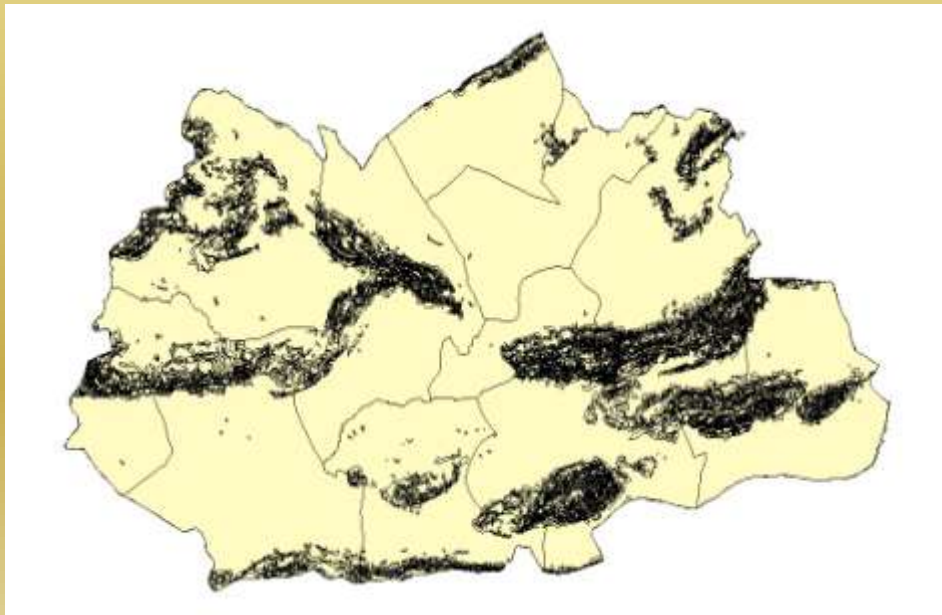


HOMRI NADHEM – OCT.2011

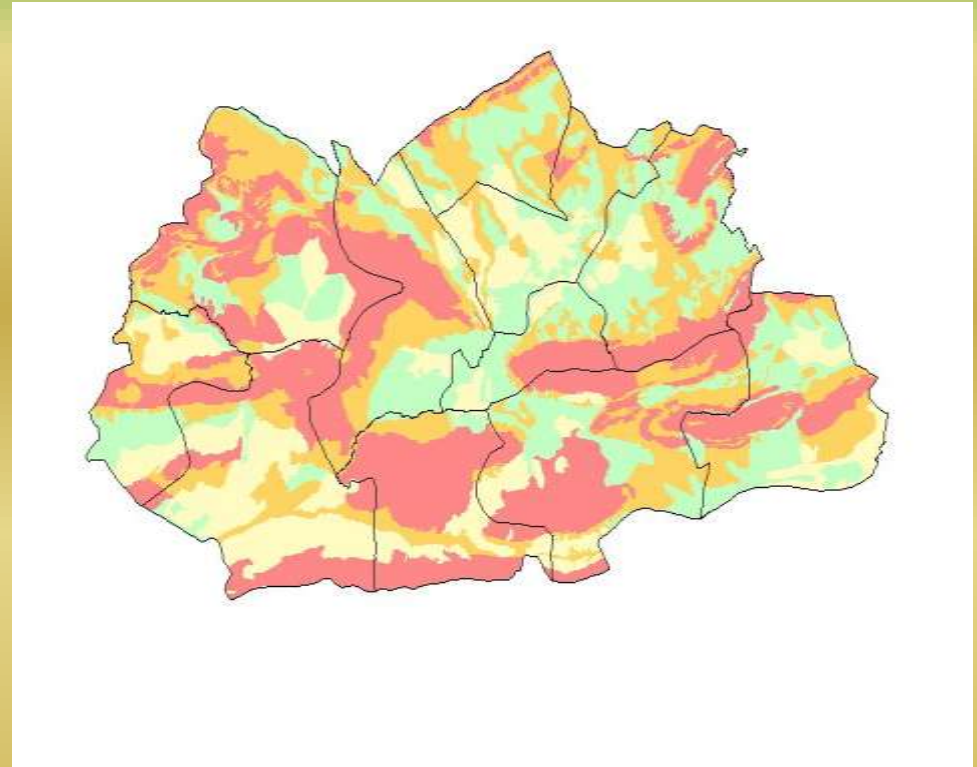
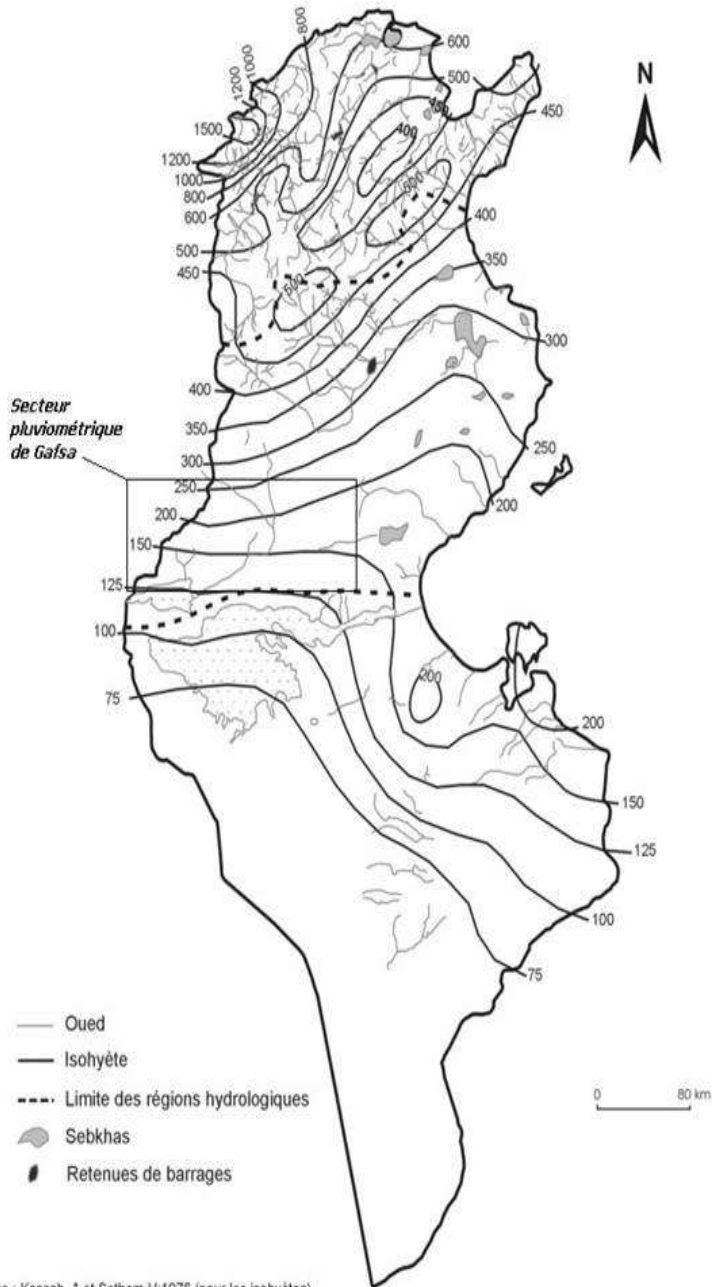
Réseau hydrographique dense







