réseau hydro-climatologique qu'elle gère. Suivant l'évolution de la situation, la DRE/DPE doit envoyer un véhicule de patrouille disposant de moyens de communication pour la reconnaissance du terrain et pour la surveillance. Les informations collectées doivent être régulièrement transmises aux administrations déterminées d'avance, telles que le Ministère d'Equipement, la DGH, la DRCR, la DMN, la DRE et les autorités locales. Si besoin est, la DRE/DPE peut établir un siège (ou un *poste de commandement*: PC) et des cellules comme ci-dessous présenté pour lutter contre les crues.

Si des précipitations intensives sont imminentes, la DMN lance un message d'alerte. A la réception de ce message ou si les conditions s'empirent, la DRE/DPE doit mettre sur pied



Plan d'action de la DPE en cas de désastre naturel

un PC, s'il ne l'est pas déjà. La DRHT, étant un centre régional, doit analyser les données et les informations et prévoir la crue, si elle est jugée prévisible, avec l'identification de son emplacement et la prévision de son ampleur ainsi que les messages de consultation, en utilisant son réseau de données et d'informations et en contactant continuellement la DMN. La DRHT doit transmettre les résultats des analyses à la DRE/DPE. D'après le personnel de la DRHT, celle-ci peut envoyer le message de prévision de crue directement au Gouverneur de la Province concernée. La DRE/DPE doit envoyer une première brigade avec deux grands véhicules équipés de postes radio et des panneaux de signalisation pour contrôler la circulation. Elle doit également envoyer les équipements pour les sites endommagés depuis le Centre d'Interventions Urgentes (CIU) selon l'évaluation mise à jour des zones exposées à des crues et l'intervention matérielle requise.

(c) Rapport et évaluation

En effectuant le suivi des interventions, la DRE/DPR doit transmettre les informations dans les formes prescrites aux administrations déterminées d'avance selon l'évolution de la situation, concernant i) les données pluviométriques, ii) la situation des cours d'eau, iii) les dégâts enregistrés, et iv) la situation de l'infrastructure routière. Les informations doivent être vérifiées et partagées par la DRH.

Après des événements désastreux, la DRH et la DRE/DPE doivent préparer un rapport d'évaluation détaillé sur i) la situation hydro-pluviométrique (les caractéristiques physiques du bassin, l'étude des précipitations, l'étude de la crue, la chronologie des événements de la crue, les leçons à retenir et les mesures à prendre sur l'hydrologie des petits ou moyens bassins et sur les aménagements des travaux de construction et les ouvrages hydrauliques, ii) les dégâts au niveau des vies humaines et des biens, iii) l'évaluation financière, et iv) l'évaluation du suivi et de l'intervention de la DRE/DPE.

(3) Plan ORSEC

Le Plan ORSEC est un plan qui organise les activités de sauvetage et d'assistance dans une situation d'urgence causée par un désastre qu'il soit naturel ou artificiel. Le plan vise l’usage effectif et efficace des ressources humaines et matérielles à la disposition des organisations gouvernementales et non-gouvernementales, ainsi qu'à celle du secteur privé pour les activités d'assistance sans créer une nouvelle organisation permanente et sans ajouter du nouveau matériel en stock.

Le guide pour la planification, l'organisation et la réalisation du Plan ORSEC, préparé par la Direction de la Protection Civile du Ministère de l'Intérieur, montre l'organisation standard des activités de secours en cas de désastre. Le guide stipule la manière de l'élaboration de chaque Plan ORSEC préfectoral/provincial par chaque Gouverneur responsable en collaboration avec les responsables à nommer chefs des services de l'organisation de la manière illustrée dans le guide. Chaque chef de service doit préparer, assisté par les Comités de la Protection Civile, un document contenant les éléments suivants et qui doit être soigneusement mis à jour au moins deux fois par an en juin et en décembre:

- Inventaire des moyens et ressources disponibles
- Liste du personnel qui doit être alerté et appelé (adresse/numéro de téléphone de la maison et du bureau, moyen de transport, etc.)
- Les missions à accomplir et les règles à observer
- Les listes des moyens de communication
- Fourniture des services de téléphone jour et nuit à plusieurs niveaux administratifs et techniques
- Indicatif de postes téléphoniques, noms et adresses, en ordre des services désignés dans le guide, des fonctionnaires et des cadres en charge du matériel, de l'équipement et des denrées alimentaires
- La liste du personnel qui constitue le PC et son siège déterminé et les moyens de les contacter

Le guide stipule les rôles i) du témoin (la personne qui découvre le phénomène exceptionnel), ii) des unités territoriales pour les opérations de secours et des services des Sapeurs Pompiers, et iii) de la Police et de la Gendarmerie Royale. Le guide fournit également les procédures, les règles, les critères et les taches par étape d'opération de secours.

Le Plan ORSEC de la Province d'Al Haouz a été documenté avec une révision en 2000, suivant les dispositions du guide.

Dans le domaine de prévision et d'alerte aux crues, le système de délégation peut être adopté à grande échelle dans le Guide du ME intitulé "Gestion des Catastrophes Naturelles Liées aux Pluies et aux Crues" et dans le "Plan d'Organisation des Secours (Plan ORSEC)" en raison de la nécessité d'un fort commandement et de ligne de commandement bien organisées.

2.9.2 Administrations concernées

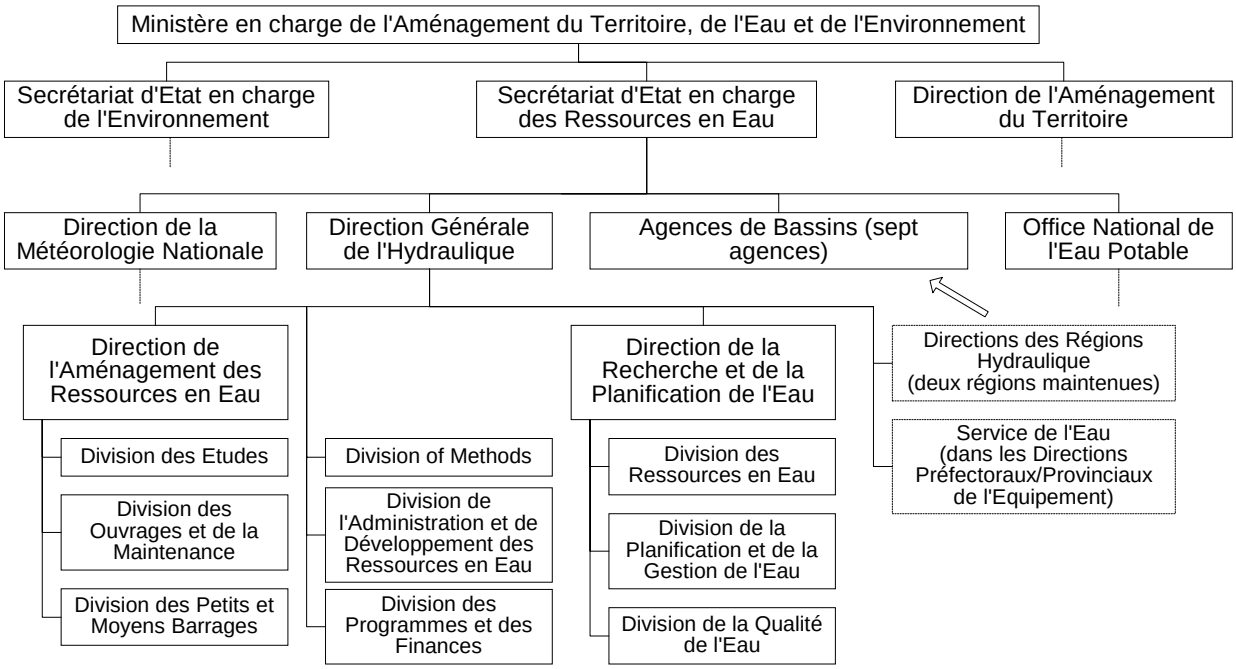
Le ministère en charge de la prévision des crues est le Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Eau et de l'Environnement (MATEE), alors que le ministère en charge de l'alerte aux crues est le Ministère de l'Intérieur. Les administrations en charge de la gestion des ressources en eau sont en période de transition avec des changements récents de formation en terme de ministère centraux et d'administration régionale. Après le remaniement ministériel, les fonctions précédemment attribuées au Ministère de l'Equipement (ME) ont été divisées sur deux ministères, le MATEE et le Ministère de l'Equipement et du Transport. La gestion de l'eau ainsi que les services de météorologie font partie du portefeuille du MATEE, alors que la construction des routes et le contrôle de la circulation routière font partie des responsabilités du Ministère de l'Equipement et du Transport.

Le Ministère de l'Equipement et le Ministère de l'Intérieur ont des relations directes avec la prévision et l'alerte aux crues. Le Ministère de l'Equipement, "ex-Ministère des Travaux Publics", fournit les services d'information météorologique à travers la Direction de la Météorologie Nationale (DMN) avec un système centralisé et sophistiqué, et s'occupe de la gestion des eaux à travers la Direction Générale de l'Hydraulique (DGH). Il s'occupe également de l'aménagement des ports. La construction et l'entretien des routes et l'organisation de la circulation routière font aussi part de la tache du Ministère à travers la Direction des Routes et de la Circulation Routière (DRCR). Le Ministère de l'Intérieur a une étendue d'autorité et de responsabilité très large sur l'administration intérieure, telle que la tutelle sur les collectivités locales, la Protection Civile, etc.

Au niveau régional, sept agences de bassin versant, y compris celle du Tensift, ont été établies comme prévue par la Loi Sur l'Eau (Loi No. 10-95). Les extensions régionales/provinciales ou délégations de l'ancien ME, y compris la Direction des Aménagements Hydrauliques (DAH) et les Services Eau au niveau régional/provincial, seront réorganisées d'ici la fin de l'an 2003.

(1) Administrations relevant du Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Eau et de l'Environement

En novembre 2002, le Roi a nommé un nouveau gouvernement proposé par le Premier Ministère. Les fonctions de l'ancien ME ont été divisées sur deux ministères, le MATEE et le Ministère de l'Equipement et du Transport. Les fonctions liées à la prévision des crues, y compris les mesures hydrologiques et l'évaluation, sont rattachées aux attributions de l'ancien ministère. La structure d'organisation du MATEE se présente comme suit.



Source : DGH

Organigramme du Ministère en Charge de l'Aménagement du Territoire, de l'Eau et de l'Environnement

Le MATEE fournit également des services météorologiques, y compris les prévisions pluviométriques, à travers la Direction de la Météorologie Nationale (DMN) équipée d'un système centralisé et sophistiqué. Le siège de la DNM est à Casablanca et se fait représenter au niveau régional par quatre directions régionales : la Direction Centre à Casablanca, Nord-est à Fès, Sud à Agadir et Nord à Larache. La DMN a une station à Marrakech, qui fonctionne comme l'une des 41 stations synoptiques et également l'une des stations aéronautiques. La station de la DMN à Marrakech a trois stations d'observation : i) Marrakech, ii) Oukaimedan, et iii) le barrage de Lalla Takerkoust. Cette station observe les conditions météorologiques et notamment les éléments relatifs au a) vent (direction et vitesse), b) visibilité, c) nuages, d) température, e) humidité, f) pression de l'air (au niveau de la mer) et g) les variations brusques des conditions météorologiques (averses, etc.) 24 heures sur 24. Les données observées sont envoyées au centre national toutes les trois heures. La station de Marrakech établit sa propre prévision de 9 heures toutes les trois heures, i.e. huit fois par jour, à partir de 01:00 pour les fins de la sécurité aéronautique concernant le vent, la visibilité, les nuages, les pluies et les phénomènes météorologiques tels que les averses et les vents violents. La station est dotée d'un personnel de 24 membres dont 14 sont des techniciens civils et 10 des techniciens supérieurs.

La DGH a deux directions en plus des divisions administratives, à savoir la DAH: Direction des Aménagements Hydrauliques, et la DRPE: Direction de la Recherche et de la Planification de l'Eau. La DAH se charge de la conception, la construction, l'exploitation et l'entretien des ouvrages d'usage des eaux, principalement les barrages, alors que la DRPE s'occupe de la gestion des ressources en eaux, en terme de qualité et de quantité, principalement à travers les instruments réglementaires ainsi que de l'assistance financière et technique. La composition organisationnelle de la DGH et ses responsabilités n'ont connu aucun changement suite au remaniement ministériel de 2002.

Dans la division régionale propre à la gestion de l'eau, les bassins versants ont été adoptés comme unité géographique même avant la création des agences de bassins. Au moment du commencement de la présente Etude, les directions des régions hydrauliques établies par bassin versant prenaient charge de l'observation hydrologique et de l'analyse, y compris la

pluviométrie et la mesure de l'intensité des crues, de l'analyse et de la prévision. Dans le cas de la Zone d'Etude, la Direction de la Région Hydraulique du Tensift (DRHT) en prenait charge sous la supervision de la DGH.

Le Service de l'Hydrologie s'occupait de la prévision des crues, des mesures hydrologiques et de l'évaluation. Le service a cinq cellules i) la cellule d'Etude, ii) la cellule de la Gestion du Réseau Hydro-climatologique, iii) la cellule d'Annonce des Crues, iv) la cellule de la Maintenance du Matériel et v) la cellule de Coordination des Activités Hydrauliques avec le Service de l'Eau de la DPE, et le nombre de personnel du service était de 13 personnes, y compris deux techniciens qui s'occupaient de la maintenance des équipements.

Une agence de bassin appelée l'Agence du Bassin Hydraulique du Tensift (ABHT) est en cours d'établissement sur la base des dispositions de la Loi sur l'Eau et du Décret No. 2-00-79. Même si la création officielle et l'allocation du personnel sont soumises à l'approbation du Ministère en charge des Finances Publiques, l'établissement de l'Agence est en constante progression et ses activités ont déjà commencé.

Les agences de bassins seront en charge de ce qui suit (Art. 20):

1) élaborer un plan directeur sur le développement des ressources en eau dans leurs juridictions

2) assurer le suivi de la réalisation du plan directeur

3) délivrer les autorisations d'utilisation des eaux du domaine publique hydraulique conformément au plan directeur

4) présenter l'assistance financière et les services techniques aux personnes publiques ou privées à leur demande pour les fins de la protection contre la pollution, le développement et l'utilisation des ressources en eau du domaine publique

5) réaliser les mesures hydrométriques et les études hydrologiques et hydrogéologiques pour la planification quantitative et qualitative et la gestion de l'eau

6) réaliser les mesures et appliquer les dispositions de la présente loi pour la protection et la restauration de la qualité de l'eau en collaboration avec les autorités en charge de l'environnement

7) proposer et exécuter les mesures, particulièrement les mesures réglementaires pour assurer l'approvisionnement en eau en cas de pénurie déclarée conformément aux dispositions de la Loi sur l'Eau (Chapitre X) ou pour prévenir les aléas de crues

8) gérer et superviser l'utilisation des ressources en eau transférées

9) établir les infrastructures nécessaires pour la prévention et la lutte contre les crues

10) garder un registre des droits d'eau reconnus et des concessions accordées ainsi que des autorisations de prélèvement d'eau

L'Agence de bassin est administrée par un conseil d'administration présidé par l'autorité gouvernementale en charge des ressources en eau (actuellement le Ministère de l'Equipement), dont les membres ne peuvent être moins de 24 ou dépassant 48 et sont actuellement au nombre de 32 comme suit :

- un représentant du ministre chargé de l'intérieur (1)
- un représentant du ministre chargé des finances (2)

- un représentant du ministre de l'agriculture, du développement rural et des eaux et forêts (3)
- un représentant du ministre de l'équipement (4)
- un représentant du ministre de l'industrie, du commerce, de l'énergie et des mines (5)
- un représentant du ministre de la pêche maritime (6)
- un représentant du ministre de la santé publique (7)
- un représentant du ministre en charge de la prévision économique et du plan (8)
- un représentant du ministre de l'aménagement du territoire, de l'environnement, de l'urbanisme et de l'habitat(9)
- un représentant du ministre en charge de l'artisanat (10)
- un représentant de l'administration de la défense nationale (11)
- un représentant de l'office national de l'eau potable, nommé par le ministre de l'équipement (12)
- deux représentants de l'office national de l'électricité, nommés par le ministre en charge de l'énergie et des mines (13, 14)
- un représentant de l'O.R.M.V.A. d'Al Haouz, nommé par le ministre en charge de l'agriculture (15)
- deux représentants des régies autonomes de distribution de l'eau et de l'électricité de Marrakech, nommés par le Ministre de l'Intérieur (16, 17)
- * trois représentants des chambres agraires d'Essaouira, Marrakech et Safi, élus par un collège électoral composé des membres des bureaux desdites chambres (18, 19, 20)
- trois représentants des chambres de commerces, de l'industrie et des services d'Essaouira, Marrakech et Safi, élus par un collège électoral composé des membres des bureaux desdites chambres (21, 22, 23)
- cinq représentants des assemblées préfectorales d'Al Haouz, Chichaoua, Essaouira, Marrakech-Menara, Marrakech-Medina et Sidi Youssef Ben Ali, nommés par le Ministre de l'Interieur (24, 25, 26, 27, 28)
- deux représentants des communautés ethniques de la zone d'action de l'Agence, nommés par le Ministre de l'Interieur (29, 30)
- deux représentants des associations agricoles des utilisateurs d'eau élus par et parmi les présidents des associations de la zone d'action de l'Agence (31, 32)

Le conseil administratif sera responsable de ce qui suit. Le conseil administratif peut créer une commission quand bon lui semble et lui déléguer certains pouvoirs de l'Agence.

1) Examiner le plan directeur du développement intégré des ressources en eau avant son adoption,
2) Etudier les programmes de développement et gérer les ressources en eau ainsi que d'exécuter les activités générales de l'agence pour un exercice ou plus avant leur adoption par les autorités gouvernementales en charge de ressources en eau (DGH actuellement)

3) Déterminer le budget et les comptes de l'Agence
4) Allouer les redevances collectées pour la pollution pour spécifier les activités d'épuration de l'eau
5) Proposer aux autorités gouvernementales en charge des ressources en eau (DGH) les taux de base des redevances qui constituent la rémunération collectée des utilisateurs de l'eau au profit des services de l'Agence
6) Elaborer les statuts du personnel de l'Agence à approuver suivant les conditions de la législation en vigueur applicable au personnel des établissements publics
7) Approuver les conventions et les contrats de concessions établis par l'Agence

Le Directeur est nommé conformément aux lois en vigueur (actuellement recommandé par le Ministère de l'Equipement pour une nomination royale), et le Directeur sera responsable de ce qui suit :

1) exécuter les décisions du conseil administratif et, le cas échéant, celles du comité ou comités créés par le conseil,
2) gérer l'Agence et agir au nom de l'Agence,
3) accomplir ou autoriser les actions et opérations liées aux objets de l'Agence,
4) délivrer les autorisations d'utilisation du domaine public, conclure les conventions et les contrats, et notifier les concessionnaires après l'approbation du conseil administratif,
5) représenter l'Agence dans les tribunaux, agir pour défendre l'agence et en donner notification immédiate au conseil d'administration
6) assurer la préparation technique et tenir le secrétariat des réunions du conseil administratif
7) être autorisé à recevoir et à dépenser et, en tant que tel, engager des dépenses à travers des actes, contrats ou marchés, tenir les comptes des dépenses engagées, et les dépenses courantes et constantes ainsi que les recettes de l'Agence, et délivrer les ordres de paiement correspondants aux recettes de la comptabilité de l'Agence.

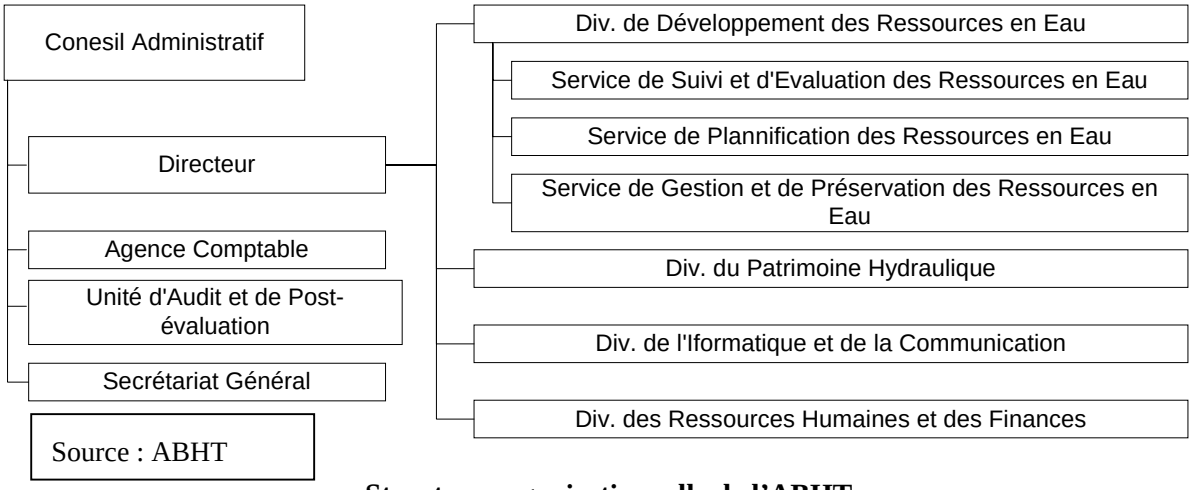
Le budget de l'Agence comprend les éléments suivants:

1) Recettes

- Recettes et profits d'exploitation ainsi que ceux de l'exploitation de ses propriétés.
- Recettes des redevances rémunérant les services aux utilisateurs,
- Recettes des redevances pour l'utilisation des eaux du domaine public
- Subvention de l'Etat,
- Dons, legs et autres revenus,
- Avances de crédits payables par l'Etat ou les établissements publics ou privés ainsi que les empreints autorisés conformément à la loi en vigueur,
- Taxes indirects établis à son profit, et
- Toute autre recette liée à son activité

2) Dépenses

- Les dépenses de fonctionnement et d'investissement de l'Agence,
- Paiement des avances, crédits et empreints, et
- Toute autre dépense liée à l'activité de l'Agence.



Structure organisationnelle de l'ABHT

La Division de Développement des Ressources en Eau est en charge de la mesure hydrologique et de la prévision des crues, même si les noms des divisions et des services ainsi que les descriptifs de fonctions ne mentionnent pas explicitement l'activité de lutte contre les crues. La dotation en personnel de l'ABHT et des divisions est présentée en ce qui suit:

Personnel de l'ABHT

Grade	Total de l'ABHT	Div. de la Gestion des Ressources en Eau	Barrages	Stations Hydrologiques
Ingénieur en chef	7	2	0	0
Ingénieur	10	3	0	0
Personnel administratif	1	1	0	0
Technicien supérieur	10	3	0	0
Technicien	22	7	3	0
Agent	63	5	13	23
Total	113	21	16	23

Source : ABHT

Actuellement, les principales activités de l'ABHT se sont concentrées sur les études sur i) la modernisation de l'administration, y compris le développement des ressources humaines, ii) le suivi et l'évaluation des ressources en eau, et iii) les études sur le domaine public (eau et cours d'eau). Dans l'élément iii), la délimitation des zones du domaine public soumises à l'administration de l'eau par l'ABHT est également incluse. Après une telle délimitation, le degré de danger des affluents, y compris ceux qui se trouvent dans la Zone de l'Etude de la JICA sera évalué dans le cadre des travaux à réaliser par l'ABHT, alors que les pentes se trouvant hors des limites du domaine hydraulique public seront évaluées par les Eau et Forêts du Ministère de l'Agriculture.

(2) Administrations relevant du Ministère de l'Intérieur

Le Ministère de l'Intérieur détient un vaste domaine de compétence comprenant des responsabilités dans l'administration intérieure telles que la supervision des collectivités locales, de la protection civile, etc.

Direction de la Protection Civile est étroitement liée aux alertes aux crues et à l'évacuation ainsi qu'aux activités de secours après les dégâts de crues. La mission de la direction comprend ce qui suit:

- organiser, mener et coordonner la réalisation des mesures de protection et de secours des gens et des biens lors des catastrophes
- assurer la protection et la sauvegarde de la population et de l'héritage national, lors de circonstances de défense civile, des ressortissants étrangers
- promouvoir la prévention des risques et lutter contre les désastres, en particulier le feu
- organiser et assurer la gestion administrative et technique des services d'urgence et de lutte contre le feu
- préparer et entreprendre toutes les actions pour la lutte anti-acridienne.

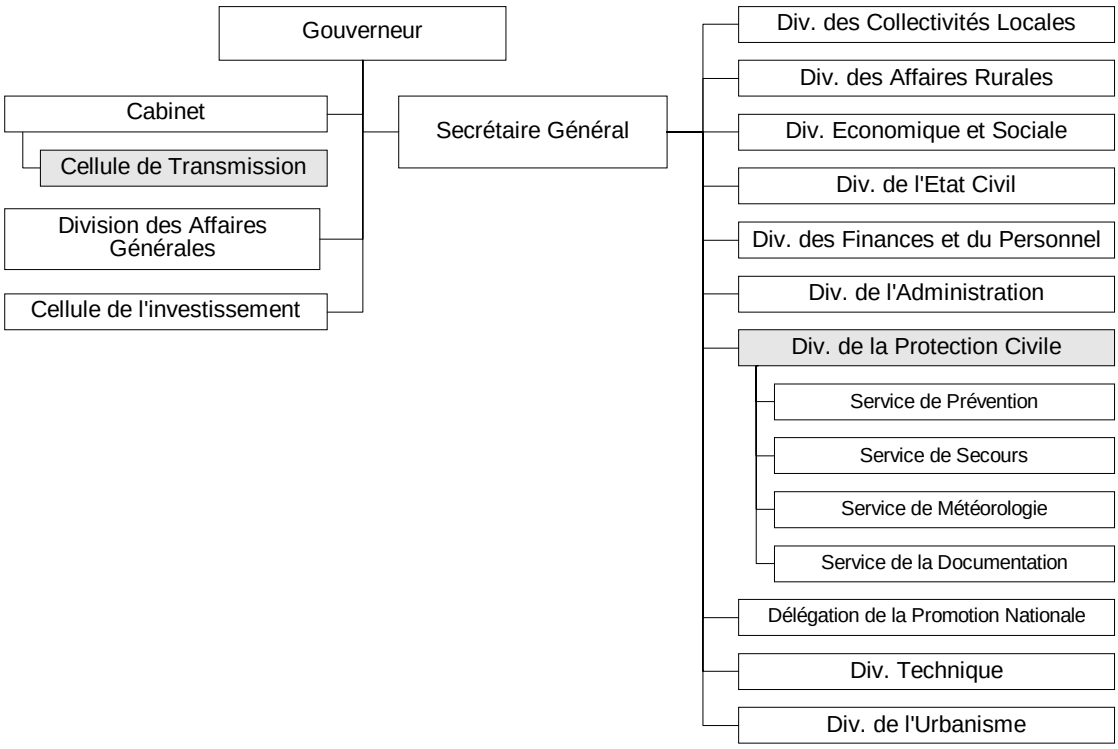
La direction englobe les divisions et services suivants :

- Division des Etudes et de la Coordination
    - Service des Etudes et des Plans de Secours
    - Service de la Coordination des Secours
    - Service de Santé
    - Service de l'Information et de la Documentation
- Division de l'Inspection des Services de Secours
    - Service de l'Inspection
    - Service de la Prévention et de la Réglementation
    - Service de la Logistique et la Maintenance
    - Service de l'Action Sociale

  * Division des Services Administratifs
    - Service des Effectifs
    - Service des Crédits et de la Comptabilité
    - Service du Matériel
- Centre National de la Lutte Anti-acridienne
    - Service de la Recherche et des Interventions
    - Service des Equipements et des Approvisionnements
    - Service de la Gestion Administrative
- L'Ecole de la Protection Civile

La Province d'Al Haouz, disposant d'environ 140 fonctionnaires, déclenche et diffuse l'alerte aux crues vers les populations après avoir reçu le message de la DPE d'Al Haouz. La mise en place du Plan ORSEC est gérée par la Division de la Protection Civile. Les moyens de

communication radio installés au niveau du Caïdat et du Poste d'Alarme sont gérés par la Cellule de Transmission du Cabinet du Gouverneur.



