

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

5.1 Stratégie du plan directeur

Suite à l'examen de près du système existant avant la réalisation du Projet Pilote présenté dans le chapitre précédent, un avant projet du plan directeur est formulé au présent chapitre pour être modifié et amélioré après la réalisation du Projet Pilote.

5.1.1 Nécessité et limites du Système de Prévision et d'Alerte au Crues

(1) Nécessité du Système de Prévision de d'Alerte aux Crues

La Zone d'Etude s'étend du Haut Atlas à la plaine du Haouz sur un total de 3 453 km². Il existe des milliers de douars éparpillés dans les vallées, les flancs de montagnes et les vastes plaines alluviales. Une population de 370 000 habitants vit dans la Zone d'Etude et des milliers de touristes s'y rassemblent pour passer leurs fins de semaines pendant l'été. D'autre part, d'innombrables douars, routes au long des oueds et sites touristiques sont exposés aux désastres causés par les pluies tels que les crues des oueds, les écoulements des débris, les glissements de terrains et les écroulements de pentes en raison des conditions topographiques, géologiques et météorologiques comme décrit dans l'étude géomorphologique en section 3.1.

Afin de protéger les habitants et les touristes de ces désastres, il est nécessaire de fournir des mesures structurelles telles que les barrages de lutte contre les crues, les travaux d'aménagement des oueds y compris la construction de digues et l'excavation des canaux des oueds et les seuils de stabilisation. En effet, quelques mesures structurelles ont déjà été réalisées comme discuté dans la sous-section 2.8.2. Cependant, les ouvrages structuraux ne sont pas suffisants et restent loin d'assurer le niveau de sécurité souhaité en raison des contraintes financières.

Le Système de Prévision et d'Alerte aux Crues (SPAC) est un outil pour minimiser les dégâts des désastres. Particulièrement, il peut contribuer à la réduction des pertes en vies humaines à un faible coût s'il est exploité comme il faut. Pour cette raison, le SPAC est préféré et a été fourni pour de nombreuses zones dans le monde. Pour les mêmes raisons, le SPAC est nécessaire pour la Région de l'Atlas qui a vécu le désastre catastrophique de 1995.

(2) Limites du SPAC

Le SPAC n'est efficace que s'il est bien exploité. Il est une sorte de mesure de soutien pour les habitants locaux et les touristes pour les fins de minimiser les risques ; ces risques qui persisteront si les habitants locaux et les touristes ne prennent pas les mesures nécessaires pour éviter les risques de désastres. Ainsi, il est important de comprendre les limites du SPAC comme décrit ci-dessous:

- Le SPAC est l'une des mesures non-structurelles qui fournit aux habitants et aux touristes des alertes à la crue pour les fins de l'évacuation. Les gens sont conseillés d'évacuer vers des lieux plus sûrs. Cependant, ça dépend de la personne et de son application à suivre les instructions. Les gens qui ignorent les alertes peuvent être blessés ou tués par les désastres.
- Le SPAC n'est pas efficace pour la protection des immeubles tels que les maisons et les constructions. Même pour les biens meubles tels que les voitures, le mobilier, les vêtements et les sommes d'argent, il reste peu facile de les porter hors atteinte des crues pendant un temps très court.

- Le SPAC n'est pas toujours parfait. Il reste possible que les pluies soient concentrées sur une zone limitée non-couverte par les stations pluviométriques. Les pannes d'équipement sont également possibles.
- En raison des caractéristiques topographiques et géologiques de cette région, tous les types de désastres causés par les pluies sont possibles. Malheureusement, les mécanismes de tous les phénomènes de désastre ne sont pas encore mis au clair, principalement en raison du manque des données hydrologiques et géologiques. Ainsi, les désastres surprenants qui dépassent la capacité de prévision du système restent toujours possibles dans la région.

5.1.2 Stratégie de base pour la formulation du Plan Directeur

Compte tenu de ce qui précède et des problèmes posés par les crues, la stratégie de base pour la formulation du Plan Directeur est comme suit :

(1) Identification de la nécessité et du rôle du SPAC

La Zone d'Etude couvre six (6) bassins versants, qui sont caractérisés par des problèmes de crues inhérents, à savoir au niveau des causes et de la consistance des dégâts, soit au niveau des habitants ou au niveau des touristes ou des deux. Dans ce contexte, il est nécessaire de clarifier les problèmes inhérents, et d'identifier la nécessité et le rôle du système de prévision et d'alerte aux crues. Dans cette Etude, le système de prévision et d'alerte aux crues sera mis en place pour répondre aux besoins à travers l'identification de la nécessité et du rôle du système pour chaque bassin.

(2) Assurance de la fiabilité du système

Pour atténuer les dégâts de crues, il est nécessaire pour les gens et les administrations concernées de prendre les mesures convenables. A ce propos, les informations relatives aux crues doivent être exactes et doivent être diffusées à temps à toutes les personnes concernées y compris les habitants. Suivant la présente Etude, la fiabilité du système de prévision et d'alerte aux crues sera assurée.

(3) Considération de la durabilité du système

Il va sans dire que le système de prévision et d'alerte aux crues doit fonctionner correctement et doit être entretenu pour fournir les informations relatives aux crues en permanence, et assurer ainsi sa durabilité.

Pour cette raison, le système sera établi tenant compte de la disponibilité du personnel ingénieur et technicien, ainsi que la capacité d'exploitation et de maintenance des administrations actuelles prenant part à la prévision et l'alerte aux crues.

(4) Justification du système

Généralement, l'échelle des projets est justifiée en se basant sur la viabilité économique à travers la comparaison du coût au bénéfice. Cependant, le système de prévision et d'alerte confronte le problème d'évaluation du bénéfice du projet en de termes pécuniaires, puisqu'il inclut des bénéfices intangibles et cruciaux tels que l'épargne des vies humaines. Donc, le système est justifié non pas au niveau de la viabilité économique mais au niveau de l'exigence sociale tenant compte du bénéfice intangible. Concernant la justification de l'échelle du projet au niveau de l'exigence sociale, il paraît qu'il n'existe aucun moyen hormis la référence à des projets semblables dans d'autres bassins.

- (5) Promotion de la coordination entre les administrations concernées et la participation du public

Les informations relatives aux crues diffusées par les soins de plusieurs personnes concernées et l'évacuation pour fuir les dégâts de crues sont entreprises en coordination et grâce à la participation de beaucoup de gens. Dans ce sens, il est essentiel de promouvoir la coordination entre les administrations concernées et la participation du public pour une bonne gestion du système de prévision et d'alerte aux crues.

- (6) Utilisation optimale des résultats du Projet Pilote

Dans le cadre de l'étude du Plan Directeur, un Projet Pilote sera proposé pour examiner l'efficacité de l'Avant-projet du Plan Directeur. Puis le Plan Directeur sera mis au point tenant compte des mérites et démérites du Projet Pilote.

- (7) Considération optimale des études pertinentes

Actuellement, beaucoup d'études en relation sont en cours dans et aux alentours de la Zone d'Etude, telles que "le Plan National de Lutte contre les Crues", "l'Automatisation du Réseau du Bassin de l'Ouergha", "l'Etude et l'Assistance Technique pour l'Installation du Système de la Télémétrie Hydrologique pour les Bassins Versants d'Oum Er Rbia et de N'fis" et "l'Etude de Développement des Ressources en Eau Régionales". Puisque les propositions de ces études concernent les conséquences de l'Etude, ces études pertinentes seront tenues en compte.

5.1.3 Conditions de base de la formulation du Plan Directeur

En principe, le Plan Directeur sera formulé en tenant compte des conditions suivantes:

- (1) L'année cible de l'achèvement de la réalisation

L'échelle du Plan Directeur du SPAC est peut être moindre que celle des mesures structurelles. Comme expliqué en relation aux projets de télémétrie de l'Ouergha et de Souss/Messa en sous-section 2.11.1, le Plan Directeur peut être achevé en 3 à 4 ans ou 5 ans au maximum si les conditions financières le permettent.

Dans la présente Etude, l'année d'achèvement cible du Plan Directeur est prévue pour 2009, à supposer que le commencement d'une réalisation soit en 2005 et prenne 5 ans pour arriver à terme comme suit:

Processus et périodes nécessaires

Processus nécessaire	Période (années)	Observations
E/Fet C/D	1,5	
Acquisition des équipements (fabrication et transports inclus)	1,5	Equipement hydrologique, transmission, gestion des données etc.
Travaux de construction et installation des équipements	1	Certains travaux sont exécutés simultanément avec l'acquisition des équipements.
Mise en service expérimentale	1	Collecte des données pour le guide
Fourniture de guide	(1)	Guide du déclenchement de l'alerte qui pourra ressortir de la mise en service expérimentale.
Total	5	L'an 2007 (à compter de 2003)

- (2) Crue cible

Dans la zone, la plus sérieuse crue récente est celle de 1995 qui a provoqué le lancement de cette étude en un certain sens. Le Plan Directeur du SPAC est à formuler pour faire face aux

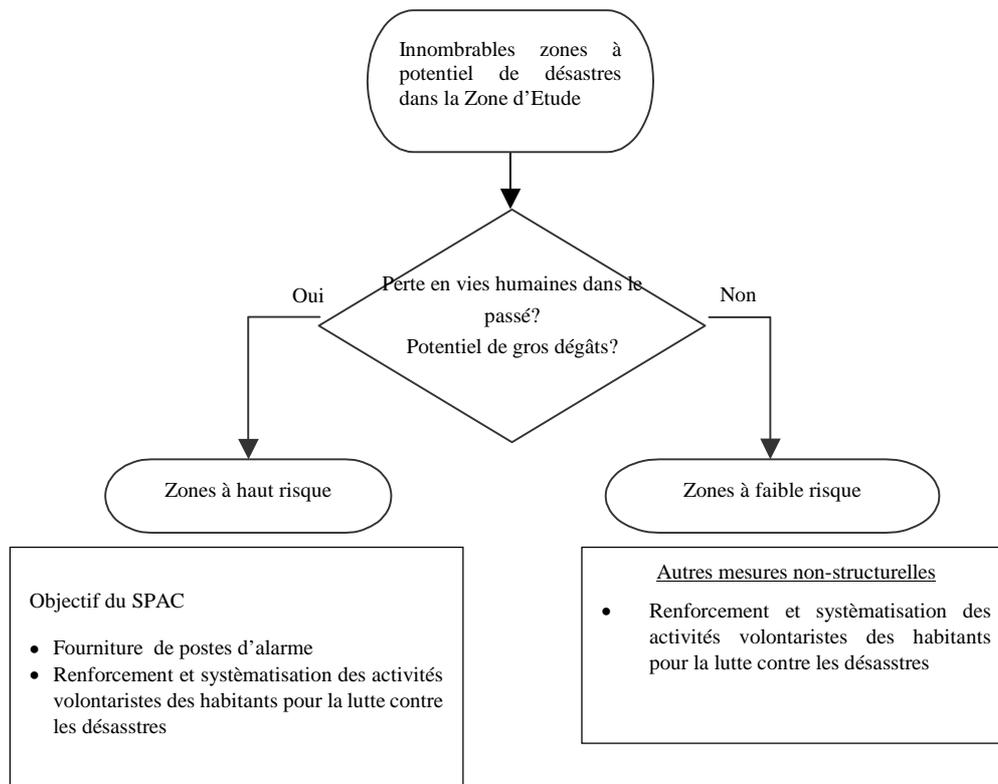
conditions de la crue de 1995, prise comme crue cible. Les aménagements et systèmes sont conçus pour faire face à des crues exceptionnelles.

5.2 Sélection des zones cibles du SPAC

Comme déjà expliqué, d'innombrables douars, routes au long des oueds et sites touristiques sont exposés aux désastres causés par les pluies tels que les crues des oueds, les écoulements des débris, les glissements de terrains et les écroulements de pentes en raison des conditions topographiques, géologiques et météorologiques. De plus, quelque dizaine de milliers de touristes visitent les vallées montagneuses pendant les fins de semaines en quête de l'eau et de la fraîcheur de la région. L'objectif du SPAC est d'évacuer les habitants et les touristes des zones à potentiel de désastre en toute sécurité durant de tels désastres. Cependant, le problème est comment traiter ces zones à potentiel de désastre alors qu'elles se dispersent dans toute la Zone d'Etude. En particulier, les zones à potentiel d'écoulements des débris se trouvent le long des innombrables petits ruisseaux des vallées comme présenté dans la Fig. 3.1.2. Il est totalement impossible de prendre des mesures pour chaque petit ruisseau. Ainsi, l'action par ordre de priorité est inévitable pour optimiser le bénéfice du Plan Directeur en investissant plus dans les zones à haut risque.

Autrement dit, le SPAC proposé pour la Zone d'Etude ciblera ces zones à haut risque. Pour les zones à faible risque, d'autres mesures non coûteuses, s'appuyant sur les activités volontaristes des habitants doivent être conçues tel que discuté en 5.5.3.

La classification des zones selon le degré de risque doit être fondée sur un examen compréhensif du potentiel de dégâts et des désastres antérieurs. Comme le but du SPAC est d'épargner les vies humaines, les pertes occasionnées en celles-ci par les désastres antérieurs et le potentiel de dégâts à éviter, y



Mesures concevables pour les zones à potentiel de désastre

compris en vies humaines, fournissent de propices indicateurs pour la sélection des zones à haut risque.

5.2.1 Caractéristiques des désastres

Avant de procéder à la sélection des dites zones à haut risque, les discussions traitant des caractéristiques des désastres par bassin versant en 2.5, 2.7, 3.1 et 3.2 sont passées en revue et résumées comme suit (Tableau 5.2.1):

(1) Bassin versant de R'dat

Même si des tronçons de la RN9 et quelques maisons au long de l'oued sont vulnérables aux inondations, le bassin versant de R'dat est en général bien protégé des crues de l'oued. Le problème qui se pose pour ce bassin versant est celui des désastres des écoulements des débris comme ceux provenant de l'affluent Tazlida.

(2) Bassin versant de Zat

La situation de l'Oued Zat est très semblable à celle de R'dat. Les désastres des écoulements des débris sont plus sérieux que les crues de l'oued. Le lit et les berges de l'oued sont utilisés comme terrains agricoles qui sont parfois affectés par les crues, mais les douars sont généralement localisés dans des emplacements suffisamment élevés.

(3) Bassin versant de l'Ourika

Le désastre d'août 1995 qui a causé la mort de 210 personnes est inoubliable. Ce désastre a été considéré comme résultant des effets associés des crues et des écoulements des débris. Les écoulements des débris ont empiré le désastre. Il est aussi à noter que la majorité des victimes étaient des touristes qui venaient de toutes les régions du Royaume.

La route P2017 qui longe l'oued est très basse sur plusieurs tronçons. Selon la simulation hydraulique en 3.2, un total de 6 km entre Aghbalou et Setti Fadma est vulnérable aux inondations. Les écoulements des débris constituent également une menace sur la vallée. De nombreux cours d'eau aigus sont traversés par la route alors qu'ils ont d'importantes réserves de débris instables sur leurs lits.

Par contre, ces zones dangereuses attirent des centaines de milliers de touristes pendant la période estivale et qui ne sont pas familiarisés avec de tels désastres. Non seulement les deux principaux sites touristiques de la région, Iraghf et Setti Fadma, mais aussi d'autres bas emplacements au long de l'oued, où beaucoup de touristes se rassemblent pour jouir de l'eau fraîche de l'oued, sont exposés à de tels inondations et écoulements des débris. Il est raisonnable de dire que le potentiel de dégâts reste très haut malgré les efforts fournis par le Gouvernement suite au désastre de 1995 comme déjà souligné en 2.8.

(4) Bassin versant du Rheraya

Ce bassin versant est le plus petit et celui qui a les pentes les plus aiguës parmi les six bassins cibles. Cette condition topographique génère des crues de l'oued et des écoulements des débris soudains.

Au cours du désastre de 1995, des écoulements des débris ont eu lieu dans plusieurs affluents, l'un desquels a emporté deux personnes à Imlil. Dans les parties basses, les eaux de l'oued ont submergé les routes à bas niveau, R203 et P2015, et cinq personnes ont trouvé la mort dans le site touristique de R'ha Moulay Brahim. Un autre site qui connaît des rassemblements, le Souk d'Asni, et qui a échappé de justesse au désastre de 1995, est également exposé aux crues de l'oued.

(5) Bassin versant de N'fis

Le bassin versant de N'fis est le plus grand des six bassins versants de la Zone d'Etude. L'oued est le plus long et le plus doux de pentes des quatre autres oueds montagneux. Le potentiel des dégâts par les crues de l'oued paraît moins grave, à l'exception de celui de T. N. Yakoub où un nombre considérable de maisons est situé sur les rives basses de l'oued.

Cependant, les écoulements des débris sont très importants dans ce bassin versant. En 1995 ils ont eu lieu dans les affluents d'Imgdad et Ouirgane et ils ont causé beaucoup de dégâts. Six personnes dans le douar de Tisgui et une autre à Targa sont mortes dans les écoulements des débris.

(6) Bassin versant de l'Issyl

L'Oued Issyl est très différent des autres oueds de la Zone d'Etude. Il déverse dans la plaine nommée la Plaine du Haouz. Ce oued est totalement sec en temps normal mais des crues brusques surprennent souvent les gens dans la zone urbaine de Sidi Youssef Ben Ali. Quelques victimes ont été signalées dans les dernières crues telles que celles de 1963 et 1990.

5.2.2 Sélection des zones à haut risque

Basé sur les discussions que dessus, les zones à haut risque qui seront ciblées par le Plan Directeur sont sélectionnées comme présenté dans la Fig. 5.3.1. Une récapitulation est présentée en ce qui suit:

Zones à haut risque sélectionnées

Province /Préfecture	Bassin versant	Zone	Type de désastre	Cible à protéger	Victimes des crues précédentes	
Al Haouz	R'dat	Affluent Tazlida	Ecoulement de débris	Village	3 victimes en 95	
	Zat	Douar Tiferent	Ecoulement de débris	Village	11 victimes en 95	
	Ourika	Tiguemmi-n-Oumzil et Tnine	Crue de l'Oued		Village	Un pond et un village exposés.
		Aghbalou	Crue de l'Oued & écoulement de débris		Touristes, village	13 victimes en 95, site touristique
		Iraghf	Crue de l'Oued & écoulement de débris		Touristes, village	180 victimes en 95, site touristique
		Tazzitount	Crue de l'Oued & écoulement de débris		Touristes, village	10 victimes en 95, site touristique
		El Kri	Crue de l'Oued & écoulement de débris		Touristes, village	2 victimes en 95, site touristique
		Setti Fadma	Crue de l'Oued & écoulement de débris		Touristes, village	8 victimes en 95, site touristique
		Rheraya	R'ha Mouley Brahim	Crue de l'Oued		Touristes, village
	Souk d'Asni		Crue de l'Oued		Souk, clients du souk	Souk du samedi
	Imlil		Ecoulement de débris		Village, touristes	2 victimes en 95, site touristique
	N'fis	T. N. Yakoub	Crue de l'Oued		Zone urbaine	1 blessé en 95
		Tizgui	Ecoulement de débris		Village	6 victimes en 95
		Targua	Ecoulement de débris		Village	1 victime en 95
	S.Y.B. A.	Issyl	Municipalité de Sidi Youssef Ben Ali	Crue de l'Oued	Zone urbaine	Plusieurs victimes en 56
Douar Guannoune			Crue de l'Oued	Village		

5.3 Principaux points d'amélioration

Suivant la stratégie du Plan Directeur telle que décrite dans la section 5.1, cette section décrit les principaux points de l'amélioration proposée.

5.3.1 Observation hydrologique et collecte des données

Comme traité au Chapitre 4, on pourrait dire que la Province d'Al Haouz, la DPE et la DMN ainsi que la DRHT prennent actuellement part à l'observation hydrologique et à la collecte des données. Cependant, la DRHT devrait jouer un rôle primordial dans ce sous-système comme on le comprend de sa responsabilité et de sa capacité technique. Dans ce sens, cette Etude met l'accent sur l'amélioration de l'observation hydrologique et le système de collecte des données de la DRHT ainsi que de ceux des autres administrations supposées soutenir le système de la DRHT.

(1) Amélioration du réseau des stations d'observation des crues

Généralement, deux solutions se présentent pour l'amélioration du système actuel d'observation des crues. La première consiste en l'extension de la zone de couverture en ajoutant des stations d'observation. La deuxième consiste en la modernisation des équipements y compris l'automatisation en introduisant un système de télémétrie.

(a) Mise en place de nouvelles stations d'observation des crues

La mise en place de nouvelles stations est essentielle pour minimiser les zones d'ombre. Elles pourront fournir plus d'informations de crues et aboutir à l'amélioration de la fiabilité du système. Cependant, le plus de station on ajoutera, le plus élevé sera le coût du Plan Directeur. Le nombre des nouvelles stations doit être limité au minimum, prenant compte des besoins hydrologiques et des emplacements des zones à haut risque sélectionnées. Ainsi, les critères suivants sont proposés pour établir un plan de déploiement des stations pluviométriques et de jaugeage des niveaux d'eau:

(i) Critères des stations pluviométriques

- Au moins une station doit être installée en amont de chaque zone à haut risque
- Pour le bassin versant de l'Ourika dont le potentiel des dégâts est le plus haut parmi les six bassins, une station doit être installée dans chaque affluent principal
- Un pluviomètre doit être installé dans la station relais d'Oukaimden pour mesurer les précipitations à une altitude de 3 273m, et
- Pour éviter tout acte de vandalisme aux équipements et faciliter les travaux de maintenance, les stations doivent en principe être installées dans ou près des douars.

(ii) Critères des stations de jaugeage des niveaux d'eau

- Au moins une station de jaugeage des niveaux d'eau doit être installée en amont de chaque zone à haut risque de crue de l'oued
- Une nouvelle station de jaugeage des niveaux d'eau doit être installée à 10km en amont de la zone prioritaire correspondante pour assurer un délai d'avance minimal de 45 minutes (à supposer une vitesse de propagation de crues de 4m/s). Ce temps d'avance de 45 minutes permet une marge de 15 minutes pour les actions consécutives nécessaires depuis la collecte des données à l'évacuation, qui requièrent 30 minutes dans les conditions du Plan Directeur telles qu'elles sont proposées dans la section 5.4.4
- Pour éviter le vol des équipements et faciliter les travaux de maintenance, les stations doivent en principe être installées dans ou près des douars.

Basé sur les critères ci-dessus, un plan de déploiement consistant en 8 stations existantes et 12 nouvelles est provisoirement proposé (Voir Fig. 5.3.1 et Tableau 5.3.1):

Plan de déploiement des stations d'observation des crues

Basin versant	Nombre de stations pluviométriques			Nombre de stations de jaugeage des niveaux d'eau		
	Existantes	Nouvelles	Total	Existantes	Nouvelles	Total
R'dat	0	1*	1*	0	0	0
Zat	0	1*	1*	0	0	0
Ourika	6 (5)	5** (1)	11** (6)	5 (5)	1 (1)	6 (6)
Rheraya	1 (1)	2** (1)	2** (2)	1 (1)	1 (1)	2 (2)
N'fis	1 (1)	3 (2)	4 (3)	1 (1)	2 (2)	3 (3)
Issyl	0	2 (1)	2 (1)	0	1 (1)	1 (1)
Total	8 (7)	12 (5)	20 (12)	7 (7)	5 (5)	12 (12)

Note: Le chiffre entre parenthèses désigne le nombre de stations équipées de pluviomètre et de jauge à niveaux d'eau.

* : La station de Gdrar Guedronz est située à la limite entre le bassin de R'dat et celui de Zat, et compte pour les deux.

** : La station d'Oukaimden est située à la limite des bassins de l'Ourika et du Rheraya, et compte pour les deux.

(b) Modernisation des équipements

Comme déjà vu dans la Section 2.11, la DGH est en train de promouvoir l'automatisation de l'observation hydrologique et de la collecte des données pour la gestion des crues et des ressources en eau comme est le cas dans les projets des bassins versants de l'Ouergha, de l'Oum Er Rbia et du N'fis, et de la zone de la côte Méditerranéenne. La modernisation des réseaux d'observation hydrologique est l'un des plus importants objectifs du plan d'action quinquennal de la DGH.

Cependant, il est vrai qu'une grande différence existe encore entre le système manuel actuel et le système entièrement automatique en termes de technologie et de coût. Le système manuel actuel a commencé dans le bassin versant de l'Ourika juste quelques années avant, et il paraît qu'il est encore très tôt d'introduire un nouveau système. Tant que la durabilité du nouveau système n'est pas assurée, la réalisation d'une telle automatisation peut être incertaine. A ce propos, trois options allant du système manuel existant à un système entièrement automatique sont conçues et comparées pour déterminer le développement du sous-système d'observation hydrologique et de collecte des données dans la section 5.4.

(2) Collecte des informations des administrations concernées

La DMN, la DPE, la Province d'AL Haouz et la DREF ont leurs propres réseaux d'observations, leurs propres moyens de communication et/ou leur technologie et leurs équipements pour l'analyse des données. Ces administrations peuvent fournir à la DRHT des informations utiles sur la météorologie, les précipitations, les conditions des oueds et des désastres qui peuvent l'aider à prévoir les crues. Dans cette étude du Plan Directeur, la collaboration inter-administrative est prise en considération pour optimiser l'utilisation des données disponibles, prenant en compte les arrangements institutionnels. Il est aussi à noter que cette collaboration doit être réciproque.

Informations provenant des administrations concernées

Administrations	Informations possibles
DMN	Prévision météorologique, message d'alerte, (images satellite et radar)
DPE	Conditions météorologiques, conditions de l'oued et zones sinistrées
Province d'Al Haouz	(conditions météorologiques et précipitations)
DREF	(conditions météorologiques et précipitations)

Les éléments entre parenthèses désignent des informations qui ne sont pas actuellement fournies à la DRHT

(a) Collaboration avec la DMN

La DMN est la seule administration responsable de la météorologie dans le Royaume. L'administration a un très grand nombre de techniciens et des équipements et logiciels sophistiqués, et ses informations sont aussi très importantes pour le SPAC dans la Zone d'Etude. Dans ce contexte, la collaboration avec la DMN doit être renforcée pour collecter plus d'informations, y compris les images radar et satellite. En échange, la DRHT peut fournir ses données hydrologiques en temps réel qui doivent être aussi très importantes pour la DMN.

(i) Recommandation de l'installation d'un radar de précipitations près de Marrakech

Un radar de précipitation est un outil très important pour bien assimiler les mouvements spatiaux des zones de précipitations. Ces informations aident le prévisionniste de la DRHT à prévoir les conditions des précipitations: savoir si la pluie va s'arrêter, augmenter ou s'atténuer, etc. De plus, après que les données du point d'intensité des précipitations dans les stations d'observation des crues et que les informations radar auraient été accumulées, l'élaboration d'un modèle d'estimation des intensités de précipitations pour une large zone sera possible.

Comme mentionné dans la Section 2.8.1, la DMN avait des plans pour l'installation d'un nouveau radar de précipitations à Marrakech ou à Oujda (Nord-est du Maroc), en 2001 au plutôt. Pour améliorer la précision de la prévision météorologique et des messages d'alerte concernant la Zone d'Etude, il est fortement recommandé que le radar soit installé près de Marrakech. Avec ce radar, la zone d'ombre du réseau radar existant sera éliminée surtout pour le Haut Atlas. Il est aussi recommandé que les informations radar soient transmises à la DRHT.

D'autre part, la DGH doit elle-même installer un radar de précipitation pour couvrir le Haut Atlas à Marrakech. Cependant, cette idée paraît irréaliste en raison de ce qui suit:

- Le modèle de prévision des crues proposé ne requiert pas les informations radar, qui sont utiles pour la prévision des précipitations,
- Les images radar et les interprétations de la DMN paraissent suffisantes pour la prévision des crues,
- Un radar est très coûteux s'il est utilisé seulement pour la prévision des crues, et
- Un tel radar ne peut être utilisé d'une façon optimale que par la DMN qui a assez d'expérience en ce qui concerne le fonctionnement des radars.

(ii) Images satellite

En plus des images radar, les images satellite sont aussi très utiles. Si elles sont fournies avec les images radar à la DRHT, qui ne prévoit pour le moment que les

précipitations de pointe à l'aide de son réseau d'observation des crues, elle comprendra mieux les mouvements des nuages dans tout le Royaume. Ceci l'aidera à mener les prévisions d'une façon plus précise.

(b) Informations provenant des autres administrations

Les postes de brigades de la DPE, les caïdats de la Province/Préfecture et les postes des forestiers de la DREF peuvent jouer le rôle de stations d'observation. De surcroît, les postes d'alarme proposés pour l'installation dans les zones à haut risque par la présente Etude, sont également supposés échanger des informations relatives à la météo, aux précipitations, aux dégâts, etc. avec la Province/Préfecture. Ils sont tous équipés de radiotéléphones VHF, et les postes de la DREF ainsi que certains Caïdats disposent également de pluviomètres totalisateurs.

Concernant la DPE qui maintient une relation étroite avec la DRHT et relevant du même Ministère, elle doit continuer l'échange des données/informations avec la DRHT même en cas de crue tel que stipulé par le guide pratique du ME. La Province/Préfecture, qui est en relation étroite avec les habitants, constitue également une importante source d'informations relatives aux crues. Particulièrement, les informations en temps réel qui seront fournies par les postes d'alarme via la Province/Préfecture sont très précieuses pour les fins de la prévision des crues par la DRHT. Pour ce, la DRHT doit maintenir un contact permanent avec la Province/Préfecture.

Cependant, il reste difficile de demander autant à la DREF qu'on le peut aux stations d'observation des crues de la DRHT du fait que la DREF n'a aucune responsabilité dans le SPAC. La dépendance sur cette administration forestière en cas d'urgence est risquée. De ce fait, la DRHT ne devrait avoir de soucis à se faire concernant la collecte des données pluviométriques de la DPE durant la crue. Par contre, ces données pluviométriques devraient être utilisées en temps normaux pour l'amélioration des modèles de prévision. Si besoin est, une convention à l'instar de celle reliant la DMN au MCEF devra être conclue entre eux et la DGH.

5.3.2 Analyse des données et prévision

Selon le guide du ME, la DRHT doit effectuer les analyses hydrauliques et hydrologiques pour interpréter les données des précipitations et des niveaux d'eau, puis elle doit distribuer les informations/messages d'avis de crues aux administrations concernées. Ce sous-système du SPAC actuel n'est pas encore satisfaisant, et aucune analyse scientifique autre que la conversion des niveaux d'eau en débit n'a été faite. Donc, l'amélioration de ce sous-système revêt une grande priorité.

(1) Analyse des données

L'analyse des données comprend les fonctions suivantes:

- Traitement des données,
- Stockage des données, et
- Visualisation des données traitées

(a) Traitement des données

Les données de précipitations sont automatiquement converties en pluies accumulées, en intensités des pluies et en pluies moyennes du bassin, et les données des niveaux d'eau sont aussi automatiquement converties en débits en se basant sur la formule de Manning.

Données à collecter des stations d'observation des crues

Donnée	No. De données	Cadence de collecte	Informations
Pluies	20	Normalement, la collecte des données est effectuée chaque heure. L'intervalle peut être réduit à 30 ou 10 minutes.	<ul style="list-style-type: none"> • Temps d'observation: année, mois, jour, minute. • Total pluies des observations précédentes.
Niveaux d'eau	12	Normalement, la collecte des données est effectuée chaque heure. L'intervalle peut être réduit à 30 ou 10 minutes.	<ul style="list-style-type: none"> • Temps d'observation: année, mois, jour, minute. • Niveaux d'eau actuel.

(b) Stockage des données

Les données traitées sont automatiquement stockées dans une base de données ainsi que le temps de mesure. La base de données est renouvelée chaque fois que de nouvelles données sont collectées des stations.

(c) Visualisation des données traitées

Les données traitées sont visualisées automatiquement dans une variété de cartes, de graphiques et de tableaux comme montré dans la Fig. 5.3.2 et résumé ci-dessus :

Présentation des données traitées

No	Elément	Information comprise
1	Carte d'état de crue	Les intensités des pluies sont classées dans des états selon leurs magnitudes.
2	Diagramme d'état de crue	Les intensités actuelles des pluies et des débits sur un diagramme schématique de l'oued Ourika.
3	Graphique de pluies (toutes les stations)	Pluies dans toutes les stations pour les dernières 24 heures.
4	Graphique de pluies (chaque station)	Pluies à chaque station pour les dernières 24 heures.
5	Graphique de débit (Toutes les stations)	Débits à toutes les stations de jaugeage des niveaux d'eau pour les dernières 24 heures.
6	Graphique de débit (chaque station)	Débit, niveau d'eau et moyenne de pluies du bassin à chaque station de jaugeage des niveaux d'eau.
7	Tableau de pluies	Intensité des pluies et pluies accumulées des dernières 24 heures.
8	Tableau des niveaux d'eau et des débits	Niveaux d'eau et débits des dernières 24 heures.

Dans ces cartes et ces graphiques, les pluies et les débits traités sont comparés à deux niveaux d'alerte pour catégoriser la gravité de la crue en termes de magnitude des pluies et des débits comme montré dans (3) (Message d'avis de crues) de cette section. Les deux niveaux sont les pluies/débits de Pré-alerte et d'Alerte qui sont utilisées pour la détermination de l'émission du message d'avis de crue.

(2) Prévision

Tout d'abord, il est à souligner que la prévision des crues et des écoulements de débris dans les bassins versants cibles est très difficile. Les précipitations sont tellement intensives dans l'espace et dans le temps et les phénomènes sont très rapides. Les données disponibles sont aussi très rares.

Face à ces difficultés, un modèle de prévision est proposé dans la présente Etude pour les crues de l'oued et les écoulements des débris respectivement. Cependant, il est dangereux de

beaucoup compter sur les modèles de prévision. Les résultats de la prévision doivent être interprétés attentivement, et la mise à jour devra être effectuée après chaque crue ou écoulement de débris pour accroître leur fiabilité. Il est recommandé que les données effectivement observées, et non pas les résultats prévus, soient utilisées pour les fins de prise de décision telles que l'émission des messages d'avis de crues aussi longtemps que ces modèles ne peuvent assurer un niveau suffisant d'exactitude.

(a) Prévision des crues

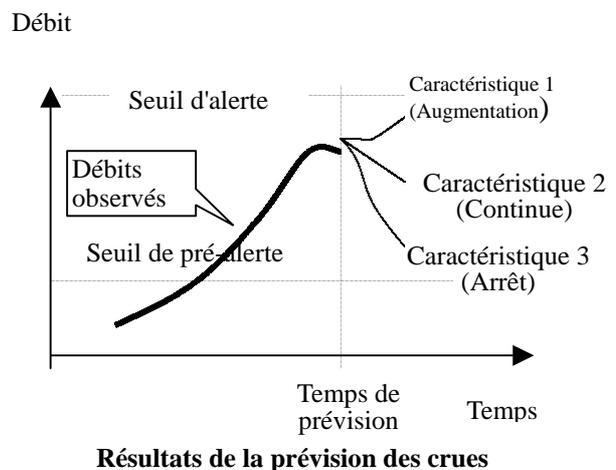
Comme il a été discuté dans la section 4.2.2, deux modèles simples ont été élaborés après le désastre de 1995 par le bureau d'étude local INGEMA. Ces modèles n'ont jamais été appliqués à une crue réelle, parce qu'ils sont probablement encore prématurés pour la prévision pratique. Ils ne sont pas des modèles à temps réel, et ne peuvent pas utiliser successivement les informations sur les précipitations et sur les débits provenant des stations d'observation de crues.

Pour relever le défi de résoudre ces problèmes, un modèle de prévision en temps réel est proposé dans la présente Etude. Le modèle est principalement composé des analyses des déversements des sous-bassins et de la propagation des crues dans les oueds. Le modèle USSCS et la Méthode de Muskingum qui ont été utilisés pour l'élaboration du modèle déterministe par INGEMA sont utilisés respectivement pour l'analyse des déversements et le déroutement des crues. Les modèles proposés sont vérifiés pour le bassin versant de l'Ourika dans la Section 3.2, en utilisant les données de la crue d'octobre 1999. Les principales caractéristiques du modèle proposé sont comme suit:

Principales caractéristiques du modèle proposé

Eléments		Description
Oued cible		Ourika, Rheraya, N'fis et Issyl
Période de prévision		3 heures au maximum
Modèle	Déversement de sous-bassins	Méthode USSCS
	Déroutement des crues	Méthode Muskingum
Données à entrer	Données observées (Automatiquement)	Intensité des précipitations, débits
	Précipitations futures	Sélection des caractéristiques futures des précipitations
Sortie		Débit de tous les 10 minutes

Le système proposé de prévision des crues permet la prévision en temps réel. Chaque fois que de nouvelles données hydrologiques sont obtenues, on peut faire le calcul et mettre à jour les prévisions de crues. La procédure consécutive de la lecture au calcul des données et la présentation des résultats est faite automatiquement à l'exception de la sélection des précipitations futures. Les bassins versants cibles sont tellement petits et tellement abrupts que le temps de concentration est si court: 2 à 3 heures. Ainsi, la prévision des pluies est exigée pour prévoir les débits, et trois caractéristiques des précipitations futures sont incorporées dans le système de prévision des crues.



Résultats de la prévision des crues

(b) Prédiction des écoulements des débris

La prédiction des écoulements des débris est plus difficile. Les phénomènes sont tellement compliqués qu'on n'a pas encore pu établir un modèle de prédiction physique et pratique. En de telles circonstances, deux solutions sont concevables. La première consiste à détecter directement les écoulements des débris en amont par un capteur des écoulements des débris. La deuxième consiste à utiliser les précipitations comme indicateur des écoulements des débris.

(i) Capteur des écoulements des débris

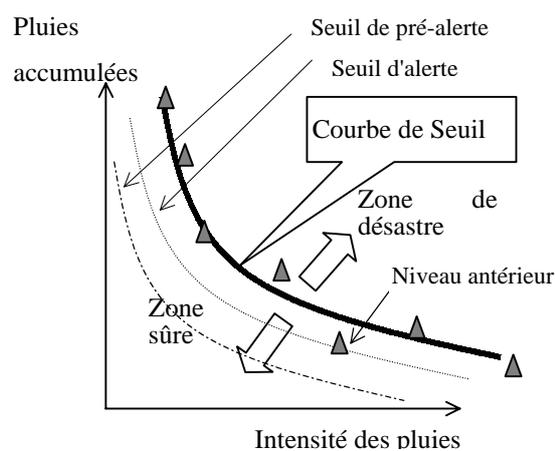
Trois types des détecteurs sont disponibles et ont déjà été utilisés dans le monde. Ils sont le capteur à fil, le capteur acoustique et le capteur à vibration. Le capteur à fil est très simple. Un fil est tendu à travers un ruisseau à potentiel d'écoulements des débris qui le coupent à leur passage. Le capteur acoustique et le capteur à vibration sont installés sur la rive pour détecter les sons et les vibrations causés par les écoulements des débris. Puisque ces capteurs exigent des équipements de télécommunication pour transmettre les signaux en aval, ils sont très coûteux. Même le capteur à fil coûte plusieurs centaines de milliers de Dirhams.

Un autre inconvénient de ces capteurs réside en le fait qu'ils ne laissent que peu de temps d'avance même s'ils permettent l'information directe des villageois. Selon une recherche sur les écoulements des débris qui a été effectuée au Japon, leur vitesse peut atteindre les 10m/sec. En général, les ruisseaux de la Zone d'Etude qui sont exposés aux risques des écoulements des débris sont abrupts et courts. Si la distance entre le détecteur et le village en aval est de 2 km, les écoulements des débris l'atteignent dans seulement 2 à 3 minutes. Ils coulent si rapidement qu'ils ne laissent pas le temps aux villageois pour fuir à temps et en toute sécurité.

Eu égard aux conditions ci-dessus, les capteurs des écoulements des débris paraissent impropres pour la Zone d'Etude. La deuxième solution est plus réaliste comme il ressort de la discussion ci-dessous:

(ii) Courbe de seuil

L'objectif de cette méthode est de fournir plus de temps d'avance en déclenchant une alerte avant que les écoulements des débris surviennent. Les données des précipitations sont utilisées comme indicateur de risque des écoulements des débris. Dans cette méthode une alerte est donnée lorsque les précipitations sont supposées atteindre un certain niveau près de la ligne du seuil qui a été tracée en se basant sur les derniers rapports des écoulements des débris. Cette méthode peut laisser plus de temps pour l'évacuation



Relation entre les pluies et l'occurrence des écoulements de débris

que les capteurs des débris même si elle n'est pas assez précise.

Pour améliorer la précision, une analyse minutieuse des derniers écoulements des débris est indispensable. On doit mener une recherche sur les relations entre les pluies accumulées et l'intensité des pluies juste après le déroulement des écoulements des débris pour tracer la courbe de seuils comme montré dans la figure à droite.

Malheureusement, les données disponibles ne sont pas suffisantes pour établir une courbe de seuils originelle pour la Zone d'Etude. Par conséquent, une courbe développée au Japon pour une zone géologiquement et topographiquement semblable à celle de la Zone d'Etude est provisoirement proposée. Après l'accumulation des données nécessaires la courbe devra être mise à jour.

(3) Messages d'avis de crues

En plus des informations traitées, la DRHT (ABHT) est supposée diffuser des messages d'avis de crue dans le guide du ME pour la gestion des crues. La présente Etude propose une définition des messages d'avis de crues, qui n'ont pas été clairement définis dans le guide, tenant compte des caractéristiques des désastres dans la Zone d'Etude.

(a) Définition des messages d'avis de crues

Les messages d'avis de crues sont des messages relatifs à la situation des crues émis par la DRHT aux administrations concernées pour qu'elles prennent les mesures nécessaires de lutte contre un éventuel désastre de crue de l'oued et/ou un écoulement de débris. Trois types de messages d'avis sont définis pour les crues des oueds et pour les écoulements des débris. Ces messages sont indépendamment émis pour chaque zone de poste d'alarme. Ce sont les messages de préavis de crues de l'oued/écoulements de débris, les messages d'avis de crues de l'oued/écoulements de débris, les messages d'annulation des avis de crues de l'oued/écoulements de débris, comme ci-dessous présenté:

Messages d'avis de crues

Type de désastre	Message	Définition
Crue de l'oued	Message de préavis de crues	Ce message avise les administrations concernées que les précipitations et/ou les débits ont dépassé les seuils de pré-alerte et que la situation est prévue se détériorer.
	Message d'avis de crue de l'oued	Ce message avise les administrations concernées que les précipitations et/ou les débits ont dépassé les seuils d'alerte et que la situation est prévue se détériorer.
	Message d'annulation d'avis de crue de l'oued	Ce message avise les administrations concernées que les pluies et/ou les débits ont diminué en dessous des seuils de pré-alerte et que la situation est revenue à la normale.
Ecoulement de débris	Message de préavis d'écoulement de débris	Ce message avise les administrations concernées que les précipitations ont dépassé les seuils de pré-alerte et que la situation est prévue se détériorer.
	Message d'avis d'écoulement de débris	Ce message avise les administrations concernées que les précipitations ont dépassé les seuils d'alerte et que la situation est prévue se détériorer.
	Message d'annulation d'avis d'écoulement de débris	Ce message avise les administrations concernées que les pluies ont diminué en dessous des seuils de pré-alerte et que la situation est revenue à la normale.

(b) Définition des pluies/débits d'alerte

Ces messages sont émis en fonction de la gravité de la situation de la crue, évaluée à partir des pluies ou des niveaux d'eau observés dans des stations de références désignées

pour chaque zone de poste d'alarme parmi les 20 stations d'observation des crues. Les seuils de pré-alerte et d'alerte des niveaux d'eau et des précipitations qui sont considérés comme indicateurs de la gravité de la situation sont définis comme suit:

Pluies/débits de pré-alerte et d'alerte

Niveau d'alerte	Base de l'établissement des seuils
Pluies/débit de pré-alerte	Niveau minimal qui nécessite la préparation à l'évacuation.
Pluies/débit d'alerte	Niveau minimal qui nécessite l'évacuation immédiate.

(4) Diffusion des informations/messages d'avis de crue

Les informations traitées et les messages d'avis sont principalement distribués aux administrations concernées comme suit:

Distribution des informations/messages d'avis de crues

Informations/message d'avis	Destinataire
Informations traitées des crues	DGH, DPE, ONEP, ONE, ORMVAH, (Province d'Al Haouz, ses Cercles et Caïdats, Préfecture de Sidi Youssef Ben Ali, ses Cercles et Caïdats)
Messages d'avis de crues	

Les administrations entre parenthèses ne sont pas incluses dans les routes d'informations en Fig. 4.3.6.

Les informations traitées, comme présenté dans la Fig. 5.3.2, sont très utiles pour les administrations concernées afin qu'elles puissent comprendre les messages d'avis. Le partage des mêmes informations entre ces administrations d'exécution contribue à des interventions plus efficaces contre le désastre de crue. La raison pour laquelle les informations de crues sont diffusées directement vers les autorités locales (Province/Préfecture, Caïdat) et non pas à travers la DPE, est que l'utilisation d'un réseau d'ordinateur est considérée comme un moyen de communication qui assure la transmission prompte et exacte de plusieurs données graphiques comme discuté dans la subdivision 5.4.2. Le Gouverneur de la Province doit déclencher les alertes aux crues en se basant principalement sur les messages d'avis de crue.

Pour la configuration du système de distribution des informations, trois options sont comparées dans la section 5.4.2.

5.3.3 Déclenchement de l'alerte à la crue

Le Gouverneur de la Province/Préfecture est responsable de l'émission de l'alerte aux habitants et aux touristes dans sa zone de commandement. Il appuie finalement sur le bouton de déclenchement de l'alerte aux crues pour l'évacuation, basé sur les informations collectées, y compris les messages d'avis de crues de la DRHT. Pour assister le gouverneur dans la décision de déclencher les alertes promptement, un guide est proposé par la présente Etude.

(1) Définition de l'alerte aux crues

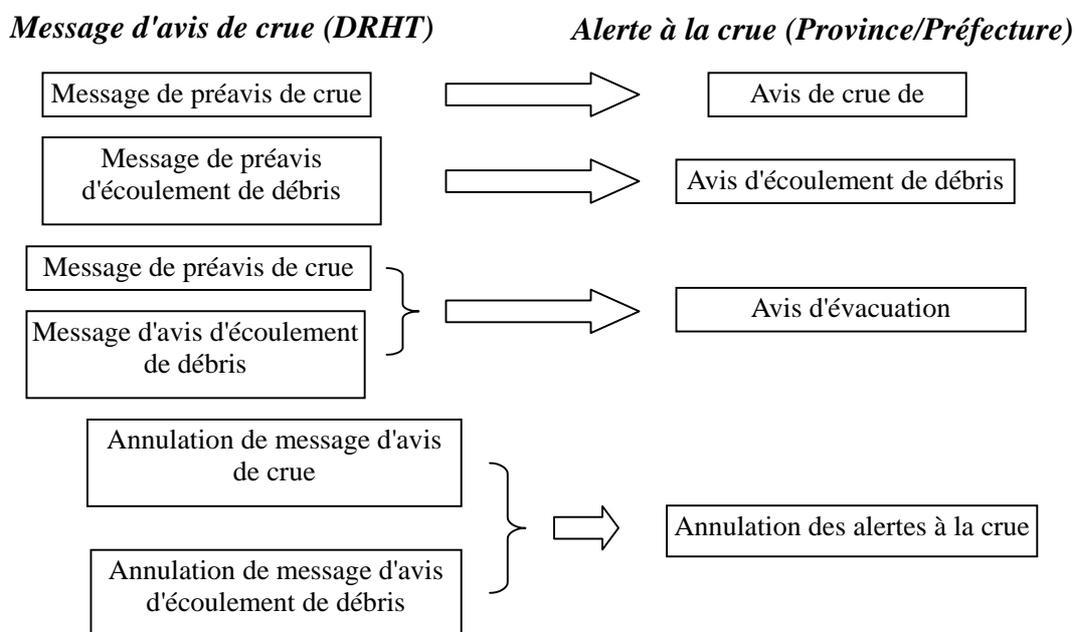
Quatre types d'alertes aux crues: l'avis de crue de l'oued, l'avis d'écoulement de débris, l'instruction d'évacuation et l'annulation d'avis de crue sont établis comme suit:

Définition des alertes aux crues

Alerte à la crue	Définition
Avis de crue de l'oued	Cette alerte avise le personnel des administrations concernées, les habitants et les touristes de l'imminence d'une crue.
Avis d'écoulement de débris	Cette alerte avise le personnel des administrations concernées, les habitants et les touristes de l'imminence d'un écoulement de débris.
Instruction d'évacuation	Cette alerte ordonne l'évacuation immédiate des habitants et des touristes aux emplacements désignés
Annulation des avis de crue	Cette alerte avise le personnel des administrations concernées, les habitants et les touristes que les avis de crue sont annulés.

(2) Emission des alertes aux crues

Pour juger du déclenchement des alertes aux crues, les informations techniques sont indispensables. De plus, ce jugement doit être fait d'une manière prompte et appropriée même lorsque le Gouverneur est absent. Dans ce contexte, les messages d'avis émis par la DRHT doivent référer et être liés aux alertes aux crues comme suit:



Relation entre les messages d'avis de crues et les alertes à la crue

Disposant de la relation ci-dessus, le Gouverneur peut décider le déclenchement des alertes aux crues promptement basé sur les messages d'avis. Par exemple: à la réception du message d'avis de crue de l'oued, le Gouverneur peut immédiatement émettre une instruction d'évacuation pour la zone à haut risque concernée. Toutefois, les messages d'avis de la DRHT ne sauraient valoir d'instructions au Gouverneur. La décision de déclencher l'alerte à la crue fait évidemment partie de ses prérogatives. Les messages d'avis ne sont qu'une sorte de conseils techniques de la DRHT, et le Gouverneur reste toujours le responsable du déclenchement de l'alerte.

5.3.4 Diffusion de l'alerte aux crues

L'alerte aux crues doit être diffusée rapidement et précisément aux habitants et aux touristes qui se trouvent dans les zones dangereuses. En même temps, l'alerte sera diffusée aux administrations concernées qui pourront être impliquées dans les activités de secours.

(1) Destinataires des alertes aux crues

En plus des habitants et des touristes qui se trouvent dans les zones dangereuses, les administrations suivantes sont également supposées recevoir les alertes aux crues:

Destinataires des alertes aux crues

Catégorie	Moyen de communication	Destinataire
Poste d'alarme	Système de diffusion d'alerte	Habitants et touristes
Autorités locales	Téléphone, Fax, Radiotéléphone VHF	Cercles, Caïdats concernées
Autres administrations concernées	Téléphone, Fax	Gendarmerie Royale, Protection Civile, Ministère de l'Intérieur, et autres administrations impliquées dans le plan ORSEC
Médias	Téléphone, Fax	Médias (TV et Radio)
Etablissements touristiques (hôtels, restaurants, etc.)	Téléphone, Fax	Gérants et employés, puis touristes

Les médias tels que la télévision et la radio sont très efficaces pour la diffusion des informations à plusieurs individus en même temps. Malheureusement, les médias ne sont pas impliqués dans la diffusion des alertes, même pas par la diffusion des messages d'alerte de la DMN. Selon l'Etude d'Electrification de la JICA et contrairement à ce que l'on pourrait croire, le taux de diffusion des postes téléviseurs et radio est élevé, atteignant 0,57 et 1,21 postes/ménage respectivement même dans les zones montagneuses de la Province d'Al Haouz qui disposent de peu de moyens de télécommunications. Il est fortement recommandé d'impliquer les médias dans la diffusion des alertes.

(2) Installation de postes d'alarme

Comme déjà signalé à maintes reprises, le problème réside dans l'absence de moyens de communication dont souffrent les destinataires les plus importants, à savoir les habitants et les touristes qui se trouvent sous la menace des désastres. Les moyens de communication appropriés y compris un amplificateur sonore et des haut-parleurs pour la diffusion des alertes aux habitants et aux touristes devront être fournis pour les zones à risque tel que présenté dans la Fig. 5.3.3. Trois options de système de diffusion d'alerte sont conçues et comparées dans la sous-section 5.4.3.

5.3.5 Evacuation

Afin de faciliter l'exécution d'une évacuation sûre et rapide, un plan d'évacuation devra être établi pour chaque zone de poste d'alarme. La présente Etude propose un guide pour la préparation d'un plan d'évacuation, dont un sera proposé pour la zone du Projet Pilote suivant le guide au cours de la deuxième reconnaissance du terrain.

Généralement, un plan d'évacuation doit comprendre les éléments suivants:

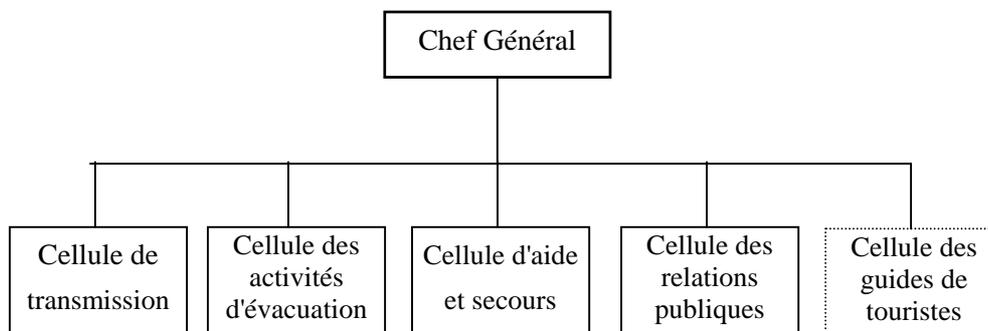
- Organisation d'évacuation
- Exploitation du post d'alarme
- Sites et routes d'évacuation
- Stock en matériel et équipement
- Diffusion des messages d'alertes

- Assistance guide des évacués
- Assistance guide des touristes
- Exercices d'évacuation
- Relations publiques
- Evaluation des activités d'évacuation et mise à jour du plan d'évacuation

(1) Création d'une organisation d'évacuation

Une organisation d'évacuation devra être établie parmi les habitants pour chaque zone de poste d'alarme comprenant un ou plusieurs douars. L'organisation d'évacuation sera responsable de toute activité liée à l'évacuation sous la tutelle de la Province/Préfecture.

L'organisation d'évacuation pourra généralement être composée de cinq cellules coiffées d'un chef qui supervise son activité. Dans les sites touristiques, une cellule de guides de touristes devra être incorporée à l'organisation d'évacuation.



Structure organisationnelle de l'organisation d'évacuation

Chaque cellule est composée d'un chef et de quelques membres choisis parmi les habitants en concertation avec le Caïd concerné et/ou la Province/Préfecture. Cependant, le chef et les membres de la cellule des guides de touristes sont choisis entre les employeurs et employés du secteur touristique tels que les hôtels et les restaurants. Le tableau suivant montre les responsabilités de chaque cellule.

Membres de l'organisation d'évacuation

Cellule	Principales responsabilités
Chef général	Représentation de l'organisation d'évacuation et contrôle de toutes les cellules.
Transmission	Fonctionnement et maintenance des postes d'alarme.
Evacuation	Assistance guide des habitants aux sites d'évacuation désignés.
Aides & secours	Activités d'aide et secours.
Relations publiques	Relations publiques relatives au SPAC.
Guides de touristes	Assistance guide des touristes aux sites d'évacuation désignés.

(2) Guide des activités d'évacuation

(a) Exploitation des postes d'alarme

L'équipement des postes d'alarme qui sera fourni par la Province/Préfecture à l'organisation d'évacuation doit être entretenu et exploité par la cellule de transmission sous la supervision de la Province/Préfecture. Pour parer à toute éventualité de vol ou

vandalisme, il est recommandable d'installer les équipements radio et de diffusion dans un établissement public occupé tel qu'une école ou une mosquée située dans une zone à l'abri des crues et des écoulements des débris. Les haut-parleurs doivent être installés sur un endroit en altitude pour assurer l'acheminement du message d'alerte à toutes les zones exposées aux crues et aux écoulements des débris.

Comme décrit au Chapitre 3, le poste d'alarme devra être opérationnel 24/24 heures pour signaler tout développement soudain d'une crue de l'oued ou et/ou d'un écoulement de débris même durant la phase normale. Au moins l'un des membres devra rester près du poste pour recevoir en tout temps un appel inopiné de la Province/Préfecture. Des primes d'incitations doivent être considérées pour les encourager à plus d'application dans la mission qui leur est dévolue.

b) Désignation des sites et routes d'évacuation

Des sites et routes d'évacuation doivent être désignés dans l'espace environnant. Les distances, les capacités des sites et les risques de désastres secondaires doivent être examinés minutieusement en concertation avec la Province/Préfecture et la DPE. Quelques panneaux de signalisation indiquant les sites et routes d'évacuation seront également installés dans les douars pour en garder le souvenir frais dans la mémoire des habitants.

c) Stock de matériel et équipements

Le stockage du matériel et équipements nécessaires à l'évacuation et aux activités d'aide et secours y compris les pelles, les cordes, les lampes, les couvertures, les couteaux, les postes radio, les médicaments, la nourriture, etc. est recommandé dans toutes les maisons et/ou établissements publics.

d) Diffusion des messages d'alerte

Des messages d'alerte en direct ou enregistrés sont émis dans les zones exposées aux risques de crues de l'oued et/ou d'écoulements de débris depuis des haut-parleurs, mais il reste nécessaire de s'assurer que tous les habitants des environs ont bien reçu et compris le message. Notamment, une diffusion de l'alerte de bouche à oreille reste indispensable. Afin d'assurer le bon déroulement de la communication orale, un réseau de routes de communications parmi les habitants sera établi en avance.

e) Assistance guide des évacués

La cellule d'évacuation est responsable de la bonne exécution de l'évacuation; ses membres doivent guider les habitants aux sites d'évacuation désignés. Les enfants, les personnes âgées et les personnes handicapées doivent être évacués en premier lieu. La cellule de secours et aides est responsable des activités de secours et d'aide aux personnes blessées.

f) Assistance guide des touristes

Concernant les sites touristiques tels qu'Iraghf et Setti Fadma au long de l'Ourika, une cellule d'assistance guide pour les touristes sera mise en place parmi les employeurs et employés des hôtels, restaurants, boutiques, etc. La cellule devra guider les touristes qui ne sont pas familiarisés avec les désastres de ce genre vers les sites d'évacuation désignés en toute rapidité et sécurité.

g) Exercice d'évacuation

Un exercice d'évacuation est nécessaire au moins une fois par an ainsi que des exercices de communication avec la Province/Préfecture.

h) Relations publiques

Des efforts pour informer les habitants du SPAC devront être fournis continuellement. Des panneaux de signalisation expliquant le SPAC et citant les désastres antérieurs seraient d'une efficacité accrue à cette fin. Les exercices d'évacuation constituent également une occasion propice pour les habitants afin qu'ils puissent assimiler le système et garder les souvenirs des désastres affreux vécus au passé.

i) Evaluation des activités d'évacuation et mise à jour du plan d'évacuation

Après chaque crue qui atteint la Phase Préparatoire ou plus et après chaque exercice, tous les membres de l'organisation de l'évacuation doivent se réunir pour évaluer les activités et les exercices afin de mettre à jour le Plan d'Evacuation.

5.3.6 Plan institutionnel

(1) Problèmes

(a) Guides

Le guide actuellement en vigueur au Maroc concernant la prévision des crues, l'alerte, l'évacuation et les activités de secours, à savoir le guide pratique du ME et le guide du Plan ORSEC, couvrent bien la majorité des éléments essentiels exigés pour l'organisation et la gestion des activités de lutte contre les crues. Comparé à la législation correspondante au Japon, il existe des éléments manquants qui doivent être réglementés et mis en œuvre.

Au Japon, il existe deux lois importantes liées aux activités de lutttes contre les crues, c'est à dire "la Loi sur la Lutte Contre les Crues" (Loi No. 193 de 1949, jusqu'à maintenant partiellement modifiée plus de 15 fois) et la "Loi de Base sur les Mesures de Lutte contre les Crues, (Loi No. 223 de 1961)". La première loi stipule en matière de i) l'objectif et définitions, ii) des organisations de lutte contre les crues, iii) des activités de lutte contre les crues, y compris l'observation des oueds et l'alerte aux crues, iv) la gestion des activités de lutte contre les crues, v) des allocations et subventions, vi) des dispositions diverses, et vii) des pénalités. La deuxième loi de base comprend i) les dispositions générales, objectifs et définitions, ii) les organisations de lutte contre les désastres et leurs relations, iii) les plans des mesures de lutte contre les désastres (les éléments et entités de planification etc.), iv) la prévention des désastres (la préparation des organisations, le stock de matériel, l'éducation et la formation, les exercices, etc.), v) les activités urgentes de lutte contre les désastres (collecte des informations et communication, l'alerte et l'avertissement, l'évacuation, le contrôle de la circulation, l'utilisation du matériel et des équipements, la compensation, etc.), vi) la réhabilitation, vii) le financement, viii) la déclaration de l'état d'alerte, et ix) dispositions diverses. La loi de base stipule qu'il n'y aura aucune contradiction entre les deux lois.

Par ailleurs, le guide du ME marocain traite des procédures de prévision et du déclenchement de l'alerte aux crues ainsi que des activités liées au contrôle de la circulation et de la restauration des routes d'urgence relevant du domaine de compétence du Ministère de l'Equipement, à cause de la nature du guide, réservé seulement à la circulation interne. Le guide du Plan ORSEC couvre de différents aspects en insistant sur les activités de secours. Le deuxième guide traite des opérations minutieuses à grande échelle, impliquant plusieurs

secteurs gouvernementaux et privés, et par conséquent, certaines de ses parties ne s'adaptent pas aux crues soudaines qui exigent des prévisions et des mesures de lutte rapides.

L'un des plus importants éléments des activités de lutte contre les crues, à savoir les exercices et la formation, est absent des deux guides, alors que des exercices à grande échelle sont organisés chaque année dans la plus part des zones vulnérables aux crues au Japon pour améliorer la préparation des mesures de lutte contre les crues.

La mise en œuvre des deux guides peut être entravée par certains problèmes. La version 2000 du guide du ME, qui doit être révisée chaque année en mai et en juin, n'est pas disponible pour le moment, et la documentation spécifique requise par le guide de la Province d'Al Haouz et de la Préfecture de Sidi Youssef Ben Ali ou Marrakech Menara n'est pas encore préparée.

Même s'il doit y avoir des rapports d'évaluation des activités de lutte contre les crues suivant les dispositions des deux guides, ceux de la crue de 1995 ou de celle de 1999 ne sont pas disponibles et aucune réaction n'est documentée pour la préparation des nouveaux plans de lutte contre les crues. Un principe de base du cycle de gestion; "planifier – appliquer – contrôler et évaluer – réviser – appliquer- ..." paraît ne pas être explicitement appliqué dans la gestion des activités de lutte contre les crues.

Actuellement, les media, tels que la radio ou la télévision, ne sont pas entièrement impliqués dans la diffusion de l'alerte, probablement parce que les chaînes et la diffusion ou l'usage des media sont limités dans les zones rurales. Avec le progrès de l'électrification et l'expansion de la diffusion ainsi que le changement graduel au niveau des styles de vie des gens, l'importance de ces media prendra de l'ampleur.