Terrain accentué

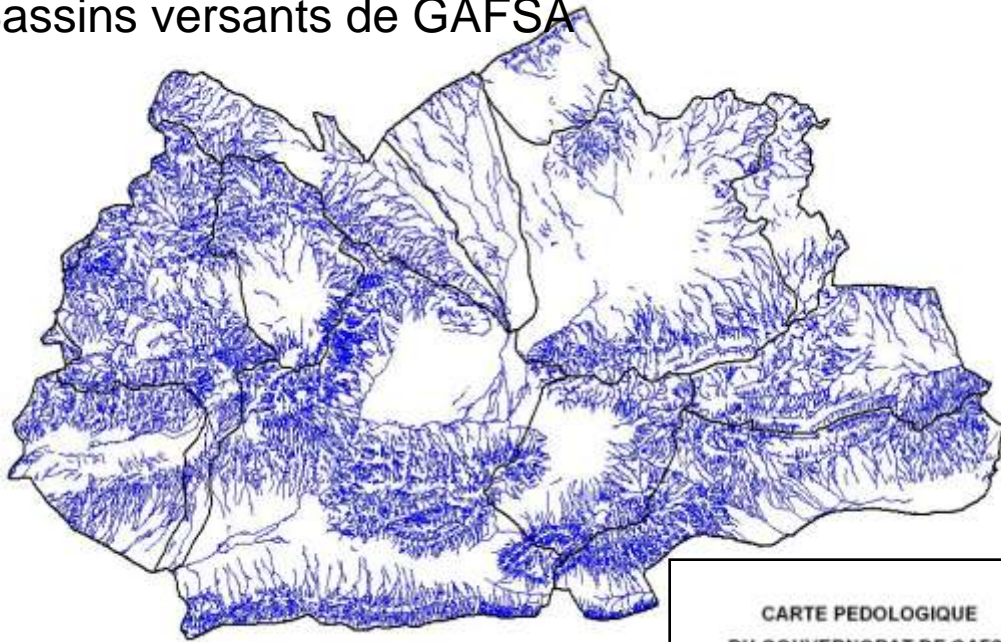


Carte des isohyètes de pluie

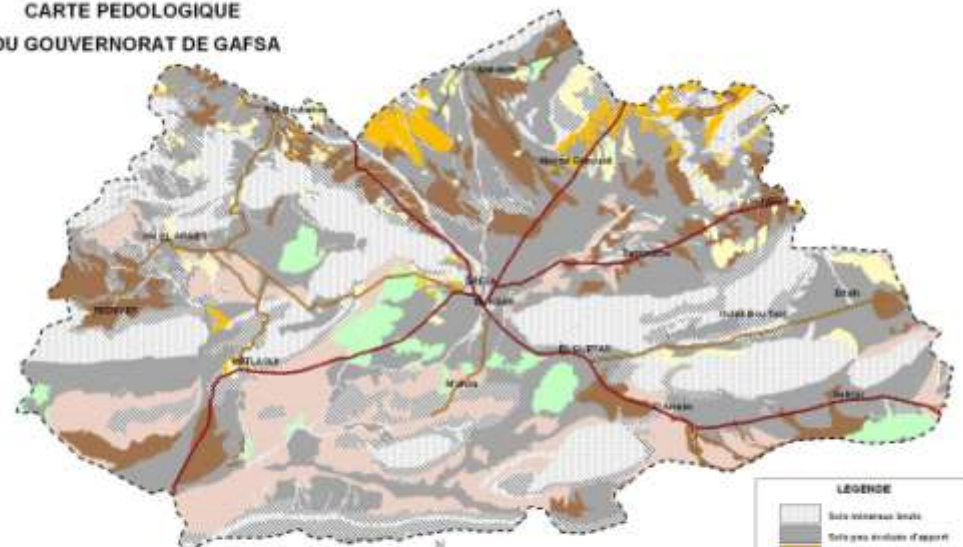


-  Erosion faible
-  Erosion moyenne
-  Erosion forte
-  Erosion éolienne

Bassins versants de GAFSA



CARTE PEDOLOGIQUE
DU GOUVERNORAT DE GAFSA



LEGENDE

	Sols très secs
	Sols peu évolués d'appart
	Regelbuis
	Sols bruns calcinés
	Sols gypseux
	Sols méditerranéens
	Sols halomorphes
	Unités complexes de sol



Milieu physique

- Moyenne pluviométrique faible (100-200 mm/an) contre une forte évapotranspiration (# 2200 mm/an)
 - Irrégularité et régime torrentiel
 - Processus érosif important
- ➔ problèmes de ruissellement et d'érosion
- ➔ des techniques de collecte des eaux de ruissellement qui remontaient à l'époque romaine ou préromaine (Shaw, 1984)

Des stratégies nationales de mobilisation des eaux

- 1ère stratégie : 1990 - 2001
- 2ème stratégie : 2002 - 2011

Pour :

- ✓ la conservation ,l' amélioration de la fertilité du sol et la lutte contre l' érosion
- ✓ la mobilisation d' une partie des eaux de ruissellement
- ✓ la création de l' emploi

Dans le cadre de la deuxième stratégie, on prévoit pour le gouvernorat de Gafsa:

- Aménagement des bassins versants : 30000 ha
- Entretien et sauvegarde des travaux : 50000 ha
- Ouvrages d'épandage : 400 unités
- Ouvrages de recharge : 100 unités

Deux grands Oueds : **Sidi Aich et el Kébir**
alimentent des périmètres d'épandage par des eaux
de ruissellement issues des crues occasionnelles.



La réhabilitation des systèmes d'épandage de crue
constitue une priorité régionale.

Systemes d' épandage :

➤ Oued Sidi Aïch

- B.V. à Sidi Aïch : 2079 Km². Ce bassin d' allure assez compacte reçoit une pluviométrie $200 \leq P \leq 400$ mm. La moyenne à Sidi Aïch est près de 200 mm.
