IMPACTS DES FACTEURS CLIMATIQUES ET MORPHOLOGIQUES SUR LES INONDATIONS DE DOUCEN.

HAFNAOUI Mohammed Amin*, BEN SAID Mosbah*, FEKRAOUI Fareh*, HACHEMI Ali*, NOUI Abderrahmane*, DJABRI L.**

**Chercheurs CRSTRA Division Eau et sols. Bp 1682 Biskra 07000*

Hafnaoui.amine@yahoo.fr

***Université d'Annaba. Département de Géologie.*

RESUME

Les régions sahariennes ne sont pas à l'abri des inondations. Les dernières en date, qui ont frappé Adrar (octobre 2004 et janvier 2009), Ghardaïa (octobre 2008) et Doucen (septembre 2009) sont marquées par l'ampleur des dégâts humains et/ ou matériels.

Nous faisons ici état des inondations de la commune de Doucen (Ziban) à partir de relevés et de la description des sites trois jours après le déclanchement de la catastrophe, et d'une évaluation des dégâts occasionnés. En effet, les précipitations ont atteint plus de 60 mm en 48 heures sur un total annuel estimé à 82 mm, ce qui indique l'importance des volumes d'eau tombée et explique en partie l'ampleur des dégâts (détérioration de voies routières intercommunales, pertes considérables dans les produits agricoles tous type confondus…).

Par ailleurs, nous nous somme intéressé à d'autres paramètres physiques tels que les sections et la pente de l'oued Tamda qui est à l'origine de la catastrophe, ce afin de tenter d'expliquer ce qui s'est passé réellement. La réalisation du profil en long de l'oued montre une pente plus forte vers Doucen, ce qui semble être à l'origine d'une accélération des écoulements au niveau de cette commune. En outre, le calcul des sections de l'oued en différents points révèle aussi des variations au niveau de la pente, ce qui sous entend des débordements des flux d'eau au niveau des sections réduites. Quoi qu'il en soit, ces investigations nous alertent encore une fois sur la nécessité d'un aménagement intégré qui tienne compte des spécificités régionales et notamment des facteurs naturels.

Mots clés :

Régions arides, risques majeurs, inondation, Doucen, Oued Tamda.

ABSTRACT

The Saharan regions are not protected from the floods. The last one having struck Adrar (in October, 2004 and January, 2009), Ghardaïa (in October, 2008) and Doucen (in September, 2009) are marked by the extent of human damages and / or materials (equipments). We present herein floods of the municipality (Commune) of Doucen (Ziban) from surveys and descriptions of the sites three days after the occurrence of the disaster, and the assessment of damage. Indeed, precipitations reached more than 60 mm in 48 hours to be compared with an estimated annual total of 82 mm. This value indicates the important volumes of precipitation and explains partly the extent of damages (deterioration of inter-communal roads, losses of many agricultural products...), besides, we did focus on other physical parameters such as sections and slope of the Tamda Oued which were at the origin of the disaster, trying to get explanation on what really happened. The realization of the longitudinal profile of the river shows a steeper slope towards Doucen, which seems to cause an acceleration of flow through this town. In addition, the sections of the river revealed in different points variations, which implies that the water flew over the reduced sections. Nevertheless, these investigations warned us once again about the extreme need for integrated planning taking into consideration the regional specificities pointing out the natural factors in particular.

Key words

Arid areas, major risk, flood, Doucen, Oued Tamda

INTRODUCTION :

Au mois de Septembre 2009, la région de Doucen a connu une forte crue suite aux précipitations tombées au cours des journées des 11, 12 et 15 septembre. A titre indicatif, les précipitations ont atteint plus de 60 mm en 48 heures sur une moyenne annuelle estimé à 82 mm. Ce total inhabituel pour la région a été un facteur déterminant dans le débordement de l'Oued Tamda. Ces inondations se sont étalées sur presque une semaine. Si aucun dommage corporel n'a été enregistré, il n'en demeure pas mois que des dégâts matériels importants ont été recensés. Pour apporter sa contribution à l'étude des facteurs qui ont causé cette catastrophe, le CRSTRA, dès le premier jour de la catastrophe, a dépêché ses chercheurs sur les lieux. A ce titre, plusieurs sorties ont été réalisées ; par la suite une collecte des données a été faite auprès de différents services, ce qui nous permis de cerner les causes probables de ces inondations.

La ville de Doucen, est située dans la zone aride du pays, caractérisée par la faiblesse des précipitations. Cette particularité confère à la région une certaine protection vis-à-vis de ces risques naturels. Partant de ce postulat, nous avons axé notre travail sur la mise en évidence de l'impact des paramètres qui ont provoqué ou accéléré le processus des inondations :

- Les facteurs climatiques et leurs variations dans l'espace et dans le temps.
- Les caractéristiques morphologiques de l'Oued Tamda.
- L'occupation actuelle et ancienne du sol.

Caractéristiques géographiques de la région

La région de Doucen est située dans les territoires de la wilaya de Biskra, à la latitude 34° Nord et la longitude 5° Est (fig.1). L'analyse de la carte topographique montre des courbes de niveau à faible variation, ce qui induit un faible écoulement des eaux de surface. L'altitude ne dépasse pas 225 m. Le bassin du Tamda est limité au Sud par celui de l'Oued Djedi, situé à la même altitude.

