

Ministère de l'Agriculture

CRDA du Kef



Agence Française de Développement

IRD

Institut de recherche
pour le développement

Expertise

Sur cinq sites de lacs collinaires Dans le Gouvernorat du Kef (Tunisie)

25 au 27 janvier 2000



Jean Albergel, Jean Collinet, Yannick Pépin

Fonds Documentaire ORSTOM



010020710

Fonds Documentaire ORSTOM

Cote: *Ax20709* Ex: *2*

Expertise
sur cinq sites de lacs collinaires
dans le Gouvernorat du Kef (Tunisie)

25 au 27 janvier 2000

Jean Albergel, Jean Collinet, Yannick Pépin

Sommaire

1. PRÉAMBULE	2
2. MÉTHODOLOGIE	2
2.1. PRÉDÉTERMINATION DES PARAMÈTRES HYDROLOGIQUES	2
2.2. QUALITÉ DES EAUX	6
2.3. RECONNAISSANCE MORPHO-PÉDOLOGIQUE	6
2.4. PARAMÈTRES DE L'OUVRAGE, RENDEMENT TOPOGRAPHIQUE	7
<u>BV DE L'OUED SAAÏ</u>	8
1. GÉOLOGIE, MORPHOLOGIE	8
2. PRÉVISION DES COMPORTEMENTS HYDRIQUES ET ÉROSIFS	9
2.1. ECHELLE DU CHAMP	9
2.2. ECHELLE DES VERSANTS	11
3. PARAMÈTRES HYDROLOGIQUES, DIMENSIONNEMENT DE L'OUVRAGE	11
<u>BV DE L'OUED DJOUMANE</u>	14
1. GÉOLOGIE, MORPHOLOGIE	14
2. PRÉVISION DES COMPORTEMENTS HYDRIQUES ET ÉROSIFS	15
2.1. ECHELLE DU CHAMP	15
2.2. ECHELLE DU VERSANT	15
3. PARAMÈTRES HYDROLOGIQUES, DIMENSIONNEMENT DE L'OUVRAGE	16
<u>BV DE L'OUED KOUSSEM</u>	19
1. GÉOLOGIE, MORPHOLOGIE	19
2. PRÉVISION DES COMPORTEMENTS HYDRIQUES ET ÉROSIFS	20
2.1. ECHELLE DU CHAMP	20
2.2. ECHELLE DU VERSANT	21
3. PARAMÈTRES HYDROLOGIQUES, DIMENSIONNEMENT DE L'OUVRAGE	21
<u>BV DE L'OUED JEKOUANE</u>	24
1. GÉOLOGIE, MORPHOLOGIE	24
2. PRÉVISION DES COMPORTEMENTS HYDRIQUES ET ÉROSIFS	25
2.1. ECHELLE DU CHAMP	25
2.2. ECHELLE DU VERSANT	26
3. PARAMÈTRES HYDROLOGIQUES, DIMENSIONNEMENT DE L'OUVRAGE	26
<u>BV DE L'OUED SELSLA</u>	29
1. GÉOLOGIE, MORPHOLOGIE	29
2. PRÉVISION DES COMPORTEMENTS HYDRIQUES ET ÉROSIFS	30
2.1. ECHELLE DU CHAMP	30
2.2. ECHELLE DU VERSANT	30
3. PARAMÈTRES HYDROLOGIQUES, DIMENSIONNEMENT DE L'OUVRAGE	31
<u>ANNEXES</u>	34

Fonds Documentaire ORSTOM

Cote : _____ Ex : 1

Expertise sur cinq sites de lacs collinaires dans le Gouvernorat du Kef (Tunisie)

25 au 27 janvier 2000

Jean Albergel, Jean Collinet, Yannick Pépin

1. Préambule

Sollicitée par le CRDA du Kef et l'Agence Française de Développement, l'équipe de l'IRD en charge des études sur les lacs collinaires en Tunisie a réalisé une expertise sur cinq sites de lacs collinaires avec la participation du CNEA (Centre National des Etudes Agricoles). Cette expertise avait pour objectif de donner un avis sur la faisabilité de 5 lacs collinaires projetés. Elle a cherché à améliorer les méthodes d'estimation des paramètres demandés dans les études de faisabilité de ces ouvrages en fonction des acquis scientifiques récents (Convention CES / IRD).

Les questions demandées peuvent se résumer comme suit :

1. Prédétermination des apports annuels moyens et de la crue de projet (cinquantennale)
2. Détermination des caractéristiques de l'aménagement au site choisi et en particulier du rendement topographique (rapport entre le volume d'eau retenu et le volume de la digue)
3. Estimation des risques d'envasement à partir d'une reconnaissance morpho-pédologique sommaire du bassin versant et prédétermination des apports solides moyens annuels.

Ce rapport consigne les données obtenues et les études réalisées. La méthodologie utilisée est présentée en première partie. Pour chaque site sont ensuite présentés la géologie et la géomorphologie, les comportements hydriques et érosifs du bassin, les paramètres hydrologiques et topographiques utiles au dimensionnement de l'ouvrage. L'annexe 1 donne le calendrier des travaux et l'annexe 2 consigne les observations de la reconnaissance morpho-pédologique.

2. Méthodologie

2.1. Prédétermination des paramètres hydrologiques

Deux méthodes ont été utilisées. La première, recommandée par le Guide de la conservation des eaux et des sols consiste à utiliser des formules établies à partir des caractéristiques morphologiques et climatiques du bassin versant. La seconde, ou méthode des similitudes, consiste à rechercher parmi les bassins versants instrumentés et suivis un ou plusieurs bassins analogues en vue de transposer les données hydrologiques.