- Apport moyen annuel : **18,1 Mm³**. Les petites crues (≤ 1 Mm³) représentent 70% de l' ensemble des crues

- Pour les lachûres sur Sidi Aïch : 13 « mgouds » sur 15km dont 11 petits sur la rive droite et 2 grands sur la rive gauche permettant d'irriguer près de **5500 ha** par épandage.
- Pente # (5.5m/km), le lit majeur est très large et peu encaissé ; il peut atteindre 700m. Son fond est formé d'un dépôt sableux.
- Le barrage de Sidi Aïch (88 Mm³) permet aussi la **recharge** de la nappe de Gafsa Nord

■ *Chaque unité d'épandage se compose :*

- d'un seuil de dérivation implanté en travers du lit de l'oued,
- d'un canal principal (Mgoud)
- des canaux secondaires et un réseau de tabias munies d'ouvertures.

Ces ouvrages ou **Mgoud** sont en majorité des digues fusibles d'environ 3m de hauteur et 4m de largeur avec une pente longitudinale de 3‰ sur une longueur de 100 à 500m.

Date de la crue	Volume stocké (Mm ³)	Date de la lâchure	Volume évacué (Mm ³)	Temps de lâchure	Superficie irriguée (ha)
25/09/1999	0,409				
17/01/1999	4,157	26/02/1999	0,65		
24/07/1999	0,987				
30/08/1999	0,388				
09/09/1999	0,179				
07/10/1999	0,534				
17/10/1999	0,241				
18/05/2000	1,337	20/05/2000	0,867		620
22/05/2000	1,687	23/05/2000	1,182		590
26/05/2000	1,447	28/05/2000	0,933		410
15/06/2000	0,7	16/06/2000	0,654		300
19/06/2000	0,27	20/06/2000	0,242		15
03/09/2000	0,832	04/09/2000	0,748		135
15/09/2000	0,238	16/09/2000	0,21		10
26/09/2000	0,993	26/09/2000	0,993		271
28/10/2000	1,458	30/10/2000	1,175		215
05/05/2001	1,218	06/05/2001	1,126		284
03/09/2001	1,818	05/09/2001	1,313		256
12/09/2001	0,916	14/09/2001	0,916		400
18/09/2001	2,021	20/09/2001	1,516		522
1/10/2001	3,495	4/10/2001	2,873		1135
17/10/2001	2,142	20/10/2001	2,142		850