(b) Capacité des administrations concernées

La DRHT, spécialisée dans l'analyse hydro-climatologique et les consultations techniques, paraît manquer de capacité à mobiliser la collecte des informations et le lancement des activités après l'émission des messages de prévisions et d'alertes aux crues. De plus, il paraît que la DPE (d'Al Haouz et de la Wilaya de Marrakech, couvrant les Préfectures de Sidi Youssef Ben Ali, de Marrakech Menara, de Marrakech Medina et de la Province de Chichaoua) n'a pas suffisamment de capacité analytique pour la prévision des crues, et son domaine de juridiction ne se définit pas selon les bassins versants mais seulement selon un découpage de provinces ou de provinces et préfectures. Comme stipulé dans la Loi sur l'Eau, une agence de bassin sera créée et les mesures hydro-climatologiques ainsi que l'aménagement des infrastructures de lutte contre les crues feront partie de ses compétences. Dans le cas de l'agence du bassin d'Oum Er-Rbia, la seule expérience jusqu'à présent, les services de l'eau provinciaux sont maintenus pour prendre la responsabilité de la maintenance des ouvrages hydrauliques. La capacité et la dotation en personnel de l'agence du bassin versant qui va être établi pour l'oued Tensift ne sont pas connues pour le moment. La Province n'a pas assez de capacité technique pour faire les analyses hydrologiques et la prévision des crues même s'il a l'autorité de déclencher l'alerte et les instructions d'évacuation, ainsi que des capacités extensibles.

Dans les conditions actuelles, les trois administrations, étant au centre du système, doivent coordonner pour la prévision des crues, l'alerte et les activités d'urgence telles que l'assistance à l'évacuation, l'assistance aux habitants et aux touristes dans les zones inondées, leurs moyens de communication à l'appui.

(2) Principes

(a) Objectifs

Les objectifs du plan institutionnel, basé sur la stratégie de la formulation du Plan Directeur, sont comme suit :

- Permettre des prévisions précises et opportunes avec la coopération des entités en relation,
- Améliorer la préparation d'une prévision et d'une alerte opportune et efficace.

(b) Approches

Pour atteindre ses objectifs, les approches suivantes, basées sur l'évaluation des conditions actuelles, doivent être adoptées.

(i) Engagement interministériel avec une précision des devoirs de chaque entité concernée

Pour une émission et une diffusion fiable et prompte des prévisions des crues et des messages d'alerte ainsi que des instructions d'évacuation, l'échange des informations et la coopération sont obligatoires dans la situation actuelle ou même après l'établissement de l'agence du bassin de Tensift. Pour un échange d'information et une coopération effective et efficace dans les situations d'urgence, la précision des tâches et des procédures et la préparation des formes à utiliser dans la communication est une condition préalable. La préparation interministérielle doit être établie. L'évaluation conjointe peut contribuer à plus d'amélioration des activités de lutte contre les crues.

(ii) Amélioration de la préparation

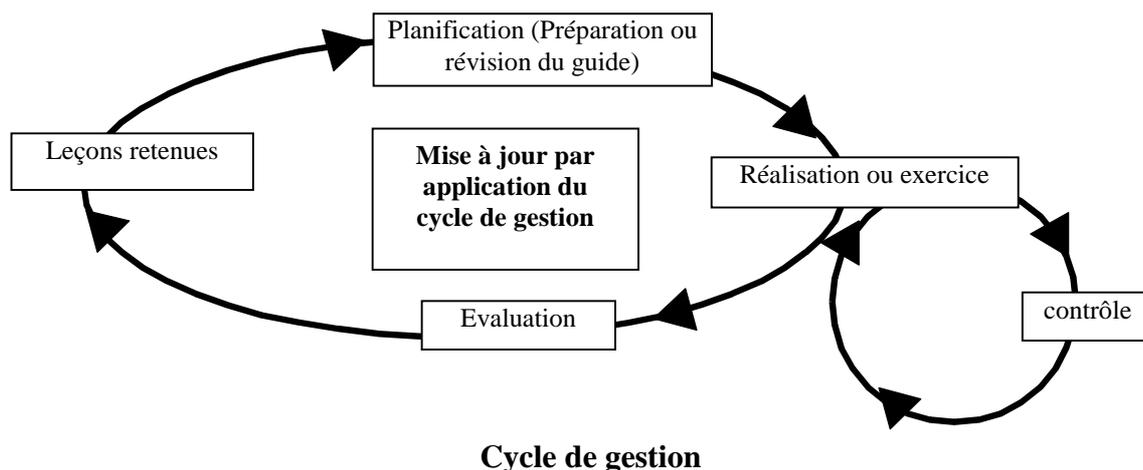
Les activités rapides et effectives dans des conditions catastrophiques ne sont atteintes que par l'amélioration de la préparation. Même si des problèmes sont inévitables même avec une préparation améliorée, la préparation bien organisée est le seul moyen de réduire les problèmes dans de telles situations d'urgence.

(iii) Participation des habitants

Il est généralement difficile de faire obéir les gens aux lois et aux instructions faites par d'autres personnes. Par contre, ils sont disposés à suivre les lois et les instructions dans l'élaboration desquelles ils ont participé. Au moins, prendre leurs opinions en considération peut les encourager à obéir. La participation des gens et leur information peuvent contribuer à plus d'efficacité des lois et des règlements.

(iv) Application du cycle de gestion

Tous les types de la gestion moderne utilisent le processus consistant à "planifier – exécuter – vérifier – planifier - ..." ou "planifier – exécuter – tester – agir – planifier - ...". Cette gestion est également stipulée dans les deux lois liées aux activités de lutte contre les crues. L'application explicite de la méthode peut aider à améliorer le niveau de la gestion.



(3) Plans conceptuels

(a) Préparation d'un guide pratique pour la lutte contre les crues

La préparation d'un plan propice aux caractéristiques des crues de la Zone d'Etude, les crues brusques en particulier, applicable et efficace dans les conditions sociales de la zone ainsi que pour les capacités ou les compétences des administrations concernées, fera l'objet de recommandations dans le Plan Directeur. Un exposé va être préparé avec les correspondants à travers les discussions avec les administrations concernées, basé sur le guide actuel du ME et le guide du Plan ORSEC, sur les lois correspondantes et sur la réglementation et les plans actuels en vigueur au Japon. La participation des intervenants dans la planification des détails doit être encouragée, surtout au niveau de la planification de l'évacuation ou de l'alerte pour les touristes. La procédure requise pour encourager la participation devra être analysée.

Après des discussions et des tests, comme recommandé ci-dessus, le statut légal des guides ou du plan doit être amélioré aux niveaux des arrêtés ou décisions du Gouverneur pour une bonne et normale application.

(b) Explication et exercices pour améliorer la préparation à lutter contre les crues

La préparation à la lutte contre les crues doit commencer par la documentation comme stipulé par les deux guides en vigueur au Maroc. La documentation supplémentaire prévue par les lois et les règlements japonais doit être recommandée dans les formes appropriées si elle est nécessaire et applicable dans la Zone d'Etude.

Le contenu de certaines parties des documents ainsi que les plans et les messages doivent être expliqués soigneusement et fréquemment aux administrations concernées et aux habitants avant que les crues aient lieu pour éviter les mauvaises interprétations, qui se produisent souvent dans les conditions exceptionnelles.

Au Japon, on procède souvent aux exercices dans presque toutes les zones vulnérables aux crues conformément aux lois et règlements en tant qu'obligations juridiques. Les exercices, comprenant les exercices aux locaux et les exercices in situ, aideront à tester le fonctionnement des équipements et à détecter les dysfonctions avant l'occurrence de l'événement désastreux. Les résultats des exercices doivent être évalués pour plus d'amélioration. Les modèles-types des exercices menés au Japon vont être incorporés au Plan Directeur.

Les media offrent de grandes possibilités de diffusion des prévisions, et d'émission des messages d'alerte ainsi que de l'éducation à la prévention des désastres. Cependant, un plan bien soigné des messages avec un langage simple est nécessaire pour éviter la compréhension erronée par les gens. Malgré les mauvaises interprétations possibles, on doit diffuser les informations relatives aux risques pour exploiter l'énorme potentiel des media. Les explications et les discussions avec les organismes concernés doivent commencer pour la préparation. Un modèle d'usage des media sera également introduit.

(c) Fonctionnement du cycle de gestion

Tout un chacun peut apprécier les mérites de l'application des cycles de gestion, et pourtant il reste à adopter cette approche dans certains secteurs et domaines d'activité. Des exemples de cycles de gestion couronnés de succès concernant les activités de lutte contre les crues vont être introduits. Les problèmes qui entravent le cycle doivent être identifiés. Des mesures correctives pour résoudre ces problèmes et promouvoir le niveau de la gestion vont être recommandées.

(d) Renforcement institutionnel et formation

Le renforcement institutionnel et la formation du personnel requise pour une exploitation/gestion fiable et prompt de SPAC proposé seront recommandés. Après l'étude du besoin en personnel et des compétences requises pour gérer le système proposé, le nombre de personnel nécessaire augmentera. Le contenu de la formation sera également proposé.

5.4 Options concevables d'équipement

Suivant la discussion dans la section 5.3, les options concevables d'équipement pour le sous-système d'observation hydrologique et de collecte des données, le sous-système d'analyse des données, de prévision et de diffusion des données, et le sous-système de diffusion sont discutés dans ce chapitre.

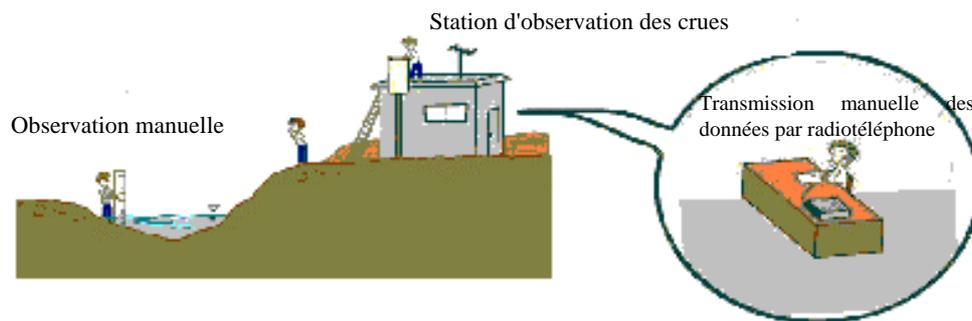
Trois niveaux de développement différents sont principalement considérés, à savoir l'Option-A qui est un système manuel, l'Option-B qui est un système semi-automatique et l'Option-C qui est un système entièrement automatique. Pour chacun des trois sous-systèmes du SPAC proposé, trois différentes options du niveau de développement sont conçues comme suit:

5.4.1 Trois options pour l'observation hydrologique et la collecte des données

(1) Option-A

Cette option est une sorte d'expansion spatiale du système manuel existant. Aucune amélioration des équipements n'est réalisée, mais les zones d'ombres peuvent être réduites à l'aides de stations nouvelles.

Cette option adopte le fonctionnement manuel actuel. Des capteurs hydrologiques conventionnels, comme le pluviomètre totalisateur et la batterie d'échelle des jaugeages des niveaux d'eau, sont installés dans les nouvelles stations pour élargir la zone de couverture. Les nouvelles stations d'observation sont aussi équipées d'une nouvelle unité de radiotéléphone VHF. Un radiotéléphone HF/BLU est également fourni pour toutes les stations en renforcement du réseau radio VHF.



Système manuel

(2) Option-B

C'est un système semi-automatique. L'équipement d'observation est automatisé mais celui de la collecte des données est le même que dans l'Option-A.

(a) Capteur automatique

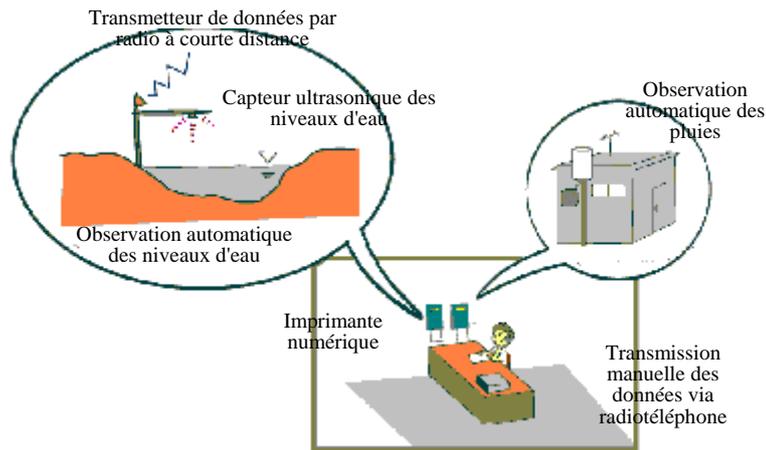
Un capteur hydrologique automatique est introduit pour éviter le manque de données, accélérer l'observation et accroître la fiabilité des données. Un pluviomètre à bascule peut mesurer chaque quantité de 0,5 mm de pluie et envoie un signal à une unité terminale à distance pour l'enregistrement et l'impression des données. L'observateur lit les données imprimées et les envoie à la DRHT via radiotéléphone VHF/FM ou HF/BLU.

Une jauge des niveaux d'eau ultrasonique est recommandée parmi plusieurs types de capteurs des niveaux d'eau. Cette jauge, ne nécessitant pas de structure dans l'eau et pouvant mesurer le niveau d'eau sans contact, est convenable pour l'écoulement torrentiel des eaux de crues qui contient beaucoup de sédiments et de débris. Une comparaison des jauges des niveaux d'eau est récapitulée au Tableau 5.4.1.

(b) Liaison entre la jauge des niveaux d'eau et la station

Généralement, la jauge des niveaux d'eau se trouve de 100 à 500m du local de la station équipée d'un radiotéléphone. Pour éviter la perte de temps en allant et venant entre la jauge et la station, un système de transmission automatique des données est proposé. Un transmetteur radio des données à courtes distances est installé dans la jauge; son récepteur et une unité terminale à distance sont installés au local technique de la station. Les données des niveaux d'eau transmises sont imprimées au local technique de la station, et transmises à la DRHT via radiotéléphone avec les données des précipitations. Dans ce système, l'observateur ne doit pas sortir du local technique de la station pour lire les niveaux d'eau, mais il peut y lire et transmettre les données.

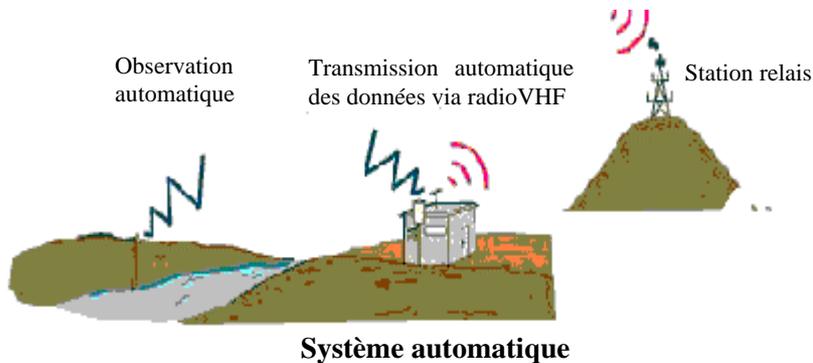
Il y a à noter que l'Option-B peut être facilement améliorée en un système entièrement automatique de l'Option-C en connectant un équipement radio ou un émetteur-récepteur INMARSAT-C à l'unité terminale à distance.



(3) Option-C

L'Option-C est un système entièrement automatique d'observation et de collecte des données. La communication verbale de l'Option-B est également remplacée par la transmission automatique des données. Cette option coïncide avec la tendance de la DGH telle que présentée en 2.11.

Un système d'observation hydrologique totalement automatique basé sur un système de télémétrie est introduit dans cette option. Les méthodes de transmission des données par INMARSAT-C et par la transmission radio terrestre sont discutées et comparées ici. En conclusion, la transmission terrestre radio VHF/FM est provisoirement proposée pour la Zone d'Etude, comme montré au Tableau 5.4.2. La configuration de l'équipement est presque la même que celle de l'Option-B à l'exception du système radio. Toutefois, le transfert des stations d'observation doit être considéré sur la base des conditions de la propagation radio.



(a) Communication terrestre mobile par INMARSAT-C

La communication terrestre mobile par INMARSAT-C est généralement propice à la communication des données pour les stations d'observation isolées pareilles à celles de la Zone d'Etude et son prix initial considérablement abordable en accroît l'attraction également. Cependant, cette méthode a aussi des inconvénients. Vu sa méthode de transmission des données par paquets via stations terrestres, un retard de 5 à 15 minutes est inévitable. Ce délai ne doit pas être négligé dans la Zone d'Etude où la propagation des crues est si rapide. Son coût de fonctionnement élevé (les frais de fonctionnement et les coûts du téléphone international) est un autre problème.

(b) Communication radio terrestre

La communication radio terrestre est une communication en temps réel. Le réseau HF/BLU est avantageé pour la communication de longue distance atteignant 300km à 1000km sans aucune station relais. Cependant, il peut souffrir d'interférence avec d'autres réseaux radio. Il est très difficile d'assurer une qualité de communication stable à cause des effets engoués qu'il présente.

D'autre part, l'étendu directe du service radio VHF/FM est si courte qu'elle ne couvre que 40km dans une condition de ligne de vue directe. Ainsi, la plus longue est la distance de la communication, le plus de stations de retransmission sont requises, causant une augmentation du prix initial. Néanmoins, la communication radio VHF/FM est généralement reconnue être la plus convenable pour la transmission des données à faible vitesse comme dans les systèmes de télémétrie hydrologique. Un coût d'exploitation moins cher est également un attrait. Un diagramme schématique du réseau radio VHF/FM et la configuration de l'équipement sont présentés dans la Fig. 5.4.1 et 5.4.2 respectivement.

5.4.2. Trois options pour l'analyse des données, la prévision et la distribution des données

(1) Option-A

Cette option suit le traitement des données manuel existant. Les données hydrologiques collectées à travers un radiotéléphone depuis les stations d'observation des crues sont acquises et rédigées sur un carnet. La conversion des niveaux d'eau en débits est aussi effectuée manuellement en se basant sur des tableaux de conversions préparés au préalable. La visualisation des données et la prévision sont aussi faites manuellement. La distribution des données/informations des crues est effectuée par téléphone ou fax comme est actuellement le cas.

(2) Option-B

Un système informatisé est introduit dans cette option pour accélérer la procédure et éviter les erreurs humaines.

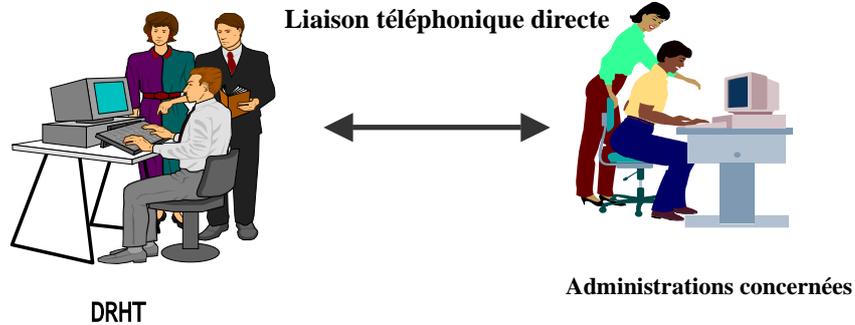
(a) Equipement d'analyse des données et prévision

Les critères suivants sont proposés pour la conception de la configuration de l'équipement.

- Capacité de stockage des données hydrologiques de deux ans,
- Système d'exploitation Windows NT et 98,
- Installation d'un logiciel d'application pour le traitement des données, la visualisation et la prévision,
- Fonctionnement en double mode des serveurs PC pour les fins de la sauvegarde,
- Affichage et impression de distribution en style Web,
- Réseau Ethernet LAN, et
- Facilité d'extension future

Un réseau LAN est installé dans la DRHT pour l'échange des données entre les ordinateurs. Ce réseau informatique consiste en deux séries de PC serveurs comme base des données, deux PC clients pour l'analyse et le traitement des données, un serveur d'accès à distance pour la transmission des données aux administrations concernées, un

PC client pour le bureau du Directeur et l'équipement périphérique. Le serveur NTP et un récepteur GPS sont fournis pour la correction en temps du système en utilisant l'horlogerie standard GPS. Un UPS est fourni pour chaque serveur et PC contre l'interruption soudaine de l'alimentation.



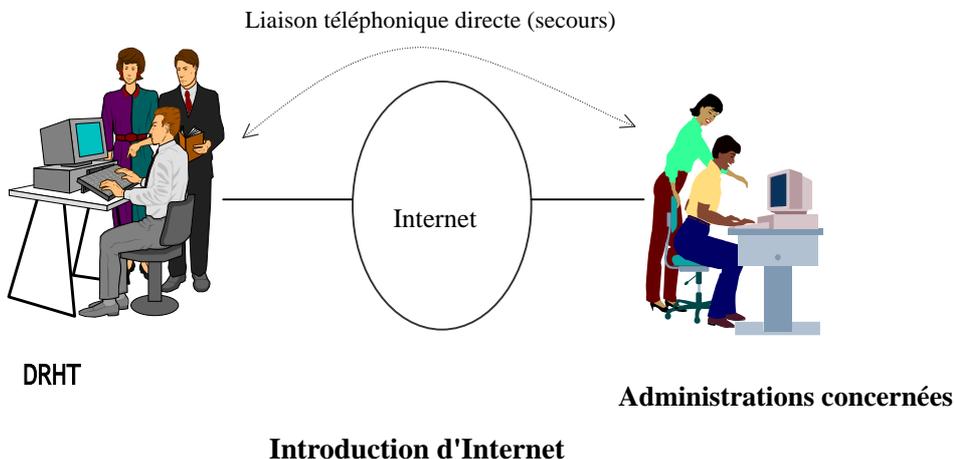
Diffusion des informations via réseau informatique

(b) Distribution des données

Comme exposé dans la section 5.3.2, l'information des crues visualisées est distribuée aux administrations concernées pour partager les informations traitées entre elles et la DRHT. Un ordinateur comme équipement de contrôle des données, qui est connecté au serveur de traitement des données de la DRHT par liaison téléphonique utilisant un MODEM V90, est installé dans chaque station de contrôle (administrations concernées). Les lignes liant la DRHT et les stations de contrôle sont souvent déconnectées, mais peuvent être reconnectées en numérotant le code de la DRHT depuis les stations de contrôle lorsque c'est nécessaire.

(3) Option -C

L'Internet est ajouté à l'Option-B pour l'échange entre plusieurs stations de contrôle. Une page d'accueil de la DRHT est ouverte chez un serveur fiable. La fiabilité des serveurs Internet est actuellement incertaine, mais il peut être anticipé d'une manière optimiste que la Technologie d'Information remarquablement développée peut très prochainement surmonter ce problème. Les stations de contrôle peuvent avoir accès à la page d'accueil de la DRHT via Internet lorsqu'il s'avère nécessaire. Pour les plus importantes administrations impliquées dans le SPAC, telles que La DGH, la DPE, la Province d'Al Haouz et ses Caïdats, ainsi que la Préfecture de Sidi Ali Ben Youssef et ses Caïdats, une connexion téléphonique directe à la DRHT est ajoutée en renforcement à Internet.



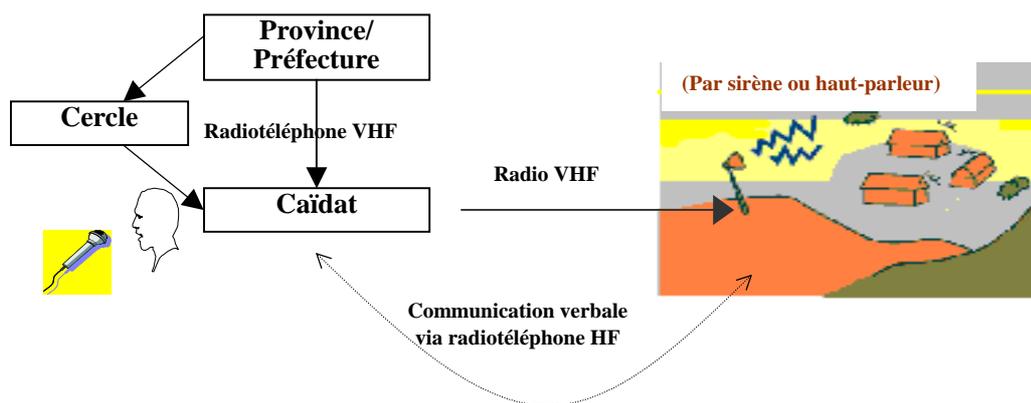
5.4.3 Diffusion de l'alerte

(1) Option-A

Cette option manuelle n'est pas tout à fait différente du système existant. Seulement un amplificateur de voix avec un haut-parleur pour la diffusion des alertes des Postes d'Alarme sont installés dans les 17 emplacements indiqués dans la Fig. 5.3.3. Ayant reçu des alertes à la crue du Gouverneur à partir d'un radiotéléphone VHF, les caïdats concernés doivent envoyer leurs agents aux postes d'alarme en voiture et/ou à pied, pour diffuser le message d'alerte aux habitants et/ou aux touristes.

(2) Option-B

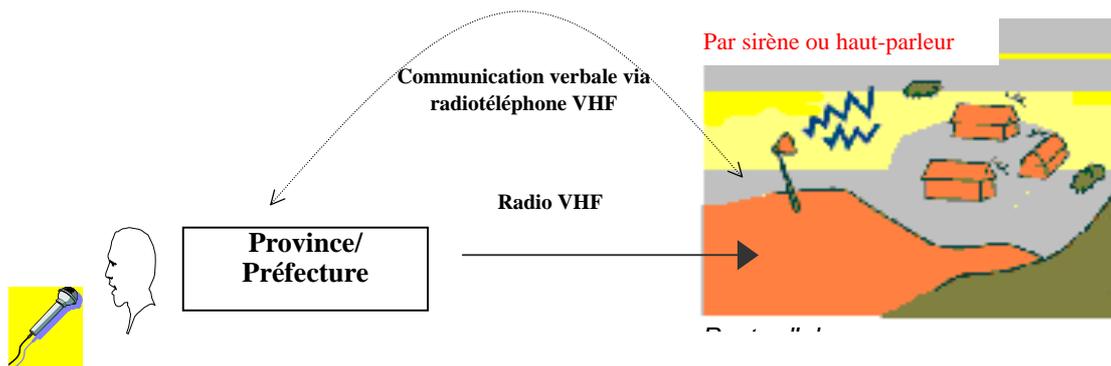
Dans cette option, le matériel de contrôle d'alerte qui permet le contrôle à distance des postes d'alarme est installé en plus aux caïdats concernés. La diffusion de l'alerte entre le Gouverneur et les caïdats concernés est effectuée par radiotéléphone VHF existant comme est actuellement le cas. La diffusion de l'alerte est effectuée à distance du caïdat via un nouveau réseau radio VHF indépendant. Ces réseaux radio nécessitent un circuit sans bruit avec un taux de bruit par rapport au signal inférieur à -40dB, et trois stations de retransmission doivent être installées pour le réseau VHF. La communication verbale entre un poste d'alarme et le caïdat concerné est également possible à travers un réseau radiotéléphone HF.



Messages d'alerte du Caïdat

(3) Option-C

Cette option consiste en un système de diffusion en ligne directe du Gouverneur aux postes d'alarme et non pas à travers le caïdat concerné pour réduire le temps de transmission et pour éviter les erreurs humaines. Le matériel de supervision et de contrôle est installé dans les Préfectures/Provinces. Une fois le Gouverneur a décidé de lancer une alerte à la crue, des messages vocaux enregistrés ou en direct peuvent être envoyés via les nouveaux réseaux radio HF indépendants jusqu'aux postes d'alarme sans aucune interface humaine. Ce système nécessite une propagation radio de haute qualité comme l'Option-B. Cinq autres stations de retransmission sont nécessaires à ce système. Un diagramme schématisé du réseau radio VHF/FM et la configuration du matériel sont présentés dans les Fig. 5.4.4 et 5.4.5 respectivement.



Messages d'alerte de la Province/Préfecture

5.4.4 Sélection du plan d'équipement optimal

(1) Alternatives

Plusieurs alternatives provenant des combinaisons des trois options conçues pour chacun des trois sous-systèmes sont concevables pour le Plan Directeur. Dans la présente Etude, et pour faciliter la sélection du système optimal, trois alternatives typiques sont constituées comme présenté dans le Tableau 5.4.3 et résumé comme suit:

- Alternative-A: Système manuel (une combinaison des trois options A)
- Alternative-B: Système semi-automatique (une combinaison des trois Options B)
- Alternative-C: Système entièrement automatique (une combinaison des trois Options C)

La ventilation du coût des trois alternatives est présentée au Tableau 5.4.4, et les trois alternatives sont comparées comme suit:

Comparaison des trois alternatives

Alternative	Coût de l'équipement (Millions DH)	Précision	Temps nécessaire pour le fonctionnement total *
Alternative-A	5,7	Basse	90 min à 6 heures
Alternative-B	34,3	Moyenne	50 min
Alternative-C	47,7	Haute	30 min

* Temps nécessaire pour le fonctionnement total depuis l'observation à l'évacuation (Voir Tableau 5.4.5)

(2) Sélection de l'alternative optimale

Puisque les désastres de la Zone d'Etude sont accompagnés de pertes en vies humaines comme a été le cas en 1995, la nécessité d'améliorer le SPAC est claire. Dans la présente Etude, nous proposons, au vu des raisons qui suivent, que l'Alternative -C (système entièrement automatique) doit être adoptée pour le Plan Directeur:

- L'introduction du système automatique fait partie de la stratégie du plan d'action de la DGH. En effet, des systèmes automatiques seront adoptés pour d'autres bassins versants tels que l'Ouergha et Oum Er Rbia. A juger de cette situation, l'introduction d'un système automatique suivra la tendance de modernisation de l'observation hydrologique qu'adopte la DGH.

- Le système de l'alternative–A, basé sur le fonctionnement manuel, n'est pas avantageux compte tenu du temps nécessaire au fonctionnement du système depuis l'observation à l'évacuation (90 mn à 6 heures).
- Concernant l'alternative–B, elle n'est pas très différente en terme de coûts de l'alternative–C, alors qu'il y a une grande différence en matière de précision et de temps nécessaire au fonctionnement du système. Tout particulièrement, ce temps peut être réduit à 20 mn, ce qui est significatif pour un SPAC de zone montagneuse.
- L'évaluation du projet dans la sous-secteur 5.8.1 révèle que l'alternative-C est la généralement viable en termes d'efficacité économique, réalisabilité financière, acceptabilité sociale et technique, et impacts environnementaux. Un EIRR de 14.2 % est obtenu si les pertes en vies humaines sont tenues en considération.

5.5 Description générale du Plan Directeur

5.5.1 Objectif du Plan Directeur proposé

Le SPAC proposé (ci-après le Plan du SPAC de la Région de l'Atlas) à pour objectif de protéger les habitants et les touristes dans les zones suivantes, classées à haut risque (voir Fig. 5.3.1) de désastres de crues de l'oued et/ou d'écoulements des débris, par leur évacuation à temps:

Zones à haut risque

Bassin Versant	Préfecture/ Province	Zone à haut risque	
		Zone	Type de désastre
R'dat	Al Haouz	L'affluent Tazlida	Écoulements de débris
Zat	Al Haouz	Douar Tiferent	Écoulements de débris
Ourika	Al Haouz	Tiguemmi-n-Oumzil et Tnite et le tronçon d'Aghbalou à Setti Fadma	Crues de l'oued et écoulements de débris
Rheraya	Al Haouz	R'ha Mouley Brahim et le Souk d'Asni	Crues de l'oued
		Imlil	Écoulements de débris
N'fis	Al Haouz	T. N. Yakoub	Crue de l'oued
		L'affluent Imigdal (DouarsTisgui et Targa)	Écoulements de débris
Issyl	Sidi Youssef Ben Ali	Municipalité de Sidi Youssef Ben Ali et le Douar de Guannoune	Crues de l'oued

Des zones à haut risque autres que celles qui longent l'oued Issyl et qui arrivent jusqu'à la Préfecture de Sidi Youssef Ben Ali sont situées dans la Province d'Al Haouz. Au moins un poste d'alarme sera installé dans chaque zone à haut risque pour alerter les habitants et/ou les touristes du risque d'un désastre de crue de l'oued et/ou d'un écoulement de débris.

5.5.2 Composantes du Plan du SPAC de la Région de l'Atlas

Le Plan du SPAC de la Région de l'Atlas est un système global composé de cinq sous-systèmes qui s'étendent de l'observation hydrologique et la collecte des données à l'évacuation:

- (1) Observation hydrologique et collecte des données

Le Plan du SPAC de la Région de l'Atlas englobe 20 stations d'observation de crues. 12 stations sont munies de pluviomètres et de jauges des niveaux d'eau, et les 8 restantes ne sont que des stations pluviométriques.

Toutes les stations sont équipées de systèmes de télémétrie automatiques qui permettent le jaugeage automatique des pluies et des niveaux d'eau et la transmission, en temps réel, des

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

Un observateur, recruté d'un douar avoisinant, est affecté à chacune des 18 stations, à l'exception de celles d'Oukaimden et de Azib-n-Tinzal qui sont situées loin des zones peuplées. Il vit avec sa famille dans la résidence adjacente à la station et s'occupe de l'équipement de mesures et de la radio. Quand l'équipement souffre d'un dysfonctionnement quelconque, il doit mesurer les précipitations et/ou les niveaux d'eau et les transmettre à la DRHT manuellement suivant les instructions de celle-ci. La liste des stations d'observation des crues est donnée au Tableau 5.3.1 et leurs emplacements sont présentés dans la Fig. 5.3.1.

(2) Analyse des données, prévision, émission des messages d'avis de crues et diffusion des informations/messages d'avis de crues

Les informations hydrologiques collectées sont analysées à la DRHT qui joue le rôle d'un centre informatique principal pour le SPAC de la Zone d'Etude. La prévision des crues et des écoulements des débris fait également partie des tâches de la DRHT. Sur la base des analyses et de la prévision, la DRHT doit émettre des messages d'avis de crues tels que définis en 5.3.2. Les messages d'avis de crues et les informations traitées de la crue sont diffusés aux administrations concernées par Internet, téléphone public, fax, et/ou radiotéléphone VHF. La Fig. 5.5.1 représente le réseau de télécommunication liant les administrations impliquées dans le SPAC, et la Fig. 5.4.3 donne un diagramme schématique du réseau informatique liant la DRHT (Centre Informatique Principal) à ses stations de contrôle.

Destinataires des messages d'avis de crues

Description	Destinataire
Autorités locales	Province/Préfecture concernée, Cercles et Caïdats
Autres administrations concernées	DGH, DPE concernée, ONEP, ONE, ORMVAH, DMN

(3) Emission des alertes aux crues

Le Gouverneur de la Province/Préfecture doit émettre des Alertes aux Crues qui appellent directement à la vigilance et à l'évacuation des habitants et des touristes se trouvant dans les zones à haut risque, et ce sur la base des Messages d'Avis de Crues émis par la DRHT ainsi que d'autres informations. Les définitions des Messages d'Avis de Crues sont données au Chapitre 2.

(4) Diffusion des alertes aux crues

Les alertes aux crues sont diffusées de la Province/Préfecture aux postes d'alarmes et aux administrations concernées tel que montré dans en Fig. 5.5.1.

Destinataires des alertes aux crues

Description	Moyen Communication	Destinataire
Poste d'alarme	Système de diffusion de l'alerte	habitants et touristes
Autorités locales	Téléphone, Fax, VHF Radiotéléphone	Cercles et Caïdats concernés
Autres organisations gouvernementales concernées	Téléphone, Fax	Gendarmerie Royale, Protection Civile, Ministère de l'Intérieur, et autres organisations impliquées dans le Plan ORSEC.
Media	Téléphone, Fax	Media (TV et Radio)
Etablissements touristiques (hôtels, restaurants, etc.)	Téléphone, Fax	Gérants et employés, puis touristes

Le Plan du SPAC de la Région de l'Atlas englobe 17 postes d'alarme comme montré dans la Fig. 5.3.3. Ces postes sont munis d'équipements de diffusion d'alerte. Des messages d'alertes en direct ou enregistrés sont directement diffusés sous le contrôle à distance de la Province/Préfecture.

Comme déjà expliqué en 5.3.5, chaque poste d'alerte est géré par une organisation d'évacuation constituée par les habitants du (des) douar(s). Sa cellule de transmission est responsable du fonctionnement et de la maintenance du poste d'alarme suivant les instructions de la Province/Préfecture. Pendant les averses orageuses, les membres de la cellule de transmission doivent communiquer avec la Province/Préfecture via un radiotéléphone VHF installé dans le poste d'alarme. La Fig. 5.4.4 donne un diagramme schématique du réseau de diffusion de l'alerte.

Les moyens de télécommunication ordinaires tels que le téléphone public et le fax sont utilisés pour la diffusion de l'alerte aux administrations concernées qui sont situées loin des zones de désastres éventuels. Pour les autorités locales de basse hiérarchie telles que les cercles et les caïdats, le réseau radiotéléphone VHF de la Province/Préfecture peut être utilisé.

(5) Evacuation

L'évacuation devra s'effectuer promptement et correctement suivant un plan d'évacuation préparé pour chaque zone à haut risque. Le plan d'évacuation devra comprendre les éléments suivants tel que discuté en 5.3.5:

1. Organisation d'évacuation
2. Exploitation du poste d'alarme
3. Sites et routes d'évacuation
4. Stock en matériel et équipement
5. Diffusion des messages d'alertes
6. Assistance guide des évacués
7. Assistance guide des touristes
8. Exercice d'évacuation
9. Relations publiques
10. Evaluation des activités d'évacuation et mise à jour du plan d'évacuation

5.5.3 Renforcement et systématisation des activités volontaristes de prévention des désastres

La Zone d'Etude comprend d'innombrables zones à potentiel de désastre, alors que le Plan du SPAC de la Région de l'Atlas ne cible que les zones à haut risque. Les zones à faible risque, où le potentiel des dégâts est estimé être relativement plus bas que celui des zones à haut risque, restent en effet exposées à d'affreux désastres. Même les zones à haut risque qui vont être couvertes par le Plan du SPAC ne sauraient être parfaitement sûres vu les limites techniques des méthodes de prévision des crues des oueds et des écoulements des débris dans de telles zones montagneuses. Il pourrait être risqué pour les habitants de trop dépendre sur le seul SPAC. Un principe universel dans la prévention des désastres, "*Nous devons protéger nos vies nous même*", restera essentiel même après l'achèvement du Plan du SPAC de la Région de l'Atlas.

Dans cette optique, les activités volontaristes des habitants dans le domaine de la prévention des désastres qui sont actuellement basés sur leurs expériences et leur bonne volonté doivent être renforcées et systématisées aussi bien dans les zones à haut risque que dans celles à bas risque. Les activités volontaristes suivantes renforceront le Plan du SPAC de la Région de l'Atlas qui ne sera jamais en mesure d'éliminer les dégâts des désastres dans la Zone d'Etude.

Institution d'une organisation d'évacuation même dans les zones à risque bas,

Transfert des expériences des précédentes générations aux jeunes,

S'abstenir de la construction de maisons dans les zones exposées aux crues et écoulements des débris, et

Observation des précipitations.

Les administrations concernées, y compris la Province/Préfecture, les DPE et la DRHT, doivent fournir une assistance technique telle que la publication de cartes d'aléas et le conseil en matière de désignation des sites d'évacuation.

5.6 Plan d'exploitation et de maintenance

5.6.1 Organisations impliquées dans le Plan du SPAC de la Région de l'Atlas

Comme déjà illustré par la Fig. 5.5.1, plusieurs administrations sont impliquées dans l'exploitation du SPAC de la Région de l'Atlas. Entre autres, la DRHT, la DPE d'Al Haouz, la DPE de la Wilaya de Marrakech, la Province d'Al Haouz et la Préfecture de Sidi Youssef Ben Ali sont considérées comme principales administrations jouant des rôles clefs dans le fonctionnement du SPAC de la Région de l'Atlas.

En plus de leurs sièges dans les zones de plaines, à l'abri des crues et des écoulements des débris, les principales administrations, disposent également de postes locaux/stations dans la région de l'Atlas. La DRHT de Marrakech joue le rôle d'un centre d'information de crues et de supervision des stations. Les DPE, qui disposent de postes de brigades pour la maintenance des routes, s'occupent principalement de la maintenance des routes de circulation. La Province d'Al Haouz et la Préfecture de Sidi Youssef Ben Ali sont responsables de la diffusion de l'alerte et des instructions d'évacuation. Le Gouverneur de la Province/Préfecture doit émettre les alertes aux crues qui sont diffusées par les postes d'alarme. Le Gouverneur doit également envoyer des équipes de patrouilles des autorités locales de bas niveau telles que les caïdats aux zones à haut risque.

Implication des principales administrations dans le SPAC de la Région de l'Atlas

Sous-système	DRHT		DPE		Province/Préfecture	
	DRHT de Marrakech	Station d'observation de crues	Siège	Poste de brigade	Siège	Poste d'alarme (Org. d'évacuation)
Observation hydrologique et collecte des données	R, S, E	R, E	A, S	A, E	A, S	A, E
Analyse des données, prévision, émission des messages d'avis de crues et distribution des messages d'avis de crues/informations	R, E					
Emission des alertes aux crues	A		A		R, E	A
Diffusion des alertes aux crues					R, S, E	R, E
Exécution de l'évacuation			A, S	A, E	R, S	R, E

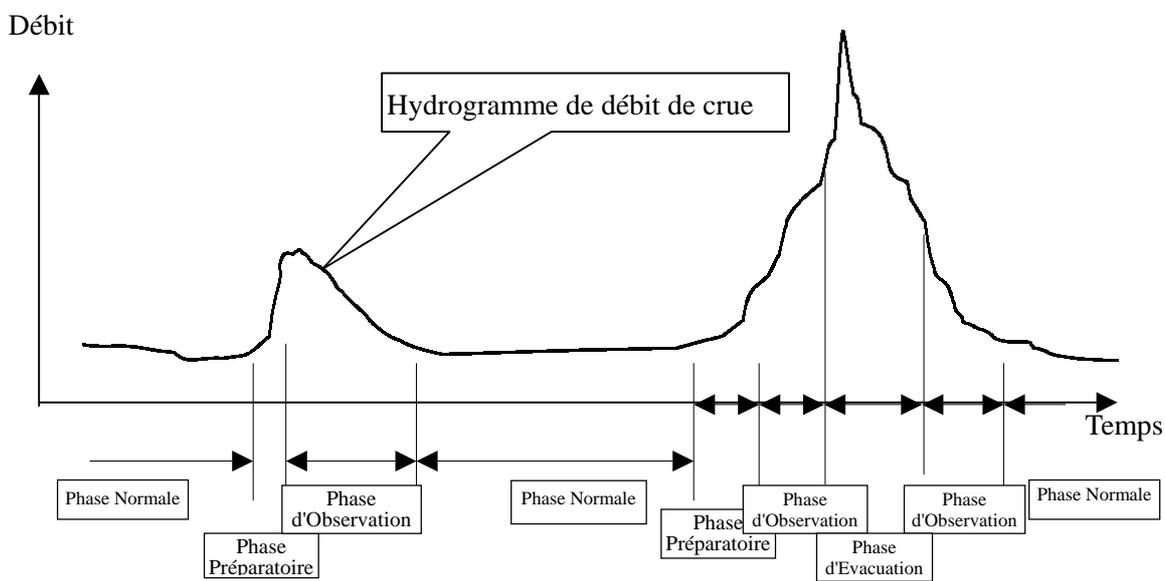
Note; R: Responsable, A: Assistance et renfort, S: Supervision, E: Exécution

5.6.2 Plan d'exploitation et de maintenance proposé

Un plan d'exploitation et de maintenance pour les principales administrations est élaboré comme indiqué en Annexe-1 "Guide d'Exploitation du SPAC de la Région de l'Atlas (Avant-projet)", et résumé comme suit :

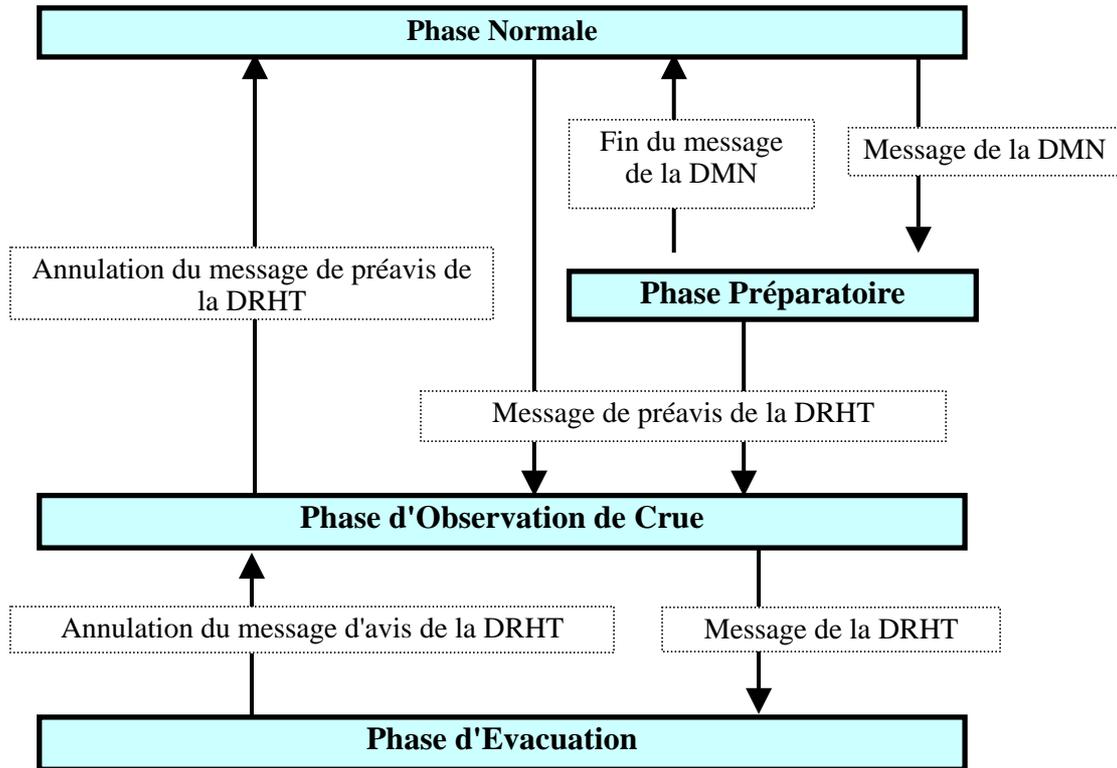
(1) Phase de crue

Afin de définir clairement les actions et la procédure à suivre en réaction aux différentes étapes d'une crue, l'événement crue est divisé en quatre Phases, à savoir la Phase Normale, la Phase Préparatoire, la Phase d'Observation de Crue, et la Phase d'Evacuation suivant l'ampleur de la situation de la crue. Les principales administrations, la DRHT, la DPE d'Al Haouz, la DPE de Marrakech, la Province d'Al Haouz, la Préfecture de Sidi Youssef Ben Ali et les postes d'alarme, doivent prendre les mesures appropriées suivant les procédures d'exploitation établies pour chaque phase de crue dans le manuel d'exploitation.



Transition des phases de crue

Les messages de pré-alerte et d'alerte de la DMN et les messages d'avis de crues de la DRHT sont utilisés pour la transition d'une phase à l'autre comme ci-dessous expliqué:



Transition des phases de crues et des messages d'avis

(a) Phase normale

La Phase Normale est une période de pré-crue ou de post-crue quand le danger de crue de l'oued et/ou d'écoulement de débris n'est pas du tout prévu.

Aussitôt qu'un message de pré-alerte ou un message d'alerte est diffusé par la DMN durant cette phase pour la Province d'Al Haouz et/ou la Préfecture de Sidi Youssef Ben Ali, la Phase Préparatoire commence. Aussitôt qu'un message de préavis de crue et/ou d'écoulement des débris est émis par la DRHT pour une zone de poste d'alarme durant la phase normale, la Phase d'Observation de la Crue commence directement.

(b) Phase Préparatoire

La Phase Préparatoire est toujours la période pendant laquelle il est sur le point de pleuvoir ou il a déjà commencé à pleuvoir légèrement.

Aussitôt qu'un message de préavis de crue de l'oued et/ou d'écoulement de débris est émis par la DRHT pour une zone de poste d'alarme, la phase préparatoire se termine et celle d'observation de crue commence. Si la situation ne se détériore pas, la phase préparatoire se termine par la cessation des messages de la DMN et la phase normale recommence.

(c) Phase d'Observation de Crue

La Phase de l'Observation de la Crue est la période pendant laquelle la situation s'est détériorée si gravement que les symptômes d'une crue et/ou un écoulement de débris, tels que les fortes précipitations et l'augmentation des eaux de l'oued, se sont effectivement annoncés.

Aussitôt qu'un message de préavis de crue et/ou un message de préavis d'écoulement de débris est émis par la DRHT pour une zone de poste d'alarme, la phase préparatoire se termine et celle de l'observation de la crue commence. Si la situation de la crue se stabilise, la phase préparatoire se termine par la cessation des messages de la DMN et on retourne à la phase normale.

(d) Phase d'Evacuation

La Phase d'Evacuation est la période pendant laquelle la situation de la crue s'est détériorée au point de rendre nécessaire une évacuation.

Aussitôt que la situation s'est assez améliorée pour que la DRHT puisse annuler tous les messages d'avis de crue et d'écoulement des débris, la phase d'évacuation se termine, et celle de l'observation de la crue reprend.

(2) Actions et procédures à suivre par les principales administrations

Les actions et les procédures concrètes qui doivent être prises et suivies lors de chacune des phases de la crue par les principales administrations, y compris leurs stations sur terrain et leurs postes, sont répertoriées dans le manuel d'exploitation et résumées comme suit:

(a) Fonctionnement du SPAC durant la phase normale

Généralement, aucune action immédiate n'est nécessaire durant cette phase. Cependant, afin d'agir immédiatement à chaque symptôme d'averse soudaine qui s'annonce ou à chaque message de la DMN à tout moment, les principales administrations doivent observer une permanence de 24/24 heures pendant la phase normale. De surcroît, les équipements du SPAC seront maintenus en bonnes conditions.

Les principales administrations : la DRHT, les DPE, la Province/Préfecture, se réuniront pour mettre à jour ce manuel de fonctionnement, et pour débattre d'un exercice commun de communication en mai ou juin, rassemblant leurs représentations sur le terrain et les administrations concernées. L'exercice commun qui réunira toutes les principales administrations sera effectué pendant le mois de juin, juste avant la saison touristique. Avant l'exercice commun, toute administration devra procéder à un exercice interne de mise en fonctionnement du SPAC au moins une fois chaque année pour rappeler au personnel les procédures de fonctionnement du SPAC. Après toute crue qui a atteint la phase préparatoire ou plus, et après chaque exercice commun, toutes les principales administrations doivent se réunir après avoir établi un rapport d'évaluation relatif au fonctionnement du SPAC, qui doit servir de référence pour la mise à jour du manuel de fonctionnement.

(b) Fonctionnement du SPAC durant la phase préparatoire

La chose la plus importante durant cette phase est de se préparer à faire face à toute averse orageuse qui dégénère. Une équipe d'exploitation du SPAC se composant d'un ingénieur (ou d'un officier) et quelques techniciens devra s'organiser au commencement de la phase préparatoire, pour agir en cas de développement brusque de l'averse.

Les observateurs des stations d'observation des crues, les techniciens des postes de brigades de la DPE et les chargés des postes d'alarme doivent également rester sur leurs gardes sous les instructions de la DRHT, la DPE et la Province/Préfecture respectivement.

(c) Fonctionnement du SPAC durant la phase de l'observation de la crue

La phase de l'observation de la crue est une période pendant laquelle la situation de la crue

s'est détériorée à tel point que quelques symptômes de crue et/ou d'écoulement de débris se sont effectivement révélés, tels que de fortes précipitations ou l'augmentation des niveaux d'eau de l'oued. La vigilance est la tâche la plus importante de toutes les administrations concernées durant cette phase.

Fréquemment, la situation de la crue passe directement à la phase de l'observation depuis la phase normale si un message de la DMN n'est pas émis durant la phase initiale. Dans ce cas, l'équipe d'exploitation du SPAC doit s'établir immédiatement.

(d) Fonctionnement du SPAC durant la phase de l'évacuation

La phase de l'évacuation est une période d'urgence quand la situation de la crue s'est détériorée à tel point qu'elle exige une évacuation des habitants et des touristes de certaines zones de postes d'alarme. La prompté émission et diffusion des instructions d'évacuation sont les plus importantes durant cette phase.

5.7 Plan de réalisation et estimation des coûts

5.7.1 Plan de réalisation

Comme discuté dans la sous-section 5.1.3, le Plan du SPAC de la Région de l'Atlas (Plan Directeur) sera achevé en 2009. D'autre part, une partie du plan directeur est également réalisée et achevée dans l'espace de trois ans comme projet pilote de la présente Etude, tel qu'expliqué au Chapitre 6. Le projet pilote, qui cible la vallée de l'Ourika, couvre environ 27% du plan directeur. Une fois ce projet achevé, 73% du plan directeur resteront à réaliser.

Tenant en compte l'urgente nécessité de la complète réalisation du plan directeur, il est proposé de continuer les travaux restant immédiatement après l'achèvement du projet pilote. Pour la période nécessaire à chaque ouvrage, un plan de réalisation de la totalité du Plan du SPAC de la Région de l'Atlas est présenté au Tableau 5.7.1.

Principaux travaux et périodes nécessaires

Elément	Période nécessaire (mois)	Observations
Lancement de l'appel d'offres E/F & D/D	6	
Etude de faisabilité (E/F)	6	
Démarches administratives pour l'acquisition des fréquences radio	(3)	A réaliser en parallèle avec l'Etude de Faisabilité.
Design détaillé (D/D)	6	
Arrangements financiers	3 (6)	Réalisation en parallèle avec le design détaillé.
Lancement de l'appel d'offres	6	
Fabrication et transport des équipements	15	L'inspection par ANRT incluse.
Travaux de construction	(6)	Réalisation en parallèle avec la fabrication et le transport des équipements.
Installation des équipements	6	
Formation et mise en fonctionnement expérimentale	12	
Total	60	

5.7.2 Estimation des coûts

Les coûts de réalisation et de maintenance pour la totalité du Plan du SPAC de la Région de l'Atlas, y compris le projet pilote, se présentent comme suit:

(1) Conditions d'estimation des coûts

(a) Niveau des prix

Les niveaux des prix sont ceux du 1 août 2003. Les taux de change entre le dollar US (USD), le dirham marocain (DH) et le yen japonais (JPY) sont: 1,00 USD = 9,8638 DH = 120,590 JPY.

(b) Constitution des coûts du projet

Les coûts du projet se composent des coûts de construction, du service d'ingénierie et des frais divers physiques. Puisque les aménagements à construire, tels que les pôles d'antenne et les locaux des équipements, sont tous de petite taille et situés dans des zones montagneuses lointaines, les coûts de compensation, y compris ceux de l'acquisition des terrains et de la reconstruction des locaux, peuvent être négligés en comparaison avec les autres coûts.

Les coûts de construction peuvent être divisés en coûts d'équipement (voir Tableau 5.4.4), coûts d'installation et de commande, de constructions, du développement du logiciel et de la formation technique. Les frais divers physiques sont estimés à 10% des coûts de construction et des coûts du service d'ingénierie.

(c) Coûts annuels d'exploitation et de maintenance

Les coûts annuels d'exploitation et de maintenance sont généralement estimés à environ 5% du coût de l'équipement au Japon. La même valeur, 5%, est prévue pour la présente Etude.

(2) Coûts du projet et conditions d'estimation des coûts

Se basant sur ce qui précède, le coût de réalisation du projet et de la maintenance sont estimés comme suit:

Coût du projet et de la maintenance du Plan du SPAC de la Région de l'Atlas

Elément de coût	Montant (1 000 DH)
A. Coût de construction	60 516
(1) Coût d'équipement	47 747
(2) Coûts d'installation et de commande	6 384
(3) Coût de travaux de construction	4 386
(4) Coût de développement du logiciel	1 000
(5) Coût de formation technique	1 000
B. Coût de service d'ingénierie	15 000
C. Frais divers physiques (10% de (A+B))	7 552
D. Coût du projet (A+B+C)	83 068
E. Coût annuel d'exploitation et de maintenance	2 387

5.8 Evaluation du projet

Le Plan du SPAC de la Région de l'Atlas est amplement évalué dans ce Chapitre. En conclusion, Le Plan du SPAC est généralement viable en termes d'efficacité économique, caractère financier abordable, acceptabilité sociale et technique et de l'impact sur l'environnement, comme suit:

5.8.1 Evaluation économique et considérations financières

(1) Analyse du coût-bénéfice

(a) Coût économique

Une partie du présent Plan Directeur est réalisée comme Projet Pilote. La majeure partie du coût de réalisation de ce Projet Pilote est fournie par la JICA. Ainsi, le reliquat du coût estimé à 60 millions Dh est obtenu par la soustraction du coût du Projet Pilote des 23 millions Dh (voir sous-section 10.4.2) du coût total du projet estimé à 83 millions Dh est utilisé pour les fins de cette analyse du coût-bénéfice.

Selon un rapport de la Banque Mondiale (*Staff Appraisal Report, Kingdom of Morocco, Water Resources Management Project*) récemment publié, les facteurs de change suivants sont calculés en fonction du composant d'échange extérieur de chaque catégorie de coûts, les droits de douane à l'import de ce composant d'échange extérieur et la taxe sur la valeur ajoutée applicable à cette catégorie de coût: Travaux publics 0,77, équipement 0,63, service d'ingénierie 0,83. Si ces chiffres sont appliqués au Plan Directeur, le coût économique est estimé à **49 millions DH**, comme résumé au Tableau 5.8.1.

(b) Côté bénéfice

(i) Identification des éléments de bénéfices

Les bénéfices suivants sont en principe prévus résulter de la réalisation du Plan Directeur du point de vue de la possibilité de les mesurer en de termes monétaires: l'évacuation des biens meubles et la promotion de l'industrie du tourisme. Même si la réduction du risque menaçant les vies humaines est également l'un des bénéfices à tirer, elle est traitée séparément en raison des éléments spéciaux à prendre en considération pour le calcul de sa valeur.

(ii) Evacuation des biens meubles

Les principaux biens meubles à évacuer en cas de crue sont le bétail pour les habitants et les véhicules pour les touristes. Lors des expériences précédentes, une majorité d'habitants a évacué sans rien prendre, une minorité a emporté des sommes d'argent et des articles ménagers à leur évacuation, selon l'étude sociale et l'enquête de conscience publique effectuée par l'Equipe d'Etude. Veuillez vous référer à la section **3.3, Analyse sociale**, pour les détails. Après la réalisation du Plan Directeur, on prévoit que les habitants pourront évacuer une partie de leurs articles ménagers. Les articles à usage personnel des touristes doivent être limités.

Valeur économique du bétail. Bovins: 6 975 DH, ovins: 791 DH, caprins: 372 DH, mulets: 3 255 DH et ânes: 465 DH.

Valeur économique des véhicules: 75 000 DH.

Articles ménagers: 6 000 DH par maison emportée.

(iii) Promotion de l'industrie du tourisme

Selon l'enquête sur les conditions actuelles des sites touristiques, le nombre de véhicules et de touristes atteint la presque totalité de la capacité des aménagements tels que les espaces de stationnement et les routes. De plus, il n'y a pas de plans concrets de développements futurs pour le tourisme dans la Zone d'Etude. Il est

difficile de prévoir que le nombre de touristes augmentera drastiquement dans le future sans investissements supplémentaires dans le secteur. On estime que la contribution quotidienne directe au PIB par touriste est de 58,9 DH et un effet indirect de 17,7 DH. Avec 1% d'augmentation du nombre actuel de touristes pour la période 2001-2010 grâce au Plan Directeur, le bénéfice sera de 6,2 millions DH même si les détails ne sont pas encore clairs sur la base des données actuellement disponibles.

(c) Evaluation économique

(i) Disponibilité des données

Les données enregistrées par les autorités de la Zone sont trop limitées pour les besoins de l'évaluation économique.

- Jusqu'à présent les données des dégâts de crues ont rarement été documentées. Pour les montants des dégâts, on ne dispose que des données relatives à 1995 et 1999.
- Le système de prévision et d'alerte aux crues, qui fait l'objet du Plan Directeur, étant une mesure non-structurale de lutte contre les crues, vise en partie la réduction des dégâts aux biens meubles (partie des articles ménagers, véhicules et bétail). Cependant, les données relatives aux dégâts des crues antérieures ne fournissent pas nécessairement les détails concernant la consistance des dégâts.

Ainsi, l'Etude a compensé le manque de données par la réalisation des enquêtes suivantes:

- Enquêtes topographiques et analyse hydraulique/hydrologique
- Enquête sur la conscience publique

Veillez vous référer à **3.2 Analyse hydrologique et hydraulique** pour les détails de l'enquête topographique et de l'analyse hydraulique/hydrologique, et à **3.3 Analyse sociale** pour ceux de l'enquête de la conscience publique.

(ii) Dégâts enregistrés lors des crues antérieures

Selon le Ministère de l'Equipement, le Ministère de l'Agriculture et la Gendarmerie Royale ainsi que l'enquête effectuée par l'Equipe d'Etude, les dégâts enregistrés pendant la crue de 1995 comprennent des terrains agricoles qui ont été emportés, des têtes de bétail, des véhicules, des maisons, des routes, des ouvrages publiques et des vies humaines également. Le montant total des pertes est estimé à 70 millions DH par la DGH, et le nombre total des victimes est dit de 289, alors que la valeur économique des pertes en biens meubles est estimée à 19,96 millions DH (le nombre de têtes bovines perdues: 1 725, caprines : 1 447, et véhicule : 83, ainsi que quelques articles ménagers), (voir Tableau 5.8.2).

Concernant la crue de 1999, aucune perte de véhicule n'a été enregistrée ni perte de vie humaine parce qu'elle a eu lieu hors de la haute saison de fréquentation de la Zone. La valeur économique des pertes en biens meubles est estimée à 0,08 millions DH (le nombre d'ovins emportés: 10, caprins : 12, et quelques articles ménagers), (se référer au Tableau 5.8.3).

(iii) Victimes des crues antérieures

On a compté 289 victimes lors de la crue de 1995 selon le rapport de la Gendarmerie

Royale. La majorité des victimes se trouvaient à Ourika. La répartition des victimes selon les zones se présente comme suit: 263 à Ourika, 14 à Ait Ourir et 12 à Asni.

Le rapport décrit le déroulement de la crue dans la vallée de l'Ourika comme suit. L'alarme s'est déclenchée aux environs de 20:00 le 17 août 1995 et le niveau d'eau a diminué au pond de l'Ourika vers 22:00. La circulation vers Setti Fadma était devenue impossible à partir du pond de l'Ourika. Les eaux de crue ont submergé la route. Le lendemain, les recherches des corps des victimes ont commencé. Les résultats finaux se présentent comme suit:

- Nombre de corps non-identifiés: 129;
- Nombre de corps identifiés qui ont été pris en charge par leurs familles: 51 dont 23 mâles et 28 femelles;
- Nombre de corps identifiés par leurs familles et pris en charge par les autorités locales : 6 dont 5 mâles et 1 femelle; et
- Personnes portées disparues : 7.