2.1.1. Détermination des paramètres morphologiques des bassins versants

Les paramètres définis pour chaque bassin sont :

- La surface du bassin versant A est obtenue par planimétrie à partir des cartes d'état major au 1/50 000^{ème}. Elle est exprimée en km^2 .
- Le périmètre du bassin versant P est obtenu par mesure avec un curvimètre (en km).
- L'indice de compacité K_c est obtenu par la formule $K_c = P / (2 * \text{racine}(\pi * A))$.
- La longueur du rectangle L est obtenue par la formule (km).
 $L = K * \text{racine}(A) / 1.12 * [1 + \text{racine}(1 - (1.12 / K_c)^2)]$.
- La largeur du rectangle L est obtenue par la formule (km)

$$l = K * \text{racine}(A) / 1.12 * [1 - \text{racine}(1 - (1.12 / Kc)^2)].$$

- Les altitudes maximale et minimale sont obtenues sur la carte après agrandissement (m).
- L'indice de pente l_g est obtenu par le rapport $l_g = (\text{Alt max} - \text{Alt min}) / L$ (m/km).
- L'indice de Roche l_p est obtenu par la formule $l_p = 1 / \text{racine}(L) * \sum x_i * \text{racine}(\delta H_i)$ où x_i est le pourcentage du bassin pour une classe de hauteur δH_i .
- La dénivelée est la dénivelée totale $\text{Alt max} - \text{Alt min}$ (m).
- La classe de pente de Rodier est obtenue à partir des abaques établis par J. Rodier.
- La longueur du talweg principal est obtenue par mesure du talweg sur la carte agrandie (km).

2.1.2. Les paramètres climatiques

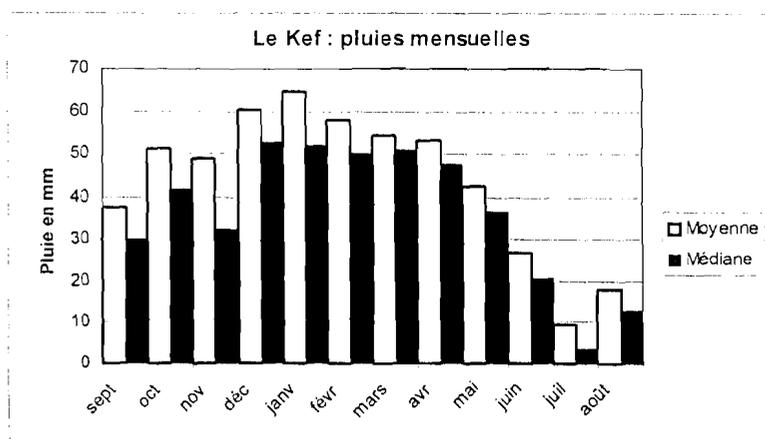
La pluviométrie annuelle est obtenue à partir de postes représentatifs observés sur une longue période. Trois postes ont été sélectionnés : Le Kef, Dahmani (Ebba Ksour) et Jendouba. Les tableaux suivants donnent les résultats d'une analyse statistique sur les valeurs mensuelles et annuelles observées à ces postes. Les valeurs sont données en mm pour différentes récurrences notées par x (période de retour) S pour les valeurs déficitaires, M pour les valeurs médianes et H pour les valeurs excédentaires. Un histogramme représente pour chaque station les valeurs mensuelles moyennes et médianes.

L'évaporation annuelle est obtenue à partir de celle du Kef pour les deux sites au Nord et par celle de Makhtar pour ceux du Sud.

Le Kef : valeurs mensuelles de pluviométrie

	sept	oct	nov	déc	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	an
Nb val.	79	76	78	78	77	78	80	80	80	80	80	80	80
moyenne	37.6	51.4	49.0	60.3	64.6	57.9	54.5	53.2	42.6	26.7	9.3	17.7	526.0
médiane	29.8	42.0	32.3	53.0	52.0	50.1	51.0	47.9	36.6	20.6	3.4	12.8	504.8
100 S	0.0	0.7	0.0	2.8	7.0	6.5	0.6	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	259.4
50 S	0.4	1.7	1.9	4.5	9.4	8.0	4.3	3.1	0.5	0.0	0.0	0.0	285.1
20 S	1.5	4.3	5.7	8.7	14.0	11.3	10.6	8.1	5.0	0.0	0.0	0.0	325.9
10 S	3.6	8.2	9.9	14.2	19.2	15.7	17.0	13.6	9.8	0.0	0.0	0.0	364.3
5 S	8.1	15.7	16.4	23.8	27.5	23.5	26.1	21.9	17.0	4.5	0.0	0.8	413.7
M	25.9	40.4	35.6	51.8	51.7	47.6	48.3	44.1	35.8	20.3	3.9	12.2	517.3
5 H	60.8	81.0	71.2	92.0	93.5	86.6	78.8	78.8	64.1	44.9	17.2	30.9	633.1
10 H	87.1	108.8	102.2	117.5	126.3	113.8	99.0	104.0	84.2	61.2	26.7	43.6	698.8
20 H	113.5	135.1	138.9	140.6	161.5	140.1	118.5	129.8	104.3	76.4	35.9	55.5	755.7
50 H	148.4	168.1	198.8	168.7	212.5	173.9	143.7	165.4	131.8	95.5	47.6	70.7	822.8
100 H	174.7	192.2	254.9	188.6	254.8	199.0	162.9	193.8	153.3	109.4	56.3	81.7	869.2
Nb V=0	3	2	1	0	0	0	1	2	2	8	28	14	

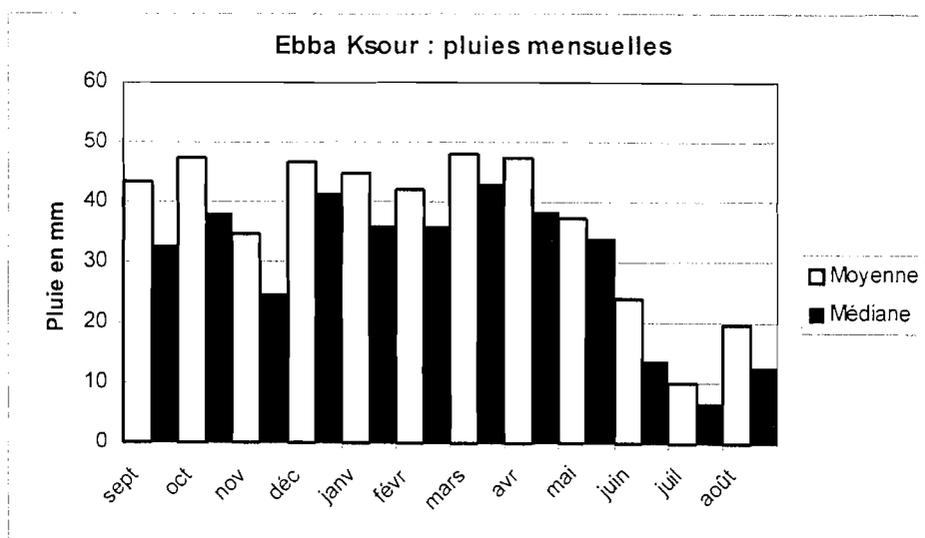
période utilisée : 1901-1980 en année hydrologique 09>08



