

# **LES CRUES DE L'OUED ISSIL EN AMONT DE MARRAKECH (MAROC), UN RISQUE NATUREL RECURRENT THE FLOODS OF THE WADI ISSIL UPSTREAM OF MARRAKESH (MOROCCO), A RECURRING NATURAL HAZARD**

***Mohamed el Mehdi Saidi***

Professeur Habilité, Université des Sciences et Techniques,  
Laboratoire de Géosciences et Environnement, Marrakech, Maroc

***Youssef Bouloumou***

Doctorant, Ecole Normale Supérieure, Marrakech, Maroc

***Souad Ed-Daoudi***

Doctorante, Université des Sciences et Techniques,  
Laboratoire de Géosciences et Environnement, Marrakech, Maroc

***Mohamed El Hassane Aresmouk***

Ingénieur en chef, Agence de Bassin Hydraulique de Tensift,  
Marrakech, Maroc

---

## **Abstract**

The wadi Issil originates in the High Atlas of Marrakesh, at altitudes above 2000 m. The mountainous part of the watershed is characterized by significant slopes, a low-permeable bedrock and a widespread dense hydrographic network. Concerning precipitation, the upstream stations of the basin record heavy and high rainfall levels. The average value e.g. in Agaiouar is approximately 582 mm a year, which is close to what can be found in sub-humid lands. This hydrogeomorphic and rainfall situation is conducive to the development of sudden and very fast floods. The recently opened hydrometric station of Aït Bouzguia has recorded some floods over the last years with a fast rising time (from 1h15 to 1h30). Using the data recording at the station of Ouagjdite, located upstream of the basin, response times of 2h30 were collected. These short periods pose a major risk as they do not allow a prediction of such floods in due time. These types of flood are renown for their infrastructure damages in Marrakesh, especially in areas near the wadi Issil. They often lead to substantial costs and sometimes the loss of human lives. Wadi's overflow phenomenon is also exacerbated by numerous rubble or household waste, being abandoned on the stream bed. These waste materials shrink the wadi's section and reduce its conveyance

accordingly. Furthermore, the reduced diameter of some waste water systems, notably bridges nozzles, increases the risk. Several land-use plannings have been submitted, some others have been applied and some are currently underway. They roughly consist in dredging and raising banks of some sections, and in building new bridges and protective reinforcement walls along the wadi's shores. These actions should strengthen with the strict prohibition of waste and rubble disposal in the stream bed. This can be done by promoting awareness of people living close to the wadi and an overall improvement of the environment involved. Aside from that, there could be a broader and fruitful coordination between the Wilaya, the water administration, the municipalities and Civil Society.

---

**Keywords:** wadi Issil, Marrakesh, flash flood, hydraulic structures

---

### Résumé

L'oued Issil prend naissance sur le Haut Atlas de Marrakech, à des altitudes dépassant les 2000 m. La partie montagneuse du bassin versant est caractérisée par des pentes importantes, un substratum peu perméable et un réseau hydrographique dense et bien ramifié. Sur le plan pluviométrique, les stations en amont du bassin enregistrent des hauteurs et des intensités importantes des précipitations. La moyenne annuelle à Agaïouar par exemple est de l'ordre de 582 mm par an, soit un ordre de grandeur similaire à celui rencontré en milieux subhumides.

Ce contexte hydrogéomorphologique et pluviométrique favorise le déclenchement de crues éclairs caractérisées par de grandes vitesses et des temps de montée assez courts (1h15 à 1h30). Les temps de réponse du bassin sont également assez brefs et représentent un risque majeur pour la difficulté d'annoncer ces crues en temps opportun.

Ces crues provoquent souvent des dégâts dans les infrastructures routières, immobilières et hydrauliques de la ville de Marrakech, particulièrement dans les quartiers qui longent l'oued Issil. Ces dégâts sont souvent coûteux et provoquent parfois des pertes humaines. Les débordements de l'oued sont par ailleurs facilités par les nombreux dépôts de gravats de construction et d'ordures ménagères rejetés dans le lit du cours d'eau. Ces dépôts réduisent les sections de l'oued et diminuent sa débitance ; en plus de l'exiguïté de certains ouvrages d'évacuations des eaux, notamment des buses de pont, qui accentuent le risque de débordement.

Plusieurs plans d'aménagement ont été proposés, d'autres ont été exécutés et certains sont en cours. Ils consistent, entre autre, au curage et au rehaussement des berges sur certains tronçons et à la construction de nouveaux ponts et des murs de protection et de renforcement des rives de

l'oued. Ces actions sont à renforcer par l'interdiction ferme de tout dépôt d'ordures et de gravats dans le lit de l'oued. Ceci par la sensibilisation de la population riveraines de l'oued et l'amélioration de l'environnement global le long du cours d'eau ; ainsi qu'une coordination élargie et fructueuse qui impliquerait la Wilaya, l'administration de l'hydraulique, les municipalités et la société civile.

---

**Mots clés** : oued Issil, Marrakech, crues, aménagements hydrauliques

### **Introduction**

L'oued Issil est un cours d'eau qui prend naissance sur le Haut Atlas de Marrakech à des altitudes avoisinant 2300 m. Après un parcours en montagne, il débouche en plaine avant de longer la ville de Marrakech par l'est. Ce passage de l'oued par cette grande ville touristique attire souvent l'attention par ses crues brutales et puissantes qui inondent de nombreux quartiers de la ville. Le samedi 25 mars 2011 par exemple, en peu de temps, toute la zone Est de Marrakech et ses voies de circulation ont été envahies par les eaux de l'oued. La crue faisait suite à une averse brutale qui s'est abattue en amont du bassin versant.

