

**COMPREHENSION DE L'INONDABILITE DE LA PLAINE DE SIDI BEL ABBES PAR L'OUED MEKERRA (OUEST ALGERIEN).
UNDERSTANDING OF SIDI BEL ABBES PLAIN FLOODING BY MEKERRA RIVER (WEST OF ALGERIA)**

Mohamed BENYAHIA, Laboratoire d'Ecodéveloppement des Espaces, Université Djillali Liabès, BP 89 Sidi Bel Abbés, Algérie, Tél/Fax : 0021348544344, benya133@yahoo.fr.

Mohamed Ali BOUZIDI, Laboratoire de Biodiversité Végétale : Conservation et Valorisation, Université Djillali Liabès, BP 89 Sidi Bel Abbés, Algérie, bouzidi_bio@yahoo.fr

Kada MOUEDDENE, Département des Sciences de l'Environnement, Faculté des Sciences, Université Djillali Liabès, BP 89 Sidi Bel Abbés, Algérie, moueddene@yahoo.fr

Bachir HALLOUCHE, Département de Génie, Faculté de l'ingénieur, Université Djillali Liabès, BP 89 Sidi Bel Abbés, Algérie, hallouche_udl@yahoo.fr

Ilhem ATTAOUI, Laboratoire de Biodiversité Végétale : Conservation et Valorisation, Université Djillali Liabès, BP 89 Sidi Bel Abbés, Algérie, ilhattaoui@yahoo.fr

Habib, MELIANI Laboratoire d'Ecodéveloppement des Espaces, Université Djillali Liabès, BP 89 Sidi Bel Abbés, Algérie, melianihbib@yahoo.fr

Fouzia DERNOUNI, Ecole Nationale Supérieure d'Hydraulique, 29 Route de Soumaa, BP 31, 09000 Blida, Algérie, fdernouni@yahoo.fr

RÉSUMÉ : Le présent travail consiste en une étude des inondations générées par les crues de l'oued Mekerra au niveau de la plaine de Sidi Bel Abbés, constituant ainsi une contrainte majeure pour le développement socio-économique. A cet égard, et devant la complexité de ce phénomène de crues torrentielles, la protection de certaines agglomérations, en amont comme en aval, de la wilaya de Sidi Bel Abbés s'impose urgemment. Elle consiste en l'aménagement du cours d'eau et de certaines zones amont du bassin versant en vue de circonscrire et de contrôler le cheminement et les conséquences catastrophiques de ces crues.

Mots-clés: Inondations, crues, oued Mekerra, Plaine Sidi Bel Abbés, Aménagement, Bassin Versant.

ABSTRACT: Our work consists to study of flood managed by the flooding of the Mekerra River in the plain of Sidi Bel Abbes constituting a major constraint for socio-economic development. In this regard and to this complexity of this phenomenon, the protection of the country against floods is the development of the watercourse or catchment to control the conduct and consequences of flooding.

Key-words: Sidi Bel Abbes Plain, Mekerra River, flood, Installation, Catchments Area.

INTRODUCTION

Les inondations représentent chaque année un pourcentage important des pertes économiques dues aux catastrophes naturelles (49% du total mondial, en 1999). Pour la période 1985-1999, le nombre d'événements ayant provoqués des dommages s'élevait à 2410 pour l'ensemble de la planète. Parmi tous les continents, c'est l'Asie qui paie le lourd tribut des inondations : le taux d'événements dommageables est de 37%, celui des pertes en vies humaines est de 88%, et celui des pertes économiques est de 68%, des totaux respectifs mondiaux (Kreis, 2004).

L'Algérie, à l'instar des autres pays du monde, a été frappée par de nombreuses inondations, dont les plus meurtrières sont celles de la dernière décennie, telles : Ghardaïa (2008) Sidi Bel Abbés (Avril 2007), Bab El Oued (Alger, 2004)...

Dans ce contexte, la plaine de Sidi Bel Abbés (ouest algérien) n'échappe pas à ce phénomène résultant des débordements périodiques de l'oued Mekerra causés par les pluies torrentielles sur son bassin versant, en amont, à Ras El Ma, et à la nature et la forme de ses reliefs.

Par cette contribution, basée sur une enquête auprès des services concernés par ce phénomène, et par l'appui sur une cartographie des zones inondables réalisée par SPI infra, Groupe EGIS, Bonnard et Gardel (2001), on a essayé de comprendre les causes d'inondabilité de cette plaine. A la fin, de ce travail on proposera quelques aménagements effectués sur ce cours d'eau dans le but d'atténuer le phénomène d'inondation dans la plaine de Sidi Bel Abbés.

Réseau hydrographique

Il est très développé et représenté fréquemment par des cours d'eau temporaires. Les oueds sont alimentés par des précipitations et par des sources dont la plus importante est localisée à Sidi Ali Benyoub. Tous ces oueds rejoignent l'Oued Mekerra, qui est saisonnier et constitue le plus important de la wilaya, d'un chenal long de 113km et prenant ses sources avant Ras El Ma, (d'où l'origine de son nom (*Ma* : eau, *Kerra* : steppe saharienne, signifiant ainsi l'eau se déversant du Sahara), et traverse la ville de Sidi Bel Abbés en aval, où il conflue avec oued Sarno et devient oued Mebtouh (barrage des Cheurfas, wilaya de Mascara), devenant ensuite oued Sig, en aval du barrage de cette commune, avant d'aboutir dans les marais de la Macta, près de la Méditerranée (Direction de l'hydraulique de la wilaya SBA, 2009).