Ebba Ksour : valeurs mensuelles de pluviométrie

	sept	oct	nov	déc	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	an
Nb val.	56	57	57	58	60	60	60	61	59	59	58	60	53
moyenne	43.5	47.4	34.6	46.8	44.6	42.1	47.9	47.3	37.2	24.1	10.1	19.8	452.3
médiane	32.7	38.1	24.8	41.5	35.9	36.0	43.0	38.2	34.0	13.6	6.6	12.6	433.6
100 S	0.0	0.4	0.3	0.0	2.0	0.8	6.8	5.7	0.0	0.0	0.0	0.0	255.8
50 S	0.7	1.5	1.9	2.2	4.1	2.8	9.1	7.4	2.1	0.0	0.0	0.0	266.5
20 S	3.2	3.9	4.8	7.3	7.9	6.4	13.2	10.7	6.4	0.3	0.0	0.0	285.5
10 S	6.3	6.9	7.9	12.7	12.0	10.3	17.4	14.4	10.8	1.2	0.0	0.0	306.2
5 S	11.7	12.1	12.6	20.5	18.1	16.5	23.6	20.4	17.1	3.5	0.0	1.7	337.1
M	29.5	30.7	26.1	40.3	35.2	33.8	40.2	37.9	32.7	14.3	5.6	14.1	419.7
5 H	66.1	71.1	50.2	69.1	64.4	62.4	66.5	68.3	54.4	39.0	18.4	34.1	547.4
10 H	98.6	108.6	70.3	89.0	88.0	84.1	86.5	92.4	69.0	59.5	27.5	47.6	639.7
20 H	136.2	153.5	93.4	108.7	114.3	106.9	107.8	118.3	83.1	81.1	36.1	60.3	733.5
50 H	195.1	225.7	129.8	134.8	154.6	139.2	138.9	155.9	101.6	110.9	47.1	76.3	862.5
100 H	247.5	291.5	163.0	155.1	190.3	165.5	165.1	187.3	115.7	134.2	55.3	88.0	964.9
Nb V=0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	5	16	8	

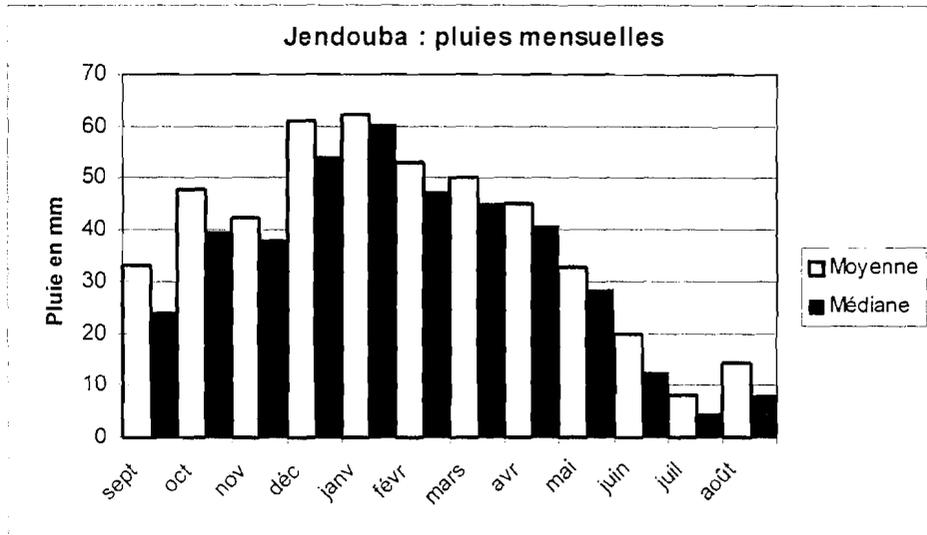
période utilisée : 1925-1990 en année hydrologique 09>08



Jendouba: valeurs mensuelles de pluviométrie

	sept	oct	nov	déc	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	an
Nb val.	82	82	82	83	83	83	82	82	82	82	82	81	84
moyenne	32.9	47.8	42.5	61.0	62.3	52.8	50.0	45.0	32.6	19.9	8.0	14.2	459.8
médiane	24.0	39.5	38.3	54.1	60.1	47.5	45.3	41.0	28.2	12.6	4.8	8.2	440.2
100 S	6.2	1.8	4.8	4.2	0.4	0.9	7.8	0.8	1.5	0.0	0.0	0.0	271.2
50 S	1.8	2.4	6.0	7.3	4.7	4.4	10.6	3.6	2.2	0.0	0.0	0.0	287.2
20 S	3.8	4.2	8.9	12.9	12.1	10.4	15.3	8.6	3.8	0.1	0.0	0.0	313.2
10 S	6.2	7.1	12.6	18.8	19.9	16.5	20.2	13.7	6.3	2.1	0.7	0.8	338.5
5 S	10.2	13.1	19.0	27.7	30.8	25.2	27.0	21.1	10.9	5.8	2.1	3.4	372.3
M	23.4	35.2	37.3	51.6	57.0	46.7	44.2	39.5	26.1	16.5	6.5	11.4	447.8
5 H	49.2	75.6	63.1	88.3	90.8	76.7	69.1	65.5	50.6	32.0	12.9	23.3	540.1
10 H	71.5	104.9	79.2	114.9	111.6	96.7	86.6	83.2	67.2	42.0	17.1	31.0	596.3
20 H	96.8	133.6	93.7	141.8	130.6	116.1	104.2	100.5	82.9	51.2	20.9	38.3	647.5
50 H	135.8	170.8	111.3	178.9	153.8	141.5	128.4	123.3	102.5	62.7	25.7	47.2	710.6
100 H	169.8	198.5	123.7	208.2	170.5	160.9	147.8	140.8	116.7	71.0	29.1	53.7	756.2
Nb V=0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	10	42	21	

période utilisée : 1901-1990 en année hydrologique 09>08



2.1.3. Formules de prédétermination de l'écoulement inter-annuel

Écoulement annuel (m^3) = lame écoulee (R) x surface du bassin versant (S) :

Les formules retenues sont :

- Formule de Tixeront : $R = P^3 / (3 \times E^2)$
- Formule algérienne : $R = P \times (1 - 10^{-k \cdot P})$ avec $k = 0.18 - 0.01 \cdot \log(S)$.
- Formule de Sammie : $R = P^2 \times (293 - 2.2 \cdot \text{racine}(S))$.

où P et E sont la pluie et l'évaporation annuelles (m) et S la surface du bassin en km^2

Les valeurs obtenues par ces formules sont comparées à celle observée sur le bassin versant similaire.