A cet effet, nous avons décidé d'entreprendre une étude des pulsations brutales du cours d'eau à la station d'Aït Bouzguia. Cette station hydrométrique n'a été installée que récemment dans le but de mesurer les hauteurs des eaux et les débits de crues. Elle a ainsi enregistré les crues des deux dernières années. Pour la pluviométrie, Le bassin versant est pourvu, dans sa partie amont, des deux stations de Ouagjdite et d'Agaiouar. Mais c'est uniquement cette dernière qui dispose de données pluviométriques couvrant une assez longue période.

### **Géographie et morphométrie générale du bassin versant :**

Le bassin versant de l'oued Issil à la station d'Aït Bouzguia, est situé entre les latitudes 31°14' et 31°28' Nord et entre les longitudes 7°56' et 7°47' Ouest (fig. 1). Il s'étend sur une superficie d'environ 179 Km<sup>2</sup>. Son cours principal, qui est affluent rive gauche de l'oued Tensift, longe la ville de Marrakech du côté est sur une longueur de 12 km. L'oued est à sec pendant de longues périodes de l'année et ne coule que lorsqu'une pluviométrie conséquente s'abat sur le bassin versant.

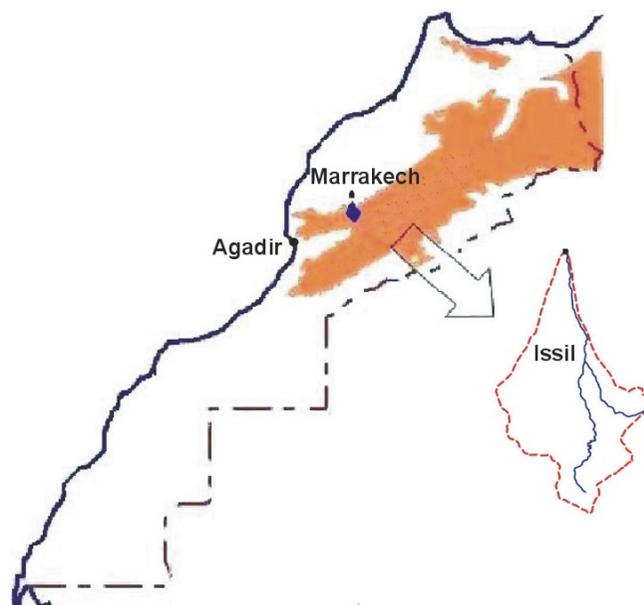


Figure 1 : Situation géographique du bassin d'Issil à Aït Bouzguia

La délimitation du bassin versant a été faite en introduisant une carte MNT (Modélisation Numérique du Terrain) à un logiciel de SIG sur lequel nous avons projeté les coordonnées de l'exutoire. Le bassin a une superficie de 179 km<sup>2</sup> pour un périmètre de 74 km. L'indice de compacité de Graveluis est de l'ordre de 1,5. Il confère au bassin versant une forme relativement allongée.

Toujours à l'aide de ce logiciel de SIG, nous avons établi la carte du réseau hydrographique du bassin (fig. 2). Ce réseau est assez ramifié et dense. Il permettra une collecte aisée des eaux de précipitation pour les conduire à l'exutoire. La longueur totale de ce réseau étant de l'ordre de 408,7 km, ce qui a donné une densité de drainage de 2,3 km/km<sup>2</sup>. C'est une densité assez importante pour un milieu semi-aride et qui permettra une collecte aisée des eaux de pluie et un acheminement important des ruissellements vers l'exutoire.

L'oued Issil, est un affluent rive gauche de l'oued Tensift. La longueur du cours principal jusqu'à Ait Bouzguia est de l'ordre de 31 Km ; et elle est de l'ordre de 56 Km jusqu'à la confluence avec l'oued Tensift. Le cours d'eau principal est pourvu de deux principaux affluents: Assif n'Aquil, au sud-est du bassin versant, qui prend naissance à une altitude de 1400 m ; et Assif Talaght au sud du bassin, qui prend naissance à plus de 2000 m d'altitude (fig. 5).

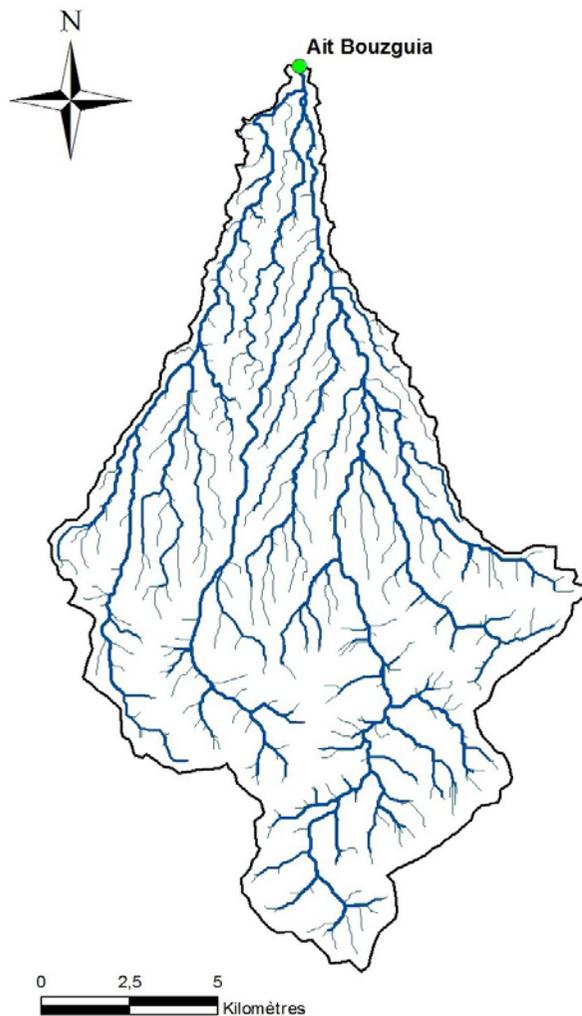


Figure 2 : Densité du réseau hydrographique du bassin d'Issil à Aït Bouzguia

Sur le plan altitudinal, la carte hypsométrique (figure 3) met en lumière une répartition différentielle des tranches d'altitudes. Les tranches [632-700 m] et [800-1000 m] occupent à elle seules 59% du bassin versant. Cette partie du bassin est caractérisée par une pente assez faible à l'opposée de la seconde partie plus en amont. Au-delà de 1000 m, les tranches d'altitudes sont plus serrées mettant en évidence des dénivellations et des pentes importantes.