Organigramme de la Province d'Al Haouz

(3) Commission Préfectorale/Provinciale de l'Eau

Les commissions préfectorales/provinciales de l'eau ont été établies sur la base de la Loi sur l'Eau (Art. 101) conformément au décret No. 2-97-488 de 1998. La commission est présidée par le Gouverneur de la Préfecture/Province et siège au sein de la préfecture/province. La commission est composée des membres suivants:

- un représentant de l'autorité gouvernementale en charge de l'équipement (1)
- un représentant de l'autorité gouvernementale en charge de l'agriculture (2)
- un représentant de l'Office National de l'Eau Potable, nommé par l'autorité gouvernementale en charge de l'équipement (3)
- un représentant de l'Office National de l'Electricité, nommé par l'autorité gouvernementale en charge de l'énergie (4)
- un représentant de l'Agence du Bassin Hydraulique, nommé par l'autorité gouvernementale en charge de l'équipement (5)
- un représentant de l'O.R.M.V.A., nommé par l'autorité gouvernementale en charge de l'agriculture (6)
- le président de l'assemblée préfectorale/provinciale (7)
- le président de la chambre d'agriculture (8)

- le président de la chambre de commerce, de l'industrie et des services (9)
- trois représentants des conseils communaux nommés par l'assemblée préfectorale/provinciale (10, 11, 12)
- un représentant des communautés ethniques nommé par le Ministre de l'intérieur (13)

Le président peut inviter toute personne compétente à assister aux réunions de la Commission. Le secrétariat de la commission, assuré par le Ministère en charge de l'Equipement, est en charge de préparer les réunions et du suivi de l'exécution des recommandations. La Commission se réunit une fois chaque trois mois ou quand il s'avère nécessaire. Le Ministre d'Etat à l'Intérieur et les ministres de l'Agriculture, de l'Equipement et de l'Environnement, chacun en ce qui le concerne, sont en charge de l'exécution du présent décret.

Un comité de gestion des risques, focalisant sur la lutte contre les crues de l'Ourika est en cours de formation sous la présidence du Gouverneur et avec le secrétariat de l'ABHT. Les membres du comité seront les représentants des administrations suivantes:

- Province d'Al Haouz
- ABHT
- Protection Civile
- Gendarmerie Royale
- Forces Auxiliaires
- DPE
- Caïdat
- Communes, etc.

La Direction Générale de l'Urbanisme, de l'Architecture et de l'Aménagement du Territoire du Ministère de l'Intérieur est également concernée par la lutte contre les crues ou la réduction des dégâts de crues à travers la réglementation de l'occupation des sols conformément à la loi No. 12-90. Selon cette loi, chaque personne souhaitant bâtir une maison ou toute autre construction doit soumettre un plan de situation à la commune. Puis, une Commission d'Instruction de Dossiers lui donne l'autorisation de construction quand le projet est jugé recevable.

Actuellement, l'Agence Urbaine de Marrakech est en cours de préparation d'un plan d'occupation des sols à l'Ourika, de Setti Fatma à Tnine Ourika. Le plan comprendra la classification des zones et l'identification des zones d'interdiction de construction qui sont exposées aux crues et aux écoulements des débris. L'agence collecte l'information de l'ABHT pour les fins de la classification des zones.

2.10 Environnement

2.10.1 Stratégie Nationale

En 1995, le Ministère marocain de l'Environnement a publié le "Rapport de la Stratégie Nationale pour la Protection de l'Environnement et le Développement Soutenu", basé sur une étude effectuée par le Ministère, le PNUD et l'UNESCO. La stratégie a identifié des problèmes environnementaux sérieux que le Maroc confronte tels que l'érosion du sol, la désertification et le manque des ressources en eaux dû aux saisons de sécheresse. Ces problèmes sont aggravés par la rapide augmentation de la population et le développement économique soutenu qu'a connu le pays de 1980 à 1992.

Pour faire face à ces problèmes, la stratégie a identifié quatre priorités exigeant une action environnementale. Elles se présentent comme suit :

- Protéger les eaux
- Réduire les déchets et améliorer leur traitement et méthodes d'élimination
- Améliorer la qualité de l'air
- Protéger le sol

La stratégie a aussi déterminé les objectifs concernant la qualité de l'eau, la qualité de l'air, la gestion des déchets, l'environnement urbain, le sol et l'environnement naturel et les zones côtières.

2.10.2 Milieu environnemental actuel

Pour identifier les impacts potentiels sur l'environnement qui peuvent être générés par le Plan Directeur à proposer dans le cadre de la présente Etude, il est nécessaire de parvenir premièrement à une compréhension du milieu environnemental existant dans lequel le Plan Directeur est appelé à intervenir. On arrivera à cette compréhension par les visites aux sites et l'examen des rapports et des matériaux de référence traitant de la Zone d'Etude. Les deux activités sont encore en cours pendant la préparation du présent rapport et par conséquent, on ne peut fournire dans un premier temps qu'une description préliminaire de la Zone d'Etude. Une description plus détaillée sera comprise dans l'Examen Environnemental Initial à inclure dans un rapport avenir.

(1) Histoire et conditions socioéconomiques

Presque toute la Zone d'Etude est située dans la Province d'Al Haouz. Le mot "Haouz" désigne historiquement la région qui couvre les montagnes de l'Atlas dont Marrakech est le centre. On croit que "Haouz" vient du mot arabe "*hiyaza*" qui veut dire la possession. Cependant, ce mot provient du rôle principal que Marrakech jouait en ce qui concerne les zones de l'Atlas environnantes. Plus tard la région du Haouz désignait la zone du sud de Marrakech s'étendant sur les montagnes de l'Atlas.

Les habitants actuels de la Zone d'Etude proviennent de six tribus, qui sont toutes des membres du grand groupe tribal de "Masmouda" (réf.: LE HAOUZ DE MARRAKECH, Paul Pascon, 1983). La première fois qu'on a fait référence à la tribu de Masmouda remonte à des écrits datant de 1068.

Il est important de noter que chaque basin versant a été habité plus ou moins par une tribu spécifique. Notamment la tribu de Glaoua au R'dat, la tribu de Mesfioua au Zat et Issyl, la tribu Ourika à l'Ourika, la tribu de Rheraya à l'Oued Rheraya, les tribus de Guedmioua et Goundafa au bassin versant de N'fis. Ces tribus sont d'origine berbère et étaient originaires des régions avoisinantes. Elles ont habité dans la région de l'Atlas, qui était facilement défendable et offrait un espace pour l'activité agricole.

Les conditions socio-économiques de la Zone d'Etude, du point de vue de la population et des activités économiques, sont décrites dans la section 2.2.

(2) Conditions naturelles

L'hydrologie, les sols, la géologie et la topographie de la Zone d'Etude sont détaillés dans la section 2.1 sur la base de la collecte des données, les visites au terrain et les enquêtes. Ces conditions doivent former la base de considération de l'impact du Plan Directeur sur l'environnement.

(3) Caractéristique de l'occupation des sols

L'occupation des sols est très importante en raison de la nature de la Zone d'Etude, étant constituée principalement de plaines alluviales. Le développement désordonné des plaines alluviales mènera sûrement à l'augmentation des dégâts humains et matériels en cas de crue. Dans ce sens, le danger des crues se voit multiplié dans la Zone d'Etude.

Les habitants de la Zone d'Etude vivent principalement de l'agriculture et du tourisme. Les terrains agricoles sont presque adjacents aux oueds. L'une des caractéristiques significatives des bassins versants de l'Ourika et du Rheraya est la culture des vergers en plein cours des oueds (qui sont secs la plus part du temps). Les bergers mènent également leurs troupeaux aux oueds, partiellement pour les nourrir sur les décharges illégalement constituées.

Pour promouvoir l'industrie touristique dans la Zone d'Etude, des aménagements tels que les restaurants, les petites boutiques, les ateliers d'artisanats et des espaces de stationnements pour le transport touristique sont réalisés directement au long du cours de l'oued.

La Loi sur l'Eau (Loi No.10-95) contient des clauses relatives aux aménagements près des oueds et aussi la nécessité de préparer des plans de l'occupation des sols pour les bassins versants. Toutefois, la mise en œuvre des dispositions de ladite loi dans les bassins versants de la Zone d'Etude n'est pas encore atteinte.

(4) Conditions de la pollution de l'environnement

(a) Qualité de l'eau

La Division de Contrôle de la Qualité de l'Eau de la DHRT prélève des échantillons des eaux de surface et souterraines de la zone de Tensift au moins deux fois par an et les analyses dans ces laboratoires à Marrakech et aux laboratoires de la DGH à Casablanca.

A l’exception de la grande concentration d'ammoniaque dans l'un des deux échantillons prélevés dans l'Oued R'dat, la qualité de l'eau de tous les échantillons prélevés en février 1999 est assez bonne. L'une des raisons d'une telle qualité est l'absence de déversoirs d'eaux usées municipales dans ces oueds. Des échantillons pris de l'oued Tensift à l'Ouest de Marrakech sont de très mauvaise qualité par ce que les eaux usées municipales de la ville y sont partiellement déversées. Cependant, il y a un plan pour la construction d'aménagements de traitement des eaux usées durant l'année 2003 pour Marrakech.

La Zone d'Etude dépend pour son eau potable des oueds et des eaux souterraines. La Zone est servie par la nappe aquifère d'Al Haouz. La qualité de l'eau est classée bonne par la DGH.

(b) Gestion des déchets

Seuls 4 centres de la Zone d'Etude: Ait Ourir, Oukaimeden, My. Brahim et Tahanaout disposent de services limités de collecte des eaux usées et des déchets solides (réf. ETUDE MONOGRAPHIQUE DE LA PROVINCE D'AL HAOUZ, 1997). Cependant les services fournis dans ces centres sont de bas niveau.

Les eaux usées sont principalement recueillies séparément des eaux des orages et sont déversées soit dans le cours de l'oued soit dans les champs agricoles pour usage comme engrais organiques. Il n'existe pas de traitement des eaux usées collectées.

Les déchets solides sont déchargés dans des points de collecte d'où ils sont collectés à une cadence irrégulière. Des parties du cours de l'oued sont utilisées comme sites de

décharge des déchets de la ville de Marrakech. La situation est particulièrement grave dans la section de l'Oued Issyl juste au sud de l'Oued Tensift.

Finalement, référence doit être faite aux déchets de construction abandonnés aux sites de construction à cause des problèmes d'accessibilité dans plusieurs parties de la Zone d'Etude.

(5) Flore, faune et parcs nationaux

La Zone d'Etude se trouve dans une zone de climat quasi-humide. Cette région englobe principalement des zones de steppes en haute altitude (Atlas) entourées de forêts. Elle est divisée en zone de Forêt Sclérophylle et zone de Steppes d'Atlas (réf. "FLORE ET ECOSYSTEMES DU MAROC", Abdelmalik BENABID, 2000).

La première zone est caractérisée par la richesse des forêts réparties sur une grande superficie et par une biodiversité remarquable. Le climat est chaud et semi-aride avec des conditions plus froides en hautes altitudes. Les principales forêts sont *Quercus rotundifolia, Q. suber, Q. coccifera, Olea europea, Tetraclinis articulata, Juniperus phoenicea, Pinus halpepensis, et P. pinaster Maghrebiana*. Les espèces de la faune comprennent le macaque (dans des zones limitées), le grand corne américain, le sanglier, le chacal, le renard, le lynx, le porc-épic, la gazelle et le cerf.

La Zone d'Etude se trouve principalement dans la zone de steppes de l'Atlas. Cette zone est significative quant au petit nombre d'arbres et les vastes steppes. Le climat est semi-aride et quasi-humide atteignant des conditions de gel sérieuses. Les principales essences des steppes sont l'*Erinacea anthyliis, Astragalus boissieri, A. numidicus, Arenaria pungus et Villa mairei.* Les espèces sauvages de cette zone sont le grand corne américain, les petits mammifères, les invertébrés, etc.

La Zone d'Etude comprend le Parc de Toubkal, une réserve qui couvre des parties des bassins versants de l'Ourika, du Rheraya et du N'Fis. Ce parc a été créé en 1942 (selon la même référence que dessus) et occupe une superficie de 38 000 hectares. La plus haute montagne au Maroc, Jbel Toubkal, s'y trouve (hors de la Zone d'Etude). Les principales forêts comprennent *Quercus rotundifolia, Juniperus phoenicea, J. thurifera, Tetraclinis articulata* et la très locale *Q. faginea*. Au total, il y a environ 400 à 500 essences, quelques-unes des quelles sont en danger. La faune peuplant le parc inclue le grand corne américaine, le porc-épic et le lynx. Il y a aussi 95 espèces d'oiseaux, parmi lesquelles certaines sont très rares.

2.10.3 Législation environnementale

(1) Généralités

Dans une étude effectuée en 1992 ("PROJET DE GESTION DE L'ENVIRONNEMENT, ANNEXE 5, ETUDE DETAILLEE DU CADRE LEGISLATIF ET REGLEMENTAIRE"), une étude détaillée des lois et de la réglementation environnementale existante a été résumée. Selon cette étude, il existe plus de 360 lois, décrets et règlements relatifs à l'environnement qui date de la période entre 1913 et 1985.

Récemment, la Loi sur l'Eau (Loi No. 10-95) a été promulguée. La loi a établi les cours d'eau comme faisant partie du domaine hydraulique public et a stipulé en matière de leur protection. La Loi sur l'Eau déclare que toute expropriation au long des cours d'eau doit être effectuée conformément aux dispositions du Dahir n°1-81-254 de 1982. Ce Dahir fournit le processus légal d'expropriation pour les fins de l'intérêt public et l'évaluation de l'indemnité.

Le Gouvernement marocain, représenté par le Ministère concerné par les affaires environnementales, a essayé de passer une loi globale pour la protection de l'environnement. Cette loi fait encore l'objet de discussion au sein du gouvernement lors de la préparation de ce rapport.

(2) Loi de l'évaluation de l'impact environnemental

Même si le projet de loi de la protection de l'environnement décrit dans la section précédente contient une clause sur l'évaluation de l'impact environnemental, un projet de loi indépendant et des règlements relatifs à l'évaluation de l'impact sur l'environnement a également été préparé et est actuellement soumis aux délibérations du Parlement marocain. Il n'existe pas d'indications relatives au délai d'approbation par le Parlement.

Les principales caractéristiques du projet de la loi sur l'EIE et ses règles sont comme suit:

- Toute activité, travaux publics, structures et affaires industrielles qui peuvent avoir un impact sur l'environnement, soient-ils privés ou publics, doivent faire l'objet d'une EIE (ceux de nature militaire ou faisant l'objet de déclaration directe du régime sont exempts)
- L'EIE doit spécifiquement évaluer l'impact environnemental sur:
    - Les êtres humains, la faune et la flore
    - Le sol, l'eau, l'air, le climat et le paysage
    - Les propriétés et le patrimoine culturel
    - L'interaction parmi ces facteurs
- L'EIE doit être soumise par le demandeur des travaux objets de l'évaluation sur la base des termes de référence établis par l'autorité gouvernementale concernée.
- Une enquête publique doit être menée sur l'EIE
- Le Comité Nationale de l'EIE (à créer) examinera l'EIE dans les aspects suivants:
    - La conformité aux termes de référence de l'EIE
    - La fiabilité des données de base
    - La validité des méthodes scientifiques adoptées
    - Les impacts du projet sur l'environnement
    - Les mesures d'atténuation proposées
    - Les résultats de l'enquête publique
- Le projet de loi identifie les projets qui seront soumis à l'EIE comme présenté au Tableau 2.10.1.
- Le projet de décret exempte les projets commandés par le Gouvernement pour l'utilité publique du processus de l'EIE stipulé par ladite loi (Article 2). Cependant, ni la définition de l'utilité publique ni le processus de détermination d'une telle qualification ne sont clarifiés.

Le programme d'exécution de l'EIE sera différent selon les projets. Cependant, le projet de loi propose le programme suivant une fois les documents de l'EIE sont soumis au Comité National de l'EIE et l'autorité gouvernementale responsable de l'environnement.

Programme d'exécution de l'EIE

Elément	Période	Contenu
Soumission de l'EIE	●——▶ 3 mois	Approbation de l'EIE par le Comité National de l'EIE et l'autorité gouvernementale responsable de l'environnement
Enquête publique	●——▶ 1,5 mois	La commission d'enquête publique comprendra des représentants des autorités locales concernées, du conseil municipal, de l'autorité gouvernementale responsable de l'environnement et deux membres du Comité National de l'EIE.
Réalisation du projet		●——▶ Dans les 5 ans après approbation

(3) Administration

L'organisation institutionnelle en relation avec une telle étude peut être brièvement présentée comme suit:

(a) Le Ministère de l'Aménagement du territoire National, de l'Environnement, de l'Urbanisme et de la Population

En 1998, un nouveau gouvernement a été formé et le Ministère de l'Environnement de l'époque a été intégré dans un plus grand ministère responsable de l'aménagement du territoire, de l'environnement, de l'aménagement urbain et de la population. Au sein de ce ministère, un secrétaire d'état est chargé de l'environnement.

(b) Le service de la Qualité de l'Eau de la DRHT

La section environnementale dans cette administration est responsable du contrôle de la qualité de l'eau de surfaces et souterraine en l'échantillonnant et en l'examinant dans ces laboratoires. Des résultats de l'examen de la qualité de l'eau sont présentés dans la section qui précède.

2.11 Projets et études pertinents

2.11.1 Projets et études sur le système de télémétrie

La DGH a promu avec enthousiasme un nombre de projets et d'études pour l'automatisation de l'observation hydrologiques à travers l'introduction d'un système de télémétrie. Ils sont le « Projet d'Automatisation du Réseau du Bassin de l'Ouergha », le « Projet de l'Installation d'un Système de Télémétrie Hydrologique dans les Bassins Versant de l'Oum Rbia et de N'fis », le « Projet de la Gestion Intégrée des Ressources en Eau de Sous/Massa » et le « Projet de Système d'observation hydrologique méditerranéen ».

Il existe un système de télémétrie à proximité de la Zone d'Etude qui mérite d'être mentionné. C'est le système de régulation dynamique des Canaux de la Rocade et de N'fis par l'ORMVAH, système qui est opérationnel depuis 1990.

(1) Automatisation du réseau du bassin de l'Ouergha

Le bassin de l'Ouergha est un affluent de l'Oued Sebou. Le bassin s'étend sur 10 000 Km² et comprend la retenue du barrage d'Al Wahda (3 milliards m^3) et la plaine du Gharb, la plus large zone inondable du Royaume. Ce projet, financé par la Banque Française de Développement, vise l'automatisation de l'observation hydrologique actuelle et du système de transmission des données pour la prévision des crues et la gestion de la gigantesque retenue du barrage.

Quatorze stations ont été équipées en 1999 de capteurs automatiques pour le jaugeage des pluies et/ou du niveau d'eau. En mai 2000, un équipement automatique et sur câble de transmission de données a été installé dans 8 stations choisies et dans deux centres de contrôle, la DRH de Fès et la DGH à Rabat.

Les données mesurées par ce système sont à transmettre automatiquement à la DRH de Fès et à la DGH par radio HF ou satellite INMARSAT C. Trois seuils d'alerte ont été établis pour l'intensité des pluies et les niveaux d'eau pour chaque station. Si les précipitations ou le niveau d'eau dépasse l'un des seuils d'alerte, une alarme se déclenche depuis l'ordinateur de contrôle dans la DRH de Fès et dans la DGH. L'intervalle de temps de la transmission des données et automatiquement réduit selon la montée du niveau d'eau ou l'intensité des précipitations.

Le système est en bon état de fonctionnement à l'exception du système de transmission HF qui a connu des perturbations en raison d'un problème de logiciel selon les informations disponibles en mai 2003.

(2) Etude et assistance technique pour l'installation d'un système de télémétrie hydrologique pour les bassins versants d'Oum Er Rbia et N'fis

Le bassin versant d'Oum Er Rbia est situé à l'Est de celui de Tensift. Ce bassin versant a pour longtemps été développé comme bassin de grande importance en ressources en eau, il comprend également 8 barrages et deux autres sont programmés. Une étude de la Banque Mondiale, arrivée à terme en 2000, a proposé un système de gestion de données des ressources en eau en temps réel par TMH (télémétrie hydrologique), couvrant non seulement le bassin versant de l'Oum Rbia, mais également celui de N'fis qui fait aussi partie de la zone concernée par la présente Etude. L'objectif de ce système est d'assurer la bonne et efficace gestion des barrages lors des crues et des périodes de remplissage, ainsi que de gérer les ressources en eau et les débits des oueds et les nappes d'eau souterraine qui leurs sont liées pour une commande plus précise des lâchées des barrages et l'optimisation des allocations en eau pour les usagers.

Après l'étude, la DGH projetait de réaliser le projet du système de télémétrie grâce au prêt de la Banque Mondiale. Après l'achèvement de la réalisation du projet TMH, les données hydrologiques et climatiques de 11 stations hydrologiques, 12 stations climatiques et 12 barrages ont été supposées être transmises en temps réel à deux postes régionaux centraux, l'Agence du Bassin Hydraulique de l'Oum Er Rbia (ABHO) à Beni Mellal et l'Agence du Bassin Hydraulique du Tensift (ABHT) à Marrakech. Les données ont été prévues être transférées à un poste national central à la DGH et à la DMN également.

Cependant, selon la DGH, ils ont abandonné en 2002 le projet de la TMH en raison de son coût d'exploitation et de maintenance et ont décidé de réaliser deux projets de remplacement par le prêt de la Banque Mondiale. L'un consiste en l'établissement d'un large réseau national d'observation hydrologique par l'installation d'équipement automatique d'observation hydrologique, et l'autre est d'introduire 4 ou 5 unités mobiles pour la mesure hydrologique des bassins versants de l'Oum Er Rbia et du Tensift.

(3) Projet de Gestion Intégrée des Ressources en Eau de Sous/Massa

Le projet de gestion intégrée des ressources en eau du Sous/Massa, financé par l'US-AID, dans lequel sont impliqués le Ministère de l'Equipement, le Ministère de l'Agriculture, le Secrétariat d'Etat à l'Environnement et la Wilaya d'Agadir, est conçu pour aider les parties concernées à établir et à développer une planification et une gestion intégrée durable des ressources en eau. L'établissement d'un système de télémétrie sera également discuté dans ce projet de 16 millions de dollars. L'accord de donation à été établit en août 1999 et le projet a été lancé en janvier 2001 pour une période de 6 ans.

L'introduction d'un système de télémétrie est en cours dans le cadre d'un projet pilote du projet GIRES. Un système de transmission radio VHF est proposé pour le système de télémétrie consistant en 18 stations pluviométriques, 6 pluviométriques et des niveaux d'eau et 1 station des niveaux d'eau. Selon la DGH, l'installation de l'équipement de télémétrie est en cours entre juillet et décembre 2003.

(4) Projet MED-HYCOS (Système d'observation hydrologique méditerranéen "Mediterranean Hydrological Observation System")

Le projet MED-HYCOS vient juste de commencer à véhiculer les informations hydrologiques parmi les pays méditerranéens à partir de juillet 2000. Au Maroc, deux stations de télémétries ont été installées. Celles de Dar El Caid (Bassin de Moulouya) et Oued Laou: Koudiat Kouriren (côte méditerranéenne). Météo-sat est utilisé pour la transmission des données.

(5) Régulation dynamique du Canal de Rocade et de N'fis

Les canaux de Rocade et de N'fis étaient les principaux canaux qui acheminent l'eau potable à Marrakech et l'eau d'irrigation aux trois principales zones irriguées comme présentées dans la Fig. 2.3.1. Le Canal Rocade achemine 300 millions m^3/an à lui seul (260 millions m^3 pour l'irrigation et 40 millions m^3 pour Marrakech). Le système de régulation dynamique est un système de contrôle à distance pour les structures de vannes intégrées dans le système de télémétrie qui a été introduit dans le Canal de Rocade et de N'fis en 1990 pour assurer un meilleur fonctionnement des deux canaux. Selon un responsable de l'ORMVAH, ce système de télémétrie était le premier du genre en Afrique.

Il existe 8 UTD (Unité de Transmission à Distance) au barrage de Sidi Driss et au régulateur du Canal de Rocade et trois UTD au régulateur du Canal de N'fis. Grâce à ces UTD, des informations relatives au débit, au niveau d'eau, à l'ouverture des vannes et à l'état de l'équipement sont automatiquement collectées et transmises au Centre Général de Contrôle (CGC) par radio ou par liaison câblée. Le CGC et équipé d'un ordinateur avec un logiciel de régulation dynamique qui permet l'analyse des données, la prévision, l'envoi de commandes pour le contrôle à distance et la vérification de l'exécution des commandes. Ce cycle d'opérations de contrôle est effectué chaque 15 minutes. Les emplacements des principales structures et des liaisons radio sont présentés dans la Fig. 2.11.4.

Afin d'assurer le fonctionnement permanent et normal du système, l'ORMVAH a mis sur pied une unité comprenant deux sections d'opérateurs et trois techniciens maintenance pour les CGC. L'unité dispose d'un atelier et d'un dépôt de pièces de rechanges pour la maintenance préventive et les petites réparations. Si besoin est, des spécialistes sont convoqués de chez les installateurs en vertu de contrats de maintenance. Actuellement, 10 millions de dirhams sont dépensés annuellement pour maintenir le système en bonnes conditions, y compris les salaires du personnel. Dans l'espace d'une année, l'ORMVAH procédera au renouvellement de son ancien système informatique et logiciel qui nécessitent actuellement des coûts de maintenance très extravagants.

2.11.2 Amélioration du réseau d'observation météorologique

(1) Radar de précipitations

Cinq radars de précipitations ont été mis en service en 1996 après le désastre. Les sites des radars sont Larache, Fès, Casablanca, Khouribga et Agadir. Les stations radars peuvent couvrir la majorité du territoire national. Cependant il y a toujours des zones d'ombre, dont le Haut Atlas. L'installation d'un nouveau radar de précipitations a pour longtemps fait l'objet de discussions entre les responsables concernés de la DMN. Marrakech et Oujda (Nord-est du Maroc) sont les sites candidats. Cependant, selon une source de la DMN, la réalisation du projet rencontre des difficultés financières.

(2) Détection des éclairs et le réseau d'observation

La DMN envisage la réalisation de cette étude sur les éclairs. Les objectifs du réseau sont de prévoir les activités électriques des nuages et d'aider les prévisionnistes à prévoir les orages; le système est dénommé le système de localisation des éclairs. La réalisation du projet et prévue dans un futur proche selon un officiel de la DMN.

2.11.3 Protection contre les crues

(1) Plan national de protection contre les crues

Cette étude à l'échelle nationale, financée par la Banque Mondiale, a commencé en juillet 2000 et a fini en 2003. Les objectifs de l'étude sont:

- La définition des types de crues,
- L'élaboration des documents synthèses relatifs aux zones exposées aux risques de crues,
- L'analyse de la situation actuelle du cadre institutionnel et des propositions de son amélioration, et
- La formulation d'un plan d'action pour lutter contre les crues.

L'étude cible les principaux bassins versants du territoire du Royaume, notamment le bassin du Lokous, les côtes méditerranéennes et Tanger, les bassins de Sebou, les bassins du Moulouya et de l'Oued Kert, les bassins du Bou Regreg et de la côte Atlantique, les bassins versants d'Oum Er Rbia, le bassin de Tensift, les bassins de Ksob-Lquezoullen, les bassins de Souss-Massa, les bassins sud de l'Atlas et les bassins du Sahara.

L'étude est composée de trois missions et son achèvement est prévu en 20 mois. La mission 1 est divisée en trois sous-missions, et la missions 3 en 2 sous-missions, comme ci-dessous indiqué:

Contenu des missions

Mission	Sous-mission	Contenu
Mission 1		Caractérisation des problèmes résultants des crues et dispositions réglementaires pour contrôler les occupants de terrains situés dans les zones exposées au crues
	Sous-mission 1-1	Classification des crues
	Sous-mission 1-2	Inventaire des zones exposées au risque de crues et l'établissement des cartes des aléas
	Sous-mission 1-3	Proposition de mesures de prévention et définition des priorités relatives aux ouvrages de protection
Mission 2		Analyse du cadre institutionnel et identification des améliorations et modifications à y introduire
Mission 3		Préparation du Plan d'Action pour les zones sélectionnées
	Sous-mission 3-1	Etablissement d'un programme de réalisation, évaluation des coûts et élaboration du plan financier
	Sous-mission 3-2	Propositions relatives au système d'alerte et au curage des cours d'eau

(2) Etude relative à la protection de la RP2017

Après le désastre de 1995, la DRCR a restauré plusieurs sections endommagées dans la RP2017 liant Ourika à Setti Fadma au long de l'Oued Ourika, dépensant une enveloppe de 20 millions DH. Cependant, la route a été coupée par la crue d'octobre 1999 sur plusieurs endroits et la DRCR devait réhabiliter la route.

