



ONAGRI
TUNISIE

MICROFICHE N°

11180

REPUBLIQUE TUNISIENNE
MINISTERE DE L'AGRICULTURE

الجمهورية التونسية
وزارة الفلاحة

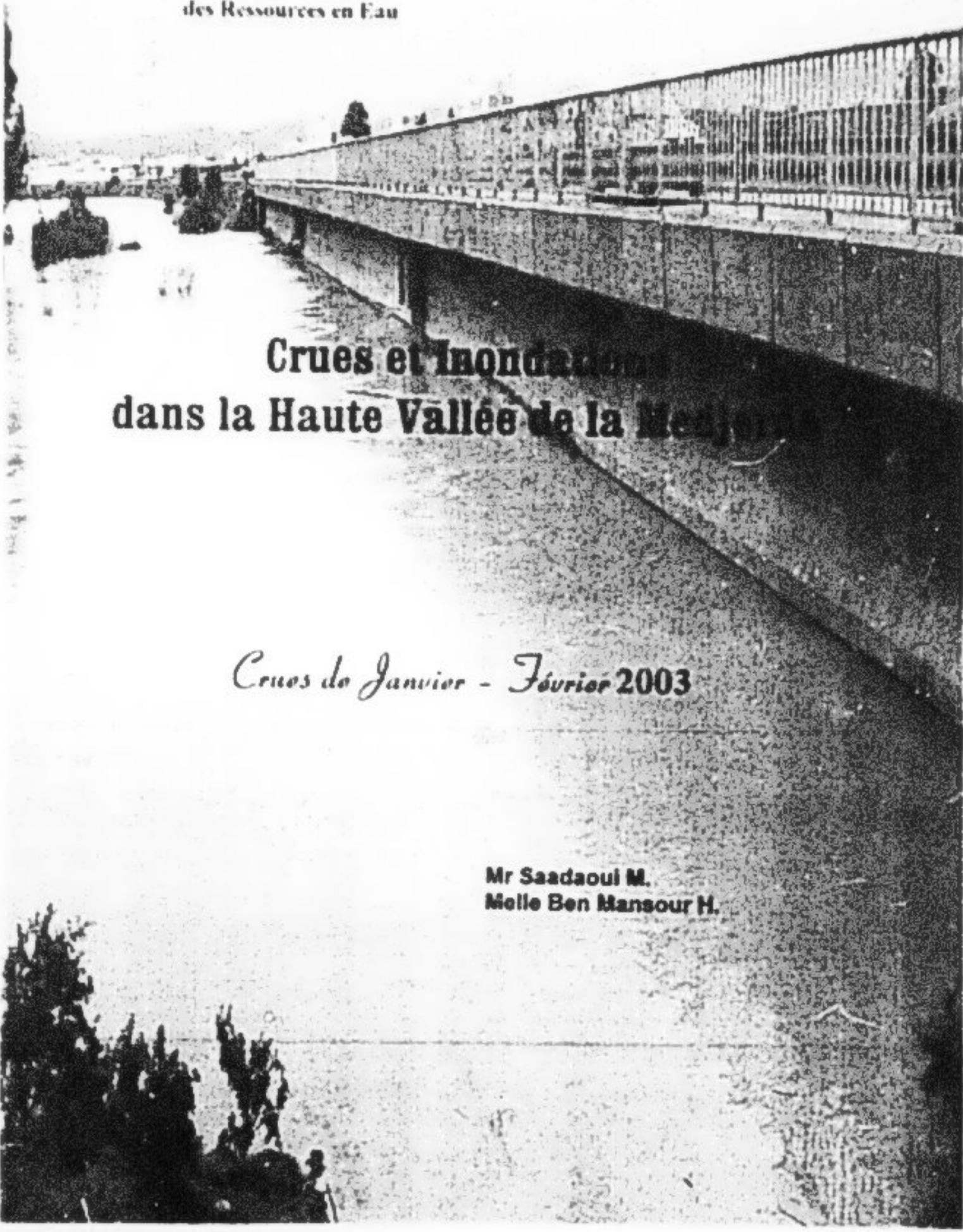
Observatoire National de l'Agriculture
30, Rue Alain Savary - 1002 Tunis

المركز الوطني للفلاحة
30، شارع آلان سافاري - 1002 تونس

F 1

72/150
République Tunisienne
Ministère de l'Agriculture, de l'Environnement
et
des Ressources Hydrauliques

Direction Générale
des Ressources en Eau



**Crues et Inondations
dans la Haute Vallée de la Medjerda**

Crues de Janvier - Février 2003

Mr Saadaoui M.
Melle Ben Mansour H.

République Tunisienne
Ministère de l'Agriculture, de l'Environnement
et
des Ressources Hydrauliques

Direction Générale
des Ressources en Eau

Crues et Inondations dans la Haute Vallée de la Medjerda

Crues de Janvier - Février 2003

**Mr Saadaoui M.
Melle Ben Mansour H.**

Avec la collaboration de :

**Mr Balli N.
Mr Magri A.
Mr Zitouni M T.
Mr Dhaouadi H.
Mr Sayed M.
Mr Boughrara L.
Mr Mechichi H.**

SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
I. ETUDE DE LA PLUVIOMETRIE	3
1. Pluies journalières.....	3
2. Isohyètes et situation pluviométrique.....	7
3. Précipitations mensuelles.....	13
II. RESEAU HYDROMETRIQUE DU BASSIN DE LA HAUTE VALLEE DE LA MEDJERDA	14
1. Oued Medjerda.....	14
2. Oued Rarai.....	14
3. Oued Mellègue.....	14
4. Oued Tessa.....	15
5. Oued Bou Heurtma.....	15
6. Oued Kasseb.....	15
7. Oued Thibar.....	15
8. Oued Béja.....	15
9. Oued Zarga.....	15
III. LES CRUES DE JANVIER-FEVRIER 2003 OBSERVEES AUX DIFFERENTES STATIONS DE CONTROLE SUR LA MEDJERDA ET SUR SES AFFLUENTS EN AMONT DE SIDI SALEM	17
1. Station hydrométrique de Ghardimaou.....	17
2. Oued Rarai à la station plaine.....	19
3. Station hydrométrique de Jendouba.....	19
4. Oued Mellègue.....	22
4.1 Sarrath au P.R Tajerouine.....	22
4.2 Rmel au PR Sakiet.....	22
4.3 Mellègue au k13.....	22
4.4 Barrage de Nebeur sur Mellègue.....	25
5. Station Hydrométrique de Tessa à Sidi Medien.....	28
6. Barrage Bou Heurtma.....	29
7. Station Hydrométrique de Bou Salem.....	31
8. Oued Kasseb.....	34
9. Oued Thibar.....	35
9.1 Transposition des résultats d'observations du bassin limitrophe.....	35
10. Oued Zarga.....	38
10.1 Oued Mkhachbia.....	38
10.1.1 Données pluviométriques de janvier et février 2003.....	38

10.1.2 Les écoulements de janvier et février 2003	40
10.2 Oued Zarga.....	45
10.2.1. Estimation des caractéristiques des crues.....	45
10.2.2. Estimation des caractéristiques des crues	45
10.2.3. Estimation des apports des crues de la période 11/01 au 10/2/2003	47
11. Oued Béja.....	48
11.1 Données pluviométriques de janvier et février 2003	48
11.2 Estimation des caractéristiques des crues au P.R. GP6	48
11.2.1 Méthode des délaissées de crues pour l'estimation du débit maximum de la période au P.R. GP6	49
11.2.2 Estimation des débits par l'utilisation des coefficients de forme des crues	49
11.3 Estimation des apports des crues de la période 11/01 au 10/2/2003.....	52
12. Barrage Sidi Salem.....	53
12.1. Bilan des apports de crues au niveau du barrage Sidi Salem...	53
IV. BILAN RECAPITULATIF POUR TOUT LE SYSTEME HYDRAULIQUE DE MEJERDA EN AMONT DE SIDI SALEM ET POUR LA PERIODE : 11/01/03 à 7h au 11/02/03 à 0h.	53
1. Bilan des apports de crues au niveau de la station de Bou Salem	54
2. Bilan des apports de crues au niveau de Sidi Salem.....	55
3. Effet de la précision de la courbe de remplissage de la retenue sur le bilan des apports	55
V. PROPAGATION DES CRUES	56
1. Durée et vitesse de propagation des crues.....	56
2. Variation de la débitance tout le long de l'oued MEJERDA.....	56
VI. TRANSPORT SOLIDE.....	57
1. Station de Ghardimaou.....	57
2. Station de Bou Salem.....	61
VII. ZONES D'INONDATION	62
1 Historique des inondations	62
2. Zones et villes menacées par les crues.....	62
VIII. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS	65
BIBLIOGRAPHIE.....	

Introduction

Suite aux événements pluviométriques importants survenus sur le nord du pays, en janvier 2003, au cours desquels certaines villes situées dans le bassin de la Medjerda, ont été inondées par le débordement de l'oued Medjerda, causant ainsi des dégâts au niveau des villes de Jendouba, Bousalem et Manouba.

Ces pluies ont provoqué des écoulements importants sur l'ensemble du réseau hydrographique du Nord. La Medjerda et ses affluents, ont connu de grandes crues, en inondant des terres agricoles sur de grandes étendues, interrompant la circulation sur plusieurs axes routiers et isolant de nombreuses agglomérations du Nord (les villes de Bousalem , Jendouba et Djedeida étant durement affectées).

Au cours du siècle dernier, la Medjerda a connu plusieurs crues importantes et rapprochées (.....1947, 1952, 1959, 1969, 1973, 2000), qui ont particulièrement touché la haute vallée. Par ses caractéristiques (relief, hydrographie, climatologie), le bassin de la Medjerda est sans doute l'un des bassins les plus exposés aux risques d'inondations vu le caractère des aléas et la sensibilité de son milieu naturel qui constitue la région à risque et la plus vulnérable à l'érosion et à l'inondation.

Cette étude, tente de faire une analyse hydrologique de cet événement hydro-pluviométrique concernant les différents sous bassins de la haute et moyenne Medjerda en amont du barrage Sidi Salem (Fig. 1) dans le but de :

- Evaluer les différentes caractéristiques hydrologiques au niveau des différents bassins contrôlés par des stations hydrométriques et des retenues de barrages ;
- Estimer les apports et les différents paramètres hydrologiques des bassins non observés tout le long du cours principal de la Mejerda.
- Vérifier le bilan hydraulique établi au niveau du barrage de Sidi Salem ;
- Evaluer le bilan des apports solides des crues au niveau des stations où il y avait des prélèvements pour des analyses de turbidité;
- Identifier les zones de dangers liés aux cours d'eau en s'appuyant sur la connaissance d'événements observés.

I. Etude de la Pluviométrie.

A partir du 10 janvier, une perturbation climatique a frappé la région du NW de la Tunisie. Après une accalmie relative de quelques jours, une situation météorologique identique à celle-ci s'est développée sur la partie NW et a donné lieu à des nouveaux épisodes pluvieux durant les jours de 16-18, et 23-26 janvier et 1-2 Février.

1. Pluies journalières

Pour étudier la pluviométrie des épisodes pluvieux qui étaient à l'origine des écoulements importants du bassin de la haute et moyenne vallée de la Medjerda, nous utilisons les pluviométries journalières cumulées à l'échelle de chaque épisode, relevées à plusieurs stations pluviométriques qui couvrent le bassin.

Les hauteurs journalières du 10-11 janvier, du 16-18 janvier, 23-26 janvier et 31 janvier - 2 Février des différentes stations pluviométriques ainsi que leurs cumuls sont consignés dans les tableaux (n°2,3,4,5).

La première remarque qui se dégage de l'observation de ces tableaux, c'est la continuité des pluies depuis le 10 du mois de janvier d'une part et l'ampleur de ces pluies. Pour l'épisode de 10-11 janvier, on a enregistré 119 mm à la station de Touiref CTV, 108 mm à Bouherma harrage et 90 mm à Bou Salem.

L'étude statistique des pluies journalières maximales du mois de janvier pour quelques stations de la haute vallée de la Medjerda sont représentés dans le tableau suivant.

Tableau n° 1 : Etude statistique des Pluies journalières maximales du mois de Janvier

Période de retour T	1000	100	50	20	10	5	2
AIN DRAHEM	193,2	147,6	133,1	113,1	96,9	79,5	52,1
TABARKA	154,5	106,9	93,7	76,9	64,5	52,2	34,8
FERNANA	133,1	101	90,8	76,8	65,6	53,5	34,6
FEIDJA	260,9	169,8	145,7	115,7	94,3	73,7	45,9
BOUHERTMA	191,7	118,7	100,1	77,4	61,6	46,8	27,6
MELLEQUE SM	71,6	50,1	44,1	36,4	30,8	25,2	17,1
JENDOUBA SM	142,8	87	72,8	55,9	44,1	33,2	19,2
BOUSALEM	73,1	51,1	44,9	37	31,2	25,3	17,1
BEJA	128,7	85,9	74,4	59,9	49,5	39,2	25,1

L'analyse de ce tableau nous montre que la période de retour des pluies enregistrées en Janvier 2003 varie de 10 ans à Ain Drahem pour la journée du 11 janvier, à Jendouba pour la journée du 10 janvier et 5 ans à Fernana pour le 25 janvier.

Tableau n°2 : Pluies du 10-11 janvier 2003

N° station	Nom Station	10	11	TOTAL
80799	Am el Ouen	32,9	72,6	105,5
81198	Am Sakh	58	26,3	84,3
83474	Am Sobah	28	30	58
80771	rgge S el BARRAK	21	41,5	62,5
80641	Beid	23	41	64
81120	Bou Berra Chad Moudon	14,2	54,3	68,5
82189	Cher Fakh	12	20	32
82424	Cher Fakh	26,2	30,6	56,8
84281	Mqem Essal P.F.	44,3	65	109,3
84580	Mqem Ezzouma	42,5	22,5	65
84743	Chad Moudon	104	43,3	147,3
84833	Chadoun	23,2	44	67,2
84880	Chad el Haybar	26,3	43	69,3
85101	Chad Zoum P.F.	31	36	67
85466	Shanoun	23	32	55
80177	Am Jemoula	104	27	131
85260	Am Heryoua	80	55	135
80180	Am Merya	47	15	62
80511	Am Tounga SE	83	19	102
85221	Am Zarga Nouer Boumar	73	36	109
80333	Am Zana	46	41,7	87,7
80543	Am Zebah	28	15	43
80981	Akroun Ouz	59	37	96
80630	Amkroun CTV	28	63	91
80758	Boudoun Boumar	71	35	106
80752	Falko CTV	19,8	51,9	71,7
80823	Bou DKAT	27,3	59,6	86,9
80834	Bou Jachid		130,8	130,8
81123	Bou el Adh	67	45,3	112,3
81133	Bou Hamdoun	81	30	111
81268	Bou Mhr 2 SM	39	86	125
81403	Bou Heryoua Boumar	45,9	61,8	107,7
81608	Cheroun Boumar SM	63	21,6	84,6
81672	Cher du Moudon SM	60	68	128
81786	Cherouna Ferra UCP	73	32	105
81836	Cherouna Ferra	45,5	50,9	96,4
82510	Cherouna Moudon	45	32	77
82521	El Aza NERS UCP	60	50	110
82601	Falko Tama	58,2	37,5	95,7
82664	Cherouna DKF	41,5	25	66,5
82874	Cherouna Ferra	42	14	56
82903	Coudouat	45	25	70
83046	Hadra DCE	30	70	100
83673	Kel en Nouer	80	149	229
83675	Kel BERRH	42	61,5	103,5
83679	Kel OUA	57,8	64,9	122,7
83778	Kel Ferra CHENEN	31	28	59
83879	Kel Ferra	48	36,5	84,5
83873	Kel Ferra les Allobroges	60,5	21,5	82
83964	Leboun CTV	63	34,2	97,2
84639	Nouer Delignoun	70,5	58,7	129,2
85089	Chad Zarga en Ferra Boumar	66,4		66,4
85288	Raghou Superior	45	23,1	68,1
85338	Sera Delignoun	48	50	98
86795	Sou Sobah Abda	71	34	105
86834	Sera Boumar	37,2	23,5	60,7
86968	Jendouba SE	47	27	74
86980	Jendouba SM	53	31,1	84,1
87018	Bou Salem DCE	59,7	30,4	90,1
87422	Sou el Akroun rS CTPA	60	27	87
87643	Terna Sou Moudon	51,5	41,8	93,3
87890	Terna SM	75	24,2	100,2
87742	Tounga CTV	71	48	119
88259	Zadoun UCP	75	39	114
88258	Zoum SM	56	31	87

Tableau n° 3 : Pluies du 16-18 janvier 2003

N° station	Nom Station	16	17	18	TOTAL
30295	Ain el Khaas	32	24,4	33	89,4
30198	Ain Saada	18,7	26	30	74,7
30414	Ain Sobah	37	11	3,5	51,5
30771	Djag Md el HARRAK	15	12,3	24	51,5
30782	Harroun	32,2	25,3	27,5	85,2
30841	Djef	22	26,3	27	75,3
31120	Oua Harrira Oued Manden	25,4	26,5	27,8	79,7
32188	Oue Faroua	55	38	8,5	101,5
32424	Oue Fichta	45,2	38,4	24	107,6
34281	Ma, en Eouf P F	33,5	44	35,3	112,8
34530	Mayen Errouana	27,7	40,4		68,1
34743	Oued affala	40	56	27,5	123,5
34833	Ouedhata	37	16	36,5	89,5
34890	Oued el Harbar	42,3	26	10,6	78,9
35101	Oued Zenn P F	48	26,5	16,2	140,7
36966	Souara	38,5	10	2	50,5
30260	Ain Harrouna	56	60	40	156
30350	Ain Marya		37,3	18	55,3
30533	Ain Zana	49,7	32	14,9	96,6
30630	Amdoun CTV	41	16,8	11,5	69,3
30738	Harrouna Djoualein	24	2,8		26,8
30752	Harba CTV	42,7	25,1	11,7	79,5
31264	Hou Mtar 2 SM	33	42	45	120
31403	Hou Harrira Barrage	43,2	19,6	18,5	81,3
31608	Cherroua Ravant SM	41	18,1	1,8	61,1
31672	Our du Medjeur SM	26	3,3		29,3
31856	Jannoua Ecole	27,5	42,7	27,8	98
32510	Debatou Municipal	17	3,5	206	226,5
32521	El Ala NACS UCP	18	2	2,8	22,8
32603	Fath Teoua	20	1,1	2,5	23,6
32864	Ghardeoua DRE	42	18	60,4	120,4
33603	Kef en Nouar	32	64		96
33778	Krib Faroua COSSIN	15,5	14,5	10	40
33839	Kouar Ecole	13,5	2	3	18,5
33873	Kant Tyl les Abdouyegou	26,1	2,2	1,5	29,8
33964	Lerban CTV	19,3	2,3	2,3	24,3
34639	Noubar Delegation	33	2,3	2,2	37,7
35089	Oued Zerga ex Frou Rural	21	6,2	3,3	30,5
35264	Raghar Supérieur	38	18	13,5	69,5
35888	Sera Delegation	23	2	4	29
36834	Stara Djoualein	40,1	12,1	9	61,2
36988	Jendouba SE	31	3	2,3	36,3
36993	Jendouba SM	31	4,6	2,5	38,1
37018	[Nou Salem DRE]	29,5	8,2		37,7
37022	Souk el Kharrass ITS CTPA	25	3	7	35
37643	Tenna Sakh Manden	19	3,6	5,6	30,2
37690	Tibou SM	18,8	3	5,6	27,4
37742	Touaref CTV	47	8	3	58
38059	Zandouba UCP	21,5	3	3	27,5
38128	Zouren SM	34		5	39

Tableau n°4 : Plaies du 23-26 janvier 2003

N° Station	Nom Station	23	24	25	26	TOTAL
30295	Am el Khass	25	41,3	44	15	125,3
30398	Am Saida	17	24	40	3,3	84,3
30414	Am Achah	7,3	26	30	34	77,3
30771	Hge Sd el HARRAK	7,8	9,8	21,5	3	44,1
30782	Hazna	5	65	62,5	20	152,5
30841	Houf	10,5	22,5	44	7	75
31120	Hou Dhrasa Oued Mandem	8,5	9,9	55,6	4,5	78,5
32188	Dhr Fatma	40	60	2,5	19,5	122
32424	Dhr Fella	24,2	42,2	47,5	18,5	112,4
34281	Marem Fouaf FF	20,7	46,8	60,7	23	160,2
34350	Marem Fricuaga	15,7	28,4	6,2		50,3
34745	Ouled Mfada	24	72	24		120
34833	Ouchata	11,5	21	34	7	73,5
34790	Oued el Houtar	5,9	52	10,2		72,1
35101	Oued Zenn FF	36,2	51	85	21,5	193,7
36966	Serama	8,5	25,5	7,5	34	75,5
30177	Am Jemrala	2,3	31	22	18	73,3
30260	Am Hamrara	35	50	75	16	176
30350	Am Merja	4	8	32	20	64
30511	Am Tounga Sé		5,5	14	52	71,5
30521	Am Zarga Ruar Romane	4	13	33		50
30535	Am Zana	17,7	47,4	50,3	12,1	127,5
30543	Am Zetada		12	13	35	62
30591	Akount Gure	10	10,5	51		71,5
30650	Amkoun CTV	17,5	29	72	8,2	126,7
30718	Badrana Boualem	8	16	25,7		49,7
30752	Balta CTV	10,9	44,3	47,6	11,1	113,9
30823	Beya DGRAT	20	13,3	57	1,5	91,8
30854	Ben Juballah	8	56,5	4		68,5
31103	Bey el Aifa	10	31	41,5	5,5	88
31133	Bey Hamkouna	4,3	12,5	32		48,8
31264	Ben Mtar 2 SM	25	54	36	11	146
31403	Hou Herta Durrage	17,5	40,6	57,7	11	126,8
31608	Chammou Rasoudet SM	12,2	27,6	15,1		54,9
31672	Cité du Mergueur SM	7	30	21		58
31786	Dacoua Ferme UCP	6,5	27	25		58,5
31856	Jacoua Ecole	15,1	45,5	57,4	9,5	127,5
32510	Département Municipalité	3,5	12,5	28,5		44,5
32521	El Aïse SERS UCF	4	10,8	33	2,2	50
32603	Fath Tenna	6,5	19	30	1,5	57
32864	Ghardaoua DRI	11	18,5	15,5	5	50
32874	Ghardaoua Tencour	10	13,5	51	4,5	79
32905	Gouarilat	3	15	21		39
33603	Kef en Nouar	24	83	42,5	18	167,5
33605	Kef DGRAT	8,3	24	26	7,5	65,8
33619	Kef CMA	8	28	35,5	7,2	78,7
33778	Krib Ferme CUPSEN	7,2	27	61	4,2	99,4
33839	Kouar Ecole	2	9,5	29		40,5
33875	Kouar Ty les Alkhouzen	2,1	5,8	21,2		29,1
33964	Larbaou CTV	5,2	13,3	26	2,4	46,9
34619	Nehou Delegation	9,2	24	47	5,5	85,7
35089	Oued Zarga en Ferme Rural	7,2	18	41		66,2
35288	Raghuu Superieur	18	24	30,3	17,5	89,8
35888	Sers Delegation	3	13	41,3	3	43,3
36595	Sed Sahbi Almda	4	23	26,5		53,5
36804	Shou Boualem	11,8	18,4	46,3	30,2	106,7
36988	Jendouba Sé	10	24	22	4,3	60,3
36990	Jendouba SM	10,4	25,7	22	4,8	62,9
37018	Hou Salem DRI	6,5	13,7	17,7	2,8	40,7
37022	Souk el Khroua H.S. C.T.V.A	7	24	27		58
37643	Tenna S. & Medem	7,6	21,6	36,5	2	67,7
37690	Tibar SM	6	36	42,5	5	89,5
37742	Touaref CTV	8	25	16	5	54
38059	Zaouara U.C.P	9,5	34,5	52	8	104
38138	Zouem SM	6	21	23	3	53

Tableau n°5 : Pluies du 31 janvier - 2 Février

St. station	Nom Station	Total
30275	Ain el Khass	69.0
30398	Ain Seada	72.7
30414	Ain Sobah	51.0
30771	Hger Sid el HARRAK	68.2
30782	Hennas	107.0
30841	Hefif	101.0
31120	Hou Eloua Grand Maaden	105.5
31308	Lou Faloua	77.5
34281	Marem Fouf PP	116.6
34550	Marem Frouma	78.5
34833	Ouhtata	114.8
36966	Souamat	52.6
37435	Ain Zana	46.9
30630	Amdoun CTV	63.0
30752	Balta CTV	72.8
31131	Hou Hamdoua	24.0
31264	Hou Mtar 2 SM	98.0
31401	Hou Henna Harage	74.7
31608	Chentou Rasoulet SM	37.5
31672	Coat du Mellouat SM	24.0
31786	Douara Ferris LCP	26.5
31856	Jessara Ecole	85.2
32510	Dehmani Municipal	23.0
32864	Chentoua DAF	25.5
32874	Chentoua Tensou	34.0
32905	Gezbalet	46.5
33603	Kef en Neour	92.5
33778	Keb Ferme CEJANEN	46.4
33875	Kaar Tyr les Aillouges	60.4
35089	Chant Zerqa et Feri Karsi	42.0
33288	Raaher Superieur	34.2
36804	Stara Housoum	52.4
36988	Jemkoucha St	31.0
36990	Jemkoucha SM	30.6
37018	Hou Saïem DAF	29.7
37022	Souk el Khattoua PS CEPA	27.0
37643	Tassa Sou Madem	36.0
37690	Tahar SM	34.7
38059	Zaafraie UCT	23.5
38158	Zouam SM	30.0

2. Isohyètes et situation pluviométrique

Les Fig. n° 2,3,4 et 5 présentent les répartitions pluviométriques du 10-11, 16-18, 23-26 janvier 2003 et 31 janvier-2 Février sous forme d'isohyètes.

L'examen de ces isohyètes permet de remarquer que :

L'épisode pluvieux du 10-11 janvier est caractérisé par un noyau pluviométrique principal défini par l'isohyète des 120 mm centré au Kef, Jerssa et Nebeur.

En ce qui concerne le second épisode pluvieux 16-18 janvier, il est essentiellement caractérisé par un noyau de 200 mm dans la région de Dehmani. La majeure partie du bassin a reçu une pluviométrie comprise entre 30 et 100 mm.