Précipitations

Les précipitations, qui sont le facteur principal de l'alimentation des cours d'eau, ont une influence sur la variabilité des écoulements à toutes les échelles de temps (Meddi *et al.*, 2009). Ce qui leur confère une importance capitale sur les effets des crues et les inondations produites dans cette région.

A l'examen de la distribution des pluies annuelles, comme représentée sur le tableau 1, on constate qu'elles offrent des variations spatio-temporelles dans les différentes stations du bassin versant de la Mekerra. A l'exception des années 1986, 1990, 1994, 1995, 1996, 1997, 1999 et 2000 qui ont connu un régime torrentiel des pluies expliquant les inondations durant ces années, avec leurs totaux respectifs de l'ordre de 1071,8 mm, 1354,9 mm, 1115 mm, 1872,5 mm, 787,9 mm, 1231 mm, 1035,8 mm et 1475 mm.

Tableau 2. Répartition des précipitations annuelles moyennes dans le bassin versant de la Mekerra (ONM, 2009)

Année	Ras El Ma	Sidi Ali Benyoub	Sidi Bel Abbés	El Haçaïba	Moyenne du Bassin Versant	Totaux pluviométriques
1981	140,1	249,1	211,4	205	201,4	805,6
1982	160,9	252	283,2	256,2	238,075	952,3
1983	126,9	208,9	230,7	176,8	185,825	743,3
1984	154	349,2	412,1	244,5	289,95	1159,8
1985	484,5	385,9	344,5	193,7	352,15	1408,6
1986	167,6	344,6	354,7	204,9	267,95	1071,8
1987	385,3	236,8	166,1	110,8	224,75	899
1988	212,3	251,1	225,8	143,3	208,125	832,5
1989	156,4	384,5	274,6	283,7	274,8	1099,2
1990	190,1	472	364,9	327,9	338,725	1354,9
1991	240,1	381,9	229,1	355,4	301,625	1206,5
1992	130,4	272,3	224	222,1	212,2	848,8
1993	210,6	292,9	230,5	263	249,25	997
1994	194,3	352,9	261,8	306	278,75	1115
1995	523,1	444	443,4	462	468,125	1872,5
1996	361,4	200,9	61	164,6	196,975	787,9
1997	236,2	371	333,4	290,4	307,75	1231
1998	165,8	229,5	346	212,5	238,45	953,8
1999	389	242,4	234,4	170	258,95	1035,8
2000	495,9	403,1	329,9	246,1	368,75	1475
2001	270,6	357	348,4	260,9	309,225	1236,9

ORGANISATION ET FONCTIONNEMENT DU BASSIN VERSANT DE LA MEKERRA

Selon Schumm (1977), dans son système fluvial, le bassin versant de l'oued Mekerra peut être subdivisé en trois grandes sections, en fonction de leur rôle (Fig. 2).

Zone de réception ou de production des crues

Elle est comprise entre la source de l'oued (Ras El Ma) et la localité Mouley Slissen, et correspond à la partie supérieure montagneuse du bassin versant où se forment généralement les crues, en réponse à des précipitations intenses. De forme allongée Sud - Nord, en fonction de

l'organisation du réseau hydrographique. Celui-ci est particulièrement dense et composé d'oueds intermittents et de ravins drainant des vallons encaissés, qui confluent vers la vallée principale plus large : constituée par les vastes surfaces des hauts plateaux, où les pentes moyennes à faibles ne compensent pas la fragilité du sol. Les versants et les talwegs présentent des valeurs de pentes fortes (un coefficient de ruissellement important) et une couverture pédologique de type calcaire, peu épaisse, dominée par l'alfa. La zone de production des crues fournit l'essentiel de la charge solide transportée par le cours d'eau.

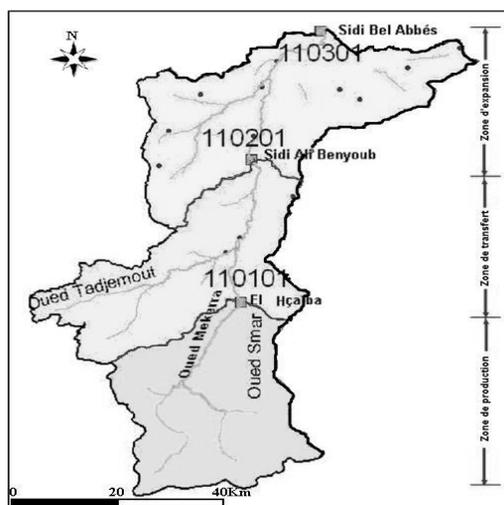


Fig. 2 Organisation hydro-géomorphologique du bassin versant de l'oued Mekerra (Hallouche *et al.*, 2010)

Zone de transfert : de Mouley Slissen à Boukhanifis

Le bassin de réception est relayé par une section de gorges, qui assure le transfert des débits liquides et solides vers l'aval du bassin versant. Sur ce tronçon, les différents lits s'individualisent et l'oued principal présente un chenal unique qui méandré au fond de la vallée au sein d'une petite plaine alluviale étroite et encaissée, d'environ 3m, dominée par les versants rocheux. La diminution de pente permet le dépôt varié d'une partie de la charge solide, dépôts qui peuvent être repris pendant les crues. Lors de ruptures de pentes fortes, l'oued Mekerra décrit des sinuosités en cherchant à dissiper son excès d'énergie.