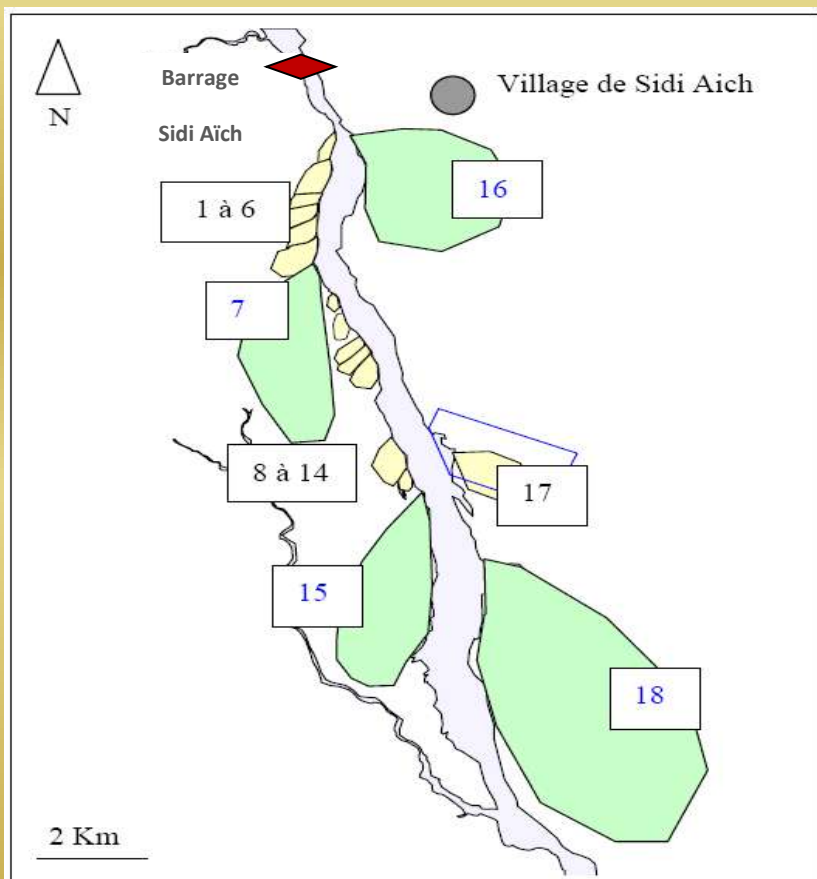
Date de la crue	Volume stocké (Mm ³)	Date de la lâchure	Volume évacué (Mm ³)	Temps de lâchure	Superficie irriguée (ha)
21/08/2002	0,291				
22/08/2002	0,998				
23/08/2002	0,094	24/08/2002	1,3		500
21/09/2002	1,706	24/09/2002	1,413		400
01/12/2002	0,422				
21/08/2002	0,291				
17/01/2003	0,998				
18/01/2003	0,066				
11/04/2003	0,59				
24/04/2003	0,026				
11/06/2003	0,223				
23/09/2003	1,957	27/09/2003	1,605		360
27/11/2003	0,244				
22/08/2004	0,197				
29/08/2004	0,819	04/09/2004	0,677		250
28/07/2005	0,273				
07/10/2005	1,8	09/10/2005	1,5	10h	355
24/10/2005	0,8	27/10/2005	0,655	5h	140
16/11/2005	0,17				
27/04/2006	0,176				
04/05/2006	0,121				
17/07/2006	0,926	19/07/2006	0,817	2h	300
09/08/2006	0,9	11/08/2006	0,8	3h	300

Date de la crue	Volume stocké (Mm ³)	Date de la lâchure	Volume évacué (Mm ³)	Temps de lâchure	Superficie irriguée (ha)
03/09/2008	1,129				
05/09/2008	1,041	06/09/2008	1,824	9h	445
19/09/2008	0,774				
20/09/2008	0,491	26/09/2008	0,987	5h	330
05/06/2008	0,33				
13/06/2008	0,791	17/06/2008	0,387	2h	30
09/09/2008	1,791	18/09/2008	0,3	1h	30
30/09/2008	1,5	07/10/2008	1,2	6h	153
21/01/2009	0,5	23/01/2009	0,43	1h	35
09/08/2009	0,37				
03/09/2009	0,28	04/09/2009	0,25	3h	15
23/09/2009	1,292		0,849	6h	50
9/09/2010	0.323	11/09/2010	0.200		20
29/09/2010	0.134				
04/11/2010	0.8				



- les lâchures sont effectuées *un à trois jours* après la date de la crue pour limiter les pertes par évaporation et infiltration dans la retenue