Fig n° 4: Isohyètes du 23-24-25-26 janvier 2003
(Haute vallée de la Mejerda)

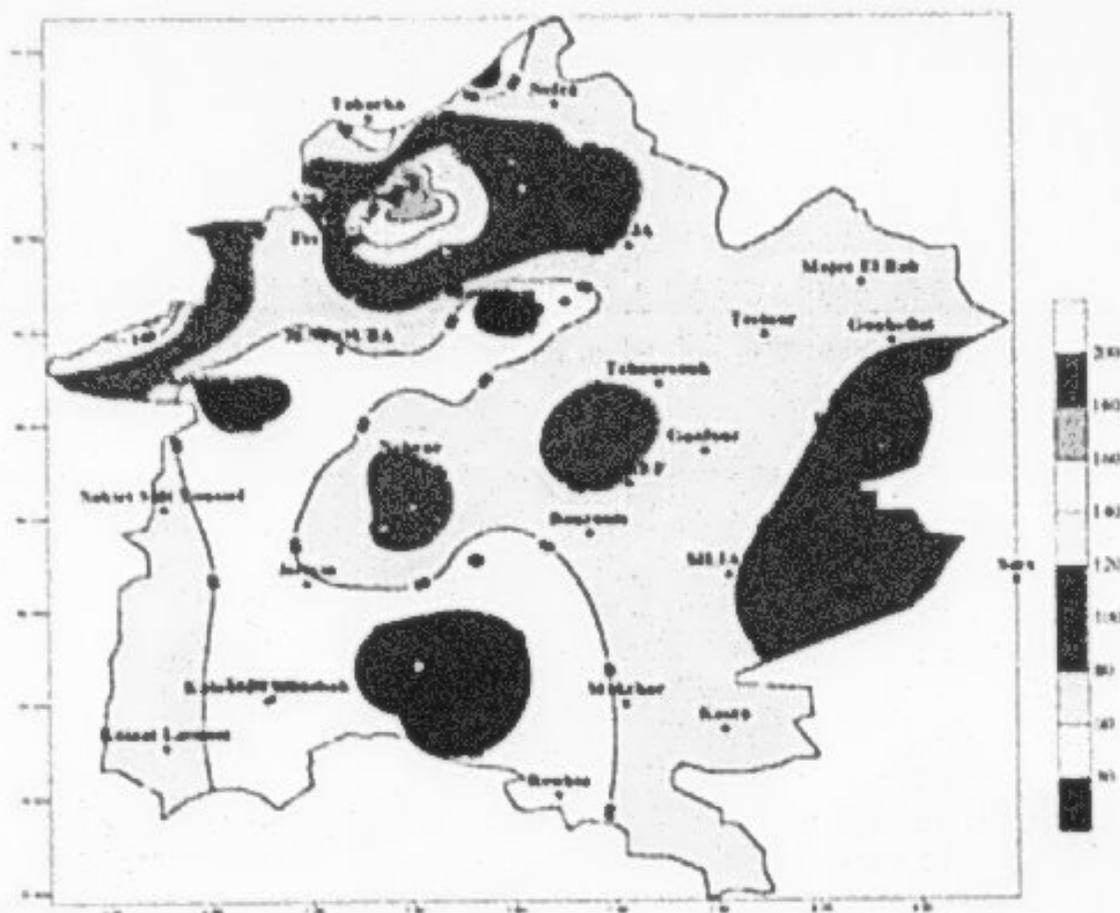


Fig n° 5: Isohyètes du 31 Janvier au 2 Février 2003
(haute vallée de la Mejerda)

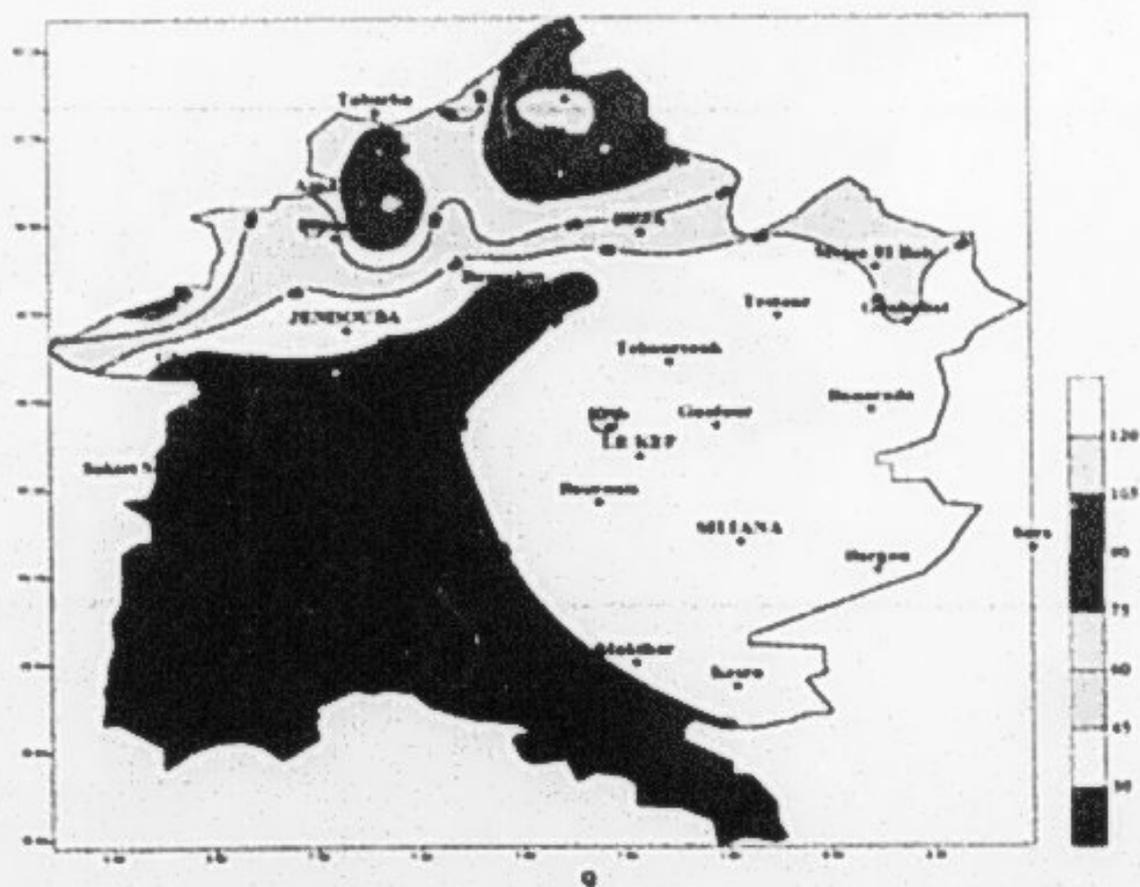
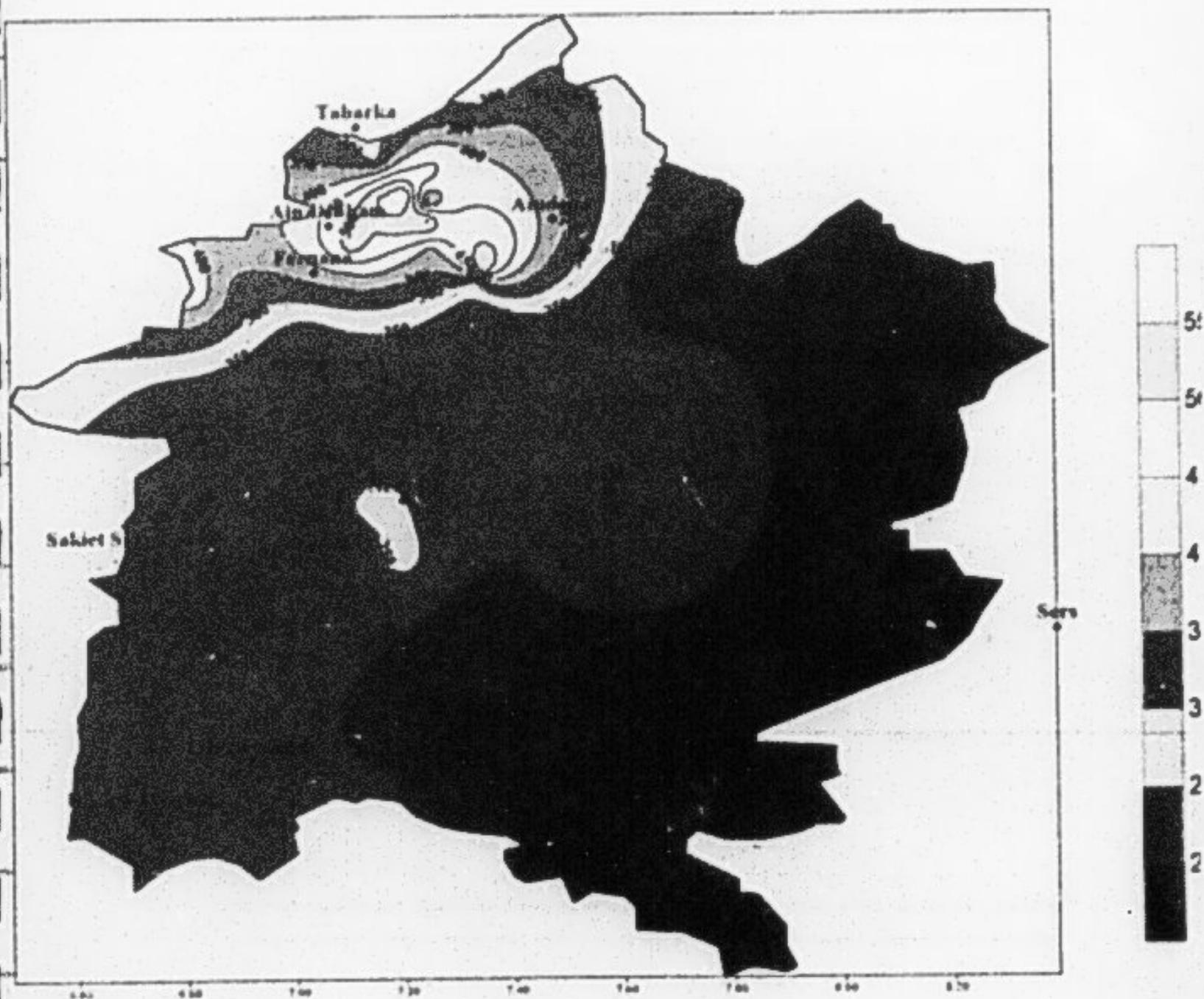


Fig.n°6 : Isohyètes du mois de Janvier 2003
(Haute vallée de la Mejerda)



Enfin, l'épisode pluvieux du 23-26 janvier est caractérisé par un noyau de plus de 160 mm vers Ain Drahem et des noyaux secondaires réduits définis par l'isohyète 80 mm vers Nebeur et Tébousouk et l'isohyète de 50 mm centré à Dehmani, Ghardimaou et Bousalem.

La figure 6, montre bien l'importance des pluies qui sont enregistrées dans la région du Nord Ouest du pays, notamment dans le bassin de la haute vallée de la Medjerda. La pluie mensuelle maximale a été enregistrée à la station de Ain Drahem et s'élève à 660 mm, suivant les stations de Nefza 317.5 mm, Bouhertma 316 mm, et Sakiet Sidi Youssef 263 mm.

Pour mieux illustrer l'importance de ces événements, il y'a lieu de les comparer avec les valeurs moyennes mensuelles (mois de janvier), saisonnières et annuelles calculées pour quelques stations du bassin versant. Les résultats de cette comparaison sont groupés dans le tableau n° 6.

Comparée à la moyenne de janvier, la pluie des épisodes pluvieux représente 1.25 à 4.6 fois cette moyenne. Ces épisodes ont apporté en quelques jours 42 à 160% de l'apport pluviométrique saisonnier moyen et enfin 18 à 40% de la moyenne annuelle.

Le graphique n° 7 représente la comparaison du total de ces épisodes à ces différentes moyennes citées ci dessus.

Fig n°7: Comparaison du total des épisodes pluvieuses aux différentes moyennes

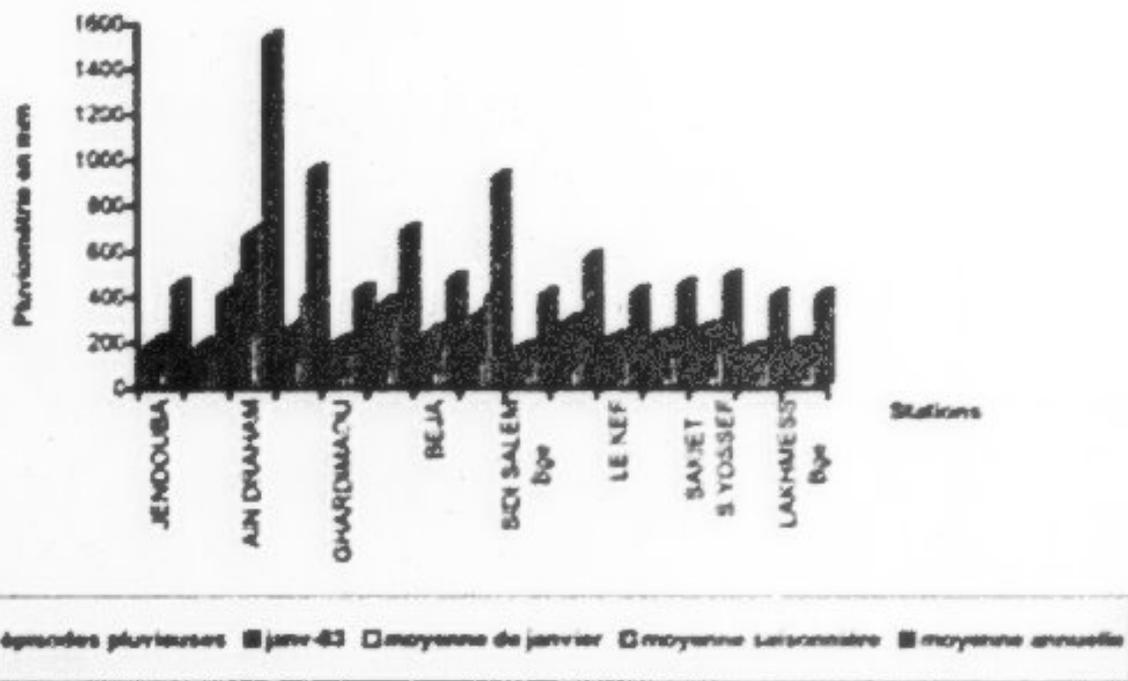


Tableau n° 6 : Comparaison du total des épisodes pluvieux aux différentes moyennes

Station	10-11 jours	14-18 jours	21-24 jours	Total	jan-01	Mois	Mois Jours	10e années	Mois	Mois Saison	10e années	Mois	Mois Ann	10e années	Mois
STATION BVA	84,1	38,1	39,7	181,9	204,3	89,04	64,1	101	281,78	180,6	101	100,72	486	104	40,78
STATION SALLIMBORE	67	29	41,5	147,5	184,1	80,12	54,1	37	272,64	155,3	37	94,98	406,7	35	36,27
STATION BAKALIMBA	146	179	150	495	640	75,00	246,3	105	193,13	708,1	104	69,91	1535,5	105	32,24
STATION	57,5	49	47	168,5	266,2	63,30	134,6	15	125,19	392,8	14	42,90	952,54	14	17,69
STATION BAKALIMBA	66,5	66,4	50	182,9	190,7	91,59	57,31	47	319,14	161,5	45	113,25	419	44	42,63
STATION BAKALIMBA	107,7	81,1	126,8	315,8	373,4	84,57	100,2	36	315,17	316,3	33	99,84	611,1	32	45,70
STATION	86,9	33,1	89,8	210	245,7	84,47	74,1	17	283,40	213,8	16	98,22	478,6	13	43,88
STATION	68	76,5	79,5	224	317,5	70,55	123,7	28	181,08	398,2	27	56,25	924,1	24	28,24
STATION SALLIMBORE	74,3	27	61,8	163,1	176,4	92,46	57,5	12	281,65	144,2	12	113,11	408,65	11	39,93
STATION SALLIMBORE	144,8	34,4	92,3	271,5	294,6	92,16	80,2	51	338,53	236,9	50	125,17	571,9	43	67,47
STATION	103,5	26,7	75,3	205,5	217,3	94,57	44,5	35	461,80	127,5	35	161,18	417,3	34	49,20
STATION	128	32	61,5	221,5	229	96,72	53,3	54	415,57	194,2	53	143,64	480,3	53	69,41
STATION	120,7	65,6	67	253,3	262,7	96,42	59,1	34	428,60	170,6	34	148,48	465,1	34	52,22
STATION	71	33	62	166	172,4	96,29	40,8	35	409,86	117	35	141,88	403	32	41,19
STATION	78,9	27,6	80,2	197,1	195,2	98,72	46,1	23	418,00	112,5	23	171,29	403,03	23	47,58

Par ailleurs, nous avons groupé les pluies exceptionnelles du mois de Mars 1973, Mai 2000 et janvier 2003 (importantes inondations du Nord Ouest) dans le tableau suivant :

Tableau n°7 : Pluies exceptionnelles sur le bassin de la haute vallée de la Medjerda

Numéro	Station	Pluies Mars 1973	Pluies Mai 2000	Pluies Janvier 2003
30188	Ain Drahem	543,8	100,4	660
51672	Mellegue Barrage	181,3	108,3	229
52864	Ghardimou	153,2	158,1	199,7
53619	Kef CMA	216,9	160	217,3
55145	Beja	261,5	45,7	245,7
55502	Sakiet Sidi Youssef	214,2	180,6	262,7
56764	Siliana	244,5	70	172,4
56990	Jendouba	185,8	94,7	204,3
57018	Bousalem DRE	182,7	111,9	184,1
57558	Teboursouk	259,2	129,9	294,6

Nous remarquons que les pluies de janvier 2003 dépassent largement les pluies de Mai 2000 et Mars 1973 pour la plupart des stations du bassin de la haute vallée de la Medjerda.

3. Précipitations mensuelles.

Une analyse statistique à l'échelle mensuelle a été effectuée pour les stations de la haute vallée de la Medjerda.

Le tableau n°8 récapitule les résultats obtenus pour le mois de janvier. Ce tableau comporte les valeurs caractéristiques des pluies mensuelles correspondant à des fréquences déterminées.

Tableau n°8 : Ajustement statistique des totaux pluviométriques du mois de janvier

Fréquence	0,001	0,01	0,02	0,05	0,1	0,2	0,5
Période de retour T (ans)	1000	100	50	20	10	5	2
Tessa	169,5	130,5	117,8	100,0	85,4	69,2	42,8
MELLEQUE	189,9	144,1	129,6	109,5	93,5	76,1	49,1
FERNANA	455,7	354,5	321,5	274,8	236,4	193,7	123,6
GHARDIMAOU	249,4	181,4	160,1	131,3	108,6	84,7	49,0
JENDOUBA	235,0	176,6	158,1	132,8	112,6	90,8	57,3
FEJA	698,1	544,4	494,1	423,2	364,7	299,6	192,5
BOUSSALEM	228,6	166,6	147,3	120,9	100,2	78,3	45,6
BEJA	240,7	188,6	171,6	147,5	127,6	105,4	68,7
BARRAGE Sd Salem	221,4	164,8	147,0	122,6	103,2	82,5	50,8
AIN DRAHEM	814,1	640,6	583,6	503,0	436,4	361,9	238,6
Sakiet Sidi youssef	242,6	178,4	158,3	130,8	109,2	86,1	51,4

On remarque que les totaux de janvier 2003, cités dans le tableau n°7, sont très élevés et que d'après les ajustements statistiques, on serait conduit à dire qu'il s'agit des hauteurs de pluie dont la période de retour serait de plus que 100 ans.

II Réseau Hydrométrique du Bassin de la haute vallée de la Medjerda

Le bassin de la haute vallée de la Medjerda (Fig n° 8) , comprend toute la partie sud des monts de la Medjerda. Elle s'étire en ligne droite d'orientation Est-Nord Est sur une longueur de 130 km et une largeur de 25 à 30 km. On présente dans ce qui suit l'oued Medjerda et ses principaux affluents jusqu'au barrage Sidi Salem.

1. Oued Medjerda :

La Medjerda qui prend sa source dans la montagne de Souk Ahras au Djebel Allaya en Algérie à 1100 m d'altitude, débouche dans la plaine de Ghardimaou en décrivant plusieurs méandres et conflue avec Rarai, Meliz et Melah.

A Jendouba les méandres deviennent plus serrés et la Medjerda conflue avec Mellègue, Tessa pour arriver enfin à Bou Salem. La Medjerda limitée au barrage Sidi Salem draine plusieurs sous bassins de tailles très différentes répartis en trois unités géographiques : le haut tell, la région de Béja et les plaines de la moyenne Medjerda.

Les principaux affluents de Medjerda sont les suivants :

Ceux de la rive droite qui descendent du Haut Tell sont :

Oued Meliz au PR GP6: 235 km²
Oued Mellègue à Medjerda: 10700 km²
Oued Tessa à Bou Salem: 2420 km²
Oued Thibar : 251 km²

Ceux de la rive gauche sont :

Oued Rarai : 750 km²
Oued Bou Heurtma : 550 km²
Oued Kasseb: 270 km²
Oued Béja : 340 km²
Oued Zarga : 320 km²

2. Oued Rarai :

c'est un affluent de rive droite de la Mejerda, il prend sa source en Algérie et draine les massifs de la face nord de la haute vallée de la Mejerda. Son point culminant (Jbel Rohra) est à 1202 m au nord du bassin, son exutoire est à 175 m.

3. Oued Mellègue :

Principal affluent de la Medjerda, l'oued prend naissance dans les monts de Tebessa à 1408 m d'altitude sous le nom d'oued chebro. En aval de Tebessa , il reçoit en rive gauche l'oued Meskina qui draine les hauts plateaux de Meskina à une altitude de 1000m. Après la confluence des deux oueds, le Mellegue prend son nom définitif. Il parcourt une distance de 317 km avant de confluer avec Medjerda près de Jendouba à 140 m d'altitude.

4. Oued Tessa :

Il prend sa source dans la région des hautes plaines de l'Atlas tunisien à 590 m d'altitude en tant que drain de la plaine des Zouarines. La longueur de son cours principal est de 143 km et sa confluence avec Medjerda est à 133 m d'altitude. Cet oued rassemble toute les eaux provenant de la zone Sud Ouest de la Medjerda

5. Oued Bou Heurtma :

L'oued Bou Heurtma draine un bassin de 588 km² dont 20 % sont contrôlés par le barrage. Il prend sa source à une altitude de 1037 m. Ses eaux circulent sur les flyschs oligocènes qui lui confèrent une eau de très bonne qualité.

6. Oued Kasseb :

Le bassin de Kasseb limité à la confluence avec Medjerda, il draine un bassin de 255 km², dont 101 km² sont contrôlés par le barrage. En aval du barrage, la pente moyenne de son cours principal est faible (3 ‰).

7. Oued Thibar :

Le bassin de Thibar limité à la confluence avec Mejerda, il draine un bassin de 251 km², son affluent principal de rive gauche oued Es Selmini draine la majorité du bassin versant.

8. Oued Béja :

c'est un affluent rive gauche de l'oued Medjerda qui se jette directement dans la retenue de Sidi Salem. Limité au pont Trajan, il draine un bassin de 336 km² et à la confluence avec Medjerda un bassin de 340 km². Il prend naissance à partir des sources Soltane, il coule suivant une direction sensiblement Nord -Sud. L'oued Béja reçoit les affluents suivants :

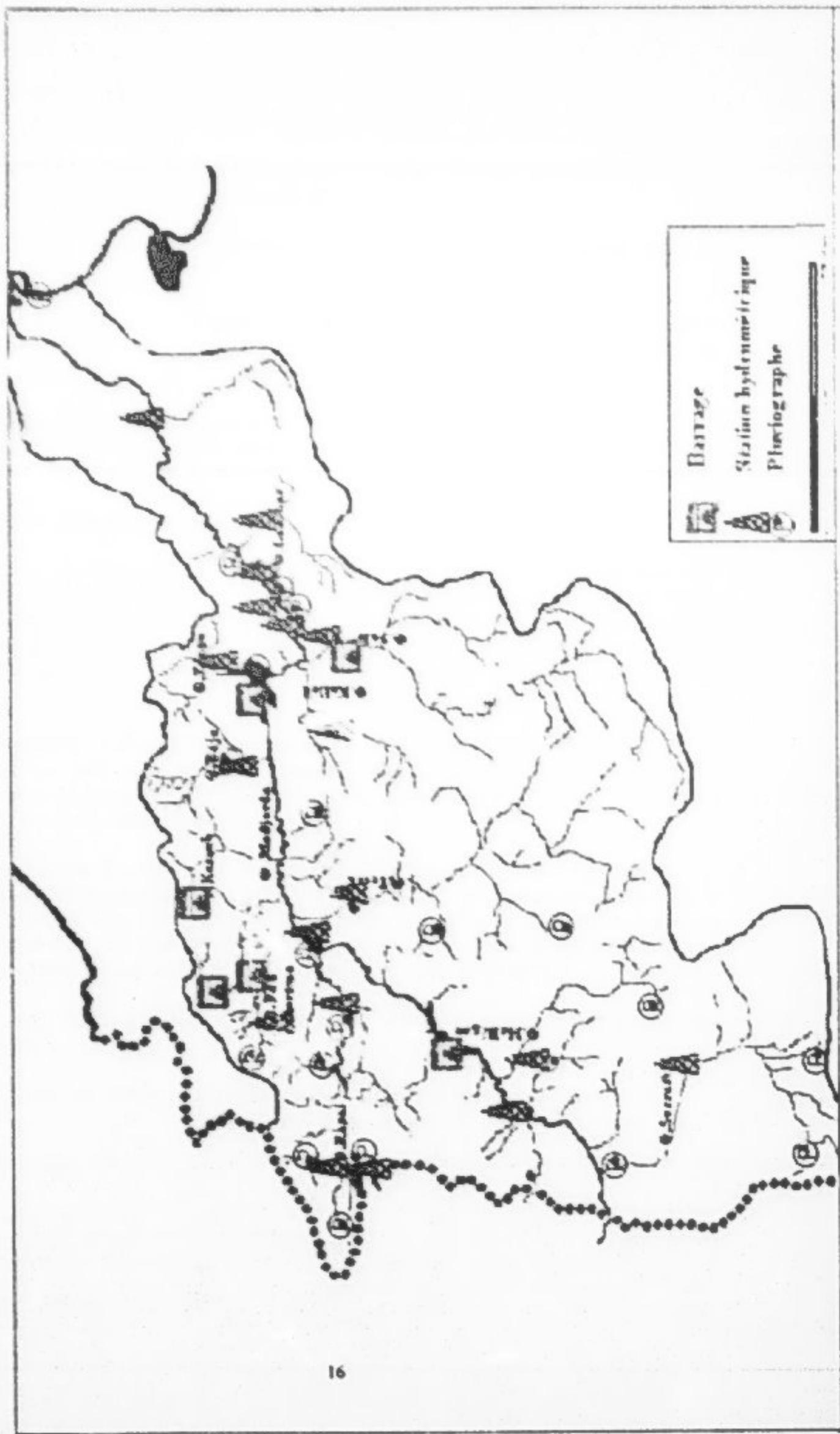
sur la rive droite : l'oued Bou Rouba qui prend naissance à Ain Sallem, à environ 10 km au nord ouest de Béja et l'oued Bessime où s'effectue les rejets de la levurerie de Béja et une partie des rejets de la ville.

sur la rive gauche : les oueds Berdine, EL Boul, et Ftaier drainent essentiellement les eaux de lessivage des sols agricoles à cultures intensives.

9. Oued Zarga :

C'est le dernier affluent de rive gauche de Medjerda en amont de Sidi Salem. Il déverse ses eaux directement dans la retenue. Limité à la confluence avec Medjerda, il draine un bassin de 320 km². Son principal affluent de rive gauche est l'oued Mkhachoua.

Fig n° 8: Stations Hydrométriques de la Medjerda



III . Les Crues de Janvier - Fevrier 2003 observées aux différentes stations de contrôle sur la Medjerda et ses affluents en amont de Sidi Salem

En amont du barrage de Sidi Salem, il y a 7 stations hydrométriques contrôlant les différents bassins de la Medjerda et 3 retenues de barrages (Fig. n° 8).

Nous présentons ci après les stations de contrôle suivant l'ordre chronologique de propagation des crues.

Dans un premier temps et à partir des jaugeages effectués par les équipes régionales et de Tunis , nous avons actualisé les différentes courbes de tarages pour ces différentes stations hydrométriques. (Annexes)

Pour chaque station, nous présentons les caractéristiques hydrologiques des grandes crues enregistrées: le débit maximum (Q_{max}), le volume écoulé (V_e), la lame écoulée (le), le temps de monté (t_m) et le temps de base (t_b).

1. Station hydrométrique de Ghardimaou

La station de Ghardimaou contrôle un bassin versant de 1480 km². La présence d'un observateur sur place a permis de suivre les crues de cette station de façon continue surtout que le limnigraphe n'a pas fonctionné. Le débit a commencé à s'élever à Ghardimaou à partir de 9 h du matin le samedi 11 janvier 2003 pour arriver au maximum vers 12 h30 (Q_{max} : 1090 m³/s) puis la hauteur a commencé à diminuer progressivement jusqu'au 14/01/2003.

Une deuxième crue avec deux pointes successives est apparue le 16/01/2003 à 14h15 à la côte 190 avec un débit de 7.25 m³/s, la première pointe est atteinte le 17/01/2003 à 09h30 à la côte 425 avec un débit de 334 m³/s, quant à la deuxième en date 18/01/2003 à 14h00 a pour côte 367 avec un débit de 222 m³/s.

Une troisième crue avec trois pointes successives s'est manifestée le 25/01/2003 à 16h00 à la côte 198 correspondant à un débit de 47.5 m³/s, la première pointe est atteinte le 25/01/2003 à 03h30 à la côte 402 avec un débit de 240 m³/s, la deuxième en date du 26/01/2003 à 01h00 a pour côte 435 avec un débit de 371 m³/s et enfin la troisième pointe en date du 26/01/2003 a atteint la côte 437 à 19h00 avec un débit de 376 m³/s.

La courbe d'étalonnage présentée dans la Fig. n°9 est utilisée pour la traduction des hauteurs en débits.