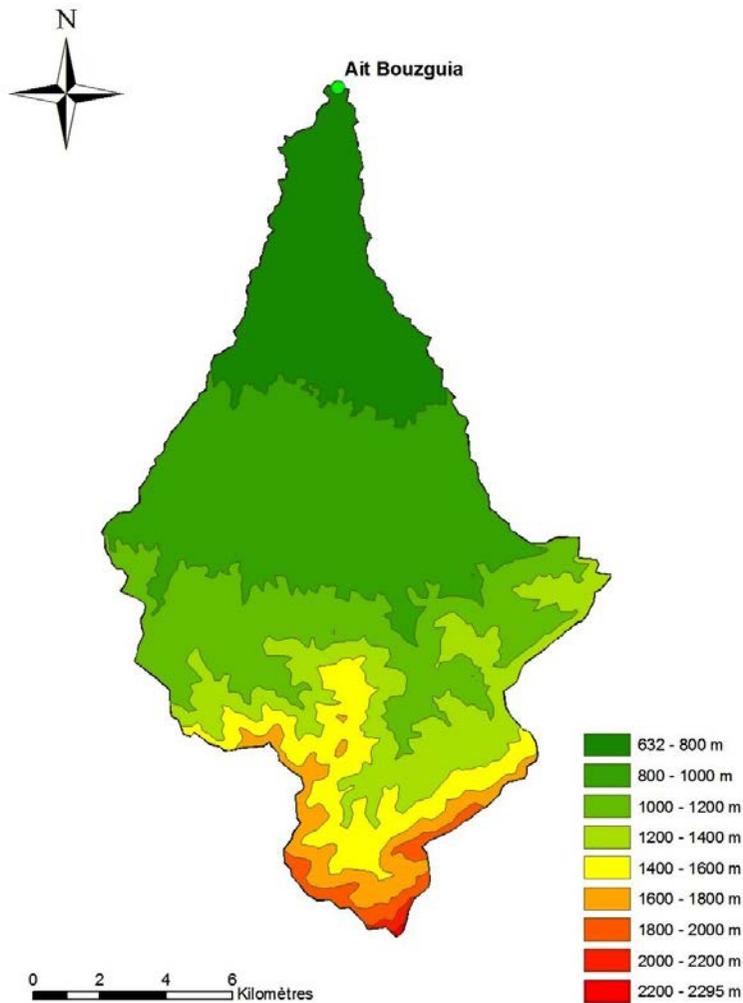


Figure 3 : La carte hypsométrique du bassin versant d'Issil à Ait Bouzguia

Par ailleurs, La courbe hypsométrique (figure 4) donne une idée sur le profil du bassin versant. Elle montre une élévation rapide des altitudes vers l'amont et vers le point culminant. Le profil est pour cela assez raide dans cette partie du bassin.

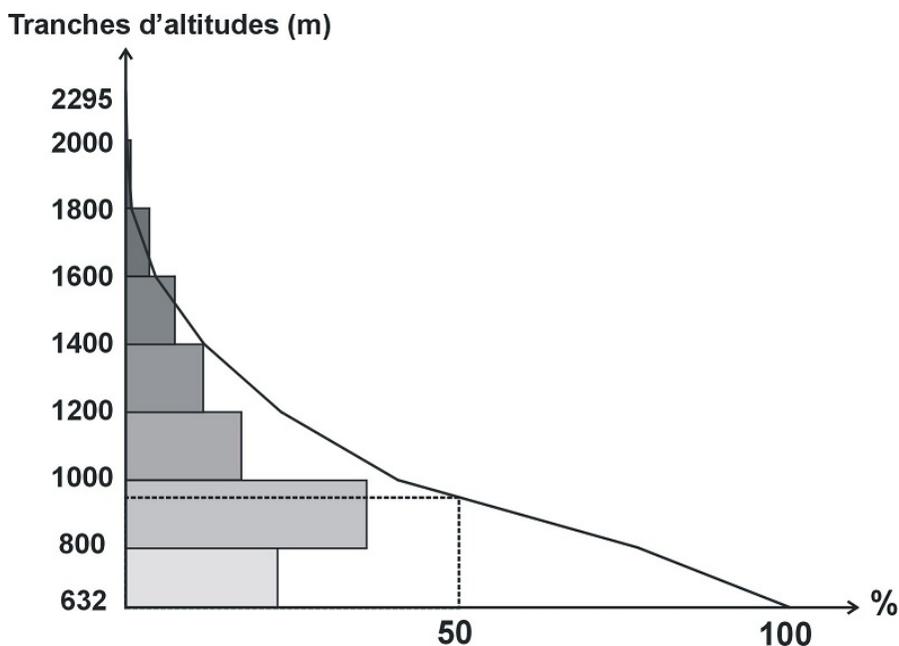


Figure 4 : Coubre hypsométrique du bassin d'Issil à Ait Bouzguia

Sur le plan hydrologique, le temps de concentration des eaux sur un bassin versant se définit comme la durée nécessaire à une goutte d'eau pour s'acheminer à travers le réseau hydrographique entre le point le plus éloigné du bassin et l'exutoire de ce dernier. La formule de Giandoht, qui permet de calculer ce paramètre, a donné une valeur de l'ordre de 5 heures. C'est un temps relativement court. Il engendrerait un rassemblement rapide des eaux vers l'exutoire et un risque de remontée brutale des niveaux des eaux et des débits de l'oued à l'entrée de la ville de Marrakech.