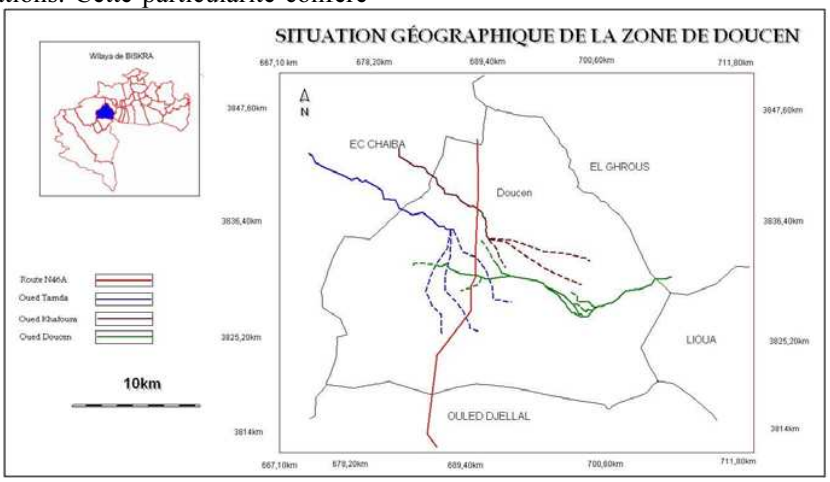

Fig1 : Situation géographique de la zone de Doucen

Parmi les facteurs favorisant le débordement de L'Oued Tamda, nous avons :

a. les paramètres climatiques

La carte des précipitations (fig. 2), donne un aperçu d'ensemble sur la répartition des précipitations dans la région des Ziban. On remarque une hétérogénéité spatiale de la répartition des précipitations, ces dernières variant entre 100 et 500 mm. Nous pouvons distinguer plusieurs zones :

- Une zone située au Sud- Est de Biskra (Bordj Chegga), caractérisée par des précipitations inférieures à 100mm.
- Une deuxième zone de grande extension, autour de la ville de Biskra, caractérisée par des précipitations comprise entre 100 et 200 mm. Ce même total est enregistré à Branis, Sidi Okba, Ain Naga, Tolga, Doucen, OuledDjellal et Sidi Khaled.

- Au nord de Biskra, se localisent les contrées dont les précipitations varient entre 200 et 300 mm, c'est particulièrement le cas d'El Outaya et d'El Kantara.

- Les précipitations comprises entre 300 et 500 mm caractérisent les zones de montagne telles que les Djebel Houidja, Fouchi, Metlili et El Azreg.

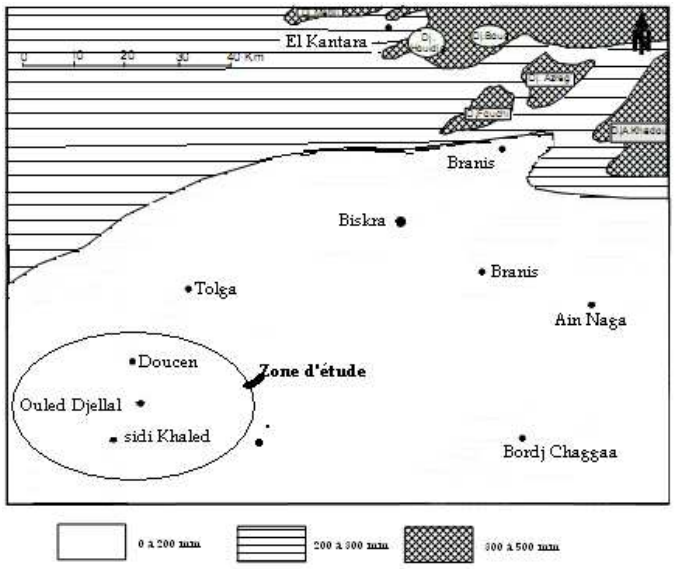

Fig. 2 : Carte pluviométrique de la région de Biskra 1971 (In Nafaa modifiée).

La figure 2 donne un aperçu de la répartition des précipitations dans la région des Ziban. Nous allons maintenant nous intéresser uniquement aux précipitations enregistrées dans la zone touchée par les inondations.

Stations de mesure

Nous avons utilisé les données recueillies à deux stations (Doucen et Sidi Khaled) fonctionnelles situées dans la zone d'étude. Les principales caractéristiques de ces stations sont récapitulées dans le tableau 1.

Tableau 1 : Caractéristiques des stations pluviométriques en activité.

Station	Code	X	Y	Alt. (m)	Période d'observation.
Doucen	061002	5°06'15"	34°35'57"	180	1974-2009
Sidi Khaled	060902	5°00'06"	34°23'48"	220	1977-2009

Le dépouillement des données pluviométriques enregistrées montre que le total atteint au cours de l'année hydrologique 2008-2009 a été de 205,7 mm pour la station de Doucen ; par contre le total des précipitations enregistré au cours de l'année 2007-2008 avoisinait à peine 42,5 mm, soit le 1/5e de celui enregistré au cours de l'année 2008-2009. Par ailleurs l'historique des précipitations enregistrées aux stations de Doucen et de Sidi Khaled montre que le total des reste faible et oscille généralement autour de 80 mm/an (tableau 2).

Tableau 2 : Précipitations enregistrées aux deux stations (de 2001-02 à 2008-09).

Année	Doucen	Sidi Khaled
2001/2002	30.5	29.7
2002/2003	25.3	51.2
2003/2004	131.3	72
2004/2005	72.2	154
2005/2006	90.9	102
2006/2007	57.3	109.9
2007/2008	42.5	136
2008/2009	205.7	50

L'observation du tableau 2 montre la variation des précipitations d'une station à l'autre et d'une année à l'autre. L'année hydrologique 2005/2006 se caractérise par des précipitations presque égales dans les deux stations.

Répartition mensuelle des précipitations :

-

l'histogramme (fig.3), se rapportant à la station de Doucen, montre que le mois de septembre est le plus pluvieux par contre le mois de juillet est le moins arrosé. Notons que le mois de juin indique une pluviométrie de l'ordre de 8 mm, qui peut être considérée comme importante pour ce type de climat.