Tableau n°9 : Caractéristiques des différentes crues observées à la station de Ghardimaou

Début de crue	Q_{max} (m ³ /s)	V_e (10 ⁶ m ³)	le (mm)	t_m	T_b
11/01/03 à 1 h	1090	57.76	40	11h30	3j
16/01/03 à 0h30	334	25.44	20	13 h	2j 16h30
24/01/03 à 14h	379	53.9	45	2j 10h	5j 3h
Pour toute la période	1090	197.3	133.3		

Fig. n° 9 : Courbe d'étalonnage de la station de Ghardimaou

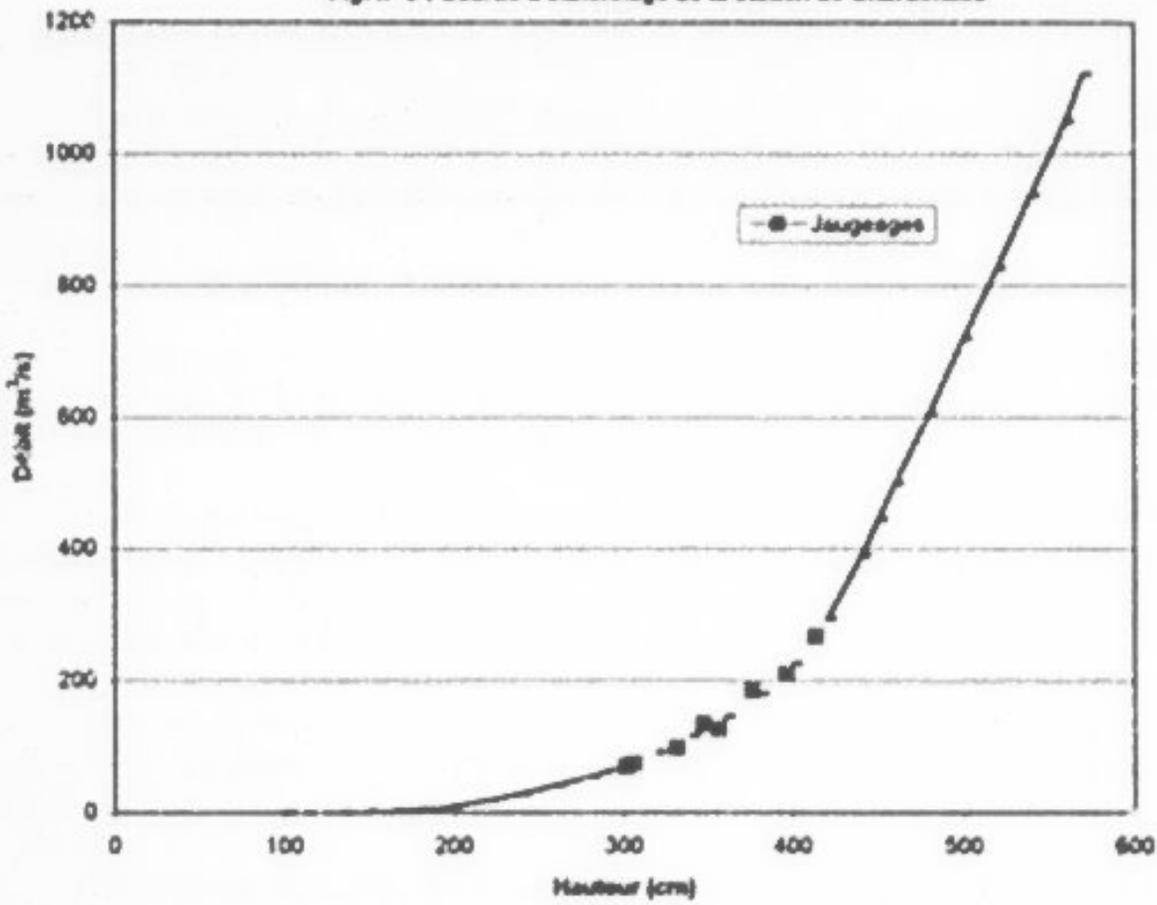
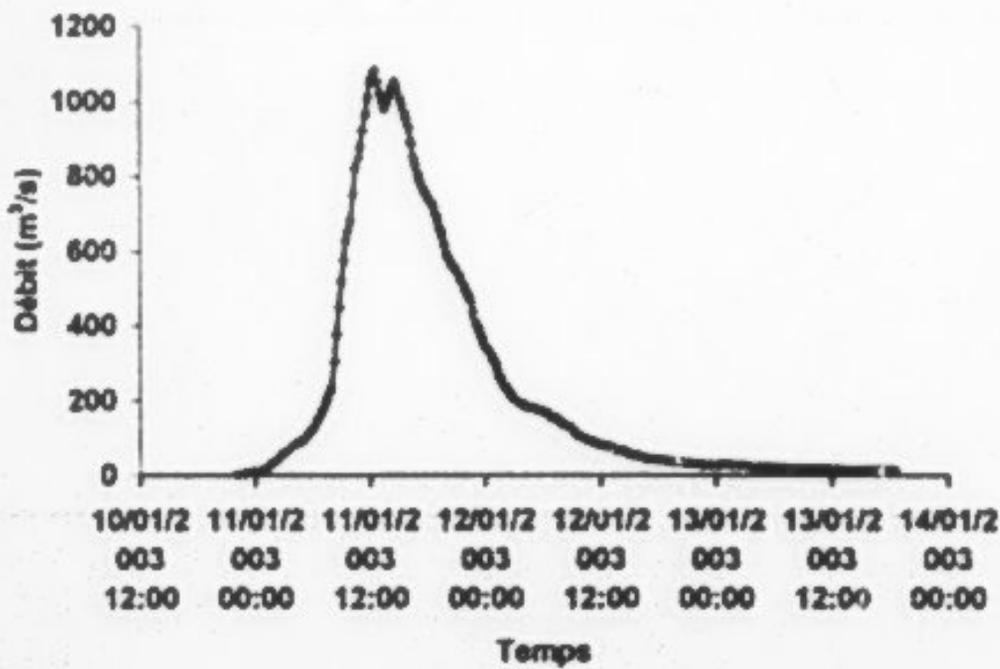


Fig n° 10 : Oued Mejerda à Ghardimaou
Crue du 11 au 13 janvier 2003



2. Oued Rarai à la station plaine

Il faut noter que l'oued Rarai affluent rive droite de la Medjerda dont le bassin draine une chaîne montagneuse à relief très accidenté a contribué à la crue de Medjerda avec une crue importante dont la cote maximale est atteinte le 11/01/2003 (HL = 2064, Q= 229 m³/s).

3. Station hydrométrique de Jendouba

La crue qui est enregistrée à Ghardimaou est arrivée à la station de Jendouba le 11/01/2003 à 11 h00 à la cote 3 00 avec un débit de 1 5 m³/s pour atteindre son maximum le 12/01/2003 à 03h00 avec un débit de pointe de 1070 m³/s.

Une deuxième crue avec deux pointes successives est apparue le 16/01/2003 à 22h00 à la cote 424 avec un débit de 27.3 m³/s pour atteindre la première pointe le 17/01/2003 à 23h00 avec un débit de 353 m³/s, quant à la deuxième pointe, elle est atteinte le 19/01 /2003 à 1 h00 à la cote 989 avec un débit de 297 m³/s.

Une troisième crue a démarré le 24/01 /2003 à 04h00 à la cote 335 avec un débit de 15.9 m³/s pour atteindre son maximum le 26/01/2003 à 12h00 à la cote 1067 avec un débit de 394 m³/s.

Profitant de cette crue, nous avons établi des jaugeages et par la suite tracer la nouvelle courbe de tarage pour la station de Jendouba (Fig. n°11).

Les caractéristiques des crues observées à la station hydrométrique de Jendouba sont présentées au tableau suivant.

Tableau n°10 : Caractéristiques des différentes crues observées à la station de Jendouba

Début de crue	Q _{max} (m ³ /s)	V _e (10 ⁶ m ³)	le (mm)	t _m	t _b
11/01/03 à 11 h	1070	224.30	93.1	16 h	2j 7h
17/01/03 à 0 h	353	139.5	57.9	23 h	3j 20h
24/01/03 à 8h 45	394	94.9	39.4	2j 8h	6j 02h
Pour toute la période	1070	315	130		

Fig. n° 11 : Courbe d'étalonnage de la station de Jendouba
 Volume: du 12/01/2003 à 2 h

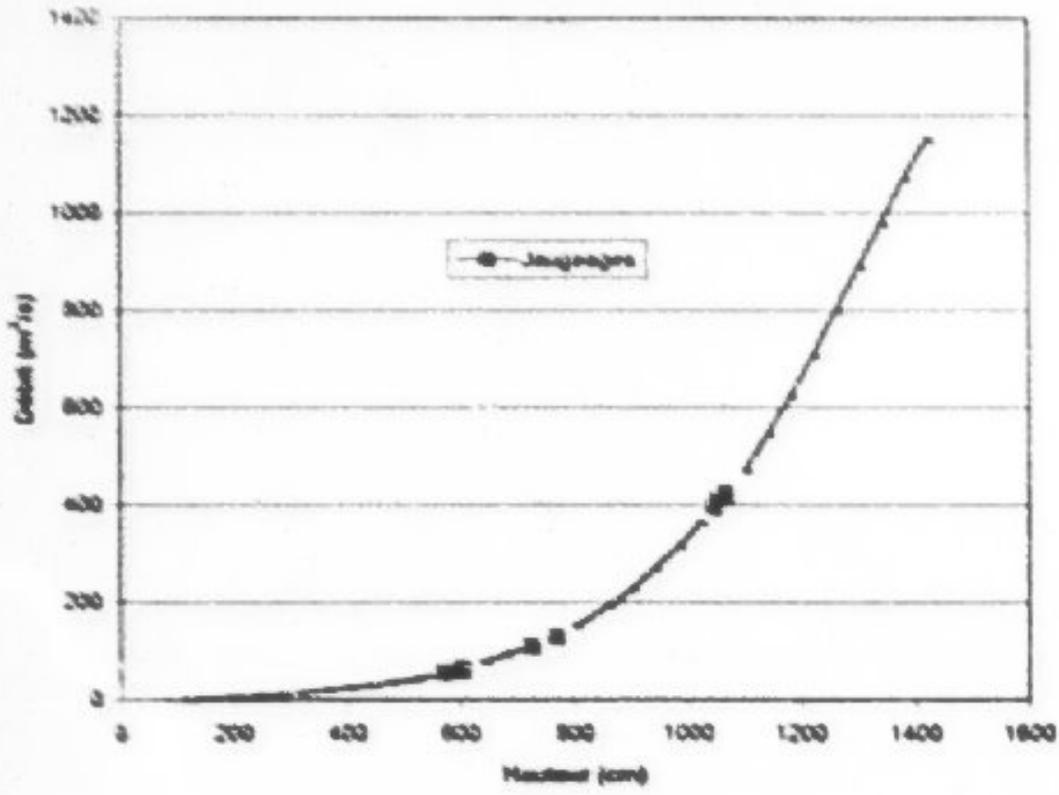


Fig n° 12: Oued Mejerda A Jendouba
 Crue du 11 au 13 janvier 2003

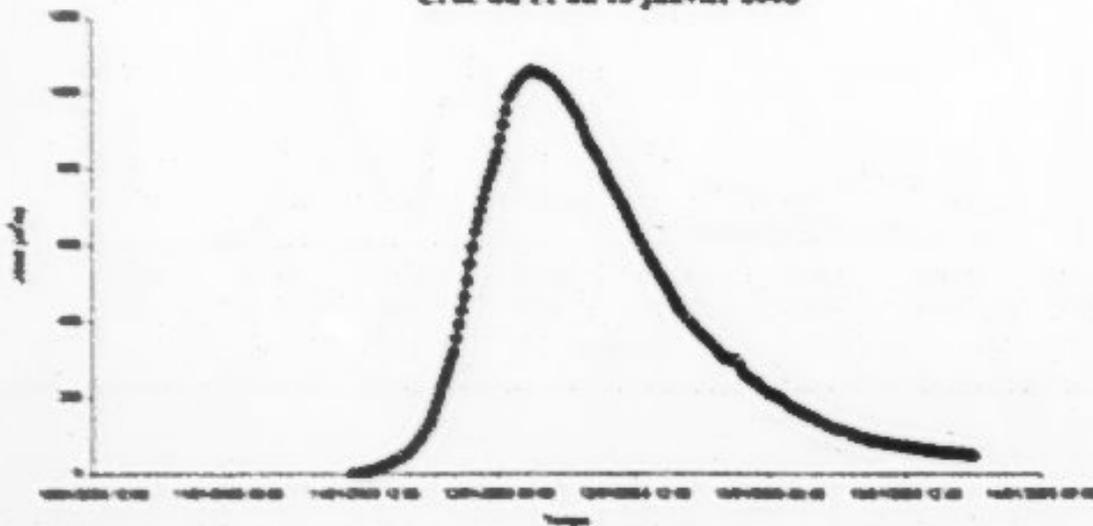


Fig. n° 13 : Oued Mejerda
Cruée du 11 au 13 janvier 2003

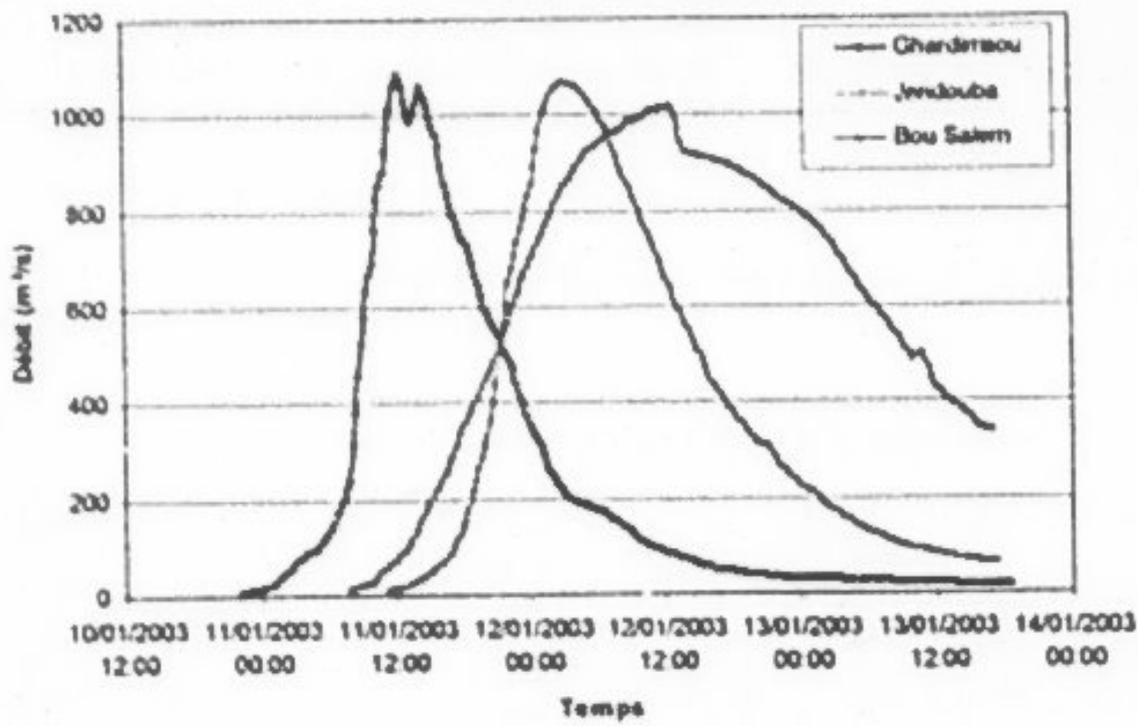
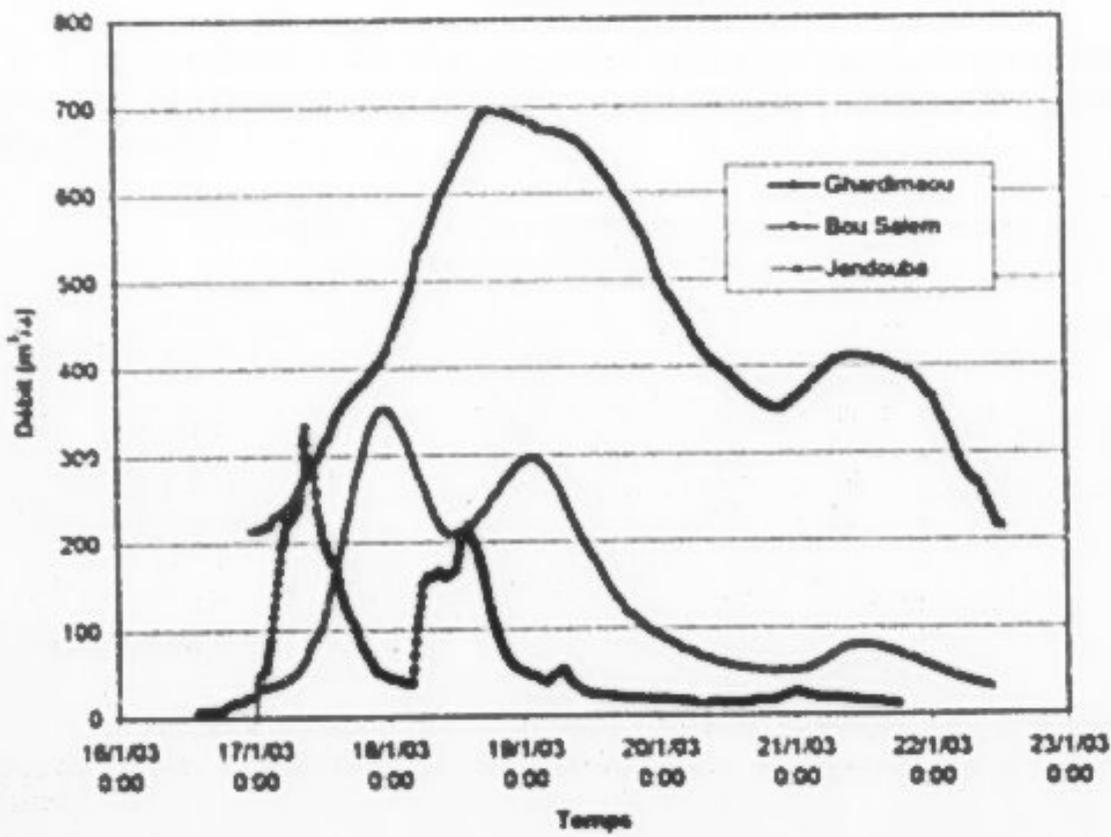


Fig. n° 14 : Oued Mejerda
Cruée du 18 au 23 janvier 2003



4. Oued Mellègue

Le bassin versant de l'oued Mellègue, situé en grande partie en territoire algérien, limité au droit du barrage couvre une superficie de 10.300 km².

Pour l'oued Mellègue, nous disposons des données hydrologiques des 2 affluents suivants : *Sarrath* au P.R. Tajerouine et *Rmel* au P.R. Sakiet.

4.1 *Sarrath* au P.R. Tajerouine :

C'est un affluent de Mellègue dont le bassin limité à la station P.R. de Tajerouine draine une superficie égale à 1520 km².

Tableau n° 11 : Caractéristiques des différentes crues observées à la station de *Sarrath* au P.R. Tajerouine

Début de crue	Q _{max} (m ³ /s)	V _e (10 ⁶ m ³)	l _e (mm)	t _m	t _b
11/1/03 à 3h	780	27.6	18.2	12	1j 3h30
13 /1/03 à 19h	363	4.377	2.9	3h30	12h
24/01/03 à 18h	91.7	5.184	12.9	1j 4h	2j 12h
Pour toute la période	780	39.14	26		

4.2 *Rmel* au PR Sakiet

C'est un affluent de Mellègue qui draine un bassin d'une superficie de 402 km² où elles ont été enregistré les crues suivantes caractérisées par les paramètres consignés dans le tableau ci dessous:

Tableau n° 12 : Caractéristiques des différentes crues observées à la station de *Rmel* PR Sakiet

Début de crue	Q _{max} (m ³ /s)	V _e (10 ⁶ m ³)	l _e (mm)	t _m	t _b
11/01/03 à 2h	198	9.655	24.0	14h 30	1j 12h
24/01/03 à 18h	93	5.184	14.5	1j 4h	2j 12h
Pour toute la période	198	18.5	45,31		

4.3 *Mellègue* au K13

Une station d'annonce de crue située à l'amont du barrage Nebeur, est implantée à 200 m du pont de la route GP5 sur l'oued de Mellègue. Elle contrôle un bassin versant de 9014 km².

Suite aux précipitations importantes tombées sur le bassin de Mellègue, une crue a été enregistrée à la station hydrométrique de K13 sur la route Kef - Sakiet Sidi Youssef le

11/01/2003 à 02h00. Cette crue a atteint un débit de pointe de 2600 m³/s vers 14h00 du même jour.

Une deuxième crue moins importante a démarré le 17/01/2003 dont le débit de pointe a atteint 673 m³/s à 10h00.

La traduction des côtes à l'échelle en débit par la courbe d'étalonnage tracée Fig n° 13 nous donne les hydrogrammes des différentes crues consignées dans le tableau suivant :

Tableau n° 13 : Caractéristiques des différentes crues observées à la station de Mellègue au K13

Période de crue	Qmax (m ³ /s)	Vc (10 ⁶ m ³)	lc (mm)	tm	tb
11/1/03 à 2h	2400	97.2	10.8	12h	1j 16h
13 /1/03 à 19h	127	4.377	2.9	3h30	12h
16/1/03 à 20h	673	24.45	2.7	14h	1j 17h
24/01/2003 0 h	110	10.5	18	1j5h	3j20h
Pour toute la période	2400	172.6	19.2		

Statistique des débits de pointe de Mellègue à K13

Les crues de Mellègue sont des crues agressives, brutales et de courtes durées. L'oued Mellègue est considéré comme *"l'enfant terrible de la Medjerda"*.

L'étude statistique des débits de pointe du bassin de la station Mellègue K13 nous montre que la fréquence d'apparition du débit max de la crue de janvier 2003, égal à F=0.9519 ; ce qui correspond à une période de retour T = 20 ans.

Débits de crues calculés pour différentes périodes de retour

Période de retour (en années)	Période sèche			Médiane	Période humide				
	20	10	5	2	5	10	20	50	100
Débit (m ³ /s) (1952/53-2002/03)	133	183	268	560	1170	1718	2360	3375	4285

fig. 15 : Crues du 11 et 12 janvier 2003 sur le bassin de Mellègue et ses affluents

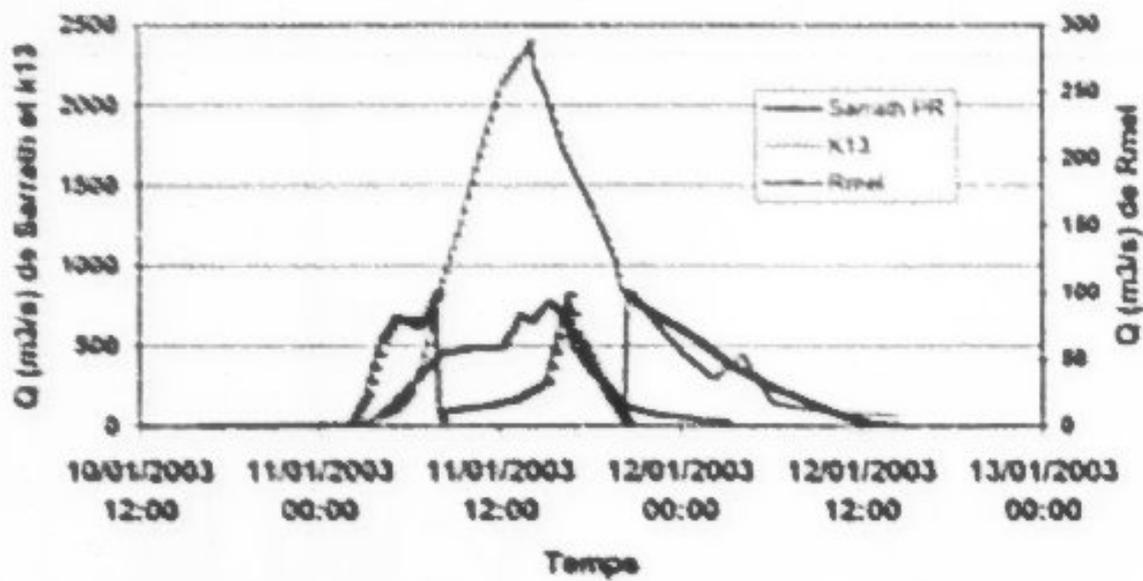


Fig n° 16: Oued Mellègue et ses affluents
Crué du 17 au 18 janvier 2003

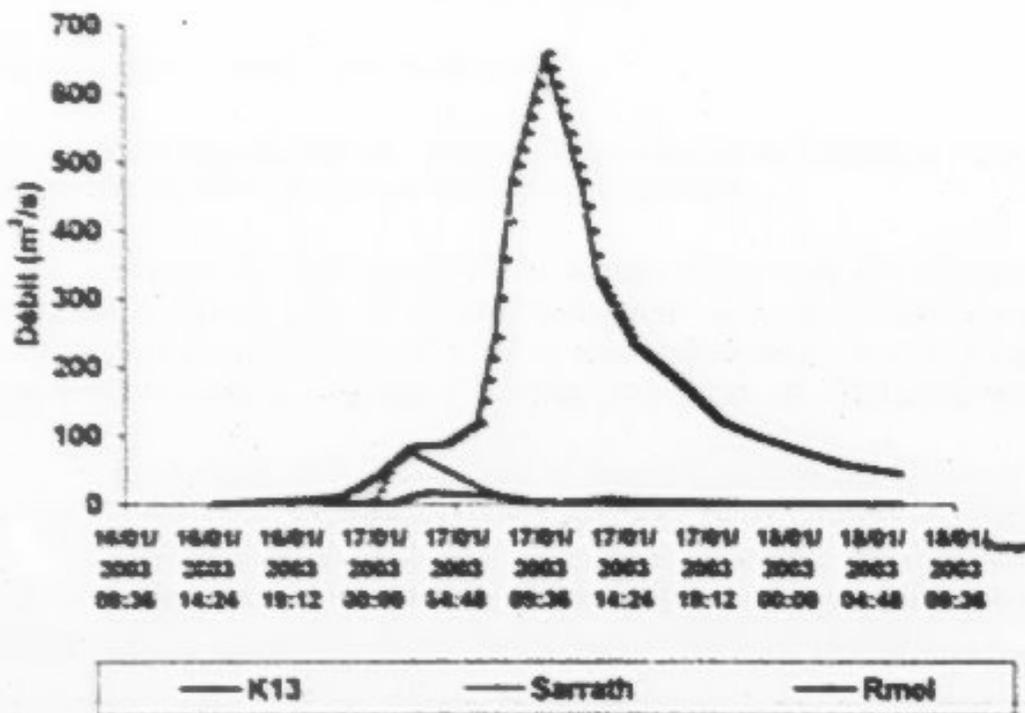
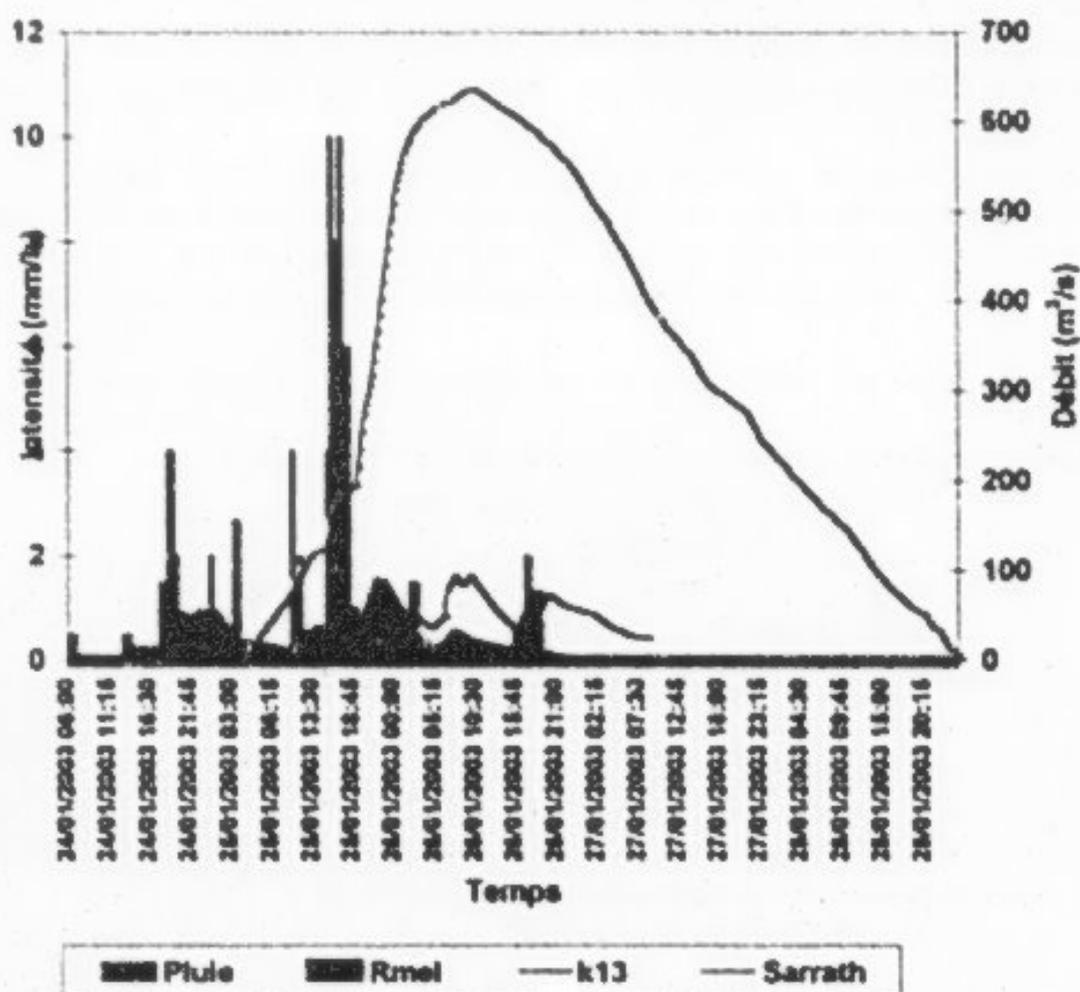


Fig n° 17: Averses - crues dans le bassin de Mellègue et de ses affluents
Période : du 24 au 28 janvier 2003



4.4 Barrage de Nebeur sur Mellègue

Le barrage de Nebeur, situé au Nord Ouest de la Tunisie, dans la région du Kef, a été mis en eau en 1954 sur l'oued Mellègue (rive droite).

Le bassin de Mellègue limité au barrage s'étend sur une superficie de 10300 km². Au niveau de la station K13, la 1^{ère} crue enregistrée du 11 et 12 janvier a apporté 97 Mm³ avec un débit maximum de 2400 m³/s. Et au niveau du barrage la crue entrante dans la retenue a apporté un volume de crue égal 103.7 Mm³ et a atteint un débit maximal égal à 2840 m³/s.

Compte tenu de l'évolution de la crue à la station hydrologique du K13 et la montée du plan d'eau de la retenue, la cellule de suivi de la situation hydraulique des barrages à l'EGTH a décidé d'ouvrir les vannes de vidange à partir de 10h du matin le samedi 11 janvier (Q=147 m³/s) puis (Q= 324 m³/s) vers 13h. Quand la hauteur d'eau a diminué au niveau de Mellègue K13, les vannes du barrage étaient fermées vers minuit.

Les débits lâchés sont compris entre 35 et 324 m³/s pendant toute la période, la cote maximale enregistrée est de 268.2 m sachant que la cote maximale du plan d'eau au niveau du barrage est de 269 m.

Pour le bassin intermédiaire limité entre le bassin de K13 et le bassin de la retenue dont la superficie est égale à 1286 km² (10300-9014), l'apport de crue est évalué à 6,5 Mm³.

Nous signalons que le débit de pointe atteint au niveau du barrage en tenant compte des crues des bassins intermédiaires des affluents confluent avec le Mellegue en aval de la station K13 est de l'ordre de 2800 m³/s le 11/01/2003 vers 17h00. Le volume total lâché durant le mois de janvier 2003 est estimé à 185.5 Millions de m³.