Sur le plan géologique et lithologique, les affleurements du bassin versant de l'oued Issil sont constitués de faciès très diversifiés d'âge compris entre le Primaire et le Quaternaire. La disposition peut être subdivisée en deux parties : amont et aval.

- La partie aval est composée de quaternaire récent, de quaternaire ancien et de miopliocène continental. Elle est formée globalement de formations alluvionnaires et des conglomérats détritiques relativement perméables.

- La partie amont est constituée de l'éocène moyen et inférieur, mais également de formations calcaires et marnocalcaires du crétacé, et du permio-trias qui est parfois associé à des roches schisteuses. Le faciès, fortement coloré, rouge, parfois violacé, est représenté principalement par des grès. Une plus grande partie est cependant occupée par des schistes noirs du viséen, qui sont d'anciens pélites légèrement métamorphosées (métapélites).

L'évolution des faciès de l'amont vers l'aval s'effectue selon l'âge : le viséen et le permotrias en amont et le quaternaire récent en aval, avec le crétacé et l'éocène entre les deux. La présence des contacts anormaux entre les différentes formations (l'éocène, le crétacé et les schistes carbonifères) a été notée, avec un jeu de failles généralement orientées SW-NE. Elles suivent donc le sens de l'accident majeur du Haut Atlas.

Dans la partie montagneuse, le sol est relativement imperméable. L'eau de pluie, qui s'infiltre peu, ruisselle, érode, ravine les sols, prend de la vitesse puis débouche dans la plaine.

Le climat de la région est de type semi-aride, avec des amplitudes thermiques importantes entre l'hiver et l'été (45° comme maxima et 5° comme minima). La pluviométrie moyenne varie entre 250 mm/an en plaine et 600 mm/an en haute montagne avec des variations importantes interannuelles et saisonnières. De violents orages éclatent pendant la saison chaude, pouvant donner des hauteurs de pluie de 50 mm en une heure.

La couverture végétale ajoute également son influence sur la rapidité du ruissellement, le taux d'évaporation et sur la capacité de rétention du bassin. Sur les berges de l'oued, on rencontre des petites parcelles en culture, des oliveraies bordées de haies sèches, mais aussi une végétation qui semble spontanée et qui correspondrait aux étages Thermo-méditerranéen et Infra-méditerranéen. On rencontre des Acacias et le Laurier rose qui couvre parfois complètement les berges des oueds permanents.

L'oued se resserre parfois et la végétation arbustive et arborée apparaît, puis il s'ouvre à nouveau pour laisser la place aux cultures des douars (Laplace, 2008).

### **Le régime pluviométrique du bassin versant :**

Pour l'analyse du régime pluviométrique du bassin d'Issil, nous avons choisi d'utiliser les données des précipitations de trois stations en amont et au voisinage du bassin. La station d'Agaiouar, située à 1649 m d'altitude, la station d'Aghbalou à 1070 m et la station de Tahanaout à 925 m d'altitude (figure 5). Ces trois stations disposent d'une assez longue série d'observations pluviométriques, de 1970-71 à 1997-98 pour Agaiouar et de 1970-71 à 2010-11 pour Aghbalou et Tahanaout. Ceci à l'opposé des récentes stations de Ouagjdite et Aït Bouzguia, qui ne disposent que de deux années d'enregistrement hydro-pluviométrique.

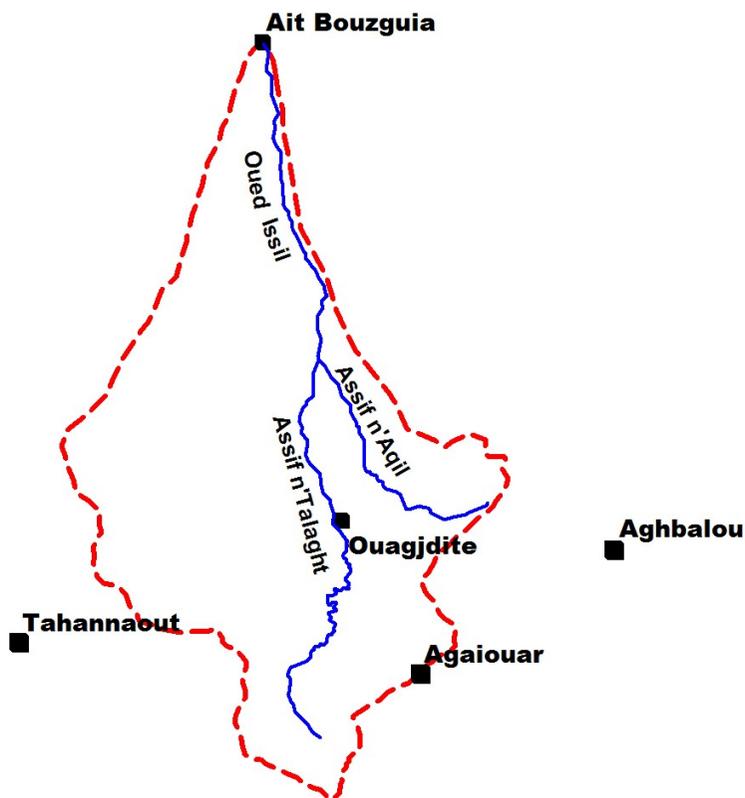


Figure 5 : Stations pluviométriques du bassin versant d’Issil

Sur le plan mensuel, les hauteurs des précipitations (en mm) varient comme suit:

	<b>Aghbalou</b>	<b>Tahanaout</b>	<b>Agaiouar</b>
<b>Septembre</b>	17,3	13,4	27,2
<b>Octobre</b>	51,8	35,9	54,4
<b>Novembre</b>	56,5	37,9	52,5
<b>Décembre</b>	43,8	31,0	56,6
<b>Janvier</b>	62,9	42,8	59,8
<b>Février</b>	65,2	49,6	77,7
<b>Mars</b>	79,7	51,0	104,0
<b>Avril</b>	82,5	55,4	85,3
<b>Mai</b>	50,3	29,5	35,2
<b>Juin</b>	14,8	12,3	15,8
<b>Juillet</b>	3,6	2,8	4,6
<b>Août</b>	9,3	5,3	9,7
<b>Année</b>	<b>537,8</b>	<b>366,9</b>	<b>582,8</b>

Tableau I – Hauteurs des précipitations mensuelles des stations du bassin d’Issil

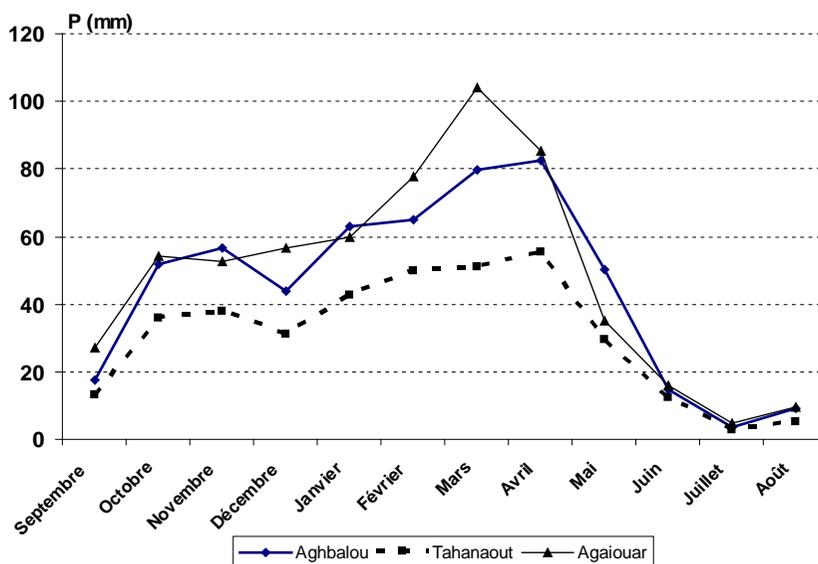


Figure 6 : variation des précipitations moyennes mensuelles aux stations d'Issil de 1970 à 2010

A première vue, la variation mensuelle des pluies sur les trois stations semble identique : le maximum se situe aux mois de mars et avril dépassent de très peu le mois de février. Ces trois mois les plus humides, reçoivent 44 % du total annuel, avec une moyenne mensuelle de l'ordre de 74,2 mm. Agaiouar et Aghbalou sont cependant plus pluvieuses que Tahannaout. Ceci en raison de leurs altitudes plus hautes et de leur bonne exposition aux masses d'air humide (Saidi et al, 2006).

### Les crues de l'oued Issil et analyse des hydrogrammes :

Historiquement, la ville de Marrakech connaît des crues récurrentes suite aux débordements de l'oued Issil. La mémoire des marrakchis a retenu de nombreux événements douloureux de ce cours d'eau. Le 27 avril 1982, par exemple, une crue d'une pointe hydrologique estimée à 130 m<sup>3</sup>/s par l'Agence de Bassin Hydraulique, a provoqué la destruction d'une centaine d'habitations. D'autres crues de la même importance ont été observées par les habitants du quartier de Sidi Youssef Ben Ali en 1954, 1967 et 1971 puis en 1986, 1987, 1988 et 1989. Une autre crue a été observée en 1994 avec un débit évalué à 70 m<sup>3</sup>/s. Les dégâts étaient de 8 logements effondrés, 75 menacés d'effondrement ainsi que divers autres dégâts matériels.

Toutefois, en l'absence d'enregistrements et de station hydrométrique sur l'oued pendant ces événements, l'analyse de cet historique de crue est malheureusement impossible.

Ce n'est qu'en 2010 qu'une station de mesure de hauteurs d'eau et de débits a commencé à fournir des enregistrements hydrométriques

significatifs. Cette station d'Aït Bouzguia (fig. 5) a en effet enregistré les dernières pulsations brutales de l'oued. Avec les données instantanées des précipitations à la station de Ouagjdite, située en amont du bassin versant, nous avons pu étudier dynamiquement ces crues et déterminé leurs caractéristiques.

#### **La crue du 25 mars 2011 :**

La crue du 25 mars 2011 est la première crue à avoir été automatiquement enregistrée par le dispositif de télémessure installé à la station d'Aït Bouzguia. Elle faisait suite à une forte averse de 5 heures enregistrée en amont du bassin, à la station de Ouagjdite. Les chutes de pluie ont commencé à 19 h 15 et ont connu un maximum à 19 h 45 avec une intensité maximale de 18 mm en 5 minutes. Le débit de pointe a atteint, à l'exutoire, une valeur de  $63,8 \text{ m}^3/\text{s}$  à 22 h 10, soit un temps de réponse de l'ordre de 2 h 30. C'est un temps relativement court du fait des fortes pentes en amont du bassin qui agissent sur les vitesses d'écoulement. La durée de la crue a été également courte. A peine 8 heures après son déclenchement, la crue a baissé son débit jusqu'à  $5 \text{ m}^3/\text{s}$  (Figure 7).

Par ailleurs, c'est le temps de montée qui a été particulièrement bref. En 75 minutes, les débits sont montés de zéro à  $63,8 \text{ m}^3/\text{s}$ . Ce temps de montée très court constitue un des risques majeurs des crues d'Issil, en raison de la difficulté d'annoncer des alertes en temps convenables. D'où la nécessité de mettre en place des aménagements de protection efficaces et pratiques.