C'est sur ces tronçons que les berges de l'oued sont particulièrement instables. L'incision verticale est limitée, puisque les formations les plus résistantes affleurent dans le lit mineur.

Au niveau de Sidi Ali Benyoub, l'oued quitte les massifs montagneux (formations forestières et céréaliculture) et poursuit son cheminement jusqu'à Boukhanifis qui fait partie de la zone de transfert et la vallée conserve ainsi son profil en gorges.

Zone d'expansion des crues : de Boukhanifis à Sidi Bel Abbés

C'est la zone la plus exposée aux effets des inondations périodiques, dont les conséquences sont catastrophiques. Ce secteur est situé à l'aval de Boukhanifis, où la vallée change brutalement de forme : la vallée, encaissée et étroite, s'ouvre très rapidement d'une dizaine de mètres, tandis que l'encaissement général se réduit. C'est à partir de la localité de Boukhanifis que commence la vraie plaine alluviale de la Mekerra, qui constitue un vaste champ d'épandage de crues.

Cette plaine est une vaste zone d'expansion des crues de la Mekerra, très ancienne, puisqu'on y trouve sur le terrain plusieurs niveaux alluviaux étagés. Sa largeur atteint généralement plusieurs centaines de mètres et peut atteindre 3 kilomètres par endroits. Elle s'étend jusqu'à Sidi Bel Abbés-ville, où elle est fermée par des collines de marnes et de grès Miocène (au lieu dit le Rocher). Cette zone connaît une forte urbanisation, des vergers et de la céréaliculture.

Dans cette plaine, la dynamique des écoulements est liée aux faibles pentes transversales, qui divergent à partir du lit mineur : celui-ci est perché au-dessus du lit majeur, dans une configuration de lit en "toit". Elle n'est donc pas inondée uniformément sur toute sa largeur par chaque crue, les eaux débordant du lit mineur s'écoulant dans le lit majeur dans les chenaux plus ou moins marqués, mais toujours de faibles profondeurs, généralement inférieure à un mètre.

La faiblesse de la pente favorise le développement de chenaux multiples et l'accumulation des sédiments, d'où un exhaussement progressif du plancher alluvial, qui explique cette configuration de lit en "toit".

Cette large plaine concentre les enjeux du bassin versant, avec plusieurs localités concernées (Boukhanifis : 10275 hab., Sidi Khaled : 6810 hab., Sidi Lahcen : 16440 hab. et Sidi Bel Abbés : 205535 hab.). Mise en valeur depuis plusieurs siècles, elle est traversée par des aménagements

anthropiques, routes, canaux, voie ferrée..., qui constituent autant d'obstacles derrière lesquels l'eau peut s'accumuler. Ils délimitent ainsi des casiers d'inondations : l'influence des infrastructures ferroviaires et routières (RN95) sur l'écoulement des crues, rares à exceptionnelles, est particulièrement sensible en aval de Sidi Lahcen où la voie ferrée, qui longe la Mekerra à l'amont, s'en écarte pour contourner Sidi Bel Abbés par le Sud, jouant de ce fait un rôle fondamental lors des inondations de la ville en 1986 et 1994, puisqu'elle a guidé les eaux des crues vers les quartiers Sud de la ville.

LES INONDATIONS DANS LE BASSIN VERSANT DE LA MEKERRA ET METHODES D'IDENTIFICATION DES ZONES INONDABLES

La conjonction des facteurs naturels (vaste plaine inondable) et humains (infrastructures), avec un développement exponentiel de l'urbanisation, a favorisé ces dernières décennies la multiplication des inondations catastrophiques dans les localités longeant l'oued Mekerra (Tableau 3). A quelques exceptions près, les crues principales se produisent au début de l'automne, à cause de la fréquence des orages accompagnés de pluies torrentielles, ce qui nous mène à parler des inondations ravageuses de la Mekerra, qui est le théâtre d'une crue régulière au mois d'Octobre de chaque année.

Le tableau 3 synthétise les crues les plus importantes, survenues durant ces deux dernières décennies, ayant causé l'inondation des principales localités du bassin versant de l'oued Mekerra, avec leurs débits, leurs causes, les pertes humaines et les sinistrés. A l'examen de ce tableau, on remarque qu'aucun endroit du bassin versant n'est à l'abri de ce du phénomène de crue. Que se soit en amont ou en aval, les crues ont ravagé plusieurs localités de la wilaya de Sidi Bel Abbés dont les plus importantes sont celles de 1986 qui ont envahis le chef lieu de la wilaya, de 2002 où toute la wilaya été sinistré et celles de 2007 à Moulay Slissen avec un débit de $800 \text{ m}^3/\text{sec}$.