2.1.4. Formules de prédétermination du débit de pointe de la crue cinquantennale

T est la période de retour, Q le débit de pointe en $m^3 s^{-1}$:

- Formule de Gorbel : $Q_{\max}(\text{moy}) = S^{0.8} \cdot ((1.075 \cdot \text{racine}((P \cdot \Delta H) / L_w) / K_c) - 0.232)$ et $QT = Q_{\max}(\text{moy}) \cdot R_{T,Q}$
avec S surface du BV (km^2), ΔH la dénivelée entre l'altitude médiane donnée par la courbe hypsométrique et celle de l'exutoire (m), L_w la longueur du talweg principal (km) et K_c l'indice de compacité.
- Formule de Kallel : $Q = 5.5 \cdot \text{racine}(S) \cdot T^{0.41}$ avec S surface du BV (km^2).
- Formule Manning-Strickler : $Q = S \cdot K \cdot \text{racine}(i) \cdot Rh^{2/3}$
où S est la surface mouillée de la section au droit de la digue projetée (m^2) obtenue à partir d'une estimation des plus hautes eaux probables (PHE), K est l'indice de rugosité donné dans un abaque, i la pente du lit (m/m) et Rh le rayon hydraulique de la section (m). Un nivellement est réalisé sur le terrain.

On élimine les valeurs obtenues qui sont inférieures au débit de pointe maximal observé sur le bassin versant similaire. Si l'on est sûr de la reconnaissance des PHE on retient plutôt Manning-Strickler (formule à base physique) sinon on cherche un compromis entre les trois formules.

2.1.5. Formules de prédétermination de l'envasement

- Formule de Fournier : $En = (S \cdot Es) / d$ avec $Es = F_m \cdot C1 \cdot C2 \cdot C3$ et $F_m = \sum(P_i^2) / P$
En est l'envasement moyen annuel (m^3/an), Es est une érosion exprimée en t/ha/an et F_m est un indice de pluviosité (mm). P_i est la pluie mensuelle du mois i, P est la pluie annuelle (mm), C1 est le coefficient de texture du sol, C2 est le coefficient topographique,

C3 est le coefficient d'exploitation des sols et d est la densité des sédiments prise à 1.5 T/m^3 .

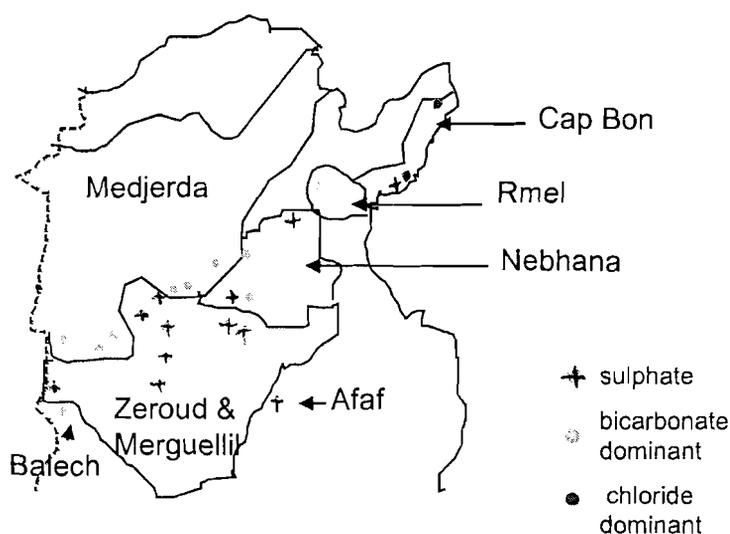
Cette valeur est comparée à celle mesurée sur le bassin versant similaire et discutée en fonction de la reconnaissance morpho-pédologique.

2.2. Qualité des eaux

Lors de la reconnaissance des sites les paramètres pH et Conductivité des eaux ont été mesurés, il s'agit d'un écoulement retardé provenant de la vidange du stock du sol ou d'eau de nappe provenant de petites résurgences.

Les faciès géochimiques sont reconnus à partir de la carte des eaux des retenues observées qui montre une bonne homogénéité géographique.

Carte des faciès géochimiques des eaux des lacs collinaires



N. Rahaingomanana (ORSTOM-INRGREF)

2.3. Reconnaissance morpho-pédologique

L'étude des formations superficielles (sols, affleurements rocheux) des cinq bassins versants a été effectuée au long de 2 ou 3 toposéquences recoupant transversalement ces bassins. Cette méthode permet d'avoir une vision assez générale des sols différenciés dans le bassin. L'une des toposéquences recoupe toujours les futures zones inondables.

Cette étude doit permettre de dégager une prévision des comportements hydrodynamiques et érosifs des différentes couvertures pédologiques du bassin versant, ces comportements pouvant informer sur la genèse des écoulements et sur les risques érosifs, donc sur la durée de vie des barrages, l'analyse est faite à l'échelle du champ et, lorsque cela est possible, à l'échelle du bassin versant. Ce travail ne prétend pas inventorier la totalité des couvertures pédologiques, il vise plutôt une identification de différents indicateurs de risques ou de potentialités utiles pour le projet de barrage et pour sa future utilisation.

La mission de reconnaissance s'est déroulée par beau temps avec des gels fréquents le matin, la seule pluie antérieure remonte à environ un mois, elle fut probablement de faible intensité comme l'attestent les très faibles remaniements structuraux des surfaces et, sur certains sols, la permanence de fissurations superficielles.