Dans de telles circonstances, la DRCR a décidé de mener une étude pour déterminer des solutions essentielles à la protection de la RP2017 par financement du budget de l'Etat. L'étude se compose de la mission I (reconnaissance du terrain), la Mission II (identification des problèmes de protections existantes et études hydrauliques) et de la Mission III (études de faisabilité et présentation des résultats d'étude).

Le LPEE effectuera l'étude en collaboration avec un bureau d'étude français, et SOGREA est engagé comme sous-traitant. L'étude a été lancée en l'an 2000 et en mai 2001 le rapport de la Mission I a été émis. La Mission III était supposée s'achever en août 2002, mais elle a été suspendue en raison du manque de fonds pour la réalisation d'une enquête supplémentaire de profil de l'oued.

Dans les Missions 1 et 2, la collecte des données, la reconnaissance du terrain et les analyses hydrauliques et hydrologiques ont été effectuées afin de relever les problèmes existants. Les débits de plusieurs périodes de retour ont été estimés et un jeu de 18 cartes A3 à une échelle de 1/5 000 présentant les zones inondables a également été préparé. De plus, une étude de diagnostique sur les causes de la destruction de la route a été menée pour identifier les éléments essentiels à l'établissement et à la conception des solution appropriées à proposer dans la Mission 3.

2.11.4 Plan d'action 1999-2003 dans le secteur de l'eau

Le Ministère de l'Equipement a établi un "Plan de Développement Economique et Social 1999-2003", et la DGH à émis son "Plan d'Action 1999-2003 Secteur Hydraulique". Le plan d'action quinquennal comprend de différents programmes de développement des ressources en eau telles que le programme d'approvisionnement en eau potables des zones urbaines et rurales, de l'eau de l'irrigation, de l'eau industrielle, l'hydroélectricité et de la protection contre les inondations. La modernisation des réseaux d'observation hydrologiques est l'un des principaux objectifs de ce plan d'action quinquennal.

CHAPITRE 3. ANALYSE DE BASE

3.1 Analyse géomorphologique

3.1.1 Préparation des cartes de classification géomorphologique du terrain

(1) Objectif et méthode de préparation

Les cartes de classification géomorphologique du terrain ont été établies pour les six bassins versants cibles comme première étape pour la réalisation des cartes d'aléas de crues et de sédiments. Les formes du terrain sont interprétées en utilisant les photos aériennes nouvellement réalisées dans le cadre de la présente Etude, le résultat a été transféré sur des cartes topographiques de 1/50,000 ou 1/100,000. La Fig.3.1.1 présente un échantillon pour l'oued Ourika et les cartes relatives aux autres bassins versants sont présentées dans le Volume 3, Rapport Annexe B: Morphologies des Oueds.

(2) Classifications des formes du terrain sur les cartes géomorphologiques

L'interprétation des formes du terrain a été basée sur les classifications des formes du terrain présentées au Tableau 3.1.1, lesquelles classifications sont généralement liées à un potentiel de désastre comme suit :

Relation entre les classifications des formes du terrain et le potentiel des désastres

Classifications des formes du terrain	Crues	Ecoulement de sédiments	Ecoulement de débris	Ecroulement de pente	Ecroulement de pente de grande envergure	Glissement de terrain	Eboulement
Pente aiguë				H	L		H
Lit de l'oued	H	H	H				
Plaine inondable (plaine de vallée)	H	H					
Plaine alluviale	H	H					
Cours d'eau antérieur	H	H					
Bourrelet de berge	H	H					
Terrasse exposée aux crues	H	H					
Terrasse							
Vallée basse	H						
Falaise de terrasse				H		H	H
Cône alluvial (plaine alluviale exposée aux écoulements de débris)	H	H	H				
Talus				H			H
Fronton		H	H	H			
Morphologie de glissement de terrain (pente glissante)				H	H	H	H
Défiguration de glissement de terrain					H	H	H
Surface d'érosion		L					
Moraine				H			H
Cirque				H	L		H

H: Potentiel haut, L: Potentiel bas, Blanc: Potentiel nul.

3.1.2 Préparation des cartes d'aléas de désastres

Après les cartes géomorphologiques, les cartes d'aléas de désastres ont également été préparées pour les six bassins versants afin d'identifier les zones vulnérables aux désastres tels que les écoulements de débris, les écroulements de pentes, les glissements de terrains et les inondations. La Fig 3.1.2 est un

échantillon de carte d'aléas de désastres pour le bassin versant de l'Ourika. Les cartes des autres bassins versants sont présentées dans le Volume 3, Rapport Annexe B: Morphologies des Oueds.

Le potentiel des dégâts dépend généralement de l'ampleur et la probabilité d'occurrence du phénomène naturel ainsi que de la distribution des biens à protéger. Pour les cartes d'aléas, les maisons et constructions ainsi que les routes ont été considérées comme biens importants à protéger des désastres, comme suit:

- Maisons et constructions (y compris ceux dans les Azibs)
- Routes principales (la route au long des vallées de l'Ourika et du Rheraya, la route nationale vers Ouarzazate et Taroudannt, et la route liant la vallée de l'Ourika à Oukaimden)

(1) Cours d'eau à potentiel de désastres d'écoulements des débris

Généralement, plus la pente du lit du cours d'eau et la superficie du versant sont grandes, plus le danger d'écoulements des débris est grand. Le risque d'écoulements des débris est donc estimé en se basant sur la corrélation entre la pente du cours d'eau et la superficie d'un versant en amont d'un point où un écoulement des débris est prévus (où la pente du cours d'eau est de 15 degrés ou plus). Cette méthode d'évaluation du risque utilisant la pente du cours d'eau et la superficie drainée est basée sur des paramètres japonais pour l'étude des cours d'eau torrentiels de montagne et des zones exposées aux risques d'écoulements des débris. Au Japon, la géomorphologie, la géologie et la couverture végétale du bassin sont également prises en considération dans l'évaluation des risques.

Un Total de 1 431 torrents est défini comme torrents à potentiel de désastres d'écoulements des débris à travers un examen de près des photos aériennes et des cartes topographiques. Parmi ceux-ci, 960 torrents sont classés au niveau A, le plus haut en terme de risque de désastres. Le nombre de torrents à potentiel de désastres par bassin versant est donné comme suit:

Nombre de torrents à potentiel de désastre d'écoulements de débris

Bassin versant	Superficie du bassin (km^2)	Nombre de torrents à potentiel
R'dat	1 256	285 (170)
Zat	221	147 (91)
Ourika	495	330 (267)
Rheraya	528	145 (111)
N'fis	532	488 (304)
Issyl	421	36 (17)
Total	3,453	1,431 (960)

Les chiffres entre parenthèses indiquent le nombre de torrent de catégorie A.

(2) Zones à potentiel d'écroulements de pentes

L'écroulement des couches de surface dû aux fortes précipitations peut se produire sur les pentes avec un gradient de 30 degrés ou plus. La majorité des parties de la Zone d'Etude se situent en pieds de montagnes à pentes aiguës. Les pentes des flancs de montagne, à l'exception des pentes plates ou douces comme celles aux sommets, aux terrasses, aux plaines alluviales et aux plaines inondables sont inclinées en majorité à 30 degrés ou plus. Ces pentes sont donc vulnérables aux écroulements. Il est dit que les débris parcourent une distance deux ou trois fois la hauteur de la pente d'origine. Ainsi, après la préparation des cartes de classification géomorphologique du terrain, les pentes avoisinant des sites à protéger sur une distance deux ou trois fois la hauteur de la pente elle-même et ayant un gradient de 30 degrés ou plus ont été extraites comme étant des zones à potentiel d'écroulement de pentes.

Une longueur totale de route de 164 km a été identifiée comme zone sous risque d'écroulement de pente. Le nombre de zones à potentiel de désastres par bassin versant est donné en ce qui suit:

Nombre de zones à potentiel de désastres d'écroulement de pentes

Bassin versant	Superficie du bassin (km^2)	Nombre de zones à potentiel de désastres d'écroulements de pentes	Longueur de route menacée par les écroulements de pentes (km)
R'dat	1 256	225	37
Zat	221	180	5
Ourika	495	240	36
Rheraya	528	128	14
N'fis	532	490	69
Issyl	421	17	2
Total	3 453	1 280	163

(3) Zones à potentiel de désastres de glissements de terrains

Parmi les zones classées à morphologie de glissements de terrain (pentes glissantes) dans la carte de classification géomorphologique du terrain, celles contenant des biens à protéger ont été classées comme zones à potentiel de désastre de glissements de terrains.

Un total de 226 zones ont été identifiées comme zones à potentiel de désastres de glissements de terrains. Une longueur totale de route de 18 km a été classée sous risque de glissements de terrains. Le nombre des zones à potentiel de désastres par bassin versant est comme suit:

Nombre de zones à potentiel de désastre de glissement de terrains

Bassin versant	Superficie du bassin (km^2)	Nombre de zones à potentiel de désastres de glissements de pentes	Longueur de route menacée par les glissements de terrains (km)
R'dat	1 256	61	5
Zat	221	70	0
Ourika	495	23	9
Rheraya	528	35	2
N'fis	532	30	2
Issyl	421	7	0
Total	3 453	226	18

(4) Zones inondables par les crues

Après la préparation des cartes géomorphologiques, les zones vulnérables aux inondations des crues seront déterminées en se basant sur les cartes de classification géomorphologique du terrain et la simulation hydraulique (Voir Section 3.2).

Les lits actuels des oueds ayant un gradient de 3 degrés ou moins, les plaines de crues, les terrasses basses, les plaines alluviales, les cours précédents et les bourrelets de berges sont inclus dans les zones inondables par les crues. Concernant le bassin versant de l'Issyl, dont les zones aval sont en majorité classées comme plaines alluviales, les inondations des principaux cours d'eau et affluents ont été tenues en considération, alors que les inondations causées par l'oued Rheraya n'ont pas été prises en considération même si elles peuvent affecter la rive gauche de l'Oued Issyl.

3.2 Analyse hydrologique et hydraulique

3.2.1 Disponibilité des données hydrologiques

(1) Précipitations

Quatre administrations, l'ABHT, la DMN, le MCEF, et le MI observent principalement les précipitations aux alentours de la Zone d'Etude. En outre, certaines stations pluviométriques sont gérées par d'autres administrations comme l'ORMVAH. Leurs emplacements sont présentés dans la Fig. 2.8.1.

Parmi les 48 stations pluviométriques qui existent dans et aux alentours de la Zone d'Etude, 29 stations représentatives sont sélectionnées comme présenté dans la Fig. 3.2.1 pour les fins de la présente analyse hydrologique, tenant en considération la disponibilité des données et la distribution spatiale des stations. Les stations sont présentées au Tableau 3.2.1.

Un pluviographe automatique est installé à la Station d'Aghbalou (ABHT) et à la station d'Oukaimeden (DMN) dans le bassin versant de l'Ourika, et les Stations de Marrakech (ABHT et DMN) à côté du bassin versant d'Issyl. Parmi ces stations pluviométriques automatiques, la Station d'Aghbalou (ABHT) dispose d'enregistrements continus pour plus de 20 ans, alors que ceux des autres stations ne sont pas continues et la période d'observation est plus courte.

(2) Niveau d'eau et débit

Les niveaux d'eau sont mesurés par l'ABHT dans la Zone d'Etude aux stations présentées dans la Fig. 3.2.1 et au Tableau 3.2.2. Parmi ces stations, les Stations de Sidi Rahal, de Taferiat, d'Aghbalou, de Tahanaout, d'Imin El Hammam, et d'Iguir N'kouris sont les principales. Dans ces stations principales, les mesures du débit sont effectuées une fois par mois pour l'établissement des courbes d'étalonnage pour les fins de la conversion des niveaux d'eau en débits.

Les autres stations sont des stations simples qui ont été récemment installées pour les fins de l'observation des crues après le désastre de 1995. Dans ces stations simples, les mesures des débits sont rarement effectuées mais les enquêtes des relevées des profils en travers sont menées une fois par an.

3.2.2 Caractéristiques des précipitations et du débit

(1) Altitude et précipitations

La Zone d'Etude s'étend sur des altitudes variant entre 500m à Marrakech et 4 167m au Mont Toubkal, alors que les emplacements des stations pluviométriques tendent vers de basses altitudes avec la station la plus élevée à Amenzal à 2 230m. A ce propos, la corrélation entre l'altitude et les précipitations est examinée pour estimer les précipitations en hautes altitudes.

La Fig. 3.2.2 donne la corrélation entre l'altitude et les précipitations annuelles. Une claire tendance peut être relevée. Le plus l'altitude est élevée, le plus il pleut. Cette relation sera plus utile pour analyser la variation spatiale des précipitations et pour établir la carte isohyète comme montré dans la Fig. 3.2.3. La profondeur des précipitations annuelles dans la Zone d'Etude augmente du Nord au Sud, variant de 250mm à Marrakech à 700mm dans le Haut Atlas.

(2) Les précipitations saisonnières

L'année se divise en trois saisons en termes de caractéristiques pluviométriques: un été sec et deux saisons pluvieuses (l'hiver et le printemps). L'été dure quatre mois de juin en septembre,

l'hiver d'octobre en janvier et le printemps de février en mai, comme définit par *"Aménagements Hydrauliques pour la Protection de la Vallée de l'Ourika Contre les Crues, Mission I, mars 1996, INGEMA"*.

La Fig. 3.2.4 indique la variation saisonnière des précipitations par bassin. A l'exception du Bassin versant de N'fis, la profondeur saisonnière des précipitations est enregistrée à des niveaux plus supérieurs en printemps que pendant les autres saisons. Dans le bassin versant supérieur de N'fis, y compris les Stations d'Arhbar, de Talal Nous, d'Idni, d'Ijoukak et d'Iguir N'kouris, les précipitations sont plus intéressantes en hiver. D'autre part, les précipitations printanières sont dominantes avec plus de 200mm dans les bassins versants du Rheraya, de l'Ourika et du R'dat.

En printemps, les précipitations saisonnières maximales sont enregistrées à la Station de Toufliht (bassin versant de R'dat) avec une moyenne de 411mm, suivie de celles de la Station d'Agaiouar et d'Aghbalou (bassin versant de l'Ourika) avec 311 et 310 mm, respectivement. En hiver, c'est la Station d'Arhbar en amont de l'Oued N'fis qui est en tête de liste avec un total de 344mm, suivie de la Station voisine d'Idni avec 286mm. En général, l'été est une saison sèche et la moyenne saisonnière des précipitations ne dépasse jamais vingt millimètres dans tous les bassins. L'été est la saison des orages locaux et de courte durée et non des précipitations durables et importantes. Finalement, il est à noter que les précipitations maximales estivales sont enregistrées à la Station d'Agaiouar avec une moyenne de 61,3mm, suivie de celle de la Station de Toufliht avec 52,4mm. Le minimum a été enregistré aux Stations de Lalla Takerkoust et de Marrakech avec 19,2 et 20,8mm respectivement.

(3) Corrélation intensité - durée - fréquence

L'intensité des précipitations est l'un des facteurs les plus importants des crues soudaines que connaît la Zone d'Etude. Une pluie intense cause une crue soudaine dans un très court moment. Elle sature le sol rapidement et génère des torrents de surface qui érodent les berges de l'oued.

Se basant sur les données pluviométriques recueillies à la Station d'Aghbalou, une analyse de la corrélation intensité - durée - fréquence a été effectuée pour les différentes durées de 15, 30, 60, 120, 180, 360, 720, et 1440 minutes. Les résultats sont présentés au Tableau 3.2.3 et récapitulés comme suit:

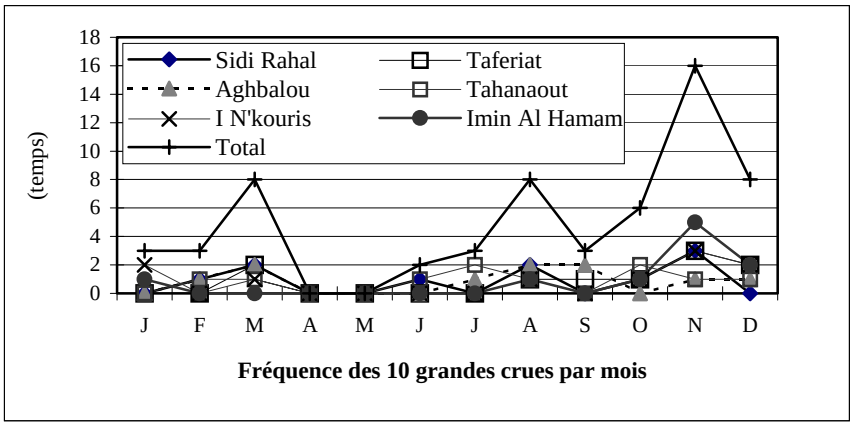
Corrélation intensité - durée - fréquence à la station d'Aghbalou

(mm)

Période de retour	Durée des pluies							
	15 min.	30 min.	60 min.	120 min.	180 min.	360 min.	720 min.	1440 min.
2 ans	6,1	9,6	15,6	23,4	26,1	32,9	37,1	47,7
5 ans	7,5	13,1	27,1	36,5	38,5	44,7	47,8	61,5
10 ans	8,2	14,6	32,2	42,5	44,1	50,0	52,6	67,8
30 ans	10,0	18,7	46,0	58,3	59,1	64,2	65,5	84,5
50 ans	10,6	20,3	51,2	64,3	64,7	69,6	70,3	90,9
100 ans	11,6	22,4	58,3	72,0	72,4	76,5	76,9	99,4

(4) Saison des crues

Dans la Zone d'Etude, la saison hibernale connaît les plus hautes fréquences de crues, suivie par l'été et le printemps. Les 10 plus grandes crues enregistrées dans les stations principales sont données au Tableau 3.2.4 et leurs fréquences sont montrées dans la figure qui suit.



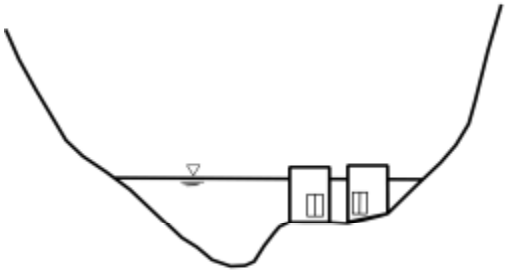
Fréquence des 10 grandes crues par mois

3.2.3 Etablissement d'un modèle de simulation de crues

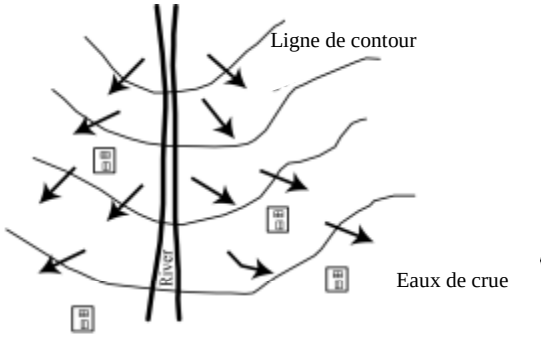
Afin d'identifier la zone inondable probable par les crues au long des bassins versants de N'fis, Rheraya, Ourika, R'dat, Zat et Issyl, et de déterminer les paramètres hydrologiques fondamentaux pour un modèle de prévision de crues, un modèle de simulation est établi pour les six oueds cibles.

(1) Sélection du logiciel

Puisque les cinq oueds autres que l'Issyl déversent dans des zones de vallée, les écoulements des eaux de crues se limitent dans les oueds et leurs bords. L'Oued Issyl déverse dans la plaine alluviale où les eaux des crues se dispersent.



Inondations de la vallée
(5 oueds sauf l'Issyl)



Inondation d'une plaine
alluviale (Oued Issyl)

La sélection du logiciel pour établir un modèle de simulation pour ces oueds doit être faite en prenant en considération les caractéristiques citées ci-dessus. Le logiciel suivant est sélectionné pour les six oueds cibles.

Logiciel sélectionné pour l'analyse des inondations

Oued	Type d'inondation	Logiciel proposé
5 oueds autres que l'Issyl	Limité dans la vallée	ISIS* (Modèle d'écoulement dynamique unidimensionnel)
Oued Issyl	Déversant dans la plaine	Modèle d'écoulement dynamique bidimensionnel

(a) ISIS

ISIS est un progiciel de HR Wallingfort. Le logiciel ISIS est propice à une large gamme d'applications environnementales et d'ingénierie hydraulique, depuis le calcul des profils de retour simples au modèle de la totalité d'un versant. ISIS est un logiciel modulaire pour la simulation des écoulements, de l'hydrologie, de la qualité de l'eau et de transport des sédiments par canaux, des plaines inondables, des estuaires et des versants. L'essentiel du logiciel est résumé ci-dessous.

Progiciel ISIS

Module disponible	Contenu du module	Usage dans l'Etude
ISIS Flow	Modelage hydrodynamique du système de canalisation ouverte et convertie.	Oui
ISIS Steady	Calcul de retour, y compris les écoulements trans-critiques	Oui
ISIS Routing	Déroutement des crues	Oui
ISIS Hydrology	Modelage des écoulements des eaux de pluies	Oui
ISIS Quality	Modelage de traitement de la qualité de l'eau	Non
ISIS Sediment	Modelage des transports de sédiments	Non
ISIS WMS	Module de cartographie (zone inondable)	Oui

(b) Modèle d'écoulement dynamique bidimensionnel

Un modèle d'écoulement dynamique bidimensionnel est adopté pour l'Oued Issyl. Ce modèle divise la plaine inondable en plusieurs cellules carrées, à chacune desquelles on donne des attribues hydrauliques comme l'élévation et la rugosité. L'équation dynamique des écoulements est résolue à deux dimensions. Le modèle hydrologique ISIS peut être utilisé pour l'évaluation des conditions limites.

(2) Elaboration du modèle de simulation des inondations des crues pour l'Ourika

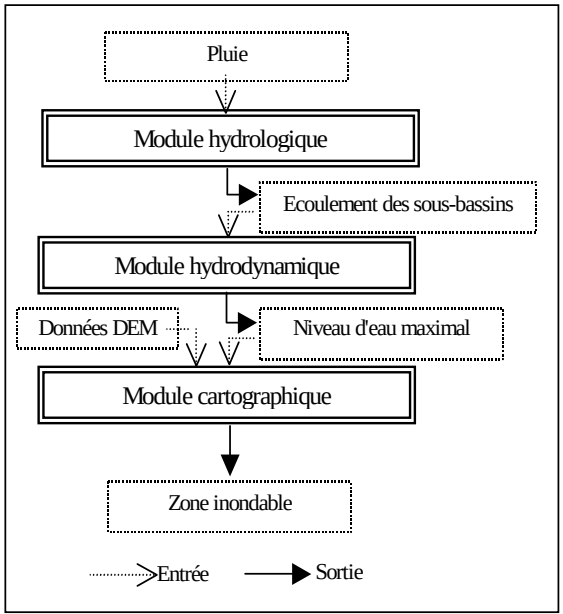
Premièrement, un modèle de simulation des crues a été élaboré pour l'Ourika, l'accumulation des données hydrologiques duquel n'est pas suffisante, mais meilleure que celles des autres bassins versants. En ce qui suit une description de l'élaboration du modèle de simulation pour l'Ourika.

(a) Structure du modèle

Le module hydrologique (le modèle d'écoulement - précipitations) basé sur la méthode USSCS calcule les déversements générés aux sous-bassins. Les déversements calculés aux sous-bassins sont entrés au module des écoulements dynamiques comme limite amont du modèle ou déversement latéral des affluents.

Pour le déroutement des crues dans les cours des oueds, le module hydrodynamique est utilisé. Le module hydrodynamique est un module dynamique des écoulements uni-dimensionnel auquel est appliquée l'Equation de Saint Venant. Les paramètres hydrauliques comme les niveaux d'eau, les vitesses et les précipitations peuvent être estimées à n'importe quel point des canaux.

Les niveaux d'eau calculés sont transférés au module WMS pour la préparation d'une carte de crue. Le module WMS est un module de cartographie qui sert à définir les zones inondables et les profondeurs en comparant les niveaux d'eau des oueds au niveau du sol.



(i) Ecoulements provenant des sous-bassins

La méthode USSCS qui constitue l'un des modèles d'analyse des précipitations inclus dans le module hydrologique ISIS a été adoptée pour l'analyse des écoulements

provenant des sous-bassins. Ce modèle USSCS est une sorte de méthode d'hydrogramme unitaire qui a été développée par le Service de Conservation du Sol des Etats Unis.

Le bassin versant de l'Ourika est divisé en six sous-bassins suivant les emplacements des principaux affluents et des conditions topographiques. La Fig. 3.2.5 présente la topologie, la végétation et la lithologie du bassin versant de l'Ourika. Les limites des sous-bassins et le diagramme schématique du modèle de simulation du bassin versant de l'Ourika sont présentés dans la Fig. 3.2.6 et 3.2.7.

Pour déterminer un hydrogramme unitaire pour chacun des sous-bassins, la méthode USSCS est associée au coefficient du sol de bassin indexant la valeur CN, le temps de concentration, le décalage temporel et la superficie du versant.

(ii) Déroutement des crues

Le déroutement des crues est effectué sur 25km de Setti Fadma jusqu'au pont de Tnine (environ 8km en amont de la Station d'Aghbalou). Les cinquante profils en travers à un intervalle de 500m qui ont été récemment effectués sont utilisés dans la présente Etude pour les fins de la simulation hydraulique.

(b) Calibrage du modèle

(i) Crue cible

La crue du 28 octobre 1999, pour laquelle le plus grand nombre de relevés hydrologiques est disponible par rapport aux principales crues antérieures, a été utilisée comme crue cible pour le calibrage du modèle. Dans le sens le plus strict, les données hydrologiques, et plus particulièrement les données relatives à l'intensité des précipitations, sont encore insuffisantes pour le calibrage du modèle. Toutefois, à travers un examen minutieux des paramètres du modèle et de la distribution des précipitations dans l'espace et dans le temps, la reproduction de la crue de 1999 a été effectuée comme discuté en ce qui suit:

(ii) Résultat du calibrage

Quelques épreuves ont été nécessaires avant q'une précision acceptable ait été obtenue en ajustant les paramètres du modèle et la distribution des précipitations. Le Tableau ci-dessous présente l'USSCS final que de tels paramètres ont obtenu du calibrage.

Paramètres de la Méthode USSCS

N° du sous-bassin	Superficie du bassin (km^2)	CN[*1]			Temps de Concentration[*2] (heure)	Temps d'intervalle (heure)
		CN I	CN II	CN III		
1	154,1	46	66	83	2,16	1,29
2	69,2	46	66	83	1,05	0,63
3	42,9	40	60	78	0,33	0,20
4	98,4	40	60	78	0,85	0,51
5	25,6	35	58	77	1,06	0,64
6	104,8	46	66	83	1,90	1,14

* Valeur CN décidée sur la base du tableau de la norme USSCS.

* Le temps de concentration est estimé par la méthode de Kirpich.

Les coefficients de rugosité de Manning pour la section de l'oued sont également déterminés entre 0,045 et 0,055, pour que les niveaux d'eau calculés puissent coïncider avec le niveau maximal observé aux Stations d'Aghbalou et de Tazzitount.

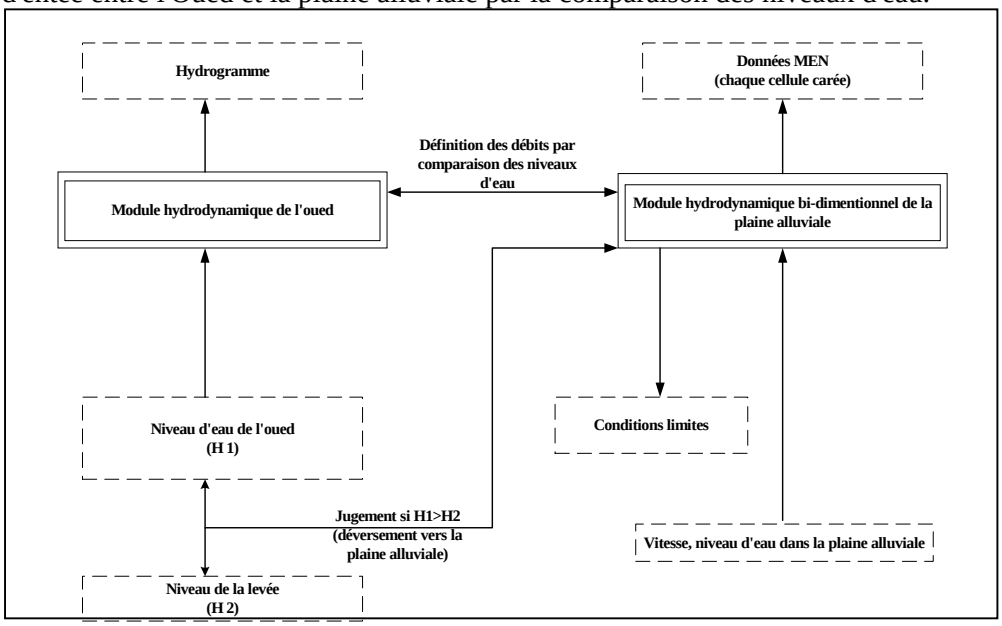
Les hydrogrammes de débit simulés aux stations d'Aghbalou et de Tiourdiou sont présentés dans la Fig. 3.2.8. Le résultat de la reproduction est généralement assez bon même si quelques différences entre les estimés et les observés se présentent dans la phase de récession d'Aghbalou et la phase de monté à Tiourdiou. En guise de conclusion, le modèle de simulation est acceptable et applicable à l'Ourika. La carte de la crue de 1999 est présentée dans le Rapport Annexe.