D'autre part, en multipliant le débit moyen de la crue par le temps d'écoulement, on obtient le volume des eaux de la crue estimé ici à une valeur importante de  $554\,000 \text{ m}^3$ .

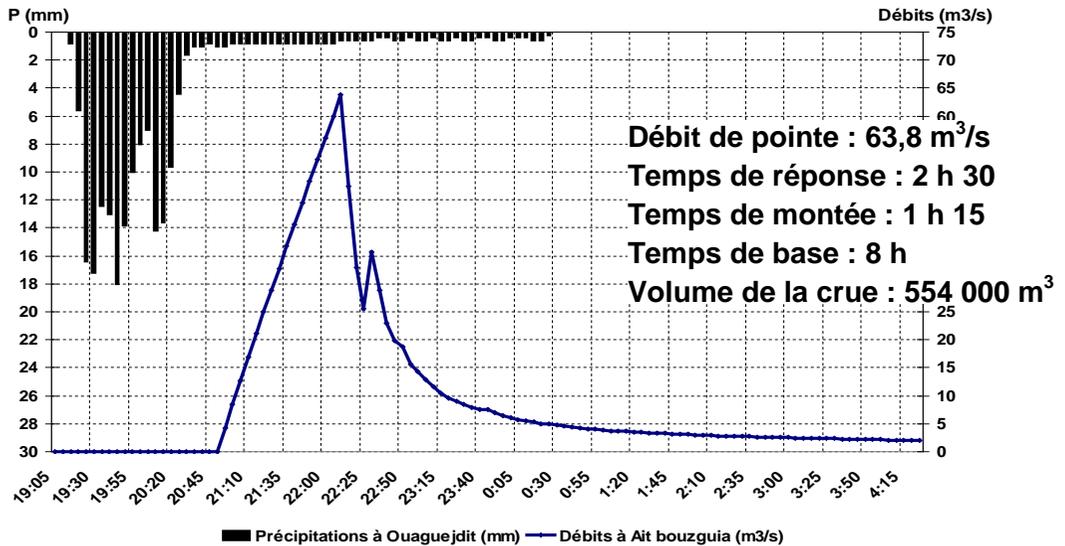


Figure 7: Hyétogramme et hydrogramme de la crue de l'oued Issil à Ait Bouzguia le 25 mars 2011

L'hydrogramme de l'évènement met donc en lumière une crue simple monogénique, avec une seule montée et une seule décrue, un pic aigu et des temps de réponse et de montée assez courts. Cette typologie caractérise justement les crues éclairs des milieux montagnards semi-arides marocains (Saidi et al, 2003).

Sur le plan des conséquences géographiques de la crue, nous avons assisté au débordement de l'oued sur plusieurs tronçons qui traversent la ville de Marrakech, inondant plusieurs boulevards et rues. L'importance des écoulements et des hauteurs des eaux ont détruit le pont de Bab Lakhmiss et ont envahi les voies de circulation et les maisons au bord de l'oued, mais aussi des quartiers plus éloignés comme Sakar, Sidi Youssef et même le siège de la wilaya.

Des quartiers entiers et des dizaines de maisons ont été inondés. Les flots ont entraîné sur leur passage un pont nouvellement construit et ont également ravagé les terres agricoles en amont de Marrakech, causant d'importantes dégradations (Photo 1).



Photo 1 : Les terrains agricoles endommagés par la crue d'Issil du 25 mars 2011

### **La crue du 2 mai 2011 :**

La crue du 2 mai 2011 est également une crue simple caractérisée par un temps de montée très court d'1 h 30 (figure 8). Le décalage entre le maximum pluviométrique (3.6 mm en 5 minutes à 14 h 35) et le maximum hydrologique (17,1 m<sup>3</sup>/s à 18 h 30) est d'environ 4 heures. Soit un temps de réponse plus long que celui enregistré pour la précédente crue (2 h 30). Il demeure cependant relativement bref pour un bassin versant de 179 km<sup>2</sup>. La décrue et le tarissement semblent persister longtemps et ont duré jusqu'au lendemain.

Lors de cette crue, plusieurs quartiers de Marrakech, dont Belbekkar, Daoudiate, Nakhil et Amerchich, ont été inondés. Le réseau routier de la ville a également été perturbé suite aux fortes précipitations qui se sont abattues dans la région. Ce n'est pas la première fois que cette partie de la ville connaît des inondations de ce genre. En 2003 déjà, le débordement d'Issil avait même fait des victimes humaines et causé des dégâts aussi graves. La situation de la ville de Marrakech au pied d'une haute montagne la rend très vulnérable aux inondations.

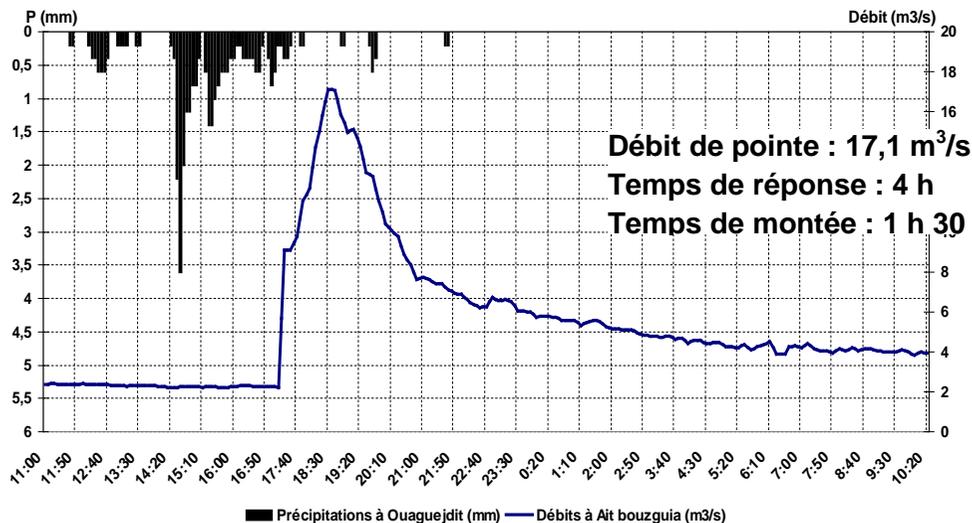


Figure 8 : Hyetogramme et hydrogramme de la crue de l'oued Issil à Ait Bouzguia le 2 mai 2011