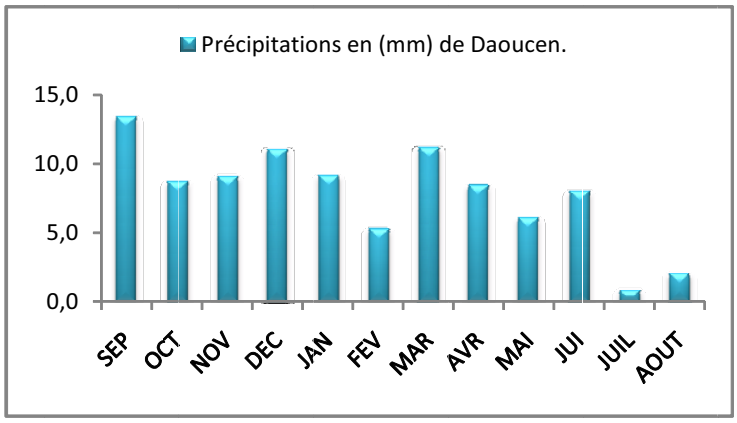

Fig.3 : Précipitations moyennes mensuelles (mm) de Doucen.

- En ce qui concerne la station de Sidi Khaled, figure 4, les fortes précipitations sont enregistrées au mois de septembre. Notons qu'au mois de mai, la pluviométrie atteint 10 mm. On ne retrouve pas la même répartition qu'à la station de Doucen.

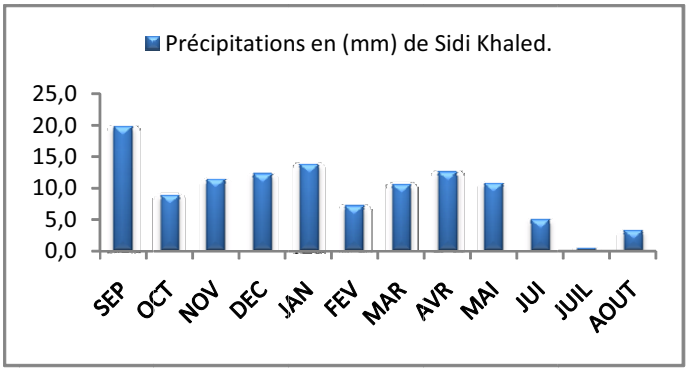

Fig.4 : Précipitations moyennes mensuelles (mm) à Sidi Khaled.

Nous remarquons que le mois de septembre est le plus pluvieux aux deux stations. Cependant, les précipitations sont importantes au mois de Juin à Doucen mais le mois de mai est pluvieux à la station de Sidi Khaled. Partant du fait le risque inondation est lié à l'intensité des précipitations, nous pouvons déduire qu'au cours de ces trois mois la zone d'étude reste exposée au risque d'inondation. Ce qui explique les inondations du mois de septembre 2009.

Les précipitations annuelles et leur variabilité

Pour étudier cette variabilité, nous allons nous intéresser aux stations suivantes :

- La station de Biskra, implantée à l'Aéroport distant de 5 kilomètres de la ville ; elle fonctionne depuis 1913, mais la chronique des précipitations disponible débute en 1973. Elle est considérée comme la station de référence.

- La station de Doucen est située à l'Ouest de Biskra à l'altitude de 102 m ; elle fonctionne depuis 1972.

- La station de Sidi Khaled, située au sud-ouest de Biskra, à l'altitude de 220 m, fonctionne depuis 1977.

- La station de Foum El Gherza, située à l'est de Biskra, porte le nom du barrage où elle est implantée. Elle se situe à l'altitude de 100 m. Les enregistrements disponibles ont débuté en 1971.

Tableau.3: Statistiques élémentaires des précipitations annuelles

Paramètres statistiques	**Stations étudiées**			
	Doucen	Biskra	Sidi Khaled	Foum El Gherza
Années d'observation.	38	37	33	39
Moyenne (mm)	79	110.55	113.19	98.34
Max (mm)	205	226.87	258.4	213
Min (mm)	2	26	24.7	25
Ecart type (mm)	57.1	50.55	64.46	47.81
Coefficient de variation	0.72	0.46	0.57	0.49
Coefficient d'asymétrie	0.59	-0.03	0.69	0.35

Le tableau 3 montre que le coefficient de variation dépasse 0,5 aux stations de Doucen (0.72) et Sidi Khaled (0.57). Ceci laisse supposer une répartition un peu plus aléatoire des précipitations sur l'année. Les graphes (fig. 5 et 6) montrent bien cette répartition. Par ailleurs aux

stations de Biskra et de Doucen, la succession des années reste très hétérogène. Nous notons un excédent à la station de Biskra au cours de ces quatre dernières années caractérisées par $P_{enr} > P_{moy}$.

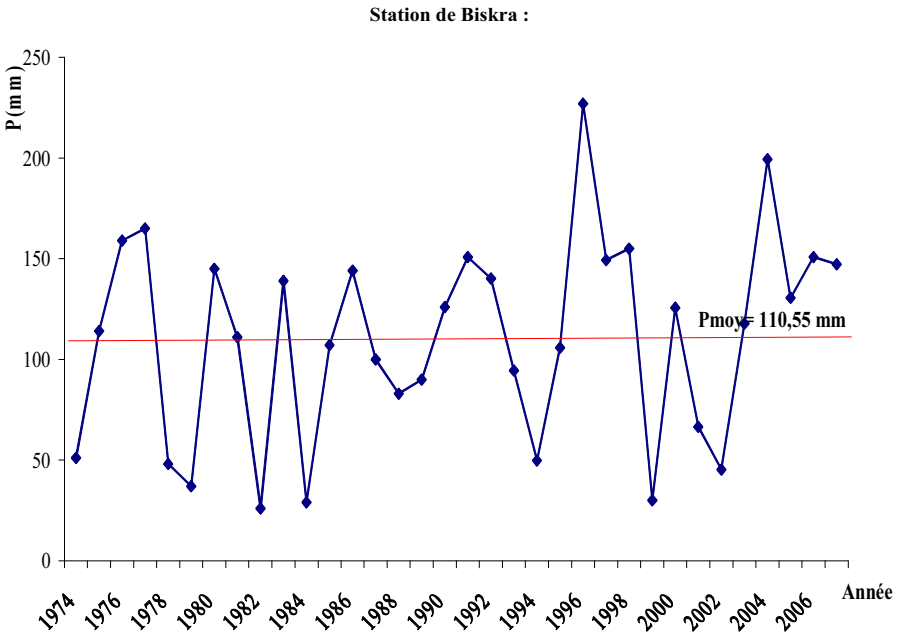

Fig.5 Variations interannuelles des précipitations (station de Biskra).