Pour les autres événements, les caractéristiques de crues sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau n° 14 : Situation hydraulique du barrage Mellègue pour la période : 11/01 au 10/02/2003

Date de la crue	Mellègue K13		Barrage Mellègue			
	Crue		Crue entrante		Crue sortante	
	Qmax (m ³ /s)	Volume (Mm ³)	Qmax (m ³ /s)	Ve (Mm ³)	Qmax (m ³ /s)	Vs (Mm ³)
11/01/2003 à 2h au 12/01/2003 à 24h	2400	97.2	2840	103.7	324	14.4
17/01/2003 à 15h au 18/01/2003 à 6h	673	24.45	561	19.4	755	29.5
24/01/2003 0 h au 28/01/2003 à 24h	110	10.5	636	18.2	200	29.5
Pour toute la période	2400	172.6	2840	244	324	210

Fig n° 18: Situation hydraulique de la retenue de Mellègue Période: 11/01 au 10/02/2003

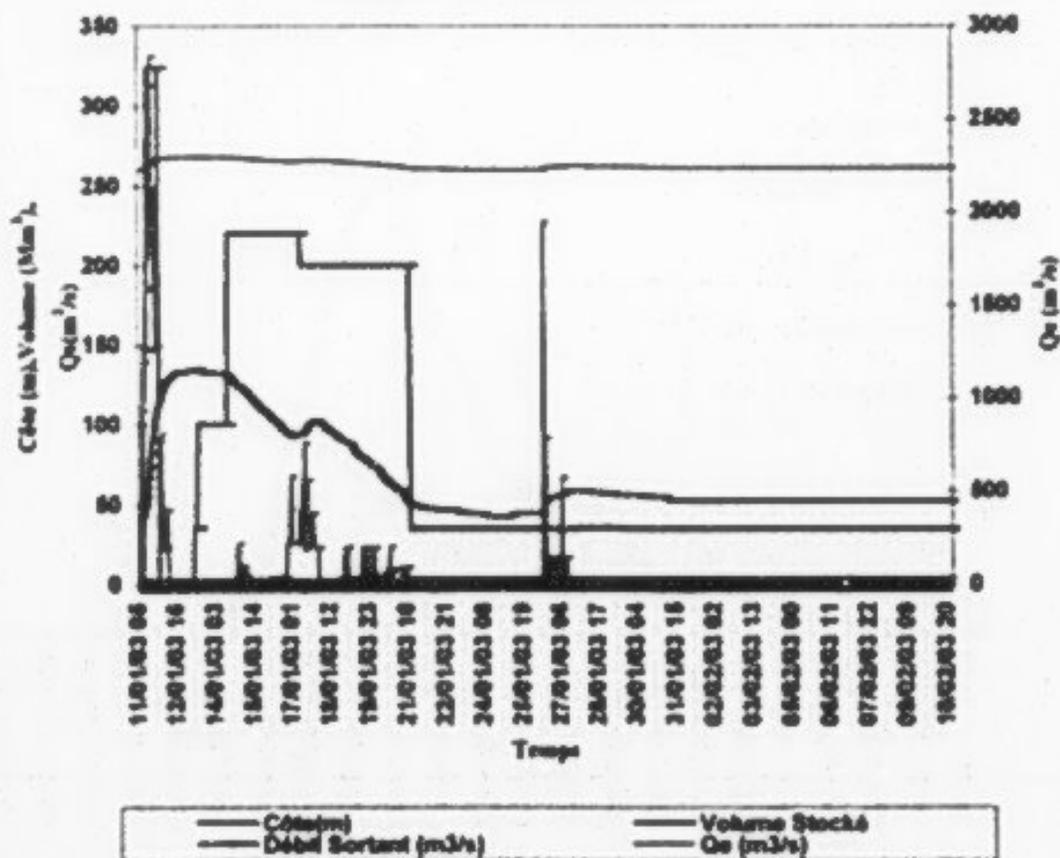


Fig n° 19 : Barrage Mellègue
Cruée du 11 et 12 janvier 2003

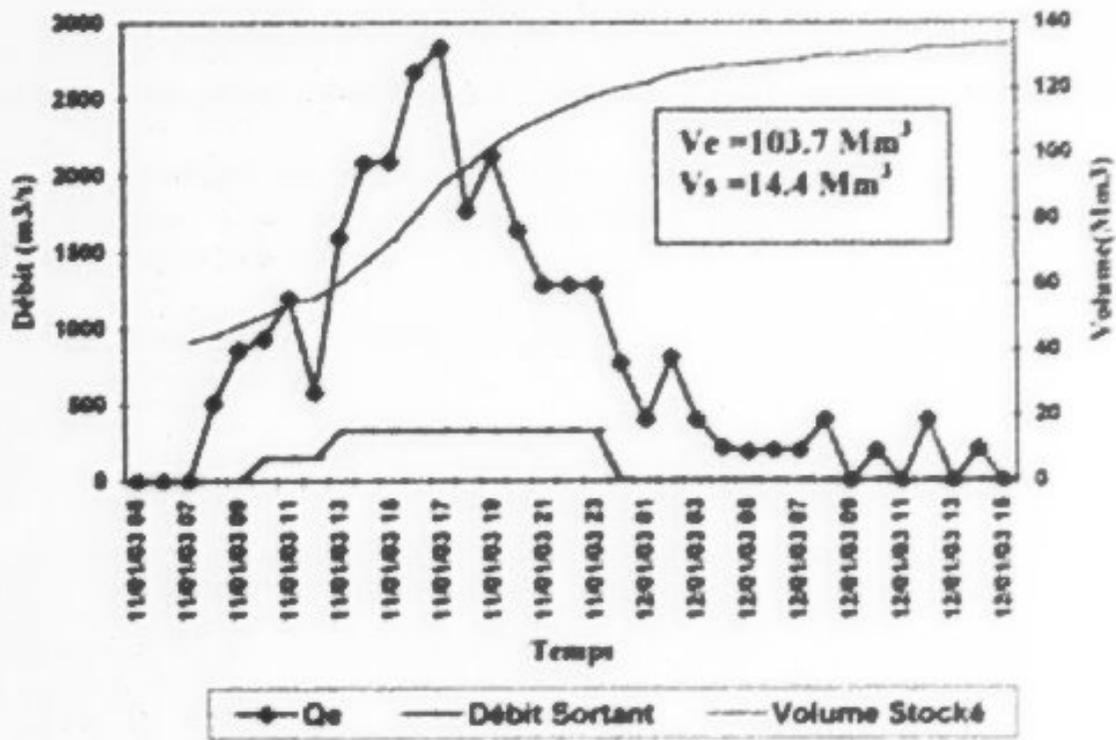
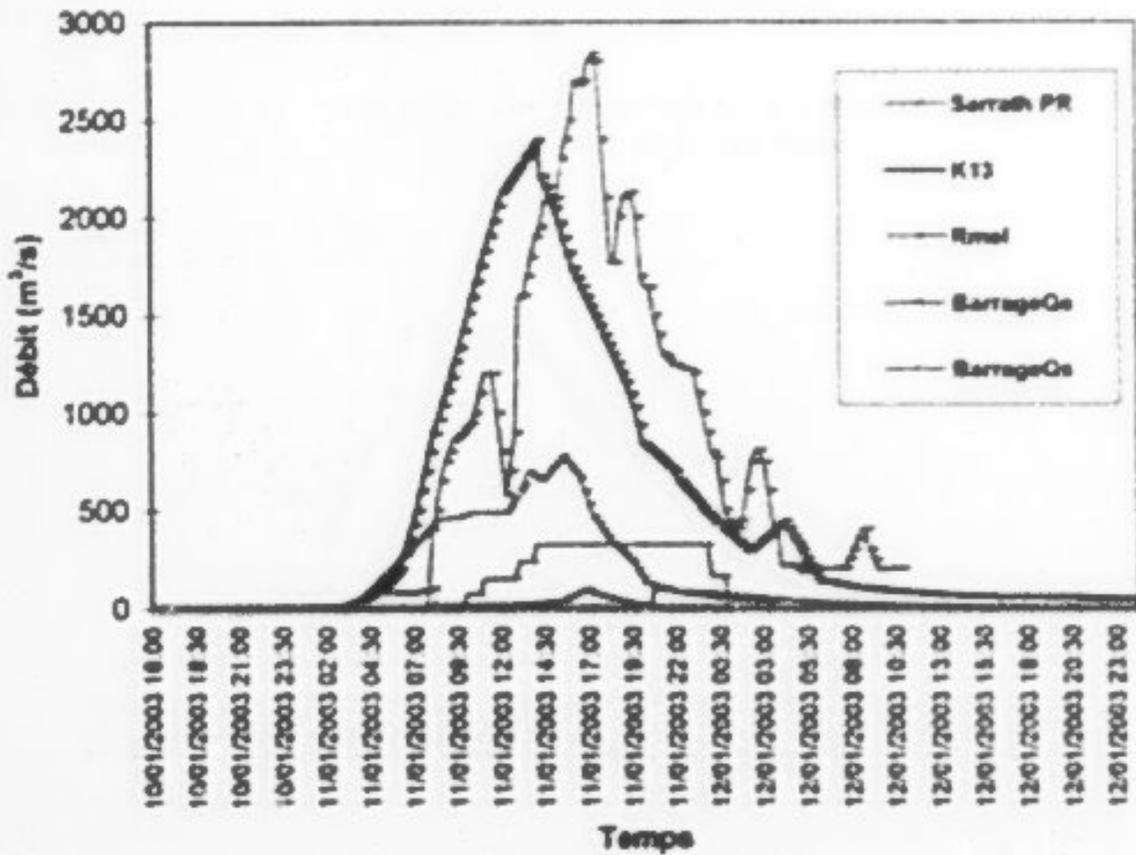


Fig. n° 20 : Oued Mellègue et ses affluents
Cruées du 11 au 12 janvier 2003



5. Station Hydrométrique de Tessa à Sidi Medien

Affluent de rive droite, le Tessa limité à la station de Sidi Medien, couvre une superficie de 1952 km². Son exutoire est situé légèrement à l'amont de Bousalem et sa superficie à Bou Salem est de 2410 km², soit près de 10 % de celle du bassin de la Medjerda.

La succession des pluies importantes tombées durant le mois de janvier 2003 sur le bassin de Tessa, a été à l'origine des variations fréquentes du niveau d'eau à la station hydrométrique de Sidi Medien.

Les crues de janvier 2003 enregistrées à la station de Sidi Medien sont caractérisées par les paramètres suivants :

Tableau n° 15 : Caractéristiques des différentes crues observées à la station de Sidi Medien

Debut de la crue	Q _{max} (m ³ /s)	Ve (10 ⁶ m ³)	le (mm)	tm	tb
11/1/03 à 2h40	215	13.19	6.8	7h35	3j 9h30
24/1/03 à 18h40	191	18.1	9.3	1j 1h	6j
Pour toute la période	215	38.0	19.5		

On remarque que les temps de base de ces crues sont relativement longs et ceci est expliqué par le déversement du barrage Souani qui a duré plusieurs jours.

**Fig. n° 21 : Bassin de Tessa à Sidi Medien
Crue du 11 et 12 janvier 2003**

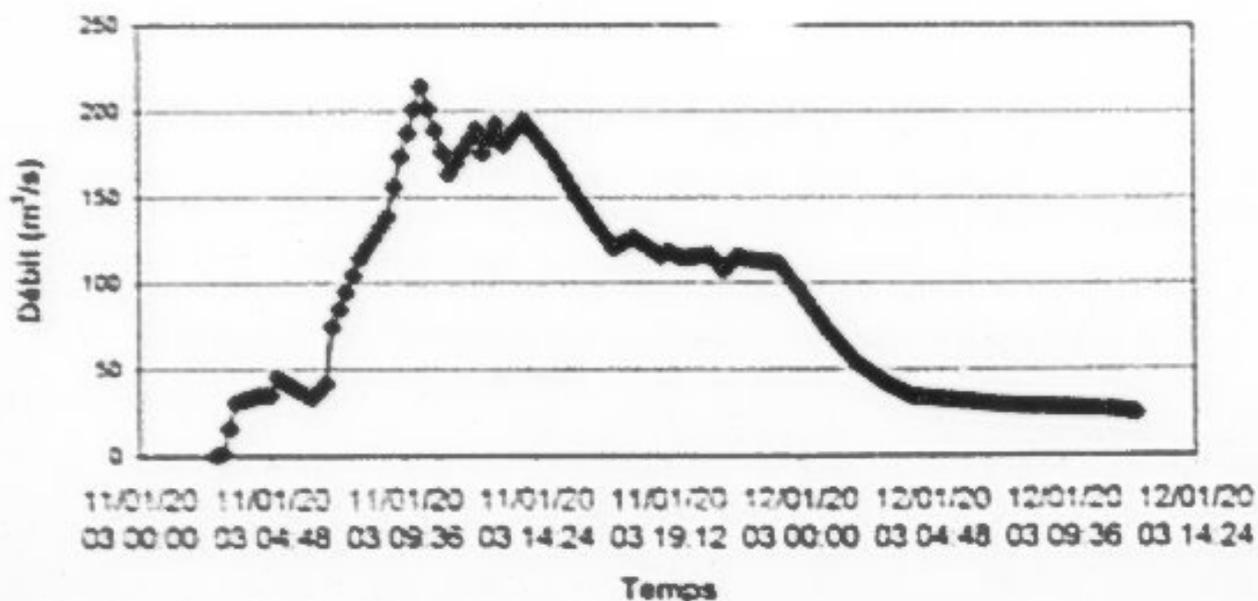
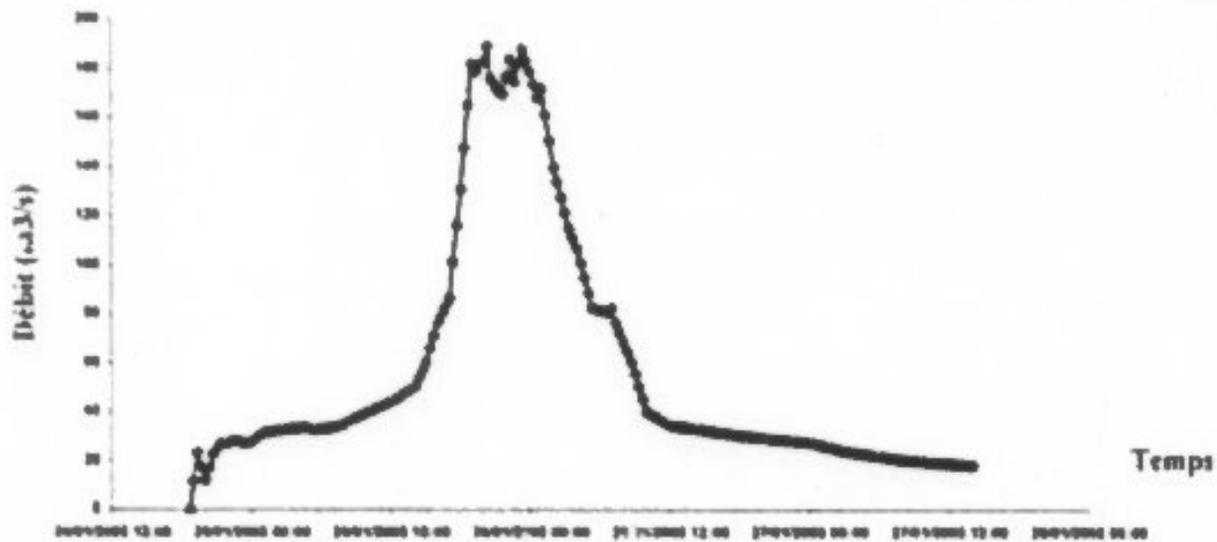


Fig n° 22 : Oued Tessa à Sidi Medien
Crue du 25 et 27/01/2003



6. Barrage Bou Heurtma :

Suite aux pluies enregistrées sur la région de Ain Drahem et Femana, le barrage Bou Heurtma qui reçoit les lâchers du barrage Beni Mtir et les eaux de ruissellement de l'oued Rhezalah a déversé, ce qui a provoqué des inondations à l'aval. Le débit maximum enregistré au barrage s'élève à 488 m³/s, et vu que le barrage était à sa capacité maximale (109 Mm³), il y a eu des lâchers à partir 7 h du matin le samedi 11 janvier 2003.

Les débits lâchés progressivement ont atteint un maximum de 300 m³/s, en tenant compte des crues des affluents qui confluent avec Bou Heurtma en aval du barrage, le débit de pointe à la confluence avec la Medjerda est certainement beaucoup plus supérieur.

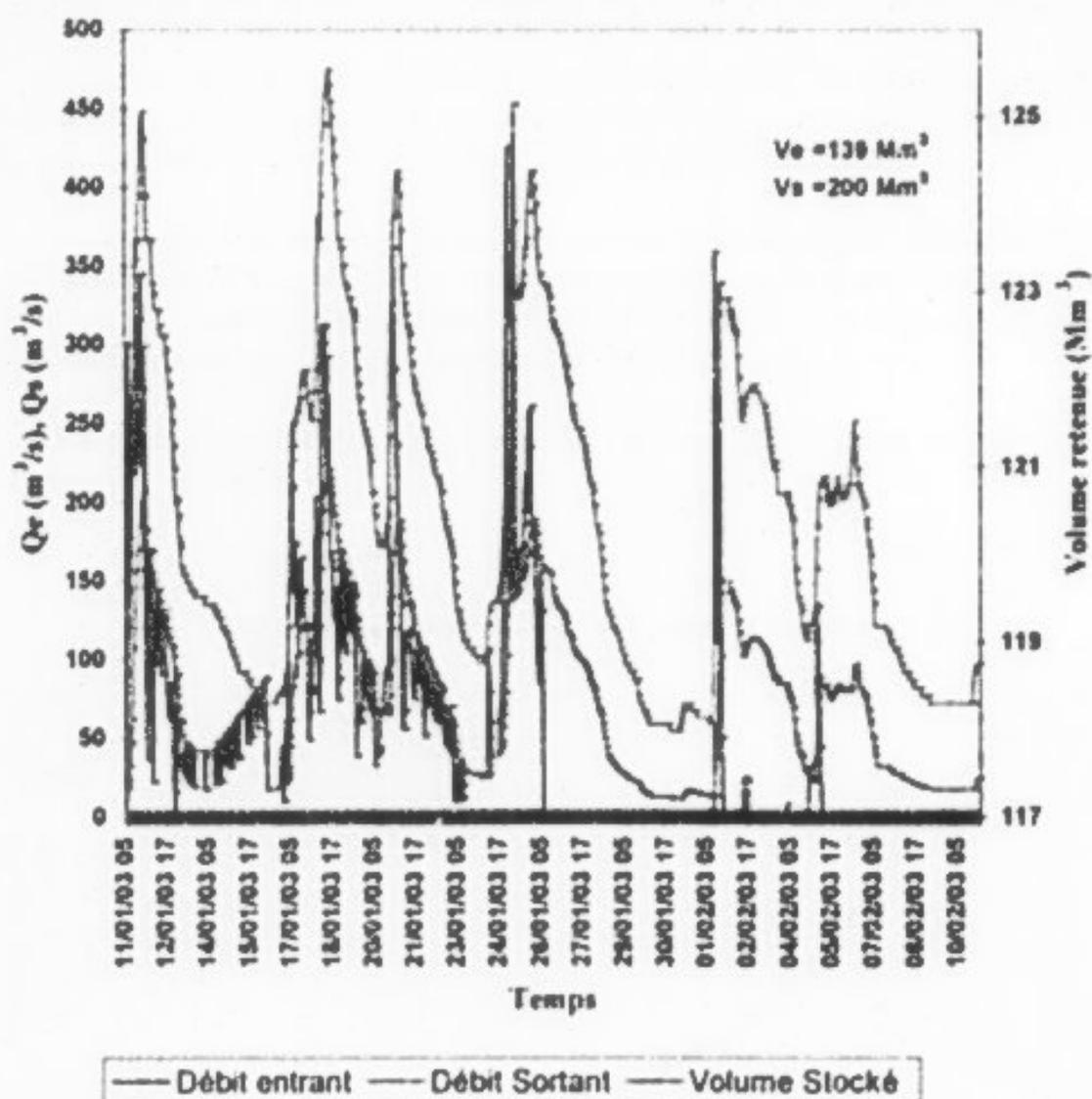
Le volume évacué du barrage Bou Heurtma durant la période allant du 10/01/2003 jusqu'au 10/02/2003 est évalué à 200 Millions de m³.

L'analyse du bilan de la retenue de Bou Heurtma (de superficie égale à 390 km²) relatif au crues de la période 11/01 au 10/02/2003 a permis de noter que les crues générées par les événements pluviométriques survenus sur le bassin de Bou Heurtma et sur le versant de la rive gauche de la Medjerda en général, ont donné 3 principales crues dont les caractéristiques sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau n° 16 : Situation hydraulique du barrage Bou Heurtma pour la période : 11/01 au 10/02/2003

Date de la crue	Crue au barrage		Crue évacuée	
	Qmax (m ³ /s)	Volume (Mm ³)	Qmax (m ³ /s)	Volume (Mm ³)
11/01 à 5h au 13/01/2003 à 17h	504	27.4	300	23.9
16/01/2003 à 18h au 22/01/2003 à 6h	310	64.7	215	64.6
23/01 au 26/01/2003	425	28	189	24
Pour toute la période	504	139	300	200

Fig n° 23 : Situation hydraulique de la retenue de Bou Heurtma
Période: 11/01 au 10/02/2003



Bassin intermédiaire :

Le bassin intermédiaire qui s'étend de la digue jusqu'à sa confluence avec Mejerda couvre une superficie égale à $198 km^2$ (588-390). Le bassin de la retenue présente lors de l'événement pluviométrique de la période de janvier et février, une lame écoulée égale à :
 $l_e = 139/390 * 0,7 = 249 mm$ et son apport sera égal à $49 Mm^3$ et ceci tout en tenant compte des apports pluviométriques des bassins amont et aval du barrage Bou Heurtma.

7. Station hydrométrique de Bou Salem

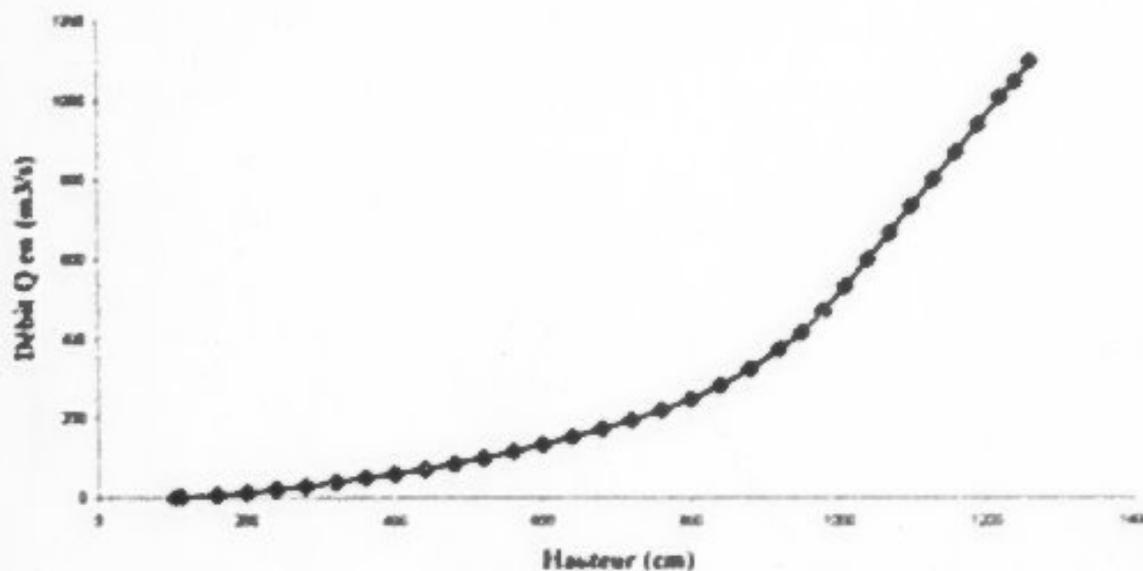
Le bassin limité à cette station draine une superficie de 16300 km². Cette station, située juste en l'aval des confluences avec les affluents les plus importants de la Medjerda (Mellegue, Tessa, Bou Heurtma), contrôle les apports qui arrivent au barrage de Sidi Salem.

Lors des grands événements hydropluviométriques, la situation peut très critique, surtout lorsque les affluents : Tessa, Rarai et Mliz sont en crue, les barrages de Beni Mtir et Mellegue sont remplis ; ce qui nécessite à faire des lâchers en continu.

Nous signalons que les appareils enregistreurs (limnigraphe, centrales Edipe et Chloe ont été inondés par l'eau, de même la batterie d'échelle de longueur 10 m a été complètement inondée, ce qui nous a obligé à rattacher deux éléments de 1 m en aval du nouveau pont en rive droite pour pouvoir continuer les lectures limnimétriques.

La traduction des hauteurs d'eau en débits a été faite en se référant à la courbe d'étalonnage (Fig n° 24).

Fig n° 24 : Courbe d'étalonnage de la station de Bousalem



La première crue à Bousalem a démarré le 01 /01 /2003 à 08h00 à la côte 210 avec un débit de 18.6 m³/s pour atteindre son maximum de Q = 1020 m³/s et ceci le 12/01/2003 à 13h30.

La deuxième crue vient d'être annoncée le 16/01/2003 à 24h00 à la côte 747 avec un débit de 214 m³/s pour atteindre son maximum le 18/01/2003 vers 18h30 à la côte 1076 pour un débit de 682 m³/s.

La troisième crue est amorcée le 24/01/2003 à 08h00 à la côte 501 avec débit de 94 m³/s pour atteindre son maximum le 26/01/2003 à 09h30 à la côte 1150 pour un débit de 850 m³/s, par conséquent le débordement a eu lieu de nouveau pour inonder toute la ville de Bousalem.

Le bilan calculé pour la période 10/01 au 11/02 2003 montre que l'apport total des différentes crues enregistrées à la station s'élève à 830 9 Mm³.

La séparation des différentes crues a permis l'évaluation des différentes caractéristiques de ces crues présentées dans le tableau suivant.