(iv) Moyenne des dégâts annuels

La présente Etude utilise une méthode simplifiée pour l'estimation d'une corrélation de probabilité-dégâts sur les biens meubles par application directe des dégâts enregistrés dans les deux crues passées en raison du manque des données. Elle est supposée être proportionnelle à la longueur de la route submergée, elle-même calculée par le modèle informatique de simulation hydrologique. Grâce à cette estimation, une moyenne annuelle des dégâts en biens meubles est calculée. Sa procédure détaillée se présente comme suit:

1. Le modèle informatique hydrologique procède à la simulation des crues avec une période de retour de 2, 5, 10, 20, 30, 50 et 100 ans, et la longueur de la route submergée est calculée en fonction de chaque période de retour;
2. Les dégâts de crues correspondant à chaque période de retour sont estimés proportionnellement à la longueur de la route submergée;
3. En 2., deux séries de dégâts sont estimées; la première est basée sur les dégâts réels de 1995 (période de retour: 30 ans) et la deuxième sur la base des dégâts réels de 1999 (période de retour: 20 ans);
4. La moyenne annuelle des dégâts est une moyenne pondérée des deux séries en 3. parce que la crue de 1995 a eu lieu pendant la saison touristique, alors que celle de 1999 s'est déroulée hors de cette saison; et
5. La pondération de l'occurrence pendant la saison est déterminée à 1/6 et celle hors saison à 5/6 sur la base des données hydrologiques.

Les résultats des calculs montrent que la moyenne des dégâts annuels aux biens meubles est de **0,72 millions DH** (se référer au Tableau 5.8.4). Quand on inclut la valeur des vies humaines dans ce calcul (1 371 555 DH par personne), le résultat est de **14,65 millions DH** (se référer au Tableau 5.8.6). On note, cependant, que la marge d'erreur est considérable et pourrait se révéler à n'importe quelle étape du processus de calcul en raison du manque des données.

(v) Evaluation économique

Bénéfice

Le bénéfice du Plan Directeur est conçu comme étant la valeur prévue à réduire de la moyenne annuelle des dégâts aux biens meubles par la réalisation du système de prévision et d'alerte aux crues. Le bénéfice découlant de la promotion du tourisme est exclu parce qu'il n'est pas clair à partir des données disponibles.

La réduction de la moyenne annuelle des dégâts remonte à **0,72 million DH** assumant que tous les biens meubles échapperont aux crues (veuillez vous référer au Tableau 5.8.4). Même s'il est difficile de prévoir que le bénéfice sera réalisé pleinement dans la réalité, on pourrait le prendre comme valeur maximale prévue.

TREI, C/B et VAN

Le pas suivant est de calculer le Taux de Retour Economique Interne (TREI), le rapport Coût-bénéfice (C/B) et la Valeur Actuelle Nette (VAN) pour examiner la viabilité économique du Plan Directeur. En premier lieu, on procède à l'établissement de tableaux d'autofinancement sur la base de la moyenne annuelle du bénéfice, des coûts de construction et du coût d'E&M selon le programme de réalisation (se référer au Tableau 5.8.5). Ensuite, on calcule le TREI, le C/B et la VAN sur la base des tableaux de la marge brute d'autofinancement comme suit:

TREI, C/B et VAN

TREI	Négatif*
C/B	0,07
VAN	- 60 millions DH

Note: * Le TREI ne peut être calculé numériquement parce que le bénéfice est trop réduit en comparaison avec le coût de construction et le coût d'E&M.

Examen des résultats

Comme présenté dans le tableau que dessus, le TREI est très réduit parce que le bénéfice découlant de la réduction des dégâts aux biens meubles est minimal. Le C/B et la VAN présentent les mêmes résultats. Tant qu'on considère le Plan Directeur sur la base de ces seuls résultats, il n'est pas économiquement viable. Cependant, il n'est pas préférable de considérer la viabilité économique sans prendre en compte le bénéfice de la réduction du risque aux vies humaines qui est l'un des principaux objectifs du projet.

***Référence pour l'évaluation économique**

La présente section tente d'introduire la valeur des vies humaines tant que l'un des principaux objectifs du Plan Directeur est de réduire les risques menaçant les vies humaines ou les sauver. D'ordinaire, la valeur des vies humaines n'est pas incluse dans l'évaluation économique des projets d'infrastructures dans les schémas de l'ODA (Assistance Officielle au Développement) vu la difficulté de calcul et de la disponibilité des données. Il est à noter que les chiffres présentés dans cette partie ne le sont qu'à titre indicatif et doivent être traités avec beaucoup d'attention.

Valeur des vies humaines

La valeur de la vie humaine est ici la valeur statistique de la vie, et non pas la valeur de la vie d'une personne particulière. En d'autres termes, c'est la valeur d'une perte de vie de moins dans une population sur la moyenne.

Les études antérieures dans les pays industrialisés, y compris les USA, le RU et l'Australie montrent une grande différence des montants estimés, allant de 130000

£ à 7 950 000 £ aux prix de 1987 ou plus de soixante fois. Gramlich, M. E. (1990), *Guide à l'analyse du Coût-bénéfice*, note que la vie humaine est estimée à 2,5 millions \$ à 5 millions \$ aux prix de 1988 par application de la méthode de l'étude du marché de travail. D'autre part, Boardman, A. E., et al. (1996), *Analyse du coût-bénéfice, Concepts et pratique*, fixe 2 à 3 millions de dollars pour application en Amérique du Nord aux prix de 1990 comme règle approximative.

Pour l'application des résultats des études du marché de travail des USA au Plan Directeur, on assume que la valeur de la vie est estimée proportionnellement au PIB *per capita* du pays.

La valeur d'une vie en USA aux prix de 1998 est estimée à 3,5 millions \$ si l'on se réfère aux données incluses dans Gramlich, M. E. (1990) et Boardman, A. E., et al. (1996). Le rapport du PIB *per capita* entre les USA et le Maroc est de 25,3. Ainsi, la valeur de la vie humaine au Maroc est calculée à 139,308 \$ aux prix de 1998 ou **1371 555 DH** aux prix de l'an 2000.

Bénéfice

Si on arrive à sauver tous les gens, le bénéfice total serait de **14,65 millions DH**, ce qui représente la moyenne annuelle des dégâts aux biens meubles et des pertes en vies humaines (veuillez vous référer au Tableau 5.8.6). Même s'il est difficile de prévoir la totale réalisation de ce bénéfice dans la réalité, il pourrait être pris comme valeur maximale du bénéfice prévu.

TREI, C/B et VAN

L'étape suivante est de calculer le Taux de Retour Economique Interne (TREI), le rapport Coût-bénéfice (C/B) et la Valeur Actuelle Nette (VAN) pour les fins d'examiner la faisabilité économique du Plan Directeur. Premièrement, on procède à l'établissement des tableaux de la marge d'autofinancement à l'aide de la moyenne annuelle du bénéfice, du coût de construction et du coût d'E&M selon le programme de réalisation (veuillez vous référer au Tableau 5.8.7). Puis, le TREI, le C/B et la VAN sont calculés sur la base du tableau comme suit:

TREI, C/B et VAN

TREI	14,2%
C/B	1,4
VAN	25 millions DH

Examen des résultats

Les résultats changent radicalement si l'on compte la valeur des vies humaines. Si la valeur de la vie humaine est incluse, Le TREI dépasse 12% comme le bénéfice de la réduction des dégâts augmente significativement. Le C/B et la VAN présentent le même résultat également. Il est prévu que le projet serait économiquement faisable par la prise en considération du bénéfice de la réduction du risque aux vies humaines qui est l'un des principaux objectifs du projet.

- (2) Considérations financières
 - (a) Budget des autorités concernées

(i) La DGH

La DGH contrôle le budget lié à l'hydrologie des DRH et leurs alloue les crédits. L'allocation de certains éléments de budget est effectuée sur demande des DRH. Le budget lié à l'hydrologie à allouer aux DRH est de 7,2 millions DH en 2000/01. La totalité du budget de roulement lié à l'hydrologie est de 11,2 millions DH. Veuillez vous référer au Tableau 5.8.8.

(ii) La DRHT

Comme signalé ci-haut, le budget lié à l'hydrologie de la DRHT est contrôlé par la DGH, alors que le budget administratif et du personnel est fourni par la DRE. La DRHT ne dispose pas de fonds pour l'acquisition et l'E&M des équipements électroniques. Le budget hydrologique de la DRHT a été de 737 960 DH en 1999/2000 (se référer au Tableau 5.8.9 pour les détails).

(iii) La Province d'Al Haouz

Le budget de la Province d'Al Haouz en 1999/00 a été comme suit. Le total des allocations budgétaires de la Province était de 18,6 millions. La répartition des dépenses est comme suit: personnel (salaires, bénéfices et transport inclus): 6775300 DH, le total budget de roulement est de 3 210 400, et le total du budget de l'équipement est de 8 355 000 DH.

(b) Charges des coûts sur les autorités locales

Puisqu'il est de grande importance de se procurer les budgets d'exploitation et de maintenance pour la durabilité du projet et que cela relève des responsabilités des autorités locales, on traite ici du caractère abordable des coûts d'E&M. La DRHT devra s'occuper du sous-système d'analyse et de collecte des données, la Province d'Al Haouz prendra soin de quelque-unes des stations de contrôle et du sous-système de diffusion de l'alerte, et la Préfecture de Sidi Youssef Ben Ali (SYBA) devra prendre soin d'une partie des équipements d'alarme. Cela veut dire que les autorités locales devront supporter ces coûts d'E&M. Et puisque le budget desdites autorités locales est plus limité que celui du Gouvernement Central, des considérations particulières seront requises après la réalisation du Plan Directeur.

Selon l'analyse technique, le coût annuel d'E&M est estimé à 5% du coût de l'équipement. Les charges annuelles supplémentaires sont de l'ordre de 1 502 000 DH à charge de la DRHT, 722 000 DH à charge de la Province d'Al Haouz et 163 000 DH à charge de la Préfecture de SYBA (se référer au Tableau 5.8.10 pour les détails). Il est à noter que ces coûts d'E&M ne sont estimés qu'à titre indicatif étant donné que les coûts des équipements ne seront précisément estimés qu'en phase du Plan Directeur. Les coûts précis d'E&M doivent être estimés en phase de design détaillé. Les coûts réels changeront selon les contrats de maintenance conclus avec les fournisseurs.

Concernant la DRHT, le coût annuel d'E&M dépasse son budget lié à l'hydrologie (environ 70 000 DH). Il est nécessaire que la DGH augmente son allocation de budget à la DRHT pour le bon fonctionnement du nouveau SPAC. Puisque le budget de roulement lié à l'hydrologie a été de 11,2 millions DH en 2000/01, il est nécessaire d'augmenter le budget de la DRHT à raison de 13%. Même si le montant est loin d'être à la portée, on prévoit que la DGH pourra augmenter son allocation de budget à la DRHT, prenant en considération que l'amélioration du SPAC intervient dans le cadre d'une stratégie nationale développée par le Ministère de l'Équipement, et que la modernisation du SPAC est déjà adoptée dans d'autres régions.

Pour la Province d'Al Haouz, le coût annuel d'E&M atteint 3,9% de son budget total ou 22% de son budget de roulement en 1999/00. Le coût d'E&M n'est également pas abordable dans ce cas. Cependant, il est aussi prévu que le Ministère de l'Intérieur arrive à augmenter les subventions allouées à la Province pour les fins de l'exploitation et la maintenance des équipements, du fait qu'il revient aux collectivités locales de protéger les gens contre les désastres, responsabilité qui constitue l'une de leurs principales fonctions.

5.8.2 Considération des aspects sociaux

Le Plan Directeur devra également être évalué du point de vue social pour en faire matière à de discussions à intérêt public et ainsi en donner une autre signification aux locaux. Se basant sur les résultats obtenus des enquêtes/entretiens, les caractéristiques sociales des communautés résidentes dans les bassins versants peuvent être résumées comme suit:

- Les infrastructures rurales et la disponibilité des services publics restent encore loin du niveau de satisfaction,
- Même si l'agriculture est à la base de l'économie régionale, les récoltes ne suffisent pas à la consommation locale,
- A l'exclusion de l'agriculture, les opportunités de travail sont rares dans la Zone d'Etude, et
- Par conséquent, la jeune population active fuit les villages pour chercher d'autres sources de revenu dans les zones urbaines afin de pouvoir soutenir leurs familles.

D'une telle situation, on comprend que les locaux souffrent d'une situation très dure du point de vue socio-économique. Ils vivent au jour le jour. Dans une telle précarité, il est difficile d'attirer leurs attentions au système de prévision et d'alerte aux crues.

Cependant, les locaux sont conscients de la nécessité de prendre quelques mesures préventives contre les désastres pour assurer leurs vies et biens, mais ils n'ont aucune idée à propos de quoi faire ou comment aborder la question, et par conséquent, ils n'ont pris aucune précaution. Ils croient que le Gouvernement leur fournira des idées pour atténuer les menaces des désastres et prendre les mesures nécessaires pour réduire les dégâts des crues. Cela veut dire qu'il n'y a aucunement de manière à faire avancer la situation sans le patronage du Gouvernement.

Les simulations ou exercices d'évacuation peuvent donner le bon exemple. Les gens n'ont jamais expérimenté de tels exercices, mais environ 83% d'eux ont donné une réponse favorable lors de l'enquête concernant leur prédisposition à participer dans ces exercices s'ils sont organisés par les autorités. Il est aussi important de considérer le fait que 97% des personnes interrogées aient répondu que le système de prévision et d'alerte aux crues est nécessaire à la sécurité de leurs communautés, et plusieurs d'entre eux ont exprimé leur volonté à contribuer au système. Il est clair que les gens ignorent les caractéristiques techniques du système, mais ils sont parfaitement conscients qu'il est de grande utilité pour la prévision des crues.

Tenant considération du message ci-dessus, transmis par les habitants locaux, le Gouvernement devra prendre l'initiative de les instruire sur la gestion des risques des désastres naturels le plutôt possible pour les motiver davantage. A cet effet, il est à noter que la coopération avec d'autres organismes et administrations concernées est absolument importante pour obtenir de bons résultats.

Comme le Plan Directeur est destiné à résumer une approche compréhensive basée sur la répartition des tâches et orienté vers le développement régional, il contribuera certainement à l'amélioration de la situation actuelle de l'intérêt public. Le Plan devra être socialement acceptable et mutuellement compréhensible entre les proposant et les habitants/contribuables dans le système. De ce fait, l'opinion publique et la réaction des gens envers le Plan ont été amplement examinées dans l'étude sociale et, en conclusion, aucune controverse ou observation négative ne s'est révélée.

Les points suivants forment les principaux éléments à suivre de près et qui peuvent se réaliser pour le bénéfice des communautés locales et des habitants:

- Accroître la capacité de réaction des gens et leur conscience des préparatifs et de la gestion des désastres,
- Développer la dépendance sur soi par la promotion et l'encouragement de l'esprit d'indépendance et de l'assistance mutuelle des autorités locales et des communautés,
- Fournir une couverture de sécurité dans les zones à risque de désastres, assurant la sécurité des vies humaines et minimisant les pertes en biens,
- Encourager les activités touristiques dans les sites à intérêt touristique par la prise de mesures préventives, le contrôle et l'atténuation des désastres, et
- Etablir les liens de communications entre les autorités locales et leurs constituants et les mettre à disposition pour la diffusion des informations.

Alors que le système de prévision et d'alerte aux crues est à fonctionner sous la responsabilité partagée de la DRHT, la DPE et le gouvernement local, son efficacité dépendra grandement sur les compétences, les ressources et le degré d'implication des autorités locales et des communautés. Le Plan comprend de différents aspects relatifs aux mesures non-structurelles et ne peut inclure d'exigences significatives pour des constructions de grande envergure ou des déportations de population. Ainsi, il n'en résultera aucun méfait à l'environnement naturel et ne soulèvera aucune vague négative du public. En prévoit que le Plan sera au bénéfice des préparatifs à toute urgence et pourra contribuer à la promotion de l'environnement social.

5.8.3 Evaluation environnementale initiale

(1) Objectifs et méthodologie

(a) Objectifs

L'Examen Environnemental Initial (EEI) constitue le premier pas dans le processus de la préparation de l'Evaluation de l'Impact Environnemental (EIE) du projet. L'étendue de la présente Etude couvre l'EEI pour le Plan du SPAC de la Région de l'Atlas. L'EEI tentera l'identification des impacts éventuels de la mise en place du Plan du SPAC dans la Zone d'Etude. En principe, l'EEI cible les objectifs suivants:

- Evaluer la nécessité de l'EIE au Plan du SPAC et, quand besoin est, définir les éléments qui auraient un impact environnemental négatif.
- Considérer les mesures de redressement d'un point de vue environnemental pour l'atténuation des effets du Plan du SPAC, qui feront l'objet d'un examen détaillé au cours de la phase de l'Evaluation de l'Impact Environnemental.

(b) Méthodologie

L'étude de l'EEI sera menée en prenant en considération le projet de loi marocaine de l'EIE et le décret y attendant (présenté en 2.10 du présent Rapport), et les directives développées par la JICA et les autres agences d'assistance internationales. Sur ce, la nécessité de l'EIE sera basée sur ce qui suit:

Projet de loi marocaine de l'EIE

Le présent Plan Directeur ne figure pas parmi les catégories de projets qui exigent l'EIE selon l'avant-projet du texte d'exécution accompagnant le décret. De plus, l'article 2 du

décret exempte les projets commandés par le Gouvernement du EIE. Il est assumé que les projets développés dans le cadre du Plan du SPAC seront adoptés par le Gouvernement en raison des vies humaines qu'ils permettront d'épargner.

Banque Mondiale

Le rapport stratégique de 1989 de la Banque Mondiale a défini quatre catégories de projets qui nécessitent l'EIE et qui sont les suivantes:

- Catégorie A: les projets qui nécessitent normalement un EIE
- Catégorie B: les projets qui peuvent nécessiter une analyse environnementale limitée
- Catégorie C: les projets qui ne nécessitent normalement aucune analyse environnementale
- Catégorie D: les projets profitables à l'environnement et les projets urgents de réhabilitation.

Tenant compte des bénéfices à tirer sous forme de vies humaines épargnées grâce au Plan du SPAC au profit de tout l'environnement social, on pourrait facilement affirmer que ces projets se situeront dans la catégorie D de la classification de la Banque Mondiale.

Directives de l'Agence Japonaise de Coopération Internationale (JICA)

La JICA a développé des directives environnementales pour l'étude préliminaire de l'EEI qui est réalisée lors de préparation de l'Etude de l'Etendue des Travaux convenus entre le Gouvernement japonais et le pays commanditaire de l'étude de développement. Selon cette étude préliminaire de l'EEI, qui a été réalisé par l'Equipe Préparatoire de la JICA en novembre – décembre 1999, la nécessité d'un EEI pour la présente Etude afin de déterminer les impacts sur certains aspects environnementaux a été déclarée.

Conformément, L'EEI a été préparé comme suit:

- L'assimilation des composantes du SPAC, de la méthode de réalisation et de la répartition par phases.
- Le développement d'une appréciation du cadre environnemental dans lequel les projets du SPAC seront réalisés à travers la collecte des données et les visites de reconnaissance au terrain.
- Le criblage et l'appréciation comme définis en ce qui suit
- Les recommandations pour les mesures de redressement afin de parer à tout impact environnemental éventuel et la détermination de la nécessité de la complète réalisation d'une EIE.

(2) Réalisation de l'EEI

(a) Composantes du projet

Le Plan du SPAC de la Région de l'Atlas a été présenté dans ce chapitre. Les composantes du Plan du SPAC qui sont soumises à l'EEI sont résumées en ce qui suit:

- Nouvelles constructions:
 - 1) Stations d'observation (pour l'équipement de jaugeage des pluies et des niveaux d'eau) (12 stations)

- 2) Résidences des observateurs (pour les observateurs et leurs familles) (14 résidences)
 - 3) Stations relais (pylône et petites constructions y attenantes pour l'équipement) (6 stations)
 - 4) Postes d'alarme (poste et haut-parleurs y attenants) (17 postes)
- Nouvel équipement: équipement de mesures de pluviométrie et de jaugeage des niveaux d'eau, transmission des données et sirènes pour l'alerte.

(b) Criblage

Les aspects environnementaux sont criblés pour les fins d'identifier les impacts environnementaux sur les conditions naturelles et sociales qui doivent être examinées en plus de détails si on estime nécessaire la réalisation d'une évaluation de grande envergure de l'impact environnemental.

Le résultat du criblage du projet est présenté au Tableau 5.8.11. Les résultats des analyses montrent qu'un examen environnemental plus approfondi est requis pour les effets des projets du Plan Directeur sur les aspects de l'environnement social en matière de déportation, de santé publique, de déchets et de risque. Dans le cas de l'environnement naturel, il est nécessaire de considérer en plus de détails tout effet sur l'érosion du sol, du paysage, de la faune et de la flore.

(c) Appréciation

L'objectif de l'appréciation est de clarifier tout impact significatif qui peut émaner des projets du Plan Directeur. Les résultats de l'appréciation réalisée selon les directives de la JICA sont présentés au Tableau 5.8.12.

Aucun impact significatif n'est prévu de la réalisation des projets du Plan Directeur même s'il y a des éléments pour lesquels il est recommandé d'effectuer de plus amples examens. Pour quelques-uns de ces éléments, les administrations en charge de l'exécution sont légalement obligées à mener de plus amples examens en concertations avec les autres administrations telles que le ministère de la culture (pour la protection des biens de valeur culturelle), l'agence du bassin à créer conformément aux dispositions de la loi sur l'eau (Loi No. 10-95) (pour la déportation et les activités économiques), les fonctionnaires de la municipalité (pour les besoins de la déportation) et l'administration des eaux et forêts (pour les zones protégées et la faune et la flore). Ainsi, il est considéré qu'il n'est pas nécessaire d'étudier ces aspects dans une évaluation environnementale indépendante, comme ils feront l'objet d'études par les administrations concernées.

D'autres aspects d'importance tels que les déchets de construction, la sécurité contre les glissements des terrains et le drainage des eaux usées seront étudiés comme faisant partie de la conception des aménagements et là aussi, on considère qu'une évaluation environnementale indépendante n'est pas nécessaire.

(3) Conclusion de l'EEI

Les impacts potentiels sur l'environnement, déterminés à partir du processus de criblage et d'appréciation, sont résumés au Tableau 5.8.13.

En raison de l'étendue très limitée des aménagements des projets et des procédures en place qui doivent être observées avant la réalisation des projets, il est considéré qu'il n'est pas nécessaire de mener une étude d'évaluation des impacts environnementaux.

5.8.4 Acceptabilité technique

Afin d'assurer un caractère opérationnel soutenu du Plan du SPAC de la Région de l'Atlas, les pannes des équipements et des systèmes devront en principe être réparées par leurs fournisseurs en vertu de contrats de maintenance. Cependant, un certain niveau de capacité technique, en mesure d'assurer un fonctionnement d'urgence lors d'une crue et au moins la maintenance quotidienne des équipements, est requis pour chaque organisation d'exécution dans le Plan du SPAC.

Sous-systèmes et administrations responsables

Sous-systèmes		Administration responsable
Observation hydrologique et collecte des données		DRHT
Analyses des données, prévision, émission des messages d'avis de crues et distribution des informations / messages d'avis de crues	Centre informatique principal	DRHT
	Stations de contrôle	DPE, Province, Préfecture, Cercles, Caïdats et autres
Diffusion de l'alerte		Province, Préfecture, organisations d'exécution (postes d'alarme)

Les sous-systèmes de haute technologie la plus avancée sont ceux de l'observation hydrologique et de la collecte des données, ainsi que ceux du Centre Informatique Principal pour le traitement des données, la prévision, l'émission des messages d'avis de crues et la distribution des informations/messages d'avis de crues. Les deux systèmes doivent être exploités et maintenus par le Service de l'hydrologie de la DRHT qui compte 13 personnes y compris deux ingénieurs.

Puisque les deux systèmes seront totalement nouveaux pour le personnel du Service, un transfert de technologie par les bureaux d'étude et les fournisseurs impliqués dans la réalisation du Plan est indispensable pour assurer une exploitation soutenue du Plan du SPAC. C'est la raison pour laquelle une période de 12 mois est proposé pour la formation et la mise en service expérimentale dans le programme de réalisation donné au Tableau 5.7.1. Les exercices de mise en service sont également importants pour le personnel qui se chargera de la maintenance tout en développant ses connaissances et ses compétences. Le Projet Pilote, dans lequel une partie du Plan du SPAC de la Région de l'Atlas sera réalisée plus prématurément, sera également une bonne occasion pour un tel transfert technique. De plus, la DGH et les DPE devront assister la DRHT techniquement. Particulièrement la DGH, qui à derrière elle l'expérience de projets similaires réalisés aux bassins versants de l'Ouergha et d'Oum Er Rbia, devra soutenir la DRHT comme a toujours été la pratique jusqu'à présent.

Le sous-système de diffusion de l'alerte est également nouveau pour la Province et la Préfecture qui disposent d'une capacité technique inférieure. Le transfert technique sera attentivement fourni au profit de leurs cellules de transmission après l'installation des équipements pour faire en sorte que le personnel des cellules puisse exploiter les systèmes. L'assistance technique est également attendue des administrations concernées telles que la DRHT, les DPE et le Ministère de l'Intérieur.

En conclusion, le Plan proposé du SPAC de la Région de l'Atlas sera techniquement accepté grâce au programmes de formations, aux mises en service expérimentales, aux exercices de fonctionnement et au Projet Pilote.

5.9 Recommandations pour le renforcement institutionnel

5.9.1 Distribution des responsabilités et coopération entre les entités concernées

Pour un SPAC fiable, une claire distribution des responsabilités et une claire répartition des tâches entre les postes spécifiques à chaque administration concernée doivent être prescrites et publiées pour en diffuser la connaissance par toutes les administrations concernées.

En principe, le DRH est responsable de la préparation et de l'émission des messages d'avis de crues et d'écoulement de débris, alors que les Gouverneurs de la Province d'Al Haouz et de la Préfecture de Sidi Youssef Ben Ali sont responsables de la préparation et de l'émission des alertes aux crues ou aux écoulements de débris, ainsi que de la préparation et la supervision de l'évacuation des habitants et des touristes. Même si les Gouverneurs sont responsables des activités de secours qui s'en suivent, celles-ci sont hors de l'étendue de l'Etude et ne font l'objet d'aucune discussion au présent rapport. Les Gouverneurs et les Directeurs sont également responsables de la révision et la mise à jour du Plan du SPAC dans leurs domaines de juridiction et dans les limites de leurs responsabilités. Ils sont également responsables d'assurer l'intégrité du SPAC à travers la concertation mutuelle et avec les administrations concernées.

Même si les DPE d'Al Haouz et de la Wilaya de Marrakech doivent jouer un important rôle dans le SPAC, leurs responsabilités sont limitées à celles de l'assistance et du renfort à la DRHT et à la Province/Préfecture; les activités des DPE dans le SPAC doivent être contrôlées par la DRHT ou la Province/Préfecture. Les DPE doivent également jouer un rôle de première importance dans les activités de réhabilitation après les crues ou les écoulements des débris même si les activités de réhabilitation sont hors de l'objet de ce rapport.

Puisque la DRHT et la Province/Préfecture à elles seules ne peuvent exécuter les activités du SPAC promptement et efficacement, la coordination avec la DMN, les DPE et les autres administrations concernées telles que les établissements touristiques sera requise. Avec le progrès de la décentralisation et une plus grande extension de l'usage des media, l'implication des communes rurales et des organismes de diffusion, tels que la RTM (Radio Télévision Marocaine), prendra de l'importance. La coordination avec des administrations telles que la Protection Civile, la Police et la Gendarmerie Royale, l'ONEP (Office National de l'Eau Potable), l'ONE (Office National de l'Electricité), l'ORMAVAH (Office Régional de la Mise en Valeur Agricole d'Al Haouz), les organismes sanitaires ou le Croissant Rouge Marocain, est importante pour les activités de secours et de réhabilitation. Ainsi, seulement un flux d'informations à temps vers ces organismes est examiné dans la présente Etude.

5.9.2 Institution organisationnelle

Pour les fins de la réalisation du SPAC proposé pour la région de l'Atlas, i) l'établissement de stations d'observation supplémentaires, ii) la réalisation de nouveaux aménagements, tels les postes d'alarme et iii) l'organisation de brigades spéciales pour l'évacuation des touristes par les établissements touristiques sont nécessaires. Pour renforcer la coopération et la préparation, iv) des réunions périodiques fréquentes entre la DRHT et les administrations concernées et la Province/Préfecture sont nécessaires. L'examen des possibilités v) d'impliquer les communes rurales et vi) l'usage des moyens de diffusion devront commencer pour s'adapter à tout changement dans l'administration locale et dans le style de vie de la population de la région.

(1) Etablissement de stations d'observation des crues supplémentaires

Douze stations supplémentaires d'observation des crues sont programmées pour le SPAC proposé dans le Plan Directeur. En principe, la gestion actuelle des stations existantes peut être appliquée aux nouvelles stations vu le caractère mineur des problèmes dont elle souffre. Cependant, l'introduction de nouveaux équipements automatiques de mesures et de transmission de données qui ne sont pas utilisés dans les stations de la région ni d'usage généralisé au Maroc exige le renforcement du système de maintenance des équipements. La cellule de maintenance des équipements devra être munie des budgets nécessaires lui permettant de s'acquitter de ses tâches.

(2) Etablissement de postes d'alarme

Pour l'établissement efficace des postes d'alarme, l'installation de l'équipement d'alerte dans des établissements existants, tels que des écoles ou des mosquées, devra être examinée. Après la

sélection des emplacements d'installation, deux ou trois gardiens des personnes à charger des postes d'alarme doivent être assignés à chaque poste pour les fins de la prise de relais de permanence (24/24 heures) et qui doivent être payés par la Province/Préfecture. Il est inévitable de les initier au fonctionnement du SPAC et de l'inspection quotidienne de l'équipement d'alarme. Les inspections périodiques et la maintenance relèvent des responsabilités de la Province/Préfecture avec l'assistance de la DRHT et de la DPE.

(2) Organisation des établissements touristiques

Les gérants et les employés des établissements touristiques, comme les hôtels, les restaurants et les autres commerces, ont exprimé leur volonté d'assister l'évacuation des touristes, et ont la capacité de le faire. Après la désignation des sites d'évacuation et la planification des activités de contrôle de l'évacuation par la Province/Préfecture, l'organisation d'équipes d'intervention composées des gérants et des employés des établissements touristiques est recommandable.

En premier lieu, la nomination des chefs d'équipes et la répartition des tâches requises pour l'assistance à l'évacuation des touristes sont à effectuer lors de réunions à intervenir entre la Province/Préfecture et les établissements touristiques de la place. Le chef d'équipe devra être de préférence le gérant d'un grand hôtel ou restaurant qui dispose d'une ligne téléphonique à utiliser pour les instructions directes provenant de la Province/Préfecture. Ensuite, l'équipe d'intervention devra s'occuper des détails du plan d'évacuation par ses propres soins selon les conditions de la zone et le soumettre à la Province/Préfecture pour approbation. Après approbation du plan, ils devront assister l'évacuation des touristes suivant le plan.

L'équipe d'intervention devra également participer dans les exercices d'évacuation organisés chaque année avant la saison touristique, évaluer leurs performances eux-mêmes et réviser leur plan détaillé suivant leurs évaluations et celle de la Province/Préfecture.

(4) Réunions périodiques pour le renforcement de la préparation et la promotion de la coopération

Des réunions fréquentes et périodiques doivent être organisées sur l'initiative de la DRHT et de la Province/Préfecture et avec la participation des principaux acteurs sont recommandables pour atteindre une préparation à tout temps, pour accroître la fiabilité du SPAC et pour assurer une activité prompte et correcte en cas de crue ou d'écoulement de débris. Au moins, des réunions devront être tenues dans les périodes suivantes.

- a) Chaque mois de mai pour préparer l'exercice annuel
- b) Chaque mois de juin pour évaluer la performance pendant les exercices et réviser les plans d'exploitation, les listes et les formats du SPAC
- c) Après chaque activité d'évacuation, de secours et de réhabilitation suite à une crue réelle ou un écoulement des débris pour l'évaluation de la performance et la révision des plans d'exploitation, des listes et des formats du SPAC.

(5) Implication des communes rurales

La décentralisation s'est graduellement installée et la capacité des communes rurales sera en nette augmentation. Suivant le progrès de la décentralisation, l'implication des communes rurales dans le SPAC devra être considérée pour une prompte prise d'action propice aux conditions locales. Cependant, dans le cadre temporel du Plan Directeur, les communes rurales ne seront pas en mesure d'endosser de lourdes responsabilités dans le SPAC. Par contre, la préparation des communes rurales à jouer un rôle principal dans le SPAC devra commencer dès à présent. En premier, l'implication des communes rurales devra se centrer sur la diffusion des avis/alertes émises par le Gouverneur, l'assistance à l'évacuation et le contrôle des équipes

d'intervention pour l'assistance à l'évacuation des touristes. Puis, viendra la gestion quotidienne des postes d'alarme avec l'assistance financière et technique de la Province/Préfecture qui pourra être l'objectif de l'implication des communes rurales dans le Plan Directeur.

(6) Usage des media dans la diffusion des messages d'avis de crues et des alertes

Avec une plus grande couverture de la diffusion de la radio et de la télévision dans les zones à haut risque, l'usage de ces media jouera un rôle plus efficace. Cependant, par ce même usage, la diffusion des informations pourrait résulter dans une compréhension erronée par le large public si cette diffusion n'est pas proprement organisée. Des contrôles et vérifications lors de la diffusion à travers ces media devront être attentivement examinés. Des discussions devront être entamées par la DRHT et la Province/Préfecture avec les organismes de diffusion et les administrations dont ils dépendent, telles que le Ministère chargé de la communication.

5.9.3 Développement requis des ressources humaines

Avec l'introduction de nouveaux systèmes et équipements, ainsi que la composition organisationnelle pour le SPAC proposé dans le Plan Directeur, les formations suivantes seront requises.

(1) DRHT et stations d'observation des crues

En premier lieu, quelques ingénieurs et plusieurs techniciens doivent recevoir des explications ou une formation par le personnel de la DGH/DRPE, l'Equipe d'Etude et les adjudicataires des installations des équipements sur le fonctionnement et la maintenance complète requise pour la collecte des données, la prévision des crues et la transmission des messages d'avis aux administrations concernées en utilisant le système proposé dans le Plan Directeur. Ensuite, des explications et des formations devront être dispensées aux observateurs des stations d'observation des crues par les soins de la DRHT, l'Equipe d'Etude et les adjudicataires des installations des équipements pour l'exploitation et le contrôle quotidien des équipements de mesures et de transmission des données au siège de la DRHT.

L'auto-formation et la recherche/développement pour les fins de réviser eux mêmes les critères et paramètres de la prévision et émission des messages d'avis avec l'accumulation des mesures et le stockage des données sera de très grande importance pour le développement futur du SPAC. L'assistance de la DGH/DRPE sera nécessaire.

(2) Province/Préfecture et postes d'alarme

Les responsables, tels que les Gouverneurs et les Chefs des Divisions de la Protection Civile et de la Cellule de Transmission des Cabinets de la Province/Préfecture doivent recevoir des explications sur le fonctionnement complet du SPAC par les soins de la DRHT, l'Equipe d'Etude et les adjudicataires des installations des équipements. Après ce, quelques opérateurs de communication et quelques gardiens pour chaque poste d'alarme devront recevoir une formation sur les matières en relation avec le fonctionnement de l'alarme et de l'inspection de l'équipement.

(3) Autres organisations

Les responsables des DPE et le personnel principal du Service de l'Eau doivent recevoir des explications sur le fonctionnement du SPAC par les soins de la DRHT, l'Equipe d'Etude et la Province/Préfecture. Plus tard, le personnel du Service de l'Eau et les brigades concernées devront recevoir une formation par le personnel principal du Service de l'Eau de la DPE respective sur les matières requises pour remplir les tâches dont ils sont chargés. Des explications initiales sur le fonctionnement de la totalité du système ainsi que sur les tâches à remplir devront être dispensées aux gérants et aux personnels principaux de toutes les

organisations concernées, telles que les équipes d'intervention composées des gérants et employés des établissements touristiques.

CHAPITRE 6. PLANNING ET CONCEPTION DU PROJET PILOTE

6.1. Planning du Projet Pilote

Une partie du Plan Directeur proposée dans chapitre précédent est réalisée comme Projet Pilote de 2001 à 2003. Ce Projet Pilote vise l'examen de la précision et du caractère adéquat de l'Avant-projet du Plan Directeur proposé dans le chapitre précédent à travers l'exploitation expérimentale des équipements et systèmes installés pendant une certaine période. L'Avant-projet du Plan Directeur est modifié et mis à jour après une évaluation globale du Projet Pilote comme dans les chapitres suivants.

6.1.1 Sélection du bassin versant cible

Le Bassin Versant de l'Ourika est sélectionné parmi les six bassins versants comme bassin versant cible du Projet Pilote partant des considérations suivantes:

(1) Bassin versant typique de la Zone d'Etude

Le Bassin de l'Ourika, qui présente les possibilités de tous les types de désastres causés par les pluies tels que les crues de l'oued, les écoulements de débris, les glissements de terrain et les écroulements de pentes, peut être considéré comme bassin versant typique de la Zone d'Etude en terme de potentiel de désastres. Ainsi, les équipements et les systèmes à installer dans le Bassin Versant de l'Ourika dans le cadre de la réalisation du Projet Pilote peuvent être applicables aux autres bassins versants comme ils sont ou avec de légères modifications. Il paraît naturel de tester l'Avant-projet du Plan Directeur dans un bassin versant qui soit représentatif, le Bassin Versant de l'Ourika.

(2) Utilisation des aménagements existants

Il existe six stations d'observation des crues dans le Bassin Versant de l'Ourika. Puisque ces aménagements peuvent être utilisés dans le Projet Pilote également, il serait plus économique d'installer les équipements du Projet Pilote dans le Bassin Versant de l'Ourika que dans l'un des autres bassins versants.

(3) Données hydrologiques disponibles

Le Bassin Versant de l'Ourika est le plus riche en terme de données pluviométriques et des niveaux d'eau de tous les autres six bassins versants. Ces données hydrologiques disponibles peuvent être utilisées pour la détermination des seuils de pré-alerte et d'alerte pour les pluies et les niveaux d'eau.

(4) Urgence de la mise en place d'un SPAC

En dépit des efforts considérables déployés par le gouvernement marocain après la crue de 1995, le Bassin Versant de l'Ourika reste menacé par tous les types de désastres causés par les pluies, tout en attirant des milliers de touristes chaque été. Afin de minimiser les dégâts des désastres, il est urgent de mettre en place un SPAC dans le Bassin Versant de l'Ourika.

6.1.2 Détermination du niveau de développement

Afin d'éviter le double investissement dans le future, le Projet Pilote doit être réalisé dans le cadre du Plan Directeur. Ainsi, le Projet Pilote peut être à un niveau intermédiaire en quantité et/ou en qualité entre le système existant et le Plan Directeur. Comme présenté au tableau 6.1.1, il existe encore une grande différence entre la situation actuelle et le Plan Directeur. Autrement dit, plusieurs alternatives de différents niveau de développement par le Projet Pilote sont concevables. Dans la présente sous-section,

quelques niveaux de développement sont proposés et examinés en termes de coûts et de temps de réalisation. Puis, le niveau de développement optimal est déterminé dans les limites budgétaires et de temps de la présente Etude pour la concrétisation du contenu du Projet Pilote.

(1) Options

Quatre niveaux de développement sont considérés comme options dans la présente Etude. Trois options 1-1, 1-2 et 1-3 sont des niveaux intermédiaires différents qui sont moindres que ceux du Plan Directeur. L'option 2 est un développement complet au niveau de l'avant-projet du Plan Directeur, limité au Bassin de l'Ourika. Les détails des quatre options sont présentés au Tableau 6.1.2 et s'expliquent comme suit:

(a) Option 1-1

Cette option est le cas de développement le plus bas et vise l'amélioration, au minimum, des sous-systèmes qui ne sont pas opérationnels. L'amélioration concerne les trois sous-systèmes d'analyse de données, de l'émission des alertes aux crues et de l'exécution de l'évacuation, comme présenté dans le Tableau 6.1.3.

Le Centre Informatique Principal où le traitement des données et la prévision des crues sont effectués par système informatique est établi à la DRHT. Les informations traitées de crues sont fournies aux administrations concernées à travers une connexion en ligne par réseau informatique. Des guides sont préparés pour l'émission des alertes aux crues et pour l'exécution de l'évacuation.

(b) Option 1-2

Cette option est un cas plus développé qui ajoute à l'option 1-2 des équipements automatiques d'observation hydrologiques et un poste d'alarme comme présenté au Tableau 6.1.4. Avec des jauges automatiques des pluies et des niveaux d'eau, les gardiens des stations d'observation des crues seront en mesure d'obtenir les données des pluies et des niveaux d'eau à partir de leurs stations. Ce système peut être considéré comme un système semi-automatique.

Le poste d'alarme, qui est équipé d'un radiotéléphone et d'équipements de diffusion, est mis en place dans le site touristique le plus convoité au long de la vallée de l'Ourika, Iraghf. Le radiotéléphone est lié au réseau radio existant de la Province d'Al Haouz, et une sirène devra être déclenchée à partir du poste d'alarme pour alerter les touristes et les habitants quand la province en émet l'instruction.

(c) Option 1-3

Cette option apporte plus de développement qui ajoute un système automatique de transmission des données à l'option 1-2, pour compléter le système de télémétrie automatique par son incorporation dans le système d'observation automatique comme présenté au Tableau 6.1.5. Pour le système de transmission automatique, un réseau radio VHF est à établir avec deux nouvelles stations relais.

(d) Option 2

Cette option est la même que celle du Plan Directeur dans le Bassin Versant de l'Ourika comme présenté au Tableau 6.1.6. Un système de télémétrie composé de 6 stations d'observation existantes et 5 nouvelles est à fournir pour le bassin. Non seulement Iraghf mais à 5 autres sites touristiques également au long de la vallée sont à équiper. Les 6 postes d'alarme sont mis sous le contrôle direct de la Province à travers le réseau radio VHF. Le

Modèle de prévision des crues et le guide relatif doivent être actualisés pour s'adapter à la télémétrie et aux systèmes d'alerte totalement développés.

(2) Comparaison des options

Les quatre options sont comparées du point de vue du coût et du temps nécessaire à la réalisation. Un programme de réalisation est temporairement établi pour chaque option pour déterminer le temps nécessaire à la réalisation comme présenté au Tableau 6.1.7. Le coût de l'équipement est également estimé pour chaque cas comme au Tableau 6.1.8. Le coût et le temps nécessaire à la réalisation sont résumés comme suit:

Comparaison du coût et du temps nécessaire à la réalisation

Option	Coût de l'équipement (millions Dh)	Temps nécessaire à la réalisation (mois)
Option 1-1	3,8	9
Option 1-2	9,5	11
Option 1-3	16,9	21
Option 2	29,2	27

(3) Sélection du niveau de développement optimal

En conclusion, l'Option 1-3 a été sélectionnée comme niveau de développement optimal du Projet Pilote sur la base des raisons suivantes:

- Le système de télémétrie qui fait l'axe principal de la haute technologie du Plan Directeur est développé dans l'Option 1-3, même si le nombre de stations télémétriques d'observation des crues reste de cinq (5), chiffre de loin inférieur aux onze (11) stations prévues par le Plan Directeur. La réalisation du système de télémétrie peut être une expérience significative pour l'évaluation du Plan Directeur proposé.
- Les 21 mois de temps nécessaire à la réalisation et les 16,9 millions de Dirhams du coût des équipements dépassent les plans initiaux de la JICA. Cependant, ces considérations peuvent être encore dans la limite permise avec quelques ajustements.

La Fig. 6.1.1 compare les procédures du système existant à celles du système du Projet Pilote.

6.2 Description du Projet Pilote

6.2.1 Description générale du Projet Pilote

(1) Composantes du Projet Pilote

Le Projet Pilote couvre les cinq principaux sous-systèmes du SPAC et vise l'amélioration du système existant dans le Bassin Versant de l'Ourika à un certain degré, comme suit :

Composantes du Projet Pilote

Sous-système	Phase I (achevée en décembre 2001)	Phase II (achevée en juillet 2003)
Observation hydrologique et collecte des données	Automatisation de l'observation hydrologique dans 5 stations d'observation (fourniture de pluviomètre automatique à bascule et de jauge ultrasonique des niveaux d'eau)	Automatisation de la transmission des données (fourniture d'un système radio VHF de transmission de données avec 2 stations relais)
Analyse des données, prévision, émission des messages d'avis de crues et distribution des informations relatives aux crues	Etablissement d'un Centre Informatique Principal à l'ABHT et dans les stations de contrôle à la DGH, la DPE Al Haouz, la Province d'Al Haouz	Mise à niveau du système de traitement des données avec l'introduction d'un système de télémétrie.
Emission des alertes aux crues	Préparation d'un guide et exploitation expérimentale	
Diffusion des alertes aux crues	Etablissement du Poste d'alarme d'Iraghf	Fourniture d'un système d'appel sélectif liant le Poste d'Alarme d'Iraghf, la Province d'Al Haouz et le Caïdat d'Ourika.
Exécution de l'évacuation	Préparation d'un guide	

(2) Acquisition des équipements

L'acquisition des équipements Projet Pilote est effectuée au Japon par la JICA selon le plan de "Etude de Développement de JICA", puis ils sont transportés au Maroc.

(3) Programme de réalisation du Projet Pilote

Le Projet Pilote est réalisé graduellement pour permettre le temps suffisant à la partie marocaine pour se familiariser avec les équipements et systèmes japonais. La première phase est installée en octobre et novembre 2001, et la seconde phase est installée en juin et juillet 2003, comme présenté au Tableau 6.2.1.

Pratiquement tous les sous-systèmes, à l'exception du sous-système d'observation hydrologique et de collecte des données, sont achevés au cours de la première année en 2001. Ce système de la première phase peut être considéré comme un système semi-automatique en raison de l'automatisation de l'observation hydrologique. Environ un an et demi sont passés du commencement de l'exploitation expérimentale du système semi-automatique, alors que l'acquisition des équipements de la deuxième phase est en cours au Japon. Le système semi-automatique est alors élevé au niveau d'un système de télémétrie automatique par l'introduction d'un système de transmission automatique des données aux équipements d'observation automatiques en 2003.

(4) Installation

L'installation est effectuée par un sous-traitant local sous la supervision des ingénieurs japonais envoyés par le fournisseur japonais.

(5) Limite du Projet Pilote

Il est à noter que le Projet Pilote n'est qu'à moins du mi-chemin du Projet Pilote même pour le Bassin Versant de l'Ourika où les nouveaux équipements sont installés. A le comparer avec le Plan Directeur, le Projet Pilote reste incomplet, même s'il est certain que le système du Projet Pilote pourra contribuer à la modernisation du SPAC dans le Bassin Versant de l'Ourika et ainsi à la réduction des dégâts de crues.

La plus importante différence est liée au nombre de stations d'observation des crues et de postes d'alarme. Seules cinq stations sont automatisées et un seul poste d'alarme est nouvellement créé dans le cadre de la réalisation du Projet Pilote alors que le Plan Directeur propose onze stations d'observation des crues et six postes d'alarme, comme présenté en Fig. 6.2.1. Avec seulement

cinq stations d'observation des crues, il reste difficile de prévoir une crue comparable à celle de 1995 avec un temps d'avance suffisant avant que la crue atteigne les zones à risque. Les cinq stations d'observation des crues qui sont toutes situées sur le cours d'eau principal ne peuvent détecter les écoulements des débris drainés par les petits affluents. Le seul poste d'alarme prévu ne pourra jamais couvrir toutes les sections de l'oued qui sont exposées aux risques des crues et des écoulements des débris.

Comparaison entre le Plan Directeur et le Projet Pilote du Bassin Versant de l'Ourika

Sous-système	Elément	Plan Directeur	Projet Pilote
Observation hydrologique et collecte des données	Nombre de stations d'observation des crues	11 (6)	5 (3)
Diffusion des alertes	Nombre de postes d'alarme	6	1

Note: Le nombre entre parenthèses et celui des stations d'observation des crues équipées d'un pluviomètre et d'une jauge des niveaux d'eau. Les autres stations ne sont équipées que d'un pluviomètre seulement.

6.2.2 Description du Projet Pilote par sous-système

(1) Observation hydrologique et collecte des données

Les cinq stations suivantes seront améliorées au cours de la première année 2001 par l'introduction de capteurs de jaugeage automatiques.

Stations d'observation des crues à améliorer

Station	Type
Tazzitount	Station pluviométrique et des niveaux d'eau (type non-séparé)
Tourcht	Station pluviométrique
Tiourdiou	Station pluviométrique et des niveaux d'eau (type séparé)
Amenzal	Station pluviométrique et des niveaux d'eau (type séparé)
Agouns	Station pluviométrique

Les réseaux radio VHF et HF existants sont encore utilisés pour la transmission des données jusqu'à la réalisation de l'amélioration prévue pour ces stations en 2003 par l'introduction d'un système de transmission automatique des données utilisant un nouveau réseau radio VHF. La Fig. 6.4.3 présente le réseau radio VHF.

(a) Station pluviométrique

Un pluviomètre de type à bascule permettant la mesure de chaque 1 mm de pluies sera placé sur le toit de deux stations, Tourcht et Agouns. Ce pluviomètre automatique est connecté pour l'entrée et l'affichage des données par un câble à une Unité Terminale à Distance (UTD) installée dans le local de la station. Avec ce nouveau système, l'observateur sera en mesure de lire les données indiquées et les transmettre à la DRHT (ABHT) à travers un radiotéléphone VHF, en restant au local de la station et sans avoir à effectuer la mesure dehors.

(b) Station pluviométrique et des niveaux d'eau

En plus du pluviomètre automatique, un capteur de jaugeage ultrasonique des niveaux d'eau sera également fourni pour les trois stations de jaugeage des niveaux d'eau. Ces capteurs de haute technologie qui sont fixés sur un bras en dessus de la surface de l'eau peuvent mesurer les niveaux d'eau sans contact avec l'eau.

Se basant sur la méthode de transmission des données du capteur de la jauge des niveaux d'eau aux stations, celles-ci sont classées sous deux types, à savoir: la station de type séparé utilisant la radio et la station de type non-séparé utilisant un câble. Ces données des niveaux d'eau transmises par radio ou par câble sont stockées et affichées à l'aide d'une UTD installée dans le local de station avec les données pluviométriques.

Les stations de type séparé dans lesquelles la jauge des niveaux d'eau est située à quelques centaines de mètres loin de la station utilisent la transmission des données par radio. Un transmetteur radio de données est attaché à la jauge et son récepteur, qui est connecté à l'UTD, est installé dans le local de la station. Les stations de Tiourdiou et d'Amenzal sont de type séparé.

La station de Tazzitount est une station de type non-séparé. La jauge des niveaux d'eau est si proche de la station qu'un câble peut être utilisé pour connecter directement la jauge à l'UTD installée dans le local de la station.

- (2) Analyse des données, prévision, émission des messages d'avis de crues et diffusion des informations relatives aux crues

Les données pluviométriques et des niveaux d'eau sont transmises des stations d'observation des crues à la DRHT à travers le réseau radio VHF existant lors de la réalisation de la Phase I du Projet Pilote. La Phase II connaîtra l'introduction d'un système automatique de transmission des données (système de télémétrie). Un système de traitement des données qui transforme les données hydrologiques brutes en informations visualisées et effectue la prévision des crues est installé à la DRHT. Pour le partage de l'information, le système de traitement des données est connecté par des lignes téléphoniques aux quatre administrations concernées, la DGH à Rabat, la DPE d'Al Haouz, la Province d'Al Haouz et le Caïdat d'Ourika. Un programme de prévision des crues composé de la méthode SCS et de la méthode de Maskingum est également développé au cours de la première phase.

Avec le système de traitement des données et le réseau informatique, la DRHT joue un rôle de Centre Informatique Principal et les autres administrations contrôlent les informations de crues en se connectant au système de traitement des données de la DRHT.

- (a) Centre Informatique Principal de la DRHT (ABHT)

Ce système de traitement des données consiste en un PC serveur (serveur de base de données), un PC client pour le traitement et la prévision, un serveur d'accès à distance pour la communication de l'information aux stations de contrôle et un serveur NTP avec un récepteur GPS pour la correction en temps du système. Un logiciel pour la saisie, le stockage et le traitement des données, la prévision des crues et la diffusion des informations est également inclus dans le système. En 2002, un système de supervision et de contrôle de la télémétrie sera ajouté au système de traitement de données.

- (b) Stations de contrôle

Un ordinateur équipé d'un modem V90 est installé dans chacune des quatre administrations principales (stations de contrôle). Aussitôt informées par la DRHT de l'imminence d'une crue, les stations de contrôle doivent se connecter au système de traitement des données de la DRHT pour recevoir les informations des crues.

- (3) Emission des alertes

La procédure d'émission des alertes telle qu'elle a été proposée dans le Rapport Intérimaire 2 a été modifiée et mise en application expérimentale pour la vallée de l'Ourika dans le cadre de la

réalisation du Projet Pilote. Suivant la procédure, les alertes aux crues sont émises par la Province d'Al Haouz, en se basant essentiellement sur les messages d'avis de crues de la DRHT (ABHT).

Les messages d'avis de crues sont des messages relatifs à la situation de la crue telle qu'elle est constatée par la DRHT en appel à la prise des mesures nécessaires par les administrations concernées afin de lutter contre une crue éventuelle. Trois types de Messages d'Avis de Crue sont établis pour les crues.

En se basant sur les informations de crues collectées, y inclus les messages d'avis de crues, le Gouverneur émet finalement des alertes aux crues que les habitants et les touristes doivent respecter. Trois types d'Alertes à la Crue sont établis pour la Vallée de l'Ourika, afin d'assister le Gouverneur ou bien son substitut à les émettre correctement et promptement, ils sont liés aux Messages d'Avis de Crues.

(4) Diffusion des alertes

Un Poste d'Alarme est récemment créé dans un site touristique sur l'oued Ourika: Iraghf (Oulmes). Ce Poste d'Alarme consiste en un radiotéléphone VHF, un amplificateur sonore et deux haut-parleurs. Le radiotéléphone et l'amplificateur sont installés dans un local construit récemment par la DRHT. Chaque paire de haut-parleurs est connectée à l'amplificateur par un câble et installée au sommet d'un mât établi au bord de l'oued, à presque 600 m l'une de l'autre.

Le radiotéléphone VHF est lié au réseau existant de la Province. Au cours de la deuxième phase du Projet Pilote, en 2002, un système d'appel sélectif est ajouté aux radiotéléphones du Poste d'Alarme. Un nouveau radiotéléphone avec un système d'appel sélectif sera également installé à la Province et au Caïdat d'Ourika lors de la deuxième année pour assurer une communication étroite parmi les trois intervenants.

(5) Evacuation

Un guide des activités d'évacuation est établi au cours de la période de réalisation du Projet Pilote pour la région d'Iraghf et des exercices d'évacuation sont également réalisés.

6.3 Conception du Projet Pilote Phase-I (système semi-automatique)

6.3.1 Conditions ambiantes

Les équipements et fournitures seront opérationnels et/ou durables dans les conditions ambiantes suivantes:

Conditions ambiantes

Elément	Equipement extérieur	Equipement intérieur	Ordinateurs et périphériques
Température	-15°C à 50°C	10°C à 40°C	15°C à 35°C
Humidité relative	90 % ou moins	20% à 80% non-condensé	20% à 80% non-condensé
Résistance à la vitesse du vent	50m/sec.	S/o	S/o
Emplacement d'installation	460m à 2 200m NGM	460m à 2 200m NGM	460m à 1 000m NGM

6.3.2 Spécifications et configuration des équipements

Les spécifications détaillées des principaux équipements du Projet Pilote Phase-I sont présentées dans le Volume 3, Rapport Annexe I: Système de Télémétrie et d'Alarme. Les configurations du Projet Pilote,

des équipements du Centre Informatique Principal et des Stations de Contrôle, des Stations d'Observation des Crues et du Poste d'Alarme d'Iraghf sont également présentées en Figs. 6.3.1, 6.3.2, 6.3.3 et 6.3.4 (1/3) respectivement.

6.3.3 Spécifications du logiciel de prévision des crues

Un programme de prévision des crues basé sur la méthode USSCS et la méthode de Muskingum a été développé et installé sur le micro-ordinateur client par un bureau d'étude local sous la supervision de l'Equipe d'Etude. Les fonctionnalités du programme sont comme suit:

(1) Importation des données

Le programme importe les dernières données traitées des pluies et du débit des fichiers csv créés par le logiciel d'importation et d'exportation des données du micro-ordinateur client.

(2) Emplacement des périodes de prévision

Le programme de prévision des crues peut prévoir les débits éventuels à deux sites touristiques, Iraghf et Setti Fadma.

(3) Modèle de prévision

Le modèle de prévision est composé d'un modèle de calcul de l'écoulement provenant des sous-bassins et d'un modèle de propagation dans l'oued. Le modèle USSCS et la méthode Muskingum sont appliqués comme modèle de calcul de l'écoulement et comme modèle de propagation de crues respectivement.

(4) Scénarios des pluies futures

Les trois scénarios suivants des pluies futures sont automatiquement appliqués pour la prévision des crues:

- L'intensité des pluies augmente (scénario pessimiste),
- L'intensité des pluies se stabilise (scénario modéré),
- L'intensité des pluies s'arrête (scénario optimiste).

En plus des scénarios ci-dessus, le programme permet la définition par l'opérateur des pluies futures.

(5) Mise à jour en temps réel

Afin d'exploiter au maximum les données observées, les débits calculés sont ajustés à ceux observés aux stations d'observation des crues d'Amenzal, Tiourdiou et Tazzitount.

(6) Visualisation des résultats de prévision

Les résultats de prévision sont visualisés sous forme d'hydrogrammes et de données pluviométriques. Les débits prévus seront comparés avec les seuils d'alerte et de pré-alerte définis par l'utilisateur ainsi qu'avec les débits d'alerte.

(7) Gestion des paramètres

Le programme de prévision dispose d'une fonctionnalité qui permet à l'opérateur de modifier le paramétrage du modèle tel que les débits de pré-alerte et d'alerte.

6.4 Conception du Projet Pilote Phase-II (système automatique)

6.4.1 Conception du circuit radio du système de télémétrie

Au cours de la seconde phase du Projet Pilote, qui sera réalisée en 2003, un système de transmission automatique des données sera ajouté au système semi-automatique de la première phase pour compléter le système de télémétrie du Bassin de l'Ourika. Le système de télémétrie entend collecter les données hydrologiques automatiquement des stations d'observation des crues au Centre d'Information Principal de la DRHT (ABHT) à Marrakech en temps réel à travers des moyens de télécommunication.

La présente section décrit la conception du réseau de télémétrie. En premier lieu, une onde de la bande radio VHF basse a été sélectionnée pour la télécommunication du système de télémétrie parmi plusieurs autres médias. En suite, la conception préliminaire du réseau du système de télémétrie a été élaborée à travers l'examen de la topographie du Bassin de l'Ourika et les conditions de la communication verbale utilisant le radiotéléphone VHF existant ainsi qu'un calcul du circuit radio. Le circuit radio a été finalisé par la réalisation d'une série de tests de propagation radio.

(1) Sélection du moyen de communication

Plusieurs types de moyens de communication sont concevables pour l'établissement d'un tel système de télémétrie. Les circuits radio HF, VHF et UHF, la communication par satellite, la ligne téléphonique publique et Internet ainsi que la téléphonie mobile peuvent servir de moyen de communication possible.

Un examen des caractéristiques et des coûts d'installation et d'exploitation de chaque moyen de communication a été effectué pour se déterminer le moyen le plus propice pour le Bassin Versant de l'Ourika dans le cadre de l'étude du Plan Directeur comme présenté dans la sous-section 5.4.1. Dans la présente section, cet examen a été révisé attentivement, au bout de laquelle révision, la bande basse du réseau radio VHF a été adoptée, prenant en considération ses caractéristiques et ses coûts d'exploitation. Le Tableau 4.4.1 compare les caractéristiques des moyens concevables pour le Projet Pilote.

La bande VHF de 70MHz est généralement utilisée pour les systèmes de télémétrie au Japon dont la majorité concerne des zones montagneuses comme celle du Bassin Versant de l'Ourika. Le réseau radio de bande VHF basse peut atteindre une certaine distance et il est moins affecté par les obstructions et ainsi considéré comme adéquat pour le Projet Pilote. Selon l'ANRT, les fréquences radio VHF de 78 à 85 MHz sont disponibles pour le système de télémétrie du Projet Pilote.

(2) Conception préliminaire du circuit radio

La composition des équipements radio de transmission des données n'est généralement pas différente de celles de la communication verbale. Cependant, la transmission des données nécessite une liaison radio de plus haute qualité que celle requise pour la communication verbale. Cette dernière résiste plus au bruitage alors que la transmission des données est très sensible. Les systèmes humains peuvent comprendre des messages verbaux embrouillés d'un certain degré de bruit, même ceux de moins de 0dB/μV lors de la réception d'un message. D'autre part, la transmission des données pour un système de télémétrie requiert cette liaison radio de haute qualité arrivant à 30dB/μV lors de la réception du signal et d'environ 40dB dans le taux de signal par rapport au bruit (Taux S/N), suivant la vitesse de transmission des données.

Tenant comptes des considérations des nécessités sus-mentionnées pour la transmission des données, une conception préliminaire du circuit radio a été développée à travers l'examen de la topographie du Bassin de l'Ourika et des conditions de la communication verbale par le réseau de radiotéléphone VHF existant ainsi qu'un calcul du circuit radio.

(a) Examen de la topographie

La topographie est l'un des facteurs les plus importants pour la propagation radio. Les cartes topographiques à une échelle de 1/50 000 ou plus sont généralement nécessaires pour identifier les reliefs au long des chemins radio, mais il n'existe malheureusement pas de carte avec une telle précision pour le Bassin Versant de l'Ourika. Une carte de 1/100000, "OUKAIMEDEN - TOUBKAL" élaborée par le ministère de l'agriculture a été utilisée pour cette fin.

A travers la localisation des cinq stations d'observation de crues et de la station relais d'Oukaïmeden sur une carte, on comprend facilement que les quatre stations, à l'exception de celle d'Agouns, sont situées dans des vallées profondes. Une haute montagne derrière et/ou devant la station peut obstruer la propagation radio. Pour la station d'Agouns, qui est située sur le flanc d'une haute montagne, il paraît que la propagation est meilleure.

Des profils topographiques qui sont établis pour les tronçons entre la DRHT et chaque station depuis la station relais d'Oukaïmeden montrent un relief accidenté et des obstructions des chemins des ondes radio. En effet, tous les tronçons entre les stations d'observation des crues et la DRHT sont obstrués par de hautes montagnes. Ils ne pourront servir de chemins pour le circuit radio. De même, les autres tronçons de la liaison avec la station relais d'Oukaïmeden ne sont nullement applicables. D'autres stations relais sont alors nécessaires.

(b) Examen de la communication verbale par le radiotéléphone VHF existant.

Les conditions de la communication verbale utilisant les radiotéléphones VHF existant fournissent également de précieuses informations sur la propagation radio. La communication entre les stations souffre encore de bruits même si la qualité de transmission a largement été améliorée par le rehaussement de l'antenne de la station relais d'Oukaïmeden en décembre 2002. Particulièrement, la communication avec les stations d'Amenzal, Tiourdiou et Tourcht est la plus affectée par le bruit. Les radiotéléphones HF sont principalement utilisés pour les stations d'Amenzal et de Tiourdiou où on a installé une unité HF supplémentaire. Ceci veut également dire qu'il est nécessaire d'installer de nouvelles stations relais pour les deux stations au moins.

(c) Calcul du circuit radio

Le calcul du circuit radio sert à estimer l'atténuation des ondes radio sous l'influence de la topographie. Les données des profils topographiques sont intégrées à un modèle de calcul qui fournit en sortie les niveaux de réception et les taux du signal par rapport au bruit (S/N), valeurs servant d'indicateurs pour l'évaluation des tronçons radio.