Tableau 3. Représentation de la fréquence des crues dans le Bassin de la Mekerra (Protection civile, SBA, 2009)

Date	Lieu	Débit m ³ /s	Cause	Morts	Sans abris	
					Individus	Familles
04/10/86	Sidi Bel Abbés	105	Orage	01	530	200
30/04/90	Sidi Bel Abbés	135	Orage			130
29/09/94	Sidi Bel Abbés	215	Orage	02		22
	S. Ali Benyoub	200		01		
05/12/95	Sidi Bel Abbés	110	Orage			03
10/06/96	Ras El Ma	100	Orage			
17/08/97	Moulay Slissen	110	Orage	01		34
27/09/97	Sidi Bel Abbés	200	Orage	01		
13/12/97	Sidi Bel Abbés	160	Orage	01		05
22/09/97	Boukhanifis	160	Orage			
10/02/99	Boukhanifis	110	Orage			
27/07/00	Ras El Ma	100	Orage			100
23/10/00	Sidi bel Abbés	200	Orage		01	07
	Sidi Lahcen	110				50
	Boukhanifis	160				31
	Sidi Khaled	110				50
Août 2002	Toute la wilaya	600	Orage			200
08/06/03	Oued Sbaâ	250	Orage	01		20
	Moulay Slissen	105	Orage			10
27/05/06	Ras El Ma	110	Orage			23
	Sidi Khaled	175	Orage			09
	Boukhanifis	120	Orage			05
Avril 2007	Moulay Slissen	800	Orage	02		50

Méthodologie d'étude retenue

La méthode de travail retenue pour l'identification des zones inondables a porté sur l'analyse hydrogéomorphologique, qui est une approche fondée sur la définition de l'ensemble des paramètres géomorphologiques, géologiques, hydrologiques et climatiques du bassin versant de la Mekerra (Masson *et al.*, 1996), ainsi que sur l'analyse quantitative du débit fréquentiel des crues au niveau de ce bassin.

Elle a consisté à étudier finement la morphologie de la plaine alluviale concernée et de repérer sur le terrain les limites physiques associées aux différentes gammes de crues (annuelles, fréquentes, exceptionnelles) qui l'ont façonné. L'analyse s'est appuyée sur l'interprétation géomorphologique d'une couverture stéréoscopique de photographies aériennes, validée par des observations de terrain. Cette approche a été mise au point il y a une vingtaine d'années en France par M. Masson du Centre d'Études Techniques de l'Équipement (C.E.T.E) Méditerranéen. Depuis, elle a été retenue par le ministère français de l'Équipement comme l'une des trois méthodes disponibles (avec l'étude historique et les modélisations hydrauliques) pour délimiter les zones inondables (Masson *et al.*, 1996).

Zones vulnérables aux inondations

Les zones ainsi définies, ont connu des pertes humaines et des dégâts matériels importants, telles : Ras El Ma, Boukhanifis, Moulay Slissen, Sidi Khaled, Sidi Lahcen, Sidi Bel Abbés et Hassi Dahou (Fig.3).

Boukhanifis

Dans sa traversée de la commune, la Mekerra élargit progressivement sa vallée, qui est encore encadrée par des versants nets. Le lit mineur décrit de nombreux méandres pour dissiper le trop-plein d'énergie. Il présente une faible section, rapidement débordante, qui est parfois réduite par des ouvrages de franchissement mal dimensionnés pour cette crue.

Si, d'une manière générale, le village de Boukhanifis est bien implanté sur le versant à l'abri des inondations de la Mekerra, il reste que sa placette située à côté du pont et construite en remblai dans la zone inondable, a été protégée par des merlons de terres inefficaces puisqu'elle a été inondée lors de la crue du mois de Mai 2006.

Vu l'état du lit de l'oued Mekerra, il a été constaté que lors des pluies torrentielles, ses eaux de l'oued augmentent considérablement en débordant du lit dans maintes endroits en inondant les terrains environnants, à l'exemple de :

Le risque d'inondation potentiel pour cette localité provient de deux affluents, aux bassins versants relativement importants, qui se jettent dans la Mekerra sur sa rive gauche. Formant deux petites vallées bien délimitées au sein des collines et peuvent fournir des débits importants. Des constructions sont implantées dans la zone inondable (Masson *et al.*, 1996 ; Carex environnement, 2002), à l'amont immédiat de leur confluence avec la Mekerra, donc dans des secteurs exposés à des dynamiques particulières (remous, refoulement des eaux des affluents par la Mekerra ...). Ils charrient une charge solide fine (limons) abondante