Station de Doucen :

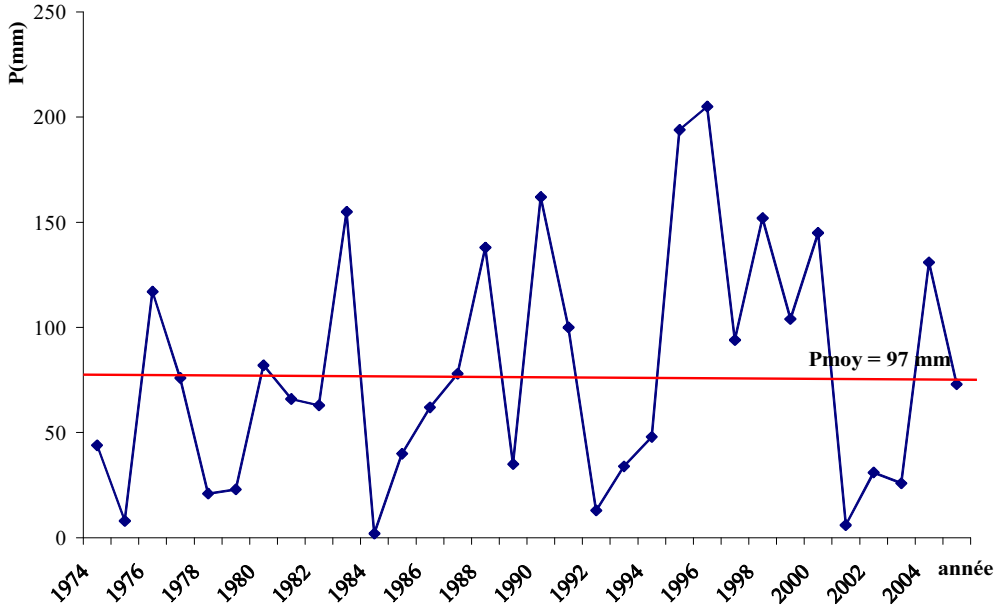

Fig. 6: Variations interannuelles des précipitations (station de Doucen).

Au niveau de la station de Doucen, La période 1994-2002, est marquée par un excédent. Au-delà le déficit est très prononcé. Cette répartition, ne se retrouve pas à Doucen, malgré le fait que les deux zones sont caractérisées par le même climat

et qu'elles ne sont pas très éloignées l'une de l'autre

- Coefficient pluviométrique mensuel

Pour mettre en évidence la répartition des pluies mensuelles, indépendamment de leur valeur absolue, on a calculé le coefficient pluviométrique mensuel. Il correspond au quotient de la moyenne d'un mois de l'année sur la valeur de la pluie moyenne mensuelle fictive égale au 1/12e du module pluviométrique moyen annuel. Le tableau 4 récapitule les résultats obtenus.

Tableau. 4: coefficients pluviométriques mensuels des stations.

Station	Mois / Valeur	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Av	Mai	Jui	Juil	Aou
Biskra	Moy	11.0	8.9	15.4	9.2	15.4	6.7	13.2	12.1	9.6	5.5	1	3.9
	Max	67	41	58	54	82	37	60	89	64	23	5	20
	Min	2	2	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1
	CP %	1	0.79	1.37	0.82	1.37	0.60	1.18	1.08	0.85	0.49	0.09	0.34
Doucen	Moy	10.8	6.2	8.6	9	7.0	4.8	10.2	5.9	6.1	6.0	0.6	2
	Max	86	81	48	77	71	25	78	61	68	109	12	15
	Min	1	1	1	2	2	1	1	1	1	0	0	1
	CP %	1.39	0.8	1.11	1.16	0.9	0.62	1.32	0.75	0.79	0.78	0.08	0.25
Foum El Gherza	Moy	9.1	8.4	15.8	7.8	10.5	8.4	13	10.2	7.1	3.6	0.2	3.3
	Max	40	38	46	46	111	48	88	53	41	35	9	30
	Min	1	1	3	2	1	1	1	1	1	1	0	1
	CP %	1	0.86	1.61	0.8	1.07	0.86	1.32	1.04	0.73	0.37	0.02	0.34
Sidi Khaled	Moy	20.1	8.6	12.2	11.9	11.5	6.7	10.0	11.6	9.5	4.4	1.1	3.2
	Max	90	45	55	70.5	87.9	31	48	68.9	62.4	37.1	20.2	15
	Min	1.7	1	1	1	2	2	0.6	0.5	0.2	1	0.5	1
	CP %	1.78	0.75	1.08	1.05	1.02	0.59	0.88	1.02	0.84	0.39	0.10	0.29

L'observation du précédent tableau, montre que la valeur du coefficient pluviométrique permet de classer les mois en fonction de leur pluviométrie. Un mois sera considéré comme pluvieux si son coefficient est supérieur à un (01), ainsi, nous pouvons dire que les mois de septembre, de novembre, de janvier, de mars et d'avril, sont considérés comme pluvieux et ils totalisent 60 % de la pluie au niveau de la station de Biskra;

Concernant la station de Doucen, nous remarquons que le mois de septembre, de novembre, de décembre et de mars, présentent un coefficient supérieur à un (01) et sont les plus pluvieux, totalisant 49.3 % des pluies totales.

Au niveau des stations Foum El Gherza, les mois les plus pluvieux sont, le mois de septembre, de novembre, de janvier, de mars et d'avril. Le total atteint 60.16 % au cours de ces cinq mois.

A Sidi Khaled, les mois les plus pluvieux correspondent aux mois de septembre, de novembre, de janvier et d'avril, soit un total de 60.7 %.