(i) Conditions du calcul du circuit radio

T En ce qui suit les conditions du calcul du circuit radio VHF :

Critères de conception du circuit radio VHF

Élément	Conditions appliquées
Bande de fréquence	88MHz
Coefficient de terrain	- 10dBm

Mode de modulation	Egal à la modulation fréquence
Bande de fréquence occupée	12KHz
Modulation fréquence maximale	3KHz
Polarisation d'antenne	Verticale
Maximum de l'altération de la fréquence	3,5KHz
Taux de bruit	8dB
Taux idéal de bruit par rapport au bruit (S/N) en dB	$S/N = 30 + L_c + M_m + F_m$ Où L_c (Marge fixe de détérioration) = 2,5dB, M_m (Marge de maintenance) = 1,0dB, et F_m (Marge d'affaiblissement) = 0,1dB/Km + 3dB

(ii) Etablissement du réseau radio VHF provisoire

Il ressort des résultats des examens que dessus qu'on devra concevoir l'installation de deux nouvelles stations relais. Elles sont celle d'Aoulouss juste derrière la station d'observation de Tourcht et celle d'Adrar Tazaina derrière la station d'observation d'Amenzal. La station relais d'Aoulouss pourra probablement relier les stations de Tourcht et de Tazzitount, alors que celle d'Adrar Tazaina servira à relier les stations d'Amenzal et de Tiourdiou. Un réseau radio VHF liant les trois stations avec la station relais existante d'Oukaïmeden est temporairement établi pour les fins de calcul du circuit radio.

(iii) Résultat du calcul

Le calcul du circuit radio a été effectué en utilisant un programme de conception de circuits radio afin d'estimer le taux du signal par rapport au bruit (S/N) pour un total de 17 tronçons du réseau provisoire, tel que présenté dans la Fig. 6.4.1.

Se concentrant plus sur le S/N, l'évaluation de chaque tronçon radio est effectuée par la comparaison du S/N calculé avec la valeur idéale. Si la valeur calculée est plus grande que la valeur idéale, le tronçon est considéré suffisamment adéquat. Même si la valeur calculée est inférieure à l'idéale, le tronçon garde une possibilité d'applicabilité si la différence est maintenue dans une marge de 5dB. Le tronçon est considéré inapproprié si la valeur calculée est d'autant plus inférieure à l'idéale.

Les résultats de l'évaluation sont résumés dans le tableau suivant. Les niveaux de réception des trois tronçons se trouvant entre Oukaïmeden et Aoulouss, Oukaïmeden et Agouns, et Adrar Tazaina et Tiourdiou sont inférieurs à la norme de 30dB/ μ V, mais leur plus haut taux de S/N pourra compenser pour les bas niveaux de réception.

Comme il ressort des examens mentionnés, les tronçons liant directement les stations d'observation des crues sont tous inappropriés. Les tronçons entre la station relais d'Oukaïmeden et les quatre stations d'observation excluant celle d'Agouns sont également inappropriés. Pour conclure, la nécessité de la mise en place de deux nouvelles stations relais, Adrar Tazaina et Aoulouss, a été mise à l'évidence même si la précision du calcul n'est pas si haute en raison du manque de précision dans la lecture des données topographiques sur une carte de 1/100 000. La conception finale du réseau radio devra donc attendre les résultats des tests de propagation radio.

Résultat du calcul du circuit radio

No.	Code de la station	Station émettrice	code de la station	Station réceptrice	Distance (km)	Niveau de réception (dB/μv)	S/N idéal (dB)	Evaluation
1	MS=A	Marrakech	RP=A	Oukaïmeden	51.30	48,7	45,6	Bon
2	MS=A	Marrakech	TM=03	Tazzitount	49.25	2,5	20,0	Inapplicable
3	MS=A	Marrakech	TM=04	Tourcht	61.30	-	Moins de 0	Inapplicable
4	MS=A	Marrakech	TM=05	Amenzal	67.00	-	Moins de 0	Inapplicable
5	MS=A	Marrakech	TM=06	Tiourdiou	55.30	-	Moins de 0	Inapplicable
6	MS=A	Marrakech	TM=07	Agouns	54.00	-	Moins de 0	Inapplicable
7	RP=E	Aoulouss	RP=A	Oukaïmeden	23.40	28,5	42,8	Bon
8	RP=A	Oukaïmeden	TM=05	Amenzal	13.70	-	Moins de 0	Inapplicable
9	RP=A	Oukaïmeden	TM=06	Tiourdiou	12.20	2,0	10,0	Inapplicable
10	RP=A	Oukaïmeden	TM=04	Tourcht	22.80	-	Moins de 0	Inapplicable
11	RP=A	Oukaïmeden	TM=03	Tazzitount	20.50	3,0	15,0	Inapplicable
12	RP=G	Adrar Tazaina	RP=A	Oukaïmeden	12.00	33,7	36,7	Moyen
13	TM=07	Agouns	RP=A	Oukaïmeden	6.20	28,5	36,1	Moyen
14	TM=03	Tazzitount	RP=E	Aoulouss	6.50	63,6	36,0	Moyen
15	TM=04	Tourcht	RP=E	Aoulouss	6.20	73,3	35,7	Moyen
16	TM=05	Amenzal	RP=G	Adrar Tazaina	1.00	74,3	35,7	Moyen
17	TM=06	Tiourdiou	RP=G	Adrar Tazaina	4.80	18,6	35,8	Moyen

Note:

Evaluation

Bon: Le S/N calculé est supérieur à l'idéal.

Moyen: Le S/N est inférieur à l'idéal mais la différence est de moins de 5dB.

Inapplicable: Le S/N calculé est inférieur à l'idéal mais la différence est plus de 5dB.

(3) Test de la propagation radio

Selon cet examen préliminaire, une série de tests de propagation radio a été effectuée du 24 mai au 14 juin 2001 pour plusieurs tronçons cibles. Les résultats du test de propagation radio ont été utilisés pour finaliser le réseau de télémétrie et le design des équipements du Projet Pilote Phase II.

(a) Méthodologie

Pour le test du champ de transmission radio, deux équipes ont été nécessaires. L'une est une équipe de transmission et l'autre est une équipe de réception. Les deux équipes ont érigé leurs antennes sur les sites ciblés pour les stations. Puis, l'équipe de transmission émet des ondes radio réelles, et l'équipe de réception mesure la force du signal radio, S/N et les caractéristiques verticales et horizontales des ondes radio reçues. De surcroît, le degré des interférences radio d'autres communications est également vérifié.

(i) Tronçons de test

Un total de 13 tronçons ont été sélectionnés comme figurant sur le tableau:

Combinaisons des stations d'émission et de réception

No.	Station de transmission	Station de réception	Distance (KM)
1	Marrakech	Oukaïmeden	51,3
2	Marrakech	Adrar Tazaina	56,0

3	Marrakech	Aoulouss-2	56,0
4	Marrakech	Aoulouss-1	55,5
5	Oukaïmeden	Adrar Tazaina	12,0
6	Oukaïmeden	Aoulouss-2	23,0
7	Oukaïmeden	Agouns	6,5
8	Adrar Tazaina	Tiourdiou	3,1
9	Adrar Tazaina	Amenzal	1,0
10	Aoulouss-2*	Tazzitount	4,8
11	Aoulouss-2*	Tourcht	1,9
12	Aoulouss-1**	Tazzitount	4,3
13	Aoulouss-1**	Tourcht	2,1

Note: Pour la station relais d'Aoulouss, deux sites candidats, Aoulouss-1 et Aoulouss-2 ont été adopté. Aoulouss-1 est au sommet d'une petite montagne (environs 2 340m NGM) derrière la station de Tourcht, et Aoulouss-2 est un petit terrain plat (environs 2 200 NGM) environs 1km à l'ouest d'Aoulouss-1.

(ii) Fréquences radio

Trois fréquences radio de 68,325 ; 70,325 et 72,325MHz ont été spécialement allouées aux tests de propagation. Ces fréquences sont un peu plus basses des 88MHz qui ont été utilisées pour le calcul du circuit. Les petites différences ne sont pas si significatives pour la propagation radio, même si plus d'effet de diffraction résulte des basses fréquences.

(iii) Equipement

Une liste des équipements du test est présentée dans le Tableau 6.4.2, et leur composition est illustrée dans le diagramme suivant:

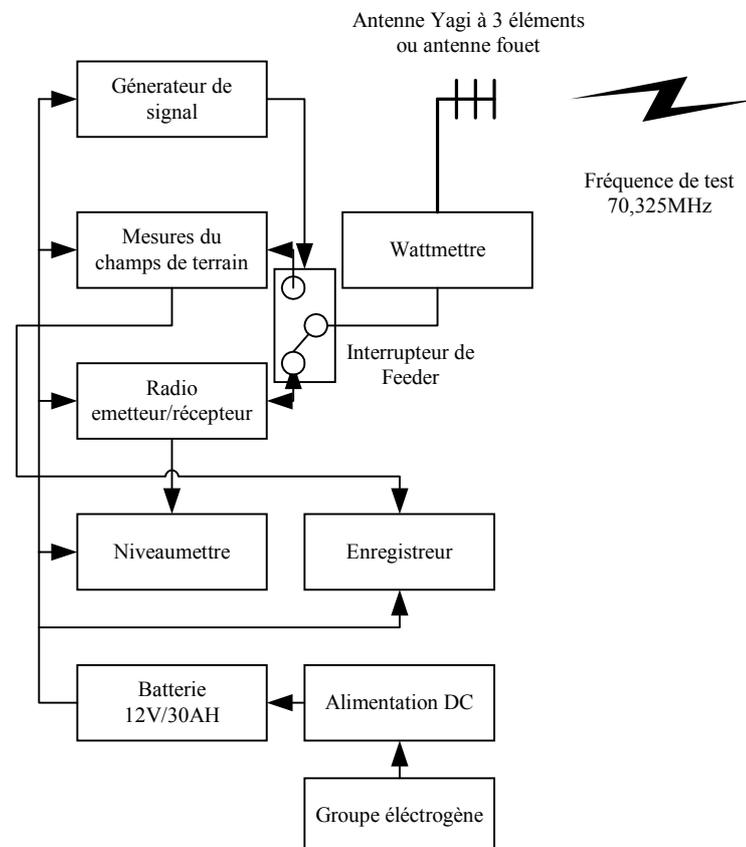


Diagramme du test de propagation radio

(b) Résultat du test

Les résultats sont résumés dans le Tableau 6.4.3 et la Fig. 6.4.2. Les mêmes critères adoptés pour le calcul du circuit sont utilisés pour l'évaluation des tronçons de test également.

Tous les tronçons, à l'exception de celui liant Agouns à Oukaimeden répondent à la nécessité d'un S/N idéal et sont évalués propices pour la transmission des données. Il est à noter que la liaison directe des deux nouvelles stations relais avec la DRHT à Marrakech a été mise en évidence par les tests. Ceci nous permet d'établir un réseau radio VHF avec les deux stations relais et non pas trois comme présenté dans la Fig. 6.4.3, résultant ainsi non seulement en la réduction du coût mais également en le renforcement de la fiabilité du système. Plus de discussion est présentée en ce qui suit:

(i) Site de la station relais d'Aoulouss

Deux sites candidats ont été considérés pour la station relais d'Aoulouss. Aoulouss-1 est au sommet d'une petite montagne (environs 2 340m NGM) derrière la station de Tourcht, et Aoulouss-2 est un site plat (environs 2 200m NGM) environs 1km à l'ouest d'Aoulouss-1.

Aoulouss-2 est préférable pour l'installation de la station relais en raison de son facile accès. Malheureusement, le tronçon entre la DRHT à Marrakech et Aoulouss-2 n'a qu'une force de réception de 17dB/ μ v, ce qui n'est pas suffisant. Aoulouss-1 qui offre une valeur suffisante de 32 dB/ μ V est proposé pour l'installation de la station relais.

(ii) Liaison avec la station d'Agouns

Les deux stations d'Oukaimeden et d'Adrar Tazaina peuvent lier la station d'Agouns à la DRHT de Marrakech. Celle d'Adrar Tazaina, qui peut presque être vue depuis la station d'Agouns à l'œil nu, paraît préférable. Avec la sélection d'Adrar Tazaina pour l'installation de la station relais qui reliera la station d'Agouns, l'établissement du réseau radio avec deux stations relais est ainsi rendu possible, excluant le relais d'Oukaimeden.

(iii) Interférence radio

Au cours du test de propagation, aucune interférence d'autres communications n'a été identifiée dans aucun des sites et sur les trois fréquences de 68,325 ; 70,325 et 72,325MHz.

(3) Conception du circuit radio pour le système de télémétrie

Sur la base des résultats des tests de la propagation radio, la conception du circuit radio pour le système de télémétrie à été réalisée comme suit:

(a) Station relais

Comme déjà expliqué dans la section précédente, deux stations relais d'Adrar Tazaina et Aoulouss feront partie du réseau radio tel que présenté dans la Fig. 6.4.3. Ce réseau radial est plus avantageux puisqu'il limite les dégâts causés par les pannes des stations relais plus que la connexion par tandem de stations relais.

Les deux stations relais proposées

Station	Latitude	Longitude	Altitude	Accessibilité
Adrar Tazaina	N31°10,48'	W7°43,92'	3 010m	3 heures d'escalade en montagne à partir du douar d'Amenzal
Aoulouss	N31°15,12'	W7°38,75'	2 340m	1,5 heure à dos de mulet et 0,5 heure d'escalade en montagne à partir du douar de Tourcht

(b) Type d'antenne

Les stations relais reçoivent le signal radio de 3 ou 4 directions différentes. Ainsi, une antenne non-directionnelle (antenne fouet) est adoptée. Les antennes directionnelles à vaste bande (antenne Yagi à 2 éléments) sont adoptées pour les stations d'observation de crues pour prévenir les distorsions à multiples phases. La différence en gain d'antenne sera considérée.

(c) Capacité de sortie de l'émetteur

La capacité de sortie de 10W pour un émetteur est généralement la norme pour toutes les stations. Pour celles d'Amenzal et de Tourcht qui peuvent bénéficier de la réception d'un niveau plus fort de signal, 3W peut être adoptée.

(d) Longueur du câble coaxial

10 m de câble coaxial ont été utilisés pour les tests de la propagation radio, mais la longueur effective du câble de chaque station est différente suivant les conditions au site. La différence de l'atténuation par le câble sera prise en compte.

(e) Hauteur du mât d'antenne

La hauteur du mât d'antenne pour les fins du test a été de 10m. D'autre part, les mâts de hauteur de 7,4m qui sont en stock à la DRHT en tant que pièces de rechange du Projet Pilote Phase I peuvent être utilisés dans la mise en place des stations relais et des stations d'observation de crues.

L'effet de l'usage de ce mât d'antenne de basse hauteur n'est nullement significative pour les stations relais et les stations relais, mais elle cause une diminution du niveau de signal reçu de la DRHT de Marrakech à environs 30dB/μV. Puisque la DRHT de Marrakech est la station clef du réseau de télémétrie, un mât de 15m de hauteur est particulièrement proposé pour maintenir de bonnes conditions de propagation,

Après les ajustements et les modifications nécessaires décrites en ce qui précède, le taux de signal par rapport au bruit (S/N) obtenu dans les tests sur site est corrigé comme suit:

Correction du S/N après ajustements et modifications

Station	Type d'antenne	Augmentation ou diminution du gain d'antenne (dB)	Hauteur d'antenne (m)	Longueur du câble coaxial & pertes supplémentaires	S/N obtenu dans les tests (dB)	S/N Corrigé (dB)
Marrakech	Yagi à 2 éléments	2 → 6 = +4dB	10→15	30m 1,2-0,4 = -0,8dB	42,1	43,5
Aoulouss	Fouet	2→2 = ±0dB	10→7,4	40m 1,6-0,4 = -1,2dB	42,1	43,5
Adrar Tazaina	Fouet	2→2 = ±0dB	10→7,4	40m 1,6-0,4 = -1,2dB	43,0	43,5
Tiourdiou	Yagi à 2 éléments	8→6 = -2dB	10→7,4	15m 0,6-0,4 = -0,2dB	42,1	42,0
Amenzal	Yagi à 2 éléments	8→6 = -2dB	10→7,4	15m 0,6-0,4 = -0,2dB	42,8	42,0
Tazzitount	Yagi à 2 éléments	8→6 = -2dB	10→7,4	15m 0,6-0,4 = -0,2dB	43,0	43,0
Tourcht	Yagi à 2 éléments	8→6 = -2dB	10→7,4	15m 0,6-0,4 = -0,2dB	42,8	43,0
Agouns	Yagi à 2 éléments	8→6 = -2dB	10→7,4	15m 0,6-0,4 = -0,2dB	40,8	43,0

Le S/N corrigé sera utilisé pour la référence après l'installation effective des équipements sur site.

6.4.2 Spécifications et configuration des équipements

Suivant la détermination du réseau de télémétrie, les spécifications du Projet Pilote Phase-II qui est exécuté en 2003 sont brièvement présentées dans cette section. Les spécifications détaillées des principaux équipements du Projet Pilote Phase-II sont présentées dans le Volume 3, Rapport Annexe I: Système de Télémétrie et d'Alarme.

(1) Fonctions requises

Deux fonctions principales seront ajoutées au système semi-automatique établi dans la première phase du Projet Pilote. La première est un système de transmission automatique des données en temps réel qui améliore le système semi-automatique actuel à un système de télémétrie complètement automatique. Le second est une fonction d'appel sélectif du réseau radio liant la Province d'Al Haouz, le Caïdat d'Ourika et le Poste d'Alarme d'Iraghf, qui doit assurer une communication rapide et précise lors d'une crue y inclus la diffusion des alertes aux crues. Le diagramme conceptuel de la totalité du système du Projet Pilote est illustré en Fig. 6.3.1.

(a) Transmission automatique des données en temps réel

Un système automatique de télémétrie est réalisé avec l'établissement d'un système de transmission des données en temps réel. Les données hydrologiques automatiquement observées dans les cinq stations d'observation des crues sont transmises automatiquement au Centre Informatique Principal de la DRHT en temps réel. Les opérations manuelles actuelles de transmission verbale des données à travers les radiotéléphones et la saisie des données dans un PC client seront remplacées par le système de télémétrie, mais ils resteront fonctionnelles en renforcement du système installé.

Pour cette fonction additionnelle, l'équipement radio VHF est installé dans les stations d'observation des crues, deux stations relais sont nouvellement construites sur les sommets d'Adrar Tazaina et Aoulouss, et un système de contrôle et de supervision de la télémétrie est incorporé au Centre Informatique Principal.

Les détails du système de transmission se présentent comme suit:

(i) Protocole de transmission des données

Un protocole japonais de transmission des données tel qu'établi par le Ministère japonais du Territoire, du Transport et de l'Infrastructure est adopté pour le système de transmission des données.

(ii) Méthode d'appel

Le système de contrôle et de supervision de la télémétrie du Centre Informatique Principal peut appeler les stations d'observation des crues en trois modes différents pour collecter les données observées relatives aux pluies et/ou aux niveaux d'eau. Les stations d'observation des crues sont à transmettre automatiquement les données hydrologiques immédiatement après chaque appel par le système de contrôle et de supervision.

1) Mode d'appel automatique

Dans le mode d'appel automatique, les cinq stations d'observation des crues sont appelées automatiquement sous le contrôle d'un système d'horlogerie intégré dans le système de contrôle et supervision de la télémétrie. L'intervalle d'appel est de 10, 30 ou 60 minutes. Ce mode d'appel automatique a une priorité sur tout autre mode.

2) Mode d'appel manuel

Dans le mode d'appel manuel, un opérateur peut appeler toutes les stations manuellement ou une station sélectionnée en tout temps voulu.

3) Mode de rappel

Dans le cas où il n'y a pas de réponse ou de fausses données sont reçues de l'une des stations d'observation des crues, un rappel est automatiquement tenté pour une seule reprise.

(iii) Fonction de rapport d'événements

Les stations d'observation des crues ont une fonction de rapport des événements qui permet aux stations de rapporter automatiquement l'occurrence d'événements prédéfinis aux systèmes de contrôle et de supervision de la télémétrie:

- Détection des pluies (bascule du pluviomètre à 1 mm)
- Détection de l'augmentation du niveau d'eau au seuil de pré-alerte

A la réception du signal du rapport d'événement de l'une des stations d'observation des crues, le système de contrôle et de supervision de la télémétrie doit appeler automatiquement toutes les stations d'observation des crues.

(iv) Méthode de réponse

Les stations d'observation des crues retournent les données hydrologiques digitales au système de contrôle et de supervision de la télémétrie lorsqu'elles sont appelées.

(v) Réseau radio de télémétrie

Pour assurer une qualité de communication stable entre le Centre Informatique Principal de Marrakech et les cinq stations d'observation des crues, deux nouvelles stations relais seront construites sur les sommets des montagnes Adar Tazaina et Aoulouss. La station d'Adar Tazaina relie trois stations d'observations des crues: Agouns, Tiourdiou et Amenzal. La station d'Aoulouss relie deux stations d'observation des crues: Tourcht et Tazzitount.

(b) Système d'appel sélectif pour la diffusion de l'alerte

Pour assurer une communication rapide et précise lors d'une crue, y compris en ce qui concerne la diffusion des alertes aux crues, un système d'appel sélectif est introduit au réseau radio VHF liant la Province, le Caïdat d'Ourika et le Poste d'Alarme d'Iraghf. Ce système d'appel sélectif permet une communication fermée entre les trois, à l'exclusion des autres stations du réseau provincial existant. Le système d'appel sélectif dispose d'une sirène qui peut également servir de système susceptible d'aviser les opérateurs/gardiens d'une situation d'urgence.

Une nouvelle unité radiotéléphone avec le système d'appel sélectif est en plus installé dans les stations de contrôle de la Province d'Al Haouz et du Caïdat d'Ourika respectivement en 2003. Le système d'appel sélectif est incorporé au radiotéléphone actuel installé au Poste d'Alarme en 2001. En principe ses radiotéléphones sont utilisés exclusivement pour la communication parmi ces trois établissements.

(2) Spécifications des équipements

Les spécifications des équipements du Projet Pilote Phase-II sont déterminées pour répondre aux exigences que dessus, comme suit :

(a) Conditions générales

(i) Conditions ambiantes

Tous les équipements et matériels seront opérationnels et/ou durables sous les conditions ambiantes suivantes:

Conditions ambiantes

Elément	Equipement extérieur	Equipement intérieur	Ordinateurs et périphériques
Température	-15°C à 50°C	10°C à 40°C	15°C à 35°C
Humidité relative	90 % ou moins	20% to 80% non-condensant	20% to 80% non-condensant
Résistance à la vitesse du vent	50m/sec.	s/o	s/o
Emplacements des installations	460m à 3 200m NGM	460m à 3 200m NGM	460m NGM

(ii) Consommation d'énergie

Tous les équipements seront de basse consommation électrique, de type à économie d'énergie, et répondront aux capacités des unités d'alimentation existantes.

(iii) Attribution de la fréquence radio VHF

Une bande de fréquence de 68 à 75MHz est employée pour le système de télémétrie et de 150MHz pour les nouveaux radiotéléphones du réseau d'alarme provincial.

(b) Description des équipements par station

Les configurations des équipements du Centre Informatique Principal, des stations d'observation des crues et des deux nouvelles stations relais sont illustrées en Fig. 6.3.2, 6.3.3 et 6.4.4 respectivement. Des diagrammes schématiques des équipements radio du Caïdat d'Ourika, de la Province d'Al Haouz et du Poste d'Alarme d'Iraghf sont présentés dans la Figure 6.3.4. Dans ces figures, les nouveaux équipements à installer en 2003 sont en gris.

La configuration des équipements de chaque station est résumée comme suit:

(a) Centre Informatique Principal de la DRHT (ABHT)

Pour le Centre Informatique Principal de la DRHT, des équipements de contrôle et de supervision de la télémétrie, un PC d'exploitation de la télémétrie avec un logiciel d'affichage et de contrôle, un UPS, des équipements d'alimentation DC, des équipements radio VHF, un système d'antenne et un sous-système de traitement des données sont installés pour la collecte des données hydrologiques des stations d'observation des crues et leur incorporation automatique au système de traitement des données actuel en temps réel, comme présenté en Fig. 6.3.2.

Un mât d'antenne de 15m, sur lequel sera installée une antenne Yagi à 2 éléments, sera établi dans le jardin de la DRHT. Les équipements de supervision et de contrôle de la télémétrie sont installés dans un coffret à suspension murale avec l'unité radio. Le contrôle des équipements de supervision et de contrôle de la télémétrie est assuré à travers un PC d'exploitation de la télémétrie et les données hydrologiques collectées sont transmises au serveur de traitement des données à travers une unité de contrôle de la communication (UCC).

(b) Stations d'observation des crues

Un mât d'antenne de 7,4m, sur lequel est installée une antenne Yagi à 2 éléments, est mis en place à côté de chaque station. Une nouvelle unité radio VHF est intégrée dans les unités terminales à distance (UTD) existantes. La configuration des équipements est illustrée dans la Fig. 6.3.3(1/4) pour les stations d'Agouns et Tourcht, la Fig. 6.3.3(2/4 et 3/4) pour les stations d'Amenzal et de Tiourdiou et la Fig. 6.3.3(4/4) pour la station de Tazzitount.

(c) Stations relais

Deux nouvelles stations relais VHF à VHF sont installées en 2002. La station relais d'Adrar Tazaina, qui est mise en place au sommet d'une montagne de 3010m d'altitude derrière la station d'Amenzal reliera les stations d'Amenzal, Agouns et Tiourdiou à la DRHT à Marrakech. La station relais d'Aoulouss est mise en place au sommet d'une montagne d'une altitude de 2 340m derrière la station de Tourcht et relie les stations de Tourcht et de Tazzitount à la DRHT.

Deux mâts d'antenne de 7,4m sont installés pour les antennes de transmission et de réception aux côtés d'un local de la station à construire sur 3m x 3m lors de la réalisation du Projet Pilote (Phase II). Une antenne fouet est fixée en haut de chaque mât. Les équipements relais sont installés dans une cabine avec deux unités radio VHF. Une unité d'alimentation consistant en des panneaux solaires, un tableau de distribution de l'alimentation et des batteries scellées en acide de plomb est également fournie. Un diagramme schématique des stations relais est présenté en Fig. 6.4.4.

(d) Poste d'Alarme d'Iraghf, Caïdat d'Ourika et Province

Pour le Poste d'Alarme d'Iraghf, une unité d'appel sélectif à 5 sons et une sirène sont intégrées à la radio de marque ICOM déjà installée en première phase comme le montre la Fig. 6.3.4 (1/3).

Un mât d'antenne de 23m, sur lequel est fixée une antenne Yagi à 2 éléments, est installé dans le complexe du Caïdat d'Ourika. Une nouvelle radio VHF avec une unité d'appel sélectif à 5 sons et une sirène sont installées dans le local de la station de contrôle. Une unité d'alimentation consistant en un chargeur de batterie et des batteries en acide de plomb seront également fournies tel que présenté en Fig. 6.3.4(2/3).

Concernant la Province d'Al Haouz, le mât d'antenne existant sur le toit du siège de la Province est utilisé pour fixer l'antenne Yagi à 3 éléments. Un nouveau radiotéléphone VHF avec une unité d'appel sélectif à 5 sons et une sirène seront installés dans le local de la station de contrôle. Une unité d'alimentation AC est également fournie comme présenté en Fig. 6.3.4(3/3).

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

7.1 Travaux de réalisation

Comme déjà mentionné au chapitre 4, la réalisation du Projet Pilote a été échelonnée sur deux ans d'une manière progressive entre 2001 et 2003. Les travaux d'installation de la Phase-I, essentiellement des travaux d'aménagement, d'équipement et de développement du logiciel et du programme de prévision des crues, ont été lancés en juillet 2001 pour prendre fin en décembre 2002, tel que présenté au Tableau 6.2.1.

Préalablement au lancement de la mise en place des équipements, les travaux de réalisation des aménagements du SPAC ont été entamés en juillet 2001. Le débarquement des équipements et matériaux du Projet Pilote sur le port de Casablanca le 20 octobre 2001 a été immédiatement suivi des travaux d'installation. Lesquels travaux, qui ont débuté par les stations d'observation des crues dans les zones montagneuses, ont été achevés en début décembre 2001. La mise en place du programme de prévision des crues a été effectuée parallèlement avec lesdits travaux d'installation.

7.1.1 Travaux de construction

Un entrepreneur local a été en charge de la construction de deux locaux techniques des équipements de jaugeage des niveaux d'eau, de trois mâts de jauge des niveaux d'eau, de quatorze mâts en métal et de dix plate-formes en béton. Il est également à noter que la DRHT a construit un poste d'alarme à Iraghf et une station à Agouns dans le cadre de sa participation dans la réalisation du Projet Pilote.

Aménagements réalisés

Désignation	Quantité	Emplacement
Local des équipements de jauge des niveaux d'eau	2	Amenzal et Tiourdiou
Mât de jauge des niveaux d'eau	3	Amenzal, Tiourdiou et Tazzitount
Mât en métal (Panzermast) pour la suspension du câble	14	Tazzitount (3) et Iraghf (11)
Plate-formes en béton pour panneau solaire et pluviomètre	10	Amenzal, Tiourdiou, Tourcht, et Tazzitount

(1) Local des équipements de la jauge des niveaux d'eau

Un local des équipements offrant un espace intérieur de 1 m (largeur) x 2,5 m (longueur) x 2,1 m (hauteur) a été construit pour les deux stations de jaugeage des niveaux d'eau de type séparé, Amenzal et Tiourdiou. Un grillage a été fourni aux toits des locaux de Tiourdiou pour protéger les panneaux solaires installés des éboulements éventuels.

(2) Mât de support des jauges des niveaux d'eau

Des mâts de support pour les jauges ultrasoniques des niveaux d'eau, lesquels sont illustrés dans la Figure 7.1.1, ont été mis en place dans les trois stations: Amenzal, Tiourdiou et Tazzitount. La hauteur des mâts est différente suivant les conditions sur place, à savoir 3,0 m à Amenzal, 4,0 m à Tiourdiou et 5,3 m à Tazzitount. Les parties inférieures des mâts de Tiourdiou et Tazzitount ont été protégées des éboulements par des blocs de béton.

(3) Mât métallique (Panzermast)

Un total de 14 mâts métalliques, qui ont fait partie de la livraison des équipements et matériaux en provenance du Japon, ont été mis en place à Tazzitount et Iraghf. Onze parmi ces mâts ont été destinés à la suspension des câbles du signal pour les haut-parleurs du poste d'alarme d'Iraghf, et les trois restants ont été destinés à la suspension du câble du signal de la jauge ultrasonique des niveaux d'eau de Tazzitount. Un exemple de mât installé est présenté dans la Figure 7.1.2.

(4) Plate-formes en béton pour les panneaux solaires et les pluviomètres

Un total de 10 plate-formes en béton, sur lesquels les panneaux solaires et les pluviomètres ont été installés, ont été mis en place sur les toits des locaux des équipements des jauges des niveaux d'eau et ceux des stations d'observation. Une attention particulière a été réservée à l'orientation de ces plates-formes vers le sud dans un angle droit.

7.1.2 Installation des équipements et du logiciel

Les travaux d'installation ont été réalisés par un agent local supervisé par trois ingénieurs japonais de la Japan Radio Co., Ltd., fournisseur des équipements et matériaux.

L'agent local et les ingénieurs japonais se sont organisés en trois groupes. Le groupe A et B ont pris en charge l'installation des équipements alors que le groupe C s'est occupé de l'installation du logiciel. Chaque groupe était coiffé d'un ingénieur japonais et comptant parmi ses membres deux ou trois employés de l'agent local et un technicien de la DRHT en tant que SSS (stagiaire sur site).

Un inventaire des équipements et un programme d'installation détaillé sont présentés aux Tableaux 7.1.1 et 7.1.2 respectivement. Des photos des travaux d'installation sont également annexées dans un album dans le volume 4. Manuel des données. De plus, des exemples de l'information graphique à créer et distribuer aux stations de contrôle par le système de traitement des données du Centre Informatique Principal de la DRHT sont présentés dans la Fig. 7.1.3.

7.1.3 Développement du programme de prévision des crues

Un programme de prévision des crues basé sur la méthode USSCS et la méthode de Muskingum a été développé et installé sur le micro-ordinateur client par un bureau d'étude local sous la supervision de l'Equipe d'Etude. Des exemples des résultats de simulation sont présentés en Fig. 7.1.4.

7.2 Préparation de guides

Après les travaux d'installation, les administrations concernées ont progressivement commencé l'exploitation expérimentale à l'aide des équipements nouvellement mis en place. Afin de les assister pour une exploitation plus systématique de la totalité du système, un nouveau guide pratique leur a été proposé dans cette section, reformulant celui de l'Avant-projet du Plan Directeur dans sa sous-section 5.6.2. Le guide initial proposé pour le Plan Directeur a été modifié et développé concrètement pour l'adapter au contexte du Projet Pilote, Phase I.

Comme il a été avancé dans la section 6.2.1, le Projet Pilote n'est qu'à moins de mi-chemin du Plan Directeur. Comparé au Plan Directeur, le Projet Pilote est encore embryonnaire en termes de zone de couverture, de précision des prévisions et de rapidité de l'exploitation du système. De même, le nouveau guide, qui a été élaboré sur la base du peu d'information disponible, reste provisoire et devra être mis à jour dans le futur. Plusieurs inconvénients, qui serviront de leçons pour la mise à jour, peuvent se révéler en cours de l'exploitation expérimentale.

Les principales modifications introduites au guide initiale se présentent comme suit:

- La zone cible se limite au bassin versant de l'Ourika, particulièrement la zone d'Iraghf qui a connu l'installation d'un Poste d'Alarme dans le cadre de la réalisation du Projet Pilote.
- Puisque le système mis en place reste inefficace contre les écoulements des débris provenant des affluents, de tels écoulements sont exclus du type de désastres ciblés par le système. Le seul type de désastre que le système peut traiter est celui des crues. Ainsi, les messages d'avis de crues de la DRHT et les messages d'alerte émis par la Province tels qu'ils sont présentés dans le nouveau guide concernent toutes les crues de l'oued.
- Les seuils de pré-alerte et d'alerte des pluies et niveaux d'eau sont des indicateurs nécessitant des activités de lutte contre les crues à réaliser par les administrations concernées et qui ont été établis sur la base des rares enregistrements hydrologiques. Ces seuils sont provisoires et doivent être mis à jour après l'accumulation d'une certaine quantité de données hydrologiques.
- Le nouveau guide se base sur le système semi-automatique provisoirement mis en place en attendant l'automatisation du système de transmission des données en 2002. La communication vocale entre les stations d'observation et la DRHT ainsi que la saisie manuelle des données dans le système de traitement des données, qui cèderont la place au système automatique, font encore partie dudit système semi-automatique. Les parties du guide traitant des aspects propres au système semi-automatique doivent être mis à jour dans le cadre de la réalisation du Projet Pilote Phase II.

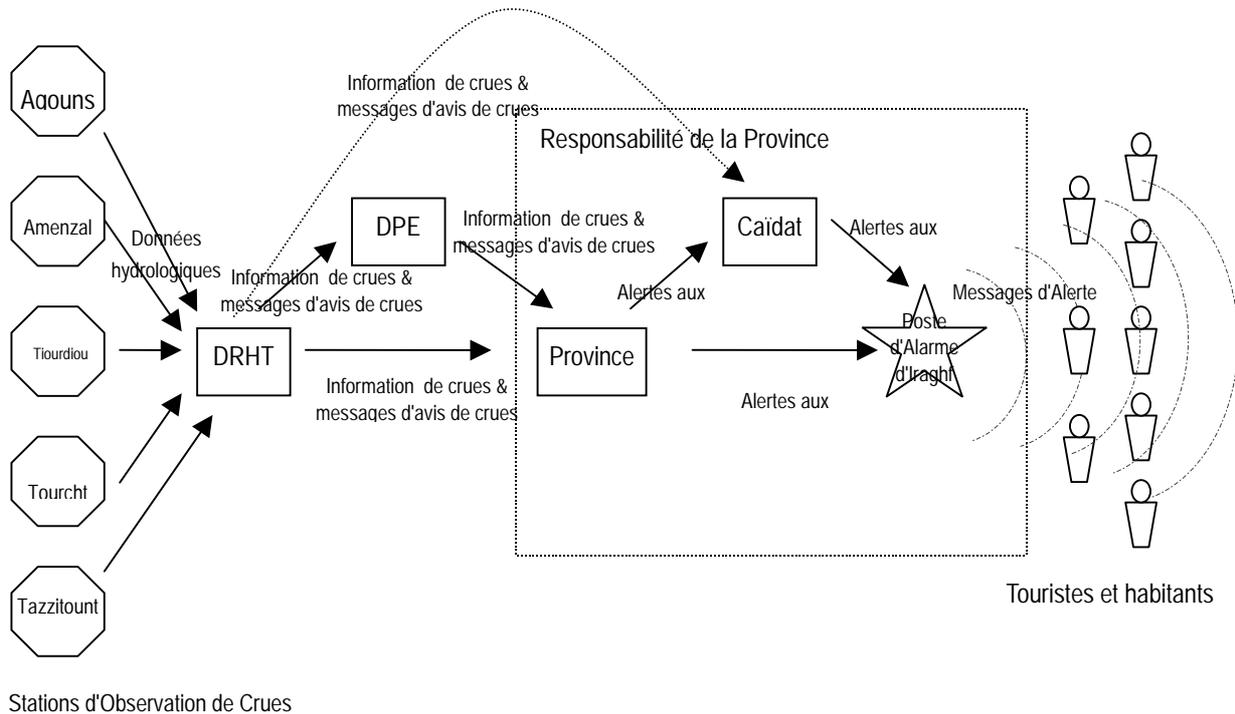
7.2.1 Administrations principales et procédure générale

La DRHT, la DPE d'Al Haouz et la Province Al Haouz sont les principales administrations parmi les différentes parties impliquées directement ou indirectement dans le SPAC de la région de l'Atlas et qui jouent un rôle clé dans son exploitation. En particulier, le rôle de la DRHT et de la Province sont très significatifs pour l'exploitation réelle du SPAC dans le bassin versant de l'Ourika.

La DRHT est une administration technique qui est responsable de la distribution des informations relatives aux crues aux autres administrations concernées. La DRHT collecte les données hydrologiques des stations d'observation, les traite sous forme d'informations visualisées et les distribue à la DGH, la DPE, la Province et au Caïdat d'Ourika via réseau informatique. La prévision des crues est parmi les principales tâches de la DRHT. Chaque fois que la situation de la crue est prévue se détériorer, la DRHT émet des Messages d'Avis de Crues pour inciter les administrations concernées à prendre les dispositions nécessaires.

La DPE est considérée comme un représentant du ministère de l'équipement dans la Province. Elle joue généralement le rôle d'interface entre la DRHT et la Province. Cependant, la DRHT peut directement alerter la Province dans les cas d'urgence tel un désastre de crue. D'autre part, la DPE dispose d'une brigade de maintenance des routes basée à Oukaimedan. Puisque la brigade possède un véhicule équipé d'un radiotéléphone VHF, elle peut bien constituer une source d'information supplémentaire lors des crues.

La Province est responsable de l'émission et de la diffusion des Alertes aux Crues. C'est le Gouverneur qui décide de l'émission des Alertes aux crues sur la base des informations et des Messages d'Avis de Crues émis par la DRHT. Les Alertes aux Crues sont diffusées directement ou indirectement à travers le Caïdat d'Ourika au Poste d'Alarme d'Iraghf où ils sont diffusés aux touristes et aux habitants.



Procédure générale du SPAC du bassin versant de l'Ourika

7.2.2 Définition des messages d'avis de crues, des alertes aux crues et des phases de crues

Afin d'assurer la prise d'action rapide et appropriée des administrations concernées, les Messages d'Avis de Crues, les Alertes aux Crues et les Phases de Crues sont concrètement définis pour le bassin versant de l'Ourika.

- (1) Les Messages d'Avis de Crues de la DRHT (ABHT)

Les messages d'avis de crues présentent une information interprétée de la situation de la crue telle qu'elle a été effectuée par la DRHT et appelle les administrations concernées à prendre les mesures nécessaires.

- (a) Définition des Messages d'Avis de Crues

Trois types de Message d'Avis de Crues sont généralement définis pour les crues et les écoulements des débris, mais on ne retient dans notre cas que ceux qui sont applicables aux crues, à savoir: Les Messages de Préavis de Crues, Les Messages d'Avis de Crues et les Annulations des Messages d'Avis de Crues.

Les données pluviométriques et du niveau d'eau observées aux stations d'observation des crues sont utilisées comme mesures objectives pour la définition des Messages d'Avis de Crues. Les données observées sont comparées avec les seuils de pré-alerte et d'alerte des pluies et des niveaux d'eau établis au préalable pour chaque station comme suit:

(i) Message de Préavis de Crues

Il est à aviser les administrations concernées que les pluies ou les niveaux d'eau ont dépassé le Seuil de Pré-alerte dans l'une des stations d'observation des crues et que la situation est prévue s'empirer.

(ii) Message d'Avis de Crues

Il est à aviser les administrations concernées que les pluies ou les niveaux d'eau ont dépassé le Seuil d'Alerte dans l'une des stations d'observation des crues et que la situation est prévue s'empirer à tel point qu'il y a risque de perte en vies humaines.

(iii) Annulations des Messages d'Avis de Crues

Il est à aviser les administrations concernées que les pluies ou les niveaux d'eau ont dépassé le Seuil d'Alerte dans l'une des stations d'observation des crues et que la situation est prévue s'empirer à tel point qu'il y a risque de perte en vies humaines.

(b) Etablissement des seuils de pré-alerte et d'alerte pour les pluies et les niveaux d'eau

Les Seuils de Pré-alerte et d'Alerte des pluies et des niveaux d'eau sont considérés être des indicateurs de la gravité de la situation de la crue. Suivant les définitions établies en ce qui précède pour les Messages d'Avis de Crues, le Seuil d'Alerte est considéré être le seuil minimal qui peut causer des dégâts de crue y compris des pertes en vies humaines. D'autre part, le Seuil de Pré-alerte est considéré être le seuil minimal au niveau duquel un symptôme de crues en recrudescence peut être détecté.

En général, ces seuils doivent être établis à travers l'examen minutieux des enregistrements hydrologiques et des activités réelles des administrations concernées pour faire face aux crues passées. Malheureusement, de tels enregistrements sont rares pour le bassin versant de l'Ourika où l'observation hydrologique fréquente à un intervalle d'une heure ou 10 minutes qui permettrait de révéler les caractéristiques des crues rapides typiques de région vient d'être entamée dans le cadre du Projet Pilote.

Exploitant au maximum le peu d'information hydrologique disponible, les Seuils d'Alerte et de Pré-alerte des pluies et des niveaux d'eau aux cinq stations d'observation des crues sont provisoirement proposés en ce qui suit:

(i) Seuil d'Alerte

Suivant la simulation hydraulique présentée dans le Rapport Intérimaire 2 telle qu'illustré dans la Figure 7.2.1, la capacité d'écoulement aux environs de la zone d'Iraghf n'est que de 160 m³/s, correspondant à une période de retour de 3 ans. Cette période de retour est ainsi adopté comme Seuil d'Alerte pour les pluies et les niveaux d'eau aux cinq stations d'observation.

Les débits de la période de retour de 3 ans aux stations d'Amenzal, Tiourdiou et Tazzitount sont estimés en utilisant les courbes de Creager, et puis convertis afin de correspondre aux niveaux d'eau sur la base des courbes d'étalonnage établis par la Formule de Manning. Les courbes de Creager pour six différentes périodes de retour et les courbes d'étalonnages de trois stations d'observation sont présentées dans la Fig. 7.2.2 et 7.2.3.

Puisque deux intervalles de 10 minutes et 60 minutes sont sélectivement adoptés pour la collecte des données des stations d'observation des crues suivant le

développement de la situation de la crue, les intensités des pluies des deux intervalles doivent être déterminées. 5 mm/10minutes et 20 mm/60 minutes, correspondant à des intensités de pluies d'une période de retour de 3 ans pour des intervalles de 10 minutes et d'une heure à la station d'Aghbalou, sont adoptés pour les cinq stations d'observation de crues.

Seuils d'alerte des intensités des pluies et des niveaux d'eau

Station	Débit (m ³ /s)	Niveau d'eau (cm)	Intensité des pluies (mm)	
			Pluies de 10 min	Pluies de 60 min.
Agouns	S/o	S/o	6	20
Amenzal	50	1 170(1 155)	6	20
Tiourdiou	100	405	6	20
Tourcht	S/o	S/o	6	20
Tazzitount	160	450	6	20

Note: Les valeurs entre parenthèses sont celles d'avant la révision en août 2003.

(ii) Seuil de Pré-alerte

Le seuil de pré-alerte est un indicateur très important pour l'émission des Messages d'avis de Crues. Comme expliqué dans la section (3) Phase de crues, les Messages de Préavis de Crues marquent le commencement de la Phase d'Observation de Crues durant laquelle les administrations doivent rester vigilantes contre tout développement de la crue. Ainsi, le Seuil de Pré-alerte est considéré être un niveau minimal pour l'initialisation de la prise d'action par administrations concernées contre la crue.

D'autre part, il s'avère difficile de déterminer ce Seuil de Pré-alerte. S'il est déterminé à un très bas niveau, le seuil obligera les administrations concernées à initier leurs actions trop fréquemment. Etabli à un niveau très haut, elles ne disposeront pas d'une marge de temps suffisante pour passer de la Phase d'Observation des crues à celles de l'Evacuation. De manière générale, ce seuil devra être déterminé à travers un compromis entre les nécessités hydrologiques et la capacité d'action des administrations concernées.

Pour les fins de notre Projet Pilote, les valeurs du niveau d'eau et des pluies attribuées au Seuil de Pré-alerte sont temporairement établies entre 25 à 50 % de celles du Seuil d'Alerte. La mise en fonctionnement expérimentale du Projet Pilote devra être lancée en adoptant ces valeurs, qui doivent être mis à jour après l'accumulation d'une certaine quantité de données. Les Seuils de Pré-alerte sont présentés sur les profils en travers avec les Seuils d'Alerte des niveaux d'eau dans la Fig. 7.2.4.

Seuils de Pré-alerte des intensités des pluies et des niveaux d'eau

Station	Débit (m ³ /s)	Niveau d'eau (cm)	Intensité des pluies (mm)	
			Pluies de 10 min	Pluies de 60 min.
Agouns	S/o	S/o	3 (2)	10 (5)
Amenzal	13	1 130 (1 095)	3 (2)	10 (5)
Tiourdiou	25	340	3 (2)	10 (5)
Tourcht	S/o	S/o	3 (2)	10 (5)
Tazzitount	40	365	3 (2)	10 (5)

Note: Les valeurs entre parenthèses sont celles d'avant la révision en août 2003.

Pour savoir combien de temps que permettraient les 25% aux administrations concernées, les enregistrements des données des données observées à la station

d'Aghbalou ont été examinées. Le tableau suivant présente le temps écoulé pour que le débit passe de $50\text{m}^3/\text{s}$ à $200\text{m}^3/\text{s}$ lors des plus grandes crues tel qu'il était enregistré à la station d'Aghbalou, où $200\text{m}^3/\text{s}$ et $50\text{m}^3/\text{s}$ correspondent à un débit de crue d'une période de retour de 3 ans et ses 25% respectivement. Comme on peut le voir sur les hydrographes de la Fig. 7.2.5, quelques crues se sont développées très lentement et graduellement alors que d'autres ont été soudaines. La marge temporelle a également varié entre 2 et 3 minutes pour la crue de 1995 et 7 680 minutes pour la crue du 26 octobre au 2 novembre 1987.

Comparaison de la vitesse d'augmentation du débit à la station d'Aghbalou

Période de crue	Débit de pointe (m^3/s)	Temps d'augmentation de $50\text{ m}^3/\text{s}$ à $200\text{ m}^3/\text{s}$ (min)
8 to 9 septembre 1979	350	90
11 février 1987	250	360
26 octobre au 2 novembre 1987	651	7 680
14 juillet 1989	823	180
10 mars 1990	265	180
14 septembre 1990	207	50
5 au 7 décembre 1991	200	2 040
1 août 1992	290	80
17 août 1995	1 030	2 à 3
28 octobre 1999	762	170

(c) Diffusion des Messages d'Avis de Crues

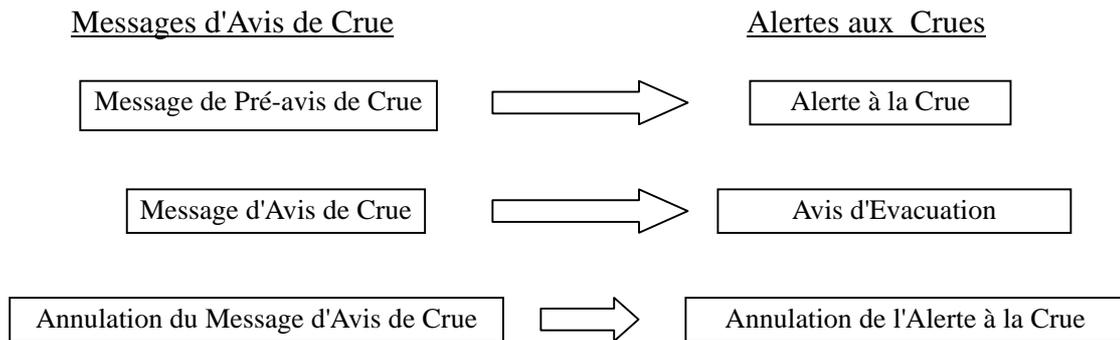
La Province d'Al Haouz, le Caïdat Ourika, la DPE, la DGH et la DMN de Marrakech sont les destinataires des Messages d'Avis de Crue. Afin de garder les enregistrements de la diffusion des Messages, ceux-ci sont en principe envoyés par télécopie dont la Fig. 7.2.6 présente un modèle. De plus, un appel téléphonique devra également être effectué aux quatre stations de contrôle, à savoir: la Province d'Al Haouz, le Caïdat d'Ourika, la DPE et al DGH pour confirmer leur réception des messages et les inciter à se connecter au centre informatique principal de la DRHT à travers le réseau informatique pour partager les informations.

(2) Les Messages d'Alerte de la Province

Sur la base des informations collectées, y compris les messages d'avis de crues émis par la DRHT, le Gouverneur émet finalement les Alertes aux Crues que les habitants et les Touristes sont tenus de respecter.

Trois types d'Alertes aux Crues ont été établis pour le bassin versant de l'Ourika. Elles sont: les Alertes aux Crues, les Annulations des Alertes au Crues, suivant la situation de la crues.

La décision de déclencher l'alerte devra être prise de manière rapide et appropriée même dans l'absence du Gouverneur. Afin d'assister le gouverneur ou son substitut, les Messages d'Avis de Crues émis par la DRHT sont liés aux Alertes aux Crues Comme suit:



Relation entre les Messages d'Avis de Crues et les Alertes aux Crues

(a) Définition des alertes aux crues

(i) Alerte aux crues

Les alertes aux crues sont à aviser le personnel des administrations concernées, les habitants et les touristes qu'une crue de l'oued est imminente et les appeler à se préparer pour l'évacuation. Aussitôt qu'un Message de Pré-alerte est émis par la DRHT, le Gouverneur est conseillé d'émettre une Alerte à la Crue.

(ii) Avis d'Evacuation

L'Avis d'Evacuation est à inviter les habitants et les touristes à évacuer aux sites d'évacuation désignés suivant un plan d'évacuation. L'Avis d'Evacuation est également diffusé au personnel des administrations concernées en appel à leur assistance dans l'évacuation et en préparation des activités de secours. Aussitôt qu'un Message d'Avis de Crue est émit, le Gouverneur est invité à émettre un Avis d'évacuation.

(iii) Annulations des Alertes aux Crues

Les Annulations des Alertes aux Crues sont à aviser les habitants et les touristes ainsi que le personnel des administrations concernées que les Alertes aux Crues, à savoir: Les Alertes aux crues et/ou les Avis d'Evacuation ont été annulés. Aussitôt qu'un Message d'Annulation d'Avis de Crue est émis par la DRHT, le Gouverneur est conseillé d'émettre une Annulation d'Alerte à la Crue.

(d) Diffusion des Alertes aux Crues

(i) Aux habitants et aux touristes

Les Alertes aux Crues sont diffusés aux habitants et aux touristes aux environs du Poste d'Alarme d'Iraghf par les soins du Caïdat d'Ourika et du Poste d'Alarme même. Aussitôt que ledit Poste d'Alarme à été informé de l'émission d'une Alerte à la Crue Par le Caïdat d'Ourika via le réseau radio VHF de la Province, il est à diffuser le message correspondant dans la zone exposée.

(ii) Aux administrations concernées

Les Alertes aux Crues doivent être diffusées à partir de la Province aux autres administrations concernées telles que la Gendarmerie Royale, la Protection Civile, le ministère de l'Intérieur, ainsi que les autres administrations impliquées dans le Plan

ORSEC. Pour tenir des enregistrements des actes de diffusion, les Alertes aux Crues doivent en principe être envoyées par télécopie suivant le modèle fourni en Fig. 5.2.7.

(3) Les Phases de Crues

La période de la crue est divisée en quatre Phases de Crue, à savoir: La Phase Normale, la Phase Préparatoire, La Phase d'Observation de Crue et la Phase d'Evacuation suivant l'ordre de la gravité de la situation. Les principales administrations: la DRHT, la DPE d'Al Haouz et la Province d'Al Haouz doivent prendre les dispositions nécessaires suivant les procédures d'exploitations établies pour chaque phase de crue tel que présenté dans la section suivante.

Les Messages de Pré-alertes et d'Alerte de la DMN et les Messages d'Avis de Crues de la DRHT sont utilisés comme indicateurs de la transition d'une phase de crue à l'autre comme suit:

(a) Phase Normale

La Phase Normale est soit la période antérieure au passage de la crue, soit celle d'après son passage marquant la dissipation du danger.

Aussitôt qu'un Message de Pré-alerte ou d'Alerte est émis, par la DMN au cours de cette phase concernant la zone de l'Ourika, la Phase Normale se termine commence alors la Phase Préparatoire. Et aussitôt qu'un Message de Préavis de Crue est émis par la DRHT au cours de la Phase Normale, la Phase d'Observation de Crue commence automatiquement.

(a) La Phase Préparatoire

La Phase Préparatoire est la période au cours de laquelle les administrations concernées doivent rester sur leurs gardes contre toute éventualité de nouvelles averses même si les symptômes réels d'une celles-ci ne sont pas totalement claire encore.

Aussitôt qu'un Message de Préavis de Crue est émis par la DRHT au cours de la Phase Préparatoire, cette dernière prend fin et commence alors la Phase d'Observation de Crue. La Phase Préparatoire se termine avec l'expiration du délai de validité du message de la DMN et on retourne alors à la Phase Normale.

(c) La Phase d'Observation de Crue

La Phase d'Observation de Crue est une période pendant laquelle la situation s'est empiré ou dont l'aggravation est prévue à tel point que certains symptômes de crue tels des pluies intensives et/ou des augmentations des niveaux d'eau.

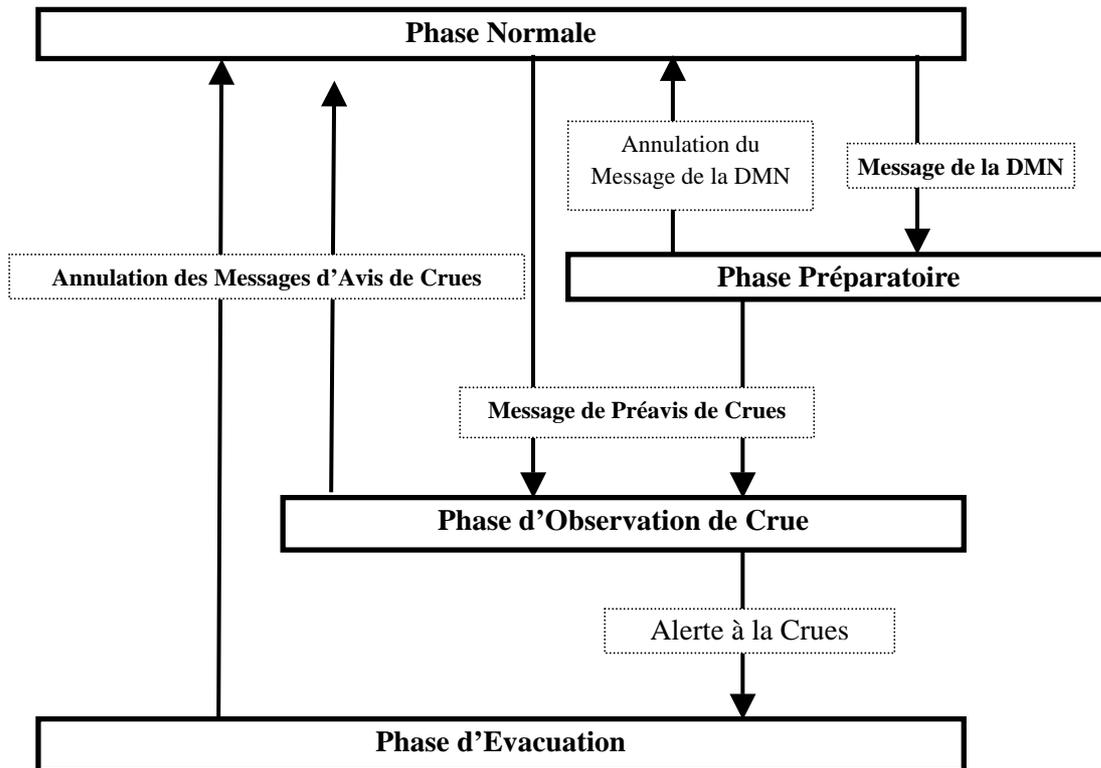
Aussitôt qu'une Alerte à la Crue est émise par la DRHT au cours de cette phase, la Phase d'Observation de Crue se termine et commence ainsi la Phase d'Evacuation. Aussitôt que la situation de la crue s'est stabilisée assez pour que la DRHT annule le Message de Préavis de Crue, la Phase d'Observation de Crue se termine et on retourne ainsi à la Phase Normale.

(d) La Phase d'Evacuation

La Phase d'Evacuation est la période au cours de laquelle la situation de la crue s'est empirée à tel point de rendre nécessaire une évacuation.

Aussitôt que la situation de crue se stabilise assez pour que la DRHT annule le Message

d'Avis de Crue, la Phase d'Evacuation se termine et on retourne ainsi à la Phase Normale.



Transition des phases de crue et des messages d'avis de crues

7.2.3 Mesures à prendre et procédures à suivre par les principales administrations concernées

A partir des définitions attribuées aux Phases de Crues, les mesures concrètes à prendre et les procédures à suivre par les principales administrations concernées, notamment la DRHT, la DPE d'Al Haouz et la Province d'Al Haouz sont examinées et inclus dans le Tableau 7.2.1. Le contenu de ce guide peut être résumé comme suit:

(1) Exploitation du SPAC durant la Phase Normale

Il n'existe pas de mesures immédiates nécessaires à prendre durant cette phase à l'exception de la vigilance de la DRHT contre tout symptôme d'averse, aussi subtil soit-il, y compris la réception des messages de la DMN en tout temps, alors qu'il est à charge des autres administrations concernées d'observer une permanence de 24/24 heures même en Phase Normale afin de permettre une rapide prise d'action face à tout changement dans la situation.

(a) Détection des symptômes de crues par les stations d'observation des crues

Dans le système semi-automatique qui ne comprend pas de système automatique pour la transmission des données, les gardiens des stations préservent leur rôle très important dans l'observation. Ils sont toujours tenus de communiquer les conditions météorologiques et les données des pluies et des niveaux d'eau à la DRHT quatre fois par jour à 7:00, 11:00, 15:00 et 17:00. En de tout symptôme de crue, y compris le commencement de précipitations ou l'augmentation des niveaux d'eau aux stations, ils

doivent immédiatement informer la DRHT et commencer une observation plus fréquente et la communication des données des pluies et des niveaux d'eau.

Le Poste d'Alarme et la brigade de la DPE à Oukaimeden peuvent également être les premiers à percevoir la crue. Ils sont également tenus d'en informer leurs administrations: Le Caïdat d'Ourika dans le cas du Poste d'Alarme et le siège de la DPE à Tahanaout dans le cas de la brigade.

(b) Communication régulière entre le Caïdat et le Poste d'Alarme

A l'instar de la DRHT, le Caïdat d'Ourika devra également recevoir un rapport quotidien du Poste d'Alarme. A trois reprises chaque jour à 11:00, 15:00 et 17:00, le gardien devra communiquer les conditions météorologiques et celles de l'oued et des touristes au Caïdat d'Ourika via réseau radio VHF. Cette communication de routine serait très utile pour la vérification de l'état du radiotéléphone et servira également à occuper le gardien du Poste d'Alarme.

(c) Maintenance des équipements

La maintenance des équipements est également très importante durant cette phase afin d'assurer le bon fonctionnement des équipements du SPAC lors d'une crue. Les travaux de maintenance peuvent être divisés en deux types: la maintenance préventive et la maintenance curative comme expliqué dans la section 4.2.1.

(d) Exécution de simulations et mise à jour du guide

Les principales administrations concernées, soit la DRHT, la DPE et la Province tiendront une réunion pour la mise à niveau du guide d'exploitation, et de traiter d'une simulation à organiser conjointement en mai ou en juin, réunissant les représentants des stations/postes et des administrations concernées. La simulation impliquant les principales administrations concernées doivent être organisées en collaboration avec la Gendarmerie Royale en juin, juste avant la saison touristique. Avant la réalisation de la simulation, chaque administration doit effectuer un exercice d'exploitation interne du SPAC en moins une fois par an afin de rappeler au personnel concerné ces procédures d'exploitation. Après chaque crue qui atteint la Phase d'Observation de Crue ou plus ainsi qu'après chaque simulation, toutes les administrations principales doivent se réunir après l'établissement de chaque rapport d'évaluation de leur exploitation du SPAC qui doivent servir de référence pour la mise à jour du guide d'exploitation.

(2) Exploitation du SPAC pendant la Phase Préparatoire

La chose la plus importante durant cette phase est de se préparer à lutter contre toute crue imminente. Une équipe d'exploitation du SPAC composée d'un ingénieur au moins et quelques techniciens sera créée à la DRHT aussitôt que la Phase Préparatoire commence.

Les gardiens des stations d'observation des crues, les techniciens de la brigade de la DPE et l'opérateur du poste d'alarme également doivent rester vigilant suivant les instructions de leurs administrations respectives, à savoir: La DRHT, la DPE et le Caïdat d'Ourika.

(3) Exploitation du SPAC pendant la Phase d'Observation de Crue

La Phase d'Observation de Crue est une période durant laquelle la situation s'est empirée à tel point que quelques symptômes de crue tels que de fortes pluies ou bien des niveaux d'eau en augmentation se sont révélés.

Les phases de crues passent souvent directement à la Phase d'Observation des Crues à partir de la Phase Normale en raison du développement soudain des averses orageuses que même la DMN n'arrive pas à détecter. Dans ce cas, toutes les administrations concernées sont tenues de prendre les mesures nécessaires de manière urgente pour faire face à d'éventuelles aggravations de la situation de la crue. En particulier, la DRHT doit mettre sur pied une équipe d'exploitation du SPAC immédiatement après l'émission d'un Message de Préavis de Crues pour assurer le suivi de la situation de la crue.

La Province peut émettre une Alerte à la Crue et la faire diffuser par le poste d'alarme dans la zone sous risque de crue.