- Avec des lachures enregistrés pendant des temps s'étalant entre 7 et 10 heures :
- Q_{moyen} : 30 à 35 m³/s
- $Q_{spécifique}$: 40 à 100 l/s/ha
- *Efficiencie du réseau # 0,6*
- *Dose moyenne : 1000 à 2000 m³/ha*
- *De 2000-2010 :32 lachures. $S_{irriguée}$ /lachure : de 10 à 1135 ha avec une moyenne de 304 ha*
- *Pour les lachures les plus importantes (de 0,7 à 0,9 Mm³) 5 à 8 Mgouds fonctionnent et environ 300 à 800 ha irrigués / lachure*



Mgouds « collectifs »
 Mgouds « individuels »

N°	Nom du mgoud	Superficie (ha)	Observations
Rive droite			
1	Mgoud Ouled Boualeg M'galles	20	
2	Mgoud Elmajmoua	60	
3	Mgoud Younes M'gales	15	
4	Mgoud Farah M'gales	25	
5	Mgoud El Ouni	45	
6	Mgoud Slah Ben Nasser	300	
7	Mgoud El Arech	750	Collectif
8	Mgoud Elharaichia	10	NF
9	Mgoud El Outhmani	9	NF
10	Mgoud Ali Ben Amor 1	30	
11	Mgoud Ali Ben Amor 2	30	
12	Mgoud Belgacem Ben Amor	100	
13	Mgoud Gouadria	256	
14	Mgoud El Gabtani	60	
15	Mgoud Errhailia	780	NI Collectif
Rive gauche			
16	Mgoud El Khanga	850 (à 1900)	Collectif
17	Mgoud Ahmed Omar	30	NF
18	Mgoud Guetiss	2760	NI Collectif
TOTAL		5400 à 6500	

NF : non fonctionnel
 NI : non irrigué

le volume nécessaire pour irriguer une fois l'ensemble des ayant droits est compris entre 7 et 10 Mm³. Dans plus de 50 % des cas (voire 75 % des cas si on considère 10 Mm³), le volume annuel *n'est pas suffisant* pour irriguer tout le périmètre. Le tour d'eau est alors interannuel.

. Depuis 1992, les apports de l'oued sont faibles (< 5 Mm³, excepté en 2001-2002)

Corrélation distance parcourue – taux d'infiltration

Distance (km)	Taux d'infiltration (%)
0	0
3	4
3.5	5
5.5	13
10	26
13	34
15	39

Volume utilisable par les cultures lors d'une irrigation

- La capacité de rétention : # 250 mm/m.
- La lame apportée : # 200 -250 mm (amont de la zone d'épandage) stockée sur une profondeur de 80 cm à 1 m.
- Le volume d'eau disponible pour les plantes (réserve utile : RU mm/m) est légèrement inférieur au volume stocké dans le sol et dépend de la profondeur des racines. RU est comprise entre 170 et 200 mm/m.

Les racines de **l'olivier** peuvent aller à plus de 1,50 m. Par conséquent, le volume disponible pour 1 ha d'oliviers est compris entre **1700 à 2000 m³**.

Les **céréales** ont une profondeur racinaire limitée à 50 cm en moyenne. Sur le volume apporté par une irrigation, le volume utilisable par les céréales est au maximum de **1000 m³/ha**





Ouvrage « El Khanga »