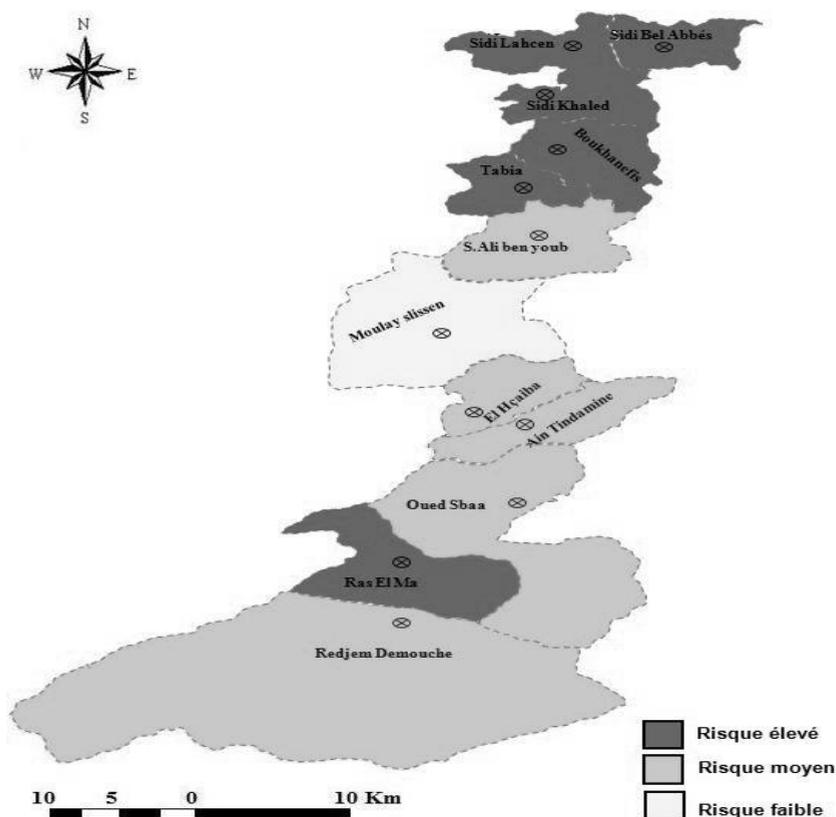


Fig. 3. Carte montrant les différentes zones inondables

Boukhanifis à Sidi Khaled

A l'aval immédiat de Boukhanifis, apparaissent les premiers points de débordement de la Mekerra vers l'Est. A partir du chenal du lit mineur, qui décrit de larges boucles de méandres, on distingue un certain nombre de formes connexes qui témoignent de la vigueur des écoulements et de leur grande mobilité lors des plus fortes crues. Il s'agit d'un axe d'écoulement bien prononcé, qu'on peut le rattacher à des points de débordement issus du lit mineur. Ces chenaux, du fait de la configuration en toit de la plaine (le lit mineur est perché plus que le lit majeur en raison d'accumulation des sédiments de part et d'autre), s'éloignent du lit mineur.

D'après les services de l'hydraulique de la wilaya de Sidi Bel Abbes, en rive gauche, le lit majeur de la Mekerra est délimité par un talus haut de quelques mètres à Boukhanifis, mais qui diminue rapidement pour disparaître au niveau de la « Maison Blanche ». A ce niveau, des points de débordement issus du lit mineur parcourent le lit majeur en s'éloignant du cours d'eau, dus aux dépôts des sédiments. De ce fait, entre la « Maison Blanche » et Sidi Khaled, l'interfluve alluvial qui sépare la Mekerra et l'oued Mouzen est devenu partiellement inondable, en liaison avec le remplissage sédimentaire récent de la plaine de la Mekerra. Dans cette zone on distingue de faibles ondulations qui correspondent à des chenaux de crues de la Mekerra. L'un de ces chenaux a été réactivé lors des crues des mois de Mai 2006 et Avril 2007, les eaux ayant franchi le remblai de la voie ferrée. Ces chenaux se dirigent vers Sidi Khaled qu'ils contournent par l'Ouest pour rejoindre la vallée de l'oued Mouzen.

Sidi Khaled

Cette agglomération, située initialement hors zone inondable (Direction de la Planification et de l'Aménagement du Territoire, SBA, 2009) sur l'interfluve assurant la séparation entre les vallées de l'oued Mouzen et la Mekerra, a connu des extensions récentes qui se sont faites vers l'Est et le Sud, en direction de l'oued. Ces nouveaux quartiers ont été sévèrement touchés par les inondations d'Avril 2007 où la hauteur d'eau atteinte au niveau de certaines habitations dépassait les 2 m.

De Sidi Khaled à Sidi Lahcen

Entre ces deux localités, la plaine s'organise autour de deux zones inondables séparées par des lambeaux de terrasses : ayant considérablement dissipé son énergie depuis Boukhanifis par décharge latérale, l'oued n'a plus

l'intensité nécessaire au niveau de Sidi Lahcen de remobiliser et éroder la totalité de son cône ; d'où la subsistance de ces lambeaux délimités par des chenaux.

Selon Hallouche *et al.* (2010), en rive gauche de la plaine, après la confluence avec l'oued Mouzen, le lit majeur de la Mekerra retrouve un profil plus régulier (250 à 400 m de large). La confluence des deux oueds est le lieu de dynamiques intenses, occasionnant des dépôts de charge solide dans le lit majeur et des érosions latérales pouvant endommager le remblai de la voie ferrée. Cette dernière recoupe la dépression parcourue par la Mekerra puis la longe jusqu'à Sidi Lahcen en réduisant ainsi sa capacité totale. Dans la plaine alluviale, les dynamiques restent fortes, comme en témoigne les traces de grands écoulements et les chenaux de crues à l'amont de Sidi Lahcen.

Sidi Lahcen

Une partie de cette agglomération est construite sur la rive gauche du lit majeur de la Mekerra et les eaux de crues peuvent atteindre la RN7, et potentiellement de faibles débits pourraient s'évacuer vers l'Ouest (Direction de l'hydraulique de la wilaya de Sidi Bel Abbés, 2009).