Au niveau des quatre stations, nous constatons que le mois de septembre se caractérise par un coefficient pluviométrique supérieur à la valeur seuil (1), ce qui nous permet de le considérer comme pluvieux. La valeur du coefficient pluviométrique reste particulièrement importante aux stations de Doucen (1.39) et Sidi Khaled (1.78), ce qui explique les précipitations enregistrées au mois de Septembre 2009.

La figure 7, montre que les précipitations sont élevées au mois de septembre au niveau des zones arides. Comparées aux précipitations enregistrées à la station d'AinTouta, on note une situation inverse au mois de Septembre.

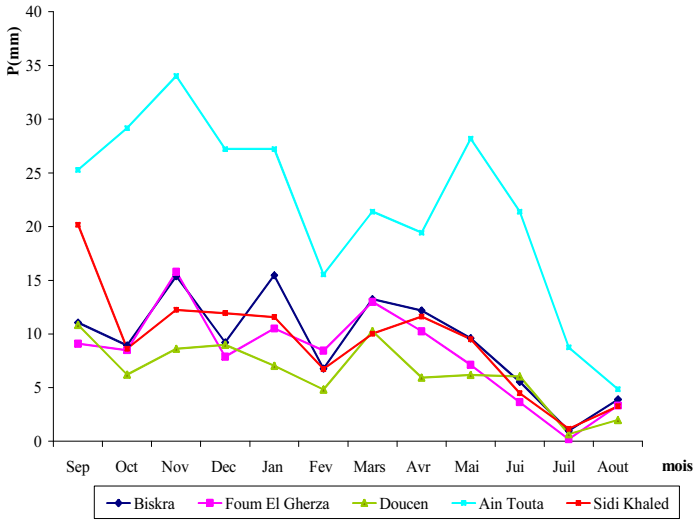

Fig.7 Variations mensuelles des précipitations (Biskra, Douce, Sidi Khaled, Foum El Gherza et Ain Touta).

Les valeurs calculées du coefficient pluviométriques, varient entre les stations, ce qui nous permet de dire que les précipitations varient dans un espace très restreint où les conditions étaient supposées être stables. Nous avons constaté que le mois de septembre reste pluvieux aux stations de Doucen et sidi Khaled, ce qui explique les précipitations enregistrées ayant causées les inondations du mois de septembre 2009. Les précipitations, ne peuvent expliquer à elles seules les inondations, les facteurs morphologiques peuvent contribuer à l'accélération du processus, nous allons les étudier.

b. Les paramètres morphologiques :

Ces paramètres sont nombreux et souvent difficile à exprimer. Nous nous intéresserons successivement au changement de pente, car cette dernière favorise les écoulements. Au profil en long de l'Oued, en effet la morphologie du cours d'eau permet de connaitre les zones de stagnations éventuelles des eaux. Les sections donnent un aperçu sur les possibilités de débordements de l'Oued.

Expression mathématique du changement de pente :

La pente conditionne la vitesse des écoulements, plus la pente est forte plus la vitesse est importante, plus le risque est grand. La pente s'exprime par la relation suivante :

$$i = \frac{Z_1 - Z_2}{L}$$

Avec : Z = altitude de l'oued (m), L : longueur du tronçon de l'oued considéré (m).

Pour réaliser notre travail, nous avons choisi huit tronçons sur l'Oued Tamda. Ces derniers portent sur la région inondée. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau suivant :

Tableau 5: Valeurs calculées des pentes dans différents tronçons de l'oued.

N° du tronçon	X	Y	Z1	Z2	L	i
1	666.5	3848.6	398	377	1650	0.018
2	667.5	3847.2	377	349	2400	0.012
3	369.7	3846	349	298	5900	0.008
4	674.9	3843.6	298	257	5200	0.007
5	679.2	3840.9	257	233	4250	0.005
6	683.2	3839.1	233	216	2550	0.006
7	685.3	3837.7	216	197	3450	0.005
8	688.3	3835.8	197	189	2530	0.003

On remarque une réduction de la pente en allant du point (1) situé en amont, au point (5) en aval. Entre le point (5) et le point (6), on remarque une légère augmentation de la pente, mais au delà du point (6), la baisse de la pente continue, ce qui favorise le ralentissement des eaux, conduisant parfois à des inondations. Cette stagnation des eaux peut conduire au débordement de l'oued si le débit est important. Pour étayer cette hypothèse nous allons successivement nous intéresser à la morphologie du profil en long de l'Oued Tamda et à la détermination des sections et leur évolution spatiale.

b.1. Le profil en long de l'Oued Tamda:

L'observation du profil en long de l'oued (fig. 8) montre une baisse de la pente, cette dernière comporte deux parties, une première où elle importante, on constate une baisse d'environ 200 m qui s'étale sur une longueur de 15 kilomètres, par contre la deuxième partie est caractérisée par une baisse de 100 m sur une longueur d'environ 15 kilomètres.

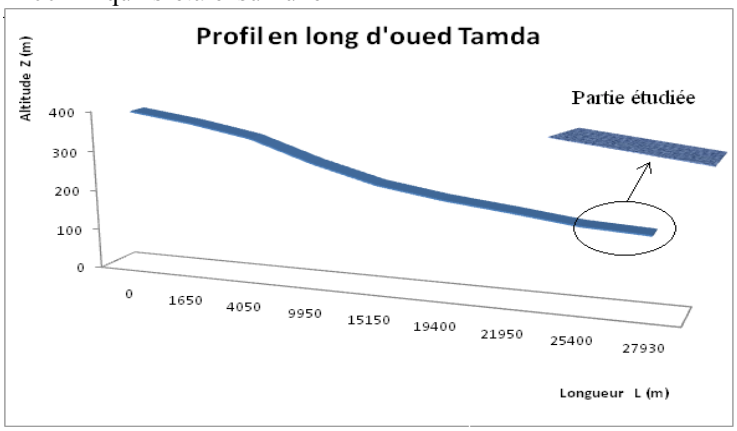

Fig.8 : Profil en long de l'Oued Tamda.