(4) Exploitation du SPAC pendant la Phase d'Evacuation

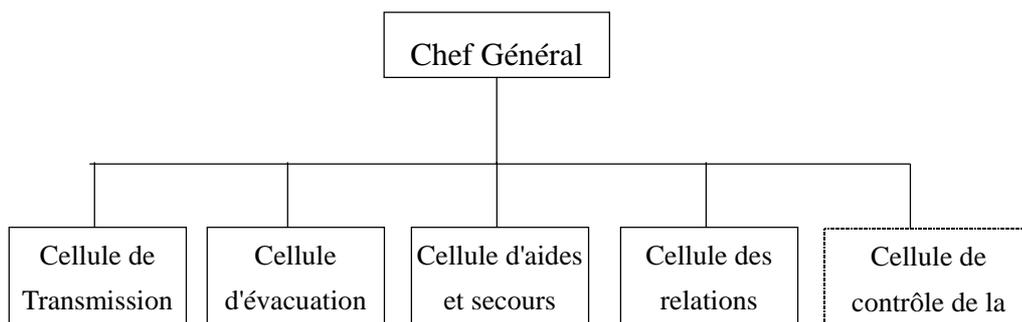
La Phase d'Evacuation est une période d'urgence pendant laquelle la situation s'est empiré à tel point que les habitants et les touristes sont conseillés d'évacuer les lieux immédiatement vers des sites offrant plus de sécurité. Une émission rapide de l'Avis d'Evacuation est la chose la plus importante durant cette phase.

7.2.4 Guide des activités d'évacuation

La présente section traite du guide des activités d'évacuation, se concentrant sur la zone d'Iraghf qui a connu la mise en place du Poste d'Alarme dans le cadre de la réalisation du Projet Pilote. Les concepts généraux derrière ce guide sont les même que ceux figurant dans le Plan Directeur tel qu'il est proposé dans le Rapport Intérimaire 2, même si des modifications mineures ont été introduites par la spécification de l'organisation de l'évacuation ainsi que des sites d'évacuation.

(1) Etablissement de l'organisation d'évacuation

Une organisation d'évacuation réunissant des habitants de la zone d'Iraghf devra être mise sur pied. Elle est responsable de toute activité d'évacuation exécutée sous les instructions de la Province. L'organisation de l'évacuation peut généralement compter cinq cellules coiffées d'un chef qui supervise toutes les cellules, à savoir: les cellules de transmission, d'évacuation, d'aides et secours, des relations publiques et de contrôle de la circulation. Cependant, le contrôle de circulation pourrait dépasser les capacités des habitants locaux qui n'ont jamais été légalement habilité à le faire.



Structure organisationnelle de l'organisation d'évacuation

Chaque cellule est composée d'un chef de cellule et de quelques membres choisis parmi les habitants en concertation avec la commune rurale et le Caïdat d'Ourika. Cependant, le chef et les membres de la cellule d'assistance guide aux touristes seront choisis parmi les employeurs et les employés des établissements touristiques de la zone tels les hôtels et les restaurants. Le tableau suivant présente les responsabilités de chaque cellule:

Responsabilités des cellules de l'organisation d'évacuation

Cellule	Principales responsabilités
Chef général	Représentation de l'organisation d'évacuation et supervision de toutes les cellules.
Transmission	Exploitation et maintenance du Poste d'Alarme.
Evacuation	Orientation des habitants et des touristes vers les sites d'évacuation désignés.
Aides et secours	Activités d'aides et secours
Relations publiques	Relations publiques au sujet du SPAC
Contrôle de circulation	Contrôle des véhicules de touristes lors des crues

(1) Exploitation du Poste d'Alarme

Deux gardiens du Poste d'Alarme d'Iraghf ont été nommés parmi le personnel de la Commune Rurale de Setti Fadma. Les deux gardiens sont supposés observer une permanence 24/24h en deux reprises en vigilance contre tout développement soudain d'une crue.

Comme décrit au Tableau 7.2.1, les gardiens devront transmettre au Caïdat d'Ourika les informations relatives à la météorologie et aux conditions de l'oued trois fois par jour. En temps de crue et durant la Phase d'Evacuation, ils doivent garder le contact avec le Caïdat d'Ourika par radiotéléphone afin de faciliter l'échange des informations. Aussitôt qu'une alerte à la crue est émise, ils reçoivent l'ordre de diffuser le message d'alerte adéquat dans la zone sous risque de crue, message enregistré au préalable sur une bande magnétique en quatre langues différentes: L'arabe, le français, le berbère et l'anglais. De plus, ils doivent patrouiller la zone d'Iraghf s'ils en reçoivent l'ordre du Caïdat.

Message d'Alerte

Alerte à la Crue	Message d'alerte
Alerte à la Crue	Ici le Poste d'Alarme d'Iraghf. Nous vous informons de l'émission d'une Alerte à la Crue par la Province d'Al Haouz. De fortes pluies et/ou des niveaux d'eau en augmentation sont observés en amont de l'Oued Ourika. Vous êtes priés de vous préparer quant à tout développement de la crue et de prêter attention au prochain message de ce Poste.
Avis d'Evacuation	Ici le Poste d'Alarme d'Iraghf. Nous vous informons de l'émission d'un Avis d'Evacuation par la Province d'Al Haouz. La crue a pris une ampleur dangereuse en amont. Vous êtes priés d'évacuer vers des lieux sûrs et de prêter attention au prochain message de ce Poste.
Annulation de l'Alerte à la Crue	Ici le Poste d'Alarme d'Iraghf. Nous vous informons de l'annulation de toute alerte à la crue par la Province d'Al Haouz. Le risque de crue c'est dissipé et la situation retourne à la normale. Nous vous remercions pour votre attention.

(2) Désignation des routes et sites d'évacuation

Une carte de crues a été élaborée comme présenté dans la Fig. 7.2.8 pour la zone d'Iraghf dans le cadre de la présente Etude et sur la base de l'analyse hydraulique présentée dans le Rapport Intérimaire 2 et sur la reconnaissance du terrain.

Non seulement cette carte montre les zones inondables à une période de retours de 100 ans, mais elle montre également deux lieux les plus sûrs pouvant servir de sites d'évacuation. Comme déjà mentionné dans le Rapport Intérimaire 2, il est très difficile de trouver des lieux sûrs aux alentours de la zone d'Iraghf qui est exposée à une multitude de désastres, y compris

les inondations, les écoulements des débris, les éboulements, les glissements des terrains et les écroulements de pentes. Les deux sites mentionnés, qui peuvent bien rester sous la menace d'autres désastres secondaires, ont été sélectionnés en consultation avec les habitants locaux.

La superficie totale des deux sites d'évacuation dépasse 1 hectare et peut accueillir quelque 5 000 personnes facilement, ce qui dépassent de loin le nombre total des habitants et des et des touristes attendus. D'autres part, les conditions des sentiers existants et qui mènent audits sites sont très mauvaises. Afin d'assurer une évacuation sûre et rapide même pour les personnes âgées, des routes d'évacuation doivent être construites sous forme d'escaliers.

(3) Stock des matériaux et des équipements

Les matériaux et les équipements nécessaires pour l'évacuation et les activités d'aides et secours seront répertoriés et mis en réserve dans des locaux désignés. Des pelles, des cordes, des piles, des couvertures, des couteaux, des unités radio, des médicaments, des denrées alimentaires, etc. sont recommandés pour un stockage dans les établissements publics et/ou chez les particuliers.

(4) Assistance guide des évacués

La cellule d'évacuation est responsable de la bonne exécution de l'évacuation et doit guider les habitants aux sites d'évacuation. Les enfants, les personnes âgées, les personnes handicapées doivent être évacués en premier. La cellule d'aides et secours est responsable des activités de secourisme au profit des personnes blessées.

(5) Assistance guide aux touristes

Une cellule d'assistance guide aux touristes sera créée parmi les employeurs et employés des hôtels, restaurants, boutiques, etc. La cellule devra guider les touristes qui ne sont pas familiers avec les événements exceptionnels de la région et les orienter vers les sites d'évacuation désignés en toute sécurité et rapidité.

(6) Contrôle de la circulation

Le contrôle de la circulation lors de passage de crues pose de grands problèmes dans la vallée de l'Ourika. Pendant la saison estivale, et surtout les jours de fin de semaines, quelque 300 véhicules stationnent le long de la route P2017, formant deux rangée de 1km sur les deux côtés de la route.

Comme déjà vu lors de la crue de 1995 et du 12 août 2001, cette situation est susceptible de causer des embouteillages, résultant en une panique et même un retardement de l'évacuation dans les pires des cas. Les expériences retenues des crues antérieures suggèrent que l'on doit s'abstenir d'utiliser les voitures lors des crues, même s'il paraît naturel que les automobilistes courent vers leurs véhicules pour s'échapper de la vallée à chaque fois qu'un message d'alerte est diffusé.

On devra faire quelque chose pour contrôler la circulation lors des crues. Il est très difficile pour les habitants de le faire parce qu'ils n'ont en pas le pouvoir. Au moins 10 agents de circulation seraient nécessaires pour contrôler un total de 300 voitures, ce qui dépasse la capacité humaine de la Gendarmerie Royale qui ne pourra jamais affecter ce nombre d'agents pour la seule localité d'Iraghf. L'aménagement d'espaces de stationnement pourra résoudre le problème, mais il sera nécessaire de trouver un espace de 1h pour accueillir un tel nombre de véhicules. L'introduction d'une idée appelée "Park and Ride" selon laquelle les voitures particulières sont contrôlées à l'entrée de la vallée et leurs passagers transportés plus loin dans la vallée par des bus de navette, doit également faire l'objet de discussion comme étant l'une des solutions envisageables.

(7) Exercice d'évacuation

Un exercice d'évacuation devra être effectué au moins une fois par an au même titre que les exercices de communication auxquels devra participer la Province, la DRHT et la DPE, etc.

(8) Relations publiques

Les efforts fournis pour la familiarisation du SPAC entre les touristes et les habitants devront constituer une constante dans la zone. Les panneaux de signalisation expliquant le SPAC et mentionnant les désastres antérieurs sont très efficaces dans ce sens. Un exercice d'évacuation offre une bonne occasion aux habitants pour la compréhension du système et les aide à garder la mémoire des désastres vécus dans le passé.

(9) Evaluation des activités d'évacuation et mise à jour du Plan d'Evacuation

Après chaque crue qui a atteint la Phase d'Observation ou plus et après chaque exercice, tout les membres de l'organisation d'évacuation doivent se réunir pour évaluer les activités réelles et les exercices afin de mettre à jour le Plan d'Evacuation.

7.3 Programme de transfert technique

De nombreux programmes de transfert technique ont été au rendez-vous au cours et après les travaux d'installation afin de permettre au personnel concerné d'acquérir le savoir-faire nécessaire à l'exploitation du système installé dans les plus brefs délais. Ces programmes sont résumés comme suit:

Programme de transfert technique

Programme	Date	Stagiaires/participants	Contenus
Formation sur site d'installation	23/10/2001 au 2/12/2001	4 techniciens de la DRHT et 5 gardiens	4 techniciens de la DRHT ont participé aux travaux d'installation en guise de formation sur site
Formation sur la maintenance	23/11/2001	5 techniciens de la DRHT	Instruction sur la maintenance préventive et l'exploitation des équipements pour les observateurs des stations d'observation de crue à la station de Tazzitout.
Formation sur l'exploitation du système de traitement des données	3/12/2001	4 techniciens de la DRHT	Instruction sur l'exploitation du logiciel de traitement des données et le contrôle au Centre Informatique Principal
Formation aux gardiens de stations	7/12/2001	5 gardiens de station	Instruction sur la lecture des données de l'UTD (Unité Terminale à Distance) à la station de Tazzitout.
Visites au site	11 et 13/12/2001	Environ 40 personnes des administrations concernées	Les participants ont visité le Centre Informatique Principal, La station de contrôle du Caïdat d'Ourika, le Poste d'Alarme d'Iraghf et la station de Tazzitout
Atelier-séminaire	12/12/2001	Environ 30 personnes des administrations concernées	Un séminaire d'une journée avec 4 exposés à l'Institut Supérieur des Travaux Publics
Formation sur la saisie des données	19/12/2001	2 techniciens de la DRHT	Instruction sur la saisie des données de pluie et du niveau d'eau au Centre Informatique Principal de la DRHT
Exercice de communication	21 et 26/12/2001	La DRHT, la DPE, la Province d'Al Haouz et la DGH	Exercice de communication entre la DRHT et les trois stations de contrôle

En ce qui suit plus de détail sur le contenu des visites au site, de l'atelier séminaire et de l'exercice de communication.

7.3.1 Événement d'inauguration (visites au site et atelier séminaire)

En guise d'événements d'inauguration de la Phase I du Projet Pilote, des visites au site et un atelier séminaire ont été organisés entre le 11 et le 13 décembre 2001. Ces événements ont eu pour premier objectif d'attirer l'attention du personnel concerné et d'accroître son assimilation du système du Projet Pilote comme il lui échoit d'exploiter et d'entretenir ce système mis en place. La presse et un reporteur de la télévision ont également pris part à ces événements et ont en fait la présentation dans leurs journaux et programmes de télévision.

(1) Tours de visites au site

Deux tours de visites au site ont été organisés pour les cadres et les représentants des administrations concernées. Le premier tour a eu lieu le 11 décembre et a accueilli les cadres de haut niveau, notamment les directeurs et leur adjoints et les représentants de l'autorité locale. Le deuxième qui a eu lieu le 13 décembre était offert au profit des autres catégories de cadre tout en gardant le même contenu.

Ces tours nous ont tous emmenés au Centre Informatique Principal (CIP) de la DRHT, la station de contrôle du Caïdat d'Ourika, le Poste d'Alarme d'Iraghf et la station de Tazzitout. Au CIP,

une présentation a été faite au sujet du système de traitement des données qui consiste en un PC serveur et un PC client, suivi de la présentation de la procédure générale du fonctionnement du SPAC pilote. Les participants ont eu également droit à une démonstration des méthodes d'exploitation du PC client installé au Caïdat d'Ourika ainsi qu'à un test de communication via radiotéléphone VHF avec le Poste d'Alarme, même si la connexion avec le CIP n'a pas pu être établie en raison de perturbations affectant la ligne téléphonique. Des messages d'alertes fictives ont été diffusés à partir des haut-parleurs du Poste d'Alarme d'Iraghf. La présentation a également concerné les équipements d'observation hydrologique y compris une jauge ultrasonique des niveaux d'eau à la station de Tazzitount.

(2) Atelier séminaire

Un atelier séminaire a été organisé le 12 décembre à l'Institut des Techniciens Spécialisés des Travaux Publics à Marrakech. Suite aux discours d'ouverture par Monsieur le Directeur de la DRHT et Monsieur le Représentant Résident du bureau de la JICA au Maroc, quatre exposés ont été donnés comme suit:

Exposés de l'atelier séminaire

Exposés	Administration	Titre de l'exposé
M. Hassan ARESMOUK	DRHT	Problèmes de crues dans le Bassin versant de l'Ourika
M. Takeshi SASAHARA	Equipe d'Etude de JICA	Installation des équipements du SPAC dans le bassin versant de l'Ourika
M. Masami KATAYAMA	Equipe d'Etude de JICA	Guide d'exploitation du Projet Pilote
M. Yoshiharu MATSUMOTO	Equipe d'Etude de JICA	Contrôle de la circulation dans les zones exposées aux désastres au Japon

7.3.2 Exercice de communication

Un exercice de communication entre la DRHT et les trois stations de contrôle: la DPE, la Province d'Al Haouz et la DGH a été effectué à deux reprises le 21 et le 26 décembre 2001 afin de familiariser le personnel concerné avec les équipements et procédures de leur exploitation suivant le guide proposé et de relever les problèmes qui peuvent se révéler dans lesdites procédures.

(1) Procédure générale

La procédure adoptée pour ces exercices était comme suit:

- La DRHT envoie un Message de Préavis de crue par Fax aux trois stations de contrôle: la Province d'Al Haouz, la DPE d'Al Haouz et la DGH respectivement,
- Chaque station de contrôle appelle la DRHT en confirmation de la réception du Message de Préavis,
- Chaque station de contrôle démarre son PC et se connecte au serveur de la DRHT,
- Chaque station de contrôle appelle la DRHT aussitôt connectée,
- La DRHT envoie une Annulation du Message d'Avis de Crue aux stations de contrôle par Fax,
- Et finalement, chaque station de contrôle appelle la DRHT en confirmation de la réception du Message d'Annulation.

(2) Résultats de simulation

Le temps qu'il a fallu pour les administrations au cours de chaque procédure se présente comme suit:

Temps consommé au cours de la procédure de communication

Procédure	Temps consommé le 21 déc. (min.)			Temps consommé le 26 déc. (min.)		
	Province	DPE	DGH	Province	DPE	DGH
Réception du premier message d'avis de crue par fax	12	8	9	5	7	9
Démarrage du PC et connexion avec le serveur de la DRHT	45 (57)	30 (38)	30 (39)	20 (25)	22 (27)	10 (19)
Réception du deuxième message d'avis de crue par fax	13 (70)	5 (43)	3 (42)	15 (40)	5 (32)	5 (24)
Déconnexion du serveur de la DRHT et arrêt du PC	15 (85)	10 (53)	15 (57)	5 (45)	10 (42)	15 (39)
Total temps nécessaire	85	53	57	45	42	39

Les chiffres entre parenthèses désignent le temps accumulé

(3) Problèmes du système révélés par les résultats de la simulation

A juger des résultats de la simulation mentionnés ci-dessus, les principaux problèmes entravant la bonne exploitation du système se présentent comme suit:

- L'envoi par la DRHT aux autres administrations concernées des informations relatives aux crues prend beaucoup de temps. Le problème est dû au fait que la DRHT ne dispose que d'une seule ligne téléphonique pour l'envoi des télécopies. Par conséquent, la DRHT n'envoie qu'un seul Fax à la fois, résultant ainsi en plus de consommation de temps. De plus, les parties réceptrices (chaque administration) ne disposent que d'une seule ligne et l'état de communication peut être perturbé, notamment lorsque la ligne est occupée.
- Après la réception du Fax des informations de crues, il a fallu plus de 30 minutes pour se connecter au serveur de la DRHT. Ceci est également dû au fait que les administrations concernées ne disposent que d'une seule ligne qui est utilisée pour le téléphone, la télécopie et la connexion au serveur.
- D'autre part, la DRHT ne dispose que de deux lignes exclusives pour la connexion au serveur, ce qui fait que deux administrations seulement peuvent accéder au même moment au serveur de la DRHT occupant ainsi les lignes pour les autres administrations.
- Par ailleurs, le personnel en charge de la connexion dans les administrations concernées ne s'est pas encore familiarisé avec le système. Ainsi, la DRHT a envoyé un technicien pour les assister dans l'exploitation du système. Cependant, le fait contribue également à augmenter le temps nécessaire à la simulation.

Néanmoins, les problèmes les plus sérieux consistent en:

- L'insuffisance des lignes téléphoniques pour l'exploitation du système
- Le non-familiarité du personnel concerné avec le nouveau système

Sur la base des résultats des simulations, l'Equipe d'Etude a fortement recommandé à la DRHT et aux stations de contrôle d'effectuer des simulations régulières et d'installer de nouvelles lignes téléphoniques exclusives au système.

7.3.3 Simulation d'évacuation

Un exercice d'évacuation a été réalisé à Iraghf le 12 février 2002 avec la participation de quelque 40 volontaires parmi les habitants locaux.

(1) Objectifs de la réalisation de l'exercice d'évacuation

Les alertes aux crues seront diffusés dans la zone d'Iraghf chaque fois qu'une crue se déclare. A l'aide des messages d'alerte, les habitants et les touristes sont invités à se préparer et/ou à évacuer immédiatement vers des lieux plus sûrs. Il est important pour eux de se familiariser avec les procédures d'évacuation y compris les routes et sites d'évacuation.

Les objectifs de cet exercice d'évacuation sont de familiariser les habitants avec les procédures d'évacuation à travers les simulations et l'identification des problèmes dont peuvent souffrir ces procédures. De telles simulations aideront sûrement à réduire le nombre de victimes des crues.

(2) Procédure de base de l'exercice

Généralement, les exercices d'évacuation sont réalisés suivant la procédure que suit:

- Diffusion d'un Message d'Alerte à la Crue
- Rassemblement des participants par groupe dans un point de rencontre pré-défini pour chaque groupe. (Les participants sont répartis en groupes auparavant).
- Diffusion d'un Message d'Avis d'Evacuation
- Evacuation des participants vers un site d'évacuation pré-défini sous la direction de chaque chef de groupe
- Attente et vigilance des participants dans les sites d'évacuation
- Diffusion du Message d'Annulation
- Retour des participants/habitants aux points de rencontre
- Discussions entre tous les participants à propos de l'exercice d'évacuation
- Fin de l'exercice

(2) Réalisation de l'exercice de simulation

L'exercice d'évacuation a été effectué le 12 février 2002 suivant la procédure suivante:

Procédure de l'exercice d'évacuation

Heure	Message diffusé	Activités d'évacuation par les participants
10:00	Annonce de la réalisation d'un exercice d'évacuation	-
11:00	Diffusion d'un Message d'Alerte à la Crue	Rassemblement au point de rencontre
11:10	Diffusion d'un Message d'Avis d'Evacuation	Déplacement au site d'évacuation, attente et vigilance
11:30	Diffusion d'un Message d'Annulation	Retour aux points de rencontre
11:40	Evaluation et discussion sur l'exercice d'évacuation	-
12:30	Fin de l'exercice	-

(3) Résultats de l'exercice d'évacuation

Un total de 44 habitants ont pris part à l'exercice d'évacuation. Ils étaient divisés en trois groupes. Le temps écoulé lors de la réalisation de l'exercice d'évacuation pour chaque groupe est présenté dans le tableau suivant:

Résultats de l'exercice d'évacuation

Heure	Message diffusé	Activité d'évacuation	Temps écoulé (min.)		
			Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3
11:00	Message d'Alerte à la Crue	Rassemblement aux points de rencontre	5 (20)	7 (11)	1 (13)
11:10	Message d'Avis d'Evacuation	Déplacement aux sites d'évacuation, attente et vigilance	4 (20)	3 (9)	2 (15)
11:40	Message d'Annulation	Retour aux points de rencontre	6 (20)	4 (9)	3 (15)

Les chiffres entre parenthèses désignent le nombre de participants

A juger du tableau que dessus, il convient d'avancer les observations suivantes:

- Le nombre de participants est supérieur au nombre prévu.
- Le temps consommé dans l'exercice d'évacuation est relativement court, même s'il peut y avoir des éléments à améliorer pour réduire encore le temps nécessaire à l'évacuation.
- Le mouvement de déplacement vers les sites d'évacuation a été rapide et organisé. Cependant, deux membres du groupe 2, des personnes âgées, ont abandonné l'escalade au site d'évacuation en raison de la difficulté d'accès au site.
- En conclusion, l'exercice d'évacuation a été un succès.

Au cours des discussions qui ont suivi l'exercice d'évacuation, les observations suivantes ont été formulées:

- L'exercice d'évacuation a été réalisé dans la lumière du jour, mais afin d'assurer un mouvement facile pour l'activité d'évacuation même durant la nuit, il est nécessaire de fournir des lampadaires au long de la route.
- Puisque l'exercice a été effectué en hiver, en basse saison touristique, il n'y avait qu'un mouvement de circulation très limité. En été, cependant, plusieurs centaines de véhicules circulent dans la vallée de l'Ourika. Il est nécessaire de contrôler la circulation afin d'assurer la bonne évacuation des gens et d'éviter les accidents de circulation.

- Les messages d'alertes diffusés du poste d'alarme sont compréhensibles et acceptables.
- Les habitants ont exprimé leur compréhension de la nécessité d'établir une organisation d'évacuation.

7.4 Exercice de simulation globale

7.4.1 Introduction

Un exercice de simulation globale du SPAC a été réalisé avec succès le 25 juin 2002 avec la participation des habitants et des touristes à Iraghf dans la vallée de l'Ourika ainsi que celle de toutes les administrations concernées y compris l'ABHT, la DPE, la DGH, la DMN, la Province d'Al Haouz, le Cercle de Tahannaout, le Caïdat d'Ourika, la Commune Rurale de Setti Fadma, La Gendarmerie Royale, La Protection Civile, la Santé Publique, les Forces Auxiliaires, etc., en utilisant les équipements du Projet Pilote Phase I et en imaginant le passage d'une crue dans la vallée.

Comme exposé dans la section précédente, deux exercices de communication entre l'ABHT (DRHT) et la Province, entre l'ABHT et la DPE d'Al Haouz et entre l'ABHT et la DGH ont été effectués en décembre 2001. Un exercice d'évacuation a également été réalisé à Iraghf en février 2002. Cet exercice de simulation globale, qui englobe les procédures adoptées pour les exercices antérieurs, couvre la totalité des composantes du SPAC avec la participation de toutes les administrations concernées.

Les données hydrologiques ont été transmises des stations d'observation des crues à l'ABHT par radiotéléphone. Le message d'alerte de la DMN, les messages d'Avis de Crue de l'ABHT et les Alerte à la Crue de la Province d'Al Haouz ont été diffusés aux administrations concernées à travers des routes de communication définies au préalable. L'évacuation des 130 habitants et 13 touristes qui ont bien voulu prendre part à l'exercice a également été réalisée à Iraghf suivant les messages qui ont été diffusé à partir du Poste d'Alarme.

Les objectifs tracés pour l'exercice de simulation globale se présentaient comme suit :

- Familiariser plus les habitants et le personnel des administrations concernées avec les équipements et/ou les procédures d'exploitation du SPAC,
- Fournir un exemple d'exercice de simulation à la partie marocaine pour laquelle il est recommandable d'effectuer des exercices similaires,
- Relever les problèmes de procédure, et
- Procéder à l'inspection des équipements installés dans le cadre de la réalisation du Projet Pilote Phase I.

7.4.2 Activités préparatoires

Les activités préparatoires de l'exercice de simulation ont été entamées aussitôt que l'Etude à repris en mai 2002, comme suit:

(1) Préparation du scénario

Un scénario unique pour l'exercice de simulation globale qui devait être suivi par tous les participants a été distribué à Marrakech, Tahannaout, et la vallée de l'Ourika. Plusieurs types de scénarios, y compris des scénarios optimistes, ordinaires ou pessimistes, ont été concevable au début. En fin, l'un des scénarios les plus optimistes, comme illustré par la Fig. 3.2.1 devait être adopté en raison des considérations suivantes:

(a) Date et heure de l'exercice de simulation globale (mardi 25 juin 2002)

Le mardi 25 juin 2002 a été fixé pour la réalisation de l'exercice de simulation en prenant en considération les exigences des habitants et le nombre de jours nécessaires aux activités préparatoires. Environ trois heures, de 15:00 à 18:00, ont été choisies pour la réalisation de l'exercice, heures qui correspondent aux heures ouvrables des administrations concernées.

Quelques membres des administrations ont proposé que l'exercice de simulation soit réalisé le samedi ou dimanche pendant lesquelles plus de touristes peuplent la zone d'Iraghf, et de le réaliser pendant la nuit à l'instar de ce qu'a été la situation lors de la crue de 1995. Cependant, l'Equipe d'Etude a jugé inopportun de réaliser l'exercice avec la participation des touristes dans une situation de pareille difficulté. Cet exercice d'évacuation impliquant les touristes a été le premier du genre à effectuer au Royaume, et on devait éviter toute panique ou accident par tous les moyens. De plus, l'Equipe d'Etude a évité les heures supplémentaires pour le personnel des administrations concernées afin de faciliter leur participation dans l'exercice de simulation.

(b) Emission du message d'alerte de la DMN

La DMN a fourni des efforts dans le but d'améliorer la précision de la prévision météorologique. Cependant, les prévisions locales, telles pour la région du Haut Atlas manquent de précision. Selon un examen de la précision des messages d'alerte de la DMN en sous-section 4.3.1, 4 messages sur 12 émis pour la région en octobre 1999 ont été erronés. De plus, dans l'un de ces cas, de fortes précipitations d'environ 40 mm n'ont pu être détectées par la DMN.

Comme le montre cet examen, il est possible qu'une crue se produise sans que la DMN ait émis un message d'alerte. Cependant, la DMN devait émettre un message d'alerte pour les fins de l'exercice de simulation à 15:00, avant que la crue se révèle. A la réception de ce message d'alerte, chaque administration pouvait rester vigilante depuis le commencement de l'exercice de simulation.

(c) Scénarios de pluies et des niveaux d'eau

Une crue sévère dépassant les seuils d'alerte au point de nécessiter une évacuation a été conçue comme suit:

Les pluies commencent à 15:30 et atteignent le seuil de pré-alerte et d'alerte à 15:50 et 16:20 respectivement, pour s'arrêter à 16:40. Les niveaux d'eau atteignent le seuil de pré-alerte à 15:50 et le seuil d'alerte à 16:20. Après avoir atteint sa pointe à 16:30, les niveaux d'eau reviennent en dessous des seuils d'alerte à 16:50.

Sur la base des scénarios que dessus, les données des pluies et des niveaux d'eau des stations d'observation des crues ont été préparées comme présenté au Tableau 7.4.1 et ont été remis aux observateurs au préalable.

(2) Confirmation des procédures d'exploitation du SPAC

Les activités/procédures d'exploitation du SPAC qui doivent être réalisées et suivies par les administrations concernées ont été proposées dans "le guide d'exploitation expérimentale du Projet Pilote" du Rapport d'Etat d'Avancement. Ces activités/procédures devaient en principe être également suivies lors de la réalisation de l'exercice de simulation globale, et ont fait l'objet de confirmation et de plus d'amélioration à travers une série de réunions et de deux tests de simulation comme présenté au Tableau 7.4.2. La Fig. 7.4.2 et 7.4.3 illustrent les routes de

transmission du message de la DMN, des messages d'Avis de Crue de l'ABHT et des Alertes à la Crue de la Province qui ont été finalisés pour les fins de la réalisation de l'exercice de simulation globale. En ce qui suit les résumés des activités/procédures entreprises par les principales administrations impliquées dans l'exploitation du SPAC ainsi que les procédures d'évacuation suivies lors de la réalisation de l'exercice de simulation globale du 25 juin 2002:

(a) ABHT

Immédiatement après la réception du message d'alerte de la DMN (Fig 7.4.4), une équipe d'exploitation du SPAC composée d'un ingénieur hydrologiste et deux techniciens (opérateur radio et informaticien) ont été mobilisés au Centre Informatique Principal. Puis, l'opérateur radio de l'ABHT a contacté les stations d'observation de crues d'Amenzal, Tiourdiou, Tazzitounte et Tourcht par radiotéléphone et leur a demandé de commencer la prise de mesures fréquente et la transmission des données chaque 10 minutes. La station d'Agouns a été exclue de l'exercice de simulation en raison d'une panne de radio.

L'opérateur radio de l'ABHT a reçu les données des pluies et des niveaux d'eau des stations et les a enregistré sur la feuille des données chaque 10 minutes. Ensuite, la feuille des données est remise à l'informaticien qui a entré les données dans le système de traitement des données. L'informaticien et l'ingénieur hydrologiste ont continué le monitoring des informations hydrologiques sur l'écran de l'ordinateur.

Aussitôt que les pluies et/ou les niveaux d'eau ont dépassé les seuils de pré-alerte ou d'alerte ou que toutes les données de pluies et des niveaux d'eau indiquent des niveaux en dessus des seuils de pré-alerte, ils ont préparé un Message d'Avis de Crue (Préavis de Crue, Avis de Crue, Annulation) suivant la situation de la crue. A la réception de l'aval du Directeur ou de son substitut (le Directeur Adjoint pendant l'exercice de simulation) relatif à l'émission du Message d'Avis de Crue, le message est alors remis à la secrétaire du directeur qui le diffuse par fax à la Province d'Al Haouz, la DPE, la DGH et la DMN. Ces administrations sont ensuite immédiatement contactées par téléphone, afin de confirmer leur réception des messages.

Lors du premier test de simulation, il leur a fallu 10 à 20 minutes pour établir les messages d'avis de crues sur le PC Client. A partir du deuxième test de simulation, l'écriture manuelle a été adoptée pour inscrire les données hydrologiques dans le formulaire du message afin d'accélérer la procédure. Des exemples des Messages d'Avis de Crue émis lors de l'exercice de simulation globale sont fournis en Fig 7.4.5.

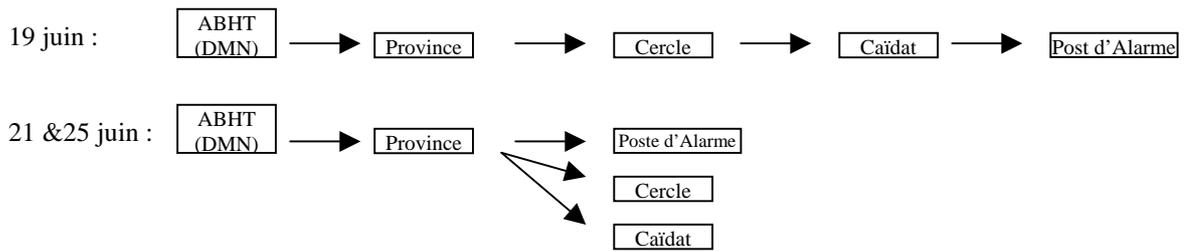
(b) Province d'Al Haouz

La cellule de transmission joue un rôle important dans Province d'Al Haouz. A la réception du message de la DMN, le message est immédiatement remis en mains propres ou par téléphone interne à M. le Gouverneur ou au Secrétaire Général en l'absence celui-ci. Le message de la DMN est ainsi diffusé suivant les instructions du décideur à la DPE, la Gendarmerie Royale, la Protection Civile, les Force Auxiliaires, la Santé Publique, le Cercle de Tahannaout, le Caïdat d'Ourika et le Poste d'Alarme d'Iraghf. L'ordinateur installé dans le cadre de la réalisation du Pilote Projet pour les fins du SPAC et également mis en marche pour le monitoring des informations relatives à la crue qui sont envoyées par l'ABHT.

Les messages d'Avis de Crue émis par l'ABHT sont remis au Gouverneur ou au Secrétaire Général immédiatement après leur réception. Aussitôt qu'il décide l'émission d'une alerte à la crue (Alerte à la Crue, Avis d'Evacuation ou Annulation), la cellule de transmission établie le message d'alerte et le diffuse aux même administrations

destinataires du message de la DMN. Les messages d'Alerte émis lors de l'exercice de simulation sont présentés en Fig 7.4.6.

Lors du premier test de simulation du 19 juin 2002, le message de la DMN et les messages d'Alerte à la crue ont été diffusés au Poste d'Alarme indirectement de la Province à travers le Cercle de Tahannaout et le Caïdat d'Ourika suivant la hiérarchie administrative. Cependant, la procédure progressive a résulté en un temps de diffusion significativement long des messages lors du test de simulation tel qu'exposé dans la section 7.4.3. A partir du deuxième test de simulation réalisé le 21 juin 2002, la diffusion directe vers le Poste d'Alarme a été adoptée sur la base des discussions de la réunion tenue le lendemain du premier test.



Route de diffusion des messages

Le contenu des alertes à la crue qui sont diffusés vers le Poste d'Alarme a également été simplifié afin de faire parvenir au poste des instructions claires, et ceux après le premier test de simulation au cours duquel les même longs messages qui ont été diffusés aux administrations concernées ont été transmis à la lettre au Poste d'Alarme par le Caïdat d'Ourika via radiotéléphone et ont résulté en la confusion de l'opérateur. Les messages simplifiés sont présentés en Fig 7.4.7.

Deux opérateurs, nommés par la commune rurale de Setti Fadma, ont été assignés en permanence au Poste d'Alarme depuis mai 2002. L'opérateur diffusait les messages d'alerte suivant les instructions de la Province. Il a directement utilisé le microphone pour diffuser le message de la DMN dans une manière facile à comprendre. Concernant les Alertes à la Crue, il a diffusé les messages d'alerte enregistrés au préalable. Après chaque diffusion, il présente son rapport à la Province. La communication a également été assurée à travers le radiotéléphone avec le Caïdat d'Ourika qui forme une représentation décentralisée de la Province dans la vallée de l'Ourika et qui participe aussi à l'exercice pour l'échange des informations relatives à la crue.

Lors de l'exercice de simulation globale, les messages ont effectivement été diffusés pour les fins des activités d'évacuation, mais pas lors des tests de simulation du 19 et 21 juin 2002, au cours desquels, les messages ont seulement été reçus dans le Poste d'alarme.

Messages diffusés

Message	Message diffusé	Observations
Message d'alerte de la DMN	Selon la prévision météorologique de la DMN, de fortes pluies locales peuvent s'abattre sur la région. Veuillez rester vigilant.	
Alerte à la crue de la Province	Ici le Poste d'Alarme d'Iraghf. Nous vous informons qu'un Avis d'Evacuation a été émis par la Province d'Al Haouz. De fortes pluies et/ou des niveaux d'eau en augmentation ont été observés en amont de l'Oued Ourika. Nous vous demandons de vous préparer à tout développement éventuel de la crue et de prêter attention au prochain message de ce Poste d'Alarme.	Message enregistré (Sirène + Message vocal)
Avis d'Evacuation de la Province	Ici le Poste d'Alarme d'Iraghf. Nous vous informons qu'une alerte à la crue a été émise par la Province d'Al Haouz. La crue a pris une ampleur dangereuse en amont. Nous vous demandons d'évacuer vers des lieux sûrs et de prêter attention au prochain message de ce Poste d'Alarme.	Message enregistré (Sirène + Message vocal)
Message d'Annulation de la Province	Ici le Poste d'Alarme d'Iraghf. Nous vous informons que la Province d'Al Haouz a annulé l'alerte à la crue. Le risque de crue s'est dissipé et les conditions de l'Oued reviennent à la normale. Nous vous remercions pour votre attention	Message enregistré (Sirène + Message vocal)

(d) Activités d'évacuation à Iraghf

La procédure d'évacuation a été la même que celle adoptée pour l'exercice d'évacuation effectué en février 2002, comme suit:

- Les participants ont été divisés en trois (3) groupes au préalable suivant leurs emplacements,
- Les participants se sont rassemblés en trois points déterminés en avance pour chaque groupe après avoir entendu la diffusion du message d'Alerte à la Crue,
- Les participants ont évacué vers deux sites d'évacuation prédéfinis en utilisant trois (3) routes d'évacuation également prédéfinies suivant les instructions du chef de groupe et après avoir entendu le message d'Avis d'Evacuation,
- Les participants ont attendu aux sites d'évacuation,
- Les participants ont redescendu aux points de rencontre après avoir entendu le message d'Annulation et les activités prennent fin.

(e) Autres administrations

En plus de ce qui précède, la DMN de Marrakech, la DGH, la DPE d'Al Haouz, la brigade de la DPE d'Oukaïmedan, le Cercle de Tahannaout, le Caïdat d'Ourika, la Commune Rurale de Setti Fadma, la Gendarmerie Royale de Tahannaout et sa Brigade de l'Ourika, la Protection Civile de Marrakech et son unité d'Ait Ourir, les Forces Auxiliaires de Tahannaout, la Santé Publique de Tahannaout et le centre de santé de Setti Fadma ont participé à l'exercice de simulation principalement dans la transmission des messages comme illustré en Fig. 7.4.2 et 7.4.3.

(3) Préparation de brochures, carte et panneaux signalétiques

Dans le but de faciliter l'exercice d'évacuation à Iraghf, une brochure appelant à la participation des touristes dans l'exercice de simulation, une carte touristique montrant les routes et sites d'évacuation ainsi que les cafés et restaurants, et des panneaux signalétiques indiquant les

points de rencontre et les routes d'évacuation ont été préparés. La brochure est présentée en Fig. 7.4.8, et une copie réduite de la carte et des panneaux signalétiques sont fournis en Fig. 7.4.9.

Environ 100 copies des brochures ont été produites et distribuées aux habitants et aux touristes à Iraghf le 25 juin 2002. Une copie de la carte touristique a été suspendue près de la porte du Poste d'Alarme et trois autres copies sur les arbres des jardins des restaurants. Un panneau signalétique en flèche a été mis en place à chaque entrée de route d'évacuation et point de rencontre.

7.4.3 Résultats et évaluation de l'exercice de simulation globale

Avant de réaliser l'exercice de simulation globale, deux tests de simulation, qui ne comprenaient pas d'exercice d'évacuation, ont été effectués le 19 et 21 juin 2002. Le premier test a été programmé et organisé par les soins de l'Equipe d'Etude alors que le deuxième a été réalisé suite à la recommandation et l'initiative de M. le Gouverneur de la Province d'Al Haouz qui n'a pas été satisfait par les résultats obtenus lors du premier test. A travers les deux tests de simulation, les administrations concernées sont devenues plus familiarisées avec les équipements et les procédures de leur exploitation. Les réunions d'évaluation qui ont été organisées après les deux tests ont offert de bonnes occasions pour l'amélioration desdites procédures. Puis, l'exercice de simulation globale a été réalisé le mardi 25 juin 2002, impliquant des volontaires parmi les habitants et les touristes d'Iraghf.

(1) Emission des messages sur l'axe principal du SPAC

Les routes de transmission de la DMN ou l'ABHT au Poste d'Alarme d'Iraghf à travers la Province représentent l'axe principal du SPAC. Le succès du SPAC dépend beaucoup sur la rapidité de la transmission des messages sur cet axe. Par exemple, dans l'Avant-projet du Plan Directeur proposé dans le Rapport Intérimaire 2, un total de 30 minutes est permis pour l'achèvement des procédures du SPAC, y compris l'évacuation. Mis à part les 10 minutes permises pour les activités d'évacuation par le Plan Directeur, seulement 20 minutes sont disponibles pour l'ABHT, la Province et le Poste d'Alarme pour collecter les données hydrologiques, émettre l'Avis de Crue, émettre l'Avis d'Evacuation et le diffuser au Poste d'Alarme.

Le Tableau 7.4.3 présente les détails du temps écoulé dans chaque procédure de l'exercice de simulation, et les Fig. 7.4.10, 7.4.12 et 7.4.12 illustrent les procédures et les flux des messages des trois exercices sur un emploi de temps. Le temps écoulé à la réception par le Poste d'Alarme des messages est résumé dans le tableau suivant:

Résumé du temps écoulé à la réception des messages par le Poste d'Alarme

Exercice de simulation	Date	Alerte de la DMN	Préavis de crue/ Alerte à la crue	Avis de crue/ Avis d'Evacuation	Annulation
1 ^{er} Test de simulation	19 juin	70	76	65*	45*
2 nd Test de simulation	21 juin	7	15	18	13
Exercice de simulation globale	25 juin	13	18	15	15

* : Le temps écoulé à la réception du message par le Caïdat d'Ourika (puisque le radiotéléphone du Poste d'Alarme était en panne, les messages d'Avis d'Evacuation et d'Annulation n'ont pu être reçus).

(a) Temps écoulé

Chaque procédure a été significativement accélérée grâce aux tests de simulation. Le temps total écoulé de la collecte des données hydrologiques par l'ABHT à la réception

des messages d'alerte par le Poste d'Alarme a été réduit par 30 à 60 minutes en comparaison avec le premier test. Lors de l'exercice de simulation globale, le message d'alerte de la DMN a été diffusé au Poste d'Alarme en 23 minutes. Concernant la séquence de procédures des Alertes à la Crue, il a fallu 15 à 18 minutes depuis la collecte des données par l'ABHT à la diffusion des messages par la Province au Poste d'Alarme.

Ce temps total écoulé de 15 à 18 minutes paraît satisfaisant, comparé au 20 minutes ciblées par le Plan Directeur. Cependant, il est à noter qu'un tel temps de fonctionnement a été réalisé dans des conditions où toutes les administrations concernées ont été informées au préalable et prêtes au commencement de l'exercice. Il est naturel de prévoir que le temps de fonctionnement sera plus long en cas de crue réelle.

(b) Qualité des messages

La qualité des messages qui ont été émis au destinataire final, le Poste d'Alarme, a également été améliorée. Lors du premier test de simulation, les mêmes longs messages des télécopies envoyées aux administrations concernées étaient transmis à la lettre au Poste d'Alarme à travers le Caïdat d'Ourika par radiotéléphone et ont entraîné la confusion de son opérateur. Après les tests de simulation, une simplification des messages a été adoptée comme dans la Fig 7.4.7. Tous les messages ont été si simples et clairs que l'opérateur du Poste d'Alarme a pu les comprendre facilement.

(c) Détournement du Cercle et du Caïdat

Après le premier test de simulation, les messages ont été diffusés de la Province directement au Poste d'Alarme, contournant ainsi le Cercle de Tahannaout et le Caïdat d'Ourika et ignorant la hiérarchie administrative afin de transmettre le message au Poste d'Alarme dans les plus brefs délais. Ce contournement a été d'un grand succès en termes d'accélération des procédures.

D'autres parts, il est à affirmer que le Caïdat d'Ourika reste l'administration de tutelle du Poste d'Alarme. Lors de l'exploitation du SPAC, le Caïdat d'Ourika doit garder un contact étroit avec le Poste d'Alarme et le Cercle de Tahannaout pour collecter les informations nécessaires afin d'intervenir convenablement.

(d) Ecriture manuelle des messages d'avis de crue

L'adoption de l'écriture manuelle pour l'établissement des messages d'avis de crue a également contribué à l'accélération de la procédure.

(e) Personnel nécessaire pour l'exploitation du système

A travers l'exercice de simulation, il s'est révélé que l'ABHT et la Province ont besoin d'une équipe d'exploitation du SPAC composée d'un chef et deux assistants (techniciens) en moins.

(2) Evacuation

Il faisait beau et pas si chaud à Iraghf ce 25 juin 2002. Des dizaines de touristes marocains étaient présents dans les jardins des cafés et restaurants. Dans l'après-midi, à partir des environs de 16:00 et jusqu'à 17:00, les activités d'évacuation d'un total de 142 participants volontaires, dont 13 touristes, ont été effectuées dans le cadre de la réalisation de l'exercice de simulation globale. M. le Gouverneur de la Province d'Al Haouz a été également présent pour assister aux activités d'évacuation.

Les participants ont été divisés en trois (3) groupes suivant leurs emplacements, lesquels groupes ont été orientés au point de rencontre et la route d'évacuation les proches. Le nombre de participants et le temps écoulé sont présentés dans le tableau suivant pour chaque groupe :

Résumé des résultats des activités d'évacuation

Activité	Elément		Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3	Total
Rassemblement au point de rencontre après la diffusion du message d'Alerte à la crue	Nombre de participants	Habitants	34	50	45	129
		Touristes	1	5	7	13
		Total	35	55	52	142
	Temps écoulé (minutes)		1	5	1	N/a
Evacuation du point de rencontre au site d'évacuation après la diffusion du message d'Avis d'Evacuation	Nombre de participants	Habitants	20	50	34	104
		Touristes	3	5	4	12
		Total	23	55	38	116
	Temps écoulé (minutes)			3	2	s/o
Retour au point de rencontre et fin de l'exercice après la diffusion du message d'Annulation	Nombre de participants	Habitants	20	40	34	94
		Touristes	3	5	4	12
		Total	23	45	38	106
	Temps écoulé (minutes)			4	3	s/o

Généralement, les activités d'évacuation ont été menées avec succès et dans de bonnes conditions sans aucune panique ni accident. En ce qui suit des observations relatives aux activités d'évacuation:

(a) Participants

Quelque 130 habitants comptant pour 32 % de la population du village d'Iraghf (recensement de 1994) ont participé aux activités d'évacuation. On peut dire qu'un tel taux de participation reflète le grand intérêt et l'enthousiasme des habitants vis-à-vis des activités d'évacuation et qu'ils reconnaissent la nécessité de tels exercices d'évacuation. D'autres part, les participants parmi les touristes sont très peu, seulement 13 personnes, comme prévu parce que c'était un mardi qui ne coïncidait pas avec la haute saison touristique.

Par ailleurs, la majorité des participants étaient des hommes et seules quelques femmes parmi les touristes ont été observées. Il paraît difficile de d'arriver à faire participer les femmes dans une telle activité sociale et dans une telle zone rurale.

(b) Temps écoulé

Tous les groupes ont pu agir rapidement et se déplacer sans délai au site d'évacuation. Ils ont pu évacuer du point de rencontre dans seulement deux à trois minutes. Le temps total pour toutes les procédures de la collecte des données à l'achèvement de l'évacuation est d'environ 20 minutes, moins que les 30 minutes ciblées par l'Avant-projet du Plan Directeur.

(c) Erreurs de reconnaissance des messages d'alerte

Quelques participants ont agi par inadvertance sans se donner le temps d'écouter les messages d'alerte qui suivaient les sirènes. Ils ont fait des erreurs de reconnaissance des messages.

(d) Circulation

La circulation a été si légère que le déplacement des évacués a été sans obstructions.

(e) Routes et sites d'évacuation

Quelques problèmes se sont révélés dans le site d'évacuation en amont, présenté en Fig. 7.4.9, qui a été désigné pour le groupe 3 lors des activités d'évacuation. Quelques participants n'ont pas pu escalader la route pentue du site d'évacuation et ont abandonné l'évacuation. Dans le site d'évacuation, il existe plusieurs grands rochers tombés des flancs de la montagne, et plus de rochers sont susceptibles de tomber au moindre stimulus.

7.4.4 Evaluations et Recommandations

(1) Evaluations

L'exercice de simulation globale a été réalisé avec succès le 25 juin 2002, sans doute, largement en raison du scénario optimiste exposé dans la section 7.4.2. En conclusion, les résultats de l'exercice de simulation sont évalués comme suit:

- L'efficacité des deux tests de simulation a été remarquable. Le temps écoulé a été réduit par 30 à 60 minutes. La qualité des messages a également été améliorée. Cela n'est seulement pas parce que les procédures d'exploitation ont été modifiées après le premier test de simulation, mais également parce que tous les participants parmi les administrations concernés sont devenus de plus en plus familiarisés avec les équipements et les procédures.
- Dans l'exercice de simulation globale, le temps écoulé dans l'axe principal du SPAC depuis la collecte des informations hydrologiques par l'ABHT à l'exécution de l'évacuation était d'environ 20 minutes, qui est considéré comme étant dans les limites appropriées, en comparaison avec les 30 minutes ciblées par l'Avant-projet du Plan Directeur.
- Le contenu des messages a également été transmis correctement au Poste d'Alarme à partir duquel l'opérateur a pu diffuser les messages d'alerte facilement dans la zone d'Iraghf, adéquatement et immédiatement, à la différence de la confusion remarquée du gardien du Poste lors du premier test. Les messages diffusés ont guidé les participants sans problèmes.
- Généralement, les équipements ont fonctionné adéquatement au cours de l'exercice de simulation, même si le radiotéléphone du Poste d'Alarme d'Iraghf est tombé en panne. On peut dire que les équipements ont bénéficié d'une certaine maintenance jusqu'en juin 2002.
- Tous les participants, y compris ceux appartenant aux administrations concernées et les habitants du village d'Iraghf, ont été enthousiastes et sérieux lors de l'exercice. C'est l'une des raisons de la bonne marche de l'exercice, sans panique et sans accidents.

(2) Recommandations

Pour plus d'amélioration de l'exploitation du SPAC, nous avançons les recommandations suivantes:

(a) Exécution périodique de l'exercice de simulation

Comme déjà mentionné en section 7.4.1, l'un des objectifs de l'exercice de simulation qui a principalement été réalisé par l'initiative de l'Equipe d'Etude est de fournir à la partie marocaine un exemple de référence d'exercice de simulation. A partir de maintenant, la partie marocaine devra réaliser des exercices de simulation à sa propre initiative et par ses propres moyens.

Un exercice de simulation globale impliquant toutes les administrations concernées devra être effectué chaque mois de juin ou juillet au début de la saison touristique. Des exercices de simulation individuels ou à échelle réduite, impliquant une ou plusieurs administrations devront être effectués plus fréquemment afin de former le personnel des administrations. Des scénarios plus pessimistes sont également recommandables pour vérifier la bonne marche du SPAC dans des conditions difficiles, par exemple pendant la nuit et les jours de fins de semaine. Un tel exercice de simulation pourra révéler d'autres problèmes qui orienteront les améliorations éventuelles du SPAC.

(b) Exploitation et maintenance des équipements du système

Afin d'assurer l'exploitation durable des équipements, un système de maintenance soutenue des équipements doit être établi parmi l'ABHT, la DGH, la DPE et la Province d'Al Haouz.

(c) Amélioration des procédures, routes et sites d'évacuation

Les activités d'évacuation menées lors de l'exercice de simulation globale ont été réalisées avec succès comme prévu. Cependant, il reste vrai que plusieurs éléments sont à traiter en relation à la procédure d'évacuation, tels que l'encouragement de la participation des femmes du village dans l'exercice d'évacuation, l'évacuation des grands nombres de touristes qui visite la région en été, le contrôle de la circulation lors des passages de crues, etc. Il est nécessaire de continuer l'amélioration des procédures d'évacuation à travers l'exécution périodique des exercices susmentionnés.

Quelques problèmes de sécurité se sont révélés dans le site d'évacuation en amont et sa route d'accès. De plus, la nécessité de l'éclairage public a été évoquée à plusieurs reprises par les habitants d'Iraghf qui ont vécu des expériences difficiles dans l'évacuation pendant la nuit lors de la crue de 1995. L'amélioration des sites et routes d'évacuation est indispensable pour faciliter les activités d'évacuation.

(d) Renforcement des activités des associations locales

Pour guider les touristes vers les sites d'évacuation, la contribution des habitants locaux qui connaissent bien la localité et les caractéristiques des crues de la région est indispensable. D'autres part, les habitants, la majorité desquels sont des employeurs et employés des cafés et restaurants, deviennent les bénéficiaires de la réputation de la zone qui sera promue parmi les touristes marocains et étrangers à travers les activités de prévention des désastres organisées par les habitants eux-mêmes. En d'autres mots, ils sont assez motivés pour la participation positive dans de telles activités. Heureusement, il existe déjà une association des propriétaires des hôtels et cafés restaurants à Setti Fadma dans laquelle la zone d'Iraghf à elle seule compte 50 membres qui pourront jouer un rôle très important dans les activités de prévention des désastres.

Il est vivement recommandable que l'association, qui n'a actuellement aucune activité, soit renforcée et réorganisée pour mener systématiquement les activités d'évacuation y compris l'assistance guide et le contrôle de la circulation comme déjà recommandé à

plusieurs reprises. De surcroît, nous proposons que l'exploitation du Poste d'Alarme soit confiée à l'association dans le futur. Cette participation de la population peut contribuer à la réduction de la charge sur l'administration.

(e) Utilisation du Poste d'Alarme

Le Poste d'Alarme joue un important rôle dans la diffusion des messages d'alerte au crues, mais il n'est utilisé pour aucune autre fin. Puisqu'il reste un outil efficace de relations publiques, on devra envisager l'utilisation des équipements du Poste d'Alarme plus fréquemment et avec plus d'efficacité de sorte à attirer l'intention des habitants et des touristes de plus en plus aux messages diffusés au Poste d'Alarme. Les idées suivantes doivent être considérées:

- Diffusion des bulletins météorologique de la DMN
- Diffusion des principaux événements organisés dans la vallée de l'Ourika ou dans les zones avoisinantes
- Annonce des activités de lutte contre les crues organisées par l'association locale
- Publicité des sites touristiques et des principaux aménagements et produits
- Publicité des hôtels, cafés, bazars, etc.
- Informations générales telles que les informations touristiques et des centres de vacances
- Autres

(f) Informations relatives aux risques dans la vallée

Il est très important d'informer les touristes des risques de désastres de crues dans la vallée de l'Ourika. Cette information aide les touristes à comprendre les caractéristiques des crues de la région et prendre les mesures immédiates nécessaires et adéquates en cas de crue.

Selon une enquête touristique menée par l'Equipe d'Etude en août 2000, 92 % des touristes interrogés ont répondu qu'ils connaissaient le désastre de 1995. Cependant, avec le passage du temps, les souvenirs se perdront graduellement des mémoires. Ainsi, des efforts pour garder la mémoire de 1995 fraîche doivent être fournis. Par exemple, il est proposé d'établir de grands panneaux appelant l'intention des visiteurs aux risques des désastres d'écoulement de débris et de crue dans la vallée de l'Ourika.

(g) Renforcement du système de permanence

Comme mentionné en section 7.4.3, les deux principales administrations de l'axe principal du SPAC, à savoir l'ABHT et la Province d'Al Haouz, ont besoin d'une équipe d'exploitation composée de trois personnes pour chaque administration au moins. Il peut être facile de mobiliser une telle équipe pendant les heures ouvrables. Cependant, dans le cadre du système de permanence des deux administrations, il serait difficile de les mobiliser pendant la nuit en cas d'une crue nocturne. Le renforcement du système de permanence est nécessaire, au mois pendant la haute saison touristique en juillet et août.

- (h) Révision et mise à jour des indicateurs hydrologiques des Avis de Crues et du Programme de Prévision des crues

Les procédures actuelles du SPAC dépendent beaucoup sur les informations hydrologiques de l'ABHT. Les autres administrations prennent des mesures concrètes de lutte contre les crues sur la base des avis de crue, qui représentent une interprétation par l'ABHT des informations hydrologiques. Dans ce sens, l'ABHT supporte une lourde responsabilité tant que service technique et devra fournir de plus en plus d'efforts pour fournir des informations plus précises.

Dans le présent Projet Pilote, les seuils de pré-alerte et d'alerte pour les pluies, les niveaux d'eau et les débits ont été proposés comme indicateurs hydrologiques pour l'émission des Messages d'Avis de Crue. De plus, un programme de prévision des crues a été développé pour assister l'ABHT dans le suivi des événements de crue. Cependant, ces indicateurs et ce programme sont provisoires et ont été fixés et développés sur la base du peu de données hydrologiques disponibles. Il est vivement recommandé que l'ABHT révise les indicateurs hydrologiques et le programme de prévision des crues après le passage des crues à travers l'examen des données hydrologiques à obtenir par le nouveau système et l'observation approchée des phénomènes de crues au site. Ils doivent être révisés à chaque fois qu'il est nécessaire.

- (i) Etablissement d'un comité de coordination

Afin de réaliser les recommandations que dessus, un important corps de coordination est nécessaire. Dans ce sens, un comité de coordination doit être créé parmi les administrations qui ont été impliquées dans l'exercice de simulation ainsi que l'association locale. Monsieur le Gouverneur de la Province d'Al Haouz, qui est essentiellement responsable de la coordination, serait la personne habilitée à présider un tel comité. La présence de M. le Gouverneur dans les activités de l'exercice de simulation globale a également constitué un grand apport.

7.5 Maintenance des équipements

Selon le contrat liant la JICA et le fournisseur japonais des équipements, Japan Radio Co., Ltd. (JRC), tous les équipements sont garantis par le fournisseur pour une année à partir du 15 août 2001. Au cours de cette période de garantie, tout équipement qui tombe en panne doit être réparé ou remplacé à charge de la société japonaise. Cependant, le gouvernement marocain devra supporter ce coût immédiatement après l'expiration de ce délai. Afin d'assurer la durabilité de l'exploitation du Projet Pilote, dont les équipements sont installés dans plusieurs administrations et emplacements un système de maintenance devra être nouvellement installé. Dans un tel système de maintenance, les responsabilités de chaque administration et les sources financières doivent être claires.

En fin novembre 2001, les représentants des deux principales administrations dans le Projet Pilote, le Directeur de la DRHT(ABHT) et le Gouverneur de la Province d'Al Haouz ont eu une discussion sur l'exploitation et la maintenance du Projet Pilote en présence de l'Equipe d'Etude et ont convenu de se qui suit :

- Chaque administration est responsable de l'exploitation et de la maintenance quotidienne des équipements et des aménagements sous sa responsabilité ou se trouvant dans son domaine de juridiction.
- La DGH, qui est le principal interlocuteur pour les fin de la présente Etude, est responsable de la maintenance curative et préventives de tous les équipements du Projet Pilote. Les coûts de maintenance curative seront couverts par un budget spécialement établi pour le projet.

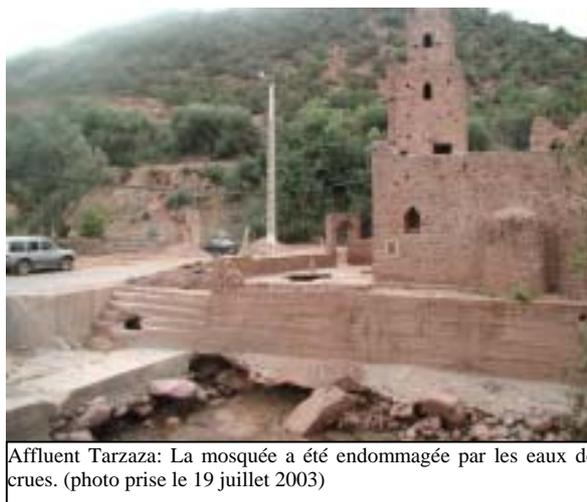
Conformément à cet accord, chaque administration a commencé l'exploitation des équipements du Projet Pilote graduellement après l'achèvement des travaux d'installation. En janvier 2003, l'ABHT a établi un contrat de maintenance d'une année pour les équipements de la Phase-I avec un agent local grâce à une subvention de la DGH. Ce contrat de 120,000 DH couvre le coût de la maintenance préventive et curative même si les coûts des pièces de rechange font l'objet d'une facturation supplémentaire

7.6 Activités d'exploitation réelle lors de la crue du 14 juin 2003

7.6.1 Introduction

Dans l'après midi du samedi 14 juin 2003, une crue réduite s'est produite dans le bassin versant de l'Ourika. Heureusement, aucune victime ni blessé n'a été enregistrée même si les eaux de crues mélangées avec les débris drainés par l'affluent Tarzaza ont endommagé le pont de la route P2017 et une mosquée à côté du pont. La circulation s'est interrompue au niveau du pont pour 5 heures environs.

La crue a été la première après l'achèvement du Projet Pilote Phase I en décembre 2001. Elle n'est pas significative en terme de dégâts mais très importante pour les parties impliquées dans la gestion des catastrophes. D'abord, elle pourrait être un échantillon précieux pour vérifier le bon fonctionnement du système pilote lors d'une crue réelle. Il reste possible de relever des problèmes du Projet Pilote Phase I à travers l'examen précis des événements ayant eu lieu au cours de la crues. En plus, la crue nous a rappelé le danger des crues et écoulements des débris provenant des affluents, de la même manière que celle qui a eu lieu le 12 août 2001 comme décrit en section 4.6.



Affluent Tarzaza: La mosquée a été endommagée par les eaux de crues. (photo prise le 19 juillet 2003)

La section décrit les résultats de l'enquête d'entretien effectué avec le personnel concernées pour découvrir comment les différentes administrations ont réagi à la crue. Puis, des discussions ont été engagée sur la réaction des administrations concernées vis-à-vis du système pilote. De surcroît, les risques des crues et écoulements de débris provenant des affluents ont également fait l'objet de discussions.

7.6.2 Conditions hydrologiques

(1) Pluies

Il faisait beau le matin et des nuages ont commencé à se former au cours de l'après-midi. Il commencé à pleuvoir vers 14:00 au nord-ouest du bassin versant de l'Ourika. Les pluies sont devenues plus fortes après 15:00 et ont continué à tomber jusqu'à environs 17:30.

La distribution spatiale journalière des pluies est présentée en Fig. 7.6.2. La station d'Agouns a enregistré les plus de pluies avec 35 mm, suivie de celle d'Aghbalou avec 19 mm. Les stations de Tazzitount, Tourcht, Tiourdiou et Amenzal ont enregistré 9, 7, 3 et 0,5 mm respectivement. Comme on peut le voir sur la figure, les pluies de forte intensité se sont concentré sur le nord-ouest du bassin versant de l'Ourika, notamment dans le bassin de l'affluent Tarzaza, résultant en une crue rapide qui a détruit la mosquée.