### La crue du 2 au 5 avril 2012 :

La crue du 2 au 5 avril mai 2012 (figure 9) se distingue des deux premières par son caractère complexe et polygénique. Elle est générée par une succession d'averses espacées dans le temps. On a alors obtenu des hydrogrammes étalés sur trois jours avec plusieurs hausses et plusieurs baisses des niveaux d'eau. Le premier hydrogramme a été caractérisé par des temps de réponse et de montée très courts (respectivement 2 h 30 et 2 h 10). L'averse responsable était d'une hauteur de 7,2 mm, tombés en 1 heure, avec une intensité maximale de 4,6 mm en 5 minutes à 00 h 20. Le lendemain et le surlendemain, deux autres pulsations du cours d'eau ont élevé les débits à 14 puis à 20 m<sup>3</sup>/s. C'est donc une crue avec trois vagues d'inondation difficile à maîtriser en l'absence d'infrastructure de protection adéquate. Justement, plusieurs dégâts infrastructurels ont été enregistrés, notamment la destruction de plusieurs murs de soutènement, la submersion de certains ponts et l'affouillement des berges et de leurs digues de protection (photo 2)

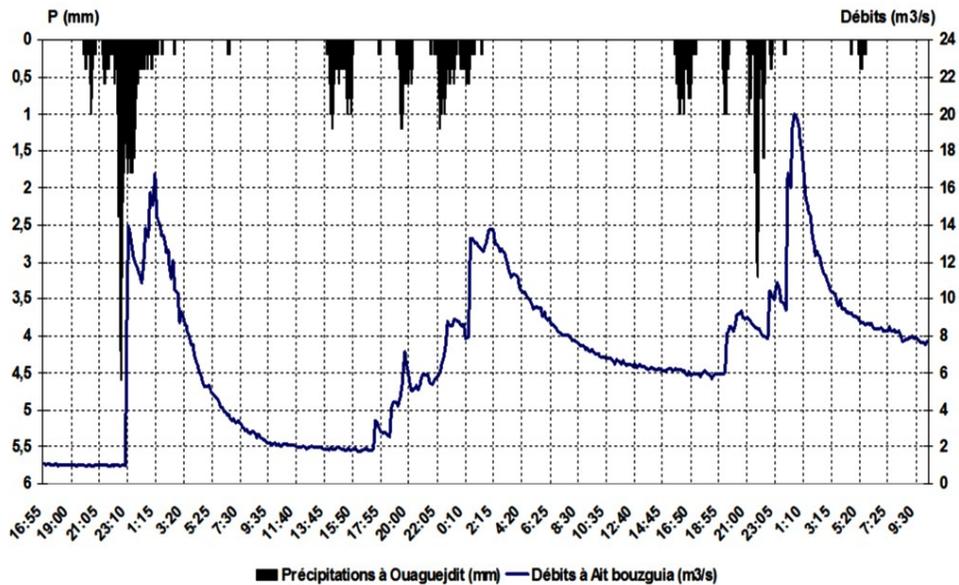


Figure 9 : Hyetogramme et hydrogramme de la crue d’Issil à Ait Bouzguia du 2 au 5 avril 2012



Photo 2: Affouillement d’une berge de la rive gauche d’Issil et endommagement du mur de protection

### **Aménagement du cours d’eau pour la protection de la ville de Marrakech :**

L’ampleur des inondations a conduit la Direction de l’Agence de Bassin Hydraulique de Tensift à se pencher sur le phénomène et chercher les mesures à mettre en œuvre pour la protection des berges de l’oued à l’intérieur de la ville de Marrakech sur une longueur de 8 km. Ses investigations ont montré que les principales causes des débordements des

eaux d'Issil sont les étranglements des sections de l'oued, l'affouillement et l'érodabilité des berges et les dépôts de gravas et des ordures ménagères dans le lit du cours d'eau. En effet, plusieurs tronçons ont des sections insuffisantes pour véhiculer les crues dépassant la fréquence décennale, et certains ponts constituent des obstacles à l'écoulement. La route 31A traverse l'oued à Sidi Youssef Ben Ali par un pont dont les pertuis ne permettent pas l'évacuation des fortes crues. L'effet des remous causé par ce point en rehaussant les niveaux d'eau en amont aggrave la situation du quartier de Sidi Youssef Ben Ali.

Par ailleurs, sous l'effet de l'érosion en certains endroits fragiles, on constate des effondrements des berges, ce qui a pour conséquence l'instabilité des rives et l'érosion des terrains riverains augmentant ainsi les risques d'exposition aux inondations.

Enfin, et malgré toute la vigilance des autorités de la ville, le cours d'eau est utilisé comme zone de dépôt de gravats de construction et de décharge des ordures ménagères (Photo 3). Ces dépôts ont pour conséquence directe, une réduction des sections de l'oued et donc une diminution de la débitance et l'augmentation des risques de débordement.



Photo 3 : Dépôts clandestins de gravats de démolition et de construction dans le lit de l'oued Issil à Marrakech

La stratégie adoptée pour protéger les berges de l'oued est d'éviter au maximum que des débits engendrés par les crues débordent au niveau du quartier de Sidi Youssef Ben Ali et de la route des remparts. La solution

retenue consiste à élargir le lit de l'oued sous forme trapézoïdale, raccourcir les méandres et reprofiler la pente générale du cours d'eau. La surélévation des berges ne concernera que les zones où le recalibrage du lit se heurterait à des contraintes d'ordre foncier ou urbanistique. Cependant, tous les ponts existants seraient submergés par les eaux de la crue cinquantennale. Leur réaménagement s'avère également nécessaire à moins d'admettre leur submersion et le risque de leur emportement.