L'observation de la précédente figure, montre deux états du profil en long. Dans sa partie amont le profil indique une pente importante, celle-ci permet un écoulement des eaux vers la zone aval. Par contre aux alentours de la ville de Doucen, le profil prend une forme de droite presque rectiligne, favorisant ainsi la stagnation des eaux, pouvant entraîner son débordement, aggravant ainsi les inondations. En dehors de l'allure du profil,

les sections changent d'un point à un autre de l'oued, ce qui génère un comportement propre à ce cours d'eau. De ce fait le calcul des sections et leurs variations spatiales s'avèrent indispensable.

b.2. Le changement des sections :

Le changement sectionna l'échelle de transects influence directement le comportement de l'Oued au niveau de la zone de Doucen. Pour mettre en évidence l'impact de ces changements sur le débordement de l'Oued, nous avons choisi seize transects le long de l'Oued Tamda (fig.9).

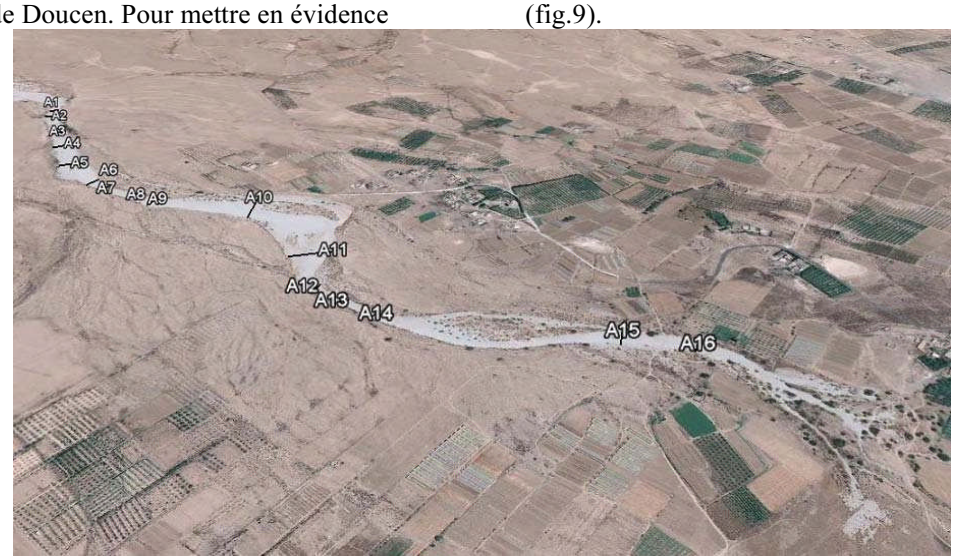

Fig.9. Position des transects sélectionnées au niveau de L'Oued Tamda (CRSTRA)

Mode de calcul des sections en travers :

Calcul de la section A_1 : la figure 10 indique la démarche suivie pour le calcul de la section.

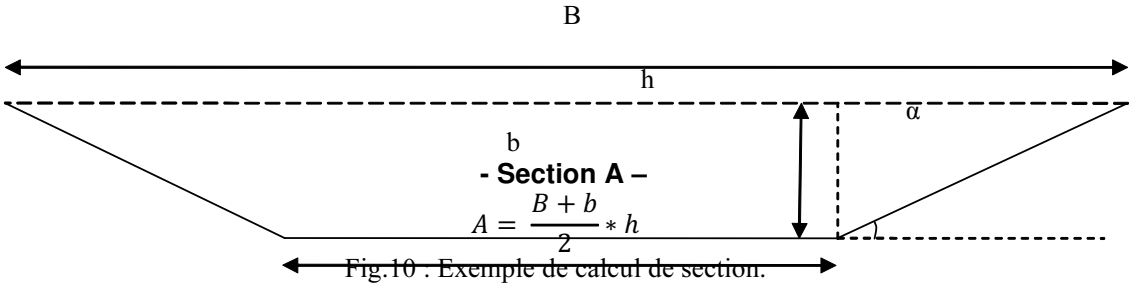

Fig.10 : Exemple de calcul de section.

Le tableau 6, récapitule des résultats obtenus.

Tableau.6 : Valeurs calculées des différentes sections.

N° Section	*Nord Coordonnées géographiques*	*Est Coordonnées géographiques*	*L(m)*	*L(m) Distance entre les sections*	*A (m^2) Surface*
1	34°39′03.7″	5°03′43.8″	0	0	96.9
2	34°39′02.6″	5°03′44.8″	48	48	68.6
3	34°38′59.3″	5°03′48.2″	183	135	65.7
4	34°38′56.8″	5°03′51.1″	290	107	16.4
5	34°38′53.2″	5°03′54.8″	428	138	66.6
6	34°38′50.5″	5°03′59.1″	576	148	39.6
7	34°38′49.3″	5°04′00.7″	626	50	39.1
8	34°38′48.7″	5°04′04.2″	718	92	36.0
9	34°38′48.4″	5°04′06.6″	781	63	41.5
10	34°38′50.4″	5°04′15.5″	1022	241	53.8
11	34°38′43.9″	5°04′25.6″	1292	270	83.3
12	34°38′39.2″	5°04′26.5″	1435	143	62.1
13	34°38′37.9″	5°04′29.4″	1519	84	18.4
14	34°38′36.9″	5°04′32.0″	1590	71	37.8
15	34°38′38.2″	5°04′50.0″	2050	460	96.0
16	34°38′37.8″	5°04′55.3″	2181	131	70.2

Les résultats obtenus montrent une hétérogénéité dans la variation de la section. Cette hétérogénéité est liée au lit de l'Oued dont le creusement est très influencé par la nature des formations. En effet les formations géologiques à l'affleurement différent d'une zone à l'autre ce qui cause cette allure du l'Oued, accentuant ainsi le risque de débordement de l'Oued. En réalité la variation des sections entraine soit un écoulement rapide des eaux (quand elle est grande) soit un débordement de l'Oued quand elle est petite ceci dans le cas où le débit transitant est constant. C'est l'une des causes directe des inondations. La figure 11, montre les variations de la section le long de l'Oued Tamda. Comparée au profil en long de l'Oued, on remarque la présence d'une section étroite vers 1600 m c'est-à-dire à proximité de Doucen, ce qui favorise le débordement de l'Oued.