Bassin de dissipation et Oued Sidi Aich

➤ Oued El Kbir

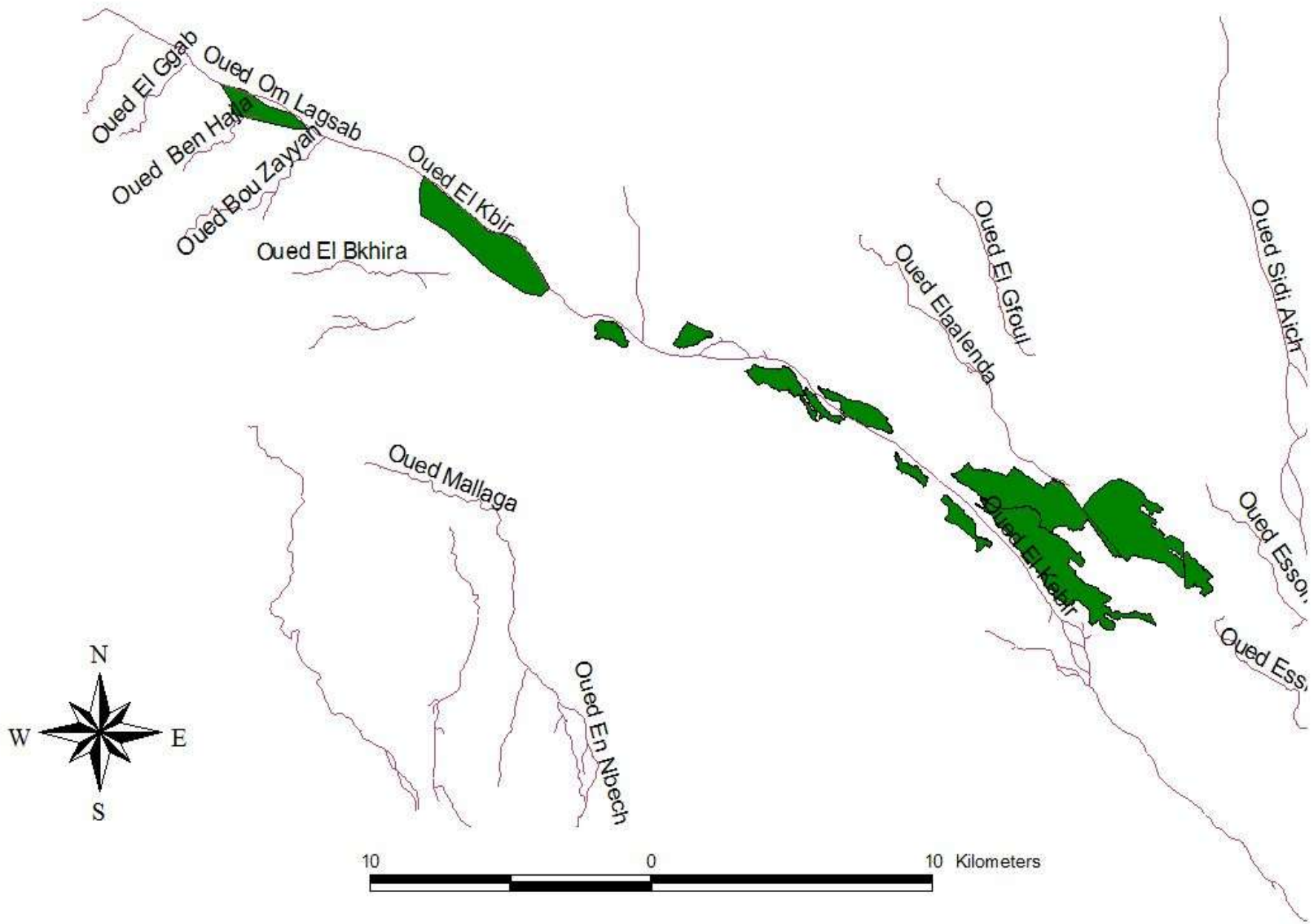
- S : 4452 km² dont 80% en Algérie
- Pluviométrie moyenne : # 200 mm.
- Les apports annuels : 32 Mm³. La salinité des eaux de crues varie de 0.4 g/l à 0.5 g/l.
- Lit très large (> 300 m) ,sableux et à bonne infiltration.
- Depuis les années soixante-dix : 14 M'gouds fonctionnels (8 RD : 1143 ha et 6 RG : # 2127ha) → 3270 ha
- Pour chaque unité d'épandage sur l'oued El Kebir : un seuil de dérivation implanté en travers du lit de l'oued, d'un canal principal (Mgoud), des canaux secondaires et un réseau de tabias munies d'ouvertures.

Oueds Sidi Aich et Kbir



Ouvrage à Sidi Boubaker









➤ Oued El Melah

- BV : 1207 Km². Son altitude passe de 1165m à 300m.
- C'est le seul oued pérenne, dont le débit moyen est de 140 l/s. Cette eau provient des sources et des suintements le long des berges
- Volume ruisselé annuel : 14.8 Mm³
- Un barrage de déviation permet de mobiliser près de 4 Mm³/an pour renforcer les eaux des forages et irriguer les oasis de LELLA



L'ouvrage de déviation à
LELA

Image © 2011 GeoEye
© 2011 Google
Date des images satellite : 6/10/2009 2003 34°23'45.92"N 8°49'56.42"E élév. 277 m Altitude 43