(3) Elaboration du modèle de simulation des inondations des crues pour l'Issyl

En comparaison aux autres bassins, l'accumulation des données hydrologiques dans le bassin versant de l'Issyl est totalement inexistante puisque aucune station n'y a été installée. Ainsi, les conditions limites sont données sur une base d'hypothèses prenant en considération les études antérieures réalisées dans ce bassin. La description suivante explique le modèle de simulation pour le bassin versant de l'Issyl.

(a) Structure du modèle

Le modèle est principalement divisé en deux parties. La première concerne le Modèle Hydrodynamique de l'Oued qui est un modèle dynamique uni-dimensionnel d'écoulement pour le calcul des niveaux d'eau de l'Oued. La deuxième est un Module Hydrodynamique de la Plaine Alluviale qui consiste en un modèle dynamique bi-dimensionnel d'écoulement. Le module de la plaine alluviale commence à calculer les paramètres hydrauliques tels que les niveaux d'eau, la vitesse et les débits d'entrée et de sortie dans chaque cellule carrée après que les niveaux d'eau dans l'Oued dépassent les niveaux de la levée alluviale. Ces deux modules sont reliés par un acheminement des débits de sortie et d'entée entre l'Oued et la plaine alluviale par la comparaison des niveaux d'eau.



(i) Déroutement de crues dans le canal de l'oued

Le déroutement de crues dans l'Oued Issyl a été effectué sur un tronçon de 40km depuis le Canal de Rocade en aval du Pont Mémorial. Quarante (40) profils en travers à un intervalle de 500m, tels qu'ils sont réalisés dans le cadre de l'Etude, sont utilisés pour la simulation hydraulique de l'Oued Issyl.

Les hydrogrammes dérivés du modèle (se référer au rapport intitulé *"Etude de Gestion des Retenues et de Protection des Berges, Mission I"*) sont présentés dans la

limite supérieure du modèle de l'Oued.

(ii) Ecoulement dynamique bi-dimensionnel pour la plaine alluviale

Le diagramme schématique du modèle de simulation du bassin versant de l'Issyl est présenté en Fig.3.2.9. Dans ce modèle, la plaine alluviale est divisée en 3 621 cellules carrées avec des côtes de 250m. Le coefficient de rugosité, le niveau du sol, le petit canal et les berges sont donnés dans la cellule.

(iii) Afflux aux ponts

Il existe des ponts qui obstruent considérablement le flux de l'Oued Issyl. Dans la présente analyse, l'afflux aux ponts a été calculé en utilisant la méthode développée par Wallingford, société de recherche en hydraulique. Cette méthode spécifique aux ponts en arc a été développée à partir de testes menés au laboratoire et vérifiée avec des données de ponts prototypes du Royaume Uni.

(b) Résultat de simulation

Dans le sens le plus strict, le cumul des données hydrologiques n'est aucunement suffisant pour le calibrage du modèle. Dans ce bassin, les débits et les précipitations n'ont pas été observés. Le débit de pointe de 90m3/s qui a été calculé par la méthode simple à Marrakech pour la crue de 1997 est le seul disponible. Ainsi, la simulation est effectuée sur la base de l'hydrogramme du modèle essayant un débit de pointe de 90m3/s. Le résultat de la simulation est présenté dans la Fig. 3.2.10. Dans cette simulation, le coefficient de rugosité de chaque cellule est composé pour chaque type d'occupation des sols, à savoir, les zones agricoles (0,060), les routes (0,047), et autres (0,050). Le coefficient de rugosité de Manning du canal de l'Oued est de 0,040.

(4) Elaboration du modèle de simulation des inondations des crues des autres Oueds

Il est difficile de construire un modèle hydrodynamique sans en sortir avec de nombreuses divergences entre les données calculées et les données réelles, à cause du fait que les pluies n'ont jamais été observées dans les bassins versant de N'fis, Ouirgane, Rheraya, Zat et R'dat. Pour ces 5 derniers oueds, le modèle a été réalisé en utilisant le module ISIS Flow. Ce module a effectué des calcules de l'écoulement non uniforme avec la distribution des débits (sans séries de données relatives au temps) et a calculé les niveaux d'eau dans n'importe quel point. Le coefficient de rugosité de Manning avait la même valeur (0,045-0,055) que celle de l'Oued Ourika.

3.2.4 Préparation des cartes de crues

Une carte de crue a été établie pour chaque probabilité de débit dans le cadre de la présente Etude. Concernant les cartes de crues des six bassins versants (à l'exclusion de l'Issyl), le résultat de l'écoulement non-uniforme a été utilisé parce que les données stockées sont insuffisantes pour l'usage de la méthode hydrodynamique nécessitant les séries de temps par probabilité de débit. L'usage de l'écoulement non-uniforme est préférable à celui de la méthode hydrodynamique même avec les multiples différences qui surgissent quand plusieurs des conditions préalablement requises ne sont que supposées. Pour le bassin versant de l'Issyl, la méthode dynamique bidimensionnelle peut être utilisée après décision par l'ABHT des informations relatives aux conditions limites, telles que les caractéristiques de l'hydrogramme.

(1) Zone cible de l'analyse des inondations de crues

La zone cible a été choisie en fonction de la superficie inondée et endommagée par les crues antérieures, ainsi que de l'emplacement des infrastructures (principalement les routes qui

longent l'oued) et des maisons. La cible est la même que celle adoptée pour l'enquête de reconnaissance des oueds telle qu'elle est présentée en Fig. 3.2.11.

(2) Préparation du MNA

Le MNA (Modèle Numérique d'Altitude) est essentiel pour la simulation des crues. Dans la présente Etude, le MNA de la zone cible a été préparé sous forme de point d'altitude sur tous les 5m². Ces points d'altitude ont été numérisés lors de la préparation des cartes ortho-photos avec les contours. La zone d'inondation de la crue peut être analysée par la comparaison des niveaux d'eau avec l'altitude de l'emplacement.

(3) Condition préalablement requise

(a) N’fis, Rheraya, Ourika, R’dat et Zat River

(i) Canal de l'oued

Les profils en travers réalisés à un intervalle d'environ 500m lors de l'enquête topographique de la présente Etude ont été utilisés. Ils ont été réalisés en prenant en considération les sections-goulots.

(ii) Distribution des débits et coefficient de rugosité de Manning

Généralement, le débit de l'oued augmente vers le bas dans les zones montagneuses par la collecte de débit supplémentaires des affluents. La distribution du débit de l'oued pour chaque probabilité, comme résumée au Tableau 3.2.6, a été déterminée sur la base des données de débits observés dans les principales stations et des débits spécifiques estimés à partir de la Courbe de Creager.

(iii) Profondeur de l'eau au point de commencement du calcul

La section de l'oued dans laquelle commence le calcul est supposée présenter la profondeur critique de l'eau du point de vue hydraulique, prenant en considération les pentes aiguës du lit de l'oued dans cette section. Les niveaux d'eau correspondant à plusieurs débits dans ce point ont été déterminés par formule hydraulique.

(b) Oued Issyl

(i) Hydrogrammes des contours

Des hydrogrammes ont été fournis pour chaque probabilité en tenant compte des hydrogrammes déterminés par le rapport de la DRHT intitulé *"Etude de Gestion des Retenues et de protection des Berges, Mission I"*. L'hydrogramme est présenté dans la Fig. 3.2.12.

(ii) Ponts

Il y a trois ponts en arc en aval de Sidi Youssef Ben Ali qui obstruent l'écoulement de l'Oued Issyl. De plus, le pont d'intersection de la RN9 et l'Oued Issyl réduit considérablement la capacité d'écoulement de l'Oued. Ces ponts sont présentés en Fig. 3.2.13.

(4) Cartes de crues

(a) Oued N'fis

La Fig. 3.2.14 (1) présente la zone inondable par les crues d'une période de retour de 100 ans. La hauteur relative de la route 203 et des maisons est telle qu'elles sont à peine touchées par les crues de l'Oued N'fis. Selon la Fig. 3.2.14(2), les zones exposées aux inondations dans le bassin aval du N'fis par les crues d'une période de retour de 100 ans sont celles des villages d'Ijoukak et Talat-n-Yaquob. Ces villages sont inondés en partie lors des crues centennales, mais pas par celles d'une période de retour de moins de 50 ans en ce qui concerne Talat-n-Yaquob.

Dans l'Oued Ouirgane, affluent du N'fis, l'intersection de la route 203 et l'Oued au pont en arc est inondé par les crues de 50 et 100 ans. Il est possible que des maisons soient inondées par les crues centennales.

(c) Oued Rheraya

La zone inondable par les crues centennales dans le bassin du Rheraya est présentée dans la Fig. 3.2.15. Plus particulièrement, la route 203 entre Moulay Brahim et le village d'Asni, et la route 2015 près de l'aval du village d'Imlil sont remarquablement exposées aux inondations. La différence en hauteur entre la route 203 et le lit de l'Oued varie par endroits entre 1 et 1,5 m dans cette zone. Des parties de la route 2015 sont trop près du lit de l'Oued.

La Fig. 3.2.16 présente la carte de crues des environs des villages de Moulay Brahim, Asni et Imlil. Elle montre ce qui suit: La route 203 en aval du village d'Asni et près de Moulay Brahim est inondée par les crues ayant une période de retour de 10 ans, mais le village d'Asni n'est inondé qu'en partie par les crues centennales même s'il est situé près du lit de l'oued. Le village d'Imlil risque d'être inondé par les crues ayant une période de retour de 10 ans. La route 2017, qui est située trop près du lit de l'oued près de l'aval du village d'Imlil, est inondée par les crues d'une période de retour de 5 ans et un tronçon de 700m est inondé par les crues centennales.

(d) Oued Ourika

La route 2017 au long de l'Ourika est submergée sur environ 6km lors des crues centennales (Voir Fig. 3.2.17). La Fig. 3.2.18 (1/5-6/5) présente la carte de crues près du pont de Tnine, en aval du village d'Aghbalou, près d'Iraghf (en amont et en aval), et près du village de Tazzitount, respectivement.

La Fig. 3.2.18 (1/5) présente la carte de crues près du village de Tiguemmi-n-Oumzil. Cette figure montre que le village, qui se situe à proximité de la rive droite du pont de Tnine, est inondé en partie par les crues d'une période de retour de 5 à 10 ans et risque d'être inondé en totalité par les crues d'une période de retour dépassant les 20 ans. Par contre, le village situé sur la rive gauche n'est que partiellement inondé par les crues centennales.

La Fig. 3.2.18 (2/5) présente la carte de crues en amont du village d'Aghbalou. Dans cette zone, environ 1 km de la route 2017 est submergé par les crues centennales; elle est également exposée aux inondations des crues ayant une période de retour de 5 ans.

La Fig. 3.2.18 (3/5) présente la carte de crues en aval du village d'Iraghf. Cette figure montre que la route 2017 adjacente est inondée par les crues d'une période de retour de 10 et de 20 ans. La Fig. 3.2.18 (4/5), qui présente la carte de crues près de l'amont du village d'Iraghf, montre que les crues de 5 ans submergent une partie de la route 2017, et la zone dans laquelle les estivants se rassemblent pour camper, se baigner et prendre des repas est inondée par les crues ayant une période de retour de 2 ans.

La Fig. 3.2.18 (5/5) est la carte de crues de la zone à proximité du village de Setti Fadma.

Dans cette zone, la route 2017 et les maisons sont submergées en partie par les crues d'une période de retour de 2 ans.

D'autre part, le bureau d'études local INGEMA, avait élaboré des cartes de crues de période de retour de 10, 20, 50 et 100 ans dans le rapport intitulé *"Aménagements Hydrauliques pour la Protection de la Vallée de l'Ourika contre les Crues, Mission I, Etude Hydraulique, Annexe G, novembre 1996, INGEMA"*. Ces cartes de crues d'INGEMA sont presque identiques à celles élaborées dans le cadre de la présente Etude.

(e) Oued Zat

Dans le bassin versant du Zat, la hauteur relative de la route et du village par rapport au lit de l'oued est assez élevée au point qu'il est difficile de les voir submergés par une crue centennale. Ainsi, même les crues centennales ne submergent qu'un tronçon de 100 m de la route secondaire qui longe l'Oued (Voir Fig. 3.2.19). Cependant, il y a une très vaste zone agricole au long de l'oued qui souffre des inondations des crues ayant une période de retour de 2 ans.

(f) Oued R'dat

La Fig. 3.2.20 présente le tronçon de la route N9 submergé par les crues centennales. Quelque deux (2) km de la route sont submergés. La carte de crues montre que des maisons sont également inondées par les crues centennales; cependant, seulement quelques maisons sont inondées à l'exception de la jonction de l'affluent Tazilida du fait qu'elles sont en majorité situées à plus de 4m du lit de l'oued (la profondeur de ce oued lors des crues centennales est d'une moyenne de 3,0 m). Les maisons du village situées près de la jonction de l'affluent Tazilida sont inondées par les crues d'une période de retour dépassant les 20 ans (voir Fig. 3.2.21).

(g) Oued Issyl

La carte des crues centennales du bassin versant de l'Issyl est présentée dans la Fig. 3.2.22. La carte montre les différentes caractéristiques des crues entre la rive droite et la rive gauche de l'Issyl dues aux conditions topographiques. Sur la rive droite, les crues se diffusent largement dans de basses profondeurs vu le caractère plat de la plaine alluviale, alors qu'elles coulent à travers le thalweg qui longe étroitement l'oued sur sa rive gauche. Par conséquent, les inondations de la rive gauche sont de plus grande profondeur que celles de la rive droite. La profondeur maximale des crues approche les 2,0m près du pont d'intersection de la route N9 et l'Oued Issyl à Sidi Youssef Ben Ali.

3.2.5 Autres études hydrauliques utilisant des modèles calibrés

Quelques études ont également été réalisées par l'utilisation de modèles de simulation élaborés pour les oueds de la Zone d'Etude.

(1) Examen de la Méthode Muskingum

La Méthode Muskingum est une méthode de déroutement des crues célèbre à l'échelle mondiale qui peut facilement être appliquée. La méthode est aussi très connue au Maroc du fait qu'elle a été appliquée pour élaborer le modèle déterministe simple de prévision des crues par le bureau d'étude local INGEMA (Voir section 4.2.2). A cet égard, un examen a été effectué pour confirmer si la méthode Muskingum est applicable ou non comme modèle de déroutement des crues au lieu d'un modèle hydrodynamique.

La Fig. 3.2.23 compare deux hydrogrammes de débits de la crue de 1999 qui ont été obtenus du modèle hydrodynamique et de la Méthode Muskingum. Une très bonne concordance est

remarquée entre eux. Par conséquent, on peut dire que la Méthode Muskingum est assez bonne pour application à l'Ourika. Ce résultat peut permettre l'application de la Méthode Muskingum au modèle de prévision des crues comme déjà discuté dans la section 6.2.2. Les paramètres calibrés se présentent comme suit:

Paramètres de la méthode de Muskingum

Section	K (heure)	X
Setti Fadma – Amlouggui	0,29	0,25
Amlouggui – Tighazrit	0,65	0,25
Tighazrit – Aghbalou	0,65	0,25

(2) Estimation de la vitesse de propagation des crues

La vitesse de propagation des crues est l'un des facteurs les plus importants pour la planification d'un réseau de station d'observation des crues. Dans ce sens, le temps de parcours des écoulements des eaux de crues a été étudié pour l'Ourika à travers une simulation hydraulique et une enquête relative à la crue de 1995. Par conséquent, la vitesse de propagation des crues est estimée à 4 m/s selon les résultats des deux méthodes comme discuté ci-dessous:

(a) Temps de parcours par simulation hydraulique

Le temps de parcours de l'écoulement de Setti Fadma à la station d'Aghbalou (la distance est de 16km environ) est estimé à environ 1,2 heures en utilisant le modèle d'écoulement dynamique calibré avec les données observées pendant la crue de 1999 comme présenté dans la Fig. 3.2.24. Le temps de parcours correspond à une vitesse de 3,8m/s.

(b) Enquête sur le temps de la pointe de crue

D'autre part, le résultat de l'enquête menée auprès des habitants locaux à propos du temps de pointe de la crue dans de différents emplacements révèle que la crue a duré 1,7 heure environ pour se propager sur 24km de Anfli vers Aghbalou. Le temps de parcours correspond à une vitesse de 4,0 m/s.

(2) Estimation de la capacité d'écoulement

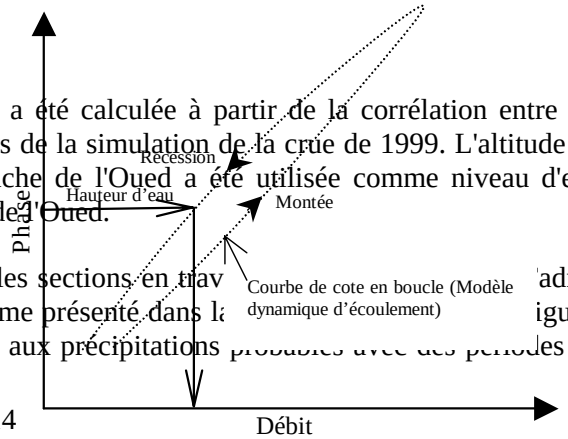
La capacité d'écoulement des principaux oueds de la Zone d'Etude (Ourika, N'fis, Rheraya, R'dat, Zat et Issyl) a été estimée dans cette section. L'altitude de la route a été adoptée comme niveau maximal des niveaux d'eau pour calculer la capacité de l'oued. Ce scénario paraît raisonnable car plusieurs restaurants et boutiques se situent au long de la route et les gens évacuent probablement vers la route lors d'une crue.

Malheureusement, les estimations se sont limitées aux seules zones dont on dispose de profils en travers. Pour savoir les conditions dans lesquelles les inondations affectent toute la zone qui longe l'Oued, la carte de crues mentionnée en 3.2.4 devra servir de référence.

(a) Oued Ourika

La capacité d'écoulement de l'Ourika a été calculée à partir de la corrélation entre les niveaux d'eau et les débits obtenus lors de la simulation de la crue de 1999. L'altitude de la route P2017 qui longe la rive gauche de l'Oued a été utilisée comme niveau d'eau maximal pour le calcul de la capacité de l'Oued.

Les capacités d'écoulement de toutes les sections en trav adma et le pont de Tnine sont estimées comme présenté dans la igure, les capacités estimées sont comparées aux précipitations probables avec des périodes de



Estimation de la capacité d'écoulement

retours de 10 et 20 ans qui ont été approximativement estimées en se basant sur les relevées des débits à la Station d'Aghbalou.

La capacité d'écoulement au pont de Tnine est de 650m^3/s, se situant entre les débits de 10 et 15 ans. Cette section est un point critique qui est réduit par l'expansion du village de Tiguemmi-n-Oumzil sur les deux rives. Entre le pont de Tnine et la Station d'Aghbalou, l'altitude de la route est très élevée et les capacités des écoulements dépassent les débits de 100 ans. Cependant, de vastes zones agricoles qui se répandent sur les lits des Oueds sont exposées aux crues d'un débit de 20 ans ou plus. En effet, cette zone a été endommagée lors de la crue de 1999 qui avait un débit de pointe de 760m^3/s à la Station d'Aghbalou (correspondant au débit de 20 ans).

En amont de la Station d'Aghbalou, la capacité d'écoulement est inférieure au débit de 20 ans dans certaines sections. Parmi elles, la capacité d'écoulement à Iraghf n'est que de 160m^3/s, correspondant à un débit de 3 ans. En extrémité amont, la route se situe dans l'oued, et la capacité est presque nulle.

(b) Autres Oueds

La capacité des autres oueds a été calculée à partir de la corrélation entre les niveaux d'eau et plusieurs débits obtenus de la simulation d'écoulement non-uniforme. La capacité d'écoulement est comme suit:

(i) Oued Rheraya

L'alt1itude de la route P2017 au long de la rive gauche de l'Oued Rheraya a été utilisée comme niveau d'eau maximal pour le calcul de la capacité d'écoulement. La capacité d'écoulement de toutes les sections de l'Oued est présentée en Fig. 3.2.25(2). Cette figure montre la zone des environs de l'aval d'Imlil, les environs de l'aval du village d'Asni et l'amont de la station de Tahanaout. La capacité d'écoulement minimale aux environs de l'aval d'Imlil, où la route est située trop près du lit de l'oued, est de 28,5m^3/s, ce qui veut dire un débit de crues ayant une période de retour de 2 à 5 ans. A proximité de l'aval d'Asni, le débit minimal est de 300m^3/s, c'est à dire un débit de crues de période de retour entre 20 et 50 ans. La section de la station de Tahanaout n'a qu'une capacité de 240m^3/s qui correspond à un débit de crues de 20 ans.

(ii) N'fis, R'dat et Zat

La route qui longe ces oueds est relativement haute et ne souffre de presque aucune inondation à l'exception de quelques points lors des crues centennales. Les conditions des crues dans des zones pareilles doivent être vérifiées sur la carte de crues.

(iii) Issyl River

La rive de l'Oued Issyl a été adoptée comme niveau d'eau maximale pour le calcul de la capacité. La capacité d'écoulement dans chaque section de l'Oued est présentée en Fig. 3.2.25(2). Il existe deux goulots dans l'Oued Issyl. Le premier est dans les environs de la jonction avec l'affluent Tassoltante qui a un profil très serré (la capacité d'écoulement est de 45,8m^3/s) comparé aux sections aval et amont (la capacité d'écoulement dépasse les 200m^3/s). L'autre point est le pont d'intersection avec la route N9 dont la capacité d'écoulement est de 75,4m^3/s (inférieure au débit de crues de 10 ans). En plus de ces deux points, il y a aussi le pont en arc dont la capacité d'écoulement réduite est inférieure au débit de crues de 10 ans à Marrakech.

3.3 Analyse sociale

3.3.1 Méthodologie de l'enquête

L'étude sociale a été menée en mai et juin 2000 au moyen de questionnaires et d'entretiens directs avec les gens des douars sélectionnés qui ont été endommagés par des crues ou qui sont exposés à des attaques par des désastres naturels. Des discussions avec le personnel correspondant de la DRHT et avec les autorités locales concernées ont été également menées dans le but d'atteindre les objectifs de l'Etude. En pratique, les questionnaires et les entretiens ont commencé en collaboration avec le personnel de la DRHT à Marrakech le 5 mai 2000 et ils ont été achevés le 20 juin 2000.

L'approche de l'enquête a été soigneusement considérée, particulièrement pour déterminer le nombre d'échantillons et la sélection des douars pertinents. Ceux-ci sont les facteurs fondamentaux pour réaliser un travail efficace dans une période limitée pour une vaste Zone d'Etude. Plus de détailles sont présentés en ce qui suit:

(1) Identification des douars endommagés par les inondations

Le nombre de douars endommagés par les crues et leurs emplacements doivent être identifiés avant le lancement de l'enquête. En effet, ce travail serait presque irréalisable sans la coopération de la Province d'Al Haouz. Par conséquent, une lettre a été envoyée à la Province par les soins de la DRHT demandant une liste des douars endommagés par les crues et des douars qui sont exposés à de pareils dégâts. En restant en contacte étroit avec la Province, les informations arrivaient par fax des autorités locales adressées au Gouverneur. L'information principale a été obtenue de cette manière grâce à l'action relativement rapide des autorités locales, confirmant l'existence de 250 douars endommagés par les crues et 152 qui sont exposés dans la totalité de la Province d'Al Haouz (voir Tableau 3.3.1). En général, les crues n'ont causé aucune grande perte en vie humaine parmi les locaux, mais elles ont endommagé leurs terres et leur infrastructure rurale. Reste que l'ampleur des dégâts n'était pas assez claire.

(2) Sélection des douars objets de l'enquête

Etant donné qu'il y a un grand nombre de villages dans la liste des douars endommagés par les crues comme ci-dessus mentionné, un nombre convenable doit être sélectionné pour les fins des entretiens et des questionnaires de l'enquête. Il est à noter que les douars du cercle d'Amizmiz peuvent être exclus de l'enquête parce qu'ils sont localisés à l'extérieur des limites des bassins objet de l'Etude. A juger des contraintes de temps et de l'accessibilité aux douars, le nombre cible des échantillons était de 500, qui doit être considéré comme nombre requis pour assurer la fiabilité statistique.

Basé sur les discussions avec les autorités locales et sur le document titré "*Identification des Zones Inondables dans la Province d'Al Haouz*" préparé en 1996 par la Province d'Al Haouz, 34 douars ont été sélectionnés pour l'enquête. Ce nombre est déterminé d'une telle façon à ce qu'on ait besoin de toute une journée pour l'enquête à chaque douar et pour qu'on puisse collecter 15 échantillons en moyenne quotidienne. Comme l'équipe de l'enquête est composée de cinq enquêteurs, la capacité quotidienne de performance est limitée, et d'après l'expérience acquise dans l'enquête préliminaire, 15 échantillons serraient optimales et raisonnables sur une base journalière.

En sélectionnant les douars susmentionnés, les conditions suivantes ont été prises en considération et ont été l'objet d'accord entre l'équipe de l'enquête et les autorités locales concernées:

- Etre sérieusement endommagé par le désastre de 1995 et /ou de 1999,
- Etre frappé par le désastre causé par la crue et non pas par l'écoulement des débris,

- Fournir une accessibilité relativement facile au site, et
- Etre typique et représentatif de la communauté de la zone du point de vue culturel et socioéconomique.

La liste des douars sélectionnés en tant que tels est donnée dans le Tableau 3.3.2 et leurs emplacements respectifs sont présentés dans la Fig.3.3.1.

(3) Principales composantes de l'enquête

Le formulaire des questions pour les entretiens et les questionnaires est provisoirement préparé en attendant la collecte des informations concernant les caractéristiques sociales ainsi que la conscience publique des désastres naturels. A ce propos, les années des crues en question ont été limitées à 1995 et 1999 pour la commodité de l'enquête, vu que ces deux ans sont réputés pour les coups dures qu'ils ont donné aux locaux dont ils se souviennent encore. Le formulaire de l'entretien est quelque peu différent de celui du questionnaire et il est principalement composé de quatre sections, à savoir (1) informations générales sur la famille ou sur le village, (2) propriété de terre, (3) situation socio-économique, et (4) informations relatives aux crues. Des espaces sont laissés en particulier dans la dernière section pour les descriptions détaillées.

Pour les entretiens, trois échantillons doivent être collectés de chaque douar: le chef de village (Moqadem) et deux habitants. Il est prévu de collecter les informations détaillées sur les désastres de 1995 et 1999. En plus, la situation de l'infrastructure rurale et de l'ampleur des dégâts des crues peuvent être éclaircies au niveau de la petite unité communautaire grâce à l'entretien avec le chef du village.

Pour le questionnaire, douze échantillons sont exigés des habitants sélectionnés au hasard dans chaque douar. Des réponses facultatives sont prévues par le formulaire, alors il paraît que les questions sont plus simples et plus claires si elles sont comparées à celles de l'entretien. Le questionnaire contient également quatre principaux sujets. Ils concernent (1) l'économie des ménages, (2) les détails de la réaction aux désastres de 1995 et 1999, (3) l'expérience des dégâts et leur ampleur, et (4) la perception des désastres naturels. Tenant compte des considérations ci-dessus, l'enquête préliminaire a été menée dans trois différents douars avec une allure d'un douar par jour. Les enquêteurs devraient avoir une idée sur la façon de questionner. Pendant les trois jours de l'enquête essai, les questions ont été occasionnellement modifiées et ajustées pour attirer l'attention des personnes interrogées aux questions et pour qu'ils puissent donner des réponses adéquates.

Le formulaire de l'entretien et le questionnaire final ont été donnés à la DRHT le 2 mai pour les approuver, et l'enquête a commencé le 5 mai dans le Douar de Tiguemmi dans la Commune Rurale d'Ourika.