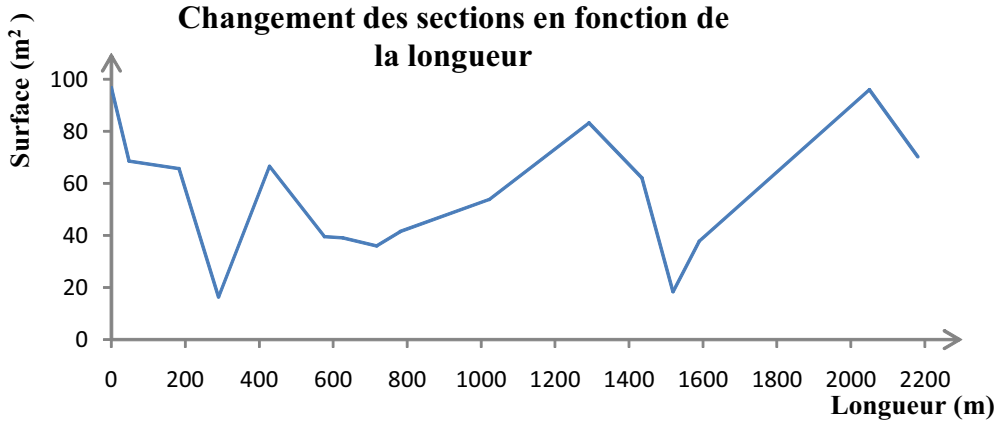

Fig.11 : Variations des surfaces des sections le long de l'Oued Tamda.

La précédente interprétation, montre que les deux paramètres pente et section accentuent le débordement de l'Oued, favorisant ainsi les inondations.

c. L'occupation du sol et ses variations spatio-temporelles :

Les statistiques réalisées par la direction de la planification et l'aménagement urbain de la wilaya de Biskra indiquent une croissance de la population de la commune de Doucen. Le taux de croissance est très significatif, il est de 3.4% par an. En effet en 1987, la population s'élevait à 14858 habitants ; elle a atteint 21 450 hab. en 1998 et 24 857 hab. en 2002 et était de 30 361 âmes en 2008. La figure 12, illustre cette évolution.

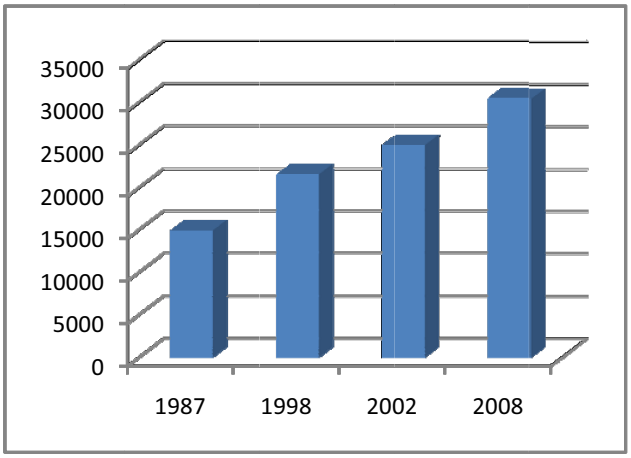

Fig.12 : La croissance de la population de la commune de Doucen dans le temps.

Par ailleurs, en 1987, une estimation donne 1650 logements dans la commune de Doucen. On en compte 2319 en 1998 (soit un taux de croissance de 40.55% en une décennie), ce qui donne un aperçu de l'accroissement intense de l'habitat dans la région de Doucen.

En 1998, la surface occupée par les activités agricoles avoisinait 12 hectares, à Doucen. Actuellement le nombre des palmiers est estimé à 54800, qui se répartissent sur des périmètres agricoles n'atteignant plus que 4hectares.

Ces chiffres montrent que l'augmentation de la population se fait en symbiose avec la dynamique des activités de la région. Ceci s'est traduit par la construction de nouvelles bâtisses à proximité des lits des Oueds.

La figure 13, suivante donne un aperçu des zones touchées par les inondations. L'observation de la carte montre l'évolution spatiale de l'urbanisme entre deux périodes. On remarque un accroissement des constructions vers le Nord, dans la périphérie du lit de l'Oued, c'est pourquoi les inondations ont touché le centre ville de Doucen (fig.14).