Dans sa traversée urbaine, la limite de la zone inondable est matérialisée par un talus net au dessous duquel sont implantés plusieurs quartiers et l'urbanisation s'est étendue jusqu'au lit de la Mekerra, dont la section déjà étroite et localement réduite par des ouvrages limitant et souvent bouchée par des embâcles (Direction de la planification et d'aménagement du territoire, Wilaya de Sidi Bel Abbés, 2009).

De Sidi Lahcen à Sidi Bel Abbés

En aval de Sidi Lahcen, la gouttière d'évacuation réincise la terrasse en rive droite, au niveau du dédoublement de la voie ferrée, mais il est certain que la construction de cette voie, en premier, puis le remblai de la RN7 (route de Tlemcen), en second, ont favorisé le passage des eaux à ce niveau et leur dérivation vers Sidi Bel Abbés-ville ; guidés par ces remblais, les écoulements sont dirigés vers l'Est, en longeant la voie ferrée de la zone industrielle puis vers les quartiers Sud de la ville de Sidi Bel Abbés. En aval de Sidi Lahcen, un remblai de la CW 61 (route d'Aïn Témouchent) barrant le lit majeur de la Mekerra renforce l'effet des inondations.

Ces aménagements anthropiques constituent autant d'obstacles aux écoulements et, en segmentant la zone inondable en casiers, ils créent une

surélévation artificielle de la ligne d'eau qui peut générer des débordements sur les reliefs adjacents, naturellement non inondables (Direction de l'hydraulique de la wilaya, de Sidi Bel Abbés, 2009).

Sidi Bel Abbés

La ville de Sidi Bel Abbés est implantée à l'exutoire de la plaine avale de la Mekerra. Selon les services de l'hydraulique de la wilaya, cette ville est particulièrement concernée par le risque inondation qui provient de plusieurs sources :

- la Mekerra, via les points de débordement amont, dont les eaux arrivent sur la ville de Sidi Bel Abbés par le Sud ;
- la Mekerra, via le point de débordement situé au niveau de la voie ferrée à Sidi Lahcen, dont les arrivées sur la ville par le Sud Ouest; l'oued Mellah à l'Est, qui collecte les eaux provenant des massifs de Tenira ; et l'oued drainant un bassin versant développé entre les domaines Yakrou Bel Abbés et Si Abdelkrim, au Sud Est.

La ville est ainsi située au point de rencontre des ces différentes vallées ou gouttières, en amont de l'unique point de sortie, constitué par une vallée étroite de la Mekerra qui s'incise dans le substrat Miocène. Au niveau de la zone urbaine, on peut individualiser trois types de secteurs :

- les zones de l'encaissant, où les constructions sont hors zone inondable : il s'agit du rebord du plateau dominant la ville, au Nord, de mamelons isolés, en rive droite du lit mineur, et d'une vaste colline, située à l'Est qui sépare la plaine de la Mekerra de celle de l'oued Mellah ;
- le lit majeur de la Mekerra, à proximité du lit mineur : dans la traversée de la ville, qui s'écoule donc sur le rebord de son cône, a façonné à l'intérieur même de sa plaine alluviale un lit en contre-bas. Il constitue la zone d'inondation touchée par les débordements de la Mekerra, se produisant en aval du dernier point de débordement situé à Sidi Lahcen ;
- le reste de la ville se situe sur la retombée du cône de la Mekerra et, à ce titre, reçoit toutes les eaux ayant débordé en amont (Madina Mounaouara, Bab Dhaya, Benboulaid, Sakia El Hamra, une partie du centre ville ...) (Direction de l'hydraulique, de Sidi Bel Abbés, 2009).

CAUSES DES INONDATIONS DANS LA WILAYA DE SIDI BEL ABBES

Les principales causes des inondations enregistrées à travers le bassin peuvent être résumées comme suit :

- La géomorphologie des principales composantes du bassin versant sont la cause de l'inondation de certaines agglomérations ;
- La pente, depuis Ras El Ma (amont) jusqu'au delà de la ville de Sidi Bel Abbés (aval), va en s'abaissant doucement ;
- La forme allongée du bassin versant constitue un réceptacle des crues ;
- L'urbanisation sur les rives immédiates de l'oued Mekerra, donc sur les zones inondables ;
- Débordement de l'oued Mekerra, résultant des ruissellements des eaux des versants dominants les agglomérations et survenant le plus souvent en période d'automne (qui se singularise par des orages particulièrement intenses) ;
- Cassure naturelle de l'oued Mekerra, au niveau du pont en amont de Sidi Khaled, qui provoque des débordements (pour Sidi Khaled et entrée sud de Sidi Bel Abbés) ;
- Débordement des eaux au niveau du pont à l'intérieur de Sidi Lahcen, aggravé par les eaux d'épandage arrivant de Sidi Khaled ;
- Épandage des eaux de crues à l'entrée sud de la ville de Sidi Bel Abbés (route de Boukhanifis), inondant la zone (cuvette) située entre Makam Ech Chahid et Bab Dhaya.