(2) Débit de l'oued

Les deux hydrographes de débit en Fig. 7.6.1 sont très intéressants. Le débit de pointe Tazzitount n'était que de 15 m³/s, mais celui d'Aghbalou était de l'ordre de 197 m³/s. La majorité de cette différence en débit est probablement constituée de la contribution de l'affluent Tarzaza.

Il est intéressant que la pointe du débit de l'oued s'est produite à la station en aval d'Aghbalou une heure après celle enregistrée à la station amont de Tazzitount. Cette réalité montre que les crues des affluents sont plus rapides que celles du cours d'eau principal. Les canaux courts et pentus des affluents sont derrière ces crues rapides. Si les débris viennent s'ajouter aux eaux de crues, celles-ci deviennent plus destructives encore.

7.6.3 Activités des administrations concernées

A travers une série d'entretiens réalisée entre juin et juillet 2003, les activités des administrations concernées au cours de la crue ont pu être reconstituées à un certain degré. On a généralement conclu que le système conventionnel de la Province a bien marché mais l'autre partie importante, celle de l'ABHT, n'a pas pu jouer le rôle de fournisseur d'informations en raison de ses problèmes organisationnels.

C'est l'opérateur de la station d'Aghbalou qui a été le premier à téléphoner au Caïdat d'Ourika vers 15:30 pour l'informer de l'occurrence de fortes pluies à Agouns. Le gardien de la station qui a été informé de la génération d'une crue par les stations d'Agouns et Tiourdiou a appelé l'ABHT comme d'habitude par radio, mais il n'a reçu aucune réponse parce que l'opérateur d'astreinte n'était pas là. Ainsi, le gardien de la station a choisi d'appeler le Caïdat d'Ourika.

Le réseau conventionnel de la Province a bien fonctionné après que le Caïdat d'Ourika a été informé par la station d'Aghbalou. Le Caïdat, qui eu la permission du Gouverneur pour diffuser une alerte à la crue au Poste d'Alarme d'Iraghf, a donné ses ordres au Khalifa, qui a heureusement été sur place, de diffuser un message d'alerte. Le message d'alerte a ainsi pu être diffusé à partir des haut-parleurs sur la totalité du site touristique.

(1) Message d'alerte de la DMN

C'était à 16:45, après que la majorité des pluies s'est déjà abattue sur la zone, que la DMN avait émis son message d'alerte d'orages et averses accompagnés de vents violents sur toute la zone y compris la région de Marrakech.

(2) ABHT

L'ABHT a été malchanceuse au cours de cette journée. C'était un dimanche. L'Agence ferme normalement les dimanches, à l'exception d'un gardien et d'un technicien qui reste en permanence. Deux techniciens du Service de Suivi et de l'Evaluation des Ressources en Eau, service responsable de l'exploitation du SPAC étaient en montagne dans le cadre des travaux d'installation avec les Equipes d'Installation de la JICA. Le technicien restant qui a été en permanence comme opérateur radio devait aller à la station de Tazzitount pour réparer la radio.

Le technicien en permanence a quitté l'ABHT pour la station de Tazzitount après avoir reçu un rapport sur les données hydrologiques et le temps de toutes les stations d'observation des crues à 09:00. Ce n'était qu'à presque 17:00 qu'il a regagné l'ABHT de Tazzitount. Selon le règlement de la permanence de l'ABHT, la communication de 15:00 peut être annulée les dimanches s'il n'y avait pas de symptôme de pluies détectées lors de l'observation de 09:00. Il ne devait pas rester à l'ABHT selon cette règle. Cependant, la crue a malheureusement eu lieu

alors qu'il n'était pas à l'ABHT mais à Tazzitout. Le gardien était à l'ABHT en ce moment, mais il n'est pas autorisé à entrer à la chambre de la radio. Il n'y avait personne à la chambre de la radio de l'ABHT vers 15:30 quand le gardien de la station d'Aghbalou a appelé l'ABHT. C'était après 17:00 que l'ABHT a été informée de la crue par les stations et a en fin pu contacter la province, déjà informé de l'occurrence de la crue.

(3) Caïdat d'Ourika

Le Caïdat d'Ourika a été informé vers 15:30 de la génération de la crue par la station d'Aghbalou. Le Caïd a immédiatement téléphoné non seulement au Gouverneur, mais aussi à la Gendarmerie Royale et à la Protection Civile ainsi que son Khalifa, les Cheikhs, les Moqadams de la vallée de l'Ourika pour les informer de la crue et/ou collecter les informations sur la situation de la crue. De plus, il a pris son départ en voiture vers la vallée pour mener les interventions sur site avec le chef de la Brigade de la Gendarmerie Royale de l'Ourika, même s'il était bloqué par les eaux de crue provenant de l'affluent Tarzaza.

En route vers la vallée, il a obtenu la permission du Gouverneur pour diffuser un message d'alerte à Iraghf pour l'évacuation des touristes de l'oued en utilisant son téléphone portable, puis il donné l'ordre à son Khalifa pour diffuser le message d'alerte en utilisant le microphone et non pas en utilisant les messages enregistrés pour ne pas semer la panique parmi les gens.

(4) Poste d'Alarme d'Iraghf

Des centaines de touristes se trouvaient dans la zone d'Iraghf. La pluie a commencé vers 15:30 avec des toners, des éclaires de la grêle. Les fortes pluies ont continué pour environs une heure jusqu'à 16:30.

L'opérateur du Poste d'Alarme d'Iraghf a reçu un appel téléphonique du Khalifa du Caïd d'Ourika sur son portable vers 15:30, l'informant qu'une crue générée au niveau de Tiourdiou est en route pour le site et qu'il doit diffuser un message d'alerte suivant les instructions reçues par Khalifa. Selon l'opérateur, le message vocal a probablement était comme suit :

“Veuillez faire attention. Une crue est en provenance. Veuillez éviter toute affolement. La crue est réduite. Veuillez évacuer l'oued vers des lieux sûrs.”

A leur réception du message, les propriétaires des cafés et restaurants ont commencé à évacuer leurs tables et chaises de l'oued, et la majorité des touristes a commencé à quitter Iraghf en voiture, découragée par l'augmentation des pluies également.

7.6.4 Menaces de crues et d'écoulement des débris provenant des affluents

Puisque les pluies se sont concentré sur la partie nord-ouest du bassin versant de l'Ourika, le débit de l'oued n'a pas été très si important dans les tronçons en amont de l'affluent Tarzaza où sont situés les principales sites touristiques tels qu'Iraghf et Setti Fadma. Ceci est probablement l'une des raisons qui ont fait que les dégâts ont été limités même si c'était un jour de fin de semaine.

D'autre part, une crue rapide à été généré par l'affluent le plus grand de l'oued Ourika, l'affluent Tarzaza. L'affluent Tarzaza, avec une superficie drainée de 105 km² est généralement sec. A sa



Affluent Tarzaza: Le pont de la route P2017 est calé de débris. (photo prise le 16 juin 2003)

réception de fortes précipitations, l'affluent s'est gonflé pour enregistré environs 200m³/s. Cette crue rapide a détruit les fondations d'une mosquée et a complètement calé le pont de la route P2017 avec les débris. Les eaux de crues se sont déversé sur le pont et ont coupé la circulation pour 5 heures.

La crue nous a rappelé les dangers des affluents encore une fois, de la même manière que celle du 12 août 2001 décrite dans la section 4.6. Lors de la crue de 2001, la quantité de pluies n'a pas été suffisante pour développer un débit de l'oued mais leur intensité a généré des débits de sédiments dans les affluents se trouvant entre Aghbalou et Setti Fadma. Les affluents gauches ont déversé des débris sur la route P2017, résultant en un blocage de la circulation. Heureusement, les dégâts des deux crues ont été minimales, mais ils pouvaient engendrer une catastrophe menaçant les vies humaines si les pluies ont continué pour un peu plus de temps.

Il est à noter que les crues des affluents sont plus dangereuses et plus difficiles à prévoir que celles du cours d'eau principal. Elles sont facilement générées même par les pluies limitées dans l'espace. Elles s'écoulent avec plus de vitesse. En plus, elles impliquent la possibilité des écoulements des débris qui sont les désastres les plus destructifs.

7.6.5 Leçons à retenir des crues

A travers la reconstitution que dessus de la crue du 14 juin 2003, plusieurs problèmes des mesures de protection contre les crues ont pu être relevés. Il y a beaucoup de leçons précieuses à retenir non seulement pour l'amélioration du SPAC, mais aussi pour la protection de la région de l'Atlas des désastres causés par les pluies. La plus part de ces leçons ont été discutées en section 4.6 sur la crue du 12 août 2001. Reste à jeter la lumière sur deux éléments comme suit:

(1) Nécessité de renforcement du système de permanence de l'ABHT

Il est regrettable que l'ABHT n'ait pas pu fournir les informations de crue aux administrations concernées. Dans le Projet Pilote, l'ABHT est prévue être un centre d'information. Ceci veut dire que l'ABHT est la source des informations de crues pour les administrations concernées, y compris la province, la DPE, etc. Si le centre d'information ne peut pas fournir les informations, le centre devient sans signification et les précieux équipements installés dans le Projet Pilote deviennent sans utilité aucune.

Pour atteindre l'objectif initial de l'ABHT, le renforcement de son système de permanence est indispensable. Que ce soit en fin de semaine ou pas, au moins un technicien pouvant opérer la radio et le PC client du Centre Informatique Principal doit garder une permanence de 24/24. De plus, il devra avoir libre accès au téléphone et au fax pour utilisation comme moyens de communication en cas d'urgence.

(2) Nécessité des mesures de protection contre les crues et les écoulements des débris

Comme répété à plusieurs reprises ci-dessus, les crues et les écoulements des débris provenant des affluents sont plus dangereux et plus difficiles à traiter que ceux du cours d'eau principal. Même si l'occurrence d'une crue ou d'un écoulement des débris peut être prévue, ils ne permettent généralement pas le temps suffisant pour l'évacuation.

Une attention spéciale doit être donnée aux écoulements des débris. Normalement, la fourniture de seuil de stabilisation et le reboisement qui sont en cours dans le bassin versant de l'Ourika par les soins de la DREF sont efficaces pour stabiliser les pentes des montagnes et des cours d'eau. Cependant, il reste difficile d'éliminer toute possibilité d'écoulement de débris même par la fourniture de telles mesures structurelles et de végétation. Il est important de contrôler les cours d'eau à potentiel d'écoulements de débris tels que définis en sous-section 3.1.2.

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

8.1 Travaux de réalisation

Comme décrit au Chapitre 6, le Projet Pilote est réalisé graduellement entre 2001 et 2003. Les travaux de la seconde phase sont principalement composés de la construction des aménagements et de l'installation des équipements et des logiciels.

Avant d'installer les équipements, les travaux de construction des aménagements du SPAC ont été réalisés entre juin et septembre 2002. Les fournitures et équipements de la seconde phase acquis au Japon sont arrivés au port de Casablanca le 10 mars 2003 et immédiatement stockés dans le parc de l'ABHT à Marrakech jusqu'au début des travaux d'installation en juin 2003 comme présenté en Tableau 6.2.1.

8.1.1 Travaux de construction

En ce qui suit les aménagements construits en 2002.

Aménagements construits

Aménagement	Quantité	Emplacement
Local de la station relais	2	Adrar Tazaina et Aoulouss
Mât d'antenne (mât en acier de fabrication japonaise: PanzerMast)	6	Adrar Tazaina (2 mâts), Aoulouss (2 mâts), Amenzal (1 mât), Tourcht (1 mât)
Digue ouverte pour le fil de mise à terre	2	Aoulouss et Adrar Tazaina

Un local de station relais permettant un espace de 3 m (largeur) x 3m (longueur) x 2 m (hauteur) a été construit au sommet de la montagne Adrar Tazaina et d'Aoulouss. Le dessin de la station est présenté en Fig. 8.1.1.

Un total de six mâts en métal appelés "PanzerMast" a été installé comme mâts d'antenne à Adrar Tazaina, Aoulouss, Amenzal et Tourcht. Les travaux d'excavation des digues ouvertes pour la mise à terre ont été réalisés autour des locaux des stations relais d'Adrar Tazaina et Aoulouss.

8.1.2 Installation des équipements et logiciels

L'installation des équipements a été effectuée conjointement par quatre ingénieurs japonais envoyés par Japan Radio Co., Ltd., fournisseur des équipements et fournitures, et six employés d'une société marocaine sous la supervision de l'Equipe d'Etude. Les ingénieurs japonais et les ingénieurs et techniciens marocains ont constitué quatre équipes. L'équipe A et B se sont chargées de l'installation des équipements, l'équipe C s'est chargée de l'installation des logiciels, et l'équipe D c'est chargée du paramétrage du système de transmission des données. Chaque équipe était composée d'un ingénieur japonais comme chef, deux ou trois employés de la société d'installation marocaine et un technicien de l'ABHT comme stagiaire en formation sur site.

L'installation a été effectuée dans les 11 sites suivants:

Sites d'installation du Projet Pilote Phase II

Station/Poste	Emplacement/Administration
Centre Informatique Principal	ABHT
Stations relais	Adrar Tazaina, Aoulouss
Stations d'observation des crues	Agouns, Tiourdiou, Amenzal, Tazzitount, Tourncht
Stations/Poste d'alerte	Iraghf, Province d'Al Haouz, Caïdat d'Ourika

(1) Mise à terre des stations relais

Une attention particulière a été accordée aux travaux de mise à terre des deux stations relais localisées sur les sommets de deux montagnes qui sont exposées à des foudres fréquentes. Pour atteindre une résistance de terre aussi réduite que possible, de long fils en cuivre ont été enterrés avec un mortier de diminution de la résistance de la terre autours des locaux des stations et des mâts d'antennes. En raison des difficiles travaux d'excavation du terrain rocheux, la résistance de la terre est devenue aussi réduite que 50 Ω moins de la résistance ciblée pour les deux stations, comme suit:

Résultats de la mise à terre

Station relais	Résistance de la terre (impédance du signal)	Longueur du fil de mise à terre
Adrar Tazaina	14 Ω	308 m
Aoulouss	15,8 Ω	400 m

(2) Réseau radio de télémétrie

Les fréquences radio 70,325 MHz et 72,325 MHz qui ont été officiellement allouées à la DGH par l'ANRT sont utilisées pour le réseau radio de télémétrie. Puisque les deux fréquences sont heureusement les mêmes utilisées dans le test de propagation radio en juin 2001, les résultats du test ont pu être utilisés pour l'installation.

La mesure de la force du signal radio et du taux de signal par rapport au bruit (S/Nr) a également été effectuée pour chaque tronçon au cours des travaux d'installation pour vérifier la performance du circuit radio. Les résultats ont été si bons que les valeurs obtenues pour tous les tronçons aient dégagé la valeur standard de design, 30dB/ μ V de force de signal et 40dB de taux de signal par rapport au bruit avec des marges suffisantes. Par conséquent, le réseau radio de télémétrie a été jugé excellent. Une fiche de données des mesures est présentée au Tableau 8.1.1.

(3) Boîte d'alarme

L'un des équipements les plus pratiques de la seconde phase est une boîte d'alarme fixée sur le mur de l'escalier du sous-sol de l'ABHT. Cette boîte d'alarme connectée à l'équipement radio et au serveur de traitement des données du Centre Informatique Principal peut émettre trois différentes alarmes suivant la situation de la crue. Le volume de son est assez haut pour parvenir même au gardien se trouvant à l'extérieur des locaux. Les trois alarmes correspondent au commencement des pluies, au niveau de pré-alerte et au niveau d'alerte respectivement. Les sons deviennent plus aigus selon l'ampleur de la situation.

Aussitôt qu'une station d'observation de crues a enregistré la première bascule (1 mm de pluie) après la durée d'absence de pluies prédéfinie, la station envoie un signal à l'équipement radio du Centre Informatique Principal par la fonction de rapport

d'événement expliquée en sous-section 6.4.2. La boîte d'alarme émet immédiatement le son de l'alarme de commencement des pluies. De la même manière, et à travers la fonction de rapport d'événement, une augmentation des niveaux d'eau au niveau de pré-alerte est signalée au Centre Informatique Principal, déclenchant ainsi l'alarme de pré-alerte.

La boîte d'alarme peut aussi émettre des alarmes de pré-alerte et d'alerte, déclenchées par un signal du serveur qui compare les seuils de pré-alerte et d'alerte prédéfinis des données hydrologiques des niveaux d'eau et des pluies reçues toutes les 10 minutes des stations d'observation des crues.

(4) Réseau radio de diffusion des alertes

L'amélioration du réseau radio de diffusion des alertes a été réalisée au cours de cette phase. Une nouvelle unité radio avec un système d'appel sélectif à 5 sons a été installée à la Province et au Caïdat d'Ourika. Le même système d'appel sélectif a été ajouté à l'unité radio installée dans le Poste d'Alarme lors de la première phase.

Le réseau radio d'alerte utilise les fréquences du réseau radio existant de la province via la station relais de Sidi Bou Othmane située à 30 km au Nord de Marrakech. Le système d'appel sélectif a été ajouté aux trois stations pour éviter la confusion avec d'autres stations radio de la province et permettre une communication fermée entre elles. Quand une station appelle une autre en sélectionnant son code d'appel sélectif, une sirène d'appel retentit à la station réceptrice. Les codes assignés aux différentes stations sont comme suit:

Stations radio de diffusion des alertes

Station	Code d'appel sélectif	Code d'appel de toutes les stations
Province d'Al Haouz	ST-1	All
Caïdat d'Ourika	ST-2	
Poste d'alarme d'Iraghf	ST-3	

(5) Remplacement de l'antenne du Poste d'Alarme

La condition de la propagation radio au Poste d'Alarme, qui est entouré de montagnes, était critique même si la communication avec les deux autres stations était possible. Ainsi, l'antenne non-directionnelle existante depuis la première phase a été remplacée par une antenne Yagi à 3 éléments au cours de la deuxième phase, pour assurer la stabilité de la communication en augmentant le gain de l'antenne.

8.1.3 Problèmes d'interférence radio

Immédiatement après l'installation des équipements radio au Centre Informatique principal de l'ABHT et des deux stations relais d'Aoulouss et Adrar Tazaina, une série de tests de communication et de contrôle a été lancée entre l'ABHT et les stations relais et entre l'ABHT et/ou les stations d'observation des crues à travers les relais après l'achèvement des installations dans les stations d'observation des crues. Cependant, Au cours de ces tests, deux interférences principales ont été détectées même si aucune n'a été observée lors du test de propagation effectué en 2001 comme décrit en sous-section 6.4.1. Les interférences ont été si fréquentes et si fortes qu'elles menaçaient de condamner le bon fonctionnement du réseau de télémétrie. Le lundi 1

juillet 2003, environ la moitié des données en provenance du relais d'Aoulouss ont été perdues à cause des interférences.

(1) Enquête

Une enquête a été menée le mardi 2 juillet 2003 pour collecter les informations sur ces ondes d'interférence. Les forces des signaux et les sons des ondes radio des fréquences entre 70,325 et 72,325 MHz reçues à la station relais d'Aoulouss ont été contrôlés sur 7 heures entre 10:40 et 18:00. Les résultats de l'enquête sont résumés comme suit:

- Deux interférences majeures ont été détectées sur la fréquence de réception de 70,325 MHz dans les stations relais. L'une était une communication de voix en portugais probablement d'une compagnie de taxis et l'autre était une pulsation régulière et du bruit similaire à celui de la radio phare ou la transmission des données. Les deux ondes d'interférences sont assez fortes pour troubler la réception des données de la télémétrie du Projet Pilote.

Caractéristiques des deux ondes d'interférence majeures

Élément	Onde 1	Onde 2
Contenu de la communication	Communication de voix simplex en portugais avec atténuation	Bruits de pulsations régulières similaires à ceux de la radio phare ou la transmission des données
Fréquences de l'onde et emplacement de réception	70,325 MHz aux stations relais d'Aoulouss (N 31° 15,12', W 07° 38,75') et d'Adrar Tazaina (N 31° 15,48', W 07° 43,92')	
Force du signal	10 à 35 db/μv	6 à 28 db/μv

- Aucune interférence n'a été détectée sur la fréquence d'émission de 72,325 MHz. Ceci suggère la possibilité d'échanger les fréquences entre l'émetteur et le récepteur comme solution aux interférences sur la fréquence de réception.
- Trois fréquences avoisinantes de 70,800, 70,850 et 71,335 MHz semblent avoir déjà été utilisées par d'autres opérateurs radio.

(a) Propagation longue distance anormale

Les deux interférences paraissent être causées par un phénomène appelé la "Propagation longue distance anormale". La distance maximale de propagation radio VHF est normalement de 40 à 100 km. Ce phénomène peut être causé accidentellement pendant l'été par l'ionosphère instable Sporadic-E et/ou l'atmosphère en forme de tube constitué par la haute température, caractérisée par ce qui suit:

- Se produit principalement pendant l'été (de juin en août au Maroc),
- Continue 5 à 20 minutes et disparaît,
- A un niveau de signal fort,
- Peut atteindre 1 000 à 2 000 km, et
- Se produit principalement sur les bandes VHF de basse fréquence.

(2) Mesures curatives

Si les ondes d'interférence proviennent de l'étranger (au moins la communication de voix en portugais est suspectée provenir d'outre mer), même si l'ANRT ne peut pas les contrôler; dans une telle situation, la seule solution est de changer la fréquence de réception pour échapper aux ondes d'interférence.

L'Equipe d'Etude a officiellement demandé une enquête à l'ANRT par les soins de la DGH au début de juillet 2003. Au même moment, l'Equipe d'Etude a décidé en concertation avec l'ABHT, la DGH, l'ANRT et la JICA d'échanger les fréquences entre les récepteurs et les émetteurs de toutes les stations parce que l'Equipe ne pouvait attendre l'enquête de l'ANRT qui a été réalisée entre le 23 et le 24 juillet 2003. Les travaux d'échange ont été réalisés avec succès entre le 15 et le 18 juillet 2003.

(a) Echange des fréquences d'émission et de réception

L'échange des fréquences entre les récepteurs et les émetteurs est la manière la plus facile et la plus économique pour le changement de la fréquence de réception. Ceci devait ce faire en pratique par le simple échange des unités radio entre les stations, et aucun changement pour les autres équipements. Il est également possible de changer totalement les fréquences pour des nouvelles que l'ANRT allouerait. Cependant, cela nécessiterait sûrement plus de coûts et de temps parce que le nouvel équipement, y compris les unités radio et les systèmes antennes, devra être programmé pour les nouvelles fréquences.

L'équipement radio avec la fréquence de réception 70,325 MHz et la fréquence d'émission 72,325 MHz aux stations relais a été remplacé par celui des stations d'observation avec la fréquence de réception de 72,325 MHz et la fréquence d'émission 70,325 MHz. Par conséquent, les équipements radio de l'ABHT et des stations d'observation de crues ont également été changés comme suit:

Allocation des fréquences

Station	Initial		Après l'échange	
	Fréquence de réception	Fréquence d'émission	Fréquence de réception	Fréquence d'émission
Stations relais	70,325MHz	72,325MHz	72,325MHz	70,325MHz
ABHT et stations d'observation des crues	72,325MHz	70,325MHz	70,325MHz	72,325MHz

(b) Efficacité de l'échange

La force de sortie radio et la force du signal de tous les tronçons ont été vérifiées une autre fois après l'échange. Les résultats ont été aussi bons qu'ils l'aient été, comme présenté dans le Tableau 8.1.1.

La nouvelle fréquence de réception 72,325MHz aux stations relais est assez claire. Un petit bruit peut être entendu mais il n'affecte pas la transmission des données. Le taux de réception des données a été largement amélioré à plus de 99% comme on le remarque du Tableau 8.1.2 après l'échange, même s'il y avait des données manquantes probablement à cause des éclaires.

(c) Enquête sur l'interférence par l'ANRT

L'ANRT a envoyé un véhicule de contrôle radio à Marrakech pour contrôler les ondes radio sur les fréquences 70,325MHz et 72,325MHz dans le bassin versant de l'Ourika. Suivant les suggestions de l'Equipe d'Etude de JICA, le véhicule de l'ANRT a effectué son contrôle à Oukaimeden pendant 2 jours entre 23 et 24 juillet 2003.

L'ANRT n'a émit aucun rapport d'enquête sur l'enquête. Cependant, selon l'ANRT elle-même, aucune onde radio autre que celles du Projet Pilote n'a été

captée au cours de son contrôle qui a duré deux jours.

8.2 Programmes de transfert technique

De différents programmes de transfert techniques ont été réalisés après les travaux d'installation afin que le personnel concerné puisse exploiter le système installé et effectuer la maintenance quotidienne au moins par ces propres moyens aussitôt que possible. Ces programmes sont résumés comme suit:

Programmes de transfert technique

Programme	Date	Stagiaires/Participants	Cintenu
Formation sur site d'installation	03/06/2003 au 14/07/2003	Quatre techniciens de l'ABHT et 5 gardiens de stations	Quatre techniciens de l'ABHT et 5 gardiens de stations ont participé dans les travaux d'installation sur une base de formation sur site.
Explications sur le système de télémétrie	25/06/2003 au 27/06/2003	Deux techniciens de l'ABHT	Explications sur le système de télémétrie et équipement relais à l'ABHT, Aoulouss et Tourcht.
Explications sur le logiciel de traitement des données actualisées	13/07/2003 au 15/07/2003	Quatre techniciens de l'ABHT	Explication sur l'exploitation et la maintenance du logiciel de traitement des données mises à jour à l'ABHT.
Explication sur l'équipement de supervision de la télémétrie	16/07/2003	Quatre techniciens de l'ABHT	Explications sur l'exploitation et la maintenance de l'équipement de supervision de la télémétrie à l'ABHT.
Explications sur l'équipement radio de diffusion des alertes	17/07/2003	Quatre techniciens de l'ABHT, les opérateurs radio de la Province et du Caïdat et deux gardiens du Poste d'Alarme	Explications sur l'exploitation et la maintenance de l'équipement radio de diffusion des alertes à la Province, au Caïdat et au Poste d'Alarme.
Formation des gardiens de stations	22/07/2003	Cinq gardiens de stations et 4 techniciens de l'ABHT	Formation sur le système de télémétrie à la station de Tazzitount.
Réunion sur les procédures d'exploitation	31/07/2003	Trois ingénieurs et 4 techniciens de l'ABHT	Discussions et confirmation sur les procédures d'exploitation à l'ABHT.
Réunion sur le fonctionnement du SPAC lors de l'averse du 4 août 2003	31/07/2003	2 ingénieurs et 3 techniciens de l'ABHT et un représentant de la Province et un gardien du Poste d'Alarme	Examen du fonctionnement du SPAC lors de l'averse du 4 août 2003 à l'ABHT.
Exercice de simulation globale (2)	26/08/2003	Administrations concernées	Exercices de communication et d'évacuation effectués.
Cérémonie d'inauguration	27/08/2003	Trente participants des administrations concernées	Trente participants invités à un tour d'explications sur le Projet Pilote, visitant l'ABHT, la Province, la station de Tazzitount et le Poste d'Alarme.

8.2.1 Exercice de simulation globale (2)

Un exercice de simulation globale y compris des exercices de communication et d'évacuation ont été réalisés le mardi 26 août 2003 en utilisant la totalité du système du Projet Pilote. La procédure

de l'exercice était presque la même que celle du 25 juin 2002 dans le cadre de la réalisation du Projet Pilote Phase-I, sauf que l'ABHT ne devait pas collecter les données hydrologiques des stations d'observation des crues par radiotéléphone parce que le système achevé de télémétrie les collectes automatiquement.

Même si environ 10 minutes ont été perdues dans la transmission des Messages d'Avis de Crue de l'ABHT à la Province en raison d'un problème de télécopieur à la Province, l'exercice de simulation a été, dans l'ensemble, réussi. Le message d'Avis d'Evacuation a pu être diffusé au Poste d'Alarme d'Iraghf environ 17 minutes après que la situation de la crue a atteint le seuil d'alerte. A la réception du message d'évacuation, quelque 80 participants volontaires ont évacué en toute fluidité vers les sites d'évacuation prédéfinis.

(1) Exercice de communication

L'exercice de communication a commencé à 17:05 avec une alerte de pluies à l'ABHT sans avis préalable. Le scénario assumé était que les niveaux d'eau dépasseront les niveaux de pré-alerte à 17:20 à Amenzal, Tazzitount et Tiourdiou, et puis le seuil d'alerte à 17:30 à Amenzal et Tiourdiou, et enfin la situation retourne à la normale à 17:40, heure de la diffusion du message d'annulation. Ce timing a été adopté prenant en considération la convenance des participants probables dans l'exercice d'évacuation à Iraghf qui étaient très occupés par le service des visiteurs de leurs hôtels, cafés et restaurants au cours de cette période de haute saison de tourisme.

Une réunion préparatoire a été tenue la veille à l'ABHT, invitant les représentants des administrations concernées. Il a été confirmé que les mêmes routes de diffusion des messages adoptées pour l'exercice de 2002 seront employées comme présenté en Fig. 7.4.3. Le raccourcis de la Province directement vers le Poste d'Alarme a été confirmé surtout avec la mauvaise expérience de l'averse du 4 août 2003 expliquée en sous-section 8.4.

(a) Résultats de la simulation

Le temps écoulé pour chaque procédure est présenté dans le tableau suivant, qui donne également les résultats de l'exercice de 2002 pour la comparaison. Le Message de Préavis de Crue (Alerte à la Crue), le Message d'Avis de Crue (Avis d'Evacuation) et les Messages d'Annulation ont pris 8, 15 et 10 minutes respectivement pour atteindre le Poste d'Alarme après l'occurrence de l'événement correspondant, 0 à 10 minutes plus tôt que pendant l'exercice de 2002.

TEMPS ECOULE LORS DE CHAQUE PROCEDURE DE L'EXERCICE DE SIMULATION

(minutes)

Procédure	Date	Message de Préavis de crue Alerte à la Crue	Message d'Avis de Crue Avis d'Evacuation	Annulation
Diffusion du Message d'Avis de Crue par l'ABHT (collecte de données, prise de décision et préparation du message)	26 août 2003	5	5	3
	25 juin 2002	10	10	12
Distribution des Messages d'Avis de Crue par fax ou téléphone de l'ABHT à la Province	26 août 2003	2	9*	6*
	25 juin 2002	1	3	1
Emission des Alertes à la Crue par la Province (prise de décision)	26 août 2003	0,5	0,5	0,5
	25 juin 2002	6	1	1
Diffusion de la Province au Poste d'Alarme	26 août 2003	0,5	0,5	0,5
	25 juin 2002	1	1	1
Total	26 août 2003	8	15	10
	25 juin 2002	18	15	15

* : Le message a été diffusé par téléphone.

Un progrès considérable a été atteint dans la procédure de collecte de données, de prise de décision et de préparation du message de l'ABHT, essentiellement en raison de l'introduction de la transmission automatique des données. Le temps écoulé dans cette procédure a été réduit de 5 à 9 minutes en comparaison à 2002.

Au contraire, plus de temps a été consommé pour la diffusion des Messages d'Avis de Crue de l'ABHT à la Province. L'ABHT a essayé en premier d'envoyer le message par fax, mais en vain parce que le fax de la Province a été occupé en ce moment. La Province envoyait encore le message d'Alerte à la Crue aux sept administrations concernées. Le télécopieur est si vieux qu'il prend deux minutes pour envoyer un document à une seule administration, soit 14 minutes au moins pour toutes les destinations. L'ABHT a perdu 9 avant de décider de téléphoner à la Province.

(b) Evaluations et Recommandations

Puisque le personnel des administrations concernées a montré plus de familiarisation avec les procédures à travers une série d'exercice de simulation et de réunions, il a pu agir rapidement. D'autre part, un problème d'équipement a été découvert lors de la simulation. La congestion du télécopieur de la Province d'Al Haouz a retardé la réception du Message d'Avis de Crue de l'ABHT.

Comme présenté dans la Fig. 7.4.3, la Province doit envoyer des messages d'alerte à la crue par fax à 7 administrations différentes, et le fax est préférable en principe pour des raisons de précision. Le seul télécopieur existant à la Province est si vieux qu'il prend deux minutes à envoyer un document à une seule administration, soit 14 minutes au moins pour servir les sept destinations. En plus, le vieux télécopieur doit recevoir les messages d'avis de crue de l'ABHT et de la DPE. De surcroît, d'autres télécopies peuvent également parvenir au même fax. La congestion du télécopieur est inévitable si une telle situation continue.

Pour résoudre ce problème les mesures suivantes sont proposées:

(i) Télécopieur supplémentaire

La première solution est d'augmenter la capacité d'envoi et de réception. Il est préférable d'introduire un télécopieur de transmission simultanée qui pourra envoyer simultanément des fax à plusieurs destinataires. Le Centre National des Prévisions (CNP) de la DMN à Casablanca a un télécopieur de ce type pour la diffusion des Bulletins Météorologiques Spéciaux. Cependant, il reste toujours non réaliste à un coup qui s'élève à environs 100,000 DH.

Il est également proposé que non seulement la Province mais aussi les autres administrations impliquées dans le SPAC soient équipées de deux télécopieurs au moins, l'un pour la réception et l'autre pour l'émission. Une telle congestion serait atténuée considérablement dans ce cas.

(ii) Utilisation du téléphone avec le télécopieur

S'il est difficile d'ajouter un autre télécopieur, l'utilisation du téléphone ne doit être permise que pour les destinations qui n'ont pas besoin de beaucoup d'informations précises.

(2) Exercice d'évacuation

L'exercice d'évacuation a été joint à celui de communication. A la réception des alertes à la crue de la Province, les messages d'alerte enregistrés correspondants ont été immédiatement diffusés dans la zone d'Iraghf. Quelque 80 habitants, qui ont participé volontairement dans l'exercice malgré leurs occupations par le service de centaines de touristes, se sont déplacés vers les sites d'évacuation prédéfinis, accompagnés de deux touristes.

Les procédures des activités d'évacuation ont été presque les mêmes que celles de 2002. Puisque la route d'évacuation la plus importante lors de l'exercice de 2002 a été détruite par les écoulements des débris du 4 août 2003, le nombre des groupes d'évacuation a été réduit de 3 à 2.

(a) Résultats de simulation

Grâce à la coopération des autorités locales et de la Gendarmerie Royale, l'exercice d'évacuation a été réalisé en toute quiétude sans troubles ni accident. Le temps consommé pour chaque procédure est présenté dans le tableau suivant avec les données de l'exercice de 2002 pour la comparaison. Le nombre total des participants était de 84 y compris 2 touristes. Ils ont pris 5 à 7 minutes pour se rassembler aux lieux de rassemblement et 3 à 5 minutes pour se déplacer vers les sites d'évacuation.

Résumé des résultats des activités d'évacuation

Activités	Élément		26 août 2003			25 juin 2002
			Groupe 1	Groupe 2	Total	
Rencontre au point de rassemblement après la diffusion de l'Alerte à la Crue	Nombre de Participants	Habitants	58 (1)	25 (0)	83 (1)	129
		Touristes	0	1 (0)	1 (0)	13
		Total	58 (1)	26 (0)	84 (1)	142
	Temps écoulé (minutes)		5	7	S/O	5
Evacuation du point de rencontre au site d'évacuation après la diffusion de l'Avis d'évacuation	Nombre de Participants	Habitants	50 (0)	8 (0)	58 (0)	104
		Touristes	0	2 (0)	2 (0)	12
		Total	50 (0)	10 (0)	60 (0)	116
	Temps écoulé (minutes)		3	5	S/O	3

Note: Le chiffre entre parenthèses est celui des femmes.

Le temps écoulé dans l'exercice de 2002 est le temps maximal pour les trois groupes.

(b) Evaluations et Recommandations

Le nombre de participants et le temps écoulé sont légèrement moins significatifs que ceux enregistrés lors de l'exercice réalisé en 2002 en mois de juin juste avant la saison touristique. Prenant compte que l'exercice de 2003 a été réalisé au cours de la saison touristique, les résultats doivent être considérés positifs, même si quelques problèmes ont été identifiés comme suit:

(i) Promotion de la participation des femmes et des touristes

Même si l'Equipe d'Etude a fait des efforts pour appeler à la participation de plus en plus de femmes et de touristes par la distribution d'une centaine brochures en avance, seules deux filles et deux touristes ont pris part à l'exercice d'évacuation.

(ii) Rembobinage des bandes d'enregistrement des messages

Les messages enregistrés sur bande magnétique commencent avec un son de sirène pour attirer l'attention des gens aux messages qui s'en suivent. Ainsi, les bandes magnétiques doivent être gardées rembobinées en préparation pour la crue suivante. Cependant, le premier message d'alerte a commencé directement avec le message parce que la bande n'a été complètement rembobinée. Ceci a semé la confusion parmi les participants dans l'évacuation.

(iii) Nécessité de routes d'évacuation

Les deux routes d'évacuation ne se trouvent pas en de bonnes conditions pour faciliter le mouvement de plusieurs personnes à la fois. Elles sont pentues, glissantes et dangereuses, particulièrement pour les femmes et les touristes qui ne sont pas familiarisés avec les conditions locales.

D'autres part, la DREF entend construire des escaliers vers les sites d'évacuation dans la vallée de l'Ourika après les vives recommandations du Gouverneur de la Province d'Al Haouz. De tels escaliers ont fait l'objet des souhaits des habitants d'Iraghf pour longtemps.

8.2.2 Cérémonie d'inauguration

Une cérémonie d'inauguration du Projet Pilote Phase-II, qui a été achevée en juillet 2003, a été organisée à l'ABHT le 27 août 2003, invitant quelque 20 représentants des administrations concernées. Cette cérémonie, qui a consisté en des discours et présentations et un tour de visite au site, avait pour objectif d'éveiller un certain intérêt et de promouvoir la compréhension du Projet Pilote parmi le personnel concerné par l'exploitation et la maintenance du système installé. Des journalistes ont également participé dans cette cérémonie et ont rapporté des informations relatives au Projet Pilote à quelques journaux.

8.3 Maintenance des équipements

Selon le contrat liant la JICA et le fournisseur japonais, Japan Radio Co., Ltd. (JRC), tous les équipements du Projet Pilote Phase-II sont garantis par le fournisseur pour une période d'une année à compter du 16 janvier 2003. Au cours de cette période, tout équipement qui tombe en panne sera réparé ou remplacé sans charges supplémentaires par la société japonaise. Cependant, le gouvernement marocain devra supporter le coût de toute réparation immédiatement après cette date.

Comme pour l'équipement de la Phase-I, celui de la Phase-II sera sous la responsabilité de l'ABHT qui sera assistée financièrement par la DGH. Selon la DGH, ils ont prévu 200 000 DH, 80 000 DH plus des 120 000 DH du contrat de 2003, pour le contrat de maintenance à conclure avec l'agent local en 2004 pour les équipements Phase-I et II.

8.4 Fonctionnement réel lors de l'averse du 4 août 2003

8.4.1 Introduction

Le système de télémétrie achevé en fin juillet 2003 a été remis à l'ABHT, précisément le lundi 4 août 2003. Ce jour, de fortes pluies ont eu lieu dans la vallée de l'Ourika. Heureusement, aucune victime ni blessé n'a été enregistrée même si les écoulements des débris se sont produits dans de nombreux affluents entre Iraghf et Imin Tadrat.

De la même manière que la crue du 28 octobre 1999 dans la section 4.5, celle du 12 août 2001 dans la section 4.6 et celle du 14 juin 2003 dans la section 7.5, un examen de près sur ce qui s'est passé et comment les administrations concernées avaient réagi au cours de l'averse a été effectué pour en extraire les leçons à retenir pour l'amélioration du SPAC.

8.4.2 Conditions hydrologiques

(1) Pluies

Selon l'enregistrement de l'ABHT, les fortes précipitations, accompagnées de tonnerres, éclairs et grêle, se sont déclarées à la station de Tazzitount entre 17:40 et 17:50, comme présenté en Fig. 8.4.1. Les pluies ont continué fortement pendant seulement 20 minutes, et puis elles ont duré jusqu'environ 20:00 à une cadence intermittente. Les enregistrements de l'ABHT donnent 90 mm du total de 91,5 mm concentré en 20 minutes entre 17:40 et 18:00.

L'averse a été très intensive aussi bien dans l'espace que dans le temps. La Fig. 8.4.2 présente la distribution spatiale des pluies accumulées observées aux stations du bassin versant de l'Ourika. Le total de 91,5 mm à Tazzitount dépasse tous les autres, suivi de 25,8 mm à Tiourdiou. Une zone de haute intensité a été délimitée aux alentours de la

station de Tazzitount comme présenté dans la figure. Cette zone coïncide avec celle qui a connu des écoulements de débris et des écroulements de pentes au cours de l'averse.

(a) Comparaison des pluies observées par pluviométrie automatique et manuelle

Ces fortes pluies fournissent des données utiles pour examiner la fiabilité des jauges automatiques des pluies qui ont été installées dans le cadre du Projet Pilote. Les pluies accumulées observées dans les cinq stations d'observation des crues sont comparées comme suit:

Comparaison des pluies observées par station (mm)

Elément	Pluviomètre	Tourcht	Tazzitount	Tourdiou	Amenzal	Agouns
Pluies	Automatique (Projet Pilote)		50			
	Manuel	20,5	91,5	25,8	14,9	21,3
Différence	Automatique - Manuel (mm)		41,5			
	Différence/Manuel (%)					

2) Débit de l'oued

La zone des pluies intensives n'a pas été assez extensive pour développer un débit significatif de l'oued. Le débit de pointe a été de 101 m³/s à Tazzitount et de 147 m³/s à Aghbalou. Le débit de pointe à Tazzitount s'est enregistré à 18:20, 20 minutes seulement après les fortes pluies, collectant les débits de plusieurs petits affluents qui déversent dans l'oued à partir des pentes de l'Est et de l'Ouest.



3) Ecoulements des débris

Plusieurs affluents entre Iraghf et Imin Tadart ont déversé des quantités de débris ainsi que des eaux de crues dans la route P2017 et dans l'oued Ourika comme présenté en Fig. 8.4.3. A juger des grands rochers sur la route et sur le lit de l'oued, il paraît naturel que des écoulements de débris aient eu lieu dans ces affluents. Quelques traces d'écroulements de pentes à échelle réduite ont été également observées au long de la route dans cette section.



Comme vu lors des crues précédentes, la route a été coupée par les débris dans tous les affluents. Environ une centaine de voitures qui ont quitté Setti Fadma ont été bloquées par les eaux de crue et les débris entre Iraghf et Imin Tadart sur leur route pour fuir la vallée. Les passagers ont été forcés de passer la nuit dans leurs voitures jusqu'à ce que la DPE ait dégagé la route le lendemain. C'était un miracle que ces écoulements n'ont laissé aucune victime ou blessé, même si une voiture en stationnement a été écrasée par les roches et plusieurs maisons ont été investies par les boues.

Un propriétaire de café à Iraghf a vu des écoulements de débris derrière son café. Selon sa déclaration, l'écoulement de débris a eu lieu après 15 minutes de pluie seulement. Cette information est très importante pour la compréhension de la vitesse étonnante des écoulements des débris qui ne laisse que très peu de temps pour le fonctionnement du SPAC.

8.4.3 Activités des administrations concernées

(1) Message d'Alerte de la DMN

La DMN avait émis à 11:00 un message d'alerte d'orages et d'averse avec des fortes rafales sur une zone comprenant la région du haut Atlas dont la validité a été de 14:00 à 18:00. Ceci veut dire que les fortes pluies ont commencé juste avant l'expiration du message d'Alerte.

(2) ABHT

Quand l'alarme a retenti de la boîte d'alarme installée sur le mur entre 17:40 et 17:50 pour signaler le commencement des pluies à la station de Tazzitount, un ingénieur et un technicien ont été dans le Centre Informatique Principal. Ils ont immédiatement noté le commencement des pluies à Tazzitount en regardant les informations de crues de 17:50 sur le PC client. A 18:00, ils ont découvert que les pluies ont atteint le seuil d'alerte à travers l'affichage renouvelé et le retentissement de la boîte d'alarme. Puisqu'ils ne pouvaient utiliser le télécopieur qui a été enfermé pour l'utilisation exclusive de la secrétaire du directeur, ils ont informé la Province, la DGH, la DMN, la DPE, la DRE, etc. du message d'avis de crue concernant l'occurrence de pluies exceptionnelles par téléphone. Ils ont continué à contrôler la situation hydrologique jusqu'à 21:20, heure à laquelle ils ont émis l'annulation du message d'avis de crue par téléphone.

Il paraît que l'ABHT pouvait réagir aux pluies exceptionnelles de manière adéquate sauf que le personnel n'a pas pu utiliser le télécopieur. Cependant, à un examen de plus près, deux problèmes peuvent être relevés. Le premier est un problème mécanique d'absence de données à cause de l'interférence des éclaires. Le deuxième est un problème organisationnel. Ils ne pouvaient pas communiquer avec les stations jusqu'à l'arrivée de l'opérateur radio qui avait avec lui la seule clé du local radio et qui ne les a rejoint que vers 19:00 pour sa vacation régulière. Il est très difficile d'éviter le premier problème, mais le deuxième est vraiment déplorable. S'ils avaient communiqué avec la station de Tazzitount à 17:50, ils auraient pu informer les administrations concernées 10 minutes auparavant des pluies exceptionnelles comme suit:

(a) Interférence des éclaires

La Fig. 8.4.4 présente une copie du tableau des pluies sur l'ordinateur à 21:00. Le symbole "---" dans le tableau désigne des données manquantes. Pour les deux stations de Tazzitount et de Tourcht qui utilisent la station relais d'Aoulouss, les données de l'intensité des pluies et les pluies accumulées de 17:40 sont manquantes. Les données de l'intensité de 17:50 manquent également, mais ce n'est que l'effet du manque initial des données (l'intensité des pluies est calculée par la soustraction des pluies accumulées précédentes des pluies accumulées actuelles). Les données elles-mêmes ont été transmises au système comme compris du fait que les valeurs des données des pluies accumulées sont réellement dans le tableau. Un manque de données similaire s'est produit à 18:00 pour les trois stations liées par la station relais d'Adrar Tazaina.

Puisque les données sont stockées en cas de problèmes dans l'UTD (Unité Terminale à Distance) des stations d'observation des crues, il est naturel de penser que la perte des données s'est produite lors de la transmission, probablement à cause des éclaires. Plusieurs personnes se rappellent qu'il y avait des tonnerres et des éclaires avant et pendant les chutes de pluies. Des bruits intermittents anormaux comme des tonnerres ont également été entendus à partir des équipements radio du système de télémétrie dans le Centre Informatique Principal.

Une telle interférence des éclaires est malheureusement inévitable aussi longtemps que le système dépendra sur la transmission radio VHF. C'est l'un des inconvénients des réseaux radio VHF. Les orages d'été dans la région de l'Atlas sont généralement accompagnés de tonnerres et éclaires. Ainsi, il est à prendre pour probable de toujours avoir des données manquantes pendant les orages. Pour minimiser l'inconvenance ainsi causée, la communication avec les stations d'observation des crues est très importante. Aussitôt que l'on découvre des données manquantes, les stations doivent être contactées immédiatement par radio pour leur demander une lecture des données non transmises depuis l'UTD.

(b) Système de permanence et accès au local de la radio

Le système de permanence actuel de l'ABHT est si faible que l'opérateur radio en permanence peut quitter son poste en dehors des vacations de communication avec les stations d'observation des crues. Comme a été le cas lors de la crue du 14 juin 2003, l'opérateur radio du jour a été absent au début de l'averse. Il est retourné à l'ABHT pour assurer la vacation juste avant 19:00, environs une heure après.

Heureusement qu'il y avait un ingénieur et un technicien faisant de la pratique sur les équipements du Centre Informatique Principal à ce moment. Cependant, ils ne pouvaient pas profiter de la chance à 100%. Ils ont pu diffuser les messages d'avis de crues aux administrations concernées, mais ils ne pouvaient pas collecter plus d'informations directement des stations d'observation des crues seulement parce qu'ils ne pouvaient ouvrir le local radio. S'ils avaient contacté la station de Tazzitount pour demander les données manquantes, ils pouvaient diffuser les messages d'avis de crues 10 minutes auparavant. Les 10 minutes ne sont pas une période forcément courte, particulièrement pour les écoulements des débris et les crues rapides des affluents comme celles générées par les averses.

(3) Province d'Al Haouz

Puisque le Gouverneur était en congé, le secrétaire général était au commandement de la gestion des désastres ce jour là. Vers 18:00, il a été informé de l'occurrence de forte averse dans la vallée de l'Ourika par l'ABHT. Il a immédiatement ordonné l'évacuation des gens par les autorités locales, la Gendarmerie Royale, la Protection Civile, les Forces Auxiliaires, la DPE, etc. par téléphone. Selon le secrétaire général, il a donné ses instructions pour diffuser un avis d'évacuation au Poste d'Alarme d'Iraghf au Khalifa du Caïd de l'Ourika. Pour superviser les opérations sur site, il s'est dirigé vers la vallée pour arriver enfin à Iraghf vers 21:00.

(4) Caïdat d'Ourika

Le Caïd d'Ourika était également en congé. Son Khalifa assurait son intérim. Il a été informé de l'occurrence de fortes pluies par le Cheikh du douar Acheg, situé près de la station de Tourcht sur son téléphone portable vers 18:00. Il a immédiatement téléphoné au super caïd, aux cheikhs et moqadams pour les informer pour collecter plus d'informations sur l'averse. Il a également reçu un appel téléphonique de secrétaire

général de la province. Il a donné ses ordres à l'opérateur du Poste d'Alarme d'Iraghf pour gérer la situation par ses propres soins.

(5) Poste d'Alarme d'Iraghf

Environ un millier de touristes et une centaine de voitures de touristes se trouvaient à Iraghf. Il a commencé à pleuvoir juste avant 18:00 avec des tonnerres, des éclaires et de la grêle. Les fortes précipitations ont continué pour environ une demi-heure et puis elles se sont atténuées et ont continué jusqu'à 21:00.

Puisque le radiotéléphone du Poste d'Alarme n'était pas opérationnel en raison d'un problème à la station relais de Sidi Bou Othmane, l'opérateur du Poste d'Alarme a essayé d'appeler la province vers 18:00, mais il n'a pas reçu de réponse. Pendant les fortes pluies, la majorité des voitures de touristes ont quitté Iraghf pour échapper de la vallée. Des centaines de clients des hôtels ont commencé à évacuer vers les maisons se trouvant sur les pentes douces derrière la zone des hôtels avec l'assistance des habitants à travers les routes d'évacuation désignées pour l'exercice de simulation organisé en 2002.

L'opérateur du Poste d'Alarme ne savait que faire dans l'absence de toute instruction claire. Quelques habitants se sont rassemblés devant le Poste, demandant la diffusion d'un message sur la situation de la crue. Ce n'était qu'après 18:30, quand la majorité des touristes et des habitants ont déjà évacué, que l'opérateur a émis un message d'annulation enregistré en concertation avec le Khalifa. Il est étrange que le message d'annulation ait été diffusé directement avant l'alerte à la crue ou l'avis d'évacuation. Selon l'opérateur, il voulait éviter de semer plus de panique parmi les gens et a choisi le message le plus atténué.

CHAPITRE 9. EVALUATION DU PROJET PILOTE

9.1 Introduction

Comme décrit dans les chapitres précédents, le Projet Pilote a été réalisé en deux phases. La première phase a été complétée en décembre 2001 et son exploitation expérimentale a immédiatement commencé pour durer pendant environ une année et demie jusqu'à l'achèvement de la seconde phase en juillet 2003. Malheureusement, l'exploitation expérimentale du système de télémétrie complètement automatisé qui a été achevé au terme de la seconde phase a été si courte qu'elle n'a duré qu'un mois et demi du début d'août en mi-septembre 2003.

Au cours de cette période, l'Equipe d'Etude de JICA a assisté et supervisé l'exploitation expérimentale au Maroc même après son retour au Japon. Ce chapitre décrit l'évaluation du Projet Pilote sur la base des résultats des activités de supervision, y compris de différents programmes de formation et d'exercice de simulation. L'Avant-projet du Plan Directeur est modifié et mis à jour dans le chapitre suivant tenant compte des résultats de l'évaluation.

9.2 Critères d'évaluation

9.2.1 Objectifs de l'évaluation

L'objectif de l'évaluation du Projet Pilote est d'identifier, à travers l'évaluation, des éléments d'amélioration et d'actualisation de l'Avant-projet du Plan Directeur proposé dans le chapitre 5.

9.2.2 Critères d'évaluation

Le Projet Pilote est un système basé sur les équipements et l'intervention humaine à travers l'exploitation manuelle (guide). L'évaluation est effectuée pour les deux parties respectivement, et puis pour la totalité du système du projet. Le critère d'évaluation, généralement appliqué pour les trois éléments, est la précision en terme d'efficacité de la lutte contre les désastres et la durabilité. Le tableau suivant présente les trois critères et les principales considérations adoptées pour l'évaluation:

Trois critères et principales considérations

Critère	Principales considérations
Précision des équipements	<ul style="list-style-type: none"> • Les équipements fonctionnent-ils de manière adéquate lors de crues (efficacité)? • Les équipements sont-ils gardés en bon état de fonctionnement (durabilité)?
Précision des guides	<ul style="list-style-type: none"> • Les opérations réalisées suivant les guides sont-elles efficaces dans la lutte contre les crues (efficacité)? • Les guides sont-ils acceptés par le personnel concerné (durabilité)?
Précision du système total	<ul style="list-style-type: none"> • Le système est-il efficace dans la réduction des dégâts de crue (efficacité) • Le système est-il techniquement et financièrement durable (durabilité)?

9.3 Evaluation

9.3.1 Précision des équipements

(1) Efficacité des équipements dans la lutte contre les désastres

L'efficacité des équipements du Projet Pilote peut être évaluée par l'examen de leur performance réelle lors des crues passées. Le Tableau 9.3.1 présente la performance des équipements et des opérations manuelles au cours des deux événements de crue du 14 juin 2003 et de l'averse du 4 août 2003.

Selon ce tableau, les équipements ont généralement bien fonctionné. Particulièrement, les effets du système de télémétrie qui vient d'être achevé en juillet 2003 ont été magnifiques. Lors de l'averse du 4 août 2003, le système automatique a averti l'ABHT du commencement de l'averse intensive par son alarme et a fourni les données des pluies et des niveaux d'eau toutes les 10 minutes en temps réel, même si quelques problèmes restent encore à résoudre.

(a) Effets du système de télémétrie

Les effets du système de télémétrie sont très apparents. Le système de télémétrie peut mesurer les pluies et les niveaux d'eau automatiquement dans les stations d'observation des crues et les transmettre automatiquement au Centre Informatique Principal à Marrakech. Le système automatique peut non seulement alerter l'ABHT par le déclenchement de l'alarme, mais il traite également les données hydrologiques brutes en des informations visualisées et faciles à comprendre, accessibles depuis les stations de contrôle à la DGH, la DPE d'Al Haouz, la Province d'Al Haouz et le Caïdat d'Ourika.

Le système complètement automatique est révolutionnaire par son exclusion de toute possibilité de problèmes causés par l'erreur humaine, comme a été le cas même dans le Projet Pilote et peut également se reproduire dans le futur. Les données observées sont transmises à l'ABHT par les jauges des niveaux d'eau installées dans les stations d'annonce de crues en deux minutes au plus tard. Ainsi le système de télémétrie a largement contribué au renforcement de la fiabilité du SPAC en terme de précision et de réduction de temps. Selon l'un des techniciens de l'ABHT, lors de l'averse du 4 août 2003, l'ABHT a pu pour la première fois informer la Province de l'occurrence de fortes pluies avant l'autorité locale.

(b) Problèmes identifiés lors de l'averse du 4 août 2003

Alors que le système de télémétrie était en cours de fonctionnement, les deux problèmes suivants ont été relevés lors de l'averse du 4 août 2003.

- Grande différence entre les mesures prises par le pluviomètre automatique et le pluviomètre manuel de la station de Tazzitount
- Interférence des éclairs dans la transmission des données

(i) Grande différence entre les mesures pluviométriques, automatique et manuelle

Comme décrit dans la sous-section 8.4.2, une grande différence a été découverte entre les quantités de pluies mesurées par le pluviomètre automatique et le pluviomètre manuel lors de l'averse du 4 août 2003. Les données du pluviomètre manuel indiquaient 91,5 mm à la station de Tazzitount, alors le pluviomètre automatique a enregistré 50 mm seulement. Comme il paraît d'après le tableau

suivant, cette grande différence n'a pas été observée lors des autres crues.

Comparaison des quantités de pluies mesurées automatiquement et manuellement lors des fortes pluies dépassant le seuil d'alerte

Date	Station	Pluies (mm)		Différence	
		Automatique	Manuel	(mm)	(%)
14/06/2003	Agouns	50	43,4	6,6	13
04/08/2003	Tourcht	21	20,5	0,5	2
Dito	Agouns	28	21,3	6,7	24
Dito	Tiourdiou	31	25,8	5,2	17
Dito	Tazzitount	50	91,5	-41,5	-83
09/08/2003	Tazztount	22	21	1,0	5
12/08/2003	Agouns	8	7,4	0,6	8

Deux possibilités restent concevables comme cause de cette grande différence. La première est que le pluviomètre automatique n'a pas pu recevoir correctement de si fortes pluies en raison d'un blocage avec la poussière et les feuilles d'arbres ou en raison d'un problème du pluviomètre. La deuxième est que les données d'observation manuelle étaient erronées. Cependant, il n'y a aucune preuve conclusive disponible pour déterminer la cause de cette différence, comme il paraît de l'explication suivante.

Puisque le blocage du pluviomètre automatique à bascule avec les poussières et/ou les feuilles des arbres paraissait plus probable, le pluviomètre a été immédiatement vérifié après l'averse. Le couvre extérieur du cylindre a été démonté, mais aucun obstacle n'a été trouvé à l'intérieur. Deuxièmement, la capacité du pluviomètre a été suspectée. Pour vérifier cette possibilité, l'Equipe d'Etude a fait référence au fabricant du pluviomètre pour demander sa capacité. Le fabricant, qui n'a pas de données relatives à la capacité, a bien voulu réaliser un test pour vérifier le fonctionnement du pluviomètre automatique à bascule sous des pluies artificielles exceptionnelle avec une intensité de 50 mm en 10 minutes (correspondant à 300 mm/hr). En somme, le test a prouvé l'excellent fonctionnement du pluviomètre qui a pu mesurer les pluies de haute intensité avec une précision de 98%. Si le pluviomètre automatique de Tazzitount a exécuté la même fonction lors de l'averse, les données observées indiquant 50 doivent être correctes.

Puisque l'observation manuelle est très simple, il est généralement difficile de penser que le gardien de la station a fait une erreur dans la mesure des pluies. Malheureusement, Il n'y a pas de solution disponible pour vérifier laquelle mesure est véridique.

(ii) Interférence des éclairs dans la transmission des données

Comme décrit dans la 8.4.3, les éclairs ont affecté le système de transmission des données lors de l'averse du 4 août 2003. Un manque de donnée a été enregistré juste avant et au commencement des pluies comme présenté en Fig. 8.4.1.

Les impulsions des éclairs sont une sorte d'ondes radio dont la fréquence est généralement comprise entre 150KHz et 100MHz. La bande 70MHz utilisée dans le Projet Pilote est affectée par les éclairs plus que les autres bandes VHF plus hautes. Quand la transmission des données de télémétrie rencontre un éclair, il est possible de perdre des données. Le problème peut s'empirer par le fait que les deux stations relais sont situées aux sommets de deux hautes montagnes souvent survolées par les nuages orageux en été. Ce problème est inévitable aussi

longtemps qu'une bande basse de VHF est utilisée. La bande VHF basse (bande de 70MHz) est une fréquence idéale pour la propagation radio en zone montagneuse, même si elle reste exposée aux interférences anormales de longues distance et aux impulsions provenant des éclairs, particulièrement en été.

Le système de télémétrie appelle les stations encore, deux fois de plus au maximum, si des données anormales sont fournies par l'une des stations. Pour réduire les chances de manque de données, il est recommandé de répéter les appels en changeant la limite du maximum des appels de deux fois à sept fois. De plus, il est au tour du système de renforcement manuel de minimiser les influences de cet inconvénient du système actuel. La communication avec les stations d'annonce de crues à travers le réseau radio existant est très utile. Aussitôt qu'un manque de données est identifié, les stations doivent être contactées immédiatement par radiotéléphone pour obtenir les lectures des données non transmises depuis les UTD.

(2) Durabilité des équipements

Pour assurer la durabilité, les équipements ne doivent souffrir d'aucun problème chronique ou fatal. Même si certains équipements peuvent tomber en panne, ils doivent être réparés ou remplacés aussitôt que possible. De ce point de vue, les informations relatives aux problèmes des équipements du Projet Pilote et leurs réparations ont été collectés et sept problèmes majeurs ont été identifiés comme présenté au Tableau 9.3.2, et sont résumés comme suit:

Principaux problèmes des équipements

Equipement affecté	Stations	Problème	Cause du problème	Mesure
Connexion entre le serveur et le PC client	Centre informatique principal (ABHT)	Pas de connexion	Dysfonctionnement du logiciel	Réparation par SOHIME suivant les instructions de JRC
Hub de commutation	Centre informatique principal (ABHT)	Panne temporaire	Haute température	Reprise naturelle
UTD (Unité Terminale à Distance)	Agouns, Amenzal	Panne du convertisseur DC/CD	Surtension par foudre	Remplacement de trois circuits avec de nouveaux par l'Equipe d'Etude (JRC)
DC UPS	Poste d'Alarme d'Iraghf	Défaut de charge	Alimentation faible et instable	Fourniture d'un régulateur automatique de tension par l'Equipe d'Etude
Mât en métal	Poste d'Alarme d'Iraghf	Détruit par les débris	Ecoulement des débris lors de l'averse du 4 août 2003	Remplacement du mât en métal par deux mâts en béton par l'Equipe d'Etude
Radiotéléphone	Poste d'Alarme d'Iraghf	Communication instable	Faible force du signal	Remplacement de l'antenne non-directionnelle par une antenne directionnelle par l'Equipe d'Etude

SOHIME : La société marocaine qui a signé le contrat de maintenance des équipements du projet pilote avec la DGH.

JRC: Japan Radio Co. , Ltd. : le fournisseur japonais des équipements du projet pilote.

Ces problèmes n'étaient pas de grande difficulté technique, à l'exception de celui de l'UTD qui a requis un traitement spécial par le fournisseur japonais des équipements. Tous les problèmes ont été résolus dans l'espace d'un mois, et aucun problème chronique ou fatal n'a été trouvé dans le projet pilote.

Concernant les problèmes de l'UTD, l'influence des éclairs a peut-être été sous-estimée lors du design. Même si la période de garantie était expirée d'environ une année, le fournisseur des équipements a immédiatement remédié au problème. Il a complémentirement développé et fourni trois nouveaux tableaux de circuit qui sont résistants aux impulsions des éclairs.

Les problèmes du hub de commutation du serveur de l'ABHT et du DC UPS et du mât en métal du Poste d'Alarme ont été causés par des conditions environnantes imprévues telles que l'absence de la climatisation dans la chambre du Centre Informatique Principal, la faible tension de l'alimentation et l'écoulement des débris. Ils sont tous devenus de précieuses leçons pour l'élaboration du Plan Directeur.