2.4. Paramètres de l'ouvrage, rendement topographique

Un nivellement au théodolite laser est réalisé sur chaque site :

- Plusieurs hauteurs de la digues peuvent être testées en fonction du nivellement réalisé.
- La longueur de la digue est obtenue à partir du profil en travers pour la hauteur considérée.
- La hauteur du déversoir est prise à 2 mètres sous la hauteur de la digue, cette hauteur de revanche a paru satisfaisante pour les barrages suivis.
- Le volume de la digue est obtenu, avec les paramètres suivants : pente du talus amont rapport 3/1, pente du talus aval pente 2.5/1, largeur de crête 4 mètres et clé d'ancrage de 3 * 3 m mètres avec des pentes de 1/1, par la formule :
$$V_{digue} = (Long * H_{max}) / 2 / (1 + H_{max} / (3 * (F_m + F_v)))$$
 où Long est la longueur (m) de la digue, H max est la hauteur de la digue (m), Fm et Fv sont les fruits amont et aval.
- Le volume et la surface au déversement sont ceux obtenus à partir du nivellement à la hauteur du déversoir.
- Le rapport V_i/S_i , donne la profondeur moyenne qui peut être comparée à l'ETP annuelle mesurée sur bac, V_i est le volume stocké (m³) et S_i la surface inondée au déversement (m²).
- Le rendement topographique est obtenu en faisant le rapport entre le volume de la retenue à la cote de déversement et celui de la digue.
- Le rapport volume retenu sur surface du bassin versant est assimilable à une lame écoulée annuelle en 1/10ème de mm, il permet de déterminer la lame écoulée nécessaire au remplissage de la retenue. Lorsque ce rapport est supérieur à 2, le coefficient de remplissage des retenues est satisfaisant.

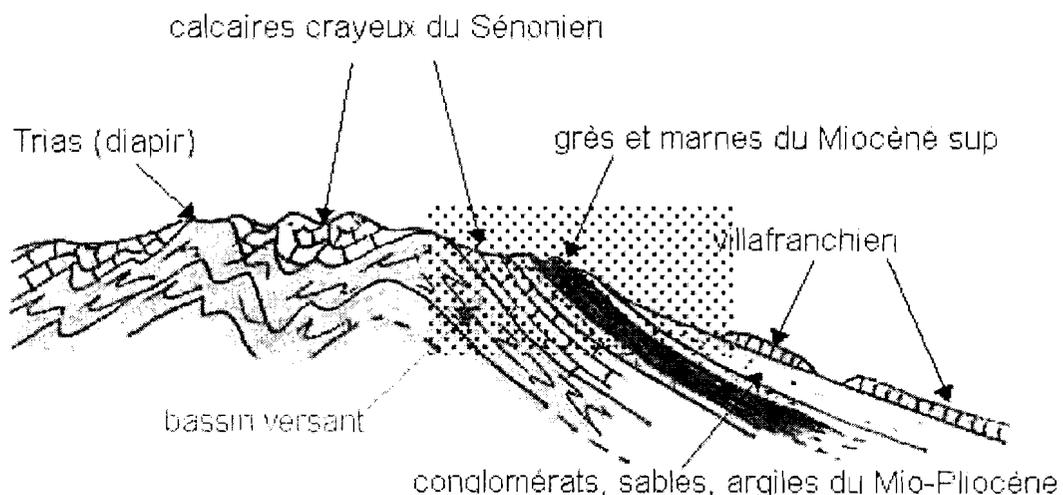
BV DE L'OUED SAAÏ

1. Géologie, morphologie

L'amont du bassin se situe dans les contreforts du Djebel Bou R'bah, il correspond à une intrusion triasique rebroussant les marnes et calcaires crayeux du Sénonien (cdC2). La quasi-totalité du bassin est cependant située sur les grès et marnes du Miocène supérieur (M3) surmontés, vers l'aval du bassin (peut-être en dehors ?) par les conglomérats, sables et argiles du Mio-Pliocène continental non différencié (M-Pl) que l'on va d'ailleurs fréquemment retrouver dans les autres bassins versants. Ici les grès quartzeux et calcaires assez tendres à ciment calcaire du M3 affleurent souvent en bancs de quelques mètres de puissance (pendage ouest de quelque 60°). Ils servent d'armatures aux séries marneuses qui constituent le substratum essentiel de ce bassin. Certaines marnes sont gypseuses.

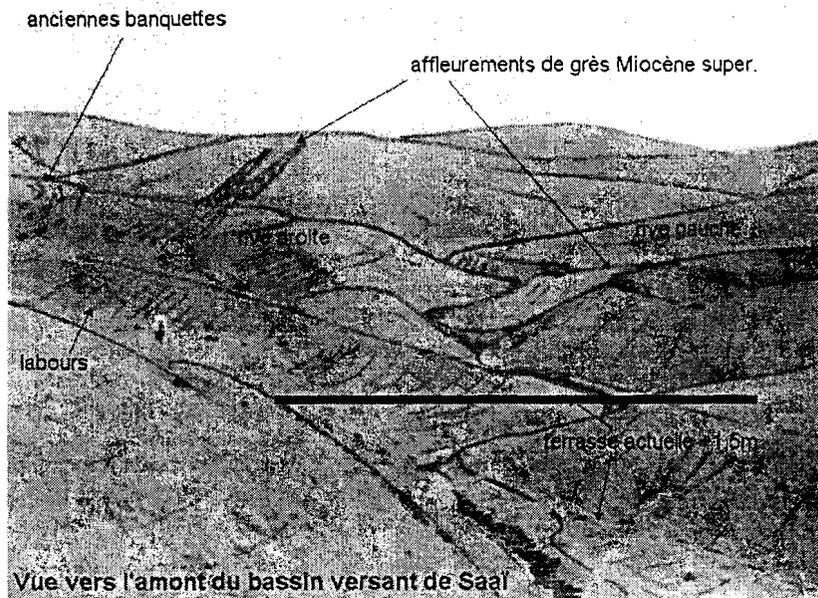
La morphologie est caractéristique d'un relief sur marnes avec un alignement de collines surbaissées aux formes douces et aux versants convexo-concaves. Les rives gauches sont plus pentues que les rives droites qui se raccordent, quant à elles, à un vaste plateau, ou glacis, culminant vers 430m, emprunté par l'Oued Bir Ben Cherifa, et traversé sur 4 km pour accéder au bassin de l'Oued Saïï. Peu de ravinement vif actuel, rares traces de mouvements masse près de l'oued sur les plus fortes pentes, quelques anciens ravins cicatrisés et re-végétalisés. L'occupation du sol des rives gauches est essentiellement un parcours pour le bétail. En rive droite se trouvent des parcelles labourées emblavées, (blé en herbe, belle venue, 10cm). On note vers le sommet de forme des reliquats d'ouvrages de CES qui sont des banquettes de terre actuellement comblées et transformées en terrassettes.