3.3.2 Résultats de l'enquête

L'enquête sur terrain a été menée avec succès dans les 34 douars sélectionnés comme il est mentionné dans la section précédente, et le nombre total des échantillons collectés est de 513, dont 411 sont des réponses au questionnaire et le reste des réponses à l'entretien. Etant donné que le taux d'analphabétisme est un peu élevé dans la Zone d'Etude, le système d'entretien direct a été adopté même pour le questionnaire de l'enquête, et en conséquence, tous les formulaires qui ont été délivrés sont remplis et retournés sans exception aucune.

Les données essentielles et les informations sont extraites des échantillons collectés et entrées dans l'ordinateur pour faciliter l'analyse. En adoptant un tel processus, l'environnement, la situation économique et la conscience publique des désastres naturels peuvent être éclaircis. Basé sur les données tirées de l'analyse des échantillons, les résultats de l'enquête peuvent être décris comme suit :

(1) Environnement social

Les informations relatives aux infrastructures et à l'environnement social sont collectées à l'aide d'entretiens avec les chefs de chaque douar sélectionné "*Moqadem*" ou "*Cheikh*", et les caractéristiques générales de la communauté en termes d'environnement social sont résumées comme suit:

- Le service de transport n'est disponible que dans 23 douars où la route principale passe tout près. En général, le service n'est pas officiellement autorisé et il n'est disponible que pour un certain moment de la journée par des véhicules privés.

- Parmi les 34 douars sélectionnés, les dispensaires ne se trouvent que dans six sites. Ceux-ci sont les douars où résident des médecins, qui abritent les locaux de l'autorité locale ou qui disposent d'une infrastructure assez développée. Les habitants des autres douars à l'instar d'Imlil ne reçoivent que les soins d'une sage-femme.

- Neuf douars ne disposent pas d'école primaire, mais les enfants vont à l'école du village avoisinant, qui est en général loin de quelques kilomètres. En ce qui concerne le nombre des classes, il varie selon l'importance de la communauté. Il n'y a qu'une à deux classes dans les petits douars, mais d'autre part, le douar est sûrement plus grand s'il dispose de plus de cinq salles de classes tel que le Centre d'Asni, Talat N'Yakoub et Arba Tighedouine.

- Même si l'électrification rurale est actuellement en développement dans la Province, il y a 16 villages non électrifiés représentant 47% du nombre total des sites d'échantillonnage. L'électrification semble plus difficile pour les villages loin de plus d'un kilomètre des mâts électriques.

- Les principales sources d'eau potable sont les sources et les puits. En fait, l'eau est bonne en qualité et en quantité durant toute l'année à l'exception de quelques douars tels que Ait Ben Aamr, Anrar, Tachdirte. Des communautés résidant dans la Commune Rurale de Setti Fadma boivent l'eau de l'oued, mais les locaux expriment leur inquiétude concernant la détérioration de la qualité en été à cause des rejets de déchets solides par les touristes. L'eau de l'oued joue un rôle important dans l'alimentation en eau d'irrigation à travers des canaux ouvert nommé "*seguia*". Le système d'alimentation en eau de l'ONEP n'est installé qu'à Moulay Brahim et Sidi Youssef Ben Ali.

- Pour les communications urgentes avec l'autorité locale, le téléphone ne peut être utilisé que dans 6 douars parmi lesdits sites d'échantillonnage dans toute la Province. Si un bureau de caïdat est situé dans le même douar comme Arba Tighedouine, le Centre d'Asni ou Talat N'Yakoub, ce serait certainement plus facile de le contacter en tout temps. Cependant pour les communes situées à plusieurs kilomètres de la route, les gens sont obligés de marcher ou de descendre à dos de mulets ou à bicyclette vers la route et puis utiliser les services du transport vers le caïdat.

- Comme beaucoup de gens passent leur vacances d'été aussi bien à Setti Fadma au bassin versant d'Ourika qu'à Asni et Moulay Brahim au bassin versant de Rheraya, l'industrie du tourisme est activée comme source de revenu importante aux habitants locaux. Par conséquent, les hôtels, les restaurants et les autres aménagements touristiques sont à la disposition des visiteurs venant des quatre coins du pays et même d'Europe.

Basé sur les informations ci-dessus, l'environnement social est résumé au niveau de chaque douar comme au Tableau 3.3.3.

(2) Economie des ménages

Des 411 échantillons collectés à l'aide du questionnaire, les informations relatives à l'économie des ménages sont disponibles pour décrire les caractéristiques de l'économie rurale dans la Zone

d'Etude. En général la réponse au questionnaire a été donnée par le chef du ménage sélectionné au hasard.

L'agriculture est prédominante dans la Zone d'Etude. Elle est la base de l'économie régionale. De ce fait, les personnes interrogées sont fondamentalement des fermiers engagés dans des petites agricultures. Cependant, le revenu agricole ne leur suffit pas pour subvenir à leurs besoins. Dans de telles circonstances, leurs vies ne peuvent être garanties sans recours au revenu des autres ressources. La moyenne de l'économie d'un ménage dans la province est montrée comme suit :

Revenu annuel	20 763 DH	Dépenses annuelles	19 958 DH
Agricole	12 338 DH	Alimentation	14 604 DH
Non-agricole	8 425 DH	Autres	5 354 DH

Le Tableau 3.3.4 donne plus de détails sur l'économie des ménages, et en se basant sur ces données et informations, la situation économique actuelle dans la Zone d'Etude peut être présentée comme suit:

- Un foyer moyen se compose de 6 à 9 personnes. Ce nombre a été donné par 203 personnes interrogées justifiant 49% du nombre total des échantillons, suivi par la moyenne de 10 à 14 personnes d'après les réponses de 102 personnes interrogées correspondant à 25% du même total.

- Le revenu agricole est estimé à 12 338 DH par an, correspondant à presque 59% du revenu annuel total. Une famille ne peut pas survivre par cette somme, elle est même insuffisante pour couvrir les dépenses alimentaires.

- Les sources de revenus autres que l'agriculture sont indispensables pour presque toutes les familles. Quelques communautés à Setti Fadma et à Asni peuvent bénéficier de l'industrie touristique et son bénéfice peut être plus grand que celui de l'agriculture. Pour le reste des communautés, les gens doivent travailler pour soutenir la famille sans tenir compte de la durabilité du travail.

- Même si la principale activité des gens est l'agriculture, les dépenses alimentaires annuelles sont estimées à 14 604 DH. Ce chiffre compte pour 73% des dépenses totales et il montre une situation très symbolique de l'agriculture de la Zone d'Etude, notamment que la production agricole n'est guère suffisante pour aboutir à une autosuffisance.

- D'autre part, les dépenses alimentaires ne dépassent pas les 5 202 DH par an pour des personnes moyennes interrogées à Sidi Youssef Ben Ali, soit environ 30% du total des dépenses annuelles. Il y a probablement une sous-estimation. La moyenne des revenus des gens à Sidi Youssef est de 17 337 DH, à peu prés 3 000 DH: moins que celle de la Province. Cependant, presque 70% des revenus annuels est dépensé pour d'autres motifs de la vie urbaine.

- En considérant l'étendue des exploitations agricoles, les gens de la Province cultivent en moyenne environ 1,3 ha de terre. C'est appelé "*Melk*" ou propriété privée. Le système traditionnel d'irrigation appelé "*Seguia*" est développé dans la zone, couvrant environ les 2/3 des terrains, principalement pour la culture de l'orge et de l'arboriculture comme les oliviers, les pruniers, les pommiers, les cerisiers, etc. L'occupation des sols d'une famille standard est classifiée comme suit :

Superficie totale	13 324 m^2
Terres bour	4 286 m^2
Terres irriguées	8 855 m^2

(Plantations) (6 649 m^2)

Zones résidentielles 183 m^2

- Le bétail joue un rôle principal comme source de revenu des fermiers de la région éloignée à Zerkten, Setti Fadma et Talat N'Ykoub. D'après l'enquête, une famille moyenne dans la Zone d'Etude possède 6 à 7 chèvres et 3 à 4 moutons. L'élevage n'est pas développé dans cette région, et d'habitude, chaque ménage garde un ou deux têtes de bovin pour les traire ou pour les labourages, et garde également un mulet ou un âne pour l'utiliser comme moyen de transport.

(3) Perception et réaction des locaux envers les désastres naturels

Cette section décrit la réaction et la conscience des gens des désastres naturels on se basant sur le résumé des réponses au questionnaire concernant le désastre de 1995 et de 1999 (se référer au Tableau 3.3.5).

(a) Perception des désastres

A la question "Avez vous pressenti le désastre avant qu'il ait eu lieu?", 365 personnes répondaient par "oui" concernant le désastre de 1995 et 349 concernant celui de 1999. Cela veut dire que 91 personnes ne se sont pas rendu compte du désastre de 1995 et 64 de celui de 1999. La plus part de ces gens ne se trouvaient pas dans la zone frappée par la crue ou prés des affluents raides appelés "*chaâba*" en Arabe.

On a posé aux gens qui ont répondu par "oui" à la question précédente la question suivante: "Comment avez vous perçu l'attaque ou comment en étiez vous informés?". Plusieurs réponses étaient reçues d'une façon facultative. Il faut noter que les gens dans la partie supérieure du bassin versant sont sensibles aux conditions météorologiques exceptionnelles et aux symptômes des désastres ainsi produits. Nombre de locaux peut prévoir le désastre plus d'une heure avant qu'il n'ait lieu par simple expérience et par le bruit étrange qui se produit dans le haut bassin. Ces deux méthodes sont générales chez les locaux comme méthodes traditionnelles de perception des désastres. Cela peut être prouver par plus de 85% des réponses relatives aux crues de 1995 et 1999. concernant la perception, le résultat du questionnaire est présenté dans le tableau suivant:

Perception des désastres

Classification	1995		1999	
	Réponses	%	Réponses	%
1. Bulletin météo télévisé	2	0,5	5	1,2
2. Bulletin météo radiodiffusé	4	1,0	4	0,9
3. Prévision par expérience	192	49,2	297	69,9
4. Bruit du haut bassin	140	36,0	82	19,3
5. Cris d'alerte des gens	43	11,0	30	7,1
6. Information du chef de village	6	1,5	7	1,6
7. Autres	3	0,8	0	0,0
Total	390	100,0	425	100,0

De plus, le temps de la perception a été éclairci à l'aide d'une série de questions dont les réponses sont données dans le Tableau suivant :

Temps de perception des désastres

Classification	1995		1999	
	Réponses	%	Réponses	%
1. Plus d'une heure avant le désastre	177	49,3	251	73,2
2. 30 min –1 heure avant le désastre	64	17,8	36	10,5
3. 15 – 30 min avant le désastre	45	12,6	24	7,0
4. 5 – 15 min avant le désastre	55	15,3	27	7,9
5. Juste avant le désastre	18	5,0	5	1,4
Total	359	100,0	343	100,0

(b) Evacuation

Selon les données collectées dans le cadre de l'enquête, le nombre des personnes interrogées qui ont participé à l'évacuation est de 163 au désastre de 1995 et 89 lors de celui de 1999. Ces chiffres correspondent à 36% et à 22% du nombre total des personnes interrogées concernant cette question. Toutefois, la vitesse d'évacuation s'élève un peu en comparaison avec celle des gens qui ont perçu l'attaque du désastre en avance. En conséquence, presque 45% des gens ont évacué en 1995 après avoir remarquer les symptômes du désastre. Mais dans le cas du désastre de 1999, ce nombre s'est réduit à presque 26%. Ceci s'explique par le fait que le désastre qui a frappé la région en 1995 était inattendu et que son ampleur était grande.

Elément	1995		1999	
Evacué	163	(36 %)	89	(22 %)
Non évacué	285	(64 %)	314	(78 %)
Total	448		403	

Il va sans dire que l'échelle de l'évacuation varie en fonction des conditions topographiques de la communauté et de sa vulnérabilité à l'attaque par des désastres naturels; les données collectées sont alors utilisées pour confirmer que les communautés ont effectivement été endommagées par les crues. A partir de la considération ci-dessus, le nombre d'évacués est classé au niveau de chaque commune et par bassin versant comme le montre le Tableau suivant:

Nombre d'évacués lors des désastres de 1995 et 1999

Bassin versant	Commune	Désastre de 1995		Désastre de 1999	
		Evacué	Non-évacué	Evacué	Non-évacué
R'dat	Zerkten	19	20	8	14
Zat	Tighedouine	8	42	4	42
Ourika	Ourika	17	47	15	48
	Setti Fadma	49	72	28	89
Rheraya	My Brahim	4	4	1	6
	Asni	26	35	12	33
N'fis	Ouirgane	8	23	5	23
	Imgdal	18	12	9	20
	Ijoukak	2	8	1	11
	Talat N'Yakoub	0	22	0	27
Issyl	S.Y. Ben Ali *	12	0	6	1
Total		163	285	89	314

* Sidi Youssef Ben Ali n'a pas été concernée par la crue de 1995 et de 1999, les informations que dessus sans basées sur les données des crues de 1982 et de 1994.

Soixante personnes ou 37% des évacués ont répondu à la question "quand avez vous évacué?" que c'était "immédiatement après avoir remarqué ou être informé", dans le cas du désastre de 1995. La réponse : "Après que le désastre avait eu lieu" donnée par 54 évacués, représentant 33%, vient au deuxième rang. Ces deux réponses sont extrêmement

opposées dans le sens de gestion du risque. Cependant la même tendance peut être remarquée en 1999.

Presque tous les gens couraient ou marchaient avec leurs familles et/ou les voisins. Les voitures ou motocyclettes sont rarement disponibles pour les locaux. De toute façon, ces moyens ne sauraient être propices à l'évacuation. Quelques gens auraient également évacué leur bétail si le temps le permettait, mais la plus part des évacués n'ont rien pris avec eux.

Il n'y a pas de zone d'évacuation désignée dans la Zone d'Etude, alors en cas d'urgence, les gens suivent les chemins menant vers des places sûres selon leurs jugements. Ils montent certainement à une colline ou un emplacement élevé tous prés et y restent pour un moment. Pendant le désastre de 1995, par exemple, 40% des évacués sont restés dans les maisons de leurs proches ou dans les mosquées situées dans ou loin de leurs villages et 6% des gens ont grimpé sur les toits comme dernier refuge.

Même s'il n'y a pas de système d'alerte sophistiqué dans la commune, à peu près la moitié des gens alertent ou informent leurs proches et voisins immédiatement après avoir senti le danger. Le signal de danger est transmis d'une place à l'autre en criant très fort. Dans les sites touristiques, une telle alerte a été lancée aux visiteurs par 55 locaux pendant le désastre de 1995 et par 21 pendant celui de 1999. A ce propos, les données de l'enquête sont résumées comme suit:

(c) Alerte

Question: *"Avez vous lancé une alerte?"*

Réponse:

	1995	1999
Oui	221	152
Non	172	172
Total	393	324

Question: *"A qui aviez vous diffusé l'alerte?"*

Réponse:

	1995	1999
1. Voisins	179	143
2. Famille	162	132
3. Touristes	55	21
4. Villages en aval	24	22
5. Chef de village	0	0
Total	420	318

(d) Mesures possibles pour l'atténuation des dégâts

Les gens deviennent plus prudents concernant les crues après avoir souffert d'un coup aussi dure que celui de 1995 et de 1999, et 144 personnes ou à peu près 35% des personnes interrogées prennent par la suite des mesures pour atténuer les dégâts de la crue. Cette idée provient des individus et non pas de la commune soumise à la forte autorité du chef.

Les mesures d'atténuation sont apparemment liées à la préparation pour l'évacuation telles que l'assurance de la sécurité des routes et des endroits et l'emballage des biens en préparation à la fuite du désastre. Ces mesures ne sont pas utiles au niveau pratique mais elles sont l'option réaliste dans les conditions actuelles.

(e) Déménagement

Puisque la commune actuelle est le lieu d'origine pour 371 personnes correspondant à 90% de tous les interrogés, il est insensé de leur poser une question comme "Est ce que vous saviez que votre emplacement est exposé au désastre avant votre immigration ?". Cependant, les 10% restant ont donné des réponses adéquates. Parmi eux, 15 personnes ont répondu par "oui" et 26 par "non". Ils n'avaient pas probablement le choix de sélectionner l'emplacement à cette époque et ils y vivent depuis.

Tenant compte de ces conditions, une question a été préparée pour savoir s'ils désirent déménager vers des lieux plus sûrs. Deux cent soixante treize 273 habitants refusent, justifiant 67% du total. Ils leur semblent un peu dur de quitter leur lieu natal même si la sécurité n'y est pas garantie. Les principales raisons sont comme suit :

- Problèmes financiers
- Problème de terre
- Relation avec la communauté locale
- Opportunités de travail

Ceux-ci sont des raisons réalistes associées aux problèmes sociaux. Même si 135 personnes ont exprimé leur désir de déménager, ils savent que sa réalisation est au-dessus de leurs capacités économiques, et en réalité, ce n'est pas facile puisqu'ils ont déjà établi des liens forts avec une société menant une vie de famille.

(f) Travaux de réhabilitation

Selon les données de l'enquête, 397 personnes ou 86% des personnes interrogées ont participé aux travaux de réhabilitation après le désastre. Ces travaux sont menés dans le cadre d'un volontariat puisque la communauté s'établit sur un système d'entre aide. La priorité a été donnée à la réhabilitation des propriétés communales et les travaux se sont concentrés sur le rétablissement des aménagements nécessaires à la vie tels que les routes d'accès, les canaux d'irrigation, les prises d'eau et ainsi de suite.

Les crues ont causé beaucoup de dégâts aux équipements ci-dessus cités et aux terrains agricoles, mais elles ont épargné les maisons privées. Par conséquent, beaucoup de gens ont pu participer aux travaux de réhabilitation des biens publics. Sur la base des données des échantillons collectées, quelques types de travaux de réhabilitation sont montrés ci-dessous:

Type de travaux de réhabilitation	Nombre de réponses
1. Propre domicile	65
2. Maison des voisins	101
3. Route d'accès	314
4. Ecole, hôpitaux, etc.	25
5. Autres (terrains agricoles, canaux d'irrigations, prises d'eaux, etc.)	179
Total	684

(4) Analyse des dégâts

La majorité des personnes interrogées ont affirmé que les écoulements des débris et les glissements des terrains ont eu lieu lors de ces désastres. Cependant, il n'est pas clair, dans l'enquête, si les dégâts ont été attribués à la crue ou à d'autres calamités.

Basé sur les informations données par le chef du village dans l'entretien, l'échelle ou l'ampleur des dégâts des désastres de 1995 et 1999 peuvent être éclaircies pour les douars sélectionnés de la Province. Quant à Sidi Youssef Ben Ali, il n'a pas connu de désastres dans lesdites années. Les informations vont alors être basées sur le désastre de la crue de 1982 parce qu'aucun dégât n'a été signalé dans celui de 1994. Ainsi, de tels dégâts sont énumérés au niveau de chaque douar et résumé par la suite au niveau de la commune comme le montre les Tableaux suivants:

Liste des dégâts dans les douars sélectionnés dans la Province d'Al Haouz

Bassin versant	Commune	Désastre de 1995					Désastre de 1999				
		Victimes	Blessés	Maisons	Bétail	Terrains (ha)	Victimes	Blessés	Maisons	Bétail	Terrains (ha)
R'dat	Zerkten	0	1	4	0	6,0	0	0	0	0	4,0
Zat	Tighedouine	0	0	0	22	158,0	0	0	0	22	160,5
Ourika	Ourika	1	0	12	0	23,5	0	0	3	0	15,5
	Setti Fadma	132	25	83	151	72,0	0	15	7	0	88,0
Rheraya	My Brahim	5	0	0	0	2,5	0	0	0	0	3,0
	Asni	2	0	10	4	54,0	0	0	0	0	8,0
N'fis	Ouirgane	0	0	0	0	30,0	0	0	0	0	4,0
	Imgdal	7	2	2	303	11,5	0	0	1	0	6,6
	Ijoukak	0	0	0	0	3,0	0	0	0	0	10,0
	T.N Yakoub	0	0	0	0	6,0	0	0	0	0	5,0
Total		147	28	111	480	366,5	0	15	11	22	304,6

Liste des dégâts dans la Province de Sidi Youssef Ben Ali

Bassin versant	Municipalité	Désastre de 1982				
		Victimes	Blessés	Maisons	Bétail (têtes)	Terrains(ha)
Issyl	Sidi Youssef Ben Ali	0	15	25	30	0

Le désastre de 1995 a causé la mort de 147 personnes comme le montre la liste ci-dessus. La plupart sont des touristes, mais quelques-uns sont parmi les habitants locaux. D'après les échantillons collectés du questionnaire, le nombre des victimes parmi les locaux est de 6 pour les victimes et 9 pour les blessés (se référer au tableau 3.3.5). Un nombre de victimes a été enregistré particulièrement dans des sites populaires de vacances à Setti Fadma tels qu'Iraghf, Aghbalou, Tazzitount, Asgaour.

En ce qui concerne les maisons endommagées, le nombre dans la liste ci-dessus contient 58 maisons partiellement endommagées en 1995 et 5 en 1999. Apparemment, ces emplacements peuvent être identifiés comme des sites sérieusement attaqués et qui sont presque les mêmes que ceux cités ci-dessus. De même, la municipalité de Sidi Youssef Ben Ali, dans la zone urbaine de Marrakech, souffre des désastres qui se produisent souvent et 25 maisons ont été

endommagées par la crue de 1982. Cependant, il a été signalé que 19 de ces maisons n'ont soutenu que légères pertes.

Concernant les dégâts de la crue de 1995 au niveau du bétail, les caprins viennent au premier rang des pertes avec un total de 332 têtes suivis des ovins avec 139. La perte en têtes de bétail est remarquablement élevée en Tizgui dans la commune rurale d'Imgdal et Tiourdiou dans la commune rurale de Setti Fadma. D'autre part, en 1999 Arba Tighedouine était le seul douar qui a connu une perte en têtes de bétail.

Les dégâts au niveau des terrains avaient un grand impact sur les gens. Le questionnaire révèle qu'à peu près 75% des personnes interrogées ont perdu leurs propriétés en 1995. Le nombre s'est réduit à 64% en 1999 mais reste élevé. A cet égard, Anammer dans la commune rurale de Tighedouine a été la plus touchée parmi les douars sélectionnés.

En plus des dégâts énumérés ci-dessus, plusieurs aménagements touristiques ont été endommagés par les crues, et des hôtels et des cafés ou restaurants ont été détruits dans les sites de vacances des bassins versants d'Ourika, de Rheraya et de R'dat. De plus, les crues ont endommagé les équipements d'alimentation en eau tels que le moulin hydraulique, les prises d'eau et les canaux d'irrigation ainsi que les routes et les ponts, isolant ainsi les communautés les unes des autres.

Il est à noter que plusieurs véhicules ont été emportés par la crue de 1995. Le nombre de voitures perdues n'est pas clair mais il est estimé à 200 selon l'enquête. Ces véhicules sont la propriété des vacanciers visitant des sites touristiques comme Asgaour, Iraghf et Aghbalou dans la commune rurale de Setti Fadma ainsi qu'a Imlil dans la commune rurale d'Asni.

Concernant les informations précieuses que dessus, les Tableaux 3.3.6 et 3.3.7 fournirons plus de détail.

(5) Intérêt local accordé au SPAC

Depuis l'affreuse expérience antérieure, les habitants locaux sont devenus prudents concernant tous les désastres naturels, et par conséquent, 83% des personnes interrogées ont exprimé leur prédisposition à participer à des exercices d'évacuation. Ce genre d'exercice n'a jamais été mené dans aucune commune des bassins de l'Etude.

Les gens ont aussi exprimé leur intérêt au système technique qui permet de leur diffuser l'information prévisionniste des crues. Naturellement, ils ne sont pas familiers avec le système de prévision et d'alerte aux crues, mais ils s'attendent à ce que le gouvernement prenne des mesures pour protéger leurs vies et leurs biens.

Tenant compte du fait mentionné ci-dessus, une question a été posée sur la nécessité du système de prévision et d'alerte aux crues pour le village, 465 ont répondu par oui comptant pour 97% de toutes les personnes interrogées. Parmi eux 380 ont indiqué qu'ils sont prêts à contribuer à la tâche de mise en service et de la maintenance du système si la nécessité l'exige.

Pour plus de détails concernant cette contribution, des types de services sont fournis dans le questionnaire pour que les gens puissent choisir, et plusieurs réponses ont été positives. Les réponses suivantes ont été obtenues :

Type de contribution	Réponses
1. Se porter volontaire pour la communication radio lors des crues	278
2. Garder l'équipement de communication	244
3. N'importe quelle activité en cas de besoin	45

CHAPITRE 4. SYSTEME DE PREVISION ET D'ALERTE AUX CRUES EXISTANT AVANT LA REALISATION DU PROJET PILOTE

4.1 Introduction

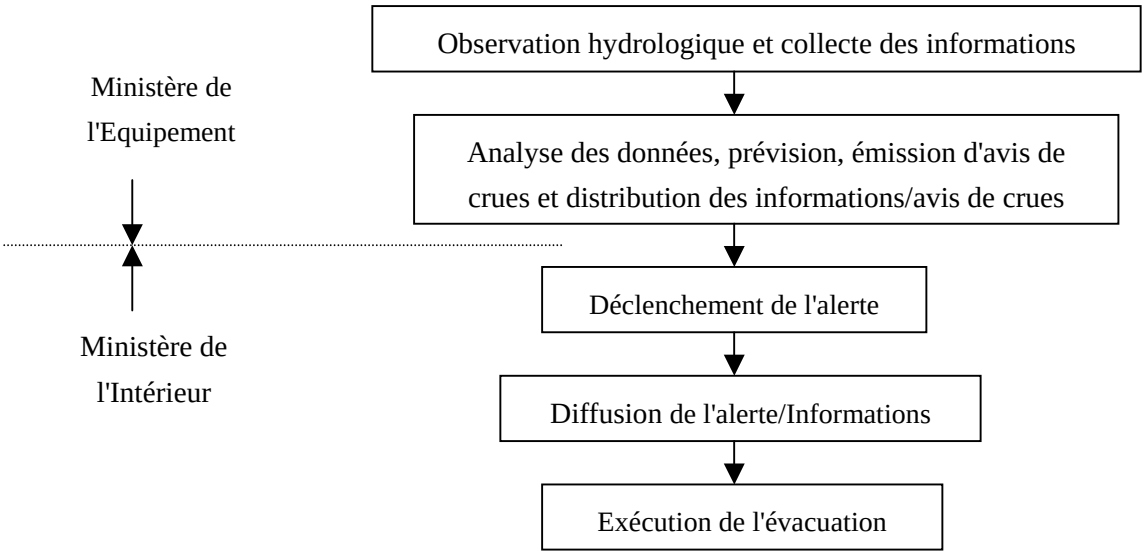
Le system de prévision et d'alerte aux crues de la région de l'Atlas a connu un changement radical, particulièrement dans la vallée de l'Ourika, à travers la réalisation du Projet Pilote entre l'an 2001 et 2003. Cependant, le présent chapitre présente le système antérieur qui existait avant les installations de la Phase I du Projet Pilote en décembre 2001 pour permettre une ample compréhension de la situation qui précédait le Projet Pilote et que l'avant-projet du plan directeur se propose d'améliorer, notamment dans son chapitre 6. Il est également à noter que l'ex-DRHT est devenu l'ABHT, et que la DGH aussi bien que l'ex-DRHT (ABHT) ont été sous la tutelle du Ministère de l'Equipement.

4.2 Administrations concernées par le SPAC

4.2.1 Composantes du SPAC

L'objectif du système de prévision et d'alerte aux crues (ci-dessous nommé le SPAC) est d'alerter les gens dans les zones exposées aux crues pour qu'ils puissent les évacuer à temps et en toute sécurité. La totalité du SPAC est généralement composée de cinq sous-systèmes et fonctionne suivant la procédure ci-dessous:

En premier lieu, l'observation hydrologique initiale est effectuée pour détecter tout symptôme de crue ou d'écoulement des débris et/ou en assurer le suivi. Les données observées ainsi que les informations météorologiques sont transmises à une station centrale qui les analyse pour prévoir la situation future des crues ou des écoulements des débris. Si une crue ou un écoulement des débris est anticipé, un message d'avis de crue est émis. Puis, une alerte à la crue pour l'évacuation est déclenchée sur la base du message d'avis de crue et diffusée aux gens dans les zones dangereuses qui peuvent être évacués en toute sécurité suivant un plan d'évacuation.