Puisque la majorité des problèmes a été résolus par l'Equipe d'Etude de JICA qui a heureusement été à Marrakech au moment de leur découverte, la capacité des administrations concernées pour le traitement de tels problèmes n'a pas encore été défiée.

9.3.2 Précision des guides

(1) Efficacité des guides

L'efficacité des guides pour l'exploitation du Projet Pilote proposé en section 7.2 peut être mesurée par la performance au cours des crues réelles comme est le cas pour les équipements si les opérations ont suivi le guide.

D'autre part, les actions à réaliser par les principales administrations concernées sont établies dans le guide proposé suivant les phases de crue qui sont déterminées par l'émission du message de la DMN et des messages d'avis de crues par l'ABHT. Les messages d'avis de crue de l'ABHT sont décidés en référence à la situation hydrologique (pluies et/ou niveaux d'eau) qui dépasse les seuils de pré-alerte et d'alerte. Notamment, les messages de la DMN et les valeurs prédéfinies des seuils de pré-alerte et d'alerte sont les indicateurs les plus importants pour la prise d'action par les principales administrations suivant le guide proposé. Il est d'importance d'examiner l'utilisation des données hydrologiques accumulées durant l'exploitation expérimentale.

Suivant les considérations que dessus, la performance réelle des opérations au cours des mêmes crues a été évaluée dans le Tableau 9.3.1. Les messages de la DMN ont été collectés pour les comparer aux conditions réelles, et la fréquence de l'arrivée aux seuils de pré-alerte et d'alerte a fait l'objet d'un examen en s'appuyant sur les données stockées dans la base de données du serveur de traitement des données du Centre Informatique Principal de l'ABHT.

Par conséquent, l'efficacité des guides proposés lors des crues réelles n'a malheureusement pas pu être prouvée, principalement en raison des erreurs qui doivent être résolues avant les discussions relatives aux guides. Même si l'efficacité a été provisoirement confirmée dans l'exercice de simulation, l'évaluation réelle est retardée à la crue suivante. Les messages de la DMN ne sont pas précis, mais ils méritent d'être pris en considération. Après l'accumulation de 21 mois de données hydrologiques jusqu'à présent, il n'y a pas de raison pour changer les seuils de pré-alerte et/ou d'alerte ni pour les pluies ni pour les niveaux d'eau. On peut conclure que les guides actuels peuvent continuer en vigueur jusqu'à ce qu'on découvre des problèmes spécifiques.

(a) Performance lors de crues réelles

Le Tableau 9.3.1 comprend l'évaluation des opérations manuelles des principales administrations au cours des deux événements de crue, celui du 14 juin 2003 et celui de l'averse du 4 août 2003.

Généralement, les opérations manuelles ont été évaluées à un niveau plus faible que celui des équipements. Plusieurs simples erreurs ont été identifiées presque dans chaque sous-système. Par exemple, l'ABHT ne savait pas que le fax du message de la DMN était arrivé, il n'y avait pas d'opérateur radio à l'ABHT quand les stations d'annonce de crue l'appelaient, le local de la radio de l'ABHT a été fermé et inaccessible, la route de diffusion des alertes a été erronée, l'affichage des informations relatives à la crue n'a pas servi de référence pour les stations de contrôle, et ainsi de suite. Ces erreurs ont été principalement causées par la compréhension insuffisante des guides, l'imperfection de la permanence du système de l'ABHT n'étant pas liée au guide lui-même.

Au contraire des guides qui font appel à la communication entre les administrations concernées pour l'échange des informations, les efforts pour la collecte des informations relatives à la crue ont été insuffisants de la part des administrations. En particulier, l'ABHT est plus négative concernant ce point. L'ABHT pouvait collecter des informations de la DMN, de la DPE et de la Province lors de l'averse du 4 août 2003 mise à part la diffusion des messages d'avis de crue. Le manque des moyens de communication (téléphone et Fax) ainsi que du personnel doit être décourageant pour l'ABHT.

(b) Messages de la DMN et définition des indicateurs hydrologiques des seuils de pré-alerte et d'alerte

(i) Précision des messages de la DMN

Aussitôt qu'un message de pré-alerte ou d'alerte de la DMN est émis, la Phase Préparatoire commence suivant le guide proposé. Les administrations concernées doivent renforcer leur préparation à lutter contre la crue à venir, par exemple, mobiliser une équipe d'exploitation du SPAC à l'ABHT. Cependant, il reste vrai qu'il y a des réclamations relatives à la précision des messages de la DMN parmi les administrations concernées.

Le tableau suivant donne une liste des messages de la DMN émis en juillet et août 2003 avec une description des conditions réelles des crues. La DMN a émis un total de 8 messages de pré-alerte et d'alerte pour la région comprenant la vallée de l'Ourika. Trois (3) messages sur 8 ont réussi la prévision de situations de crues dépassant le seuil de pré-alerte au moins, mais les autres 5 messages ont échoué.

Messages de la DMN et crues réelles

Date et heure d'émission	Pré-alerte /Alerte	Durée de validité	Crue réelle
17/07/2003 à 15:40	Alerte	16:20 à 21:00	Pas de pluie
18/07/2003 à 12:00	Pré-alerte	15:00 à 20:30	Sous le seuil de pré-alerte
18/07/2003 à 15:00	Alerte	15:30 à 21:00	Sous le seuil de pré-alerte
18/07/2003 à 18:37	Alerte	18:40 à 21:00	Sous le seuil de pré-alerte
23/07/2003 à 14:40	Alerte	14:50 à 20:00	Sous le seuil de pré-alerte
04/08/2003 à 11:30	Pré-alerte	14:00 à 18:00	Dépassant le seuil d'alerte
06/08/2003 à 14:30	Alerte	14:30 à 22:00	Dépassant le seuil d'alerte
10/08/2003 à 15:40	Alerte	15:40 à 22:00	Dépassant le seuil d'alerte

La DMN a fourni beaucoup d'efforts pour renforcer la précision des prévisions météorologiques, mais les prévisions relatives aux zones localisées, particulièrement en Haut Atlas, restent encore à améliorer de plus en plus. Dans

le tableau que dessus, plus de la moitié des messages ont échoué dans leurs prévisions. Au contraire, on peut dire que tous les messages sont réussit. Les messages paraissent dignes de considération s'ils arrivent à assurer environ 50% de la précision souhaitée.

(ii) Fréquence du dépassement des seuils de pré-alerte et d'alerte

Les seuils de pré-alerte et d'alerte sont des indicateurs pour les messages de préavis de crue et des messages d'avis de crue à émettre par l'ABHT. S'ils sont définis à un niveau très bas, ces messages sont émis plus fréquemment. Une telle fréquence d'émission des messages pourra mener à l'épuisement des administrations. Le plus les seuils sont hauts, le moins sera le temps disponible aux administrations pour la préparation à lutter contre les crues. S'ils sont très hauts, les crues peuvent être manquées.

Dans ce sens, il est de grande importance de savoir la fréquence de dépassement des seuils de pré-alerte et d'alerte par les pluies et/ou les niveaux d'eau. Le Tableau 9.3.3 présente les dates lors desquelles les pluies et/ou les niveaux d'eau ont dépassé les seuils de pré-alerte ou d'alerte prédéfinis en sous-section 7.2.2.

Au cours de la période de données de 21 mois, le seuil de pré-alerte a été atteint en 12 jours et celui d'alerte en 4 jours, correspondant à 6,9 et 2,3 jours/an respectivement. Les fréquences de 6,9 et 2,3 jour/an ne sont pas très hautes pour fatiguer les administrations concernées. De plus, les deux crues du 14 juin 2003 et 4 août 2003 qui ont causé certains dégâts ont atteint le seuil d'alerte. Ceci veut dire que les seuils proposés peuvent détecter les crues dangereuses. Les seuils actuels de pré-alerte et d'alerte peuvent être considérés comme adéquats, même s'il paraît risqué de les juger définitivement sur la base des données disponibles pour une période aussi courte que 21 mois.

Nombre de jours au cours desquels les seuils de pré-alerte et/ou d'alerte ont été atteints

Cause	Pré-alerte	Alerte
Pluies	12	4
Niveau d'eau	3	0
Total	12	4

Note: La période de données et d'environ 21 mois de Déc. 2001 à Sep. 2003

(2) Durabilité des guides

La durabilité des guides dépend de leur degré d'acceptation par le personnel concerné. L'Equipe d'Etude a fourni tous les efforts possibles pour expliquer, discuter et conseiller ce personnel sur les guides à travers les réunions et les exercices de simulation. Les administrations concernées ont également coopéré avec l'Equipe d'Etude dans toutes les occasions. Cependant, comme on le voit dans les erreurs simples vécues lors des crues récentes, les guides n'ont pas encore été assimilés par les administrations. Plus de programmes de formation et d'exercices de simulation sont nécessaires.

L'effet des exercices de simulation n'est pas à mettre en question. Comme les administrations concernées ont agit plus rapidement lors de chaque exercice, leur compréhension a été largement améliorée. Cependant, on comprend de la performance lors des crues réelles qu'il reste vrai d'après leurs réactions qu'ils sont encore loin du niveau satisfaisant. Ceci n'est probablement pas dû à des problèmes spécifiques du personnel

concerné mais également dû à des problèmes organisationnels y compris ceux relatif aux moyens (téléphone, fax) et au système de permanence.

9.3.3 Précision du système global

(1) Efficacité du système global

Puisque le système global achevé n'a pas été exploité de manière adéquate au cours des crues réelles comme discuté dans la section précédente, l'efficacité du système global n'a pas pu être vérifiée encore. Cependant, si le système global est exploité au même niveau que lors des exercices de simulation, les procédures consécutives nécessaires de la collecte des données à l'évacuation peuvent être complétées en 20 minutes environ, 10 minutes de moins que le temps ciblé par le Plan Directeur. Même si dans les situations réelles les procédures ne sont pas réalisées avec la même fluidité que lors des exercices de simulation, la marge de 10 minutes reste encore très significative. Il n'est pas exagéré de dire que le résultat de la simulation a mis en évidence les grandes possibilités du SPAC Pilote.

D'autre part, quelques limites du Projet Pilote et toutes les mesures structurelles en générale dont le SPAC lui-même ont été révélées par les crues récentes, confirmant les doutes ultérieurs. Les crues et les écoulements des débris rapides causés par les pluies localisées sont trop rapides pour le SPAC. Ils ne permettent pas assez de temps pour l'exploitation du SPAC. Même si aucune victime n'a été enregistrée, heureusement, lors de la réalisation du Projet Pilote, le traitement des visiteurs en voiture reste un problème de prévention des désastres dans la région. Il reste beaucoup de problèmes qui ne peuvent être résolus par le SPAC à lui seul.

(2) Durabilité du système global

Pour assurer la durabilité de l'exploitation du SPAC Pilote, il est essentiel de fournir les mécanismes pour assister le SPAC institutionnellement, financièrement et techniquement. Puisque l'Equipe d'Etude a réalisé une partie considérable de cette assistance du Projet Pilote, de tels mécanismes n'ont pas été complétés dans toutes les administrations concernées. Des efforts en vue de la création de ces mécanismes sont en avancement lent mais sûr.

La réalisation la plus importante qui a été enregistrée à l'issue de ses efforts est la signature d'une convention relative à l'exploitation et à la maintenance du SPAC pilote qui a eu lieu en novembre 2003. Les étapes restantes résident en la création d'un comité de coordination et l'exécution des responsabilités stipulées par ladite convention.

(1) Signature de la convention

Dès la première phase de l'Etude, l'Equipe d'Etude de la JICA a conseillé la Province et l'ABHT de conclure une convention relative à l'exploitation et à la maintenance du SPAC pilote impliquant toutes les administrations concernées. La Province d'Al Haouz, l'ABHT et la DPE d'Al Haouz ont finalement signé la convention le 7 novembre 2003, avec le témoignage de l'Equipe d'Etude de JICA et le Comité Consultatif de la JICA.

(2) Responsabilités de la Province et de l'ABHT

Cette convention stipule de manière concrète les responsabilités de la Province d'Al Haouz et de l'ABHT en ce qui concerne l'exploitation et la maintenance du SPAC pilote, comme suit:

Responsabilités de la Province et de l'ABHT

Province d'Al Haouz	ABHT
<ul style="list-style-type: none"> • Créer un comité d'exploitation et de suivi; • Prendre en charge l'exploitation du SPAC en ce qui la concerne en relation à la prise de décision, l'émission et la diffusion des alertes aux crues et de l'évacuation; • Superviser et assister le Caïdat d'Ourika et le Poste d'Alarme; et • Assurer la maintenance quotidienne et la protection des équipements sous sa juridiction et informer l'ABHT de toute panne d'équipement nécessitant son intervention. 	<ul style="list-style-type: none"> • Prendre en charge l'exploitation du SPAC en ce qui la concerne vis-à-vis de l'observation, la collecte, le traitement et l'analyse des données, la prévision et l'émission des messages d'avis de crue; • Assurer la maintenance quotidienne et la protection des équipements installés à l'ABHT et dans les stations hydrologiques • Assurer la maintenance préventive régulière de tous les équipements installés dans le cadre du projet pilote; et • Assurer la maintenance curative de tous les équipements (la réparation ou le remplacement des tous les équipements en panne)

(3) Création du comité

La convention stipule également sur la création d'un comité pour l'exploitation et le suivi du SPAC pilote, lequel comité sera présidé par le gouverneur de la province. Les membres du comité sont des représentants de la Province d'Al Haouz, l'ABHT, la DPE d'Al Haouz, la DREF du Grand Atlas, la DMN de Marrakech, la Protection Civil de Tahanaout et 1 Gendarmerie Royale de Tahanaout, mais le gouverneur, en qualité de président, peut inviter toute autre administration si nécessaire. L'ABHT devra assurer le secrétariat du comité.

9.3.4 Conclusion

Sur la base des discussions que dessus, les résultats de l'évaluation peuvent être résumés comme suit:

Résumé de l'évaluation

Critère	Considérations	Evaluation	Problèmes
Précision des équipements	Efficacité	B	• Des mesures contre les éclairs doivent être considérées.
	Durabilité	B	• Les travaux de maintenance doivent être assurés.
Précision des guides	Efficacité	B dans l'exercice de simulation mais inconnu en pratique	• Les guides dont l'efficacité a été confirmée temporairement dans les exercices de simulation doivent être examinés lors de crues réelles.
	Durabilité	C	<ul style="list-style-type: none"> • Le renforcement du système de permanence et la fourniture des moyens nécessaires est indispensable. • Des programmes de formation et des exercices de simulation doivent être réalisés régulièrement.
Précision du système global	Efficacité	B	<ul style="list-style-type: none"> • L'efficacité contre les crues et les écoulements des crues provenant des affluents est insuffisante • Il existe encore plusieurs problèmes qui ne peuvent être résolus par le seul SPAC..
	Durabilité	B	• Des mécanismes de support du SPAC Pilote sont indispensables.

A: Excellent, B: Bien, C: Moyen, D: Faible

CHAPITRE 10. MODIFICATION DU PLAN DIRECTEUR

10.1 Introduction

L'Avant-projet du Plan Directeur provisoirement proposé en avril 2001, comme présenté au Chapitre 5, est modifié et actualisé au présent chapitre. Au cours de ces deux ans et demi suivant la proposition de l'avant-projet du Plan Directeur dans le Rapport Intérimaire 2, le Projet Pilote, consistant notamment en une partie du Plan Directeur, a été graduellement réalisé, suite de laquelle la réalisation l'exploitation expérimentale a été immédiatement entamée. La DRHT, qui a été supposée être l'administration responsable de l'exécution du Plan Directeur a été transférée en Agence du Bassin Hydraulique du Tensift (ABHT) au cours de cette période dans le cadre de la mise en œuvre de la stratégie nationale de décentralisation.

Dans ce sens et pour les fins de l'actualisation du Plan Directeur, non seulement les résultats de l'évaluation du Projet Pilote présentés au Chapitre 9, mais aussi les changements affectant le Plan Directeur survenus au cours de ladite période de deux ans et demi ont été pris en considération. Les éléments affectés par cette modification sont résumés dans le tableau suivant:

Eléments de modification

Elément		Modification	Justification de la modification
Condition initiale du Plan Directeur	Année cible d'achèvement	Une réalisation à long terme est considérée	♦ Des conditions financières plus difficiles sont prévues entraver la réalisation du Plan Directeur en raison de la transition de la DRHT à l'ABHT
Modification des sous-systèmes	Observation hydrologique et collecte des données	Réadaptation de la conception du réseau radio pour le système de télémétrie	♦ Le réseau radio établi dans le cadre de la réalisation du Projet Pilote devra être utilisé pour la réalisation réseau de télémétrie du Plan Directeur
	Diffusion des alertes aux crues	Un système semi-automatique est réalisé.	♦ La réduction du coût est souhaitable ♦ Le potentiel du système semi-automatique a été vérifié dans le cadre du Projet Pilote
Modification du plan d'exploitation et de maintenance (renforcement du plan institutionnel)		Proposition de la création d'un comité de coordination	♦ Assurer la durabilité du SPAC. La nécessité d'un tel comité a été mise en évidence par le Projet Pilote ♦ Un tel comité a été proposé par le Plan Directeur National de Lutte contre les Inondations par la DGH.
		Accent mis sur le renforcement du système de permanence	♦ Des défaillances dues au laxisme du système de permanence actuel ont été révélées par le Projet Pilote
		L'accent a été mis sur la nécessité de l'explication et de la formation (exercices de simulation) pour une bonne compréhension du SPAC	♦ Des défaillances dues à la faible compréhension des procédures du SPAC ont été révélées par les Projet Pilote
		L'accent est mis sur la nécessité de l'analyse interactive avec la DMN	♦ L'importance de la prévision météorologique a été reconnue à travers le Projet Pilote.
		L'accent a été mis sur l'importance des informations provenant des autorités locales	♦ L'importance des informations provenant des autorités locales a été confirmée à travers le Projet Pilote
		L'accent a été mis sur l'importance de l'évaluation et de l'amélioration par l'application du cercle de gestion	♦ La nécessité de ce cycle de gestion est primordiale pour le développement durable du SPAC
		L'accent a été mis sur l'importance de la participation des habitants et des établissements touristiques	♦ L'importance de la coopération des habitants locaux a été reconnue à travers la réalisation du Projet Pilote.
Nécessité d'une approche compréhensive de la prévention des désastres		Une approche compréhensive y compris une variété de mesures structurelles et non-structurelles est recommandée	♦ Les limites du SPAC et la nécessité d'une approche compréhensive ont été confirmées par le Projet Pilote

10.2 Modifications du Plan Directeur

10.2.1 Année cible d'achèvement du Plan Directeur

L'année cible prévue pour l'achèvement de la réalisation Plan Direction a été fixée en 2007 dans l'avant-projet du Plan Directeur sur la durée des 5 ans suivant immédiatement l'achèvement de l'Etude initialement prévue pour l'an 2002 (La période de l'Etude a été prolongée jusqu'en 2004) comme déjà mentionné en sous-section 5.1.2. Cette date a été fixée sur la base des expectations de ce que la DGH prenne de fortes initiatives en vue du financement de projets similaires à celui du bassin versant de l'Ouergha.

Cependant, la situation financière de l'ABHT, qui est prévue être l'administration chargée de la mise en œuvre du Plan Directeur, est de plus en plus difficile au cours de la préparation de l'avant-projet du Plan Directeur, particulièrement après la transition de la DRHT qui a donné plus d'indépendance à l'agence du bassin de son administration de tutelle, la DGH. L'annulation du projet de télémétrie de l'Oum Er Rbia peut être un bon exemple des difficultés financières que les agences de bassin pourront bien affronter.

Dans une telle situation, l'ABHT envisage la réalisation du Plan Directeur sur une période plus prolongée afin de réduire les dépenses annuelles. Tenant compte des conditions financières et des opinions de l'ABHT, le cas de figure d'une réalisation sur une période de 10 ans est avancé comme scénario plus réaliste. Les 10 années seraient une limite maximale pour une réalisation à long terme dans le secteur des télécommunications dont la dynamique d'innovation technique est très rapide.

Si la réalisation commence en 2004 immédiatement après l'achèvement de l'Etude, l'année d'achèvement prévue sera 2008 pour la réalisation en 5 ans et 2013 pour la réalisation en 10 ans.

Année prévue d'achèvement

Option	Période de réalisation	Année d'achèvement
Option 1	5 ans	2008
Option 2	10 ans	2013

10.2.2 Modifications des sous-systèmes

Le réseau radio de télémétrie du sous-système d'Observation Hydrologique et de Collecte des Données est actualisé par l'intégration de réseau existant installé dans le cadre de la réalisation du Projet Pilote. Pour réduire le coût du sous-système de Diffusion des Alertes, un système de fission semi-automatique indirect, dont le potentiel a été vérifié à travers le Projet Pilote, est installé à l'Ourika au lieu du système contrôlé à distance proposé dans l'avant-projet du Plan Directeur.

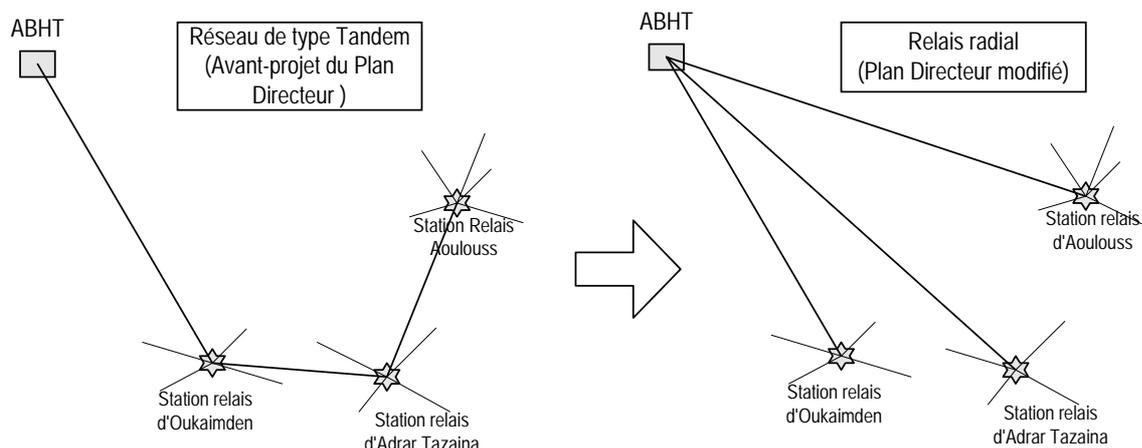
(1) Modification du design du réseau de télémétrie

L'avant-projet du Plan Directeur propose un réseau radio VHF avec une bande de fréquence assumée de 88MHz, sur la base des calculs du circuit radio en utilisant les profils topographiques. Le réseau comprend cinq stations relais pour 20 stations d'annonce de crue comme présenté en Fig. 5.4.1. Par contre, dans le Projet Pilote, un réseau radio utilisant les deux stations relais d'Adrar Tazaina et Aoulouss a été établi en juillet 2003, en modifiant le réseau de télémétrie du Plan Directeur comme montré en Fig. 6.4.2.

Les stations relais d'Adrar Tazaina et d'Aoulouss (nommées "Stations relais de Setti Fadma" dans le Plan Directeur) devaient être liées à la station d'Oukaimden selon la première version du Plan Directeur. Le réseau de type tandem a été modifié par la suite au cours du

Projet Pilote en réseau radial généralement plus fiable, sur la base des tests de propagation radio utilisant les mêmes fréquences de 70,325 MHz et 72,025 MHz officiellement allouées par l'ANRT au projet.

Il est raisonnable pour le nouveau Plan Directeur d'adopter le réseau existant du Projet Pilote le plus possible. Les parties existantes connectées aux stations relais doivent être utilisées pour le Plan Directeur à leur état actuel. Le réseau modifié est présenté en Fig. 10.2.1.



Modification du réseau de télémetrie

(2) Modification du design du sous-système de diffusion des alertes

Dans le Projet Pilote, l'ABHT, substantiellement assistée par la DGH, est en principe l'administration en charge de la maintenance financière et technique des équipements du Projet Pilote y compris ceux installés pour la diffusion des alertes à travers la province/préfecture. Selon la DGH, elle continuera à assister l'ABHT financièrement en ce qui concerne le contrat de maintenance du Projet Pilote en sa qualité de signataire du contrat portant sur les équipements du Projet Pilote avec la JICA, mais elle n'a pris aucun engagement quant à la réalisation du Plan directeur.

Puisque l'ABHT est de plus en plus indépendante de la DGH conformément à la Loi sur l'Eau, il sera plus difficile pour l'ABHT de recevoir des subventions complètes de la DGH pour la maintenance du Plan Directeur également. La Province/préfecture, qui souffre de conditions financières plus difficiles, sera appelée à prendre charge d'une partie du coût de la maintenance que seule l'ABHT en assume la charge pour le Projet Pilote. En terme de propriété des équipements, une telle contribution de l'autorité locale est fortement souhaitée.

Le problème réside dans les capacités financières de la province/préfecture. De la même manière que son défaut de contribution dans le Projet Pilote, la Province d'Al Haouz ne pourra probablement pas être capable d'obtenir plus de subventions du Ministère de l'Intérieur. Prenant compte de cette contrainte financière, le système de diffusion doit être le plus économique possible. La rétrogression du plan directeur initial doit être permise aussi longtemps qu'elle n'affecte pas de manière significative les effets prévus.

(a) Introduction partielle du système semi-automatique

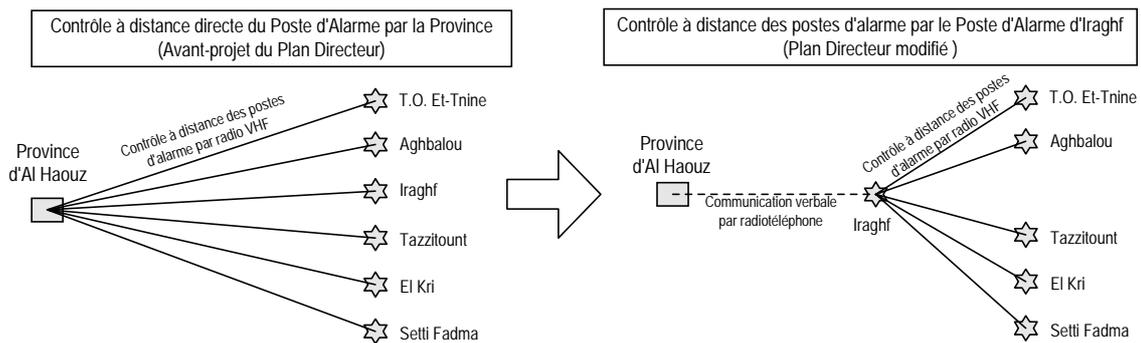
L'Avant-projet du Plan Directeur propose un système de diffusion en ligne de la Province/préfecture aux postes d'alarme pour réduire les possibilités des erreurs

humaines. Les postes d’alarme sont contrôlés à distance par la province/préfecture sans aucune autre interface humaine.

Le même système semi-automatique indirect est proposé pour le Plan Directeur à l’exception de la vallée de l’Ourika qui reste la plus importante en terme de potentiel de dégâts. 11 postes d’alarme menus d’équipements de diffusion sont créés. Ces postes sont généralement non-habité et sont maintenus grâce à l’initiative volontariste des habitants, mais la communication avec la Province/Préfecture est assurée par un radiotéléphone quand c’est nécessaire.

Concernant la vallée de l’Ourika qui comprend 6 postes d’alarme situés à proximité l’un de l’autre, un système de contrôle à distance est proposé en une manière plus intégrée. Le Poste d’Alarme d’Iraghf, ou un gardien est présent 24/24 joue le rôle d’un centre de sous-contrôle pour les cinq autres postes non-habités de la vallée. Ces postes sont connectés par radio VHF et sont contrôlés à distance par le Poste d’Alarme d’Iraghf.

A la réception d’une alerte à la crue de la Province/Préfecture à travers le radiotéléphone existant, le gardien du Poste d’Alarme actionne l’équipement de contrôle à distance pour diffuser le message correspondant sur place et dans les cinq postes d’alarme à la fois. Le réseau modifié de diffusion des alertes est présenté en Fig. 10.2.2.



Modification du système du réseau d’alerte de l’Ourika

(b) Réduction du coût

Avec la modification susmentionnée, le coût total des équipements du sous-système de diffusion des alertes est réduit de 5,4 millions Dh, de 15,7 millions Dh à 10,3 millions Dh.

10.2.3 Modification du Plan d’Exploitation et de Maintenance

Le SPAC, système d’équipement et d’intervention humaine, ne peut atteindre un bon niveau de fonctionnement que si les deux parties fonctionnent bien. Cependant, le Projet Pilote souffre de plusieurs erreurs liées aux aspects institutionnels qui ont été révélées dans les travaux d’exploitation manuelle. Leur majorité a été très simple mais fatale pour le SPAC.

Afin d’assurer la bonne exploitation manuelle, les éléments suivants sont proposés nouvellement ou réitérés pour y mettre l’accent.

(1) Création d'un comité de coordination

La prévision et l'alerte aux crues ainsi que les activités de secours qui s'en suivent impliquent plusieurs administrations. Pour une meilleure exploitation du SPAC et des activités postérieures, la coopération et la coordination entre les entités impliquées sont inévitables. Conformément aux recommandations du Plan Directeur National de Lutte contre les Inondations préparé par la DGH, l'établissement d'une organisation pour les activités de lutte contre les crues assurera la coordination entre les administrations concernées comme nécessaire pour le SPAC et les activités postérieures. Le Plan Directeur National a nommé ce comité "le Comité Provincial/Préfectoral de Gestion des Risques des Inondations".

Les activités de ce comité doivent comprendre l'évaluation après le passage des crues en ce qui concerne les activités de lutte contre les crues ainsi que la réalisation des exercices de simulation. Pour l'évaluation, le comité doit organiser une équipe parmi les personnels des administrations membres au début. Le comité devra préparer des rapports à envoyer au conseil suprême de l'eau et promouvoir la réalisation/exploitation et la coopération entre les administrations concernées afin d'améliorer les activités de lutte contre les crues. Le comité est également prévu jouer le rôle d'un lobby pour la promotion de la réalisation du Plan Directeur et assister les habitants locaux dans la préparation et la révision des plans d'évacuation.

Comme déjà expliqué dans la sous-section 2.9.2 et 9.3.3, un comité de gestion des risques, mettant l'accent sur la lutte contre les crues dans le bassin de l'Ourika, est en cours de création sous la présidence du Gouverneur de la Province d'AL Haouz et avec un secrétariat assuré par l'ABHT. Les membres du comité seront composés des représentants de la Province d'Al Haouz, la Protection Civile, la Gendarmerie Royale, les Forces Auxiliaires, la DPE d'Al Haouz, la Santé Publique, la DREF, les Caïdats, les Communes, etc. Ce comité est prévu se développer à un comité pour le Plan Directeur couvrant la totalité de la Zone d'Etude.

(2) Renforcement de la permanence

Il est primordial d'établir une permanence 24/24 et 365 jours l'année au cours de la phase normale à l'ABHT, la DPE, la Province/Préfecture et dans les Caïdats pour une bonne exploitation du SPAC. En particulier, le renforcement du système de permanence de l'ABHT, qui a enregistré des défaillances lors des deux crues récentes, est une urgence pressante. Une personne au moins qui pourra recevoir le message de la DMN, entendre l'alarme, utiliser le PC client pour le contrôle et savoir quoi faire en cas de changement de phase doit rester dans l'étendue acoustique de l'alarme au siège, équipée des moyens de communication et des documents nécessaires.

Même si aucun problème spécifique n'a été relevé, les listes (personnes à appeler, administrations à informer, matériel disponible ou ressource) présentées par le Guide Pratique du ME et le Plan ORSEC ne sont pas mises à jour, ne sont pas suffisamment publiées ou ne sont pas disponibles pour les personnes concernées. La préparation, la publication et l'affichage sont essentiels pour le bon fonctionnement en cas de catastrophe. Il serait mieux d'établir des règles communes et échanger les listes entre les entités concernées.

(3) Explication et formation (exercices) pour une meilleure compréhension du système

Puisque le SPAC installé dans le Projet Pilote et proposé par le Plan Directeur est nouveau, toutes les personnes concernées ne se sont pas encore familiarisées avec ses procédures d'exploitation, particulièrement le personnel relevant des autorités locales. Pour une exploitation fiable est rapide facilitant les activités d'évacuation subséquentes, toutes les personnes doivent savoir le contenu et les limites du système, même si le niveau de

connaissance requis peut être différent suivant le rôle de chaque personne dans le SPAC et les activités subséquentes.

Plusieurs membres de l'ABHT devront être en mesure d'utiliser avec efficacité le système et améliorer sa performance à travers l'expérience et l'accumulation des données et des analyses. De plus, ils sont également prévus éduquer et former le personnel des autres administrations concernées.

Les messages actuels d'avis de crue par l'ABHT fournissent seulement les données des pluies et des niveaux d'eau au niveau des stations d'observation. Il serait préférable de transmettre en plus des données les informations analytiques et d'interprétation pour servir aux activités subséquentes à temps et avec l'efficacité souhaitée. Une connaissance plus importante en météorologie, hydrologie et en hydraulique sera peut être requise. En plus de l'accumulation de la connaissance, de grands efforts seront nécessaires pour l'amélioration des compétences du personnel principal de l'ABHT.

(4) Analyse interactive avec la DMN

Tenant compte des hauts risques de crues rapides et d'écoulements de débris dans la zone, la prévision météorologique est un facteur crucial pour l'exploitation du système au moment opportun comme découvert à travers le Projet Pilote. Idéalement, l'installation d'un radar dans la région et la prévision météorologique à partir des données obtenues d'un tel radar peuvent servir pour la prévision des crues et des écoulements des débris en temps opportun et avec la fiabilité souhaitée. Même à présent, l'utilisation de toutes les capacités de la station de la DMN à Marrakech peut aider l'ABHT considérablement, malgré les ressources et le nombre limités des stations d'observation dont elle dispose. Un contact étroit avec la DPE et la Province et la collecte des informations également peut aider.

(5) Importance des informations provenant des autorités locales

Puisque le SPAC a ses limites, une collecte d'informations supplémentaire et leur analyse sont essentiels pour une meilleure réalisation des opérations de lutte contre les crues. En plus de l'analyse interactive avec la DMN, les informations provenant des habitants locaux sont également très importantes. Comme est la tradition, les habitants locaux rapportent à chaque Moqadam tout symptôme d'un événement exceptionnel. Le Moqadam rapporte au Cheikh qui informe à son tour le Caïd, celui informe le Cercle qui s'adresse à la Province, suivant une hiérarchie bien établie. La diffusion récente des téléphones mobiles et l'extension de leur zone de couverture facilitent cette procédure et augmentent sa rapidité de plus en plus. Même si des données quantitatives précises ne sont pas attendues, les nouvelles rapportées par les autorités locales constituent un supplément d'information aux données quantitatives limitées des stations d'observation des crues. La Province/Préfecture ainsi que l'ABHT, doivent analyser les informations locales au cours de la phase préparatoire et d'observation des crues.

(6) Evaluation et mise à jour par application du cercle de gestion

L'évaluation postérieure des dégâts réels des crues ainsi que des activités ayant pour objet la réduction de ces dégâts est très utile pour l'amélioration de ses activités dans le futur. Plusieurs leçons peuvent être retenues, pour ne pas dire que la plus part des sources d'amélioration des activités peuvent être dérivées de l'évaluation. L'évaluation devra faire l'objet d'un rapport couvrant ce qui suit.

- ◆ Rapport des dégâts (type, emplacement, ampleur) et des principales causes de chaque type de dégâts;

- ◆ Rapport des communications et des activités d'évacuation et de secours et examen et évaluation des activités;
- ◆ Mesures à prendre pour améliorer la prévision, l'émission et la diffusion des messages d'avis de crues;
- ◆ Mesures à prendre pour améliorer l'émission et la diffusion des alertes et;
- ◆ Mesures à prendre pour améliorer l'évacuation et arriver à plus de réduction des dégâts.

(7) Participation des habitants et des établissements touristiques

Comme prouvé par les exercices de simulation, les habitants, particulièrement les gérants et les employés des restaurants, hôtels ou magasins, sont disposés à participer dans l'évacuation. Leur participation sera un appui à l'évacuation efficace. Au lieu de leur implication comme volontaires, il serait mieux de les organiser dans une organisation d'évacuation comme expliqué en sous-section 5.3.5 sous la direction des Caïdats ou des Communes et à travers les discussions dans les associations des établissements touristiques.

Comme demandé par certains restaurants et hôtels au cours des exercices, l'affichage de panneaux signalétiques montrant les routes et sites d'évacuation dans les restaurants et hôtels contribuerait à la bonne évacuation.

10.2.4 Approche compréhensive de la prévention des désastres

Comme réitéré dans les chapitres précédents et révélé par les crues récentes, il est impossible de totalement prévenir et/ou atténuer les désastres causés par les pluies dans la région de l'Atlas tels que les crues des cours principaux et des affluents, les écoulements des débris et les écroulements de pentes avec un SPAC comme seule mesure de prévention. Une approche compréhensive composée d'une combinaison de différentes mesures structurelles et non-structurelles est essentielle pour lutter contre les désastres. Il est à comprendre que le Plan Directeur du SPAC n'est qu'une mesure parmi d'autres. Les détails de cette approche compréhensive sont donnés dans le chapitre suivant.

10.3 Description générale du Plan Directeur

L'avant-projet du Plan Directeur de la sous-section 5.5 est révisé avec les légères modifications qui suivent :

10.3.1 Objectif du SPAC proposé

Le Plan Directeur du SPAC proposé (ci-après le Plan du SPAC de la Région de l'Atlas) a pour objectif de protéger les habitants et les touristes dans les zones suivantes, classées à haut risque (voir Fig. 5.3.1) de désastres de crues de l'oued et/ou d'écoulements des débris, par leur évacuation à temps:

Zones à haut risque

Bassin Versant	Préfecture/ Province	Zone à haut risque	
		Zone	Type de désastre
R'dat	Al Haouz	L'affluent Tazlida	Ecoulements de débris
Zat	Al Haouz	Douar Tiferent	Ecoulements de débris
Ourika	Al Haouz	Tiguemmi-n-Oumzil et Tnite et le tronçon d'Aghbalou à Setti Fadma	Crues de l'oued et écoulements de débris
Rheraya	Al Haouz	R'ha Mouley Brahim et le Souk d'Asni	Crues de l'oued
		Imlil	Ecoulements de débris
N'fis	Al Haouz	T. N. Yakoub	Crue de l'oued
		L'affluent Imigdal (DouarsTisgui et Targa)	Ecoulements de débris
Issyl	Sidi Youssef Ben Ali	Municipalité de Sidi Youssef Ben Ali et le Douar de Guannoune	Crues de l'oued

Des zones à haut risque autres que celles qui longent l'oued Issyl et qui arrivent jusqu'à la Préfecture de Sidi Youssef Ben Ali sont situées dans la Province d'Al Haouz. Au moins un poste d'alarme sera installé dans chaque zone à haut risque pour alerter les habitants et/ou les touristes du risque d'un désastre de crue de l'oued et/ou d'un écoulement de débris.

10.3.2 Plan institutionnel

- (1) Allocation des responsabilités et coordination

La principale démarcation dans le SPAC – ABHT : message d'avis de crues et communication à la Province/Préfecture et la Province/Préfecture : émission et diffusion des alertes aux crues et des avis d'évacuation – est claire comme confirmé lors de la réalisation du Projet Pilote. La propriété des équipements du SPAC et les responsabilités de son exploitation doivent correspondre à une telle démarcation.

Implication des principales administrations dans le SPAC de la Région de l'Atlas

Sous-système	ABHT		DPE		Province/Préfecture	
	ABHT à Marrakech	Station d'observation de crues	Siège	Poste de brigade	Siège	Poste d'alarme (Org. d'évacuation)
Observation hydrologique et collecte des données	R, S, E	R, E	A, S	A, E	A, S	A, E
Analyse des données, prévision, émission des messages d'avis de crues et distribution des messages d'avis de crues/informations	R, E					
Emission des alertes aux crues	A		A		R, E	A
Diffusion des alertes aux crues					R, S, E	R, E
Exécution de l'évacuation			A, S	A, E	R, S	R, E

Note; R: Responsable, A: Assistance et renfort, S: Supervision, E: Exécution

Concernant l'exploitation et la maintenance des équipements du SPAC, la démarcation ci-dessus devra être appliquée. La propriété des équipements revient à l'ABHT et la Province selon le domaine d'exploitation. Ayant reconnu en principe une telle démarcation, la Province peut obtenir les arrangements nécessaires avec l'ABHT ou la DGH pour l'assistance technique et financière pour la réalisation de la maintenance pour tout le système. Cependant, la maintenance de routine doit être réalisée par chaque administration en ce qui la concerne.

Les activités de lutte contre les crues doivent impliquer plusieurs administrations de différents secteurs. La Protection Civile est en charge de la gestion et de la coordination des activités d'aide et secours contre tous les types de désastres y compris les désastres de crues et d'écoulements de débris. Les administrations de sécurité, telles que la Gendarmerie

Royale et les Forces Auxiliaires, doivent garder l'ordre public même en cas de désastres. Les DPE/DRE doivent être impliquées dans les activités de lutte contre les crues, principalement à travers les services d'eau et des routes, y compris en ce qui concerne les mesures structurelles, et doivent également ajouter à la capacité d'extension de l'ABHT. L'implication de la DMN est essentielle à travers les bulletins météorologiques et la fourniture d'informations climatologiques. Les agences urbaines doivent contrôler l'utilisation des sols dans les zones exposées aux crues et aux écoulements des débris pour les établissements résidentiels, sociaux, commerciaux et industriels, alors que le secteur agricole, principalement à travers les Eaux et Forêt, doit contribuer à prévenir les écroulements de pentes hors du domaine hydraulique public. Plusieurs autres implications d'autres secteurs sont inévitables pour l'efficacité des activités tels que le tourisme et la santé.

Il serait nécessaire de décrire la responsabilité et les devoirs relatifs aux risques des crues explicitement dans la description des compétences de chaque administration et nommer le personnel nécessaire.

La coopération et la coordination sont essentielles pour une exploitation adéquate et fiable du SPAC et des activités visant la réduction des dégâts causés par les crues et les écoulements des débris. Les Comités Provinciaux/Préfectoraux de Gestion des Risques de Crues, comme actuellement en cours d'établissement à la Province d'Al Haouz, sont nécessaires pour les fonctions de délibérations au sujet des actions à prendre par les entités qui composent les comités. Le comité sera préférablement établi séparément de la Commission Provinciale/Préfectorale de l'Eau et sous sa supervision, se concentrant sur les activités de lutte contre les crues, en raison de sa composition qui diffère de la commission. En plus de l'adhésion des membres actuels, un membre de la Station de la DMN de Marrakech est nécessaire comme il s'est révélé nécessaire au cours de la réalisation du Projet Pilote. Il est également recommandable d'ajouter un représentant de la radio ou de la télévision pour lancer leur implication dans la prévision et l'alerte aux crues.

Le comité devra organiser des réunions périodiques et quand c'est nécessaire, préférablement comme suit:

- une fois pour la préparation du budget de l'exercice prochain pour confirmer ou discuter les plans de réalisation des administrations pour la lutte contre les crues
- une fois en mai ou juin pour confirmer et échanger les listes de communication ou autres et préparer l'exercice de juin ou juillet
- une fois en juin ou juillet pour examiner la performance lors de l'exercice et confirmer et examiner les règles de communication et l'exploitation conjointe des moyens de prévision et d'alerte aux crues
- une fois après chaque crue pour organiser les équipes d'évacuation composées des membres des administrations et une fois dans un ou deux mois après pour dresser et émettre un rapport d'évaluation des dégâts de crues et des activités de lutte contre la crue et examiner la réalisation des plans du Plan Directeur.

(2) Etablissement d'organisation

L'établissement d'un service spécifique en charge de la lutte contre les crues à l'ABHT est recommandable, en plus de l'établissement des comités. Quelques ingénieurs et quelques techniciens seront nécessaires. Le service sera en charge de tous les aspects de l'ABHT qui sont liés au SPAC et aux autres activités de lutte contre les crues. Le service sera également en charge de l'explication et de la formation des personnes concernées par le SPAC. Le service formera un centre de recherche sur la lutte contre les crues, particulièrement sur les crues rapides et les écoulements des débris avec l'assistance de l'administration centrale, la

DGH ou un observatoire national comme recommandé dans l'Etude sur le Plan National de Protection contre les Inondations.

L'observation de la permanence est un élément crucial. Les principales administrations comme l'ABHT (Centre Informatique Principal) et ses stations d'observation des crues, et la Province (Préfecture) et le Caïdat (stations de contrôle) et les DPE doivent mettre en place une permanence suivant le développement du Plan Directeur. Les administrations principales doivent également organiser des équipes d'exploitation du SPAC quand c'est nécessaire et préparer les permanences comme mentionné dans l'Avant-projet du Plan Directeur. En sus, une équipe préparatoire doit être établie dans les stations de contrôle de la Province et du Caïdat, comme il s'est révélé nécessaire au cours du Projet Pilote.

L'établissement organisationnel s'est généralement bien passé pour le Poste d'Alarme et les Stations d'Observation des Crues au cours de la réalisation du Projet Pilote. L'ABHT et la Province peuvent continuer les efforts pour fournir le personnel nécessaire pour les postes d'alarme comme elles se sont appliquées pour la réalisation du Plan Directeur.

La participation des entités liées au tourisme dans l'évacuation a également été un succès. Pour renforcer leur capacité d'assistance guide au cours de l'évacuation des touristes, plus d'efforts sont nécessaires pour organiser les gérants et les employés des établissements touristiques dans des organisations chargées de la réalisation des activités de lutte contre les crues. Des discussions avec les associations des établissements touristiques s'avèrent nécessaires.

(3) Renforcement et systématisation des activités volontaires de prévention des désastres

La Zone d'Etude comprend d'innombrables zones à potentiel de désastre, alors que le Plan du SPAC de la Région de l'Atlas ne cible que les zones à haut risque. Les zones à faible risque, où le potentiel des dégâts est estimé être relativement plus bas que celui des zones à haut risque, restent en effet exposées à d'affreux désastres. Même les zones à haut risque qui vont être couvertes par le Plan du SPAC ne sauraient être parfaitement sûres vu les limites techniques des méthodes de prévision des crues des oueds et des écoulements des débris dans de telles zones montagneuses. Il pourrait être risqué pour les habitants de trop dépendre sur le seul SPAC. Un principe universel dans la prévention des désastres, "*Nous devons protéger nos vies nous même*", restera essentiel même après l'achèvement du Plan du SPAC de la Région de l'Atlas.

Dans cette optique, les activités volontaristes des habitants dans le domaine de la prévention des désastres qui sont actuellement basés sur leurs expériences et leur bonne volonté doivent être renforcées et systématisées aussi bien dans les zones à haut risque que dans celles à bas risque. Les activités volontaristes *suivantes* renforceront le Plan du SPAC de la Région de l'Atlas qui ne sera jamais en mesure d'éliminer les dégâts des désastres dans la Zone d'Etude.

- Institution d'une organisation d'évacuation même dans les zones à risque bas,
- Transfert des expériences des précédentes générations aux jeunes,
- S'abstenir de la construction de maisons dans les zones exposées aux crues et écoulements des débris, et
- Observation des précipitations.

Les administrations concernées, y compris la Province/Préfecture, les DPE et l'ABHT, doivent fournir une assistance technique telle que la publication de cartes d'aléas et le conseil en matière de désignation des sites d'évacuation.

10.3.3 Composantes du Plan du SPAC de la région de l'Atlas

Le Plan du SPAC de la Région de l'Atlas est un système global composé de cinq sous-systèmes qui s'étendent de l'observation hydrologique et la collecte des données à l'évacuation:

(1) Observation hydrologique et collecte des données

Le Plan du SPAC de la Région de l'Atlas englobe 20 stations d'observation de crues. 12 stations sont munies de pluviomètres et de jauges des niveaux d'eau, et les 8 restantes ne sont que des stations pluviométriques.

Toutes les stations sont équipées de systèmes de télémétrie automatiques qui permettent le jaugeage automatique des pluies et des niveaux d'eau et la transmission, en temps réel, des données à l'ABHT. Généralement, la transmission des données est effectuée chaque heure. Aussitôt qu'on détecte des précipitations de plus d'une minute dans une station, l'intervalle de prise de mesures et de transmission est porté à 10 minutes pour ne manquer aucune augmentation soudaine des pluies.

Comme dans le Projet Pilote, un système de télémétrie radio de bande VHF de 70 MHz est proposé comme présenté en Fig. 10.2.1. Trois autres fréquences sont nécessaires en plus des deux fréquences de 70,325 et 72,325 Mhz du Projet Pilote.

Un observateur, recruté d'un douar avoisinant, est affecté à chacune des 18 stations, à l'exception de celles d'Oukaimden et de Azib-n-Tinzal qui sont situées loin des zones peuplées. Il vit avec sa famille dans la résidence adjacente à la station et s'occupe de l'équipement de mesures et de la radio. Quand l'équipement souffre d'un dysfonctionnement quelconque, il doit mesurer les précipitations et/ou les niveaux d'eau et les transmettre à l'ABHT manuellement suivant les instructions de celle-ci. La liste des stations d'observation des crues est donnée au Tableau 5.3.1 et leurs emplacements sont présentés dans la Fig. 5.3.1.

(2) Analyse des données, prévision, émission des messages d'avis de crues et diffusion des informations/messages d'avis de crues

Les informations hydrologiques collectées sont analysées à la DRHT qui joue le rôle d'un centre informatique principal pour le SPAC de la Zone d'Etude. La prévision des crues et des écoulements des débris fait également partie des tâches de l'ABHT. Sur la base des analyses et de la prévision, l'ABHT doit émettre des messages d'avis de crues tels que définis en 5.3.2. Les messages d'avis de crues et les informations traitées de la crue sont diffusés aux administrations concernées par Internet, téléphone public, fax, et/ou radiotéléphone VHF. La Fig. 5.5.1 représente le réseau de télécommunication liant les administrations impliquées dans le SPAC, et la Fig. 5.4.3 donne un diagramme schématique du réseau informatique liant l'ABHT (Centre Informatique Principal) à ses stations de contrôle.

Destinataires des messages d'avis de crues

Description	Destinataire
Autorités locales	Province/Préfecture concernée
Autres administrations concernées	DGH, DPE concernée, ONEP, ONE, ORMVAH, DMN

(3) Emission des alertes aux crues

Le Gouverneur de la Province/Préfecture doit émettre des Alertes aux Crues qui appellent directement à la vigilance et à l'évacuation des habitants et des touristes se trouvant dans les zones à haut risque, et ce sur la base des Messages d'Avis de Crues émis par la DRHT ainsi

que d'autres informations. Les définitions des Messages d'Avis de Crues sont données en sous-section 5.3.3.

(4) Diffusion des alertes aux crues

Les alertes aux crues sont diffusées de la Province/Préfecture aux postes d'alarmes et aux administrations concernées tel que montré dans en Fig. 5.5.1.

Destinataires des alertes aux crues

Description	Moyen de communication	Destinataire
Poste d'alarme	Système de diffusion de l'alerte	habitants et touristes
Autorités locales	Téléphone, Fax, VHF Radiotéléphone	Cercles et Caïdats concernés
Autres organisations gouvernementales concernées	Téléphone, Fax	Gendarmerie Royale, Protection Civile, Ministère de l'Intérieur, et autres organisations impliquées dans le Plan ORSEC.
Media	Téléphone, Fax	Media (TV et Radio)
Etablissements touristiques (hôtels, restaurants, etc.)	Téléphone, Fax	Gérants et employés, puis touristes

Le Plan du SPAC de la Région de l'Atlas englobe 17 postes d'alarme comme montré dans la Fig. 5.3.3. Ces postes sont munis d'équipements de diffusion d'alerte. Des messages d'alertes en direct ou enregistrés sont directement diffusés sous le contrôle à distance de la Province/Préfecture.

Les moyens de télécommunication ordinaires tels que le téléphone public et le fax sont utilisés pour la diffusion de l'alerte aux administrations concernées qui sont situées loin des zones de désastres éventuels. Pour les autorités locales de basse hiérarchie telles que les cercles et les caïdats, le réseau radiotéléphone VHF de la Province/Préfecture peut être utilisé.

Les 11 postes d'alarme à l'exception de la vallée de l'Ourika sont équipés aussi d'un radiotéléphone pour la communication avec la province/préfecture. Les postes, qui sont maintenus les habitants et leur organisation d'évacuation sont non-habités en temps normal, mais une personne en charge est affectée quand c'est nécessaire. Concernant la vallée de l'Ourika, le Poste d'Alarme d'Iraghf où un gardien est présent en permanence joue le rôle d'un centre de contrôle pour les cinq autres postes. Les cinq stations non-habité sont contrôlées à distance par le Poste d'Alarme d'Iraghf qui reçoit les instructions nécessaires de la Province à travers le radiotéléphone. La Fig. 10.2.2 présente le diagramme schématique du réseau de diffusion des alertes.

(5) Evacuation

L'évacuation devra s'effectuer promptement et correctement suivant un plan d'évacuation préparé pour chaque zone à haut risque par l'initiative du Caïdat, du Cercle et du douar. Le plan d'évacuation devra comprendre les éléments suivants tel que discuté en 5.3.5:

- Organisation d'évacuation ;
- Exploitation du poste d'alarme ;
- Sites et routes d'évacuation ;
- Stock en matériel et équipement ;
- Diffusion des messages d'alertes ;

- Assistance guide des évacués ;
- Assistance guide des touristes ;
- Exercice d'évacuation ;
- Relations publiques ; et
- Evaluation des activités d'évacuation et mise à jour du plan d'évacuation.

10.3.4 Plan d'exploitation et de maintenance proposé

Un plan d'exploitation et de maintenance pour les administrations principales est proposé comme suit :

(1) Phases de crues

Afin de définir clairement les actions et la procédure à suivre en réaction aux différentes étapes d'une crue, l'événement crue est divisé en quatre Phases, à savoir la Phase Normale, la Phase Préparatoire, la Phase d'Observation de Crue, et la Phase d'Evacuation suivant l'ampleur de la situation de la crue. Les principales administrations, l'ABHT, la DPE d'Al Haouz, la DPE de Marrakech, la Province d'Al Haouz, la Préfecture de Sidi Youssef Ben Ali et les postes d'alarme, doivent prendre les mesures appropriées suivant les procédures d'exploitation établies pour chaque phase de crue dans le manuel d'exploitation.

Les messages de pré-alerte et d'alerte de la DMN et les messages d'avis de crues de la DRHT sont utilisés pour la transition d'une phase à l'autre comme ci-dessous expliqué:

(a) Phase normale

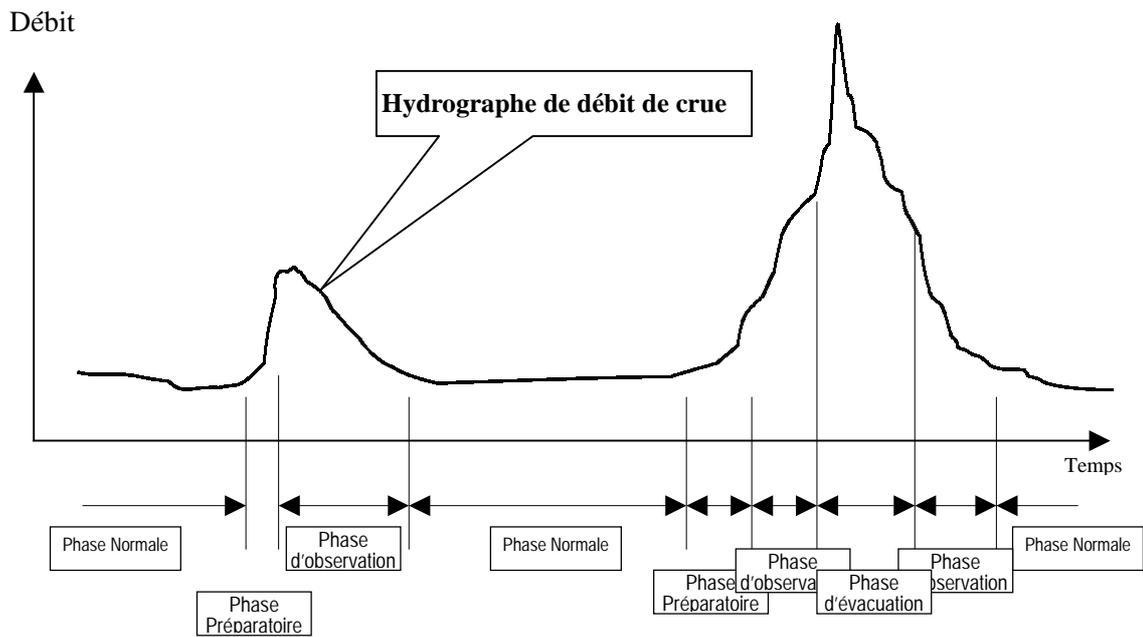
La Phase Normale est une période de pré-crue ou de post-crue quand le danger de crue de l'oued et/ou d'écoulement de débris n'est pas du tout prévu.

Aussitôt qu'un message de pré-alerte ou un message d'alerte est diffusé par la DMN durant cette phase pour la Province d'Al Haouz et/ou la Préfecture de Sidi Youssef Ben Ali, la Phase Préparatoire commence. Aussitôt qu'un message de préavis de crue et/ou d'écoulement des débris est émis par l'ABHT pour une zone de poste d'alarme durant la phase normale, la Phase d'Observation de la Crue commence directement..

(b) Phase préparatoire

La Phase Préparatoire est toujours la période pendant laquelle il est sur le point de pleuvoir ou il a déjà commencé à pleuvoir légèrement.

Aussitôt qu'un message de préavis de crue de l'oued et/ou d'écoulement de débris est émis par l'ABHT pour une zone de poste d'alarme, la phase préparatoire se termine et celle d'observation de crue commence. Si la situation ne se détériore pas, la phase préparatoire se termine par la cessation des messages de la DMN et la phase normale recommence.



Transition des phases de crues

(c) Phase d'observation de crue

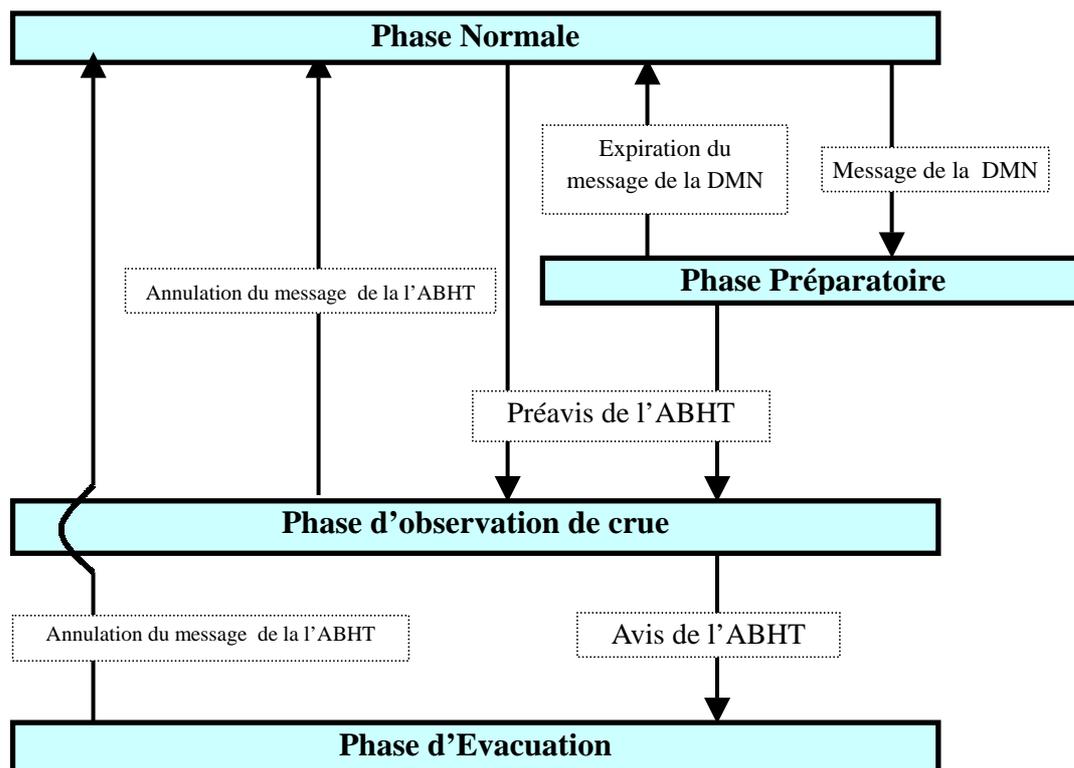
La Phase de l'observation de la crue est la période pendant laquelle la situation s'est détériorée si gravement que les symptômes d'une crue et/ou un écoulement de débris, tels que les fortes précipitations et l'augmentation des eaux de l'oued, se sont effectivement annoncés.

Aussitôt qu'un message de préavis de crue et/ou un message de préavis d'écoulement de débris est émis par l'ABHT pour une zone de poste d'alarme, la phase préparatoire se termine et celle de l'observation de la crue commence. Si la situation de la crue se stabilise, la phase préparatoire se termine par la cessation des messages de la DMN et on retourne à la phase normale.

(d) Phase d'évacuation

La Phase d'Evacuation est la période pendant laquelle la situation de la crue s'est détériorée au point de rendre nécessaire une évacuation.

Aussitôt que la situation s'est assez améliorée pour que la DRHT puisse annuler tous les messages d'avis de crue et d'écoulement des débris, la phase d'évacuation se termine, et celle de l'observation de la crue reprend.



Transition des phases de crues et des messages d'avis de crues

(2) Actions et procédures à suivre par les principales administrations

Les actions et les procédures concrètes qui doivent être prises et suivies lors de chacune des phases de la crue par les principales administrations, y compris leurs stations sur terrain et leurs postes, sont répertoriées dans le manuel d'exploitation et résumées comme suit:

(a) Fonctionnement du SPAC durant la phase normale

Généralement, aucune action immédiate n'est nécessaire durant cette phase. Cependant, afin d'agir immédiatement à chaque symptôme d'averse soudaine qui s'annonce ou à chaque message de la DMN à tout moment, les principales administrations doivent observer une permanence de 24/24 heures pendant la phase normale. De surcroît, les équipements du SPAC seront maintenus en bonnes conditions.

Les principales administrations : l'ABHT, les DPE, la Province/Préfecture, se réuniront pour mettre à jour ce manuel de fonctionnement, et pour débattre d'un exercice commun de communication en mai ou juin, rassemblant leurs représentations sur le terrain et les administrations concernées. L'exercice commun qui réunira toutes les principales administrations sera effectué pendant le mois de juin, juste avant la saison touristique. Avant l'exercice commun, toute administration devra procéder à un exercice interne de mise en fonctionnement du SPAC au moins une fois chaque année pour rappeler au personnel les procédures de fonctionnement du SPAC. Après toute crue qui a atteint la phase préparatoire ou plus, et après chaque exercice commun, toutes les principales administrations doivent se réunir après avoir établi un rapport

d'évaluation relatif au fonctionnement du SPAC, qui doit servir de référence pour la mise à jour du manuel de fonctionnement.

(b) Fonctionnement du SPAC durant la phase préparatoire

La chose la plus importante durant cette phase est de se préparer à faire face à toute averse orageuse qui dégénère. Une équipe d'exploitation du SPAC se composant d'un ingénieur (ou d'un officier) et quelques techniciens devra s'organiser au commencement de la phase préparatoire, pour agir en cas de développement brusque de l'averse.