Coupe géologique théorique



coupe géologique amont-aval du BV de l'oued Saai

Vue NE, amont du BV depuis le versant droit, niveau de la digue



2. Prévion des comportements hydriques et érosifs

2.1. Echelle du champ

Les deux versants se situent sur les mêmes marnes. Les profondeurs des sols sont plus faibles (<75cm) et irrégulières en rive gauche aux pentes plus fortes favorisant une abrasion active. Ces sols sont argileux (> 50% argile) avec limons fins, sans éléments grossiers, leur structure est fortement développée sur les 20 premiers centimètres, celle-ci résulte soit de la fragmentation des mottes de labour par dessiccation au soleil en rive droite labourée soit d'agrégations naturelles sur les jachères et parcours de la rive gauche.

Les développements plus fondamentaux qui suivent servent à expliquer la dynamique évolutive saisonnière des structures des sols des bassins prospectés. Ces explications sont nécessaires pour comprendre la dynamique actuelle de ces sols et valent aussi pour de nombreux autres sols argileux sur marnes des autres bassins prospectés, voire pour une grande partie des petits bassins versants de la Tunisie semi-aride. Nous n'y reviendrons donc plus par la suite.

La dynamique structurale saisonnière oriente fortement l'infiltrabilité de ces sols et par voie de conséquence, leur érosion. Cette dynamique saisonnière est surtout liée aux effets des alternances d'humectation et de dessiccation de leurs argiles gonflantes héritées plus ou moins directement des marnes sous-jacentes.

Les comportements hydrodynamiques de ces sols sont très significativement corrélés aux remaniements structuraux superficiels eux-mêmes liés à la distribution et à l'intensité des pluies. En année pluviométrique «normale» avec des premières averses plus ou moins violentes vers la fin octobre, un ralentissement de janvier à février et une reprise pluviométrique de mars à mai on peut prévoir le scénario suivant :

(i) les sols en jachère ou les terres de parcours de la rive gauche ou les terres non encore labourées de la rive droite sont abondamment et profondément fissurées en fin de la saison sèche, on en voit encore des traces fin janvier. Bien que non travaillés, les sols ainsi fissurés sont capables de stocker environ 60mm sur les premières pluies de la saison humide avant de commencer à ruisseler (observation expérimentale réalisée sur des sols identiques dans le Cap Bon où des stockages peuvent atteindre 120mm),

(ii) parce que leurs structures résistent longtemps les sols fraîchement labourés en grosses mottes de la rive droite peuvent stocker des hauteurs de pluie équivalentes voire plus fortes avant de fournir les premiers ruissellements, il y a donc une convergence de comportement en début de saison pluvieuse,

(iii) dans les situations (i) et (ii), l'apparition des premiers ruissellements est à la fois lié à la diminution de la perméabilité superficielle et à la saturation du réservoir - sol sous-jacent; ces premiers ruissellements dépendent des durées, des intensités des pluies et du temps qui séparent deux averses consécutives.

Pratiquement, ces sols fraîchement labourés, possédant ces textures (50 à 70% A+LF) et ces caractéristiques structurales voisines ne commencent à ruisseler en début de saison humide que pour des averses d'environ 70mm/h (information expérimentale).

Tout va dépendre ensuite de la permanence des pluies:

(iv) si celles-ci se succèdent rapidement, il n'y a pas de possibilité de restauration de structures ouvertes par dessiccation des surfaces, les structures se désagrègent, les produits de cette désagrégation «fondent» partiellement, des pellicules argilo-limoneuses superficielles se forment qui imperméabilisent le sol, les ruissellements apparaissent très rapidement même après des pluies de faible intensité (< 15mm/h - observation expérimentale),

(v) si une restructuration superficielle partielle est permise par des laps de temps de dessiccation suffisants des surfaces (1 à 2 semaines) et par le drainage des eaux stockées plus profondément, des pluies de quelques 25 à 30mm/h deviennent nécessaires pour fournir les premiers ruissellements (observation expérimentale).

En ce qui concerne leurs comportements érosifs, on observe des risques érosifs inversement proportionnels aux résistances structurales des sols, ceci est paradoxal mais reçoit une explication simple:

(i) les érosions sont plus importantes sur des sols labourés dont les mottes commencent leurs désagrégations et où apparaissent les premiers ruissellements,

(ii) comme l'énergie des pluies s'exerce directement sur les mottes, celles-ci fournissent aux flux de ruissellement des charges solides très élevées (souvent > 25g/l) donc des érosions importantes qui ne sont limitées que par la relative faiblesse des premiers ruissellements,

(iii) cette situation perdure sur les sols possédant les structures les plus résistantes, il est donc légitime d'y parler de situation paradoxale, on conçoit alors que l'érosion puisse atteindre son seuil le plus critique avec l'augmentation des ruissellements sur des champs dont les mottes ne sont que partiellement détruites.

(iv) pour des pentes topographiques < 5 à 7%, où prédomine une abrasion en nappe, et sur des structures totalement effondrées de pleine saison des pluies, les ruissellements sont très élevés. Cependant cette lame de ruissellement protège la surface du sol des impacts directs des pluies, l'érosion est alors limitée par la faiblesse des charges solides.

(v) pour des pentes topographique > 5 à 7% on passe à un autre processus car les seuls flux de ruissellement acquièrent un pouvoir abrasif ce que les rigoles de la rive gauche plus pentue de Saïï attestent; ce processus est à l'origine des pertes en terres les plus importantes. Il résulte en effet de la conjonction de l'abrasion ravinante avec une reprise des effets de l'énergie des pluies sur les surfaces puisque la lame d'eau est canalisée dans les rigoles et ravines, et n'intercepte plus l'énergie de pluies sur les surfaces de champs plus ou moins exondés.

Voici quelques ordres de grandeur des pertes en terres prévisibles pour trois processus d'érosion potentiels :

- seule érosion en nappe : maximum de 10T/ha/an,
- nappe + ravinement : maximum de plusieurs centaines de T/ha/an,
- mouvement de masse : plusieurs centaines à plusieurs milliers de T/ha/an.