Sous-systèmes du Système de Prévision et d'Alerte aux Crues

Le SPAC de la Zone d'Etude est administrativement divisé en deux parties, notamment celle du Ministère de l'Equipement et celle du Ministère de l'Intérieur. Le Ministère de l'Equipement, représenté par la DRHT, la DPE et la DMN, est principalement impliqué dans les matières à caractère technique y compris l'observation, les analyses, la prévision, l'émission des messages d'avis de crues et la diffusion des informations/messages d'avis, etc. Le rôle de ces intervenants n'a pas changé même après le transfert de la DRHT en ABHT et le remaniement ministériel survenu en 2002 qui a mis la DGH, administration de contrôle de l'ABHT, et la DMN sous la tutelle du nouveau Ministère de l'aménagement du territoire, de l'eau et de l'environnement.

Le Ministère de l'Intérieur, représenté par la Province/Préfecture et les autorités locales telles que le Cercle, le Caïdat, etc., est directement lié aux habitants et aux touristes à travers la diffusion des alertes et les activités d'évacuation.

4.2.2 Guide du SPAC

Comme déjà discuté dans la section 2.8.1, après le désastre de l'Ourika en 1995, le Ministère de l'Equipement a établi un guide pour la gestion des événements de crues en décembre 1996. Le guide détermine les rôles des administrations (DRE/DPE, DRH, DRCR, DMN, etc.) et particulièrement ceux de la DRE/DPE, avant, durant et après la crue.

Concernant le SPAC, le guide du ME fournit des modèles de messages spéciaux de la DMN, le cours de l'échange de l'information parmi les administrations concernées et les actions à prendre en cas de crue. De plus, les noms et les numéros de téléphones à contacter sont aussi inclus dans le guide.

D'autre part, la Province/Préfecture n'a aucun guide écrit pour le SPAC, même si chaque Province/Préfecture doit avoir un plan ORSEC pour l'organisation des activités de secours en cas de catastrophe. En principe, le Gouverneur est responsable de la sécurité des habitants. Celui-ci déclenche l'alerte en se basant sur les informations/messages d'avis de crues des autorités locales, de la DRHT et de la DPE et les diffuse vers les autorités locales, telles que les cercles et les caïdats suivant la hiérarchie administrative. Puis, les autorités locales décident une évacuation des habitants et des touristes soit directement, soit par l'intermédiaire des cheikhs et les moqadams. Cependant, cette procédure n'est pas toujours respectée. En cas d'urgence, chaque niveau d'autorités peut émettre l'alerte à l'évacuation par ces propres soins. En raison du manque des moyens de télécommunications, il reste vrai que la diffusion des alertes aux crues dépend toujours de la transmission directe par voix aux habitants (en criant fort).

4.3 Activités de prévision et d'alerte aux crues par le Ministère de l'Equipement

Trois directions du Ministère de l'Equipement, notamment la DRHT, la DMN et la DPE d'Al Haouz, sont principalement impliquées dans le SPAC de la Zone d'Etude. En particulier, la DRHT joue un rôle très important parmi les trois directions. Elle est une sorte de centre d'information de crues pour la Zone d'Etude.

La DRHT est l'une des DRH qui couvrent les bassins versants de l'Oued Tensift, l'Oued Qsob et les Oueds de la côte Atlantique situés entre El Jadida et Tamanar. La DRHT est une sorte de centre d'information de crues dans la Zone d'Etude. Elle collecte les informations des précipitations et des niveaux d'eau des stations hydrologiques et les analyse. Si la crue est jugée susceptible de prendre une grande ampleur, elle émet un message d'avis de crue, et le transmet aux administrations concernées.

La DMN dispose d'une variété de réseaux d'observation météorologique, d'équipements développés et d'une haute technologie. Elle fournit les prévisions météorologiques. En sus, la DMN diffuse des messages de pré-alerte et d'alerte aux orages et/ou aux fortes précipitations.

La DPE est une sorte de délégation du Ministère de l'Equipement au niveau provincial. La DPE d'Al Haouz a été crée en 1996 pour se concentrer plus sur le développement de la Province d'Al Haouz qui a subi de lourdes pertes à cause de la crue de 1995. Les principaux rôles de la DPE durant une crue consistent en la gestion de la circulation routière, la protection des retenues des barrages et la diffusion des informations/messages d'avis de crue à la Province/Préfecture.

Le tableau suivant présente le degré d'implication de chaque administration dans le SPAC existant dans la Zone d'Etude. Dans cette section, le système existant est décrit par composante, tout en soulignant les activités menées par la DRHT.

Degrés d'implication dans le SPAC de la Zone d'Etude par administration

Composante	Sous-composante	DMN	DRHT	DPE
Observation hydrologique et collecte de données	Observation hydrologique et collecte de données	XX (Informations météorologiques)	XXX	X
Analyse des données, prévision des crues, émission des messages d'avis de crues, distribution de messages d'avis /information de crues	Analyse des données et prévision des crues		XX	
	Emission des messages d'avis de crues		XX	
	Diffusion des informations/messages d'avis de crues		XX	XX
Evacuation	Evacuation			X

Degrés d'implication; XXX: très haut, XX: haut, X: moyen

4.3.1 Observation hydrologique et collecte de données

La DGH est responsable de la gestion de l'eau, y compris la prévision et l'alerte aux crues dans le Royaume. Les informations hydrologiques sont collectées au siège de la DGH à Rabat quatre fois par jour à travers le réseau radio HF/BLU via neuf DRH et deux DPE depuis 154 stations distribuées sur le Royaume. La DGH doit interpréter les informations hydrologiques et formuler les instructions de gestion pour les retenues des barrages et les zones exposées aux risques de crues.

La DRHT est l'une des DRH et couvre les bassins versants du Tensift, l'Oued Qsob et les Oueds de la côte atlantique entre El Jadida et Tamanar. Elle gère 23 stations d'observation hydrologique dans sa zone se trouvant sous sa juridiction. Quelques stations hydrologiques sont équipées d'une radio

HF/BLU, une radio VHF/FM et/ou un téléphone pour la communication avec la DRHT. Par le biais du réseau radio HF/BLU et VHF/FM, la DRHT collecte les données hydrologiques et celles des retenues des barrages de 22 stations au total, y compris ceux du bassin versant de Tassaout qui sont sous la juridiction de la DRH de Beni Mellal comme présenté dans la Fig. 4.3.1.

Dans la Zone d'Etude, huit stations hydrologiques sont équipées d'une radio HF/BLU et/ou un radiotéléphone VHF/FM. Ces huit stations fonctionnent comme stations de prévision des crues qui détectent, suivent et transmettent les informations relatives aux crues à la DRHT. Les emplacements des stations de prévision des crues sont présentés dans la Fig. 4.3.2 et leurs principales caractéristiques sont récapitulées dans le Tableau 4.3.1.

Stations d'observation des crues existantes dans la Zone d'Etude

Station	Bassin versant	Superficie du bassin (km^2)	Observation	Moyens de télécommunications
Aghbalou	Ourika	503	NE, P	T, H, V
Tazzitount	Ourika	347	NE, P	V
Tourcht	Ourika	19	NE, P	V
Amenzal	Ourika	49	NE, P	V
Tiourdiou	Ourika	134	NE, P	H, V
Agouns	Ourika	-	P	H, V
Aremd	Rheraya	35	NE, P	V
I. N'kouris	N'fiss	848	NE, P	N

Eléments d'observation : NE: Niveau d'eau, P: Pluies.
Moyens de télécommunications : H: Radiotéléphone HF/BLU, V: Radiotéléphone VHF/FM, T: Téléphone.

Les détails du système d'observation hydrologique et de collecte des données basées sur ces stations d'observation de crues sont discutés ci-dessous:

(1) Emplacement des stations

La Zone d'Etude de 3 453 km^2 de superficie comprend 8 stations pluviométriques et 7 stations de jaugeage des niveaux d'eau qui peuvent être considérées comme stations de prévision des crues. Cependant, comme il ressort à première vue de la Fig. 4.3.2 et du Tableau ci-dessous, les stations sont situées dans les bassins versants de l'Ourika, Rheraya et N'fis seulement. Il n'existe aucune station dans les autres bassins versants. Ceci veut dire que le système existant de prévision des crues de la DRHT ne couvre que les bassins versants de l'Ourika, Rheraya et N'fis laissant l'ombre sur les autres bassins.

Nombre de stations de prévision des crues par bassin versant

Bassin versant	Superficie du bassin (km^2)	Station pluviométrique		Station de jaugeage des niveaux d'eau	
		Nombre de stations	Superficie du bassin/station	Nombre de stations	Superficie du bassin/station (km^2)
R'dat	532	0	Illimitée	0	Illimitée
Zat	528	0	Illimitée	0	Illimitée
Ourika	495	6	83	5 *	101
Rheraya	221	1	221	1	225
N'fis	1 256	1	1 256	1	1 100
Issyl	421	0	Illimitée	0	Illimitée
Total	3 453	8	432	7	493

* Le jaugeage des niveaux d'eau n'est pas effectué dans la station d'Agouns.

(a) Stations pluviométriques

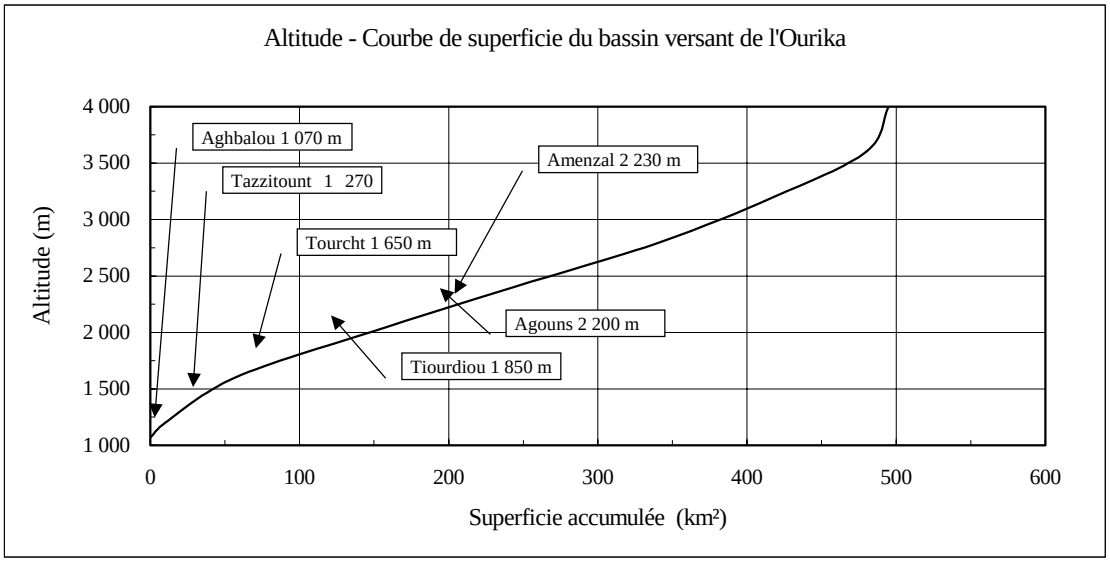
Les averses orageuses d'été, qui nous concernent le plus, sont caractérisées par des précipitations intensives dans l'espace et dans le temps comme a été le cas du désastre de 1995. De telles averses sont essentiellement générées par des nuages actifs d'un diamètre

de 2 à 3 km selon le *"Rapport Général sur l'Aménagement du Haouz, La Vallée de l'Ourika, Ministère de L'Equipement"*.

Le bassin versant de l'Ourika contient six stations dont cinq ont été récemment mises en place comme stations de prévision de crues après celle de 1995. Cependant, la zone de couverture moyenne par station est de 83 km² qui paraît encore plus large que l'étendue d'un tel orage d'été. De plus, la distribution spatiale des stations ne peut être idéale d'un point de vue hydrologique comme le montre la Fig.4.2.3. Toutes les stations sont situées sur ou près de l'Oued ou de ses affluents. Il n'y a pas de stations dans les bassins versants des deux affluents majeurs, Tifni et Tarzaza. En sus, l'altitude des stations varie entre 1070 m à Aghbalou et 2 230 m à Amenzal, largement plus basse que le plus haut sommet (4000 m).

L'emplacement des stations était probablement déterminé après un compromis entre les besoins hydrologiques et les besoins pratiques des travaux d'exploitation et de maintenance. La difficulté de l'accès à ces zones montagneuses est la contrainte la plus imposante.

D'autre part, les bassins versants du Rheraya et de N'fis ne disposent que d'une station chacun. On peut dire que les stations sont absolument insuffisantes pour les deux bassins même si c'est beaucoup mieux que les autres bassins qui ne disposent d'aucune station.



(b) Stations de jaugeage des niveaux d'eau

Puisque les crues s'écoulent de l'amont vers l'aval, la surveillance des niveaux d'eau en amont est l'une des méthodes les plus fiables et les plus pratiques pour prévoir une crue à l'avance.

Il existe cinq stations de jaugeage des niveaux d'eau au total dans le bassin versant de l'Ourika et ses deux affluents principaux. Les quatre stations, excepté celle d'Aghbalou, ont toutes été récemment installées après la crue de 1995. On peut dire que le bassin versant de l'Ourika est bien surveillé avec les nouvelles installations. Si d'autres stations sont ajoutées dans les autres affluents principaux tels que Tarzaza, l'observation des crues dans l'Oued Ourika sera renforcée. Ce qui suit est le temps de parcours estimé à partir des stations aux principaux sites touristiques:

Temps de parcours estimé

A / De	Setti Fadma		Iraghf		St. Aghbalou	
	(km)	(h)	(km)	(h)	(km)	(h)
St. Tiourdiou	16	1,1	25	1,7	31	2,1
St. Amenzal	10	0,7	17	1,3	25	1,7
St. Tourcht	3	0,2	12	0,8	18	1,3
St. Tazzitount	-	-	2	0,1	8	0,6

Note: à supposer une vitesse d'écoulement de 4m/s.

Concernant les autres bassins versants, celui du Rheraya et du N'fis ne disposent que d'une station chacun. Pour le bassin versant du Rheraya, au moins une nouvelle station sera la bienvenue sur l'affluent rive droite, Imename, pour protéger Asni et R'ha Moulay Ibrahim. Si les conditions financières le permettent, des stations doivent être ajoutées au cours d'eau principal et/ou aux principaux affluents du bassin versant de N'fis également.

(2) Equipement

L'équipement des stations d'observation de crues est divisé en matériel d'observation et en équipement de télécommunications. Une liste des équipements est fournie au Tableau 4.3.2.

(a) Equipement d'observation

(i) Pluviomètre

Les précipitations sont mesurées manuellement à l'aide d'un pluviomètre totalisateur. Ce pluviomètre nécessite la présence d'un observateur pour vider les trombes d'eau dans un cylindre à chaque mesure. Ce travail paraît pénible en cas de fortes pluies.

Le jaugeage fréquent des pluies à un intervalle si court qu'une heure, 30 ou 15 minutes est une tâche très pénible si elle doit être faite en parallèle avec le jaugeage des niveaux d'eau. Cependant, il paraît que le jaugeage des niveaux d'eau est estimé prioritaire à celui des pluies. C'est pourquoi le jaugeage des précipitations n'est fait en principe que quatre fois par jour sauf en cas de demande spéciale de la DRHT. Ceci veut dire que l'exploitation des stations pluviométriques n'est pas encore optimisée. Des mesures seront prises pour que les observateurs puissent effectuer aisément de si fréquents jaugeages.

La station d'Aghbalou dispose d'un pluviomètre automatique qui peut stocker des valeurs mesurées continuellement sur des pluviographes. Même si de tels pluviographes sont inutiles pour la prévision des crues, les enregistrements continus sont de grande importance pour l'analyse des caractéristiques des précipitations. Les données instantanées des précipitations telles que les précipitations de 15 minutes, qui peuvent être extraites facilement du pluviographe, peuvent être utilisées non seulement pour l'analyse des précipitations mais aussi pour la création d'un modèle d'écoulement. Etant donné que la Zone d'Etude ne dispose que de deux pluviomètres, i.e. un de la DRHT dans la station d'Aghbalou et un autre de la DMN dans la station d'Oukaimeden, l'installation d'autres pluviomètres est vivement recommandée.

(ii) Jaugeage des niveaux d'eau

Les niveaux d'eau sont également mesurés manuellement. Des batteries d'échelles sont fixées sur des coins du lit de l'Oued. Chaque station dispose de deux ou trois batteries d'échelles. Pour faciliter la lecture des niveaux d'eau dans l'obscurité, les batteries d'échelles sont éclairées par une lampe électrique fixe et/ou par une pille.

Cependant, la lecture des niveaux d'eau est très difficile voire dangereuse la nuit, surtout dans les stations équipées de logements situés loin de celles-ci, à savoir celles de Tourcht, Amenzal et Tiourdiou. De plus, l'écoulement des crues contenant de grosses pierres est tellement fort qu'il emporte les échelles de mesures.

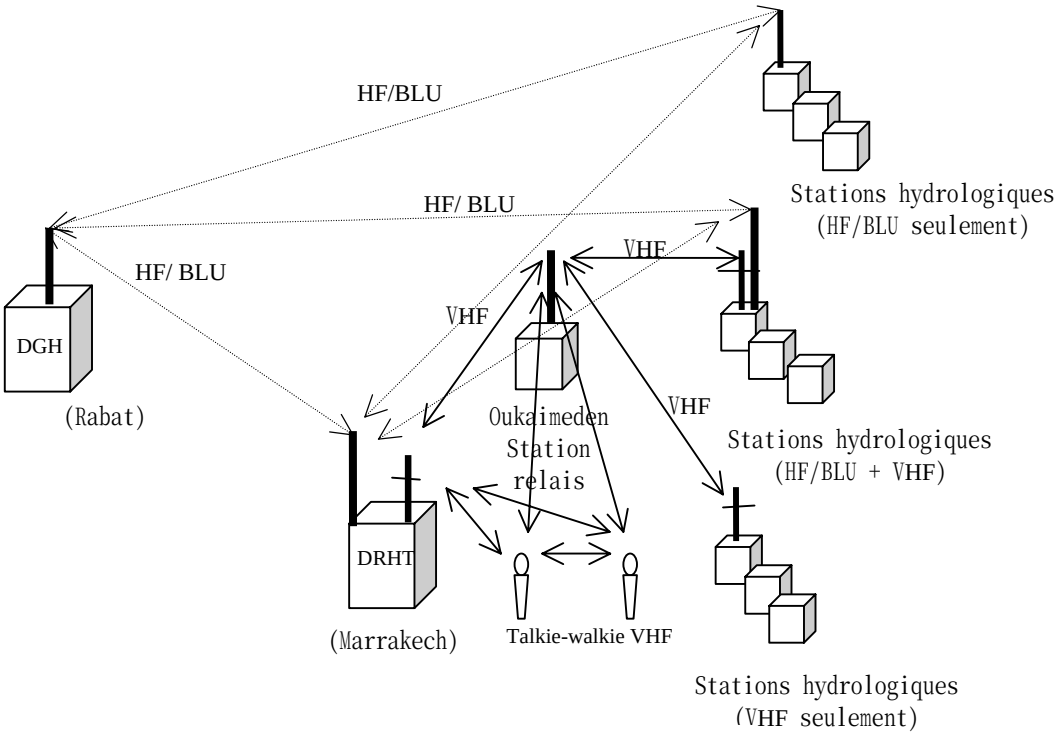
La station d'Aghbalou est également équipée d'un limnigraphe à flotteur. Cette jauge a été installée dans un puits situé dans le lit de l'oued, mais le puits est exposé aux calages par les sables et les graviers. Le curage après chaque crue est indispensable. Comme le montre la photo, le puits est situé dans la partie sèche du lit de l'oued et il est complètement calé. Selon l'observateur de la station, le jaugeage n'est possible que lorsque les niveaux d'eau sont assez hauts. Ce problème n'est pas spécifique à la station d'Aghbalou, mais il se présente également dans d'autres stations de jaugeage des niveaux d'eau telles que celles de Sidi Rahal et de Tahanaout.

Les stations d'Aghbalou et d'Iguir N'Kouris sont classées stations principales où des mesures de débit sont prises une ou deux fois par mois, notamment une fois durant la première semaine du mois. Un câble est utilisé pour suspendre à travers l'Oued un poids de 100 kg et un appareil à mesurer le courrant en cas de crue importante. Selon un technicien de la DRHT, les mesures de débits pendant les crues étaient effectuées jusqu'à 1980, mais pas maintenant. Une équipe de mesure est envoyée par La DPE d'Al Haouz et de la DRHT le cas échéant. Les résultats des mesures du débit sont utilisés pour l'établissement des courbes d'étalonnage pour la conversion des valeurs du niveau d'eau en débit. Les autres stations sont considérées stations simples où les profiles en travers sont relevés une fois par an.

(b) Equipement de télécommunication

L'équipement de télécommunication est un moyen important d'échange d'informations en cas d'urgence comme lors d'une crue. Les huit stations sont équipées de radiotéléphones VHF/FM, HF/BLU, et/ou un téléphone normal pour communiquer avec la DRHT et entre elles. Les radiotéléphones VHF/FM ont été introduits dans le bassin de l'Ourika après le désastre de 1995. Les stations d'Aghbalou, de Tiourdiou et d'Amenzal sont équipées d'un radiotéléphone HF/BLU également pour renforcer le VHF/FM. En plus des radiotéléphones fixes, la DRHT et la DPE d'Al Haouz disposent de trois et deux VHF talkies-walkies respectivement, qui sont liés au réseau VHF/FM. Le diagramme ci-dessus présente le réseau de communication radio.

Le Haut Atlas, qui est composé de hautes montagnes et de vallées profondes, présente de nombreux inconvénients pour l'installation d'un réseau de communication radio. Il paraît que la conception des circuits radio et les travaux d'installation ont été d'une grande difficulté.



Réseau de communication radio

(i) Réseau de communication VHF/FM

Deux canaux de VHF/FM ont été attribués au réseau radiotéléphone simplex VHF/FM qui a été installé après le désastre de 1995. Le réseau VHF/FM dispose d'une fonction d'appel sélectif qui permet le contact d'une seule station à la fois. Cette fonction d'appel sélectif dispose d'une sirène pour alerter l'observateur de la station.

Attribution des canaux VHF

Canal	Fréquences (MHz)	Capacité d'émission
Liaison supérieure	151,925	25W FM
Liaison inférieure	156,925	25W FM

La couverture de la radio VHF/FM s'étend sur 40 km si aucun obstacle ne trouble la transmission. Les distances séparant les stations ne sont pas grandes, mais les montagnes obstruent la transmission entre elles. Face à une telle situation, une station relais a été installée en haute montagne d'Oukaimeden à 3 200m pour assurer une communication de haute qualité. La station relais est composée d'un pylône auto-porté en acier de 10m et d'un conteneur en métal pour l'équipement radio et les batteries.

Tout endommagement ou fonctionnement défectueux de la station relais engendre l'endommagement total du réseau du fait que cette station joue le rôle d'un poste central VHF/FM. Chaque année, l'antenne et les panneaux solaires subissent des dégâts causés à plusieurs reprises par les fortes rafales de vents et les interférences d'autres réseaux qui sont également nombreux à survenir. Il est à signaler que des renforcements et rénovations sont nécessaires pour résoudre de pareils problèmes.

(ii) Réseau et équipements de communication HF/BLU

La DGH dispose de quatre canaux (fréquences) HF/BLU pour couvrir la totalité du territoire national et elle a attribué deux canaux à chacune des zones Nord et Sud de la manière suivante:

Attribution des canaux HF/BLU

Canal	Fréquence (KHz)	Zone	Fonctionnement
F1	3 625	Nord	Pendant le jour
F2	4 504	Sud	Pendant le jour
F3	7 342	Nord	Pendant la nuit
F4	5 799	Sud	Pendant la nuit

La DRHT se situe dans la zone Sud. Les canaux F2 et F4 sont utilisé pour la communication entre la DRHT et les stations. Le système HF/BLU est approprié pour la transmission de la voix à longue distance. La DRHT à Marrakech et les stations équipées de HF/BLU dans la région de l'Atlas peuvent établir une communication directe avec la DGH à Rabat sans dépendance à une station relais. Les canaux F2 et F4 sont utilisés pendant le jour et pendant la nuit respectivement, suivant les caractéristiques de propagation des ondes courtes.

La communication par radio HF/BLU est généralement exposée aux interférences en raison de sa grande couverture. En ce qui concerne le réseau actuel HF/BLU, une communication claire et réalisée pendant le jour, mais on enregistre des interférences pendant la nuit. Le radiotéléphone HF/BLU est utilisé comme renforcement du VHF/FM aux stations qui disposent des deux.

(iii) Unité d'alimentation

Des panneaux solaires et des batteries sont les moyens d'alimentation typiques pour un équipement radio. Cependant, les conditions naturelles sont particulièrement dures pour les batteries. Non seulement les basses températures de l'hiver causent l'inefficacité des batteries, mais ils réduisent également leur espérance de vie. De fréquents travaux d'entretien y compris la recharge par groupe électrogène sont requis pour assurer une alimentation stable.

Un groupe électrogène et également fourni pour les stations qui ne disposent pas de courant électrique commercialisé, à l'exception des stations de Tazzitount et de Tourcht.

(c) Maintenance des équipements

Les travaux de maintenance des équipements sont généralement divisés en travaux de maintenance préventive et travaux de maintenance curative. La maintenance préventive comprend les travaux quotidiens ou hebdomadaires y inclus le nettoyage des équipements et la recharge en papiers d'enregistrement, ainsi que la maintenance préventive par des professionnels une fois par an. La maintenance curative consiste en la réparation des équipements en panne.

Les observateurs ont reçu une formation afin de mener à bien la maintenance quotidienne et hebdomadaire. La DRHT n'a pas de contrat assurant une telle maintenance préventive régulièrement par des professionnels. En cas de panne d'un post radio HF/BLU, il est remplacé par un autre de réserve déposée à la DRHT. La radio en panne et ensuite

envoyée à la DGH à Rabat où elle doit être réparée par les soins du fournisseur en vertu d'un contrat de maintenance. Pour les postes VHF/FM, le contrat de maintenance n'est pas encore conclu. La DRHT a dépensé 50 000 DH pour la réparation du relais d'Oukaimden par le fournisseur en 2000.

(3) Observateurs

Comme il a déjà été signalé, l'observation et la transmission des données dans le système existant sont principalement effectuées manuellement. Ceci veut dire que le système actuel dépend largement des observateurs des stations de prévision des crues.

Généralement, les observateurs ont été engagés parmi les habitants des zones où se trouvent les stations. Selon la DRHT, il a été très difficile de trouver des candidats propices dans les zones les plus éloignées telles que Amenzal, Agouns et Tiourdiou, où le pourcentage de l'analphabétisme dépasse largement les 90 %. Après avoir passé avec succès un examen, ils reçoivent une formation de la DRHT. L'amélioration du niveau du futur observateur prend un an approximativement. Le premier semestre est dédié à une formation en classe et le deuxième est consacré à un test d'exploitation sur place.

Les observateurs sont rémunérés à raison de 1 500 à 2 500 DH comme salaire mensuel payé par la DPE, selon leur expérience. Un logement à été fourni pour les familles des observateurs juste à proximité des stations à Aghbalou, Tazzitount, Aremd et Iguir N'kouris. La station d'Agouns était installée dans une chambre au lieu de résidence privé de l'observateur avant la construction du nouveau local de la station en novembre 2001. D'autre part, les stations de Tourcht, Tiourdiou et Amenzal ne disposent pas encore de logements pour les observateurs faute de ressources financières. Les observateurs de ces stations doivent se rendre à leurs stations après avoir fait un trajet de 5 à 15 minutes à pied sur des sentiers de montagne à travers des oueds et/ou des *chaâbas*. Au dire des observateurs de Tiourdiou et Amenzal, ils ont eu une très difficile expérience avec les eaux des crues récentes qui les ont empêché de se rendre à leurs stations.

Administrativement, les observateurs dépendent de la DPE, alors qu'ils sont en réalité plus liés à la DRHT qui leur donne les instructions à suivre pendant leur travail quotidien. Les observateurs échappent au contrôle administratif de la DRHT, mais heureusement, aucun problème ne semble se révéler jusqu'à présent en raison de cette situation.

(4) Observation et communication pendant les crues

Les pluies et les niveaux d'eau sont observés par les stations de prévision des crues et transmis à la DRHT quatre fois quotidiennement à 7:00, 11:00, 15:00 et 17:00. Puis, les informations sont transmises par la DRHT à la DGH à Rabat.