Tableau n° 17 : Caractéristiques hydrologiques des différentes crues enregistrées à Bou Salem

Debut de la crue	Q _{max} (m ³ /s)	V _e (10 ⁶ m ³)	l _e (mm)	t _m	t _b
11/01/03 à 8h	1020	150.3	9.2	1j 5h	3j 13h
14/01/03 à 23h	696	270	16.5	3j 20h	9j 6h
25/01/03 à 4h 45	850	105.5		1j 5h	3j 20h
Pour toute la période	1020	830.9	50.9		

Fig. 25 : Oued Mejerda
Crue du 11 au 13 janvier 2003

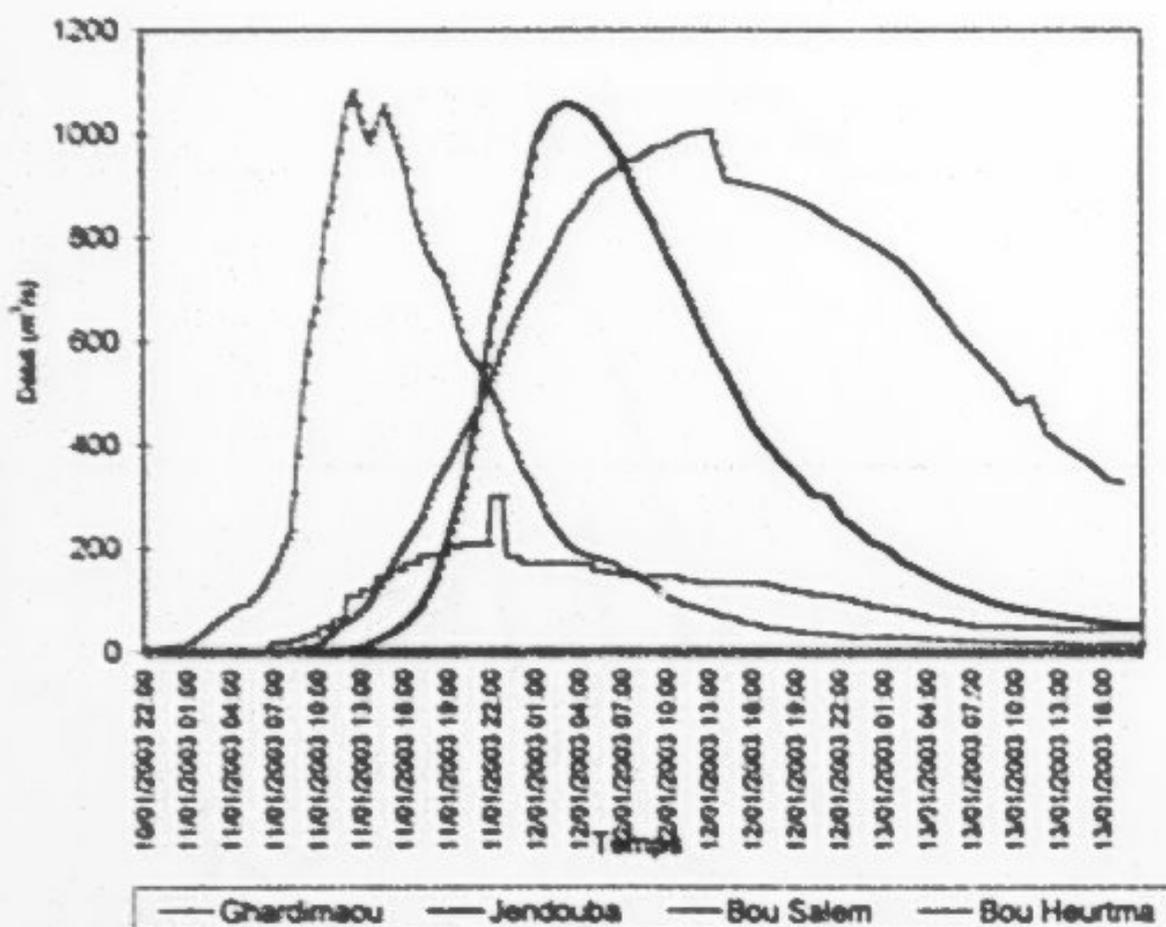


Fig: 26 : Oued Mejerda
Crue du 16 au 22 janvier 2003

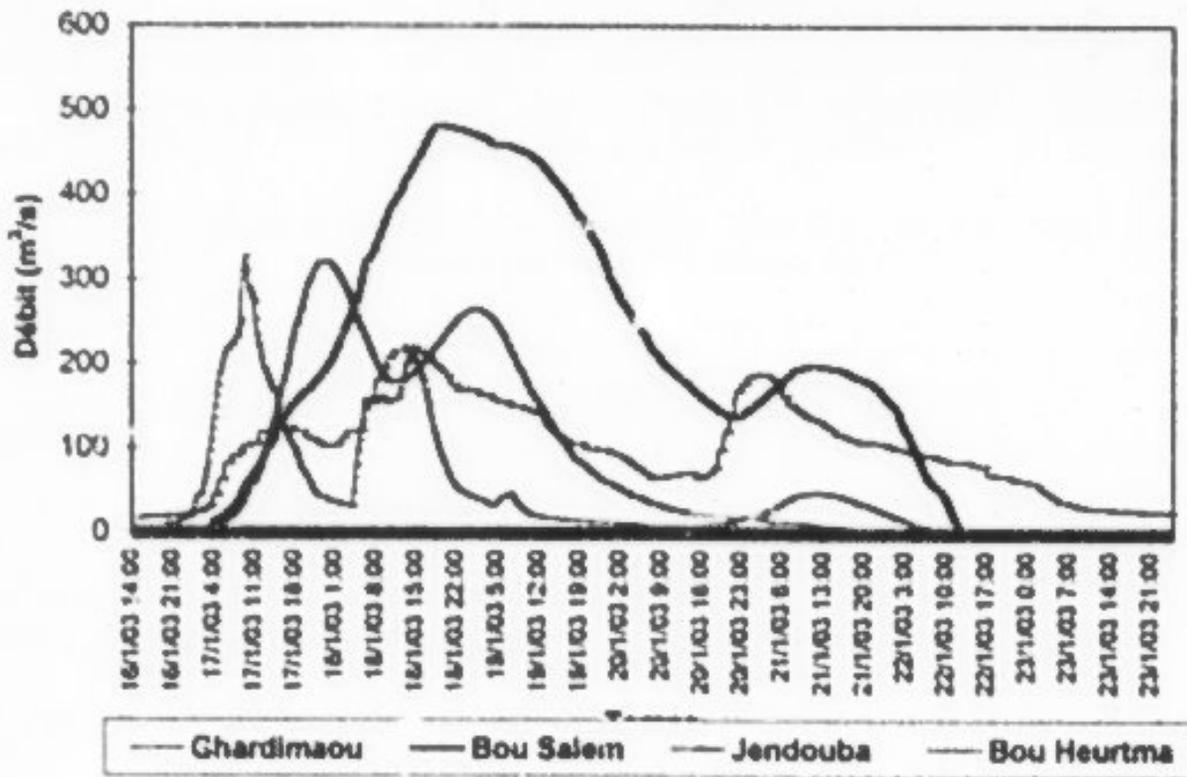
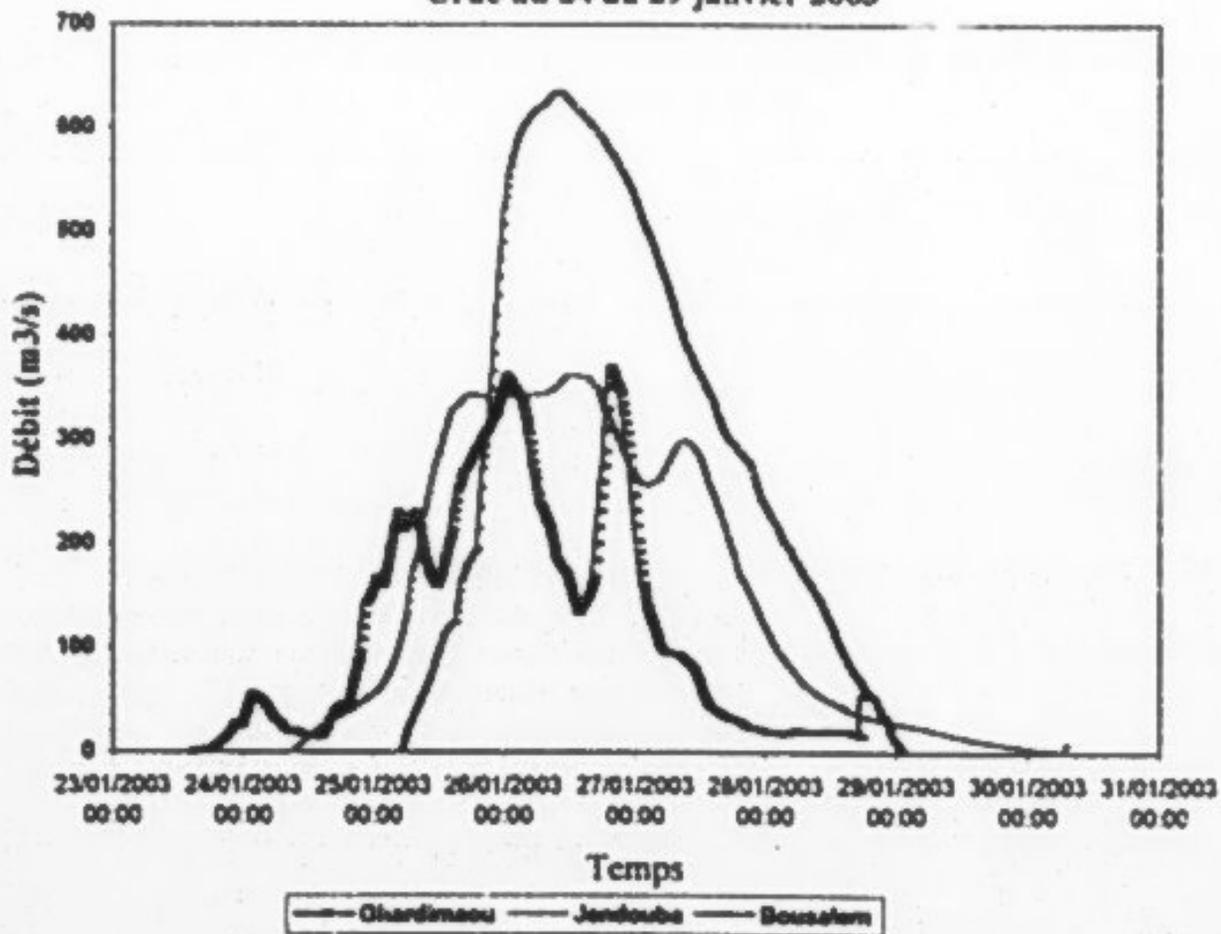


Fig n° 27 : Oued Medjerda
Crue du 24 au 29 janvier 2003



8. Oued Kasseb

Limité à la confluence Mejerda, le bassin de Kasseb couvre une superficie de 255 km² et au niveau du barrage sa superficie est de 101 km². Les crues de janvier et février 2003 ont apporté un volume de 55 Mm³ et le volume des lâchures est évalué à 25 Mm³. Nous présentons pour le bassin de kasseb limité au barrage, les caractéristiques hydrologiques des crues de janvier et février 2003 enregistrées au niveau de la retenue.

Tableau n° 18 : Caractéristiques hydrologiques des crues du 10 janvier au 11 février 2003

Bassin	Superficie du B V (km ²)	Pluie au barrage Kasseb de la période	Apport des crues au barrage (Mm ³)	Lame écoulée (mm)
Kasseb	101	438.4	55 *	545

* Valeur donnée par DG/ ETH

La lame écoulée ne doit en aucun cas être supérieure à la pluie correspondante. Le volume des crues au barrage est a priori assez gonflé, valeur qu'il faudrait réviser.

8.1 Bassin intermédiaire

Le bassin intermédiaire s'étend sur une surface égale à 154 km². Si on applique à ce bassin intermédiaire la même lame écoulée corrigée par le rapport des pluies des 2 bassins amont et aval de la retenue du barrage durant la même période, on aura le volume d'écoulement pour cette période d'étude.

Tableau n° 19 : Hauteurs pluviométriques enregistrées aux différents postes du bassin Kasseb

Période	Ain Zana	Barrage Kasseb	Beja INRAT	Borj Hamdouna	Bou Salem DRE	Skhira Bou Salem
	50535	50764	50823	51133	57018	56804
Du 10 au 12/01/2003	97.7	109.5	86.9	111.0	90.1	90.7
Du 16 au 18/01/2003	96.6	67.5	33.3	26.0	37.7	61.2
Du 19 au 20/01/2003	27.4	26.0	15.6	11.0	23.1	21.3
Du 23 au 26/01/2003	127.5	115.5	91.8	48.8	40.7	106.7
Du 30/01 au 3/02/2003	46.9	57.6		24.0	29.7	52.4
Pour toute la période	396.1	438.4	340.2	220.8	238.9	332.3

Pour le bassin de kasseb limité au barrage, la pluviométrie adoptée est de P=417,3 mm (moyenne des postes du Barrage Kasseb et de Ain Zana).

Pour le bassin intermédiaire, la pluviométrie adoptée P = 283 mm (poste de Beja INRAT, Bou Salem DRE , Borj Hamdouna et Skhira Bou Salem)

Le rapport des pluies des 2 bassins durant la même période = 0.68

Le volume d'écoulement du bassin intermédiaire pour la période indiquée est égal à

$$V_c = 283 \cdot 0.7 \cdot 154 = 30 \text{ Mm}^3$$

Avec P = 283 mm
Coeff d'écoulement = 0.70
S = 154 km²

Vu l'absence des observations relatives aux crues de janvier et février 2003 du bassin Thibar, on a fait recours à diverses méthodes pour l'estimation des paramètres hydrologiques de ce bassin.

9.1 Transposition des résultats d'observations du bassin limitrophe

L'estimation des apports de crues de l'oued Thibar limité à la confluence Mejerda, dus aux événements pluviométriques de janvier et février 2003 survenus sur la haute et la moyenne Mejerda peut se faire en faisant référence aux résultats obtenus au bassin limitrophe : bassin Tessa limité à la station Sidi Medien.

a) Pluviométrie

Pour les hauteurs pluviométriques enregistrées sur le bassin, nous avons utilisé toute l'information disponible enregistrée aux différents postes du bassin et pour les différentes averses.

Tableau n° 20 : hauteurs pluviométriques enregistrées aux différents postes du bassin de Thibar

Période	Thibar SM	Krib Fme Cossem	Bou Salem CFPA	Bou Salem DRE	Moyenne adoptée
	57690	53778	57022	57018	
Du 10 au 12/01/2003	100.2	79.0	87.0	90.1	89.1
Du 16 au 18/01/2003	27.4	40.0	35.0	37.7	35.0
Du 19 au 20/01/2003	13.1	14.2	-	23.1	16.8
Du 23 au 26/01/2003	69.5	99.4	58.0	40.7	66.9
Du 30/01 au 3/02/2003				41.0	41.0
Du 4 au 6/02/2003				21.0	21.0
Pour toute la période					269.8

La hauteur pluviométrique totale de la période d'étude sera donc de 269,8 mm

b) Caractéristiques des crues

- Le volume de ruissellement d'une crue est estimé par la formule :

$$V_r = l_e \cdot S \cdot 10^3$$

Avec :

V_r : Volume ruisselé en Mm^3

l_e : Lamé écoulée en mm

S : Superficie en km^2

La lamé écoulée = La lamé écoulée corrigée par le rapport des pluies des 2 bassins

Le rapport de correction est égal à $= 269.8/212.2 = 1.27$

- Pour la détermination de la forme de l'hydrogramme de crue, il convient de déterminer les paramètres suivants : débit maximum (Q_{max}) et le temps de base t_b .

- Pour la détermination de la forme de l'hydrogramme de crue, il convient de déterminer les paramètres suivants : débit maximum (Q_{max}) et le temps de base t_b

Pour l'évaluation du débit maximum, nous utilisons la transposition du coefficient de forme K déterminé pour le bassin de Tessa défini par $K = Q_{max}/Q_{moy}$. Comme le débit moyen de ruissellement est égal à $Q_{moy} = V_r/t_b$, il est donc nécessaire d'évaluer le temps de base (t_b) des crues caractéristiques du bassin Thibar

Tableau n° 21 : Caractéristiques des crues observées à la station Sidi Medien

Début de la crue	Pluie moy	Q_{max} (m ³ /s)	V_e (10 ⁶ m ³)	l_e (mm)	C_e (%)	t_m	t_b	Q_{moy} (m ³ /s)	K
11/1/03 à 2h40	106.7	215	13.19	6.8		7h35	3j 9h30	45.2	4.8
16/01/03 0 17h	28.7	58.2	5.387	2.76		7h30	1j	62.3	0.9
24/1/03 à 18h40	65.8	191	13.6	7.0		1j 0h45	2j 19h	56.4	3.4
5/02/03 à 5h	11.0	31.2	0.738	0.38		2h25	13h	15.8	2.0
Pour toute la période	212.2	215	44.74	22.95	10.8				

L'apport de crues de l'oued Thibar pour toute la période (11/01/2003 au 10/02/2003) est évalué à :

$$V_{crues} = l_e \cdot S = 22.95 \cdot 251 \cdot 1.27 = 7.316 \text{ Mm}^3$$

Ou par :

$$V_{crues} = P_{moy} \cdot C_e \cdot S = 270 \cdot 10.8\% \cdot 251 = 7.32 \text{ Mm}^3$$

Les caractéristiques des crues de Thibar :

Le temps de concentration du bassin est estimé par la Formule de l'U.S.C.S.

$$t_c = \frac{0.04 L^{1.16}}{H^{2.345}}$$

Avec :

L = longueur du thalweg = 26 km

H = différence d'altitudes des extrémités du thalweg = 874 m - 130 m = 744 m

Ce qui donne comme temps de concentration $t_c = 3.23$ heures

Le temps de base est généralement pris égal au triple du temps de concentration :

$$T_b = 3 \cdot t_c = 4 \cdot t_m = 9.69 \text{ heures, ce qui donne pour } t_m = 2.4225 \text{ heures}$$

Tableau n° 22 : Caractéristiques hydrologiques de l'oued Thibar

Période	P_{moy} (mm)	C_e (%)	l_e (mm)	V_e (10 ⁶ m ³)	Q_{moy} (m ³ /s)	Q_{max} (m ³ /s)
11/1/03 à 2h40	89.1	6.4	5.7	1425	61.4	294.6
16/01/03 0 17h	35.0	9.6	3.4	845	36.4	32.7
19/01/03	16.8	10.6	1.8	449	19.3	65.7
24/1/03 à 18h40	66.9	3.5	2.3	580	25.0	50.0
	207.8					

Fig n° 28 : Hydrogramme adimensionnel calculé pour le bassin de Thibar

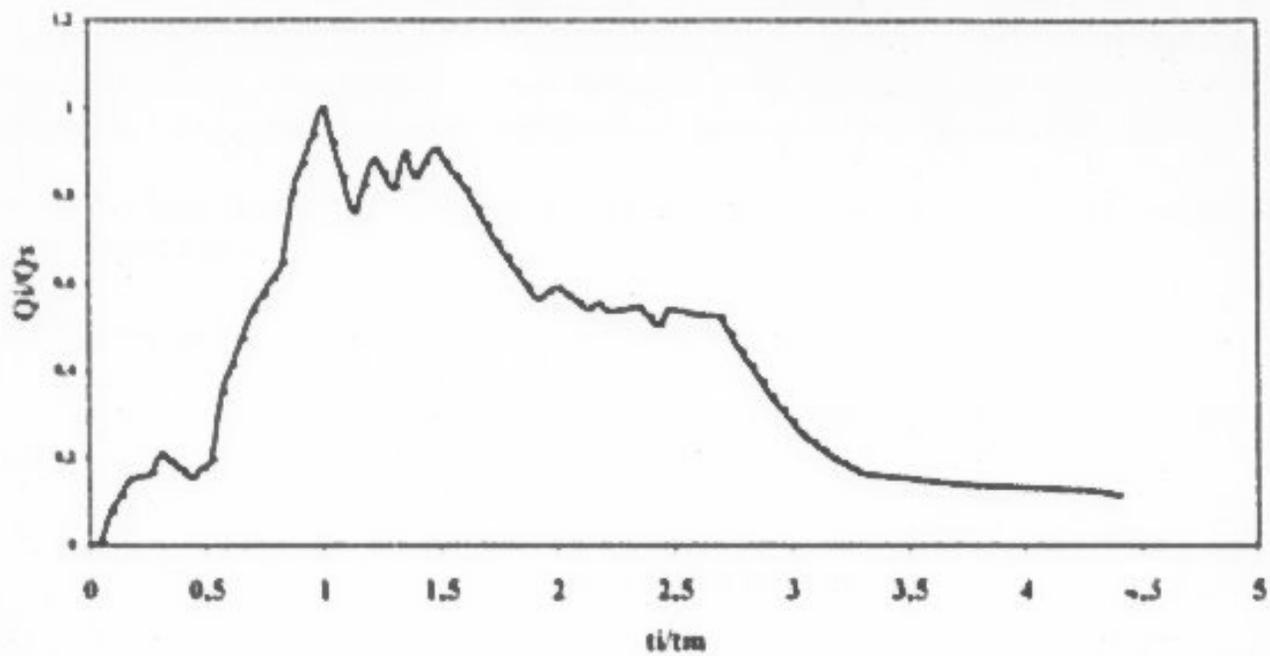
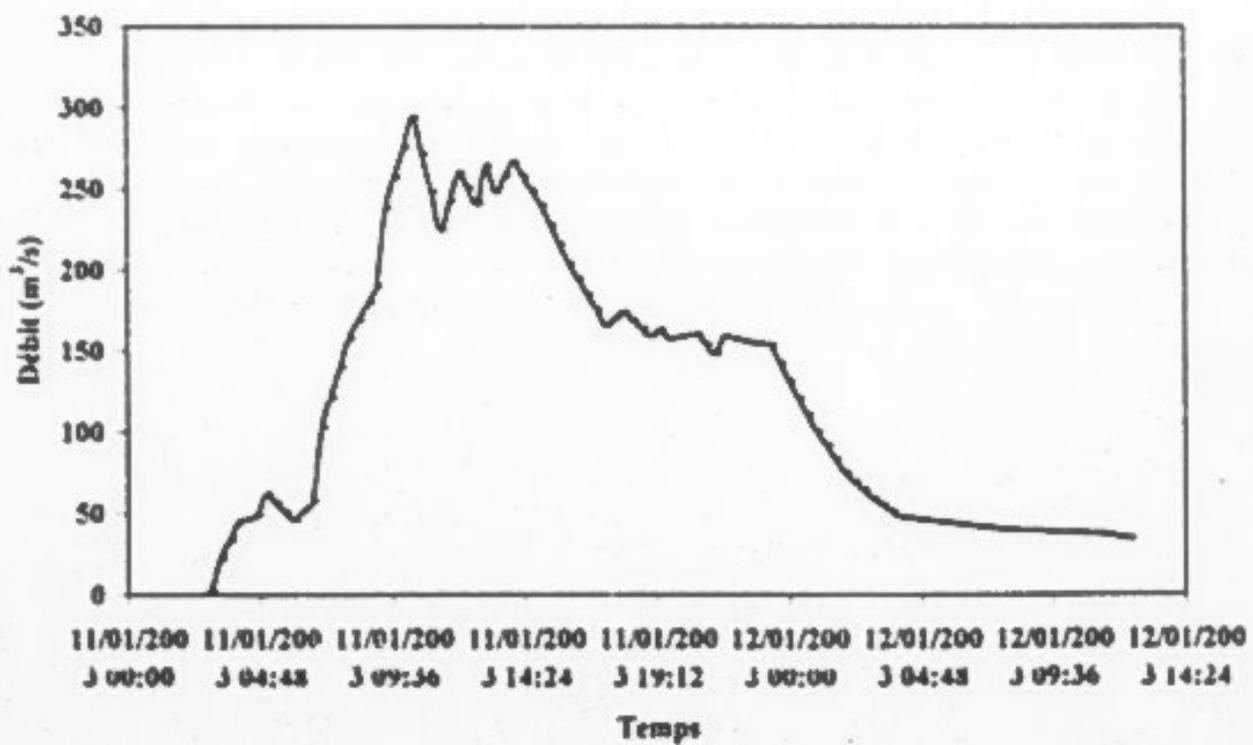


Fig n° 29 : Oued Thibar
Crue du 11 et 12 janvier 2003



10.1 Oued Mkhachbia

L'oued Mkhachbia est un affluent de l'oued Zarga, qui se déverse directement dans la retenue de Sidi Salem. Limité à la station aval, le bassin de Mkhachbia couvre une superficie égale à 106 Km². Dans sa partie amont le bassin de Mkhachbia est formé par 2 sous bassins : Bazina et Mkhachbia amont dont les superficies sont égales pour chacun à 18.5 km².

L'oued Mkhachbia reçoit l'affluent de rive gauche : l'oued Bou Neb, avant sa confluence avec l'oued Zarga.

10.1.1) Données pluviométriques de janvier et février 2003

Les hauteurs pluviométriques enregistrées aux postes de Mkhachbia sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau n° 23 : hauteurs pluviométriques enregistrées aux postes au bassin de Mkhachbia

Période	Oued Zarga Ex Fme Rural	Mkhachbia aval	Ksar Bou Kley	Hauteur moyenne Adoptée (mm)
	55089	54500	53803	
Du 10 au 12/01/2003	66.4	80.0	72.0	72.8
Du 16 au 18/01/2003	30.5	31.4	31.2	31.0
Du 19 au 20/01/2003	9.0	14.0	-	11.5
Du 23 au 26/01/2003	66.2	87.7	62.0	72.0
Du 30/01 au 3/02/2003	42.0	58.9		50.5
Du 6 au 7/02/2003		-		
Du 11/01 au 10/02/2003	253.5	317.5		285.5

La variation spatio- temporelle de ces événements pluviométriques a été bien illustrée par les enregistrements du pluviographe de Slouguia qui confirme encore une fois de l'intensité des événements pluviométriques et de leur répartition dans l'espace. Pour les différentes dates où des hauteurs pluviométriques importantes enregistrées par les différents postes pluviométriques du bassin de Mkhachbia coïncident avec les pics enregistrés par le pluviographe de Slouguia, ce qui prouve l'homogénéité spatiale de ces événements pluviométriques en amont qu'en aval du barrage de Sidi Salem.

Fig. 30 : Les averses enregistrées au pluviographe de Slougia du 10 au 12/01/2003

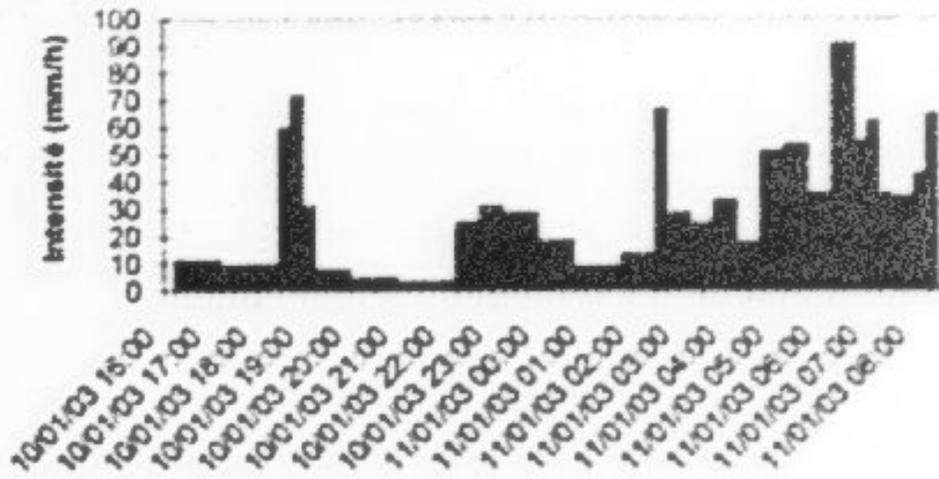


Fig. 31 : Les averses enregistrées au pluviographe de Slougia du 24 au 26/01/2003

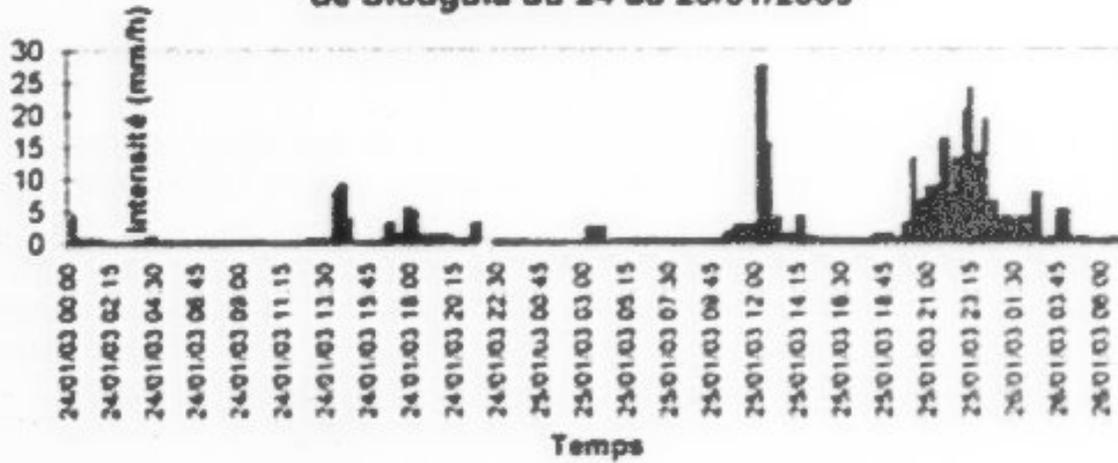
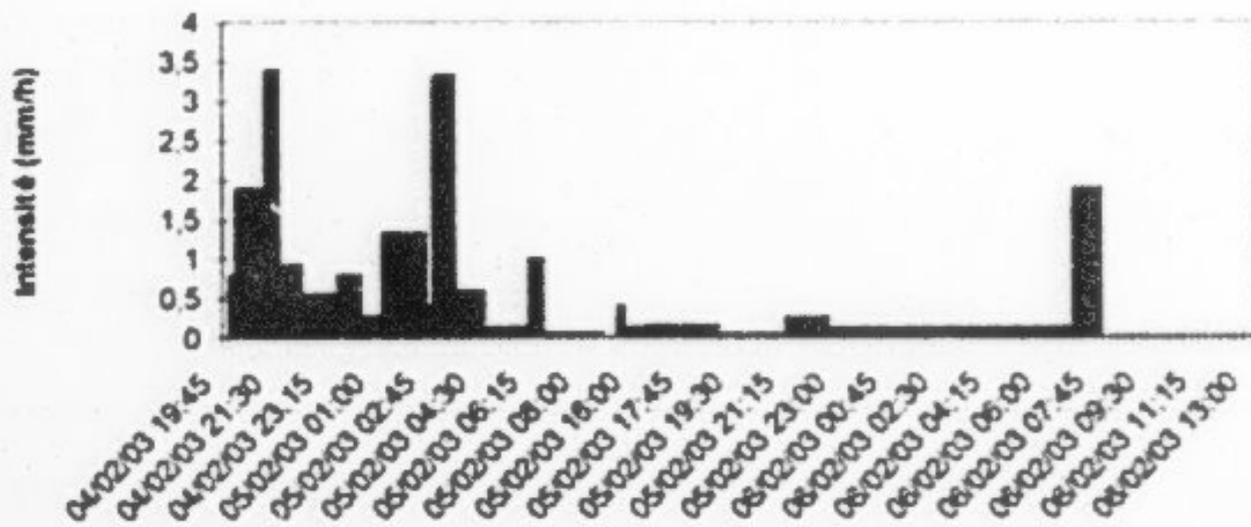


Fig. 32 : Les averses enregistrées au pluviographe de Slougia du 1 au 3/02/2003



10.1.2) Les écoulements de janvier février 2003

a) Courbe d'étalonnage de la station aval

A la suite des crues de janvier - février 2003, nous avons jugé nécessaire la révision de la courbe d'étalonnage qui donnait des débits excessifs. Pour cette station, il manque des jaugeages pour les moyennes et hautes eaux vu l'absence d'observateur permanent.

Le 19 mai 2003 nous avons fait un profil en travers au droit de la station de jaugeages pour extrapoler la courbe d'étalonnage par l'application de la formule de Manning Strickler qui permet de calculer des débits pour différentes côtes à l'échelle.

$$Q(H) = S(H) \cdot V_m(H) \text{ et } V_m(H) = C \cdot R_h^{2/3} i^{1/2}$$

Avec : Q : débit maximum estimé (m³/s)

S : superficie de la section mouillée au droit des échelles

V_m : vitesse moyenne des écoulements

C : coefficient de rugosité

R_h = S/P : rayon hydraulique de la section

i : pente de la ligne d'eau au droit de la station hydrométrique, i = 6 ‰.