AMENAGEMENTS DE PROTECTION CONTRE LES INONDATIONS

Les techniques de lutte contre les inondations dans le bassin versant de la Mekerra, initiées actuellement par la Direction de l'Hydraulique de la Wilaya de Sidi Bel Abbés, peuvent être résumées comme ci-dessous :

➤ Augmentation de la capacité de transit de l'oued Mekerra dans sa traversée de l'agglomération de Sidi Bel Abbés

Beaucoup d'ouvrages de franchissement de la Mekerra existent en milieu urbain et limitent le débit véhiculé. L'élargissement de la section de l'oued est difficile et très coûteuse, car les berges de l'oued sont très urbanisées. Parmi les aménagements réalisés, on peut citer principalement :

- L'homogénéisation de la section de l'oued, dans la traversée de la ville de Sidi Bel Abbés ;

- La suppression au maximum des ouvrages limiteurs (ponts, canalisations, zones de rétrécissement ponctuelle, habitations à protéger ou à démolir,...) ;
- L'amélioration de l'état des surfaces du lit de l'oued, pour diminuer sa rugosité et favoriser les écoulements ;

➤ **Création d'un ouvrage de déviation des eaux, depuis l'amont de Sidi Bel Abbés**

Les crues de l'oued Mekerra produisent fréquemment un débit supérieur au débit capable de traverser les ouvrages de l'agglomération de Sidi Bel Abbés. Par ailleurs, les possibilités d'accroissement de la capacité de l'oued, dans la traversée de Sidi Bel Abbés, sont rapidement limitées par les emprises disponibles pour l'élargissement de la section de l'oued.

Dans ces conditions, la création d'un ouvrage de déviation permettant de faire transiter les eaux excédentaires, depuis l'amont de la zone urbaine jusqu'à son aval, apparaît comme une des solutions intéressantes et nécessaires. C'est dans cette optique que le canal périphérique sud a été creusé, suite aux inondations de 1994 qui ont affecté la partie Sud de la ville de Sidi Bel Abbés.

Il a pour fonction de collecter une « partie » des débordements de l'oued Mekerra et les apports des différents petits bassins versants sud, puis de les évacuer vers l'oued Mellah qui conflue avec l'oued Mekerra à l'aval de l'agglomération de Sidi bel Abbés.

✓ ***Déviation des eaux par le Sud***

La déviation d'une partie des écoulements par le sud est déjà effective. La construction en 1994 d'un canal parallèle à la voie ferrée de la zone industrielle a permis de faire dériver un débit d'environ $15 \text{ m}^3/\text{s}$ vers l'oued Mellah, puis l'oued Mekerra. Cependant, ce débit est relativement faible par rapport aux débits des dernières crues.

Il n'en reste pas moins que le tracé de cette déviation paraît très intéressant. Il permet de collecter une grande partie des écoulements débordant en rive droite de l'oued Mekerra, en amont de la confluence avec l'oued Mouzen. Ces débordements rejoignent le thalweg du Chaâbet Mohamed Ben El Hadj, qui alimente le canal sud à son origine. De plus, sur tout son parcours parallèle à la voie ferrée, ce canal collecte les ruissellements provenant des petits bassins versants situés au sud de Sidi Bel Abbés et dont les apports ne sont pas négligeables ;

✓ *Déviations des eaux par le nord-ouest*

Pour faire dériver une partie des eaux de crues de l'oued au Nord-est de la ville ou vers l'oued Sarno, via le lac Sidi Mohamed Ben Ali, un canal de transport a été implanté pour la déviation vers le barrage Sarno. Cette déviation a permis, notamment de :

- collecter une grande partie des débordements de l'oued Mekerra, ainsi que les ruissellements des petits bassins versant Sud,
- limiter les volumes de terrassement et les ouvrages de franchissement, par rapport aux autres variantes,
- aménager un ouvrage déjà existant plutôt que de créer un nouvel ouvrage, d'impact mieux accepté par les riverains,
- pouvoir faire dériver une partie des eaux en amont de Sidi Lachen ;

✓ *Augmentation de la capacité de transit des eaux dans les tronçons situés à l'amont de Sidi Bel Abbés*

Entre l'aval de Boukhanifis et Sidi Bel Abbés, le débit de l'oued est très faible et les débordements se produisent même à l'occasion des crues moins fréquentes. Sur certains secteurs, la capacité du lit de l'oued est inférieure à 20 m³/s.

La rectification du lit de l'oued Mekerra dans la plaine est une mesure qui a eu pour conséquence la limitation des débordements dans la plaine, sans pour autant les éliminer totalement, du moins pour les fréquences rares, à moins qu'elle soit couplée avec un ouvrage de laminage amont. En limitant ces débordements, elle a eu pour effet immédiat d'augmenter les débits de pointe à l'entrée de Sidi Bel Abbés, ce qui n'est pas le but recherché.

Des digues de protection ont été réalisées, de part et d'autre du lit de l'oued, afin de protéger les habitations existantes et d'orienter les écoulements vers les zones de débordement ;

✓ *Création de retenues à l'amont de Sidi Bel Abbés et au niveau des sous-bassins versants*

Le choix de réalisation de retenues a porté sur quatre sites, dont : Tabia, Mellinet et Mazoche, amont et aval, pour laminier les pointes de crues où seul le site de Boukhanifis a été considéré pour assurer le partage des eaux entre la plaine et l'oued Mekerra.

CONCLUSION

L'étude des inondations dans la wilaya de Sidi Bel Abbés nous a menés, dans un premier temps, à la compréhension du fonctionnement du bassin versant de la Mekerra et, dans un deuxième temps, à la connaissance des facteurs intervenants dans ces inondations.