Les observateurs des stations d'observation des crues, les techniciens des postes de brigades de la DPE et les chargés des postes d'alarme doivent également rester sur leurs gardes sous les instructions de l'ABHT, la DPE et la Province/Préfecture respectivement.

(c) Fonctionnement du SPAC durant la phase de l'observation de la crue

La phase de l'observation de la crue est une période pendant laquelle la situation de la crue s'est détériorée à tel point que quelques symptômes de crue et/ou d'écoulement de débris se sont effectivement révélés, tels que de fortes précipitations ou l'augmentation des niveaux d'eau de l'oued. La vigilance est la tâche la plus importante de toutes les administrations concernées durant cette phase.

Fréquemment, la situation de la crue passe directement à la phase de l'observation depuis la phase normale si un message de la DMN n'est pas émis durant la phase initiale. Dans ce cas, l'équipe d'exploitation du SPAC doit s'établir immédiatement.

(d) Fonctionnement du SPAC durant la phase de l'évacuation

La phase de l'évacuation est une période d'urgence quand la situation de la crue s'est détériorée à tel point qu'elle exige une évacuation des habitants et des touristes de certaines zones de postes d'alarme. La prompté émission et diffusion des instructions d'évacuation sont les plus importantes durant cette phase.

10.3.5 Plan de développement des ressources humaines

Premièrement, l'ABHT ou le personnel de la section de l'ABHT en charge des activités de lutte contre les crues doit comprendre en détail le SPAC installé dans le Projet Pilote ainsi que celui proposé dans le Plan Directeur. La section sera ainsi tenue d'expliquer le contenu et les limites du système à toutes les entités concernées. La formation dispensée par la section est également nécessaire pour les personnes assurant le fonctionnement du système, y compris celles nommées dans l'équipe d'exploitation du SPAC et celles travaillant dans les établissements touristiques qui sont en charge de l'assistance guide des touristes lors de l'évacuation. Des explications et la formation in-situ seront plus efficaces. Les explications et les formations doivent être organisées continuellement suivant le développement du système et les changements du personnel en charge dans les administrations concernées.

La section de l'ABHT devra améliorer son niveau technique pour améliorer le SPAC. Pour fournir une information utile et efficace, plus d'efforts doivent être fournis pour renforcer la capacité analytique. Pour faire face aux écoulements des débris et aux crues rapides, les analyses des données et informations hydrologiques doivent être renforcées. L'assistance de la DGH sera également requise. En raison de la position prédominante du Maroc, les sources internes d'information peuvent se révéler insuffisantes et des programmes de coopération avec les pays étrangers ou les

organisations internationales telles que l'Organisation Météorologique Mondiale (OMM) sont recommandables.

10.4 Plan de réalisation et estimation des coût

10.4.1 Plan de réalisation

Comme expliqué en sous-section 10.2.1, deux plans de réalisation sur 5 et sur 10 ans ont été proposés. Les deux plans sont illustrés aux Tableau 10.4.1.

Dans l'option-1: réalisation sur 5 ans, le Plan Directeur est réalisé en 5 ans de 2005 à 2009. Dans l'option-2: réalisation sur 10 ans, il est réalisé en trois phases de 2005 à 2014 selon un ordre de priorité du potentiel des dégâts. La première priorité doit être donnée au bassin versant de l'Ourika, la seconde aux bassins versant de l'Issyl et du Rheraya, et la troisième aux autres bassins versant. Les 20 stations d'annonce de crues, 5 stations relais et 17 postes d'alarmes proposés, y compris ceux du Projet Pilote sont divisé en trois groupes.

Division des stations et des postes en groupes

Phase	Période de réalisation	Bassin versant	Nombre de station et postes nouveaux		
			Station d'annonce de crues	Station relais	Poste d'alarme
1	2005 à 2008	Ourika	6 (11)	1(3)	5 (6)
2	2009 à 20011	Issyl	2	0	3
		Rheraya	2	1	3
		Total partiel	4	1	6
3	2012 à 2014	R'dat	1	0	1
		Zat			1
		N'fis	4	1	3
		Total partiel	5	1	5
		Total	15 (20)	3 (5)	16 (17)

Le chiffre entre parenthèses indique le nombre total des stations/postes y compris ceux du Projet Pilote.

10.4.2 Estimation du coût

Les coûts de réalisation et de maintenance pour la totalité du Plan du SPAC de la Région de l'Atlas, y compris le projet pilote, se présentent comme suit:

(1) Conditions d'estimation des coûts

(a) Niveau des prix

Les niveaux des prix sont ceux du 1 août 2000. Les taux de change entre le dollar US (USD), le dirham marocain (DH) et le yen japonais (JPY) sont: 1,00 USD = 9,8638 DH = 120,590 JPY.

(b) Constitution des coûts du projet

Les coûts du projet se composent des coûts de construction, du service d'ingénierie et des frais divers physiques. Puisque les aménagements à construire, tels que les pôles d'antenne et les locaux des équipements, sont tous de petite taille et situés dans des zones montagneuses lointaines, les coûts de compensation, y compris ceux de l'acquisition des terrains et de la reconstruction des locaux, peuvent être négligés en comparaison avec les autres coûts.

Les coûts de construction peuvent être divisés en coûts d'équipement (voir Tableau 10.4.2 et 10.4.3), coûts d'installation et de commande, de constructions, du développement du logiciel et de la formation technique. Les frais divers physiques sont estimés à 10% des coûts de construction et des coûts du service d'ingénierie.

(c) Coûts annuels de maintenance

Le coût annuel d'exploitation et de maintenance est généralement estimé à environ 5% du coût des équipements au Japon. Le même taux est assumé pour la présente Etude également.

(2) Coût du projet et conditions d'estimation des coûts Project

Sur la base de ce qui précède, le coût du projet et de sa maintenance sont estimés comme suit :

Coût du projet et coût de la maintenance du Plan du SPAC de la région de l'Atlas
(*000 Dh)

Elément de coût	Projet Pilote	Après le Projet Pilote				Total
		Ourika	Issyl + Rheraya	Autres	Total partiel	
A. Coût de construction	16 612	17 229	9 656	10 213	37 097	53 710
(1) Coût d'équipement	12 826	13 497	7 498	7 929	28 924	41 750
(2) Coûts d'installation et de commande	2 072	1 552	947	1 003	3 503	5 574
(3) Coût de travaux de construction	1 178	1 497	832	879	3 208	4 386
(4) Coût de développement du logiciel	269	341	190	200	731	1 000
(5) Coût de formation technique	269	341	190	200	731	1 000
B. Coût de service d'ingénierie	4 029	4 186	2 326	2 459	8 971	13 000
C. Frais divers physiques (10% de (A+B))	2 064	2 141	1 198	1 267	4 607	6 671
D. Coût du projet (A+B+C)	22 706	23 556	13 179	13 939	50 675	73 381
E. Coût annuel d'exploitation et de maintenance	641	675	375	396	1 446	2 087

10.5 Evaluation du projet

Le Plan Directeur modifié est amplement évalué dans ce Chapitre. En conclusion, Le Plan du SPAC est généralement viable en termes d'efficacité économique, acceptabilité sociale et technique et de l'impact sur l'environnement. Si l'assistance des instances régionales et nationales est disponible, le Plan Directeur peut financièrement viable aussi.

10.5.1 Evaluation économique et considérations financières

(1) Evaluation économique

De la même manière que pour l'avant-projet du Plan Directeur, les analyses économiques ont été effectuées comme présenté dans les Tableaux 10.5.1, 10.5.2, 10.5.3, 10.5.4, 10.5.5 et 10.5.6.

Pour l'évaluation économique, le Taux de Retour Economique Interne (TREI), le Taux de Bénéfice-coût (B/C) et la Valeur Actuelle Nette (VAN) ont été recalculés pour le Plan Directeur modifié. Les résultats sont présentés au tableau suivant.

TREI, B/C et VAN

Elément	Option-1 (réalisation en 5 ans)		Option-2 (réalisation en 10 ans)	
	Biens meubles seulement	Vies humaines incluses	Biens meubles seulement	Vies humaines incluses
TREI	Négatif	16,7%	Négatif	19,7%
B/C	0,08	1,6	0,08	1,7
VAN	- 50 millions Dh	31 millions Dh	- 45 millions Dh	31 millions Dh

Comme on peut le constater à partir du tableau, le projet peut être à peine faisable si les vies humaines sont appréciées en de termes monétaires. Même s'il est très difficile d'évaluer la vie humaine de manière adéquate en termes monétaires, il reste nécessaire de considérer la valeur de la vie humaine pour les fins de l'évaluation du projet du point de vue économique, et, dans ce cas, il est prévu que le projet serait faisable concernant cet aspect.

Comme en peut le constater à partir du tableau, le projet peut être à peine faisable si les vies humaines sont appréciées en de termes monétaires. Même s'il est très difficile d'évaluer la vie humaine de manière adéquate en termes monétaires, il reste nécessaire de considérer la valeur de la vie humaine pour les fins de l'évaluation du projet du point de vue économique, et, dans ce cas, il est prévu que le projet serait faisable concernant cet aspect.

Concernant la comparaison des deux options, le TREI de la réalisation à long terme est un peu plus grand de l'autre. Cependant, prenant compte des nombreuses suppositions adoptées pour l'analyse, cette petite différence paraît banale. La période de réalisation serait plutôt déterminée en prenant compte de la situation financière.

(2) Financial Considerations

La charge annuelle supplémentaire pour la maintenance des équipements est de 1 502 000 Dh pour l'ABHT, 540 000 Dh pour la Province d'Al Haouz et 45 000 Dh pour la Préfecture de SYBA si le coût total de la maintenance de 2 087 000 Dh est devisé selon le coût des équipements installés dans leurs juridictions respectives.

Cette charge n'est pas légère pour les administrations même si elle a été réduite dans le cas du Plan Directeur pour la Province d'Al Haouz et la Préfecture de Sidi Youssef Ben Ali. L'implication et l'assistance des instances régionales et nationales sont indispensables, comme dans le cas du Projet Pilote dont le coût de maintenance est pris en charge par la DGH. Le comité de coordination proposé est prévu jouer le rôle d'initiateur pour la promotion du Plan Directeur.

Responsabilité d'E&M et charge des coûts sur les administrations

('000Dh)

Responsabilité d'E&M		Avant-projet du Plan Directeur		Plan Directeur Modifié	
		Coût des équipements	Coût d'E&M	Coût des équipements	Coût d'E&M
ABHT (ex-DRHT)					
- Le système de traitement des données excepté 5 stations de contrôle		30 039	1 502	30 039	1 502
- Sous-système de collecte des données					
Province d'Al Haouz	- Une partie du sous-système de traitement des données (5 stations de contrôle) - Sous-système de diffusion des alertes excepté 3 postes d'alarme	14 447	722	10 807	540
Préfecture de SYBA	- Une partie du sous-système de diffusion des alertes (3 postes d'alarme)	3 262	163	905	45
Total		47 748	2 387	41 750	2 087

10.5.2 Considération des aspects sociaux

La principale préoccupation concernant l'aspect social est l'acceptation du Plan Directeur par les habitants locaux et les touristes dans la Zone d'Etude qui sont supposés être les bénéficiaires.

Pour les habitants, leur préoccupation a été prouvée à travers le Projet Pilote. Environ 30 % des habitants ont volontairement participé dans l'exercice d'évacuation du 25 juin 2002 organisé à Iraghf dans la vallée de l'Ourika. Ce taux élevé est la preuve de l'intérêt des habitants qui vient probablement de leurs souvenirs de la catastrophe de 1995. Puisqu'une telle expérience choquante causée par un désastre naturel est partagée par d'autres zones à haut risque, il est naturel de croire en ce que leurs habitants comprennent également la nécessité de mesures de préventions. Dans ce sens, les habitants locaux peuvent accepter le Plan Directeur, même si l'assistance et la prise d'initiatives par les autorités locales ou local est nécessaire pour qu'ils puissent développer leurs compétences par la création d'une organisation d'évacuation.

Selon des entretiens avec les touristes de la vallée de l'Ourika effectués en 2000, 92 % des personnes interrogées ont répondu qu'il connaissent la catastrophe de 1995. Un tel taux élevé est le bienvenu et doit être maintenu ou amélioré. Cependant, lors des exercices d'évacuation de 2002 et de 2003, la participation des touristes a été très limitée, probablement parce qu'ils ne voulaient pas être dérangés. Les efforts pour diffuser l'information des désastres vécus dans le passé et le SPAC doivent être continus, sans considération des échecs qui pourront être enregistrés lors des exercices.

10.5.3 Evaluation environnementale initiale

Comme décrit dans la sous-section 5.8.3, L'Evaluation Environnementale Initiale (EEI) du Plan Directeur a conclu qu'il n'était pas nécessaire d'effectuer une étude d'évaluation de l'impact environnemental parce qu'aucun impact sérieux n'est prévu en raison de l'échelle réduite du projet du Pan Directeur. Le fait qu'aucun effet du Projet Pilote n'a été enregistré appuie également cette EEI. La même conclusion peut aussi être correcte pour le Plan Directeur modifié qui est un légèrement différent de la première version.

10.5.4 Acceptabilité technique

Le Projet Pilote a été une bonne occasion pour le transfert technique. Lors de la période du projet, qui a duré environ deux ans de 2001 à 2003, de différents programmes de formation et des exercices de simulation ont été organisés au profit du personnel concerné. L'exploitation expérimentale à aménagé une piste pour ce personnel afin qu'il puisse prendre un bon départ par ses propres moyens.

Particulièrement, les techniciens de l'ABHT qui ont participé dans les travaux d'installation ont pu apprendre beaucoup de choses sur les équipements de haute technologie des ingénieurs japonais. Même s'il reste difficile pour eux de réparer les équipements, il sont devenu au moins capable d'exploiter le système pilote. On peut dire que l'ABHT est presque prête à accepter le Plan Directeur.

D'autre part, le personnel de la Province, du Caïdat d'Ourika et du Poste d'Alarme d'Iraghf a révélé une insuffisance de compréhension lors du Projet Pilote. La majorité du personnel concerné des autorités locales n'ont pas de capacité technique et ont besoin de plus de formation. Ainsi, l'ABHT devra former ce personnel sur le Plan Directeur. La promotion d'une telle coopération inter-administration sera l'un des rôles du comité provincial/préfectoral de coordination.

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

11.1 Généralité

Tous les types des désastres causés par les pluies sont possibles. Ils sont les crues, les écoulements des débris, les glissements de terrain, les écroulements de pentes, les éboulements, comme déjà vu à plusieurs reprises dans le passé. Ce rapport décrit le Plan Directeur du SPAC contre les désastres dans la région. Cependant, le SPAC a ses propres limites en terme d'efficacité. A l'origine, le SPAC n'est pas une mesure destinée à éliminer tous les dégâts complètement, mais seulement une mesure d'assistance pour prévenir les gens en avance des risques de désastres. La sécurité des gens ne peut jamais être assurée s'ils ne prennent pas les actions nécessaires eux-mêmes, par exemple évacuer rapidement vers des sites sécurisés, pour éviter les risques sur la base d'alertes déclenchées par le SPAC. Cependant, selon la magnitude et les caractéristiques du désastre, ils peuvent échouer faute d'application. De plus, les dégâts aux biens immeubles, tels que les infrastructures, les constructions et les produits agricoles sont inévitables avec un SPAC comme seule mesure de protection.

Pour réduire substantiellement les risques des désastres dans la région, de multiples approches sont indispensables. La combinaison de plusieurs mesures structurelles et non-structurelles doit être fournie en plus du SPAC. Quelques mesures structurelles et non-structurelles concevables sont brièvement présentées comme suit:

11.2 Introduction de mesures structurelles

Comme infrastructure de base pour la prévention contre les désastres, les mesures structurelles doivent être fournies à un certain niveau. Les mesures non-structurelles sont généralement utilisées pour compenser les aspects non couverts par les mesures structurelles.

Dans la présente étude, des plans conceptuels de mesures structurelles ont été réalisés par l'examen de l'applicabilité des mesures structurelles dans la Zone d'Etude, comme présenté dans les sous-sections suivantes (se référer au Volume 3, Rapport annexe H: Mesures structurelles, pour les détails).

11.2.1 Etat actuel des mesures structurelles contre les dégâts de crues

Pour faire face aux dégâts de crues habituelles, les administrations concernées ont réalisé plusieurs mesures structurelles telles que les seuils de stabilisation, les élargissements et les excavations des cours d'eau, les constructions des murs de protection dans le bassin versant de l'Ourika et de l'Issyl, comme déjà discuté. Cependant, ces mesures restent loin du niveau de satisfaction en quantité comme en qualité (voir section 2.8.2). Dans les cas des autres bassins, de rares mesures structurelles ont été réalisées.

11.2.2 Mesures structurelles applicables

Les mesures structurelles applicables dans la Zone d'Etude sont principalement composées de celles de lutte contre les écoulements des débris, de lutte contre l'érosion et contre les écoulements des eaux de crues, et peuvent être résumées comme suit:

Mesures structurelles

Catégorie	Mesures	Zone
Lutte contre les écoulements des débris	<ul style="list-style-type: none"> • Grands seuils de stabilisation • Petits seuils de stabilisation • Travaux de canalisation • Ouvrages en poche de sable 	Amont, bassin de montagne, cours d'eau à potentiel de désastre d'écoulements de débris
Lutte contre l'érosion	<ul style="list-style-type: none"> • Petits seuils • Ouvrages de coteaux • Travaux de reboisement 	Totalité du bassin, particulièrement en amont
Lutte contre les écoulements des eaux de crues	<ul style="list-style-type: none"> • Amélioration des cours d'eau y compris l'élargissement, le curage du lit de l'oued et les digues • Barrages et retenues 	Cours amont, plein amont et aval

11.2.3 Considérations relatives à l'introduction des mesures structurelles

L'introduction des mesures structurelles peut nécessiter de lourds coûts et beaucoup de temps. Pour une introduction efficace des mesures structurelles des points de vue techniques et économiques, les considérations suivantes sont à retenir.

(1) Enquête détaillée sur les désastres

Puisque les données et informations disponibles ne sont pas suffisantes pour l'application des mesures structurelles, il est nécessaire de compiler les données de base relatives à la topographie, la géographie, l'hydrologie et l'économie sociale. Il est également nécessaire de réaliser une enquête détaillée sur les désastres juste après leur occurrence pour l'analyse de base, la planification et la conception des ouvrages de lutte contre les crues/écoulements des débris.

(2) Préparation des cadres pour l'introduction des mesures structurelles

Dans le contexte du plan de développement national à long terme et du plan de prévention des désastres, il est nécessaire de préparer un cadre pour l'introduction des mesures structurelles, tel que l'ampleur du projet exprimé en période de retour des crues cibles et d'année cible de réalisation des projets.

(3) Formulation du Plan Directeur

Suivant un tel cadre, le Plan Directeur pour l'introduction de mesures structurelles devra être formulé en prenant compte des aspects techniques, financiers, économiques et environnementaux.

(4) Utilisation multi-fonctionnelle des mesures structurelles

En principe, ces mesures structurelles sont introduites pour les fins de l'atténuation des désastres. Cependant, quelques-unes de ces mesures peuvent fonctionner pour d'autres fins telles que la conservation des eaux souterraines et l'utilisation des ressources en eau développées. Dans ce sens, il est nécessaire de considérer une telle utilisation multi-fonctionnelle des mesures structurelles.

11.3 Introduction des mesures non-structurelles autres que le SPAC

En plus des mesures structurelles mentionnées ci-haut, les mesures non-structurelles suivantes sont proposées pour atteindre le niveau de sécurité souhaité dans la région de l'Atlas:

- Publication des cartes d'aléas de crues ;

- Contrôle des torrents à potentiel d'écoulements de débris;
- Introduction du contrôle de la circulation;
- Introduction du contrôle de l'utilisation des sols et des guides; et
- Fournitures d'aménagements touristiques.

11.3.1 Publication des cartes d'aléas

En général, la publication des cartes d'aléas est adoptée comme l'une des mesures non-structurelles utiles pour l'atténuation des dégâts de crue. A travers la publication de telles cartes d'aléas, les résidents peuvent être avisés de l'étendue possible des zones de désastres et des routes et sites disponibles pour l'évacuation en cas de désastre.

Les cartes d'aléas contiennent, en principe, des informations relatives à: (a) l'étendue et la profondeur probable des crues; et (b) les centres d'évacuation et les routes d'évacuation. Les cartes d'aléas peuvent également servir de guide pour la planification urbaine appropriée et pour l'aménagement du territoire.

Comme expliqué au chapitre 3, une carte d'aléas de crue, écoulements de débris, glissements des terrains et écroulements des pentes a été préparée pour chacun des six bassins versants de la Zone d'Etude à travers l'analyse des photos aériennes. De plus, les zones inondables probables ont été délimitées au long des tronçons des oueds les plus importants sur la base des simulations hydrauliques.

Parmi les gens ayant souffert des graves conséquences des crues, il y a des touristes qui ont une connaissance et des informations très limitées sur les risques dans la zone, particulièrement dans les sites touristiques. En cas de désastre, ces gens peuvent facilement tomber dans la panique et causer encore plus de dégâts, comme déjà vu lors de la crue de 1995. A cet effet, il est nécessaire de publier les cartes d'aléas et les cartes des zones inondables au profit des touristes ainsi qu'aux habitants pour éviter la panique et les encourager à ce qui suit :

- Faire des efforts pour sauver leurs vies;
- Faire des efforts pour s'entraider; et
- Faire des efforts pour informer les administrations.

En plus des cartes d'aléas, les éléments suivants sont également efficaces pour la publication des risques des désastres:

- Installation de panneaux signalétiques;
- Distribution des brochures; et
- Diffusion en utilisant les mass-media et les réseaux radio locaux.

Il est également d'importance de veiller à ne pas vexer les sentiments de la population locale, particulièrement celle oeuvrant dans le secteur touristique et qui a généralement manifesté un certain scepticisme quant aux dispositions proposées en ce qui précède. La consultation et la coopération avec les habitants et les autorités locales sont indispensables.

11.3.2 Contrôle des torrents à potentiel d'écoulements de débris

Le Plan Directeur sur le SPAC a été formulé pour faire face à une crue cible similaire à celle de 1995. Cependant, comme observé lors des crues récentes de 2003, des pluies intensives peuvent s'abattre directement sur les zones à haut risque en forme de crues et d'écoulements de débris rapides provenant des affluents et d'écroulements de pentes. Dans ce cas, le temps d'avance permis est moindre même de celui permis par une crue de l'oued d'une magnitude similaire à celle de 1995. Dans le cas de l'averse du 4 août 2003, un écoulement de débris a été généré dans l'espace de 20 minutes après le commencement

des pluies. Il paraît très difficile pour le SPAC d’alerter la zone en temps voulu contre de tels phénomènes si rapides.

Pour se préparer à lutter contre les écoulements des débris, il est nécessaire d’évaluer en avance la possibilité d’occurrence d’écoulements de débris pour chaque torrent à potentiel. Prendre les mesures après le commencement des pluies peut s’avérer trop tard. La préparation en temps normal est importante. Dans ce sens, il est recommandé de contrôler les changements géographiques dans ces torrents après chaque pluie d’une certaine intensité. Ceci permet la détection des augmentations du potentiel d’écoulements de débris. Pour faciliter ce contrôle, une fiche, pareille à la fiche médicale, appelée « rapport de contrôle de torrent », est proposée comme au Tableau 11.2.1.

Quand un écoulement de débris est prévisible suivant le rapport de contrôle de torrent, des mesures comprenant la restriction de toute activité dans la zone avoisinante du torrent, l’évacuation des matériaux pouvant causer des désastres tels que les grands rochers, doivent être entreprises pour limiter le potentiel des dégâts.

L’ABHT, la DPE et la DREF devront prendre charge du contrôle susmentionné chacune dans son domaine de compétence. Notamment, l’ABHT est responsable des principaux cours d’eau, la DPE torrents se trouvant en dessus des routes et la DREF prend responsabilité des torrents mineurs en extrême amont.

11.3.3 Introduction du contrôle de la circulation

L’un des inconvénients de la Zone d’Etude en relation au tourisme, particulièrement dans le bassin versant de l’Ourika, est l’espace libre inadéquat pour accueillir les véhicules utilisés par les nombreux touristes dans la zone. Ainsi, les touristes stationnent leurs véhicules sur la route au long du cours de l’oued, ce qui a été l’une des causes de la tragédie de 1995.

Selon l’enquête menée sur la circulation à Aghbalou dans le bassin versant de l’Ourika par l’Equipe d’Etude le 3 et 6 août 2000, le nombre des véhicules entrants et sortants du bassin est comme suit.

Nombre de véhicules entrants dans l’Ourika

Date	Nombre des véhicules observés à Aghbalou dans le bassin de l’Ourika		observations
	Entrants	Sortants	
Jeudi 3 août 2000	731	685	Nombre accumulé pour les 12 heures de 08:00 à 20:00
Dimanche 6 août 2000	1 281	1 290	

Comme noté du tableau que dessus, plus de 700 véhicules le mercredi et environ 1 300 véhicules les jours de fins de semaine entrent dans la vallée de l’Ourika et leur majorité stationne sur la route au long de l’oued Ourika, principalement à Iraghf et Setti Fadma. La longueur de route linéaire nécessaire pour stationner ces véhicules serait d’environ 10 km, à supposer qu’une distance de 7 m est nécessaire pour le stationnement d’un seul véhicule. Puisque cette distance de 10 km correspond au tronçon entre Iraghf et Setti Fadma, la totalité du tronçon touristique serait pleine de voitures stationnées. Dans de telles conditions, il serait difficile pour les touristes et les habitants de déplacer leurs véhicules en cas d’urgence. En réponse au questionnaire d’entretiens, “Où évacuerez vous si une crue se déclare à l’oued Ourika?”, environ 25% des touristes venus par leurs propres voitures ont dit qu’ils retourneraient dans leurs voitures.

Non seulement les sites touristiques, mais aussi les routes au long des oueds sont dangereuses. La majorité des tronçons de la route sont exposés aux crues et écoulements des débris rapides provenant des affluents et aux écroulements de pentes. Comme prouvé par les réponses au questionnaire et les expériences des crues passées, les touristes tendent à se diriger rapidement vers leurs voitures pour échapper des vallées aussitôt que les pluies commencent. Le parcours d’Iraghf à Aghbalou prend environ 30 minutes et environ 45 minutes de Setti Fadma pour arriver à la plaine d’Al Haouz. Le succès de leur

échappée des vallées à travers tous les risques existants dépend sur l'ampleur des pluies. Dans le cas de l'averse du 4 août 2003 qui a enregistré de fortes précipitations juste en amont d'Iraghf, les touristes à Setti Fadma ont heureusement été bloqués et ont passé la nuit sur la route coupée un peu par tout par les écoulements des débris et les écroulements de pentes, alors que ceux qui se trouvaient à Iraghf ont pu échapper. On pense que les touristes qui étaient à Setti Fadma ont été si chanceux parce qu'ils ont évité d'être tués ou blessés par les grands rochers et les débris qui ont envahi la route. Il serait judicieux d'arrêter d'utiliser les voitures lors des crues pour éviter les désastres secondaires.

Récemment, dans la vallée de l'Ourika, le stationnement sur un seul côté de la route a été introduit comme mesure de contrôle de la circulation. Cependant, il paraît difficile de résoudre le problème de la circulation ainsi que les dégâts de prévus lors des crues par ce seul moyen.

A ce sujet, il est nécessaire d'introduire des mesures de contrôle de la circulation plus drastiques telles que le système de stationnement et transport en commun pratiqué dans d'autres pays comme le Japon, la Suisse et l'Autriche.

11.3.4 Contrôle et gestion de l'utilisation des sols

Le contrôle et la gestion de l'utilisation des sols est très important pour éviter l'urbanisation anarchique, qui peut mener à une augmentation du potentiel des dégâts dans les zones à risques et la dévastation des bassins versants. La Loi sur l'Eau (No. 10-95) a également stipulé sur l'occupation du domaine public hydraulique, elle est prévue servir de cadre législatif pour l'exécution du contrôle de l'occupation des sols.

Par ailleurs, concernant la vallée de l'Ourika, l'Agence Urbaine de Marrakech est en train de formuler un plan de l'occupation des sols pour la zone de Tnine Ourika à Setti Fadma. Le plan comprendra le zonage et la prohibition de l'établissement des constructions dans les zones exposées aux crues et aux écoulements des débris. A présent, l'agence collecte les informations hydrologiques de l'ABHT pour le zonage.

Il est désirable de préparer des plans similaires pour l'occupation des sols dans les autres bassins. Ainsi, il est prévu que les cartes d'aléas préparées dans le cadre de la présente Etude seront utilisées pour ce plan d'occupation des sols.

11.3.5 Fourniture d'aménagements touristiques

Puisque la Zone d'Etude est l'un des principaux sites touristiques de l'Afrique du Nord, un grand nombre de touristes le visitent pendant l'été, et particulièrement la vallée de l'Ourika, pour jouir de son air propre et son eau claire. Ainsi, la Zone d'Etude est l'une des ressources précieuses de l'industrie touristique.

Cependant, les aménagements de base de l'industrie touristique sont très faibles en quantité et en qualité, les aménagements fournis pour les touristes paraissent inadéquats, particulièrement en ce qui concerne l'assurance de la sécurité contre les crues et les écoulements des débris. En ce qui suit les aménagements qui doivent être fournis comme minimum pour assurer la sécurité des gens contre les désastres :

- Espace adéquat pour les sites d'évacuation
- Routes d'évacuation facilement accessibles avec éclairage public
- Entrpôt où les équipements nécessaires, les fournitures et le matériel à utiliser en cas d'urgence peut être stocké
- Autres

CHAPITRE 12. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

12.1 Conclusions

La présente Etude a été lancée en mars 2000 avec deux objectifs, (1) formuler le Plan Directeur sur le système de prévision et d'alerte aux crues pour 6 sous-bassins avec une superficie totale de 3 500 km² sur la rive gauche de l'oued Tensift, et (2) effectuer un transfert technique au profit du personnel de la partie marocaine.

Après des études de base d'environ un an, un Plan Directeur a été compilé dans le Rapport Intérimaire 2 en avril 2001. Dans l'Avant-projet du Plan Directeur, un système de télémétrie automatique de 20 stations d'observation de crues et un système de contrôle à distance de 17 postes d'alarme ont été proposés pour faire face aux crues rapides que le système manuel en place a du mal à gérer.

Une partie du Plan Directeur a été réalisée comme Projet Pilote dans le bassin de l'Ourika graduellement du juillet 2001 en septembre 2003, pour examiner par la pratique l'efficacité des équipements et des systèmes proposés dans le Plan Directeur. Le système semi-automatique de la première phase a été achevé en décembre 2001 et son exploitation expérimentale a immédiatement commencé et a continué pendant environ une année et demie en attendant l'achèvement de la seconde phase venue compléter le système totalement automatique en juillet 2003. L'exploitation expérimentale du système de télémétrie a également été effectuée pour une période d'un mois et demi du début d'août en mi-septembre 2003.

Au cours de la période du Projet Pilote, l'Equipe d'Etude de JICA a assisté et supervisé l'exploitation expérimentale au Maroc et à partir du Japon après son retour. De différents programmes de transfert technique, y compris des exercices de simulation, ont été réalisés pour construire les capacités du personnel concerné impliqué dans les opérations du SPAC.

L'efficacité du système de télémétrie a été apparente. Lors de l'averse du 4 août 2003, le système a détecté le premier millimètre de pluie et a averti l'ABHT. Grâce à ce système, l'ABHT a pu pour la première fois informer la Province d'Al Haouz de l'occurrence des fortes pluies avant les autorités locales. D'autre part, plusieurs problèmes, liés aux opérations manuelles en majorité qui vont avec le système des équipements du SPAC global, se sont également révélés au cours du Projet Pilote. Faiblesse du système de permanence, mal-compréhension ou insuffisance de compréhension du personnel concerné à propos des opérations, etc. tant d'éléments qui ont été découverts.

Sur la base de l'évaluation du Projet Pilote, le Plan Directeur qui a été compilé il y a deux ans et demi a été légèrement modifié et actualisé. Tenant compte de la difficile situation financière qui est principalement causée par la transition de la DRHT à l'ABHT, le Plan Directeur est alternativement proposé pour une réalisation échelonnée sur plusieurs années ajoutant 10 années supplémentaires aux 5 proposées dans l'avant projet du plan. Un système semi-automatique a été introduit partiellement dans le système de diffusion des alertes. L'accent a été mis sur la nécessité d'un comité de coordination provincial/préfectoral comme mécanisme pour assurer la durabilité du système et la bonne exploitation du Plan Directeur.

Le coût total du Plan Directeur est estimé à 51 millions Dh sans compter le coût du Projet Pilote. Le Taux de Retour Economique Interne supérieur à 16% est obtenu si les vies humaines sont incluses dans l'estimation du bénéfice. En conclusion, le Plan Directeur est généralement viable en termes d'efficacité économique, d'acceptabilité sociale et technique et d'impacts environnementaux. Si l'assistance suffisante des instances régionales et nationales est disponible, le Plan Directeur pourra être financièrement viable aussi.

12.2 Recommandations

L'Equipe d'Etude de JICA propose le Plan Directeur sur le SPAC pour la région de l'Atlas au Gouvernement du Maroc dans ce rapport et lui recommande sa réalisation le plus rapidement possible pour qu'il puisse contribuer au renforcement de la sécurité des habitants et des visiteurs de la région de l'Atlas. Pour faciliter la réalisation du Plan Directeur, les mesures suivantes sont vivement recommandables:

(1) Etablissement d'un comité de coordination

La nécessité d'un mécanisme pour assurer l'exploitation adéquate du SPAC Pilote est reconnue parmi le personnel concerné comme stipulé par la convention signée par la Province d'Al Haouz, l'ABHT et la DPE d'Al Haouz. Ce comité doit être mis sur pied aussi tôt que possible et il est prévu constituer un groupe de pression pour la promotion du Plan Directeur également.

(2) Exploitation durable du système du Projet Pilote

Avant la réalisation du Plan Directeur, il est essentiel de continuer à exploiter de manière adéquate le SPAC installé dans le Projet Pilote. Si le SPAC Pilote ne peut être exploité durablement, le Plan Directeur serait hors de question.

(3) Approche compréhensive des désastres dans la région de l'Atlas

Il est impossible de totalement prévenir et/ou atténuer les désastres causés par les pluies dans la région de l'Atlas tels que les crues des cours d'eau principaux et des affluents, les écoulements des débris et les écroulements de pentes avec seul un SPAC. Une approche compréhensive composée de combinaisons de différentes mesures structurelles et non-structurelles est indispensable pour la lutte contre les désastres.

(4) Installation du radar de la DMN

Des prévisions météorologiques plus précises sont indispensables pour la réalisation d'un SPAC de fiabilité soutenue. Il est vivement recommandé que la DMN mette à exécution ses plans relatifs à l'installation d'un radar de précipitations dans la région de l'Atlas.

TABLEAUX

Tableau 2.1.1 CLIMAT DE MARRAKECH

Mois	Température (°C)				Humidité (%)	Soleil (heure)	Précipitations		
	Maximum		Minimum				(mm)	Nombre de jours	
	Moyenne maximale	Extrême	Moyenne maximale	Extrême					
Jan.	18.4	23.4	5.3	1.4	11.8	228.8	32.3	5.8	
Fév.	20.1	27.7	7.7	3.4	13.9	197.8	33.8	6.4	
Mars	22.6	30.0	9.6	5.7	16.1	254.6	52.7	5.6	
Avr.	24.5	32.2	11.3	7.2	17.9	275.7	15.5	5.3	
Mai	27.4	36.0	13.8	10.2	20.6	297.6	9.5	3.1	
Juin	32.2	38.8	16.4	13.3	24.3	324.6	6.0	0.9	
Juil.	37.7	43.9	20.8	16.3	29.2	318.5	1.8	1.6	
Août	37.2	43.9	21.0	16.7	29.1	40.9	308.3	3.8	1.3
Sep.	33.7	41.5	19.3	15.2	26.5	43.1	253.6	5.6	1.9
Oct.	27.3	33.4	14.9	11.1	21.1	50.9	250.6	14.0	3.8
Nov.	22.6	29.7	11.2	5.6	16.9	55.5	229.4	37.3	6.8
Déc.	19.7	25.7	7.4	2.5	13.6	57.0	223.1	16.9	4.8
Total	323.4	406.2	158.7	108.6	241.0	3,162.6	229.2	47.3	
Moyenne	27.0	33.9	13.2	9.1	20.1	263.6	19.1	3.9	
Maximum	37.7	43.9	21.0	16.7	29.2	58.5	324.6	52.7	6.8
Minimum	18.4	23.4	5.3	1.4	11.8	40.9	197.8	1.8	0.9

Source:

Tableau 2.1.2 TEMPERATURE A LA STATION DE RAHAL ET LA STATION DE LALLA TAKERKOUST

Sidi Rahal

Mois	Température(°C)				Moyenne d'évaporation (mm)
	Maximum		Minimum		
	Moyenne	extrême	Moyenne	extrême	
Jan.	12.3	28.2	-0.6	119.3	
Fév.	13.3	29.0	-5.6	115.6	
Mars	14.9	32.6	1.8	138.1	
Avr.	16.1	36.0	3.0	138.9	
Mai	19.1	40.0	5.0	197.5	
Juin	23.2	43.4	8.4	246.2	
Juil.	28.2	45.0	11.4	365.7	
Août	27.8	43.6	12.2	340.7	
Sep.	24.9	41.4	9.4	263.5	
Oct.	20.1	37.4	5.0	190.0	
Nov.	16.3	31.2	2.0	150.6	
Déc.	13.0	28.0	-0.8	117.6	
Total	-	-	-	2,383.7	
Moyenne	19.1	43.5.8	51.2	198.6	
Maximum	28.2	45.0	12.2	365.7	
Minimum	12.3	28.0	-5.6	115.6	

Source: DRHT

Lalla Takerkoust

Mois	Température(°C)				Moyenne d'évaporation (mm)
	Maximum		Minimum		
	Moyenne	extrême	Moyenne	extrême	
Jan.	10.9	28.8	-7.4	90.3	
Fév.	12.8	29.4	-4.8	88.8	
Mars	14.8	32.0	-2.6	120.6	
Avr.	15.4	39.4	-4.2	123.1	
Mai	18.7	41.2	1.0	155.6	
Juin	22.2	42.0	3.8	175.3	
Juil.	27.0	45.8	6.4	244.1	
Août	26.4	46.0	8.6	239.5	
Sep.	23.2	42.2	3.6	178.4	
Oct.	18.6	36.6	2.2	134.3	
Nov.	14.9	31.8	-2.2	105.0	
Déc.	12.2	28.4	-6.4	96.6	
Total	-	-	-	1,751.6	
Moyenne	18.1	44.3.6	-2.0	146.0	
Maximum	27.0	46.0	8.6	244.1	
Minimum	10.9	28.4	-7.4	88.8	

Source: DRHT

Tableau 2.1.3 DEBIT MAXIMAL ANNUEL

Oued	N'FIS	N'FIS	RHERAY	OURIKA	ZAT	R'DAT
Station	I.E.HAMMA	N'KOURIS	TAHANAO	AGHBALOU	TAFERIAT	S.RAHAL
1880					730.0	
1937/38			145.0			
1938/39			130.0			
1939/40			75.0			
1940/41				155.0		
1941/42				135.0		
1942/43				130.0		
1944/45			100.0			
1945/49					490.0	
1949						380.0
1948/49				350.0		
1950/51					100.0	
1952/53					120.0	
1954/55					150.0	
1962/63			34.5		145.0	
1963/64			13.0		285.0	
1964/65			35.7		209.0	70.3
1965/66			37.3		600.0	200.0
1966/67	335.0	272.0	54.3		225.0	183.0
1967/68	1,400.0	620.0	290.0	1,060.0	230.0	202.0
1968/69	89.6	74.0	9.3		46.4	66.5
1969/70	720.0	584.0	8.7	96.7	50.2	149.0
1970/71	110.0	90.0	24.2	117.0	96.9	202.0
1971/72	38.5	32.0	15.6	55.2	108.0	125.0
1972/73	40.7	34.0	42.3	72.0	47.0	60.4
1973/74	47.6	40.0	47.6	77.5	109.0	103.0
1974/75	50.1	42.0	12.0	23.4	63.2	35.7
1975/76	36.1	24.0	16.2	101.0	48.7	87.2
1976/77	111.0	119.0	9.4	52.6	108.0	49.3
1977/78	301.0	263.0	21.6	95.6	32.0	160.0
1978/79	400.0	403.0	9.9	18.4	108.0	87.8
1979/80	132.0	127.0	39.0	350.0	138.0	210.0
1980/81	44.8	44.1	36.7	8.1	108.0	210.0
1981/82	58.5	25.8	33.7	91.3	680.0	685.0
1982/83	51.4	33.8	22.5	24.4	14.7	5.5
1983/84	482.0	393.0	30.9	37.4	106.0	77.0
1984/85	86.5	45.9	23.4	40.1	106.0	110.0
1985/86	57.0	20.3	54.0	50.5	85.0	49.8
1986/87	508.0	135.0	155.0	250.0		351.2
1987/88	810.0	1,120.0	146.0	651.0	467.0	397.0
1988/89	1,220.0	585.0	58.9	823.0	73.8	325.0
1989/90	455.0	229.0	103.0	265.0	270.0	345.0
1990/91	63.9	92.5	26.2	207.0	72.6	146.0
1991/92	446.0	319.0	71.2	290.0	99.5	125.0
1992/93	9.0	13.7	27.6	74.5	26.9	27.6
1993/94	283.0	146.2	86.4	226.0	237.0	144.0
1994/95	501.0	42.8	680.0	1,030.0	400.0	533.0
1995/96	501.0	212.0	63.0	165.0	72.8	407.0
1996/97	54.4	124.0	15.6	65.0	37.0	212.0
1997/98	155.0	62.5	44.0	61.3	17.8	536.0
1998/1999	970.0	158.0	762.0	561.0	104.0	252.0
Maximum	1,400.0	1,120.0	762.0	1,060.0	730.0	685.0
Minimum	9.0	13.7	8.7	8.1	14.7	5.5
Moyenne	320.2	197.8	88.1	223.1	176.0	203.0

Source : Ajustements statistiques des valeurs extrêmes des pluies et des debits dans le bassin de Tensift-Qsob par le logiciel "EXTREM" DRHT/SHL, déc, 1999

Tableau 2.1.4 PROBABILITE DE DEBIT DE POINTE DANS LES PRINCIPALES STATIONS
(m³/s)

No.	Station	Superficie du bassin (km ²)	Probabilité						
			1/2	1/5	1/10	1/20	1/50	1/100	1/200
1	Sidi Rahal	532	150	300	420	550	740	900	1,070
2	Taferiat	528	110	250	390	560	840	1,110	1,440
3	Aghbalou	495	115	300	490	750	1,200	1,650	2,200
4	Tahanaout	221	40	90	150	230	390	560	800
5	Iguir N'kouris	848	100	280	520	850	1,500	2,200	3,090
6	Imin El Hammam	1,256	150	440	770	1,220	2,040	2,880	3,950
Total		3,880							

Source : Ajustements statistique des valeurs extrêmes des pluies et des debits dans le bassin de Tensift-Qsob par le logiciel "EXTREM", DRHT/SHL, déc. 1999.

Tableau 2.2.1 DONNEES DEMOGRAPHIQUES DE LA PROVINCE D'AL HAOUZ

Cercle	Caïdat	Commune rurale	Superficie (km2)	Nombre de douars	Nombre de ménages	Population
Ait Ourir	Abadou	Ait Aadel	86	18	753	6,113
		Abadou	101	27	1,288	8,834
		Ait Hkim Ait Izid	145	11	825	6,898
		Tazart	249	58	2,029	14,156
	Touama	Zerktene	422	67	2,432	18,239
		Touama	112	31	1,797	11,057
		Tamaguerte	82	31	1,684	10,347
	Mesfioua	Tighdouine	454	49	2,777	20,939
		Tidili Mesfioua	204	53	3,347	22,056
	Faska Sidi Daoud	Ait Sidi Daoud	105	34	2,716	17,307
		Ait Faska	99	33	2,593	16,210
	Ghmate	Tamazouzte	97	38	1,637	11,216
		Sidi Abdellah Ghiate	113	63	2,413	16,298
		Iguerferouane	96	34	1,559	11,485
Ghmate		130	50	3,069	20,460	
Municipalité de Ait Ourir		10	11	2,165	12,162	
Total partiel			2,505	608	33,084	223,777
Tahanaout	Tahanaout	Tahanaout	272	104	4,030	25,574
		My. Brahim	124	34	1,765	10,503
	Ourika	Ourika	156	37	3,580	21,982
		Setti Fadma	302	59	3,025	20,545
		Oukaimeden	205	7	544	3,798
	Tamesloht	Tamesloht	256	58	2,903	17,138
Total partiel			1,315	299	15,847	99,540
Amizmiz	Amizmiz	Amizmiz	47	9	2,354	11,919
		Amghrass	94	24	735	4,527
	Ouazguita	Lalla Takarkoust	84	14	939	5,110
		Ouazguita	121	24	952	6,058
		Sidi Bedhaj	105	20	1,074	6,224
		Oulad Mtaa	127	17	983	5,660
	Guedmioua	Tizguine	66	31	749	3,896
		Anougal	99	23	661	4,143
		Dar Jamaa	74	28	1,101	6,202
		Azgour	216	14	1,097	6,599
Total partiel			1,033	204	10,645	60,338
Asni	Asni	Asni	161	30	2,270	16,235
	Ouirgane	Ouirgane	150	18	1,054	6,435
		Imgdal	278	28	938	5,594
	Talat N'Yakoub	Ijoukak	319	39	993	6,305
		Talat N'Yakoub	160	56	1,266	7,390
		Ighil	189	28	750	5,126
		Aghbar	161	17	633	4,332
Total partiel			1,418	216	7,904	51,417
Total			6,271	1,327	67,480	435,072

Source: Données démographiques de 1994 "Données Monographiques de la Province d'Al Haouz"

Tableau 2.2.2 DONNEES DEMOGRAPHIQUE DE LA PREFECTURE DE SIDI YOUSSEF BEN ALI

Cercle	Caïdat	Commune rurale	Superficie (km ²)	Nombre de douars	Nombre de ménages	Population
District de Sidi Youssef Ben Ali	Arrondissement Nord	Sidi Youssef Ben Ali	13	Urbain	20,498	118,770
	Arrondissement Centre					
	Arrondissement Sud					
	Arrondissement Annakhil	Annakhil	67	Urbain	6,918	38,626
Total partiel			80	-	27,416	157,396
Bour	Bour	Harbil	265	22	2,067	13,209
		M'Nabha	351	29	1,691	11,685
		Ouahat Sidi Brahim	55	7	1,306	7,646
	Ouled Hassoune	Ouled Hassoune	78	46	2,762	18,447
		Al Ouidane	120	54	2,570	15,607
	Ouled Dlim	Ouled Dlim	575	76	2,191	15,909
	Total partiel			1,444	234	12,587
Total			1,524	234	40,003	239,899

Source: Document de la Préfecture de Sidi Youssef Ben Ali basé sur le recensement national de 19

Tableau 2.3.1 PRINCIPAUX ESSENCES ET ZONES FORESTIERES DE LA PROVINCE D'AL HAOUZ

Cercle	Superficie totale (km ²)	Proportion forestière (%)	Superficie forestière (km ²)	Superficie forestière par essence (km ²)										
				Chêne vert	Genièvre	Thuya	Pin d'Alep	Essences indigènes marocain (Arganier)	Essences secondaires	Reboisement	Cyprès de l'Atlas	Chêne liège	Défrisement	terrain nu
Asni	1,547	53.50%	828	448	142	79	3	0	1	0	21	0	2	
Tahanaout	1,128	40.00%	451	256	32	9	0	0	0	13	0	0	3	
Amizmiz	1,074	42.20%	454	254	14	13	10	0	7	0	16	0	27	
Ait Ourir	2,482	39.90%	990	547	123	43	35	0	0	0	0	3	20	
Province	6,231	43.70%	2,723	1,506	311	144	47	0	7	13	37	0	51	603
Proportion forestière														
Asni			100.0%	54.2%	17.2%	9.5%	0.3%	0.0%	0.1%	0.0%	2.5%	0.0%	0.3%	16.0%
Tahanaout			100.0%	56.7%	7.0%	2.0%	0.0%	0.0%	0.0%	2.8%	0.0%	0.0%	0.7%	30.8%
Amizmiz			100.0%	56.0%	3.2%	2.8%	2.2%	0.0%	1.5%	0.0%	3.6%	0.0%	5.0%	24.9%
Ait Ourir			100.0%	55.3%	12.4%	4.4%	3.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.3%	2.0%	22.1%
Province			100.0%	55.3%	11.4%	5.3%	1.7%	0.0%	0.3%	0.5%	1.4%	0.1%	1.9%	22.2%

Source: Service Forestier de Marrakech, Direction Provinciale de l'Agriculture et de la Réforme Agraire

**Tableau 2.4.1 LISTE DES INSTALLATIONS TELEPHONIQUES
DE LA PROVINCE D'AL HAOUZ**

No.	Réseau (Nom de la station)	Type de ligne	Nombre de lignes télé phoniques	Nombre de lignes demand ées	Stations existantes dans la Zone d'Etude
1	TAHANAOUT	CR	340	0	Rheraya
2	DAR OURIKI	CR	102	1	Ourika
3	RHMATE	CR	42	30	Ourika
4	D.AIT KADDOUR	CL	14	8	Rheraya
5	ASNI	CR	79	1	Rheraya
6	AGHBALOU (SETTI FA	CR	51	0	Ourika
7	TOUAMA	CR	42	0	R'Dat
8	TAMAGARTE	CR	6	20	
9	MY. BRAHIM	CR	56	0	Rheraya
10	HAD ZREKTEN	CR	17	0	R'Dat
11	A. GHIAE	CL	49	0	Ourika
12	TADDARTE	LC	10	0	R'Dat
13	TOUFLIHE	CR	1	0	R'Dat
14	AZGOUR	CR	9	0	N'Fis
15	OUIRGANE	CR	44	0	N'Fis
16	T. N'YAAKOUB	CR	56	0	N'Fis
17	IJOUKAK	CR	7	1	N'Fis
18	AMGDAL	CR	7	0	N'Fis
19	SIDI BEDHAJ	CR	0	0	N'Fis
20	A. TIGHDOUINE	CR	39	0	Zat
21	T. MESFIOUA	CR	12	2	Zat
22	AIT AADEL	CR	28	0	
23	ABADOU	CR	14	1	R'Dat
24	DAR JAMEA	CL	4	0	N'Fis
25	TAGOUNDAFTE	CL	3	0	
26	MOLDIKHTE	CL	9	0	
27	IDNI	CL	2	0	N'Fis
28	MZOUZITE	CR	7	0	N'Fis
29	AGHBAR	CR	5	0	N'Fis
30	IGUERFEROUANE	CR	3	0	Ourika
31	OUZGUITA	CR	9	0	N'Fis
32	IGHIL	CR	5	0	Ourika
33	TAMAZOZTE	CR	27	0	
34	ANOUGAL	CR	7	0	N'Fis
35	TADMENT	CL	1	0	Ourika
36	IMLIL	CL	34	0	Rheraya
37	AIT HKIM	CR	8	0	
38	TAKERKOUSTE	CR	119	0	N'Fis
39	TAMSLOHTE	CR	96	4	N'Fis
40	AIT OURIR	CR	927	0	Zat
41	AIT FASKA	CR	52	0	Zat
42	AIT SIDI DAOUD	CR	21	0	Zat
43	AMIZMIZ	CR	608	0	N'Fis
44	AMEGHRASS	CR	11	0	N'Fis
45	IGOUDAR	CR	100	21	N'Fis
46	TIZGUINE	CR	50	0	N'Fis
47	OUKAIMDEN	CR	46	0	Ourika
	TOTAL		3179	89	

Note: CR Circuit radio

CL Circuit en ligne

Source: Office National des PTT, Tahanaout (mars 2000)

Tableau 2.5.1 METHODOLOGIE DE L'ENQUETE TOURISTIQUE

Elément d'enquête	Nombre de touristes et de véhicules (recensement des touristes et des véhicules dans chaque zone)		
	Caractéristique du tourisme (provenance des touristes, comportement, langues parlées etc.)		
	Conscience des crues (peur des crues, où évacuer?, nécessité d'une alarme ou de guides)		
	Circulation (recensement des véhicules entrant et sortant de l'Ourika à Aghbalou)		
	Autres		
Méthodologie d'enquête	Questionnaire/entretien (Setti Fadma, Iraghf, R'ha Moulay Brahim et Imlil)		
	Recensement des touristes et des véhicules		
	Circulation (recensement des véhicules à des points fixes)		
Entretiens	Touristes (marocains et étrangers)		
	Propriétaires des café-restaurants et hôtels (Setti Fadma, Iraghf, R'ha Moulay Brahim, Imlil)		
Date	Jour de semaine	Mercredi 2 août 2000	Rheraya (R'ha Moulay Brahim, Imlil)
		Mardi 3 août 2000	Ourika (Setti Fadma, Iraghf, tout l'Ourika, Aghbalou)
	Fin de semaine	Samedi 5 août 2000	Rheraya (R'ha Moulay Brahim, Souk d'Asni)
		Dimanche 6 août 2000	Ourika (Setti Fadma, Iraghf, tout l'Ourika, Aghbalou)
Nombre d'échantillonnage du questionnaire	Ourika	Setti Fadma	100 touristes
		Iraghf (Oulmes)	76 touristes
	Rheraya	Imlil	S/O (peu de gens dans l'oued)
		R'ha Moulay Brahim	140 touristes
Enquête de recensement	Recensement des touristes	Setti Fadma	
		Iraghf (Oulmes)	
		R'ha Moulay Brahim	
		Souk d'Asni (souk hebdomadaire du samedi)	
		Tout l'Ourika (de Aghbalou à Setti Fadma)	
	Recensement de la circulation	Setti Fadma	
		Iraghf (Oulmes)	
		R'ha Moulay Brahim	
		Souk d'Asni (souk hebdomadaire du samedi)	
		Tout l'Ourika (de Aghbalou à Setti Fadma)	
		Aghbalou (point fixe de la circulation entrante et sortante de l'Ourika)	

Tableau 2.5.2 RESUME DES RESULTATS DU QUESTIONNAIRE ADRESSE AUX TOURISTES

		Total	Setti Fadma	Iraghf	R'ha
Nombre d'échantillons		316 touristes	100 touristes	76 touristes	140 touristes
Sexe	1. Mâle	76 %	89 %	62 %	74 %
	2. Femelle	22 %	11 %	36 %	24 %
Nationalité	1. Marocain	90 %	88 %	96 %	89 %
	2. Etranger	6 %	10 %	1 %	6 %
Type de voyage	1. Excursion	50 %	53 %	68 %	28 %
	2. Séjour	50 %	47 %	32 %	72 %
	(jours)	8,3 jours	7,3 jours	14,8 jours	6,0 jours
Composition du groupe	1. Adultes seulement	41 %	62 %	29 %	33 %
	2. Accompagné d'enfants	51 %	38 %	59 %	55 %
Type de groupe	1. Famille	61 %	45 %	76 %	65 %
	2. Accompagné d'amis	29 %	49 %	12 %	24 %
Etes vous venus dans un voyage organisé?	1. Oui	9 %	14 %	0 %	11 %
	2. Non	86 %	82 %	96 %	84 %
En quel moyen de transport êtes vous venus?	1. Voiture particulière	39 %	36 %	41 %	40 %
	2. Taxi	44 %	49 %	49 %	37 %
	3. Voiture de location	1 %	1 %	1 %	0 %
	4. Autocar	16 %	12 %	4 %	26 %
	5. Mini bus	1 %	0 %	1 %	1 %
	6. Motocyclette	1 %	1 %	0 %	1 %
	7. Bicyclette	1 %	0 %	1 %	1 %
Pour quelle raison êtes vous venus?	1. Grimper la montagne	38 %	61 %	25 %	28 %
	2. Jouer au environs de l'oued	94 %	88 %	97 %	96 %
	3. Autres	3 %	1 %	7 %	3 %
Qui est ce qui vous attire ici ?	1. Climat	77 %	65 %	92 %	78 %
	2. Montagne	83 %	80 %	89 %	81 %
	3. Nature	95 %	98 %	97 %	91 %
	4. L'eau et l'oued	86 %	79 %	97 %	86 %
	5. Autres	7 %	1 %	18 %	5 %
Combien de fois êtes vous venus ici?	(fois/an)	2,3fois/an	2,7fois/an	3,2fois/an	1,6fois/an
Combien de jours passez vous	(jours /an)	7,9 jours/an	6,1jours/an	12,4jours/an	6,8jours/an
Quelles langues parlez et écrivez vous?	1. Français	68 %	73 %	76 %	60 %
	2. Arabe	88 %	85 %	92 %	89 %
	3. Berber	11 %	0 %	13 %	19 %
	4. Anglais	27 %	26 %	32 %	25 %
Quelles langues parlez et comprenez vous?	1. Français	71 %	73 %	79 %	66 %
	2. Arabe	94 %	89 %	95 %	97 %
	3. Berber	30 %	36 %	25 %	29 %
	4. Anglais	24 %	22 %	28 %	24 %
Combien dépensez vous?	(DH./ jour / personne)	106,4 DH/ jour / personne	120,0 DH/ jour/ personne	90,5 DH/ jour / personne	105,4 DH/ jour / personne
Etes vous informés des désastres antérieures?	1. Oui	92 %	92 %	97 %	89 %
	2. Non	6 %	3 %	1 %	11 %
Avez vous peur des crues?	1. Oui	61 %	64 %	74 %	52 %
	2. Non	17 %	33 %	0 %	15 %
Où évacueriez vous en cas de crue?	1. Car	12 %	9 %	13 %	14 %
	2. Restaurant ou café	0 %	0 %	0 %	1 %
	3. Monter en plus d'altitude	81 %	82 %	83 %	79 %
	4. Aucune idée	8 %	13 %	4 %	6 %
	5. Autres	4 %	0 %	5 %	6 %
Voulez vous d'une alarme?	1. Oui	99 %	99 %	99 %	99 %
	2. Non	0 %	1 %	0 %	0 %
Voulez vous des guides?	1. Oui	97 %	93 %	97 %	99 %
	2. Non	3 %	6 %	1 %	1 %
Allez vous à Moulay Brahim également?	1. Oui				91 %
	2. Non				4 %
Quelle est votre principale destination? R'ha Moulay Brahim ou Moulay Brahim?	1. Moulay Brahim				6 %
	2. R'ha Moulay Brahim				4 %
	3. Les deux				68 %

Tableau 2.6.1 SUPERFICIES DRAINEES PAR LES SOUS-BASSINS

No.	Bassin	Superficie drainée (km ²)	Observations
1	Bassin versant de N'fis	1,256	En amont de la station de Imin El Hammam
2	Bassin versant de Rheraya	221	En amont de la station de Tahanaout
3	Bassin versant de Ourika	495	En amont de la station de Aghbalou
4	Bassin versant de Zat	528	En amont de la station de Taferiat
5	Bassin versant de R'dat	532	En amont de la station de Sidi Rahal
6	Bassin versant d'Issyl	421	En amont de la route N8
Total		3,453	

Tableau 2.6.2 DIMENSIONS DES PRINCIPAUX OUEDS

No.	Oued	Longueur (Km) ^{*1}	Altitude de l'origine (m)	Altitude de l'exutoire (m)		Pente
1	N'fis	133.1	3,000	300	(780)	1/50-1/200 (1/110)
2	Rheraya	87.2	3,800	350	(925)	1/5 -1/140 (1/45)
3	Ourika	76.1	3,000	430	(1,011)	1/5 -1/160 (1/32)
4	Zat	93.8	3,700	430	(760)	1/10-1/160 (1/70)
5	R'dat	76.6	2,400	500	(700)	1/10-1/155 (1/100)
6	Issyl	47.0	1,900	400	-	1/20-1/160

*1 : A partir de la confluence avec l'Oued Tensift aux origines

()... Valeur à l'extrémité de l'aval de chaque oued dans la Zone d'Etude)

Tableau 2.7.1 (1/2) CARACTERISTIQUES DES DEGATS DE CRUES ET DES ECOULEMENTS DES DEBRIS LORS DE LA CRUE DE 1995

Bassin versant	Site endommagé	Contenu des dégâts										Ampleur			Observations
		Maison	Personnes		Articles ménagers	Bétail	Terrains agricoles	Infra structures	Autres	Vaste zone	Localisé	Crue	Débris		
			Perte de vie	Blessés											
R'dat	Sidi Rahal					Oui		Oui			Oui				
	Zerqten	Oui	Oui	Oui	Oui			Oui	Oui	Oui	Oui	Oui			
Zat	Tighedouine	Oui	Oui	Oui	Oui										
	Aghbalou							Oui		Oui					
Ourika	Iraghf	Oui	Oui	Oui	Oui			Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui		
	Setti Fadma	Oui	Oui	Oui	Oui			Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui		
Issil	-	Oui													
	Asni	Oui				Oui		Oui	Oui		Oui	Oui	Oui		
Rheraya	Tahanaout									Oui					
	My Brahim		Oui	Oui						Oui	Oui	Oui	Oui		
N'fis	Imlil									Oui					
	Wirgane					Oui		Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui		
	Imigdal					Oui		Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui		

Tableau 2.7.1 (2/2) CARACTERISTIQUES DES DEGATS DE CRUES ET DES ECOULEMENTS DES DEBRIS LORS DE L'EVENEMENT DE 1995

Bassin versant	Site endommagé	Contenu des dégâts										Ampleur des dégâts			Observation
		Maison	Personnes		Articles ménagers	Bétail	Terrains agricoles	Infra structures	Autres	Vaste zone	Localisé	Crue	Débris		
			Perte de vie	Blessés											
R'dat	Sidi Rahal														
	Zerqten														
Zat	Tighedouine														
	Aghbalou	Oui						Oui		Oui					
Ourika	Igharmane~ Setti Fadma									Oui	Oui				
	Setti Fadma					Oui		Oui	Oui		Oui	Oui	Oui		
Issil	-														
	Asni~Imlil														
Rheraya	Imigdal					Oui		Oui		Oui	Oui	Oui	Oui		
	Ijoukak					Oui		Oui		Oui	Oui	Oui	Oui		
N'fis	Talat N'Yacob					Oui		Oui		Oui	Oui	Oui	Oui		
	Wirgane~Mzouzite					Oui		Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui		

Tableau 2.10.1 PROJETS SUJETS DE L'EIE

1. Etablissements classés comme dangereux de première catégorie	2. Projets d'infrastructure	3. Projets industriels	4. Projets agricoles
	<p>Routes</p> <p>Développement urbain</p> <p>Zones industrielle</p> <p>Ports</p> <p>Barrages et autres aménagements de stockage des eaux</p> <p>Structures touristiques</p> <p>Sites de décharge</p> <p>Aménagements de traitement des déchets</p> <p>Transport de matériaux toxiques ou dangereux</p>	<p>Mines (carriers, mines, usines de ciment, plâtre)</p> <p>Energie (stockage de gaz, raffineries de pétroles, transfert d'énergie, usines thermiques, usines nucléaires, usines hydroélectriques)</p> <p>Chimie (fabricants de produits pesticides et pharmaceutiques, de peintures, élastomères, peroxydes et asbestose)</p> <p>Agroalimentaire (conservation des aliments, produits laitiers, brasseries, pêches, abattoirs, minoteries)</p> <p>Textiles, cuir, bois, caoutchouc, industries de papier et de carton</p>	<p>Exploitation des terrains ruraux</p> <p>Reboisement</p> <p>Projets sur terrains à potentiel agricole non-exploité</p>