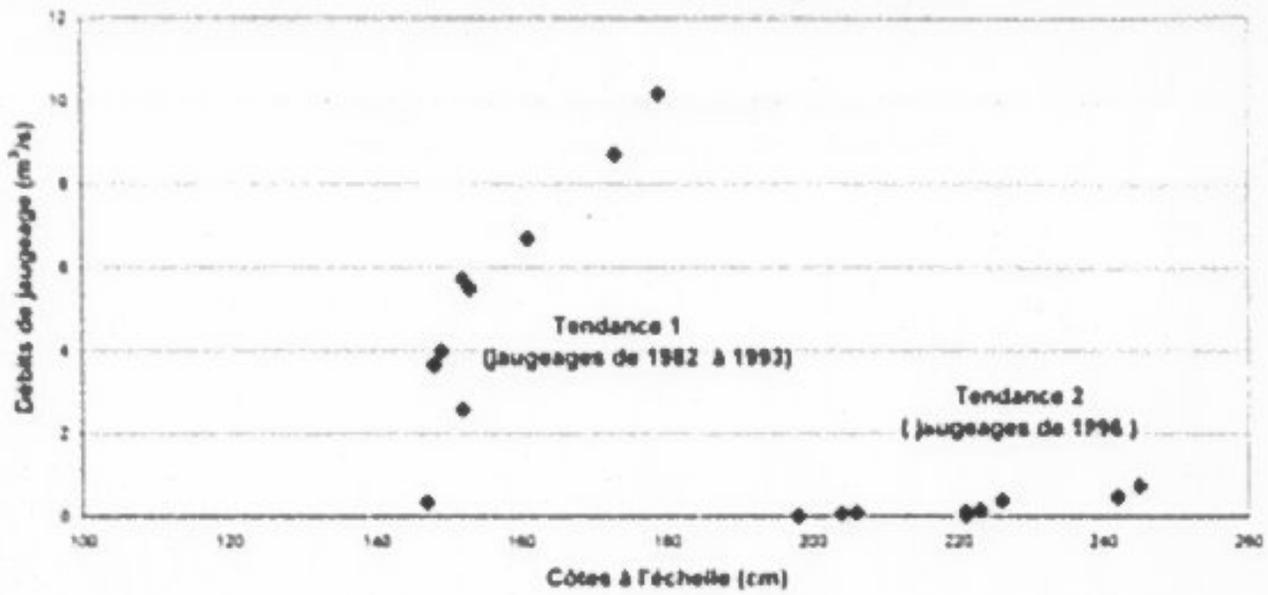
Quant au coefficient de rugosité, il est estimé par l'application de la formule de Manning Strickler aux jaugeages effectués au niveau de la station, C = 35.

Les sections mouillées, les rayons hydrauliques déterminés sur le profil en travers topographique permettent de calculer les vitesses d'écoulement et par la suite les débits correspondants.

Tableau n° 24 Caractéristiques de la section de jaugeage et de l'écoulement

H (cm)	S (m ²)	R _h = S/P (m)	V _m (m/s)	Q (m ³ /s)
200	10,82	0,968	0,77	8,379
300	21,15	1,556	2,00	42,31
400	32,33	2,045	3,46	111,7
500	46,24	2,169	3,89	179,7
550	55,64	2,014	3,35	186,5
600	67	2,194	3,98	266,5
650	79,63	2,404	4,77	380,2
700 (côte des délaissées de crue)	93,52	2,559	5,41	506

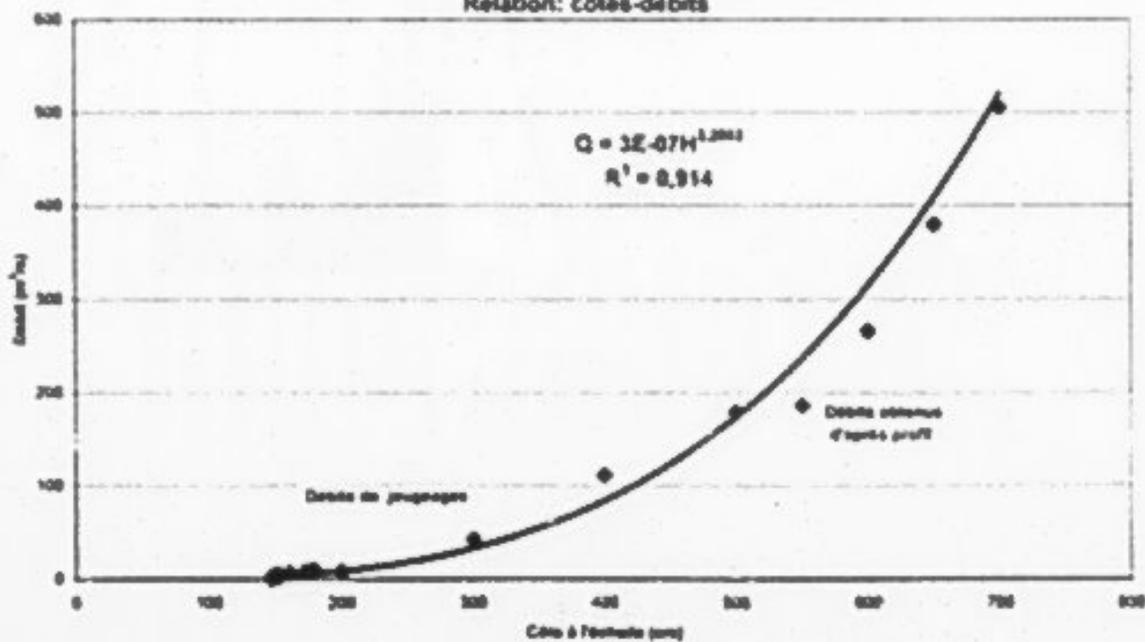
Fig. 33 : Bassin de Mkhachbia
Relation: côtes-débits de jaugeage effectués à la station de Mkhachbia aval



Sur le même graphique, nous avons mis ensemble les débits de jaugeages et des débits estimés à partir du profil en travers pour différentes côtes (avec la côte des délaissées de crue comme côte maximale), ce qui a permis de retenir pour les débits de jaugeage que les débits de jaugeage effectués en 1996, étant donné que ces débits se situent sur le prolongement de la courbe établie à partir des débits estimés par la formule de Manning Strickler. Le barème de la courbe d'étalonnage retenue pour Mkhachbia aval sera donc le suivant :

H (cm)	10	50	80	100	140	150	160	180	200	300	400	450	500	550	600	650	700
Q (m ³ /s)	0,0005	0,1	0,5	0,95	2,8	3,6	4,4	6,4	9	34	86	126	178	242	321	417	530

Fig. 34 : Bassin de Mkhachbia ; Station de Mkhachbia aval
Relation: côtes-débits



b) Les écoulements à la station aval

Les crues de janvier 2003 ont été bien enregistrées à la station Mkhachbia aval avec une 1^{ère} grande crue caractérisée par un débit maximum observé le 11/01/03 à 10 h égal à 190 m³/s et un volume de ruissellement de 3.97 Mm³. Les caractéristiques des autres événements sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau n° 25 : Caractéristiques hydrologiques des différentes crues enregistrées à Mkhachbia aval

Période de l'événement	Qmax (m ³ /s)	Vc (10 ⁶ m ³)	Vr (10 ⁶ m ³)	lc (mm)	lr (mm)	tm	tb
11/01/03 à 5 h au 12/01/03 à 7 h	190	4.125	3.971	38.9	37.5	3 h	24 h
17/01/03 à 0 h au 18/01/03 à 11 h	14.9	0.176	0.141	1.66	1.33	5 h	11 h
18/01/03 à 2 h au 19/01/03 à 12 h	18.8	0.593	0.520	5.6	4.9	4 h	18 h
20/01/03 à 17 h au 23/01/03 à 8 h	8.5	0.2225	0.155	2.1	1.5	2 h	15 h
24/01/03 à 15 h au 25/01/03 à 2 h	14.9	0.353	0.229	3.33	2.16	6 h 30	11 h
1/02/03 à 8 h au 3/02/03 à 13 h	8.28	0.0887	0.0354	0.84	0.33	3 h	5 h
1/02/03 à 14 h au 3/02/03 à 6 h 10	77.7	4.182	3.673	39.5	34.7	24 h	34 h
4/02/03 à 22 h au 6/02/03 à 17 h	17.2	1.05	0.529	9.9	5	34 h	43 h
9/02/03 à 17 h au 11/02/03 à 17 h	9.1	0.397	0.18	3.74	1.70	14 h	24 h
12/02/03 à 8 h au 13/02/03 à 8 h	14.9	0.525	0.261	4.95	2.47	7 h 30	24 h
Pour toute la période	190	19.69		185.8	147.8		

Les hydrogrammes des différentes crues sont présentés ci après

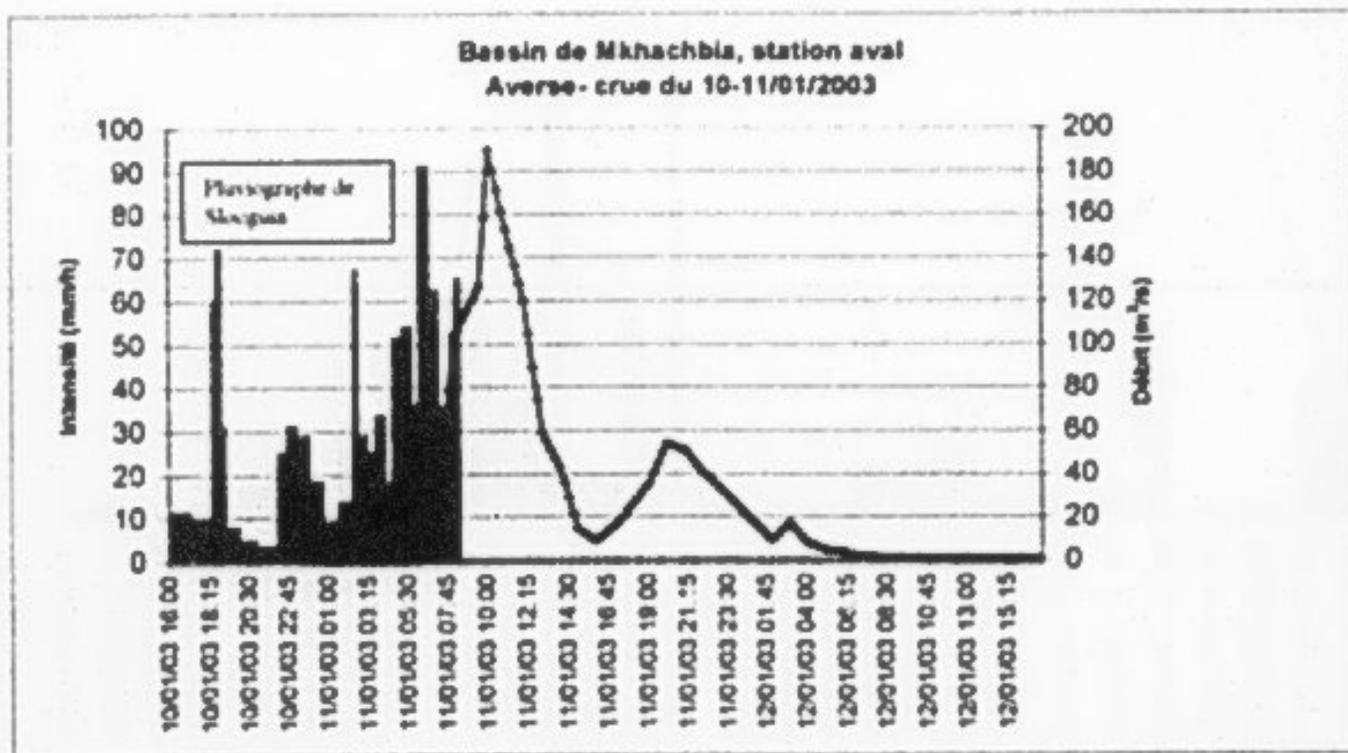


Fig. n° 36 : Bassin Mkhachbia: Station aval
Averse crue du 25/01/2003

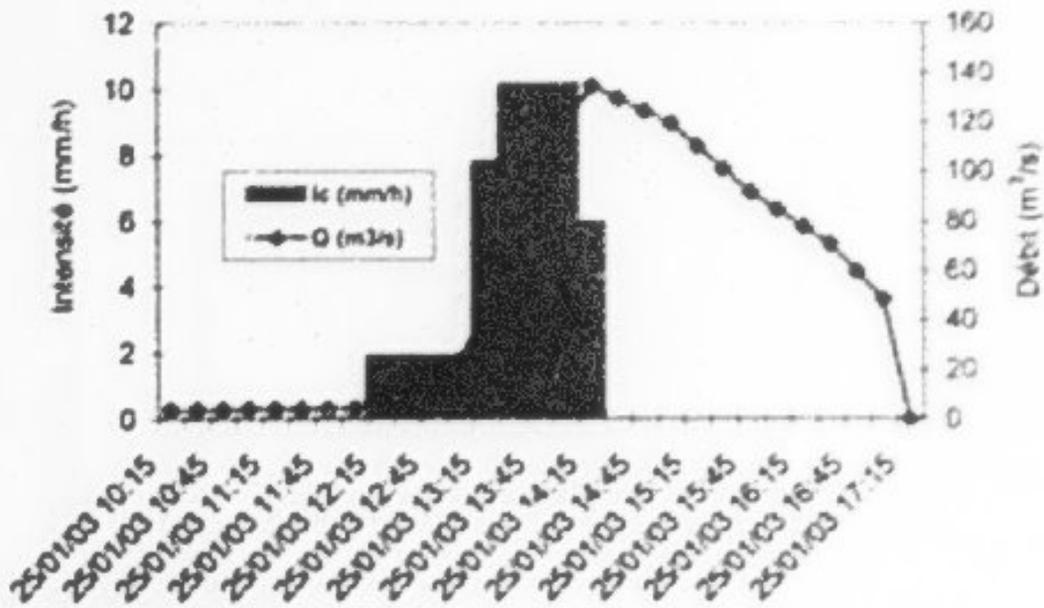


Fig. n° 37: Bassin de Mkhachbia, station aval
Averse- crue du 01-02/02/2003

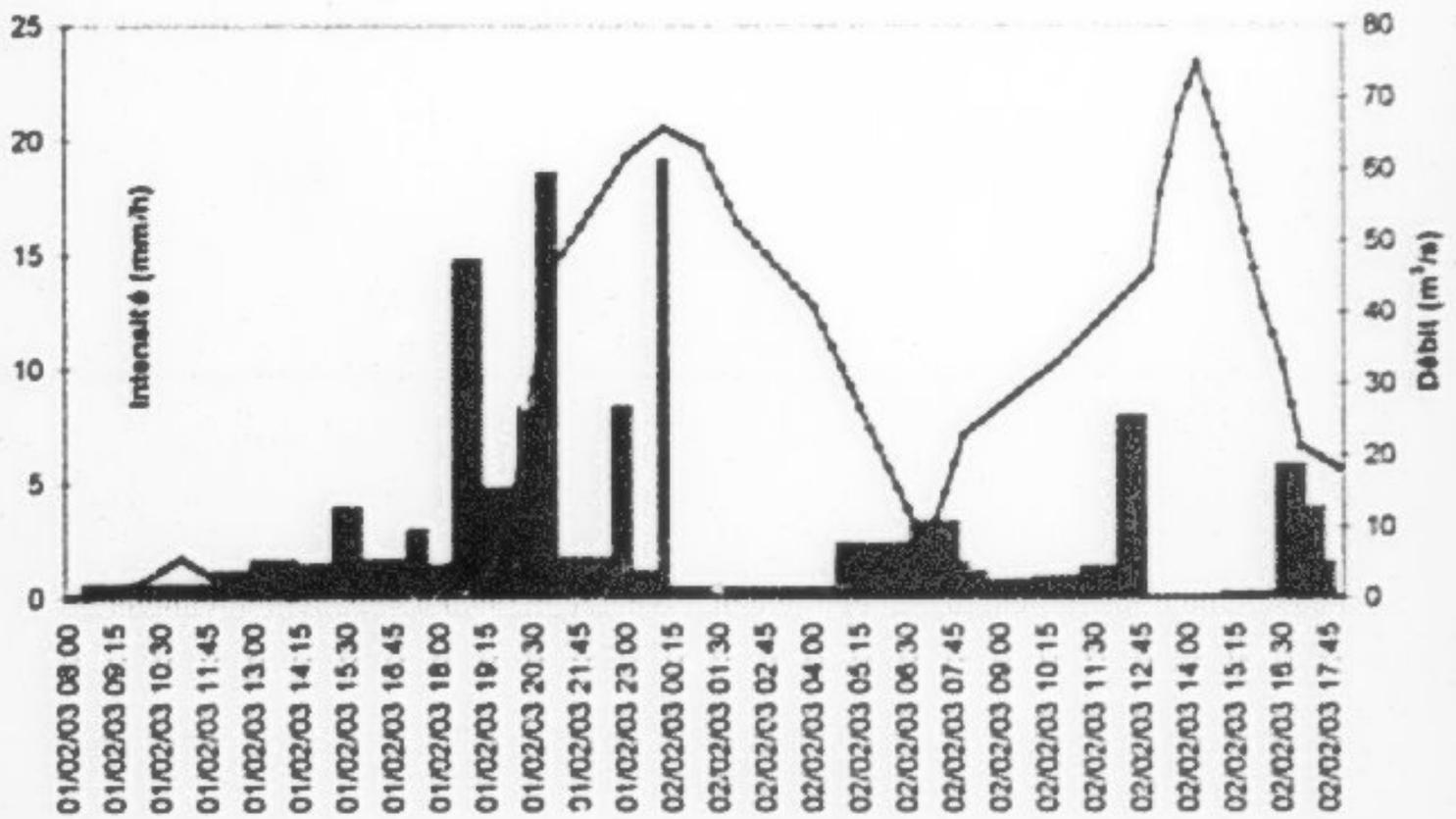
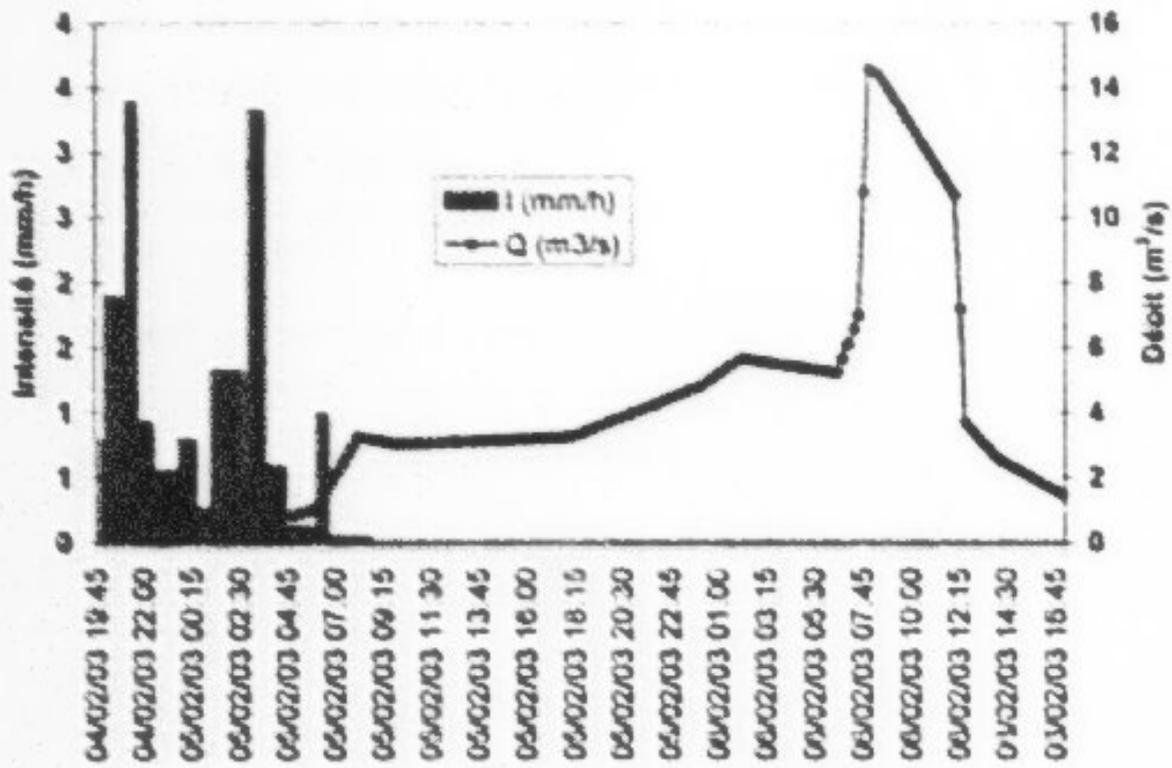


Fig. n° 38 : Bassin de Mkhachbia, station aval
Averse- crue du 04-06/02/2003



10.2 Oued Zarga

Limité à la station secondaire en aval de la confluence avec Mkhachbia, l'oued Zarga couvre une superficie égale à 250 km².

10.2.1) Données pluviométriques de janvier et février 2003

Pour les crues de janvier et février 2003, nous présentons les hauteurs pluviométriques enregistrées allons estimer les caractéristiques hydrologiques de cet événement hydro pluviométrique important.

Tableau n° 26 : hauteurs pluviométriques enregistrées au bassin de l'Oued Zarga

Période	O. Zarga 12 mai	Oued Zarga Ex Fme Rural	Mkhach aval	Ksar Bou Kley	O. Zarga Denguezli	Pluie moyenne Adoptée (mm)
	55086	55089	54500	53803	55091	
Du 10 au 12/01/2003	72,3	66,4	80,0	72,0	66,0	71,3
Du 16 au 18/01/2003	28,1	30,5	31,4	31,2	25,5	29,3
Du 19 au 20/01/2003	6,1	9,0	14,0	-	7,0	9,0
Du 23 au 26/01/2003	65,4	66,2	87,7	62,0	64,0	69,1
Du 30/01 au 3/02/2003	35,3	42,0	58,9		41,0	44,3
Du 6 au 7/02/2003	6,7		-		7,0	6,9
Du 11/01 au 10/02/2003	213,9	214,1	272,0	165,2	210,5	215,1

10.2.2 Estimation des caractéristiques des crues

Pour l'estimation des caractéristiques des crues de Zarga, nous admettons la similitude des formes des crues du bassin Zarga et son affluent Mkhachbia vu l'intensité et l'homogénéité des événements pluviométriques sur ces bassins, ce qui a provoqué des réponses totales du bassin et ses affluents pour générer des grandes crues similaires sur les bassins de la région.

a) Estimation du débit maximum d'après les délaissés de crue

L'estimation de débit maximum selon les délaissés de crue au site de jaugeages se fait par l'application de la formule de Manning Strickler qui s'écrit sous la forme:

$$Q(H) = S(H) \cdot V_m(H) \text{ et } V_m(H) = C \cdot R_h^{2/3} i^{1/2}$$

La pente du lit de l'oued au droit de la station est estimée à 6 ‰.

Le tableau suivant récapitule les résultats de calcul du débit maximum de crue de l'oued Zarga à la station aval.

Tableau n° 27 : Caractéristiques du site de jaugeages d'après le profil en travers

H (cm)	S (m ²)	P (m)	Rh = S/P (cm)	I (‰)	Vm (m/s) Pour C = 35	Qx (m ³ /s)
663,7	108,129	48,110	2,248	6	2,788	300

b) Estimation des débits d'après les coefficients de forme des crues de l'oued Mkhachbia

Pour l'évaluation des débits maximums des crues de Zarga, nous adoptons les lames écoulées et les coefficients de forme des crues K déterminés pour le bassin de Mkhachbia définis par $K = Q_{max}/Q_{moy}$, avec le débit moyen de ruissellement est égal à $Q_{moy} = Vr/tb$. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau n° 28 : Caractéristiques des crues enregistrées à la station Mkhachbia aval

Période de l'évènement	Qmax (m ³ /s)	Ve (10 ⁶ m ³)	tm	tb	Qmoy (m ³ /s)	K
11/01/03 à 5h au 12/01/03 à 7 h	190	4.125	3 h	24 h	47,7	4,0
17/01/03 à 0 h au 18/01/03 à 11 h	14,9	0.176	5 h	11h	4,4	3,4
18/01/03 à 2 h au 19/01/03 à 120h	18,8	0.593	4 h	18 h	9,2	2,1
20/01/03 à 17 h au 23/01/03 à 8 h	8,5	0.2225	2 h	15 h	4,1	2,1
24/01/03 à 15 h au 25/01/03 à 2 h	14,9	0.353	6 h 30	11 h	8,9	1,7
1/02/03 à 8 h au 3/02/03 à 13 h	8,28	0.0887	3 h	5 h	4,9	1,7
1/02/03 à 14 h au 3/02/03 à 6 h 10	77,7	4.182	24 h	34 h	34,2	2,3
4/02/03 à 22 h au 6/02/03 à 17 h	17,2	1.05	34 h	43 h	6,8	2,5
9/02/03 à 17 h au 11/02/03 à 17 h	9,1	0.397	14 h	24 h	4,6	2,0
12/02/03 à 8 h au 13/02/03 à 8 h	14,9	0.525	7 h 30	24 h	6,1	2,5

Etant donné la proximité de la station hydrométrique de Mkhachbia de la station de Zarga avant confluence, nous admettons pour des évènements hydro pluviométriques intenses et homogènes, que les temps de base (tb) des hydrogrammes des crues de ces 2 bassins seront dans un rapport égal à leurs superficies r # 1,5

Tableau n° 29: Caractéristiques des crues enregistrées à Zarga à la station aval (S = 250 km²)

Période de l'évènement	K	Le (mm)	Ve (Mm ³)	tm (h)	tb (h)	Qmoy (m ³ /s)	Qmax (m ³ /s)
11/01/03 à 5h au 12/01/03 à 7 h	4,0	38,9	9,725	7	36	75,0	298,6
17/01/03 à 0 h au 18/01/03 à 11 h	3,4	1,66	0,415	12	16,5	7,0	23,4
18/01/03 à 2 h au 19/01/03 à 120h	2,1	5,6	1,4	10	27	14,4	29,6
20/01/03 à 17 h au 23/01/03 à 8 h	2,1	2,1	0,525	5	22,5	6,5	13,4
24/01/03 à 15 h au 25/01/03 à 2 h	1,7	3,33	0,8325	16	16,5	14,0	23,4
1/02/03 à 8 h au 3/02/03 à 13 h	1,7	0,84	0,21	7	7,5	7,8	13,1
1/02/03 à 14 h au 3/02/03 à 6 h 10	2,3	39,5	9,875	58	51	53,8	122,3
4/02/03 à 22 h au 6/02/03 à 17 h	2,5	9,9	2,475	82	64,5	10,7	27,0
9/02/03 à 17 h au 11/02/03 à 17 h	2,0	3,74	0,935	34	36	7,2	14,3
12/02/03 à 8 h au 13/02/03 à 8 h	2,5	4,95	1,2375	18	36	9,5	23,4

Nous remarquons que l'estimation du débit maximum de la 1ère crue par les 2 méthodes a abouti pratiquement au même résultat $Q_{max1} = 301 \text{ m}^3/\text{s}$ et $Q_{max2} = 298 \text{ m}^3/\text{s}$ et ceci montre la cohérence et la fiabilité des méthodes utilisées.

c) Reconstitution des crues de l'oued Zarga

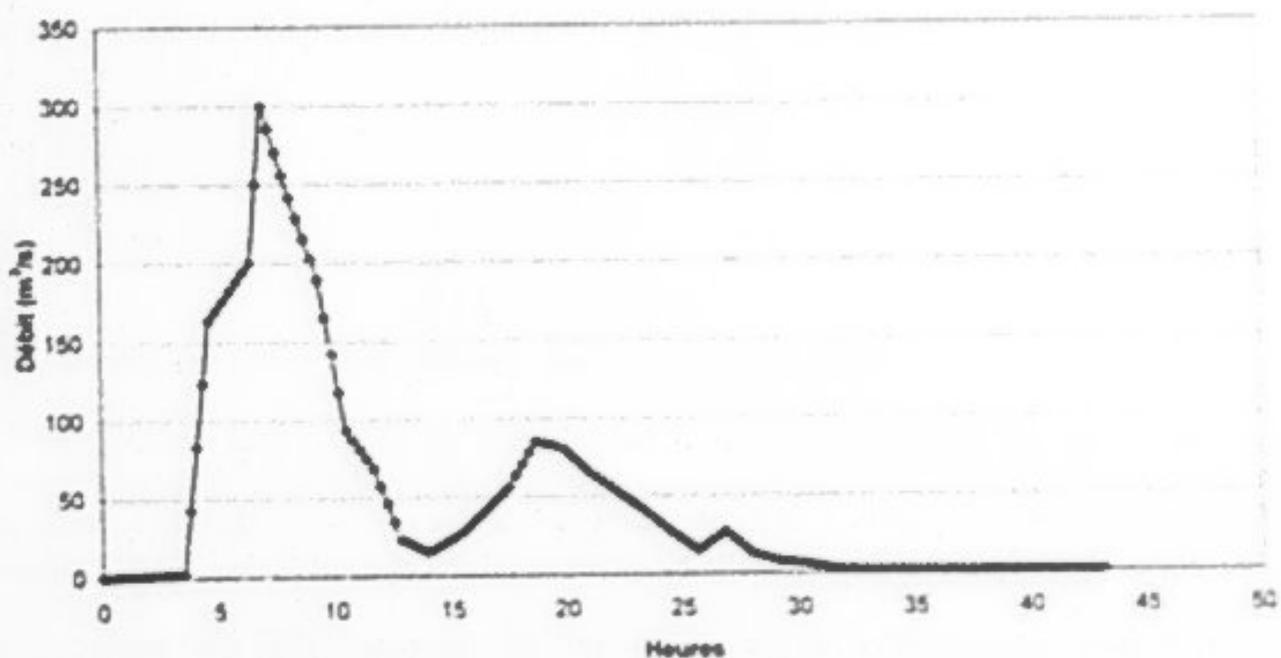
La reconstitution des hydrogrammes de crue nécessite la connaissance des paramètres suivants :

- Les débits instantanés
- Les temps de montée et de base de l'hydrogramme de la crue

Pour le tracé de l'hydrogramme de crue, on utilise l'hydrogramme de crue sans dimension enregistré à la station de Mkhachbia qui permet la transposition de la forme de crue induite par l'averse génératrice de la crue.