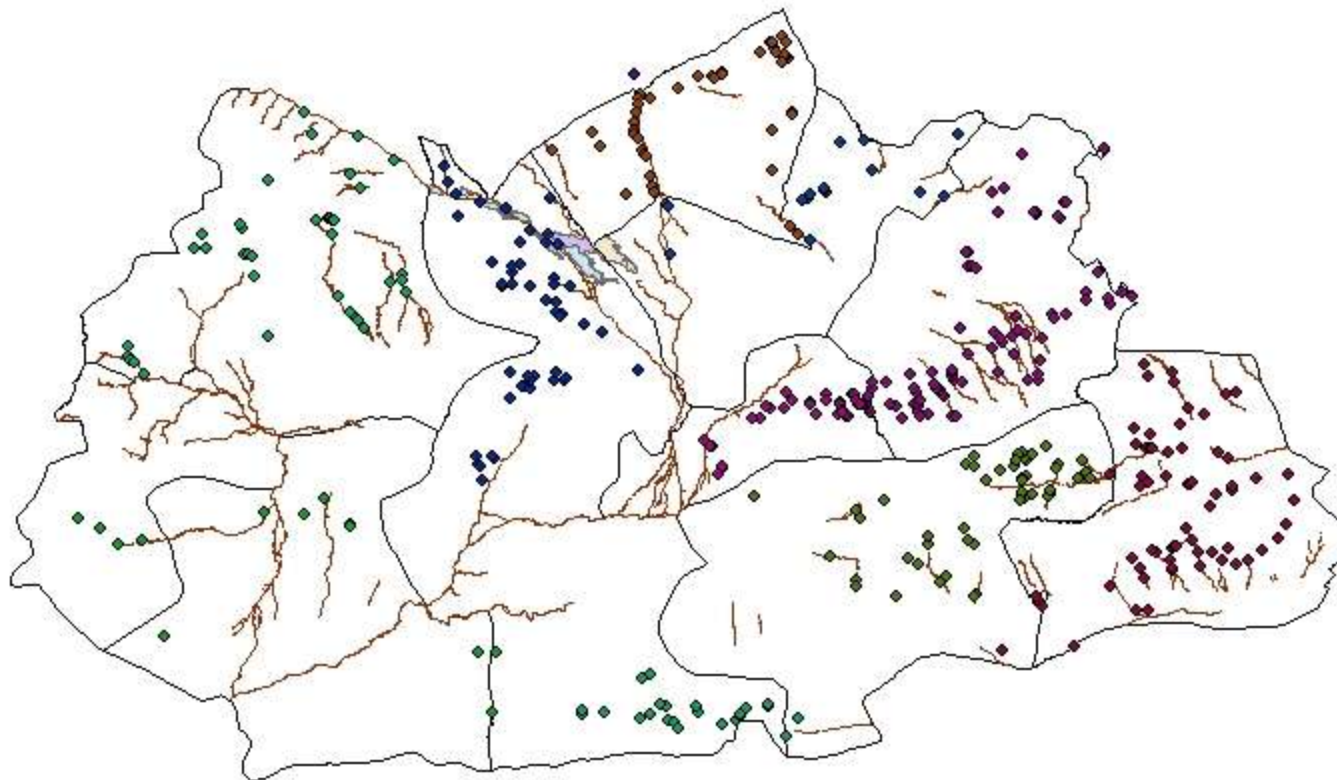
L' Oasis de LELA

Image © 2011 GeoEye
© 2011 Google
Date des images satellite : 6/10/2009 2003 34°23'32.79"N 8°49'56.34"E élév. 270 m Altitude 1.58 km

➤ Epannage des eaux de crues sur les versants

- occupe une place importante et considérable dans le développement agricole de la région.
- grâce à plus de 400 petits ouvrages, il y a en moyenne 30 ha irrigués par ouvrage répartis sur 10 exploitants, La superficie totale irriguée est de l'ordre de 12000 ha de terres agricoles (> aux systèmes Sidi Aich et Kbir)

Ouvrages d'épandage sur les BV élémentaires





175 متر

Image ©2010 DigitalGlobe

©2009 Google

تاريخ الصور: 8 كانون الأول 2003

الارتفاع 0 متر/أمتار 3809611.04 متر شمالاً 32 S 494061.37

ارتفاع الرؤية بالعين 604 متر/أمتار





2010/10/18

Régime pluviométrique

Pluie journalière extrême de période de retour 10 ans (P10):	72				
Gradex des précipitations journalières (G):	35				
Temps de concentration (h):	2.37				
Période de retour (T ans):	5	10	20	50	100
Paramètre d'ajustement de la loi de Montana: Variable réduite de Gumbel pour une récurrence T (UT):	1.5	2.3	3	3.9	4.6
Pluie journalière extrême de période de retour T ans (PT):	45.8	74	98	130	154
Intensité en (mm/h):					

Apports moyens annuels

Superficie (km ²):	29
Pluviométrie moyenne annuelle (mm):	150
Indice de pente globale (m/km):	71.17
Evapotranspiration moyenne annuelle (mm):	2352
Altitude médiane (à 50% de S (m)):	640
ALM Formule de Fersi 2 (mm):	20.75
ALM Formule de Frigui 4 (mm):	6.76
ALM Formule de Montmarin (mm):	17.94
ALM Formule DGRE (mm):	0
ALM Formule de Turc (mm):	0
ALM Formule de Sammie (mm):	6.33
Apport moyen interannuel proposé / saisi (milles m ³) :	375.405
Lame ruissellée(mm):	12.945
Coefficient de ruissellement(%):	8.63
ASM Formule de Fersi (T/km ² /an):	2799.19
Modèle barrage (T/km ² /an) :	1895.31
ASM Formule de Frigui 2 (T/km ² /an):	1773.36
Apport moyen interannuel proposé (T/an):	62522.65

Apports fréquentiels

AFH Ghorbel Période de retour(T ans):	5	10	20	50	100
AFH Ghorbel Rtv:	1.6	2.46	3.46	5.03	6.45
AFH Ghorbel Apports(milles m3):	600.65	923.5	1298.9	1888.29	2421.36
AFH Mediane Période de retour(T ans):	2				
AFH Mediane Rtv:	0.65				
AFH Mediane Apports(milles m3):	244.01				
AFS Zahar Période de retour(T ans):	5	10	20	50	100
AFS Zahar Rtv:	0.42	0.3	0.23	0.17	0.14
AFS Zahar Apports(milles m3):	157.67	112.62	86.34	63.82	52.56
Apport moyen / an (milles m3):	375.405				

Volume des crues

Surface du BV (Km2):	29				
lg (m/km):	71.17				
Période de retour T (ans):	5	10	20	50	100
Débit de pointe (m3/s):	57.915	116.875	168.945	225.025	314.73
Hr(mm):	0.59	1.19	2.29	2.29	3.2
Volume de la crue(milles m3):	171	345.08	498.82	664.4	929.26