Le meilleur moyen de s'affranchir de l'aléa est de s'en mettre au maximum hors de portée, c'est à dire d'aménager prioritairement le territoire en dehors des zones inondables ou d'y développer des usages du sol compatibles avec la submersion.

C'est là certainement un élément essentiel d'une prévention efficace. Les erreurs du passé qui ont conduit à exposer, au-delà du raisonnable, les biens et les personnes ne doivent absolument plus être reproduites dans l'avenir. Un travail important est donc à mener ici en termes d'urbanisme, d'adaptation de l'habitat et d'utilisation des espaces ruraux situés en zone inondable pour en réduire la vulnérabilité.

La protection consiste en l'aménagement du cours d'eau ou du bassin versant, en vue de contrôler le déroulement et les conséquences de la crue. Diverses mesures peuvent être prises pour contrôler les crues et leur développement. Malheureusement, les constructions continuent à s'étendre dans ces zones inondables et les sols connaissent les mêmes occupations.

En complément à tous ces aménagements de protection, dont la réalisation a nécessité d'importants investissements sur le budget d'équipement public, l'action des pouvoirs publics se poursuit à travers la mise en œuvre des actions suivantes à réaliser :

- L'élaboration d'une carte des zones inondables identifiées à travers la wilaya où des inondations sont enregistrées de manière cyclique ; cette cartographie servira de base aux pouvoirs publics pour définir les règles générales concourant à une meilleure gestion de l'espace urbain, tout en constituant un moyen d'information de la population sur les risques d'inondation et un outil d'organisation des interventions publiques en cas d'aléas ;
- Le traitement des bassins versants par les services des forêts à l'effet d'atténuer les eaux de ruissellement, la préservation des ouvrages de dérivation et de rétention nouvellement réalisés, ainsi que la protection du barrage d'écrêtement (en phase d'essai réalisation entre Tabia et Mellinet) des risques d'envasement ;

- La mise en place d'un dispositif de surveillance, d'annonce et d'alerte des crues.

Remerciements : Nous tenons à exprimer nos remerciements aux personnels de la Direction de l'Agence Nationale des Ressources Hydraulique (ANRH), la Protection Civile et la Direction de l'Hydraulique de la wilaya de Sidi Bel Abbés, pour leurs contributions à la réalisation de ce travail. **Aussi, en mémoire à toutes les victimes des inondations.**

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Carex Environnement, 2002 : *Atlas des zones inondables du bassin versant des Gardons. Rapport et atlas cartographique*. Direction Régionale de l'Environnement du Languedoc Roussillon, non publié (accessible sur le site internet de la DIREN Lr), 155p.
- Direction de l'Hydraulique de la Wilaya de Sidi Bel Abbés, 2006 : *Plan d'aménagement de la plaine de Sidi Bel Abbés contre les inondations*. 160p.
- Direction de l'Hydraulique de la Wilaya de Sidi Bel Abbés, 2009 : *Recueil des données sur les crues, les inondations et les ressources hydriques de la wilaya de Sidi Bel Abbés*.
- Direction de la Planification et de l'Aménagement du Territoire de Sidi Bel Abbés, 2009 : *Recueil de données sur la wilaya de Sidi Bel Abbés*.
- Direction de la Protection Civile de Sidi Bel Abbés, 2009 : *Recueil des données sur les inondations dans la wilaya de Sidi Bel Abbés*.
- Hallouche B., Benyahia M., Moueddene K. & Marok A., 2010 : *Apport de l'hydrogéomorphologie dans la cartographie des zones inondables. Exemple de la plaine de Sidi Bel Abbés (Algérie Nord occidentale)*. Rev. Sécheresse. 21 (3). pp 219-24.
- Kreis N., 2004 : *Modélisation des crues des rivières de moyenne montagne pour la gestion intégrée du risque d'inondation, application à la vallée de Thur (Haut-Rhin)*. Thèse Doctorat. Ecole Nationale du Génie de l'Eau et de l'Environnement. Strasbourg. France. 268p.
- Masson M., Garry G. et Ballais J.L., 1996 : *Cartographie des zones inondables : approche hydrogéomorphologique*. Editions Ville et Territoires. Paris.100p.

- Meddi M., Talia A. et Martin C., 2009 : *Evolution récente des conditions climatiques et des écoulements sur le bassin versant de la Macta (nord-ouest de l'Algérie)*. Physio-Géo. Volume III. pp 61-84.
- Office National de Météorologie de Sidi Bel Abbés, 2009 : *Recueil des données climatiques de la wilaya de Sidi Bel Abbés*.
- Schumm S.A., 1977: *The Fluvial System*. Editions John Wiley and Sons. New York. 338 p.
- SPI infra, 2001 : *Etude d'avant-projet détaillé de la protection de la ville de Sidi Bel Abbés contre les inondations, Phase I – Etude hydrologique, Mekerra et affluents principaux*
- SPI Infra, 2001 : *Etude d'avant-projet détaillé de la protection de la ville de Sidi Bel Abbés contre les inondations, Phase II – Schéma directeur des aménagements, Etude de faisabilité du barrage d'écrêtement [de Tabia],*
- SPI Infra, 2006 : *Plan directeur des localités exposées aux risques d'inondations à travers la wilaya de Sidi Bel Abbés*.