Les hydrogrammes des crues reconstituées sont présentés ci après :

Fig. n°39 : Oued Zarga station aval
Crue du 11-12/01/2003



10.2.2. Estimation des apports des crues de la période 11/01 au 10/2/2003

Pour le cas de l'oued Zarga station aval, nous adoptons la lame écoulée du bassin de Mkhachbia qui est égale à $l_e = 185.8 \text{ mm}$ et l'apport des crues pour la période considérée sera donc pour Zarga égal à : $V_e = 46 \text{ Mm}^3$.

11. Oued Béja

Limité au P.R. GP6, ce cours d'eau draine un bassin de 207 km², et à la confluence avec Medjerda un bassin de 340 km² et il est caractérisé par une pente globale dans sa partie aval, très faible, ce qui peut engendrer des crues dont les débits de pointe ne sont pas très élevés.

11.1) Données pluviométriques de janvier - février 2003

Nous présentons au tableau suivant les hauteurs pluviométriques journalières enregistrées aux différents postes pluviométriques du bassin qui sont à l'origine de crues observés au niveau du pont route Béja.

Tableau n° 30 : hauteurs pluviométriques enregistrées au bassin de l'Oued Béja.

Période	Munchar Ecole	Beja INRAT	Ain Zebda	Hauteur moyenne adoptée (mm)
	54611	50823	50543	
Du 10 au 12/01/2003	156	86.9	43.0	95.3
Du 16 au 18/01/2003	35.0	33.3	24.0	30.8
Du 19 au 20/01/2003	27.0	15.6	31.0	24.5
Du 23 au 26/01/2003	94.0	91.8	62.0	82.6
Du 30/01 au 3/02/2003	-	15.8	24.0	19.9
Du 6 au 7/02/2003	-	-	13.0	13.0
Du 11/01 au 10/02/2003	341	340.2		340.0

11.2 Estimation des caractéristiques des crues au P.R. GP6

Pour ce bassin, nous ne disposons d'aucun enregistrement limnimétrique pour la détermination des caractéristiques des crues engendrées par les pluies qui se sont abattues sur ce bassin, seulement quatre jaugeages ont été effectués au niveau du nouveau pont route. Les résultats de ces jaugeages sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau n° 31 : Jaugeages effectués au niveau du nouveau pont route Béja

N°	Date	Heure		Côte (cm)		Débit (m ³ /s)
		Début	Fin	Début	Fin	
1	24/01/2003	16 h 10	16 h 47	222	230	45.13
2	24/01/2003	18 h	18 h 35	242	242	58.84
3	24/01/2003	19 h	19 h 30	232	230	47.85
4	25/01/2003	11 h 35	12 h 05	249	249	64.21

Pour l'estimation des caractéristiques des crues de toute la période, nous allons utiliser les 2 méthodes de calcul suivantes.

11.2.1 Méthode des délaissées de crues pour l'estimation de débit maximum de la période au nouveau Pont Route GP6

L'estimation du débit maximum selon les délaissées de crue au site de jaugeages par l'application de la formule de Manning Strickler nous permet de tracer la crue maximale, après l'estimation des temps de monté et de base de cette crue qui a transité par la station pont route Béja. Il est à signaler que les 2 ponts sont très proche l'un de l'autre ($d \leq 10$ m).

$$Q(H) = S(H).V_m(H) \text{ et } V_m(H) = C.Rh^{2/3} i^{1/2}$$

Avec : Q : débit maximum estimé (m^3/s)

S : superficie de la section mouillée au droit des échelles

V_m : vitesse moyenne des écoulements

C : coefficient de rugosité

$Rh = S/P$: rayon hydraulique de la section

i : pente de la ligne d'eau

La section mouillée, le rayon hydraulique et le périmètre mouillé ont été déterminés sur un profil en travers topographique réalisé en février 2003. Quant à la pente de la ligne d'eau et le coefficient de rugosité, ils peuvent être estimés par l'application de la formule de Manning Strickler aux jaugeages effectués lors de ces dernières crues.

Tableau n° 32 Caractéristiques de la section de jaugeage

H (cm)	Q (m^3/s)	S (m^2)	P (m)	$Rh = S/P$ (m)	V_m (m/s)	$Rh^{2/3}$	$C.i^{1/2}$
222	45,13	27,37	35,19	0,778	1,648	0,846	1,949635911
242	58,84	32,15	35,2	0,913	1,83	0,941	1,944163614
232	47,85	28,75	35,21	0,816	1,665	0,874	1,905151617
249	64,21	34,56	35,27	0,980	2,005	0,987	1,883288062
					moyenne		1,920559801
270 : (délaissées de crue)		50,935	46,712	1,0904			

A partir de ces jaugeages, nous avons déduit la valeur moyenne de : $C.i^{1/2} = V_m(h)/Rh^{2/3}$ correspondant aux 4 jaugeages présentés dans le tableau précédent et la vitesse moyenne de l'écoulement est estimée à $V_m(H) = Rh^{2/3}.C.i^{1/2} = 2,035$ m/s.

Pour l'oued Béja au niveau du nouveau pont route où le profil topographique a été réalisé, le débit maximum calculé par la formule de Manning Strickler est estimé à :

$$Q_x = 103,6 \text{ m}^3/\text{s}.$$

11.2.2) Estimation des débits par l'utilisation des coefficients de forme des crues

11.2.2.1) L'estimation des temps de monté et de base de crues au niveau du P.R. Béja

A partir des enregistrements de crues à la station P.R. Béja durant la période : 1972 à 1976, il était possible à partir des grandes crues caractéristiques de ce bassin enregistrées à

cette station, de déterminer les temps de monté (t_m) et de base (t_b) qui sont présentés ci après.

Tableau n°33: Les temps de monté et de base de différentes crues observées à la station P.R. Béja ($S = 207 \text{ km}^2$).

Début de crue	t_m (h)	t_b (h)	t_b/t_m
19/02/1971 à 18h	8	20	2,50
9/02/1971 à 24 h	11	16	1,45
18/4/1973 à 11 h	11	34	3,09
16/3/1973 à 20 h	12	24	2,00
27/2/1973 à 20 h	12	24	2,00
17/2/1973 à 8 h	14	30	2,14
4/2/1975 à 16 h	12	31	2,58
28/1/73 à 11 h	6	20	3,33
Moyenne	10,75	24,88	2,39
Valeurs adoptées	11	25	2,27

11.2.2.2) Estimation des débits par l'utilisation des coefficients de forme des crues

Pour l'évaluation des débits maximums des crues de l'oued Béja au nouveau pont, nous adoptons à ce bassin la transposition des paramètres obtenus sur le bassin de Mkhachbia après leur correction et ceci suivant leur nature physique.

- Pour les lames écoulées, les mêmes valeurs seront adoptées à ce bassin vue la similarité des versants de ces 2 bassins et le sens de leur écoulements.

- et les coefficients de forme des crues K définis par $K = Q_{max}/Q_{moy}$, avec le débit moyen de ruissellement égal à $Q_{moy} = V_e/t_b$.

- Les temps de monté et de base sont les mêmes pour le bassin limité soit au nouveau ou à l'ancien pont vu la faible distance qui les sépare.

- Pour ce qui concerne le coefficient de réduction qui est défini comme le rapport de la lame ruisselée et la pluie engendrant cette lame est égal à 0.7 pour Mkhachbia. Pour Béja, on adopte cette même valeur.

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau n° 34 : Caractéristiques des crues au nouveau pont route Béja

Période de l'évènement	K	l_e (mm)	V_e (10^6 m^3)	Q_{moy} (m^3/s)	Q_x (m^3/s)
11/01/03 à 5h au 12/01/03 à 7 h	4.0	38.9	8.0523	89.5	250.5
17/01/03 à 0 h au 18/01/03 à 11 h	3.4	1.7	0.3519	3.9	9.3
18/01/03 à 2 h au 19/01/03 à 120h	2.1	5.6	1.1592	12.9	18.9
20/01/03 à 17 h au 23/01/03 à 8 h	2.1	2.1	0.4347	4.8	7.1
24/01/03 à 15 h au 25/01/03 à 2 h	1.7	3.4	0.7038	7.8	9.3
1/02/03 à 8 h au 3/02/03 à 13 h	1.7	0.9	0.1863	2.1	2.5
1/02/03 à 14 h au 3/02/03 à 6 h10	2.3	39.5	8.1765	90.9	146.3
4/02/03 à 22 h au 6/02/03 à 17 h	2.5	9.9	2.0493	22.8	39.8
9/02/03 à 17 h au 11/02/03 à 17 h	2.0	3.7	0.7659	8.5	11.9
12/02/03 à 8 h au 13/02/03 à 8 h	2.5	5.0	1.035	11.5	20.1

11.2.2.3) Reconstitution des crues de la période d'étude de l'oued Béja

La reconstitution des grandes crues de l'oued Béja pour l'estimation des volumes d'eau écoulés nécessite l'adoption des étapes suivantes :

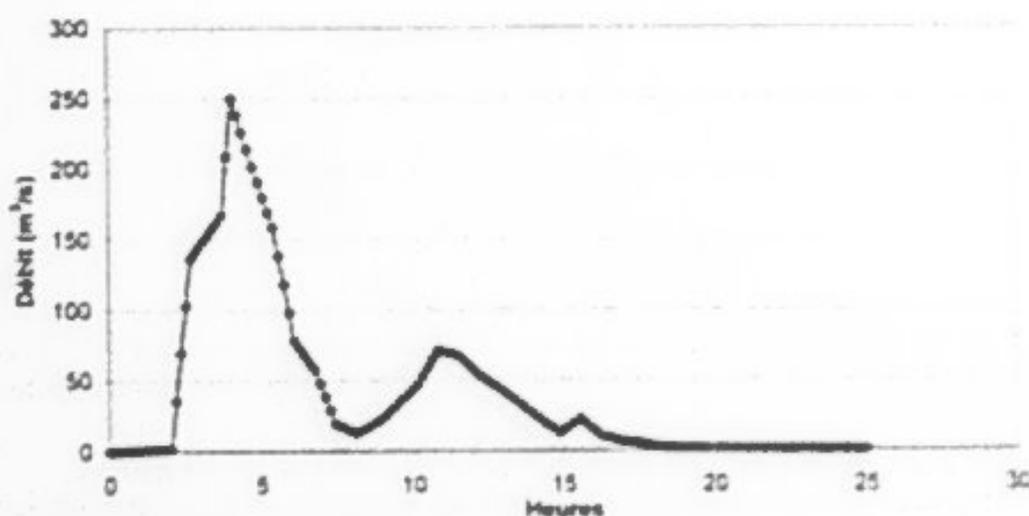
- Admettre l'homogénéité de l'événement pluviométrique survenu sur les 2 bassins: Béja et Zarga.
- Admettre la similitude de réponse de ces 2 bassins (même forme des hydrogrammes de crues).

a) **Crue du 11/01/2003** : La reconstitution de l'hydrogramme de la 1^{ère} grande crue du 11/01/2003 dont le débit maximum est déjà estimé à 250 m³/s du 11 janvier 2003, a abouti au résultat suivant.

Tableau n° 35 : Caractéristiques de la crue du 11 et 12 janvier 2003

Période de l'évènement	Qmax (m ³ /s)	Ve (10 ⁶ m ³)
11/1/03 à 0h à 12/01/03 à 8h	250	5.5

Fig. n°40 : Bassin de Béja
Crue du 11-12/01/2003



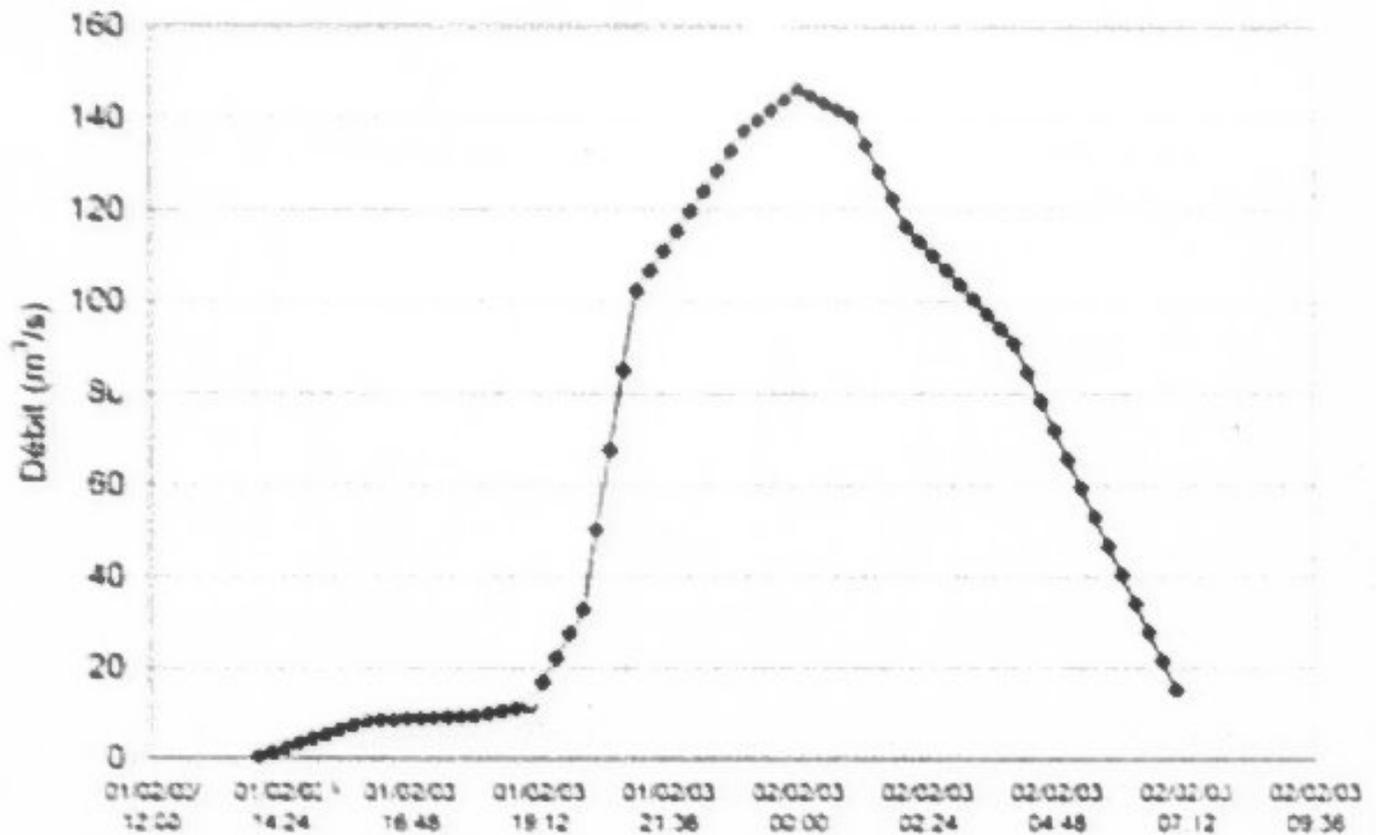
b) **Crue du 1 au 2/02/2003**

La reconstitution de l'hydrogramme de la 2^{ème} grande crue du 1-2/02/2003 dont le débit maximum est estimé à 146 m³/s du 02/02/03 à 00 h, a abouti au résultat suivant.

Tableau n° 36 : Caractéristiques de la crue du 1 et 2 Février 2003

Période de l'évènement	Qmax (m ³ /s)	Ve (10 ⁶ m ³)
1-2/02/2003	146.3	4.15

Fig. 41 : Bassin de Béja
Cruie du 1-2/02/2003



11.3 Estimation des apports des crues de la période du 11/01 au 10/2/2003 à la confluence Béja - Mejerda

Les événements hydro pluviométriques survenus sur la région de Béja sont intenses et ont couvert toute la région et en particulier les bassins de Mkhachbia et de Béja comme le montre les isohyètes présentées dans le chapitre pluviométrique, c'est pourquoi nous allons adopter pour le bassin de Béja celui de Zarga. Ce coefficient d'écoulement est évalué pour Zarga à $148/215 = 0.7$ et la lame écoulée du bassin Béja pour la période d'étude sera égale à : $le = 0,7 \cdot 340 = 238$ mm.

L'apport de Béja sera donc égal à $= 238 \cdot 340 = 81$ Mm³.

12. Barrage Sidi Salem

12.1. Bilan des apports de crue au niveau du Barrage Sidi Salem

Le suivi intensif de la lecture du plan d'eau de la retenue de Sidi Salem durant les mois de janvier et février 2003 a permis l'établissement du bilan hydraulique de la retenue et a donné une bonne évaluation des caractéristiques des différentes crues observées au niveau du barrage.

Tableau n° 37 : Bilan des apports de crue au niveau du Barrage Sidi Salem

Période d'observations		Crue au barrage		Lâchers du barrage		Volume d'eau dans la retenue (Mm ³)	
Début	Fin	Qmax (m ³ /s)	Apport (Mm ³)	Qmax (m ³ /s)	Apport (Mm ³)	Début	Fin
11/01/03 à 7h	15/01/03 à 1h	1218	172.56	228	25.0	509.9	658
17/01/03 à 3h	23/01/03 à 19h	850	297.3	429	187.2	662	771
25/01/03 à 4h	27/01/03 à 24h	1417	195	614	112.2	748.4	831
31/01/03 à 7h	11/02/03 à 00h	764	290.7	578	284	721.8	711
11/01/03 à 7h	11/02/03 à 0h	1417	1130	614	907	509.9	711

Pour toute la période totale : du 11/01/03 à 7h au 10/02/03 à 24h : les apports de crues sont évalués à 1130 Mm³ et le volume évacué est égal à 907 Mm³.

IV. BILAN RECAPITULATIF POUR TOUT LE SYSTEME HYDRAULIQUE DE MEJERDA EN AMONT DE SIDI SALEM POUR LA PERIODE : 11/01/03 à 7h au 11/02/03 à 0h.

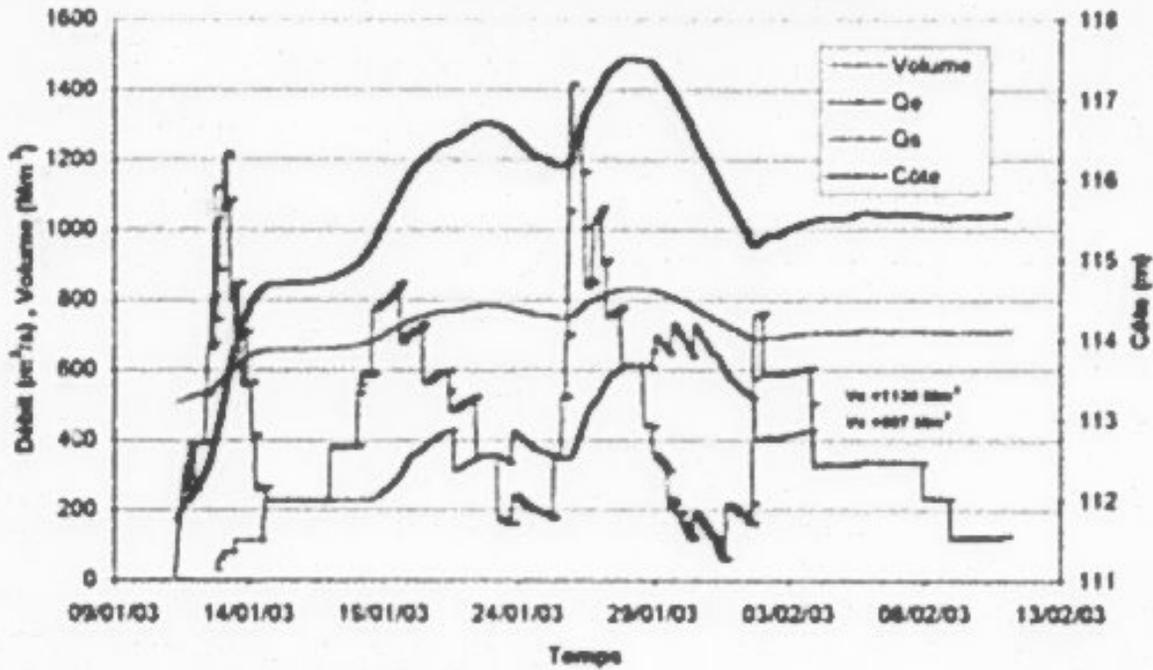
Nous présentons dans le tableau suivant les différents résultats obtenus pour le cours de Mejerda et ses affluents :

Tableau n° 38 : Caractéristiques des différentes crues observées aux stations situées en amont Sidi Salem

Bassin versant	Station	S (km ²)	Qmax (m ³ /s)	Vc (10 ⁶ m ³)
Medjerda	Ghardimaou	1480	1090	197
	Jendouba	2420	1070	315
Mellègue	Barrage*	10300	300	210
Bouhertma	Barrage*	390	452	200
Tessa	Sidi Medien	1952	215	38
Medjerda	Bou Salem	16330	1020	830.9
Kasseb	BV aval barrage	154	-	30
Thibar	Confluence Mejerda	251	295	7.32
Zarga	Aval confluence	250	298	46
Beja	P.R.	340	250	81
Sidi Salem	Barrage	18250	1417	1130

* Pour les barrages en amont de Sidi Salem, nous avons considéré ici que les crues générées par les lâchers avec ses 2 caractéristiques (Qmax et volume lâché à l'aval) pour être comptabilisées dans le bilan hydraulique du système de Medjerda dans son ensemble.

Fig. 38 : Simulation hydraulique de la retenue de Sidi Salem
suite aux crues de 11/01 au 16/02 2003



La lecture du tableau précédent fait ressortir les remarques suivantes :

La comptabilité des volumes d'écoulement des crues de la période étudiée doit se faire à 2 niveaux du système hydraulique de Medjerda :

- au niveau de la station de Bou Salem,
- au niveau de la retenue de Sidi Salem

1. Bilan des apports de crues au niveau de la station de Bou Salem :

Le volume total écoulé au niveau de la station de Bou Salem de la période est de 830,9 Mm³. Ce volume doit être normalement égal au total des volumes écoulés des bassins de :

- Medjerda à Jendouba,
- Barrage Mellègue: volume des lâchers + apports du BV intermédiaire :
- Barrage Bou Heurtma : volume des lâchers + apports du BV intermédiaire
- Tessa à Sidi Medien + bassin intermédiaire

Tableau n°39 : Apports des bassins intermédiaires des affluents de Mejerda

Bassin	BV total (km ²)	BV au barrage (km ²)	BV Intermédiaire (km ²)	Lame écoulee (mm)	Apport (Mm ³)
Mellègue	10700	10300	400	19,2	7,68
Tessa	2420	1950 S. Medien	470	19,5	9,2
Bou Heurtma	588	390	198	249	49
				Total	66



SUITE EN

F 2



ONAGRI
TUNISIE

MICROFICHE N°

11180

REPUBUQUE TUNISIENNE
MINISTERE DE L'AGRICULTURE

الجمهورية التونسية
وزارة الفلاحة

Observatoire National de l'Agriculture
30, Rue Alain Savary - 1002 Tunis

المركز الوطني للفلاحة
30، شارع السافاري - 1002 تونس

F 2

Tableau n°36 : Bilan des apports des différents affluents de Mejerda amont Bou Salem

Bassin	Apports (Mm ³)		
	BV intermédiaire	Lachures	Total
Medjerda à Jendouba			315
Mellegue	7.7	210	217.7
Bou Heurtma	49	200	249
Tessa Sidi Medien	9.2	Station : 38	47.2
		Total	828.9

A Bou Salem, le bilan des apports des différents affluents sera donc évalué à : 828,9 Mm³
 A la station de Bou Salem, l'apport est évalué à 831 Mm³ contre 829 Mm³ apportés par les affluents.

2. Bilan des apports de crues au niveau du barrage de Sidi Salem

La retenue de Sidi Salem reçoit les écoulements des 5 affluents :

- Oued Medjerda à Bou Salem ,
- Oued Kasseb,
- Oued Thibar ,
- Oued Béja
- et Oued Zarga.

Le total des apports de ces cours d'eau doit être environ égal à l'apport évalué au niveau de la retenue.

Tableau n°37 : Bilan des apports des différents affluents en aval Bou Salem

Bassin	Apports (Mm ³)		
	BV intermédiaire	Lachures	Total
Medjerda à Bou Salem			831
Oued Kasseb	30	25	55
Oued Thibar			7.3
Oued Béja			81
Oued Zarga			46
		Total	1020.3

3. Effet de la précision de la courbe de remplissage de la retenue sur le bilan des apports

Pour les hautes eaux, la traduction des hauteurs d'eau observées en volumes se traduit par des imprécisions très nettes : en temps de crue, l'observation des côtes est certainement entachée d'erreurs très flagrantes quelque soit l'habileté de l'observateur vu le batillage produit par les flots qui entrent dans la retenue et le manque de visibilité des chiffres écrits sur l'échelle. Pour des côtes successives données à titre d'illustration, nous retenons pour la traduction les ordres de grandeurs suivants présentés au tableau suivant:

Tableau n°37 bis : Effet de la précision de la courbe de remplissage de la retenue sur le bilan des apports au barrage

Côte (cm)	ΔV (Mm ³) correspondant	Côte (cm)	ΔV (Mm ³) correspondant
114.98		115.550	
114.99	0.727	115.580	0.64
115.01	1.193	115.570	0.64
115.02	0.640	115.580	0.64
115.03	0.640	115.590	0.64
115.04	0.640	115.600	0.64
115.05	0.640	115.610	0.64

Pour les crues de janvier 2003, la côte maximale atteinte du plan d'eau de Sidi Salem s'est élevée à 117.51 m.

Pour les grandes crues, nous retenons des limites plausibles suivantes entre lesquelles peuvent varier ces apports de crues : + ou - 10%. Ce qui a donné un apport global durant la période d'étude variant entre 1020 et 1240 millions de m³.

Le bilan des apports établi pour les différents affluents de la retenue a donné un chiffre qui correspond à la limite inférieure des apports estimé à Sidi Salem.

V. PROPAGATION DES CRUES

Le suivi de la propagation des crues tout le long du cours principal de Mejerda et ses affluents en amont du barrage de Sidi Salem peut être évaluée à partir de stations de référence et la sélection d'épisodes correspondant à des crues intéressant l'ensemble de tout le système hydraulique de la Mejerda.

1. Durée et vitesse de propagation des crues

La propagation de l'onde de crue est caractérisée par sa durée et sa vitesse. Nous allons considérer différentes périodes pour la détermination des caractéristiques de l'onde de propagation des crues tout le long de Mejerda et ses affluents.

Tableau n° 38 : Propagation des ondes des crues tout le long de Mejerda et ses affluents

Station	Crue		Temps de propagation	Distance entre stations (km)	Vitesse moy. propagation (km/h)
	Date	Q _{max} observé le			
Ghardimaou à Jendouba	11/01/03 12/01/03	12 h 15 3 h	14 h 45	72	4,88
Jendouba à Bou Salem	12/01/03	13 h 00	10h	40	4,0
Bou Salem à Barrage Sidi Salem	13/01/03	05 h	16 h	58	3,63
Mellègue K13 au Barrage Mellègue	11/01/03 11/01/03	14h 17 h 15	3h 15	45	13,85
Barrage Mellègue à Bou Salem	11/01/03 12/01/03	17 h 13 h	20		
Ghardimaou à Jendouba	17/01/03 17/01/03	9 h 15 23 h	13h 45	72	5,23
Jendouba à Bou Salem	18/01/03	20h 00	10h	40	4,0
Bou Salem à Barrage Sidi Salem	19/01/03	16 h	16 h	58	3,63
Mellègue K13 au Barrage Mellègue	17/01/03 17/01/03	10 h 13h	3 h	45	15,0
Barrage Mellègue à Bou Salem	17/01/03 18/01/03	13 h 20 h	31		

Les vitesses moyennes calculées pour le cours principal de Mejerda expriment bien l'état de la situation hydraulique du réseau hydrographique. De Ghardimaou jusqu'au barrage Sidi Salem, la vitesse de propagation de l'onde de crue diminue de l'amont vers l'aval et ceci est expliqué par la diminution de la pente de ce tronçon du cours d'eau. Quant au Mellègue qui est connu par sa violence, ses crues se propagent rapidement entre K13 et le barrage. Il est très intéressant d'évaluer les temps de propagation entre le K13 et le barrage pour l'annonce de crue et pour mieux gérer les lachures en grandes crues de façon à mieux contrôler le débit maximum à Bou Salem.