Dès qu'un symptôme de crue est détecté, le processus de suivi est déclenché. L'observation et la transmission doivent être effectuées à une cadence plus élevée même la nuit chaque heure, 30 minutes ou 15 minutes selon l'importance de la crue. Puisque les jaugeages des pluies pendant les fortes précipitations sont très pénibles comme déjà mentionné, ces jaugeages ne sont effectués fréquemment qu'en cas de demande spéciale par la DRHT. Les niveaux d'eau sont mesurés et transmis à une cadence élevée jusqu'au passage de la crue.

(a) Détection des crues

La détection en avance des crues est l'un des éléments les plus importants du SPAC. Le plutôt une crue est détectée, le plus de temps sera disponible pour en préparer la lutte. Généralement, la DRHT est informée des symptômes de crues des sources suivantes:

- Rapports des stations de prévision des crues,
- Messages de pré-alerte et d'alerte de la DMN, et
- Informations de la DPE d'Al Haouz

Ces messages/informations peuvent atteindre la DRHT à toute heure. Ainsi, une permanence est assurée à la DRHT même la nuit et les fins de semaines pour la réception des messages en tout temps.

Le système existant dépend beaucoup sur les informations transmises par les stations de prévision des crues pour la détection précoce. En cas de détection d'un phénomène exceptionnel tel qu'un orage, l'observateur informe la DRHT. Si celle-ci décide qu'il est nécessaire de suivre l'événement, elle donne ces instructions aux stations concernées pour une observation fréquente.

L'un des inconvénients d'une telle observation manuelle réside dans la possibilité de rater l'observation des crues soudaines particulièrement pendant la nuit. Il est possible que l'observateur ne remarque pas la pluie ou la monté du niveau d'eau durant son sommeil. Pour éliminer ou réduire une telle possibilité, la DRHT doit informer les observateurs en avances de toute crue éventuelle. En cas de prévision de perturbations météorologiques, la DRHT leur demande de rester vigilant et sur leur garde pour faire face à toute crue éventuelle.

Dans ce sens, les prévisions météorologiques de la DMN et les informations de la DPE sont de grande utilité. En particulier, les messages de pré-alerte et d'alerte émis par la DMN revêtent une grande importance. La DRHT informe les stations immédiatement dès réception de tout message de pré-alerte ou d'alerte. Les observations et les transmissions des données observées sont également effectuées à 20:00 en plus des quatre vacations adoptées en temps normal.

En plus de la DMN et la DPE, la Province et la DREF, qui disposent d'un réseau radio dans la Zone d'Etude peuvent servir de sources d'informations relatives aux crues. Malheureusement, la collecte des données n'a encore jamais été effectuée de ces deux administrations.

(b) Communications entre les stations et la DRHT

La communication entre la DRHT et les stations passe par radiotéléphone HF/BLU ou VHF/HF. Puisque les observateurs des stations et le récepteur de la DRHT se connaissent, la communication se fait sans problème. Si une station ne peut assurer une bonne transmission à cause des interférences, les autres stations peuvent la substituer. D'après l'opérateur de la radio de la DRHT, il peut recevoir les rapports des 22 stations en liaison avec la DRHT en 5 minutes au maximum.

Cependant, il est à noter qu'une erreur manuelle peut survenir à chaque moment. Les erreurs d'écoute, d'écriture, et de transmission vocale ne peuvent être éliminées définitivement puisque le système dépend sur ce genre d'exploitation manuelle.

(5) Collecte des informations des administrations concernées

Comme ci-dessus discuté, la DRHT collecte ou reçoit les données/informations non seulement de ses stations de prévisions de crue mais aussi de la DMN et de la DPE.

(a) Prévisions météorologiques par la DMN

La prévision météorologique est le devoir le plus important de la DMN. La DMN mène les prévisions météorologiques en se basant sur les calcules numériques à l'aide des modèles de prévision, des données météorologiques terrestres, des images d'observations de METEOSAT, des images radar et des données du radiosondage, etc..

La DMN émet quatre genres de prévisions:

- Prévisions immédiates et de très court terme entre 0 et 12 heures
- Prévision à court terme pour 12 à 48 heures
- Prévision à moyen terme pour 3 à 5 jours
- Prévision saisonnière pour 1 à 3 mois.

En plus de ses prévisions météorologiques, des Bulletins Météorologiques Spéciaux (BMS) sont diffusés aux administrations concernées pour annoncer des phénomènes météorologiques exceptionnels. Parmi les BMS, les messages de pré-alerte et d'alerte relatifs aux orages et/ou aux fortes pluies sont les plus importants pour le SPAC. La DRHT reçoit les messages de pré-alerte et d'alerte à travers la DGH et à travers la Station Synoptique de Marrakech (DMN). Les mesures que la DPE/DRE doit prendre sont stipulées dans le guide de gestion des événements crues établis par le Ministère de l'Equipement, selon la situation d'alerte tel que présentée au Tableau 4.3.3.

(i) Messages de pré-alerte et d'alerte

Les messages de pré-alerte sont émis lorsque de fortes pluies sont prévues. Pour un orage d'été il doit être annoncé avant midi, et pour une pluie d'hiver, 12 à 24 heures d'avance.

Les messages d'alerte sont émis lorsque de fortes pluies sont prévues. Les orages d'été doivent être annoncés 20 minutes à 2 heures en avance; les pluies d'hiver, 6 heures d'avance.

Le type d'alerte, le temps de son déclenchement, la période de sa validité, le texte du message et la région concernée sont inclus dans les messages comme le montre la Fig. 4.3.4. Si un bulletin météorologique est diffusé au public via les mass-media tels que la télévision, la radio et la presse, les messages de pré-alerte et d'alerte ne sont diffusés qu'aux administrations concernées comme le montre la Fig. 4.3.5. La DMN dispose d'un système qui peut faxer un message d'alerte à plusieurs administrations simultanément. La DRHT reçoit ces messages-fax de la DGH et de la Station Synoptique de la DMN à Marrakech.

(ii) Fréquence d'émission et précision des messages

La DMN émet quelque 50 messages d'alerte y compris les messages de pré-alerte par ans. Selon l'un des prévisionnistes de la DMN, l'année 1999 était une année exceptionnelle qui a connu l'émission de 115 messages de pré-alerte et d'alerte. Cinq messages de pré-alerte et 8 d'alerte ont été émis pendant le seul mois d'octobre. Parmi ces messages, 4 de pré-alerte et 8 d'alerte concernaient la Province d'Al Haouz.

Le Tableau 4.3.4 compare les rapports des précipitations effectives et les 12 messages émis par la DMN en octobre 1999 pour évaluer leur précision. Un message de pré-alerte ou d'alerte est souvent émis lorsque de fortes pluies de 20 à 30mm ou

plus dans 12 heures sont prévues. Dans ce contexte, les messages de pré-alerte et d'alerte du 9, 25, et 28 octobre concernant la Zone d'Etude peuvent être considérés incorrectes. D'autre part, la DMN n'a pas prévu les précipitations qui ont dépassé 30mm le 26 octobre.

La DMN a fourni des efforts pour accroître la précision de la prévision météorologique comme discuté dans la subdivision 2.8.1. La prévision des conditions météorologiques synoptiques devenait possible à un certain degré. Cependant, la prévision météorologique pour une zone déterminée, particulièrement dans la région du Haut Atlas, a encore besoin de beaucoup d'amélioration. La densité des stations météorologiques est encore très faible dans les zones montagneuses. Les 5 stations radar existantes ne peuvent couvrir toute la région du Haut Atlas.

(b) Informations collectées de la DPE

La DPE forme également l'une des sources d'informations relatives aux crues. La DPE d'Al Haouz dispose de trois brigades qui assurent l'entretien des routes dans les zones montagneuses comme le présente la Fig.2.4.1. Chaque brigade est équipée d'un radiotéléphone fixe de type VHF dans son bureau. Deux voitures de la DPE d'Al Haouz sont également équipées d'un radiotéléphone de type VHF, et fonctionnent comme voitures de patrouille. Ces radiotéléphones sont exclusifs au réseau de la DPE d'Al Haouz et ne sont pas liés au réseau VHF de la DRHT.

En cas de crue, les brigades et les voitures patrouillent les infrastructures. Si des dégâts sont détectés, la DPE à Tahanaout en est informée, puis la DRCR ou la DGH. De plus, ces brigades et ces voitures de la DPE peuvent servir également de postes de prévision de crue. Lorsqu'une brigade ou une voiture de la DPE détecte un phénomène exceptionnel, l'information est transmise à la DRHT depuis le siège de la DPE à Tahanaout.

4.3.2 Analyse des données, prévision, émission des messages d'avis de crues et diffusion des informations/messages d'alerte aux crues

La DRHT est responsable de l'interprétation des données brutes de crues collectées des stations d'observation, de la prévision, de l'émission des messages d'avis de crues et de la diffusion des informations/messages d'avis aux administrations concernées. Cependant, son activité concernant ce sujet est limitée à la conversion des niveaux d'eau en débit, et rien n'est fait concernant les écoulements des débris.

Deux modèles simples de prévision ont été développés pour le bassin versant de l'Ourika en 1998, mais ils n'ont jamais été utilisés pour des situations réelles. La tendance de la crue, i.e. son développement ou stabilisation, ne sont prévus que sur la base des informations fréquemment obtenues des stations. Des analyses, y compris l'établissement d'hydrogrammes, ne sont effectuées qu'après la crue.

(1) Conversion des niveaux d'eau en débit

Après la réception des valeurs des niveaux d'eau, ceux-ci sont immédiatement convertis en débit à l'aide de tableaux préparés au préalable. Cette conversion n'est pas si difficile et peut se faire en quelques minutes grâce aux tableaux. En principe, ces débits convertis sont la principale information que la DRHT peut fournir aux autres administrations.

Les tableaux de conversion ont été élaborés par la DRHT pour chaque batterie d'échelle en application de la formule de Manning. Les enregistrements des mesures de débit sont utilisés pour le calibrage du coefficient de rugosité pour les stations principales. Pour les stations

simples, les coefficients de rugosité sont déterminés théoriquement. Les tableaux sont mis à jour chaque fois qu'une enquête de profile en travers est effectuée.

(2) Prévision des crues

En termes d'analyses scientifiques assistées par ordinateur, aucune prévision des crues n'est effectuée dans le cadre du système actuel. La prévision est complètement basée sur les informations fournies par les observateurs qui consistent en des messages tels que: la pluie tombe, la pluie s'est arrêtée, le niveau d'eau commence à augmenter ou à diminuer, le niveau d'eau augmente encore, etc. En se basant sur les informations susmentionnées, la tendance des crues (augmentation ou stabilisation) est prévue, mais aucune prévision quantitative n'est menée jusqu'à présent.

D'autre part, deux modèles simples ont été élaborées pour le bassin versant de l'Ourika dans "*Aménagements hydrauliques pour la protection de la Vallée de l'Ourika contre les Crues, Mission I, mars 1996, INGEMA*". L'un est un modèle statistique, l'autre déterministe.

Le premier a été développé par une profonde analyse des données hydrologiques disponibles pour le bassin versant du Tensift. Ce modèle requiert les données de pluies journalières moyennes du bassin, un paramètre de l'état du bassin (humide ou sec) et une averse type pour estimer un volume de débit journalier et un débit de pointe. Le modèle déterministe a été développé sur la base des résultats des simulations hydrauliques et hydrologiques. Le modèle permet d'estimer les débits de chaque sous-bassin et à quatre points de contrôle dans la vallée de l'Ourika. Les deux modèles ne peuvent être utilisés en temps réel. Les précipitations annoncées par un message de la DMN sont utilisées pour estimer un débit de pointe dans certaines marges, mais on ne pourrait estimer le temps dudit débit.

Modèles de prévision des crues pour le bassin versant de l'Ourika

Modèle	Modèle statistique	Modèle déterministe
Données à entrer	• Pluies journalières moyennes du bassin • Paramètre de l'état du bassin CN (60, 70 ou 80) • Type d'averse (A, B ou C)	• Pluies journalières moyennes par sous-bassin • Paramètre de l'état du bassin CN (60 ou 80) • Type d'averse (3 heures ou 6 heures)
Sortie	• Débit maximal (m^3/s) à l'extrémité de l'aval	• Débit maximal (m^3/s) pour chaque sous-bassin et aux quatre points de contrôle

Malgré ces défis ambitieux, les deux modèles n'ont jamais été utilisés pour une crue réelle, probablement parce qu'ils sont encore prématurés pour la prévision pratique. Il est à noter que le manque des données des précipitations instantanées entravait le développement d'un modèle de prévention fiable et pratique.

(3) Messages d'avis de crues

La DRHT n'a pas de critères définis pour les messages d'avis de crues. Cependant, elle interprète les informations relatives aux crues en se basant sur son expérience. D'après l'un des fonctionnaires concernés, le débit indique la sévérité de la crue. Par exemple $500m^3/s$ est un débit critique pour l'Ourika. Il sait que des parties de la route au long de l'oued sont submergées lorsque le débit dépasse les $500m^3/s$.

Pour répondre promptement à une crue brusque, des critères définis comme les messages d'alerte de la DMN sont cependant indispensables. Des critères objectifs sur lesquels même les techniciens peu expérimentés peuvent se baser sont nécessaires. Comme indiqué au projet pilote pour le bassin versant de l'Ouergha, des seuils d'alerte des niveaux d'eau/débits et/ou des

précipitations doivent être définies par des études hydrologiques et hydrauliques. Ainsi, la DRHT peut donner aux administrations concernées non seulement les données du débit et des précipitations, mais aussi des données relatives à la sévérité des crues suivant les seuils d'alerte.

De plus, un plan d'action tenant en compte l'évolution des crues sera établi pour les administrations concernées y compris la DRHT, la DPE et la Province/Préfecture comme mesures à prendre par la DPE/DRE suivant les messages d'alerte de la DMN et comme stipulé dans le guide du Ministère de l'Equipement. Par conséquent, les organisations concernées peuvent agir conformément aux critères communs basés sur les informations relatives à la crue, qui sont généralement plus précises que la prévision météorologique.

(4) Diffusion des informations relatives aux crues

La DRHT n'a pas de critères définis pour l'alerte aux crues. Elle émet plutôt des informations relatives aux crues telles que les conditions des précipitations, les niveaux d'eau, la tendance des crues (monté, décrue, etc.) pour les administrations concernées. La DRHT transmet également les informations relatives aux crues à la DPE, à l'ONE, à l'ONEP et à l'ORMVAH comme présenté dans la Fig. 4.3.6.

Diffusion par la DRHT des informations relatives aux crues

Destinataire	Moyen de communication	Objectif
DPE	Téléphone, Fax, talkie-walkie VHF	• Gestion de la circulation routière (entretien, information sur les coupures de routes) • Protection des retenues de barrages • Meilleure compréhension de la situation pour transmission à la Province, la Protection Civil, et la Gendarmerie Royale
ONE	Téléphone, Fax	• Protection des retenues de barrages
ONEP	Téléphone, Fax	• Protection de la qualité de l'eau contre la sédimentation
ORMVAH	Téléphone Fax	• Protection des canaux d'irrigation

La DPE revêt une grande importance pour la DRHT du fait qu'elle est la responsable de la diffusion des informations relatives aux crues à la Province/Préfecture qui est, à son tour, responsable de la sécurité des gens, à la Protection Civile et à la Gendarmerie Royale. Selon la Fig. 4.3.6, les informations/avis de crues sont transmises de la DPE directement à la Protection Civile et à la Gendarmerie Royale aussi, mais cette diffusion des informations/avis de crues est effectuée par la province dans le cas de la Province d'Al Haouz. La DPE reste toujours en contact avec la DRHT durant la crue. Lorsque la crue dégénère, La DRHT peut contacter le Gouverneur directement.

Les informations transmises de la DPE d'Al Haouz par téléphone sont celles qu'elle reçoit de la DRHT plus celles concernant les infrastructures y compris les conditions de la circulation, les emplacements des coupures de routes et les dégâts occasionnés par la crue, etc. Ces informations doivent être utilisées pour les fins des activités d'évacuation et de secours par les organismes du Ministère de l'Intérieur.

4.3.3 Evacuation

En termes administratifs, les autorités locales sont responsables des activités d'évacuation. Comme déjà mentionné dans la section 2.8.1, il est à noter que le Ministère de l'Equipement, représenté par la DPE d'Al Haouz, a contribué à l'amélioration de la sécurité des habitants et des touristes par les activités suivantes:

- Etudes pour identifier les zones inondables
- Installation des panneaux d'alertes
- Préparation de brochures pour les touristes
- Réalisation d'aménagements de l'évacuation
- Promulgation de "la Loi sur l'Eau" ("Loi 10-95")

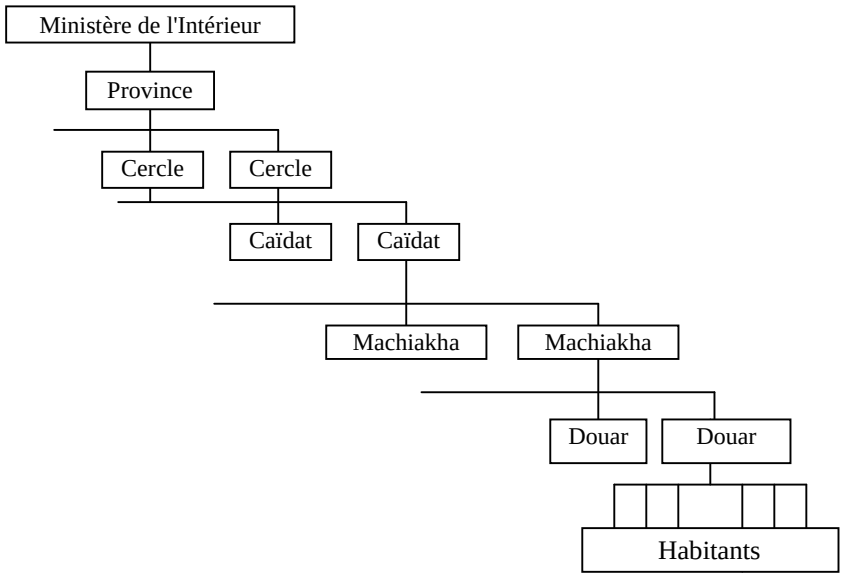
4.4 Activité de prévision et d'alerte aux crues par le Ministère de l'Intérieur (Province d'Al Haouz)

La Province d'Al Haouz couvre la presque totalité de la Zone d'Etude, alors que l'extrémité aval de l'Oued Issyl se situe dans la Préfecture de Sidi Youssef Ben Ali. La Province, y compris les niveaux plus bas des autorités locales: cercles, caïdats, machiakhas et douars, joue un rôle important, particulièrement dans la dernière phase du SPAC qui consistent en l'évacuation des habitants et des touristes vers des lieux sûrs. De plus, pour les bassins versants de R'dat, Zat et Issyl que le système de la DRHT ne peut pas couvrir, seule la Province (et la Préfecture de Sidi Youssef Ben Ali pour l'Oued Issyl) doit collecter les informations relatives aux crues par ses propres soins.

Les autorités locales établissent toujours des permanences pour lutter contre des crues éventuelles. Chaque fois qu'une crue exceptionnelle est détectée, elles doivent se préparer pour mener les actions nécessaires. Les principaux rôles de la Province sont: l'émission des alertes à la crue, y compris les appels à l'évacuation, leur diffusion et l'évacuation des habitants et des touristes. Il est à noter que le réseau des autorités locales peut servir également comme un réseau de prévision des crues. Les activités de la Province d'Al Haouz en relation au SPAC sont décrites dans la présente section.

4.4.1 Observation et collecte des données

La majorité des cercles et des caïdats sont équipés d'un téléphone et d'un radiotéléphone, comme le montre la Fig. 4.3.1. Des communes rurales disposent également d'un téléphone et/ou un radiotéléphone. Ces moyens de télécommunication permettent aux autorités locales de fonctionner comme des stations d'observation des crues. En outre, certaines autorités locales disposent d'un pluviomètre comme expliqué dans la section 2.8.1.



Hiérarchie des autorités locales

Lorsqu'un événement exceptionnel est détecté, elles doivent contacter leurs supérieurs un par un pour que le message puisse finalement arriver à la Province. En principe, Les autorités respectent la hiérarchie administrative dans les communications, mais des exceptions sont permises en cas d'urgences pour économiser le temps.

D'après l'un des fonctionnaires de la Province, la première information concernant la crue de 1995 est arrivée par un appel téléphonique provenant du caïdat d'Asni.

4.4.2 Emission de l'alerte

La Province/Préfecture ne dispose pas de paramètre pour l'émission de l'alerte. En principe, le Gouverneur est responsable de la sécurité des habitants et des touristes dans la Province/Préfecture. Même si la Province diffuse les informations/alertes à la crue qu'elle reçoit de la DPE et les messages d'alerte qu'elle reçoit de la DMN aux autorités de niveau inférieur, le déclenchement des alertes, y compris la décision de l'évacuation, est pratiquement effectué par chaque autorité de niveau inférieur avant la réception de l'information ou même par leurs employés en se basant sur leurs propres expériences pour les raisons suivantes:

- Les crues et les écoulements des débris sont très rapides,
- Le manque des moyens de communication, et
- Les habitants se sont tellement familiarisés avec les caractéristiques des crues et des écoulements des débris dans la Zone d'Etude au point qu'ils peuvent les juger eux-mêmes.

4.4.3 Diffusion des informations/alertes

La hiérarchie des autorités locales est respectée en principe pour la diffusion des informations/alertes à la crue. Le réseau téléphonique et le réseau radio sont utilisés comme moyens de communication même si le réseau téléphonique est moins fiable durant les crues. Pour les mêmes raisons mentionnées dans la section précédente, la communication verbale reste le moyen le plus important parmi les habitants, particulièrement lorsqu'il s'agit d'une crue très rapide comme celle de 1995. D'après l'enquête questionnaire effectuée dans le cadre de la présente Etude, presque tous ceux qui ont répondu ont été informés des crues de 1995 et de 1999 par les habitants de l'amont.

Les messages d'alerte de la DMN sont également diffusés aux autorités de niveau inférieur de la Province suivant la hiérarchie. Les messages d'alerte ne sont jamais remis aux habitants pour éviter toute panique inutile. A la réception des messages d'alerte, les autorités locales doivent renforcer leurs services de permanence.

Le manque des moyens de communication est le problème le plus sérieux dont souffre la diffusion des alertes aux crues. Même si une alerte à la crue est déclenchée par le Gouverneur, elle ne peut atteindre que les caïdats ou les communes par radio ou par téléphone. De là, les démarches doivent être exécutées par véhicules ou à pied. L'amélioration des moyens de communication est essentielle et une sirène qui annonce le danger d'une crue éventuelle doit être installée dans les zones exposées aux crues et aux écoulements des débris pour accélérer la diffusion et avertir le plus grand nombre possible de gens simultanément.

4.4.4 Evacuation

Puisque la finalité du SPAC est d'évacuer les gens à des endroits sûrs en temps approprié, le système n'est couronné de succès que lorsque l'évacuation est faite comme il se doit. On raconte que beaucoup de touristes à Iraghf couraient vers leurs voitures pour se sauver durant le désastre de 1995, causant une panique, un encombrement de route et une tragédie d'à peu près 200 victimes. Il est également signalé que la plus part des touristes ne pouvaient pas comprendre les alertes en berbère des habitants locaux. Le nombre de victimes pouvait être réduit si l'évacuation était faite de la manière appropriée.

Comme discuté dans la section 2.8.1, des mesures ont été prises par le Ministère de l'Equipement pour faciliter l'évacuation, i.e. l'installation des panneaux d'alerte qui indiquent que certains endroits sont exposés aux crues et la réalisation des aménagements d'évacuation. Pourtant, toutes ces mesures restent insuffisantes, en particulier pour les touristes.

Un autre problème réside dans l'absence d'un plan d'évacuation. Il n'existe aucune information concernant les sites d'évacuation. Le fait que les habitants et les employés des établissements touristiques assistent les touristes est indispensable, mais il reste à savoir à quel point ils sont capables de les aider en cas de catastrophe.

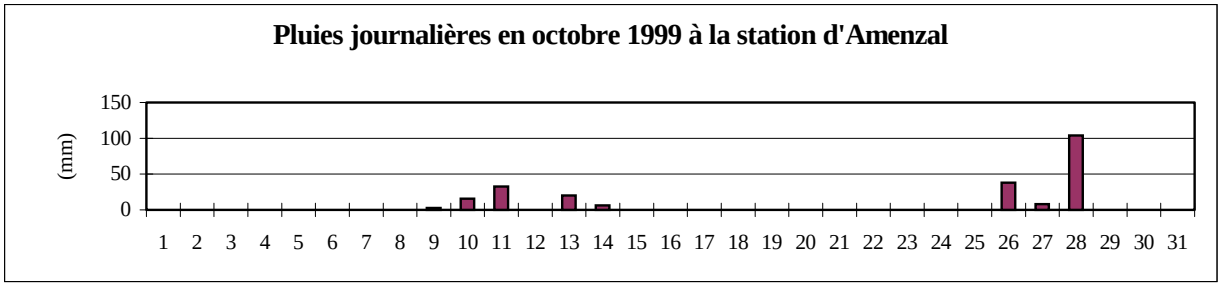
4.5 Activités réelles lors de l'événement crue d'octobre 1999

La description ci-dessus du SPAC de la région se base principalement sur le guide du Ministère de l'Equipement, les rapports des études et les résultats des entretiens et des reconnaissances du terrain. Dans cette section, on examinera de près comment le SPAC a été mis en application dans la réalité face à un événement de crue.

La crue du 28 octobre 1999 a été sélectionnée comme crue cible. Les rapports hydrologiques ont été collectés autant que possible et plusieurs entretiens ont été menés avec les fonctionnaires de la DRHT, la DPE d'Al Haouz, la Province d'Al Haouz, les autorités locales, la DMN, etc. Puis, le défi de reconstituer la situation vécue le 28 octobre 1999 a été relevé à travers l'arrangement de toute une mosaïque de rapports et de souvenirs. Le résultat est résumé dans la Fig. 4.4.1 et discuté ci-dessous, même si les descriptions se concentrent considérablement sur les activités de la DRHT qui dispose du plus grand nombre de rapports.

4.5.1 Crue d'octobre 1999

La Zone d'Etude a connu deux crues en octobre 1999. La première a eu lieu le 11 octobre, et la deuxième le 28 octobre. La deuxième était plus sévère en terme d'ampleur du débit de pointe et des dégâts causés aux infrastructures et aux terrains agricoles.



Les précipitations, qui ont commencé le 26 octobre, ont duré presque trois jours, résultants en des pluies torrentielles dans les zones montagneuses le 28 octobre. Ces pluies torrentielles ont généré des débits de crue dans les oueds Ourika, Rheraya, N'fis, R'dat et Zat. Les débits de crue ont atteint la pointe entre 15:00 et 21:00 le 28 octobre, selon les oueds. L'Ourika a atteint la pointe de crue dans sa plus basse partie entre Tazzitount et Aghbalou entre 15:00 à 18:00, d'après les rapports hydrologiques de la DRHT. Les graphiques des précipitations et les niveaux d'eau observés sont présentés dans la Fig.4.4.2 et 4.4.3.

La crue a causé l'effondrement de deux maisons à Aghbalou et des coupures à plusieurs endroits de la RP2017 (la route de Marrakech - Setti Fadma). Les lignes électriques ont été coupées à Aghbalou et les communications téléphoniques ont été perturbées dans tout l'Ourika. Heureusement, aucune victime n'a été signalée.

4.5.2 Reconstitution

Sur la base des informations collectées, les activités de chacune des administrations concernées ont été reconstituées comme suit:

(1) Avant le 28 octobre

Des pluies intermittentes ont commencé l'après-midi du 26 octobre et ont continué à tomber pendant 3 jours. Durant les deux premiers jours, les pluies n'étaient pas assez fortes pour

générer une crue. Les principales activités durant cette période ont été la prévision des précipitations par la DMN et l'observation de crue par la DRHT.

(a) Message d'alerte de la DMN

Entre le 26 et le 27 octobre, la DMN a diffusé deux messages de pré-alerte/alerte comme ci-dessous présenté. Ces messages ont été diffusés par fax aux administrations concernées: la DRHT, la DPE, la Province d'Al Haouz, etc.

Messages d'alerte de la DMN

Type de message	Heure d'émission	Durée de validité	Texte du message
Pré-alerte	14:00 27 oct.	De 15:00 27 oct.	Masses nuageuses très denses concerneront les régions et causeront des précipitations qui dépasseraient les 20mm en 12 heures. Des déversements sur les plaines avoisinantes sont probables. Les vents dépasseront les 80km/h par endroits.
Alerte	18:10 27 oct.	de 18:00 le 27 oct. à 8:00 le 28 oct.	Masses nuageuses très denses concerneront les régions et causeront des précipitations qui dépasseraient les 40mm en 12 heures. Des déversements sur les plaines avoisinantes sont probables. Les vents dépasseront les 80km/h par endroits.