2.2. Echelle des versants

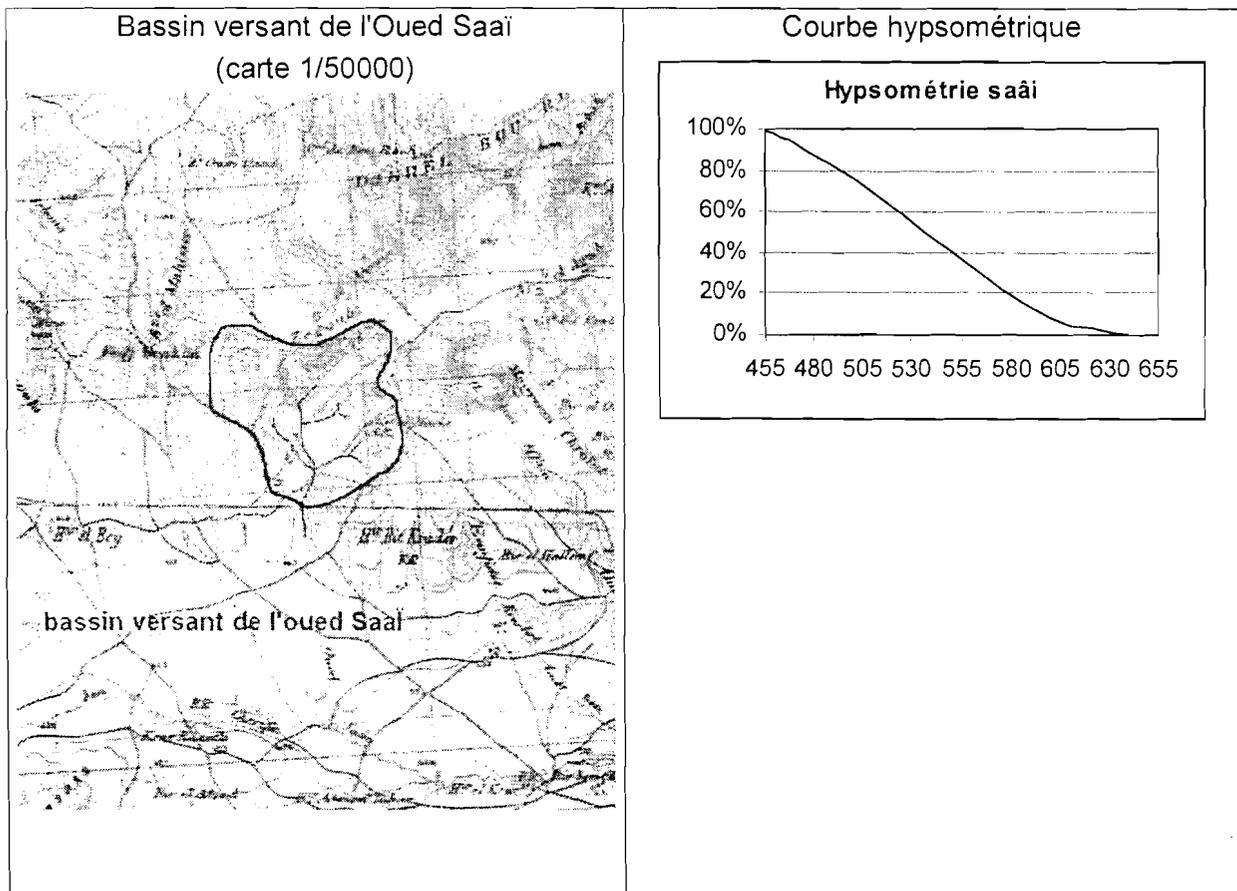
Sur le BV de Saâï le versant gauche est très vulnérable même si du fait de son occupation actuelle (parcours) peu de dégradations y soient visibles. Pour limiter les risques, il faut y envisager, sur ses plus fortes pentes, une végétalisation arbustive plutôt qu'arborée, cette dernière protège en effet mal des méfaits du ruissellement. La solution serait de laisser repartir une garrigue (pourquoi pas avec des plantes aromatiques) sur les classes de pentes > 7%.