2. Variation de la Débitance tout le long de l'oued Mejerda

Nous présentons dans le tableau suivant les débits enregistrés à des côtes maximales pour les 3 dernières années d'inondations et pour chacune des stations principales de l'oued Mejerda :

Tableau n° 39 : Variation de la Débitance tout le long de Mejerda

Année	Ghardimaou	Jendouba	Bousalem
	Débit à la côte 500 (m ³ /s)	Débit à la côte 900 (m ³ /s)	Débit à la côte 500 (m ³ /s)
1973	920	600	2960
2000	762	260	1340
2003	720	227	977

VI. TRANSPORT SOLIDE

Des prélèvements d'eau ont été effectués aux stations hydrométriques de Ghardimaou et Bou Salem pour effectuer des mesures de turbidité. Les résultats obtenus sont présentés dans les tableaux suivants :

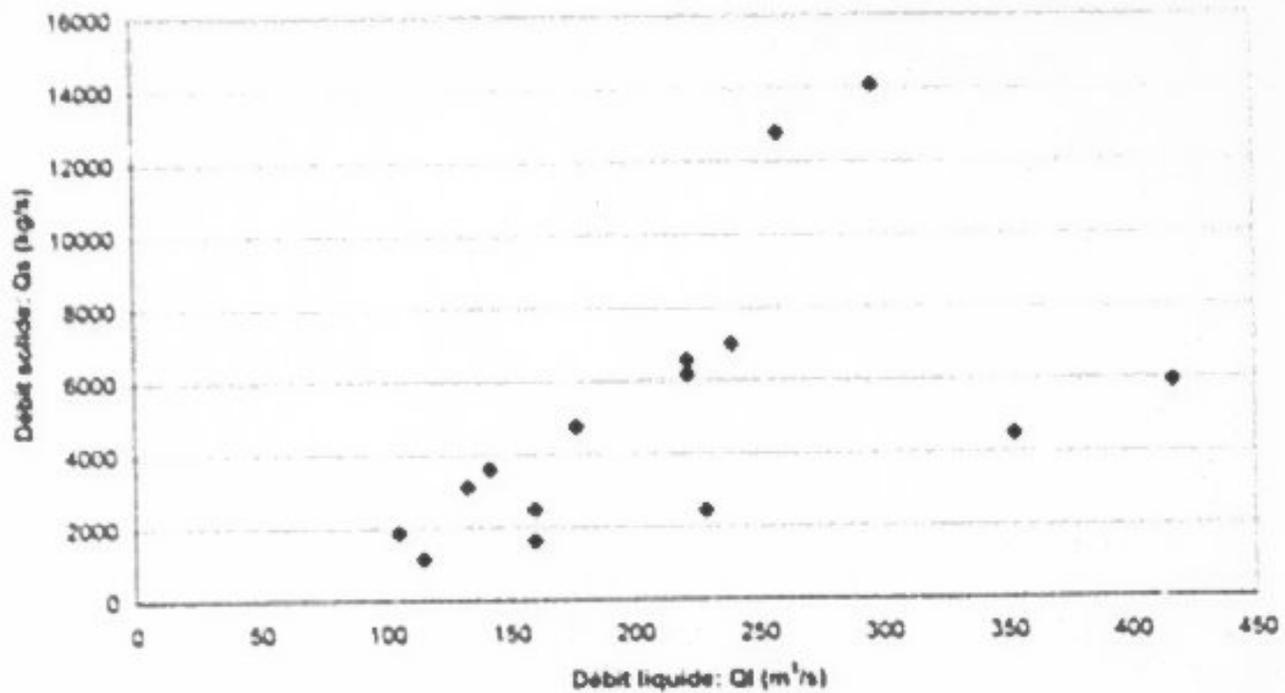
1. Station de Ghardimaou

Après avoir traduit les cotes en débits liquides qui correspondent aux heures des prélèvements des échantillons d'eau, nous avons calculé les débits solides correspondants qui sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau n° 40 : Résultats de mesure de turbidité et de débits liquides de la station Ghardimaou

N°	Date	Heure	Côte (cm)	Turbidité(g/l)	Ql (m ³ /s)	Qs(Kg/s)
1	11/01/2003	23h00	445	14.21	417	5932.7
2	11/01/2003	24h00	430	12.78	353	4370.8
3	12/01/2003	02h30	397	10.77	229	2423.3
4	12/01/2003	07h00	365	10.25	160	1576.5
5	12/01/2003	09h30	339	9.96	115.1	1145.4
6	17/01/2003	04h00	355	25.47	142	3879.1
7	17/01/2003	06h00	395	29.58	222	6359.7
8	17/01/2003	08h45	405	49.40	259	15363.4
9	17/01/2003	10h00	415	47.48	297	13152.0
10	17/01/2003	11h30	400	29.16	240	6590.2
11	17/01/2003	14h00	375	26.92	177	4611.4
12	17/01/2003	16h00	350	23.56	133	3074.6
13	17/01/2003	18h00	330	17.91	105	1853.7
14	18/01/2003	07h30	365	15.65	160	2410.1
15	18/01/2003	14h00	395	27.84	222	3201.6

Fig. n° 43 : Oued Mejerda à Ghardimaou
Corrélation débit solide- débit liquide



L'essai de corrélation débit liquide- débit solide a montré de 2 courbes d'allures différentes qui correspondent aux 2 crues du 11 et 12 Janvier et l'autre à celle du 17 janvier 2003.

Les corrélations obtenues pour les 2 crues nous permettent de reconstituer les solidogrammes générés par ces 2 crues et par conséquent estimer le tonnage des matériaux solides en suspension véhiculés par le courant d'eau.

Pour la crue du 11 et 12 janvier, la relation obtenue est de la forme :

$$Q_s = 2.6176Q_l^{1.2723}$$

$$R^2 = 0.9952$$

Pour la crue du 17 et 18 janvier, la relation obtenue est de la forme :

$$Q_s = 0.2643Q_l^{1.8889}$$

$$R^2 = 0.8993$$

Fig. n° 44: Oued Mejerda à Ghardimaou
 Corrélation débit solide- débit liquide
 Crue du 11 et 12 janvier 2003

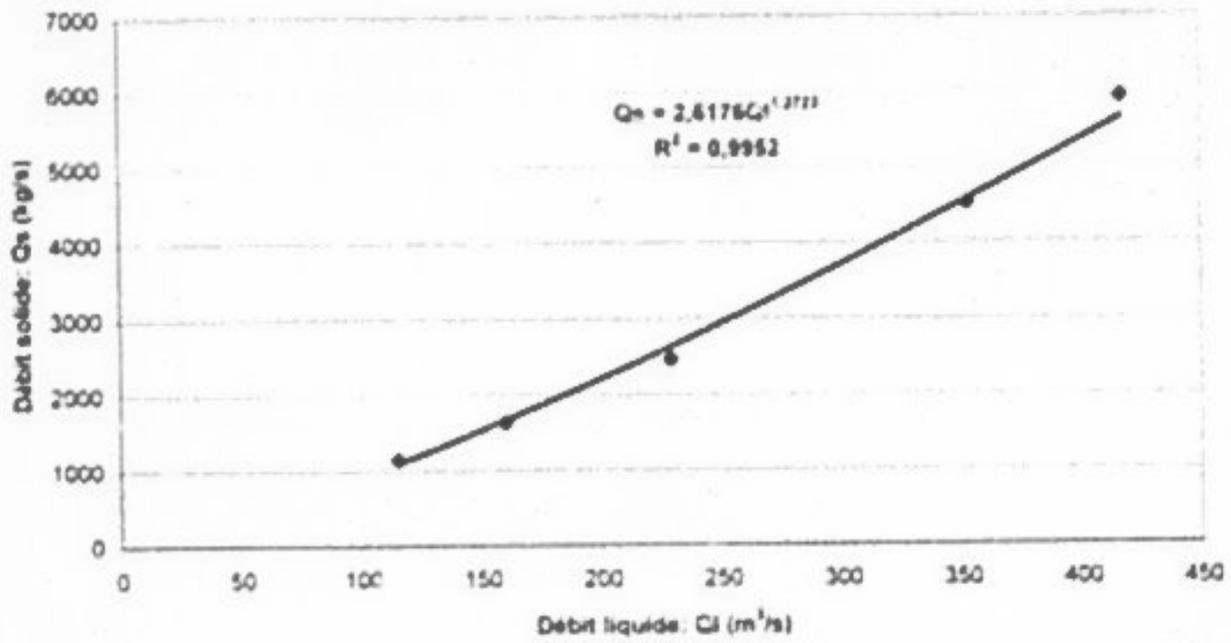
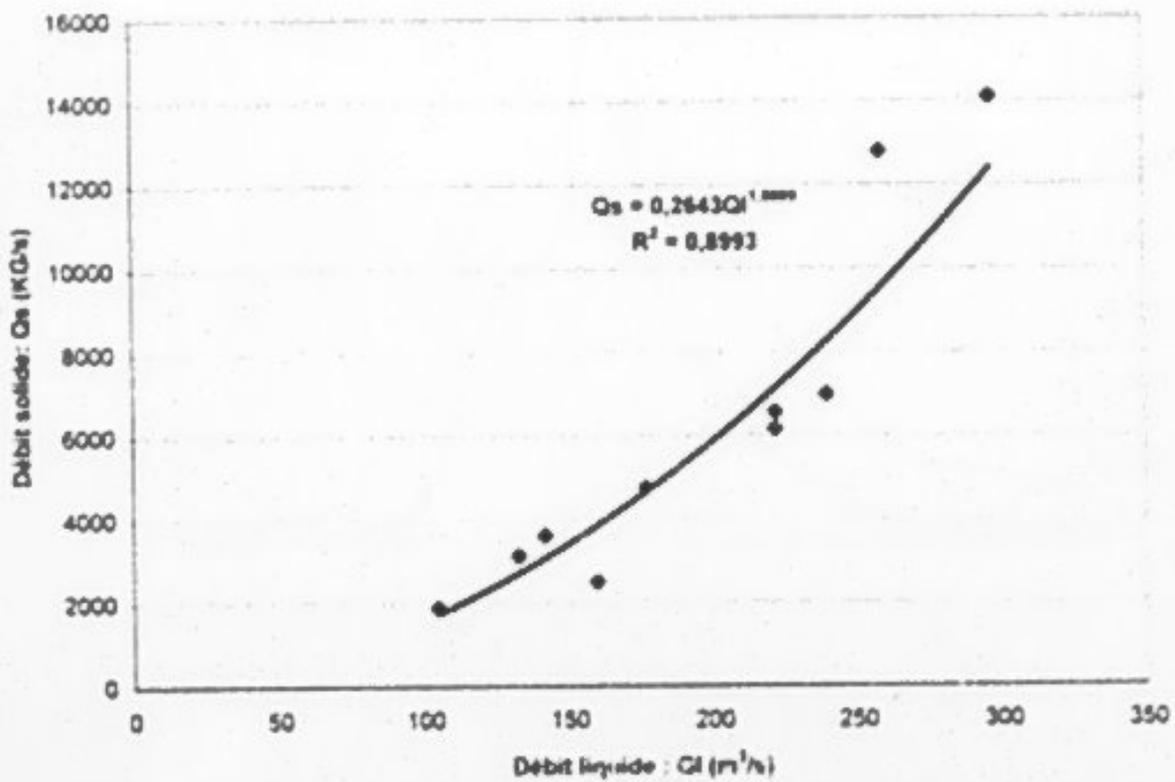


Fig. n° 45: Oued Mejerda à Ghardimaou
 Corrélation débit solide- débit liquide
 Crue du 17 et 18 janvier 2003



Nous présentons ci après les 2 hydrogrammes de crue et les 2 turbidigrammes correspondants.

Fig. n° 46: Mejrda à Ghardimaou
Hydrogramme et turbidigramme
Crue du 11 et 12 janvier 2003

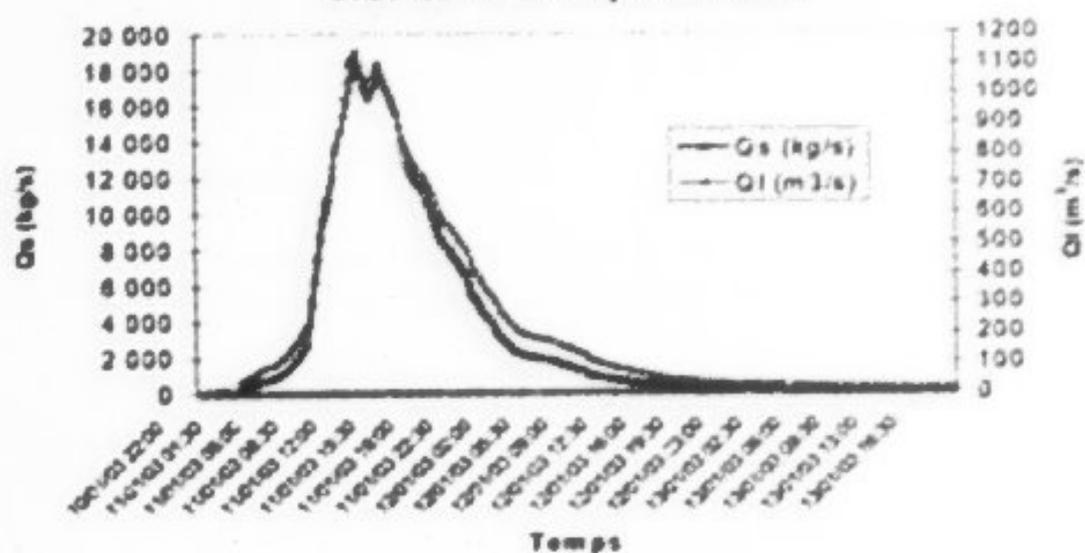
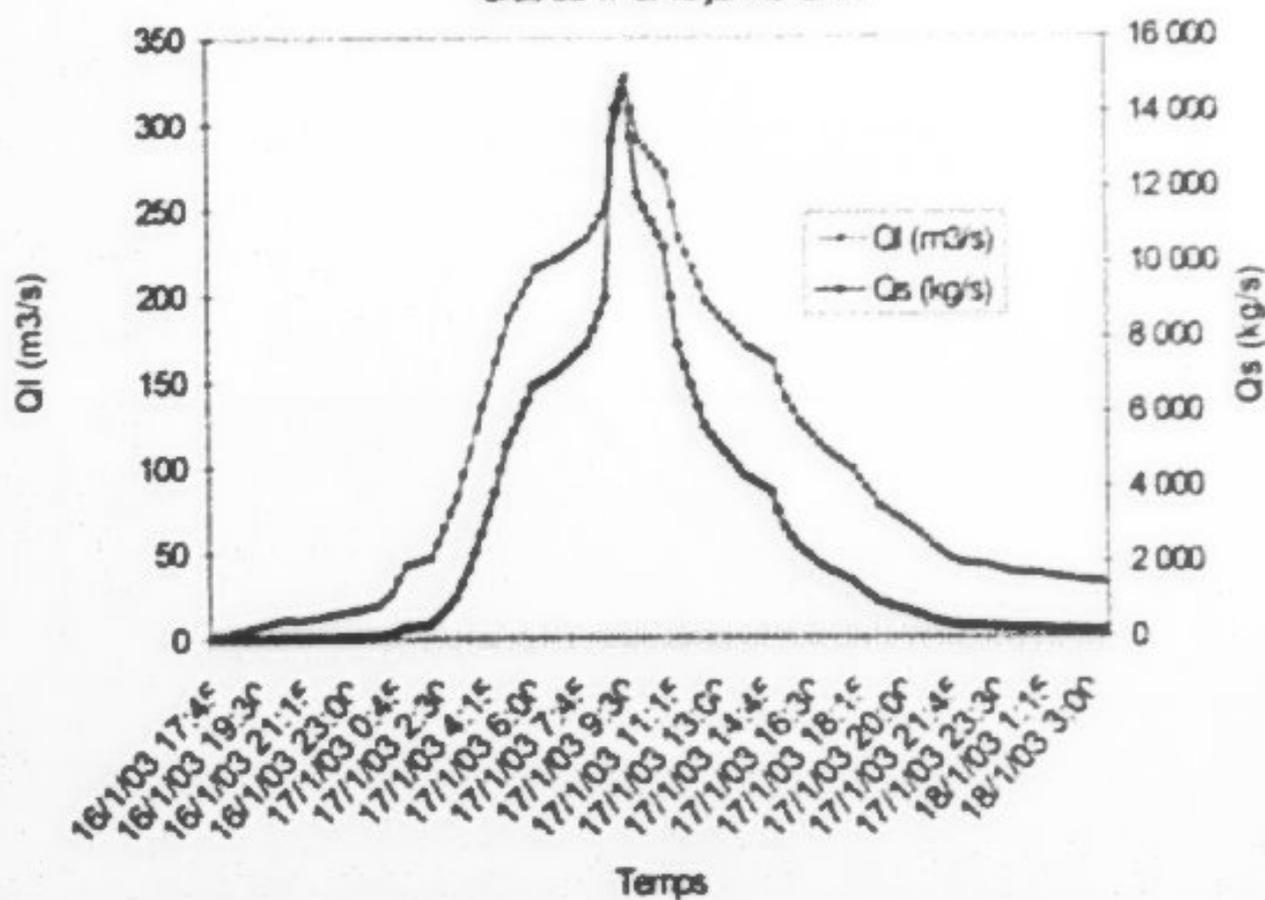


Fig. n° 47: Mejrda à Ghardimaou
Hydrogramme et turbidigramme
Crue du 17 et 18 janvier 2003



Le bilan des apports liquides et solides en suspension des 2 crues enregistrées à la station hydrométrique de Ghardimaou s'établit comme ci dessous.

Tableau n° 41 : bilan des apports liquides et solides en suspension à Ghardimaou

Date	Volume de la crue (10 ³ m ³)	Transport solide (10 ³ Tonne)	Concentration moyenne (g/l)
11 et 12 janvier 2003	38.7	562	14.5
17 et 18 janvier 2003	9.0	239.5	26.6

2. Station de Bou Salem

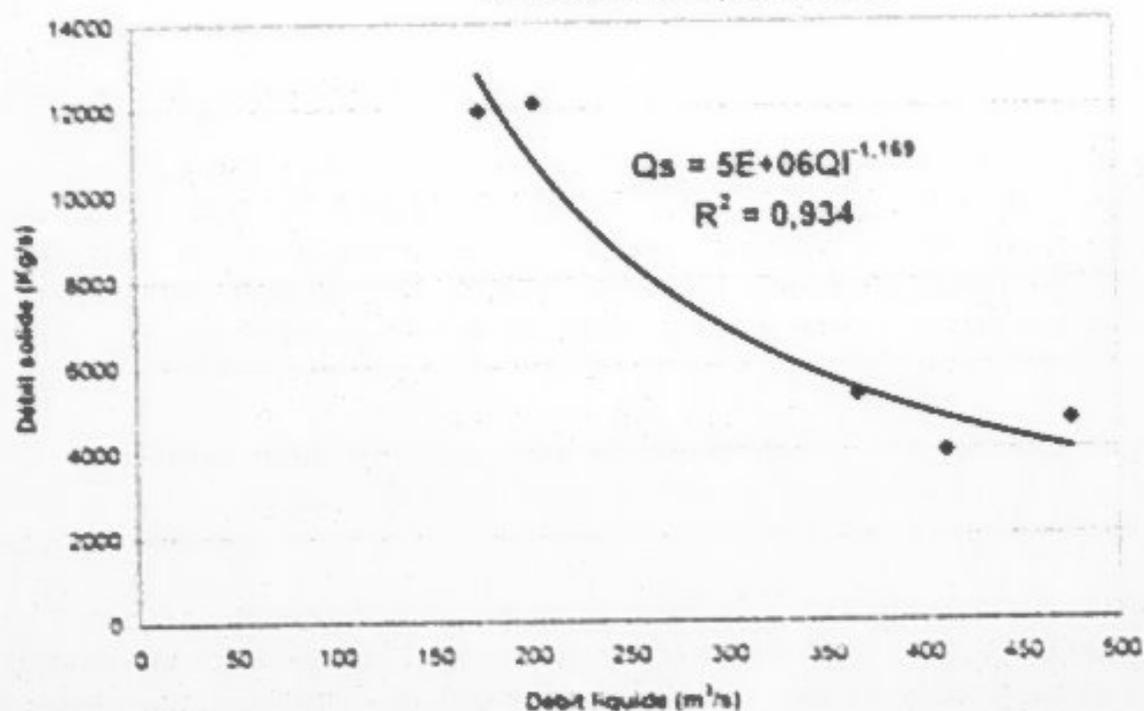
Six prélèvements ont été effectués à la station de Bou Salem durant la période allant du 13 au 14 janvier 2003. Le tableau suivant récapitule les résultats de ces prélèvements.

Tableau n°42 : Résultats de mesure de turbidité et de débits liquides de la station Bou Salem

N°	Date	Heure	Côte (cm)	Turbidité (g/l)	Ql (m ³ /s)	Qs (Kg/s)
1	13/01/2003	10h30	980	9.82	476	4674
2	13/01/2003	13h00	945	9.61	412	3959
3	13/01/2003	17h30	909	14.39	367	5281
4	13/01/2003	18h00	871	7.98	320	*
5	14/01/2003	07h00	729	59.51	204	12140
6	14/01/2003	13h00	679	67.93	176	11956

* couple aberrant

**Fig. n° 48: Oued Mejerda à BouSalem
Corrélation débit solide- débit liquide
Cruée du 13 et 14 janvier 2003**



Pour cette station, les mesures de turbidité ont été effectuées au moment de la décrue, c'est pourquoi l'allure de la courbe établie par la relation $Q_s = f(Q_l)$ est décroissante d'où la

difficulté de tracer le solidogramme pour déterminer le tonnage des sédiments véhiculés par les eaux de la crue.

VII. ZONES D'INONDATION

I Historique des inondations

Nous donnons ci après la liste des grandes inondations qui se sont produites au cours du siècle dernier. Dans la haute et moyenne Medjerda, il s'agit surtout de débordements au niveau des méandres à Jendouba, surtout avec l'arrivée des eaux de Mellègue et de Tessa en aval de cette ville.

Tableau n°43 : Historique des inondations

Date	Qmax (m ³ /s)				Surface inondée (km ²)
	Ghardimaou	Jendouba	Bou Salem	Mellègue	
Fevrier 1907		1610			
Mars 1929			1760		
Décembre 1931			2060		434
Janvier 1940			1780		
Octobre 1947			1700	2000	
Novembre 1947			851		
Décembre 1952			904		
Mars 1959			1140		
Septembre 1969	650	508	1490	4480	
Mars 1973	2373	2420	3180	1280	470
Mai 2000	736	327	977	?	
Janvier 2003	1120	1060	1020	2400	268

2. Zones et villes menacées par les crues

Pour les événements exceptionnels, les inondations ont eu lieu dans la vallée de la Medjerda. La ville de Ghardimaou est le plus souvent exposée aux inondations par ruissellement et par débordements, tandis que Jendouba et Bou Salem sont soumises uniquement à des débordements, ce qui provoque des stagnations d'eau et des sédimentations dans presque tous leurs quartiers et les zones agricoles situées de part et d'autres du cours d'eau.

Pour l'événement de janvier 2003, la zone inondée de la haute et moyenne Medjerda en amont de Sidi Salem, s'étend sur toute la zone de Jendouba jusqu'à Bou Salem (voir l'esquisse ci jointe).

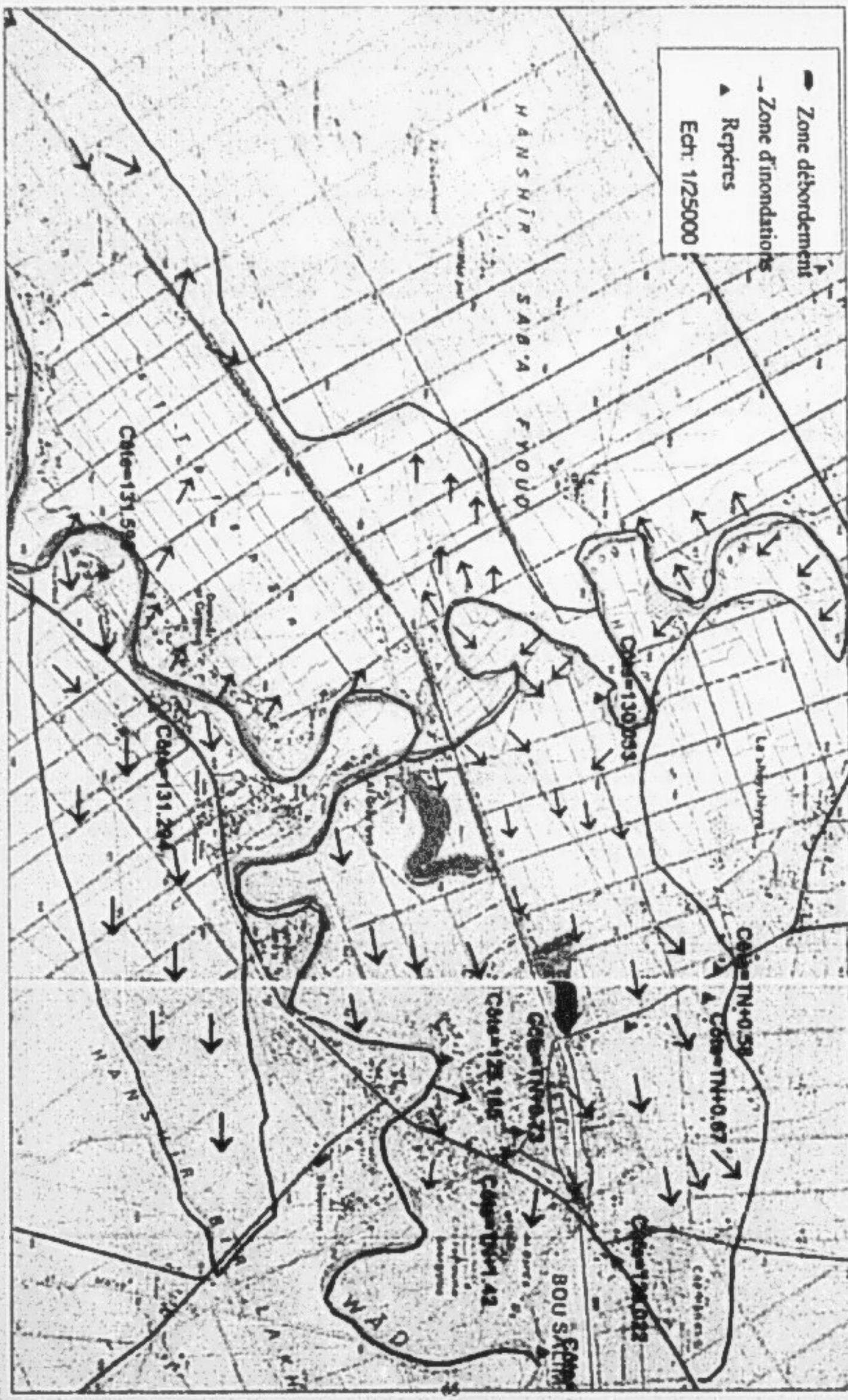
Au sud du chemin de fer qui mène de Jendouba à Bou Salem, la zone inondée est due au débordement de Medjerda. Les zones vulnérables de Medjerda qui ont débordé et ont causé des inondations localisées ou générales tout le long de ce secteur. Nous avons noté que :

La zone inondée autour de la confluence Mejerda-Mellègue, est très limitée ; de même aussi au niveau de la confluence Tessa-Medjerda.

Au niveau de la ferme Al Marja, l'oued a débordé sur sa rive droite.

Juste en amont de la station hydrométrique de Bou Salem, au niveau du méandre, l'oued a débordé, et les eaux ont envahi les oliveraies et les différents quartiers de la ville tels que les quartiers diamonta, l'hôpital et autres, après avoir empreinté l'ancien cours d'eau de Medjerda.

Au nord du chemin de fer, c'est le débordement de Bou Heurtma, qui a provoqué l'inondation de la zone agricole en amont de Bou Salem pour arriver après à cette ville. Ce sont les méandres qui constituent les zones les plus vulnérables aux débordements et ils sont à l'origine de toute l'inondation à Bou Salem.



● Zone de débordement
 - Zone d'inondations
 ▲ Repères
 Ech: 1/25000

HANSHIR SABA FMOU

WAD BOUSATIM

Cote=131.59

Cote=131.204

Cote=130.053

Cote=TN+0.59

Cote=TN+0.67

Cote=TN+0.72

Cote=128.145

Cote=126.012

Le Sabouhry

Le Sabouhry

HANS

WAD

VIII. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Suite aux événements exceptionnels hydro pluviométriques qu'a connu le bassin de Mejerda aux mois de Janvier et Février 2003, qu'on a pu évaluer les insuffisances (ou défaillances) ou la performance des réseaux et du système hydraulique de la Mejerda.

La caractéristique la plus remarquable de l'oued Medjerda est son hydrographie, le cours principal est alimenté par des affluents de rive droite caractérisés par l'étendue de leurs superficies et de relief fort, d'où provient le caractère dévastateur des crues des affluents de la rive droite.

Les données recueillies du réseau de surveillance hydrologique lors de l'événement hydropluviométrique de janvier et février 2003 ont servi pour faire une analyse hydrologique, qui a permis de caractériser le régime d'écoulement de Mejerda et ses affluents.

Les principaux résultats du suivi des crues de Mejerda et ses affluents en amont de Sidi Salem nous incitent à faire les conclusions suivantes :

1) **Suivi des réseaux** : la DGRE en plus de ses réseaux de mesure classique, a modernisé ces réseaux par l'introduction de stations automatiques d'acquisition de données avec interface la télétransmission satellitaire. Mais malgré ce développement qu'a connu le réseau hydrométrique en particulier ces dernières années, les observateurs hydrométriques resteront toujours la base de tout développement des travaux de terrain et d'acquisition des données hydrologiques. C'est grâce aux observations réalisées au moment de ces dernières crues qu'on a pu établir ces bilans.

2) **Renforcement des services techniques par des techniciens en ressources en eau** : pour assurer la durabilité de la satisfaction des besoins en informations hydrologiques de terrain, il est très pressant de satisfaire le besoin des services techniques en techniciens qualifiés en ressources en eau, ce qui permettra le suivi régulier des ressources et facilitera l'évaluation des bilans et assurera la fiabilité des données.

3) **Renforcement du réseau d'annonce des crues**, surtout assurer la maintenance du matériel pour qu'il soit fonctionnel au moment opportun, et mieux gérer les crues et assurer la protection des ouvrages d'infrastructure et la population.

FIN

70

VUES