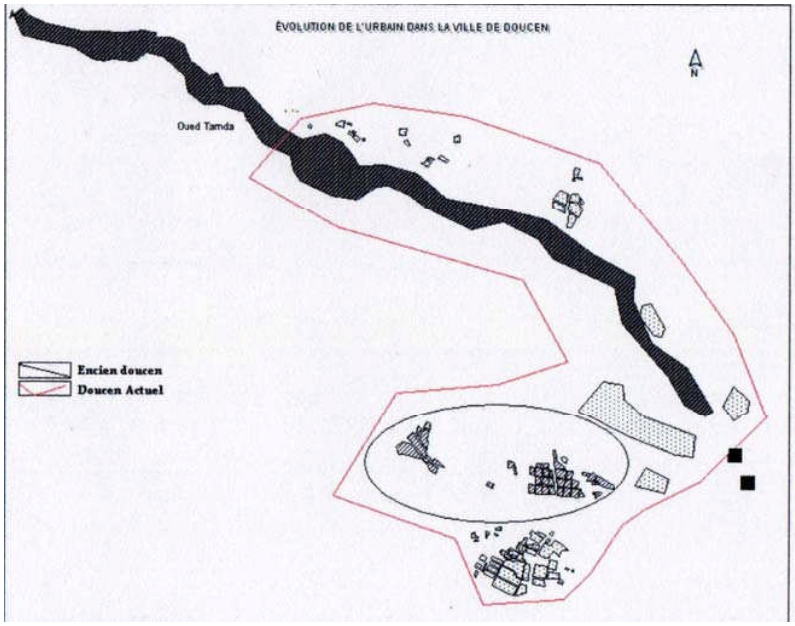

Fig.13 : extension de la ville de Doucen

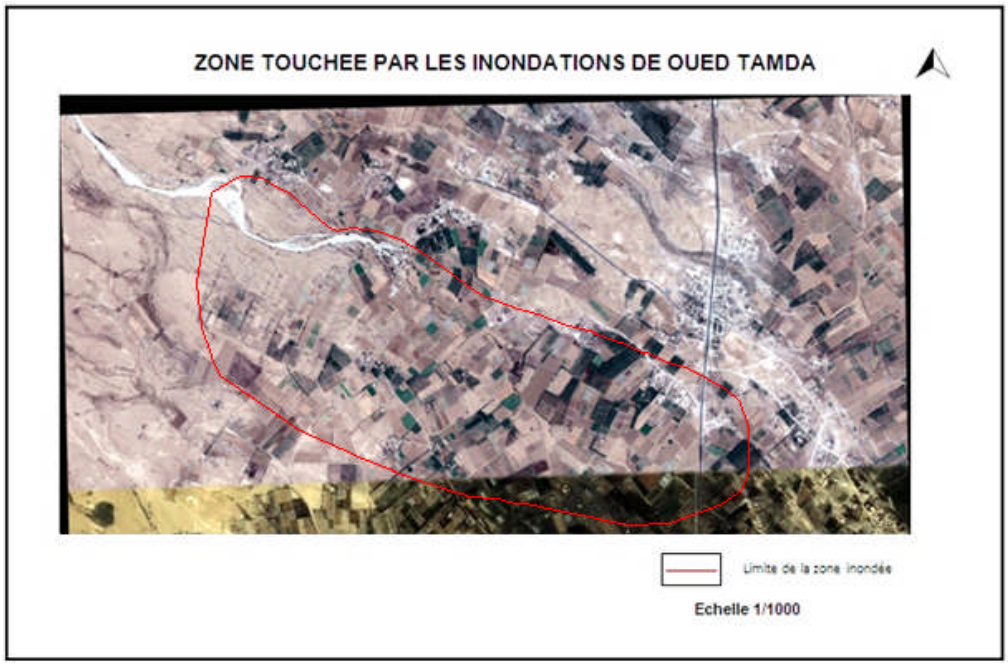

Fig.14 : Zone touchée par les inondations de l'oued Tamda (CRSTRA 2010)

III. Conclusion et perspectives :

Les sorties réalisées nous ont permis de constater les méfaits des inondations dans des régions supposées non inondables. Plusieurs localités souffrent de l'absence d'aménagement. Il faut sensibiliser les autorités locales à faire face à ces problèmes, réhabiliter le réseau d'évacuation des eaux, aménager les routes et les trottoirs (aménagement urbain). Pour ce qui est de la mauvaise localisation des constructions (au bord des oueds), et puisque ces dernières existent déjà (on ne peut pas les éliminer), il faut aménager les oueds afin de protéger ces villages.

Cette étude doit être complétée par :

- ✓ Une deuxième visite d'expertise des mêmes régions visitées hors période d'écoulement, afin de pouvoir comparer et confirmer nos constatations.
- ✓ Les oueds, montrent un régime hydraulique différent, il est impératif dans ce cas de procéder à une étude hydrographique approfondie de tout le bassin versant.
- ✓ La partie consacrée au climat a montré un impact direct de ce dernier sur les inondations.
- ✓ Il est à noter que le sol et le couvert végétal constituent un autre facteur provoquant les inondations. Nous recommandons la réalisation d'une étude fine de ces deux paramètres.
- ✓ Une actualisation de la carte des cours d'eau est très nécessaire pour mener à bien notre travail.

BIBLIOGRAPHIE :

-ANRH, Biskra : Données des précipitations stations de Doucen et Sidi Khaled.
-Brinis Nafaâ 2003, Essai d'explication de la salinité des eaux de la nappe du mio-pliocène. Cas de la zone Est de la plaine d'El-Outaya- Biskra, Université de Annaba.
-BELOULOU L., A.BOULEDROUA et A.ZERDAZI, 2005, ″ Protection de la ville de Souk Ahras contre les inondations : Etudes géophysique et hydrologique″, Rapport définitif, Bureau d'étude URBATECH, Annaba, 103 p.
BENKHALED A, 2007 : distributions statistiques des pluies maximales annuelles dans la région du Chlief. Comparaison des techniques et des résultats. Courrier du Savoir – N°08, Juin 2007, pp.83-91.

-BERBER M., ″ inondations meurtrières en Algérie″, http://www.rfi.fr/actufr/articles/ 023/article_11222.asp
-BORSALI A.H., A.BEKKI et H.OKACHA, 2005, ″ Aspect hydrologique des catastrophes naturelles : Inondations, glissements de terrain – Etude d'un cas : Oued Mekerra, Sidi Bel Abbes, XXXIIIème Rencontre Universitaire de Génie Civil-Risques et environnement ″ 8 p.
BOUMESSENEGH Amel (2007) : Les inondations dans la ville de BISKRA Causes et Impacts. Magister de l'université Hadj Lakhdar de Batna. 202 p
-CNES, 2003, ″ L'urbanisation et les risques naturels et industriels en Algérie ; inquiétudes actuelles et futures ″, Rapport de la Commission de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, pp. 25-26.
CRSTRA (2010) : rapport interne sur les inondations de Doucen. 10p
-PNUD/OPE, 1987, ″ Ressources en eau dans les pays de l'Afrique du Nord.
Direction de la planification et de l'aménagement urbain, Biskra : Guide maghrébin pour l'exécution des études et des travaux de retenues collinaires″, Projet RAB/80/011, OPU, Alger, 177p.