Débits fréquentiels

Surface du B.V (Km2):	29				
Temps de concentration t_c (h):	2.37				
Pluviométrie moyenne annuelle (mm):	150				
Kr(relatif à la crue extrême):	0.6				
Indice de compacité:	1.31				
Longueur du thalweg principal (km):	8				
q_0 :	2.6				
alpha:	0.8				
beta:	0.41				
cn:	76				
q:	0.058				
am:	76.7				
n:	0.44				
Période de retour T (ans):	2	5	10	20	50
Coefficient régional (Rtq):	0.59	1.45	2.34	3.52	5.68
Coefficient de transition (λp):	0.13	0.32	0.48	0.64	0.88
Hauteur de pluie (h) relative à t_c et T(mm):	45.36	61.92	74.52	85.56	102.24
Formule Kallel (m3/s):	51.09	74.38	98.83	131.31	191.19
Formule Frigui (q 1% (m3/s)):	64.74	159.37	239.06	318.74	438.27
Débit de pointe proposé (m3/s):	57.915	116.875	168.945	225.025	314.73

Déversoir

Débit max proposé(m3/s):	116.875
Ecoulement:	dénoyé
largeur de l'évacuateur (m):	17.4
Charge sur le déversoir (m):	1.16
Coefficient de débit:	0.38
Débit évacué (seuil épais (m3/s)):	36.59

Bassin de dissipation

Ouvrage en gabion à parement aval en gradins	1
Pente du parement aval (m/m):	1
Débit par unité de longueur de seuil (m ³ /s/ml):	2.103
Profondeur normale Y _n (m):	0.13
Longueur du bassin (m):	8.06
Profondeur du bassin (m):	1.21
Bassin à ressaut	
Tirant d'eau au dessus du déversoir h (m):	1.16
Revanche hydraulique R (m):	
Hauteur des ailes H _a (m):	1.16
Hauteur du seuil (m):	2.16
Hauteur du déversoir (m):	1
Débit évacué Q _e (m ³ /s):	36.59
Longueur déversante L (m):	17.4
Débit unitaire / m de largeur du déversoir Q (m ³ /s):	2.1
largeur du fond du cours d'eau L _f (m ³ /s):	26.3
Profondeur conjuguée amont h ₁ (m):	0.29
Vitesse d'écoulement à l'entrée du bassin versant (m ³ /s):	4.85
Nombre de Froude F:	2.87
Profondeur conjuguée aval h ₂ (m):	1.04
Longueur du bassin de dissipation L _b (m):	4.51
Profondeur du bassin de dissipation P _b (Formule VERONESE (m)):	3.39

Epandage

Q épandage RG (m ³ /s)	6.7
Q épandage RD(m ³ /s)	20.7
Q évacuateur(m ³ /s)	36.59
L épandage RG (m)	3.2
L épandage RD (m)	10
L évacuateur(m)	17.4
Apport RG (m ³ /an)	12398
S irrigable RG (ha)	6.2
Apport RD (m ³ /an)	38744
S irrigable RD (ha)	19.4
S irrigable globale (ha)	25.6

Stabilité

Ouvrage en gabion à parement aval en gradins(CEMAGREF)

Tirant d'eau au dessus du déversoir h (m):	1.16
Hauteur du déversoir Hd (m):	1
Poids volumique de l'eau (T/m ³):	1.3
Densité des matériaux de l'ouvrage (T/m ³):	2.4
largeur de base (B) de l'ouvrage (m):	2.1
Stabilité au renversement	
Moment appliqué par P (par rapport au pieds de l'ouvrage) Mp:	3.53
Moment appliqué par Pe (par rapport au pieds de l'ouvrage) Mpe :	0.72
Moment appliqué par Ps (par rapport au pieds de l'ouvrage) Mps :	2.75
Coefficient de stabilité au renversement K :	1.02
Stabilité au glissement	
Force appliquée par le poids de l'ouvrage P:	2.52
Poussée hydrostatique Pe:	2.16
Sous pression Ps:	1.97
Coefficient de frottement :	0.48
Chenal d'écoulement	
Débit évacué (m ³ /s):	36.59
largeur du canal (m):	17.4
Profondeur critique Yc (m):	0.77
Débit évacué (m ³ /s):	36.59
largeur du canal (m):	17.4
Pente (m/m):	1
Coefficient de Manning Strickler:	60
Profondeur normale Yn (m):	0.13



Suivi de l' épandage par le bénéficiaire

Equipe pluridisciplinaire pour la gestion des conflits



➤ difficultés d'exploitation

- l'irrégularité interannuelle et saisonnière de la pluviométrie et des apports d'eaux
- la difficulté de prédiction des apports d'eau par ruissellement pour des bassins versants de superficies très importantes
- la difficulté de gestion en temps réel de l'épandage lorsque la crue arrive,
- l'entretien des ouvrages de dérivation après chaque crue,
- l'absence d'une structure de regroupement de type GDA (Groupement de Développement Agricole) pour organiser la répartition des eaux de crues entre les bénéficiaires des différents mgouds et entretenir les ouvrages

EPANDAGE SUR OUED EL FAKKA

(Sidi Bouzid)













Merci pour votre attention