(b) La DRHT

Même durant cette période, la DRHT procédait à l'observation des crues de près pour détecter tout symptôme. En plus des observations périodiques, des mesures fréquentes et des rapports du niveau d'eau sont établis chaque heure ou chaque demi-heure pour les stations d'Aghbalou et de N'kouris. Les informations collectées ont été immédiatement diffusées aux fonctionnaires de la DPE d'Al Haouz par téléphone et radiotéléphone VHF.

D'autre part, certaines stations ont connu des problèmes. La station de Tazzitount a réduit le nombre de vacations parce que les batteries de la radio ont été épuisées. Les batteries ne pouvaient être rechargées à cause d'une panne dans le régulateur des plaques solaires. Dans la station d'Amenzal, l'observateur ne pouvait mesurer les niveaux d'eau parce que les échelles de jaugeage ont été emportées par la crue du 11 octobre.

(c) La DPE d'Al Haouz

L'activité principale durant cette période a consisté en le renforcement de la permanence pour le suivi et la collecte des informations relatives à la crue et aux conditions des routes. La DPE d'Al Haouz était en contact avec la DRHT et avec ses brigades par téléphone et radiotéléphones VHF pour les fins de l'entretien des routes. En outre, un PC a été établi dans la DPE après réception du message d'alerte de la DMN.

(d) La Province d'Al Haouz et le Caïdat d'Ourika

L'activité principale durant cette période a consisté en la diffusion des messages d'alerte de la DMN suivant la hiérarchie aux autorités locales inférieures.

(2) Le 28 octobre

Les pluies devenaient plus fortes à partir de 6:00 et par conséquent les débits commençaient à augmenter. Elles ont duré jusqu'à 19:00. Les précipitations journalières ont dépassé 100 mm dans les stations d'Amenzal, Tourcht et Aremd. La pointe de la crue a été enregistrée entre 15:00 et 18:00 dans la partie la plus basse de l'Ourika (d'Aghbalou à Tazzitount). Selon la DRHT, le débit de pointe était estimé à 762m^3/s à Aghbalou.

Chacune des administrations concernées a réagi face à la crue dans les limites de ses responsabilités. La DRHT a collecté les données des pluies et des niveaux d'eau et a procédé à leur analyse, puis elle a émis une sorte de message d'avis de crue à la DPE d'Al Haouz. En se basant sur le message de la DRHT, La DPE a fermé la barrière à Aghbalou sur la RP2017 pour contrôler la circulation dans les routes endommagées. Ce message a été émis par les soins de La DPE à la Province d'Al Haouz. Puis, il a été diffusé comme message d'alerte de la Province aux cercles et aussitôt qu'il a reçu l'alerte, le Caïd d'Ourika a patrouillé les zones à risques de crues.

(a) Massage d'alerte de la DMN

Deux messages d'alerte ont été lancés par la DMN le 28 octobre comme ci-dessous présenté. Ces messages ont été diffusés par fax aux administrations concernées: la DRHT, la DPE, la Province d'Al Haouz, etc.

Message d'alerte de la DMN

Type du message	Heure d'émission	Durée de validité	Texte du message
Alerte	8:30 28 Oct.	Jusqu'à 12:00, 28 Oct.	Masses nuageuses très denses concerneront les régions et causeront des précipitations qui dépasseraient les 20mm en 12 heures. Des déversements sur les plaines avoisinantes sont probables.
Alerte	20:20, 28 Oct.	Jusqu'à 6:00, 29 Oct.	Masses nuageuses très denses concerneront les régions et causeront des précipitations qui dépasseraient les 40mm en 12 heures. Des déversements sur les plaines avoisinantes sont probables. Les vents dépasseront les 80km/h par endroits.

(b) La DRHT

Les responsables sont restés aux bureaux tard dans la nuit précédente, jusqu'à 3:00, et y sont revenus tôt le matin à 7:00. L'opérateur de la DRHT contactait la stations par talkie-walkie VHF pour suivre la situation de la crue avant de quitter sa maison. Les niveaux d'eau commençaient déjà à augmenter à la station d'Aremd (l'oued Rheraya) et à celle d'Iguir N'kouris (l'oued N'fis). Le contact était permanent avec les stations (chaque heure ou chaque demi-heure) jusqu'à 20:00, et pour la station d'Aghbalou jusqu'à 11:00 le lendemain. Les données des précipitations ont été transmises chaque heure durant la pointe de la crue ainsi que durant les premières périodes de sa récession, i.e. entre 15:00 et 20:00.

D'autre part, la station de Tazzitount ne pouvait rien transmettre à la DRHT parce que les batteries ont été épuisées. Les niveaux d'eau ne pouvaient être mesurés à la station d'Amenzal comme il a été mentionné ci-dessus.

Les niveaux d'eau ont été convertis en débits en se basant sur les tableaux de conversion préparés au préalable. Les informations relatives à la crue, y compris les précipitations et les débits, ont été diffusées à la DPE d'Al Haouz et à la DGH immédiatement après la réception des rapports des stations. Selon la DPE d'Al Haouz, une sorte de message d'avis de crue a été aussi diffusée de la DRHT à la DPE quatre ou cinq heures avant la pointe de la crue de l'Oued Ourika (le temps estimé est de 10:00 à 14:00). Le message était quelque chose comme "une crue est imminente!". La DRHT a prévu la crue en se basant sur la tendance des niveaux d'eau et des précipitations.

(c) DPE Al Haouz

La DPE d'Al Haouz qui a été en contact étroit avec la DRHT a reçu des messages d'avis par téléphone de la DRHT entre 11:00 et 14:00. A son tour, la DPE a diffusé les messages d'avis à la Province d'Al Haouz par téléphone.

On se référant aux informations de la DRHT, la DPE d'Al Haouz a envoyé les véhicules d'entretien des routes aux tronçons endommagées ou exposées aux dégâts à partir de ces brigades. Le message d'avis a emmené la DPE d'Al Haouz à fermer la RP2017 à Aghbalou pour contrôler la circulation dans les zones à risques de crue en concertation avec la Province d'Al Haouz.

(d) La Province d'Al Haouz et le Caïdat d'Ourika

A juger des entretiens effectués avec la Province d'Al Haouz, la DPE et le Caïdat d'Ourika, on peut deviner que le message d'avis de crue a été transmis aux cercles comme alerte à la crue.

Le Caïdat d'Ourika a reçu un message d'alerte vers 14:00 du cercle de Tahanaout par radiotéléphone VHF. Le message était "une crue est imminente! Se déplacer vers l'oued pour prendre les mesures nécessaires de lutte contre la crue".

Puis le Caïd s'est dirigé à bord de sa voiture vers Iraghf où des centaines de gens ont trouvé la mort ou ont été blessés lors du désastre de 1995. Sur le chemin il a patrouillé les zones à risques de crues le long de l'oued pour en ordonner l'évacuation à l'aide d'un haut-parleur. Heureusement personne n'a été dans l'oued parce qu'il pleuvait dès le matin. Il est arrivé à Iraghf vers 14:30 et a donné ses instructions aux Cheikhs, aux Moqadams et aux Forces Auxiliaires qui s'y sont rassemblées. Il est resté là jusqu'à 20:00, heure à laquelle le danger de crue s'est dissipé.

La diffusion du message d'avis/alerte de la DRHT aux habitants à Iraghf a approximativement nécessité 50 minutes si la transmission d'une administration à l'autre a pris 5 minutes. Il est clair que la dernière étape de la diffusion, i.e. du Caïd à la zone à risque de crue a nécessité beaucoup de temps: 30 minutes. Si le Caïd s'est également dirigé vers Setti Fadma pour y diffuser l'alerte, il lui aura fallu une trentaine de minutes de plus.

Temps écoulé pendant la diffusion de l'alerte

Diffusion du message d'avis/alerte	Temps (mn)	Temps accumulé (mn)
De la DRHT à la DPE (téléphone)	5	5
De la DPE à la Province (téléphone)	5	10
De la Province aux Cercles (téléphone or VHF radiotéléphone)	5	15
Du Cercle au Caïdat (VHF radiotéléphone)	5	20
Du Caïdat à Iraghf (en voiture)	30	50

4.5.3 Evaluation de l'observation et de la transmission des données par la DRHT

Comme discuté dans la section 4.3.1, le système de la DRHT dépend beaucoup sur la l'intervention humaine. L'observation et la transmission des données se font manuellement. Dans cette subdivision, une évaluation de ces opérations manuelles est faite en se basant sur les rapports de la crue d'octobre 1999.

(1) Précision des mesures des niveaux d'eau

L'observation des niveaux d'eau est une opération très difficile et très dangereuse surtout au cours des crues. L'observateur doit descendre des sentiers de montagnes glissants sous de fortes pluies pour mesurer les niveaux d'eau, puis il doit empreinter les même sentiers vers la station pour transmettre sont compte rendu à la DRHT. Il doit faire ce travail chaque heure ou 30 minutes ou même chaque 15 minutes s'il s'avère nécessaire.

Il est naturel que les observateurs fassent des erreurs dans de si difficiles conditions. De ce fait, des données étranges et douteuses se sont révélés dans les rapports des niveaux d'eau comme le montre la Fig. 4.5.4 et comme il est résumé ci-dessous.

Rapports des niveaux d'eau étranges ou douteux

Station	Commentaire
Aghbalou	Divergence des temps de pointe de deux mesures aux batteries B1 et B3
Tourcht	Les formes des graphiques sont totalement différentes entre les deux mesures effectuées aux batteries B1 et B3.
Tahanaout	Les mesures ont été suspendues parce que l'observateur avait à fuir de la crue.

(2) Fiabilité des transferts des données

Pour examiner la concordance des données contenues dans les rapports d'observation des stations et les données reçus à la DRHT, les données des niveaux d'eau dans les trois stations suivantes ont été utilisées. Chaque niveau d'eau observé dans les feuilles du rapport des stations a été comparée au rapport des niveaux d'eau correspondant dans la DRHT. Les résultats sont résumés comme suit :

Pourcentage de concordance

Station	Nombre de données	Nombre de données concordantes	Pourcentage de concordance
Aghbalou	63	63	100.0
Tiourdiou	43	42	97,7
I. N'Kouris	14	12	85,7
Total	120	117	97,5

Sur un total de 120 données, une différence s'est révélée dans trois données, et la différence maximale est de 40cm. Le pourcentage de la concordance est de 97,5%. Ces différences sont probablement causées par des erreurs d'écriture/lecture des observateurs ou des erreurs d'audition/écriture de l'opérateur radio. Même si ces vérifications ne sont basées que sur 120 données, on peut dire qu'une telle erreur humaine est inévitable tant que l'exploitation est manuelle.

4.6 Pratique réelle lors de la crue du 12 août 2001

4.6.1 Introduction

L'après midi du dimanche 12 août 2001, une crue réduite s'est produite dans la vallée de l'Ourika. Heureusement, la crue était si réduite qu ni victimes ni blessés n'ont été enregistrés même si un grand nombre d'estivants s'est rendu en cette fin de semaine au Moussem (fête annuelle pour le commerce et les loisirs). Le dégât le plus significatif était le blocage de la circulation causé par les débris drainés par les affluents, qui ont été dégagés après quelques heures grâce à l'intervention de la brigade de la maintenance des routes de la DPE. Aucun dégât aux propriétés n'a été enregistré à l'exception de quelques endommagements légers soufferts par un taxi qui a été attaqué par les débris.

Cette petite crue n'a pas été d'une ampleur significative en terme d'hydrologie, mais elle a été de grande importance pour ceux qui sont impliqués dans la gestion des désastres. La crue peut être considérée comme un échantillon précieux pour l'examen des pratiques du SPAC dans la région. Ainsi, un examen similaire à celui effectué l'année dernière pour la crue de 1999 a été tenté à travers la collecte des données et une séries d'entretiens avec les responsables de la DRHT, la DPE d'Al Haouz, la Province d'Al Haouz, la Gendarmerie Royale et la Protection Civile ainsi que les habitants locaux à Iraghf et Setti Fadma. Les résultats sont résumés dans la Fig. 4.6.1.

4.6.2 Condition hydrologique

(1) Pluies

Il faisait beau pendant le matin et les nuages ont commencé à ce développer après midi. Puis, la pluie a commencé à tomber vers trois heures et elle a durée pour environs 1,5 heure avec des chutes intenses intermittentes.

La distribution des pluies journalière est présentée dans la Fig. 4.6.2. la station de Tazzitount a enregistré les plus fortes pluies avec 32,0 mm, suivie par la station d'Aghbalou avec 18,8 mm. Les stations d'Amenzal et de Tiourdiou avaient environs 4 mm, mais les autres deux stations, Agouns et Tourcht n'ont pas enregistré de pluie. A A partir de ces enregistrements et résultats de l'enquête d'entretiens, il paraît que les plus fortes pluies se sont concentrées sur la partie avale de la vallée entre Aghbalou et Setti Fadma.

Seul le diagramme des pluies de la station d'Aghbalou nous donne la durée et l'intensité précise parce que les autres stations ne sont pas équipées de pluviomètres enregistreurs. Selon ce diagramme, les pluies ont commencé à 14:45 et ont durés jusqu'à 17:15 avec une chute intensive de 8,9 mm en 10 minutes entre 14:50 et 15:00 comme montré dans la Fig 4.6.1. Même si la quantité totale des pluies atteignant 18,8 mm n'est pas si significative, la haute intensité correspondant à 53,4 mm/heure est remarquable.

(2) Débit de l'oued

Le niveau d'eau à été observé aux stations d'Aghbalou et de Tazzitount comme présenté dans la Fig 4.6.1. Le niveau d'eau a commencé à augmenter environs 16:00 et a atteint sont sommet environs 16:30, environs 40 minutes après la pluie maximale à Aghbalou. Le débit maximal estimé était aussi réduit que 22 m^3/s pour Aghbalou. La période de la crue a été très courte et la situation est retournée à la normale par 19:00.

(3) Ecoulements de débris émanant des affluents

La quantité de pluie n'a pas été suffisante pour développer un grand débit dans l'oued mais sa forte intensité a généré un charriage de sédiments dans les affluents entre Aghbalou et Setti Fadma. Les affluent gauches ont déversé des débris sur la route de Marrakech-Setti Fadma (P2017), résultant en e blocage de la circulation. Les débris ont été presque dégagés en totalité par la brigade de maintenance des routes de la DPE vers 22:00.

4.6.3 Activités des administrations concernées

A travers une série d'entretien effectuée en fin septembre 2001, les activités des administrations concernées au cours et après le passage de la crue peuvent être devinées en certaine manière. En ce qui suit les résultats de la reconstitution, basés sur la mémoire du personnel concernée et non pas sur des enregistrements écrits. Ainsi, il est à noter que la description suivante peut contenir des erreurs, particulièrement en ce qui concerne le temps.

(1) Message d'alerte de la DMN

La prévision des averses d'été est vraiment très difficile. Rien de spécial n'a été prévu pour la météorologie du 12 août dans le Haut Atlas dans le Bulletin de Prévision Météorologique à moyen terme émis par la DMN deux jours avant, le 10 août. Ni message de pré-alerte ou d'alerte n'a été émis avant la crue, et ce n'était qu'à 18:50, environs deux heures après le passage de la crue que la DMN a émis un message d'alerte couvrant la zone du Haut Atlas. De plus, il n'a pas plu du tout dans la vallée de l'Ourika après l'émission en dépit du message d'alerte annonçant une averse orageuse dépassant 30 mm en 6 heures pendant les 21 heures suivantes.

Le Bulletin de Prévision Météorologique à moyen terme et le Message d'Alerte du 12 août sont ci-joints.

(2) DRHT

C'est la station d'Aghbalou qui a été la première à informer la DRHT sur la crue. Afin de transmettre les informations relatives à la crue, l'observateur de la station a téléphoné à l'opérateur de la DRHT, qui se trouvait alors chez lui, sur son portable environs 16:00. A la réception du rapport de la station d'Aghbalou, l'opérateur radio s'est précipité vers la DRHT et a contacté les stations d'observation de crues, à l'exception de celle de Tazzitount dont la radio était en panne, aussitôt arrivé aux environs de 16:30. L'opérateur a très vite compris que la crue n'était pas significative, mais il a gardé le contact avec la station d'Aghbalou jusqu'à 20:00 pour assurer le suivi de la situation.

Le chef du service de planification et gestion de l'eau qui ne travaillait pas ce jour-là s'est déplacé vers la DRHT aux environs de 17:00 pour se préparer à toute éventualité d'averse orageuse après avoir remarquer les sombres nuages couvrant le ciel de Marrakech. L'opérateur radio et le chef de service ont décidé qu'il n'était pas nécessaire d'informer les administrations concernées sur la crue.

Le jour suivant, la DRHT a envoyé un technicien à la vallée pour collecter les informations relatives à la crue et réaliser les levées de sections en travers. Les résultats de la reconnaissance du terrain ont été résumés dans un rapport d'une page.

(3) DPE

La station Aghbalou relevant de la DRHT a également téléphoné à la DPE. Un technicien du service de l'infrastructure qui a été de permanence à reçu l'appel de la station d'Aghbalou vers 16:00. Puisque l'observateur de la station lui a expliqué que la crue n'était pas importante, il n'a pris l'initiative d'informer aucune autre administration.

A la réception des instructions de la Province d'Al Haouz, la DPE a envoyé la brigade de maintenance des routes d'Oukaimden à la vallée de l'Ourika vers 19:00 pour dégager la routes des dépôts de débris. La brigade a été en mesure de dégager presque la totalité de la route vers 22:00 même si elle a continué le travail le lendemain.

(4) Province

La province a été informée entre 16:00 et 18:00 par la Gendarmerie Royale et les autorités locales y compris le président de la Commune rurale de Setti Fadma. Immédiatement après avoir reçu l'information, la Province a demandé à la Gendarmerie Royale et aux Forces Auxiliaires de mobiliser leurs brigades vers la vallée. La Province a également envoyé le Super Caïd du Cercle de Tahanaout sur place pour remplacer le Caïd de l'Ourika qui a été en congé.

(5) Gendarmerie Royale

La Gendarmerie Royale a été informée sur la crue aux environs de 16:00 par sa patrouille dans la vallée, organisé à l'occasion de la saison touristique tout au long de la période estivale. Aussitôt informée, la Gendarmerie Royale consulté la Province et a envoyé des renforts à la vallée à partir de sa brigade à l'Ourika.

(6) Protection Civile

Le Commandant Régional de la Protection Civile n'a pas été informé et il a été surpris de lire la nouvelle dans la presse qui a publié des descriptions exagérées des dégâts de la crue comme a

précisé la province de d'Al Haouz par la suite. Pour lui, la raison pour laquelle la Protection Civile n'a pas été informée est que la crue a été réduite et qu'aucune victime n'a été enregistrée.

4.6.4 Réactions des touristes et des habitants

La sécheresse qui persiste dans la région a presque mené au tarissement de la vallée de l'Ourika cet été et les propriétaires des hôtels et restaurants ont souffert de la diminution du nombre de visiteurs qui sont généralement attirés par l'eau propre et fraîche de la vallée. Nonobstant, il y avait des milliers d'estivant au long de la vallée ce jour là, le 12 août, qui coïncidait avec le Moussem de Setti Fadma.

En ce qui suit des résumés des entretiens effectués le 2 octobre 2001 avec les propriétaires des magasins et des employés d'hôtels à propos des réactions des touristes et des habitants vis-à-vis de la crue:

(1) Setti Fadma

Au commencement de l'averse vers 16:00, la zone de Setti Fadma a été peuplée de milliers de touristes venus profiter du Moussem. Rappelés de la tragédie de 1995, de nombreux touristes ont été confus ou agités par les jeunes enfants de la localité, alors que les habitants ont été comparativement plus calmes.

La majorité des touristes qui sont venus en voiture se sont précipité vers leurs véhicules pour échapper au danger de la vallée. Au début de l'averse, les véhicules arrivaient à échapper du site plein de touristes avec grande difficulté. Aussitôt que les affluents gauches ont commencé à déverser des débris sur la route en de nombreux points et même à Setti Fadma, le flux de la circulation c'est significativement ralentit résultant ainsi en de grands embouteillages.

D'autre part, un grand nombre de touristes à été conduits au douar se trouvant derrière le site touristique par les propriétaires et employés des magasins qui habitent la zone. Ils ont dû passer quelques heures chez les habitants en attendant que la situation se calme. Quelques propriétaires de magasins ont fermé leurs magasins pour évacuer et aider les touristes à évacuer ou en préparation à toute évacuation éventuelle.

(2) Iraghf

La zone d'Iraghf était également peuplée de touristes. Aussitôt qu'il a commencé à pleuvoir aux environs de 15:00, les touristes se sont réfugiés dans les restaurants au long de la route. Quelques-uns d'eux ont réussi à rentrer chez eux en voiture.

Comme les pluies devenaient de plus en plus fortes, l'affluent Tighezrit qui a drainé des écoulements de débris en 1995 a commencé à déverser de l'eau à travers la route. Cette eau a dérangé la circulation de retour, résultant en un grand embouteillage dans le site touristique entre 15:00 et 17:00.

4.6.5 Leçons retenues de la crue

A partir de la reconstitution ci-dessus de crue du 12 août 2001, plusieurs problèmes dans les mesures de protection contre les crues ont pus être relevées. Ils nous donnent tous de précieuses leçons pour l'amélioration du SPAC actuel et se résument comme suit:

- La prévision des orages d'été reste très difficile même avec un équipement de pointe tel que celui de la DMN. Il est possible que la DMN n'arrive pas à détecter les orages d'été localisés comme a été le cas pour la crue du 12 août 2001. Toutes les administrations concernées doivent prendre les précautions nécessaires contre l'évolution soudaine d'un orage, particulièrement en été sans réception du message d'alerte de la DMN.

- Les orages d'été sont caractérisés par les averses intensives localisées. Heureusement, les précipitations ont été d'une quantité plus faible pour provoquer le déversement de l'oued en dehors de ses berges, mais elles étaient suffisantes pour raviver les affluents. S'il avait plu un peu plus, même des écoulements de débris pouvaient se produire dans ces affluents.
- Pour la prévision des crues et des écoulements des débris provenant des affluents, l'observation des pluies dans les superficies drainées par ces affluents et essentielle. Au contraire, les stations existantes sont toutes situées au fond de la vallée sur le cours d'eau principal de l'oued. Comme proposé dans le Plan Directeur, l'installation de stations pluviométriques supplémentaires est nécessaire, particulièrement entre Aghbalou et Setti Fadma.
- Il est vraiment regrettable que la station de Tazzitount qui a été au centre des précipitations n'a pas pu transmettre ses rapports à la DRHT au cours du passage de la crues en raison d'une panne de radio. Les équipements doivent être en bon état de fonctionnement en tout temps.
- La DRHT a été la première à recevoir de l'information de la station d'Aghbalou vers 16:00 quand il a presque fini de pleuvoir. Le temps du rapport de la station d'Aghbalou est considéré être trop tard pour lutter contre une crue ou un écoulement de débris éventuel provenant des affluents, ce qui ne s'est pas produit heureusement.
- Afin d'accélérer la prise de décision en cas d'urgence, des critères doivent être définis au préalable pour les mesures nécessaires suivant l'ampleur de la crue. De tels critères doivent être basés sur les indicateurs hydrologiques observés (pluies et/ou niveau d'eau) comme proposé dans le Plan Directeur. Par exemple, en adoptant la rège “les stations doivent informer la DRHT à chaque fois qu'elles détectent des pluies” la station d'Aghbalou aurait informé la DRHT vers 15:00, immédiatement après le commencement des pluies.
- La communication inter-ministères entre le Ministère de l'Equipement (DRHT et DPE) et le Ministère de l'Intérieur (Province d'Al Haouz) a été absente à l'exception de la demande de l'envoi de la brigade de la DPE. La DRHT et DPE d'Al Haouz n'ont pas informé la Province, alors que la Province n'a pas demandé les informations hydrologiques de la DRHT qui pourraient l'aider utiles pour ses interventions par les soins du Super Caïd et de la Gendarmerie Royale. Des critères doivent être définis pour la communication entre les administrations également.
- La route P2017 de Marrakech-Setti Fadma n'est pas bien équipée pour la traversé des affluents de la vallée de l'Ourika. Aussitôt que les pluies atteignent 20 à 30 mm ou plus, la route est exposée aux eaux de crues et aux débris provenant des affluents. De plus, il existe des pentes aiguës très instables dans l'arrière immédiat de la route tout au long de la vallée et ces pentes peuvent également tomber sur la route sous l'influence des fortes pluies, même si heureusement aucun écroulement de pente n'a eu lieu lors de la crue estivale. Des structures telles que les ponds, les caniveaux, les tunnels et les ouvrages de protection contre les écoulements des pentes doivent être fournis pour la protection de la route.
- D'autre part, il paraît judicieux de s'abstenir de l'utilisation des voitures pendant le passage des crues en vue d'éviter les désastres secondaires tant que la route est si vulnérable. Le contrôle de la circulation pose également un grand problème pendant les crues.
- Lors de la crue du 12 août, le Super Caïd et les éléments de renforts de la Gendarmerie Royale ont pu avoir accès à la vallée quelques heures après l'averse. Ils ont pu inspecter les lieux en termes de situation après le passage de la crue, le maintien de l'ordre et la supervision des travaux de dégagement des débris de la route par la brigade de la DPE. Puisque les sites touristiques de la vallée sont très loin (1 à 1.5 heure même en temps normal) de Marrakech et de Tahanaout, l'intervention des administrations se limite à tels activité postérieures au passage de la crue. Les administrations peuvent généralement aider les habitants et les touristes à évacuer avant et au cours de la crue. Même un message d'alerte provenant l'administration ne peut arriver à la zone à temps si les mesures de communication appropriées, telles que la radio, ne sont pas disponibles.
- Dans une telle situation, les habitants et les touristes doivent prendre les mesures nécessaires par leur propre initiative en principe sans l'aide l'administration. Cependant, les touristes qui ne sont pas familiarisés avec la zone et les caractéristiques de ses crues tombent dans la confusion et l'agitation dans l'absence de l'assistance des habitants locaux. Ainsi, les habitants et particulièrement les employés et employeurs du secteur touristique doivent guider les touristes vers des lieux plus sur comme illustré par leur comportement à Setti Fadma le 12 août 2001.

4.7 Problèmes du SPAC existant

En guise de conclusion aux discussions de ce chapitre, les problèmes dont souffre le SPAC avant la réalisation du Projet Pilote sont relevés et résumés dans le tableau suivant:

Problèmes du SPAC existant dans la zone d'étude

Sous-système		Problèmes	Administrations concernées
Observation hydrologique et collecte des Informations	Observation	• Nombre insuffisant et déploiement inapproprié des stations pluviométriques et des jaugeages des niveaux d'eau • Difficultés d'observation manuelle des précipitations et des nivaux d'eau • Equipement inapproprié pour le jaugeage des nivaux d'eau	DRHT
	Transmission des données	• Erreurs inévitables de communication verbale • Nécessité de rénover et renforcer la station relais	DRHT
	Collecte des informations	• Nécessité de renforcer la précision de la prévision météorologique	DRHT, DMN
Analyse des données, prévision, diffusion des messages d'avis de crues et distribution des informations/ messages d'avis de crues	Analyse des données	• Faible analyse des données • Négligence des écoulements des débris	DRHT
	Prévision	• Absence de la prévision scientifique • Rareté des relevés pluviométriques pour l'établissement du modèle • Négligence des écoulements des débris	DRHT
	Diffusion de l'alerte aux crues	• Absence de critères pour la diffusion des messages d'avis de crues • Négligence des écoulements des débris	DRHT
	Distribution des messages d'avis/ informations des crues	• Absence d'information visualisée • Erreurs inévitables de la communication verbale	DRHT/DPE
Déclenchement de l'alerte		• Absence de critères pour la diffusion des messages d'avis de crues • Négligence des écoulements des débris	Province/ Préfecture
Diffusion de l'alerte		• Erreurs inévitables de la communication verbale • Moyens de télécommunication insuffisants • Différence linguistique entre les locaux et les touristes • Absence d'équipement d'alerte comme une sirène ou des haut-parleurs	Province/ Préfecture et autorités locales inférieures
Evacuation	Aménagements	• Espaces de stationnement et d'évacuation insuffisants	DPE, Province/ Préfecture, et DRHT
	Fonctionnement	• Différence linguistique entre les locaux et les touristes • Espaces d'évacuation non-désignés • Absence d'organisation d'assistance pour les touristes	Province/ Préfecture et DRHT