A cet effet, des travaux de curage et de rehaussement des berges sur certains tronçons en rive gauche ont été entrepris en partenariat entre le Ministère des Travaux Publics et la Wilaya, et destinés à atténuer les débordements des eaux notamment pour la fréquence décennale à vingtennale. Egalement la construction de nouveaux ponts et des murs de protection et de renforcement des berges de l'oued (photos 4 et 5).



Photo 4 : Travaux de construction d'un pont élevé sur l'oued Issil à Marrakech



Photo 5: Travaux de construction de murs de protection et de renforcement des berges de l'oued

Toutefois d'autres actions sont à mettre en œuvre et à programmer, notamment l'interdiction de tout dépôt d'ordures et de gravats dans le lit de l'oued ; le reprofilage de l'oued le long du tronçon longeant la ville de Marrakech avec confortement des points critiques par un mur de soutènement ; le curage permanent de l'oued et l'amélioration de l'environnement par la création d'espaces verts.

Toutes ces propositions montrent la nécessité d'une coordination élargie qui impliquerait la Wilaya, l'administration de l'hydraulique et les municipalités, qui doivent placer la question de la gestion des risques hydrologiques et de leur prévention parmi les priorités de la collectivité.

### **Conclusion**

Le bassin versant de l'oued Issil domine et surplombe la ville de Marrakech et représente une menace permanente de cette ville en matière des inondations. Le cours principal prend naissance à des altitudes dépassant les 2000 m, soit une zone relativement pluvieuse et qui connaît des averses intenses capables de générer des crues soudaines et rapide.

Sur le plan géomorphologique, le bassin est pourvu, dans la partie amont, de pentes importantes et le substratum y est relativement imperméable avec un réseau hydrographique dense et bien ramifié. Par ailleurs, les stations pluviométriques de cette partie, enregistrent des hauteurs et des intensités importantes des précipitations.

Cette situation hydrogéomorphologique et pluviométrique est propice au déclenchement de crues brutales et de grande vitesse. La récente station

hydrométrique d'Aït Bouzguia a enregistré pendant les deux dernières années des crues avec des temps de montée particulièrement courts (1h15 à 1h30). Et grâce aux enregistrements de station de Ouagjdite en amont du bassin, nous avons relevé des temps de réponses du bassin de l'ordre de 2h30. Ce sont des temps assez courts qui représentent un risque majeur pour la difficulté d'annoncer ces crues en temps opportun.

Ces crues sont par ailleurs connues par leurs dégâts infrastructurels qu'ils ont l'habitude d'occasionner dans la ville de Marrakech, particulièrement dans les quartiers qui longent l'oued Issil. Ces dégâts sont souvent coûteux et provoquent parfois des pertes humaines. Les débordements de l'oued sont facilités et parfois provoqués par les nombreux dépôts de gravats et d'ordures ménagères rejetés dans le lit du cours d'eau. Ces dépôts réduisent les sections de l'oued et diminuent sa débitance. Ajouté à cela l'exiguïté de certains ouvrages d'évacuations des eaux, notamment les buses de pont, le risque s'agrandi.

Plusieurs plans d'aménagement ont été proposés, d'autres ont été exécutés et certains sont en cours. Ils consistent, entre autre, au curage et au rehaussement des berges sur certains tronçons et à la construction de nouveaux ponts et des murs de protection et de renforcement des rives de l'oued. Ces actions sont toutefois à renforcer par l'interdiction ferme de tout dépôt d'ordures et de gravats dans le lit de l'oued. Ceci par la sensibilisation de la population riveraines de l'oued et l'amélioration de l'environnement global du cours d'eau en créant des espaces verts par exemple ; ainsi qu'une coordination élargie et fructueuse qui impliquerait la Wilaya, l'administration de l'hydraulique, les municipalités et la société civile.

### **References:**

AL FEDDY K., Projet de protection de la ville de Marrakech des inondations, séminaire international sur la prévention des risques , Alger, 2005, 13 p

BENTEKHICI N., Utilisation d'un SIG pour l'évaluation des caractéristiques physiques d'un bassin versant et leurs influences sur l'écoulement des eaux (bassin versant d'Oued El Maleh, Nord-Ouest d'Algérie) ; 10ème Conférence francophone ESRI ; 11 et 12 Octobre Issy-les-Moulineaux ; 2006, 17 p.

DEBBI F., profil environnemental de Marrakech, rapport d'étude, Ministère de l'aménagement du territoire, de l'eau et de l'environnement, Rabat, 2004, 124 p.

HYDROLEADER, Protection de la ville de Marrakech contre les inondations de l'oued Issil. Rapport d'étude. Marrakech. 2011, 5 p.

LAPLACE E., l'oued Issil ; Projets paysages ; Blog internet ; 2008, 10 p.

SAIDI M.E., AGOUSSINE M. et DAOUDI L., Effet de la morphologie et de l'exposition sur les ressources en eau superficielle de part et d'autre du Haut Atlas (Maroc) ; exemple des bassins versants de l'Ourika et du Marghène. *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, section Sciences de la Terre*, n°28, 2006, 41-49.

SAIDI M.E, DAOUDI L., ARESMOUK M.E.H. et BLALI A. (), Rôle du milieu physique dans l'amplification des crues en milieu montagnard, exemple de la crue du 17 août 1995 dans la vallée de l'Ourika (Haut-Atlas, Maroc). *Sécheresse*, Volume 14-2, Paris, 2003, p. 107-114.