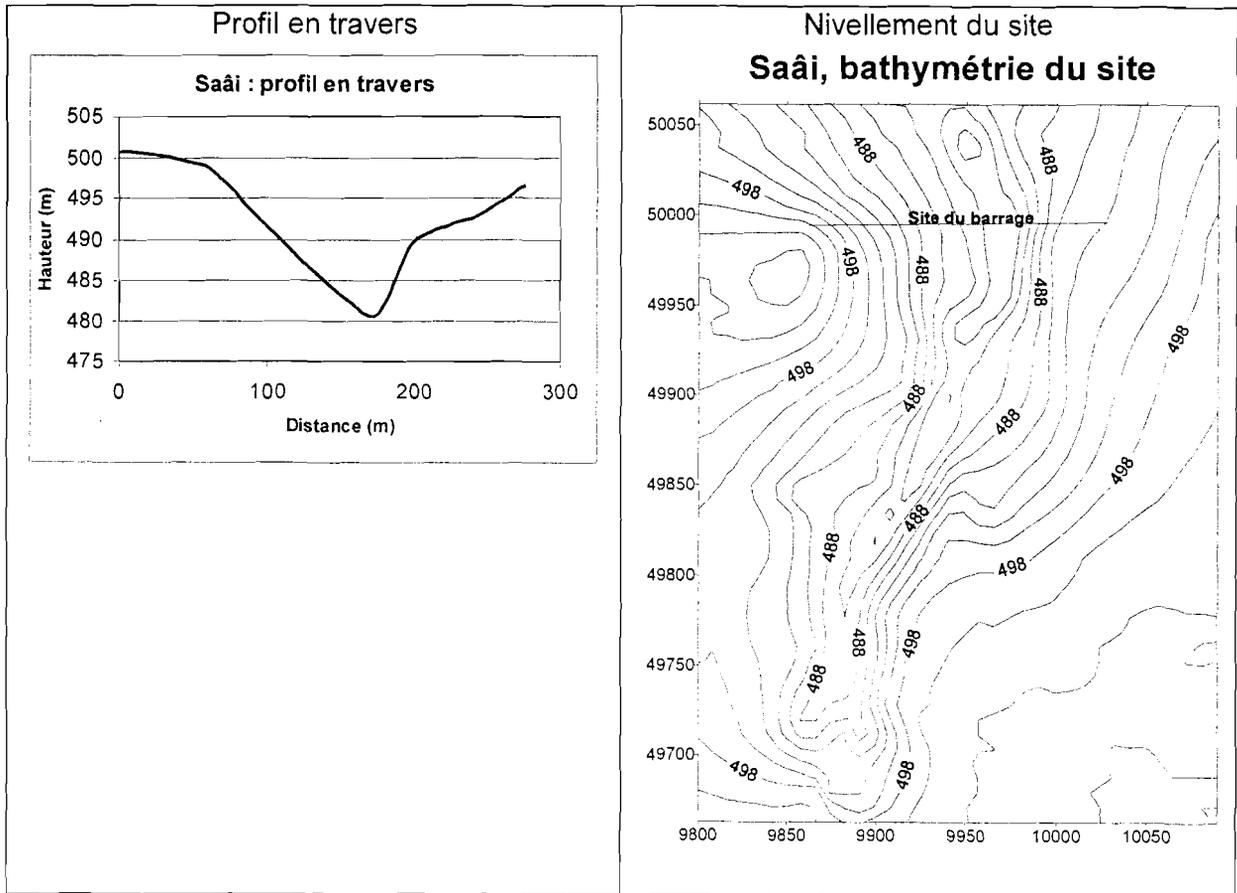
Les rives droites sont moins vulnérables. On a vu qu'un labour profond permettait d'y stocker d'importante quantité d'eau. Les pentes topographiques sont assez faibles pour limiter les risques érosifs par ravinement sur ces très bons sols. Dans le cas de sols limoneux facilement repérables par leurs encroûtements superficiels, une édification de banquettes s'avérerait obligatoire. Les reliquats de banquettes du sommet, transformées en terrasses, confirment, s'il en est encore besoin, l'efficacité de ces dispositifs. Sur cette rive droite, il convient de laisser une bande en jachère longue ou en friche de plusieurs dizaine de mètres de large en limite de la zone inondable pour bloquer les «érosions sèches» qui sont des transferts continus vers l'aval d'une partie des terres remaniées par le travail du sol.

Par comparaison avec d'autres bassins, ce projet Saâï, sans protection, risque de recevoir plus de 30T/ha/an, avec protection, qui devra surtout se préoccuper de la rive gauche, ces sédimentations peuvent descendre sous 15T/ha/an.

3. Paramètres hydrologiques, dimensionnement de l'ouvrage

Les figures suivantes représentent : (i) le tracé du bassin versant et du réseau hydrographique, (ii) la courbe hypsométrique du bassin versant, (iii) la section en travers qui a servi au calcul du débit maximum probable par la formule de Manning-Strickler et (iv) le nivellement du site de retenue.





Les calculs des différents paramètres nécessaires au dimensionnement de l'ouvrage sont donnés dans le tableau suivant.

Le meilleur rendement topographique est obtenu pour une digue 12 m de haut (4.5). Avec un déversoir fixé à 2 mètres en dessous de la cote de crête, ce barrage aurait une capacité d'environ 80 000 m³, soit environ la moitié de l'écoulement interannuel et une surface de 20 ha. La crue de projet aurait un débit maximum proche de 50 m³/s. Les paramètres de qualité des eaux mesurés le jour de la visite montrent un pH basique caractéristique des eaux carbonatées. La conductivité mesurée est assez élevée (7600 μS) et la présence du trias dans le bassin versant laisse supposer une mobilisation des sels par les eaux de ruissellement. Les risques d'envasement peuvent être minimisés par des aménagements de revégétalisation comme indiqué ci-dessus.

Station : Oued Saai
Latitude Nord : 343.1 km
Latitude Nord : 36°22'46" SI
CRDA : Le kef

Bassin : Medjerdah
Longitude Est : 385.4 km
Longitude Est : 08°37'17" SI
Délégation : Nebeur

Caractéristiques du bassin versant

Surface (A) en ha	220
Périmètre (P) en km	6.5
Indice de compacité Kc	1.24
Longueur du rectangle (L) en km	2.33
Largeur du rectangle (l) en km	0.92
Altitude maximale en m	644
Altitude minimale en m	455
Indice de pente(Ig) en m/km	81
Indice de Roche (Ip)	0.366
Dénivelée (D) en m	189
Classe de relief (Rodier)	5
Longueur du talweg principal (Lw) en km	10

Type de géologie		
Occupation des sols	Agriculture	90%
Lac observé analogue	Kamech	

Caractéristiques hydrologiques

Pluviométrie annuelle en mm	480	
Evaporation annuelle en mm	1 280	
Ecoulement annuel en m ³	154 000	
Lame Tixeront	mm	22.5
Lame Algérienne	mm	44.1
Lame Sammie	mm	66.8
Lame Analogie avec lac observé	mm	78.1
Lame Retenue	mm	70.0
Qmax cinquantennal en m ³ /s	50	
Ghorbel	17.9	
Kallel	40.6	
Manning	56.0	
Analogie avec lac observé Q _{smax(ops.)} *Sbv	35.4	
Envasement	m ³ /an	3 667
Nature des sols	C1	1.1
Topographie	C2	0.7
Occupation des sols	C3	0.8
Indice de pluie	Le Kef & Jendout	34.5
Fournier t/ha/an	21.3	
Analogie avec lac observé	28.0	
Retenu	25.0	
Qualité de l'eau	débit de base (l/s)	5
pH	8.2	
CE	µS	7 600

Caractéristiques du barrage/lac

	projet			
Hauteur de la digue en m	10	12	14	16
Longueur de la digue en m	80	102	145	175
Hauteur du déversoir en m	8	10	12	14
Volume de la digue (Vi) en m ³	9 721	17 243	32 627	50 648
Volume de la retenue au déversement (Vi) en m ³	44 200	78 800	126 100	191 000
Surface de la retenue au déversement (Si) en m ²	14 850	20 850	28 500	38 400
Rapport Vi/Si en m	2.98	3.78	4.42	4.97
Rrendement Topographique	4.55	4.57	3.86	3.77
Rapport Volume retenu / Surface BV en m ³ /km ²	2.01	3.58	5.73	8.68

BV DE L'OUED DJOUMANE

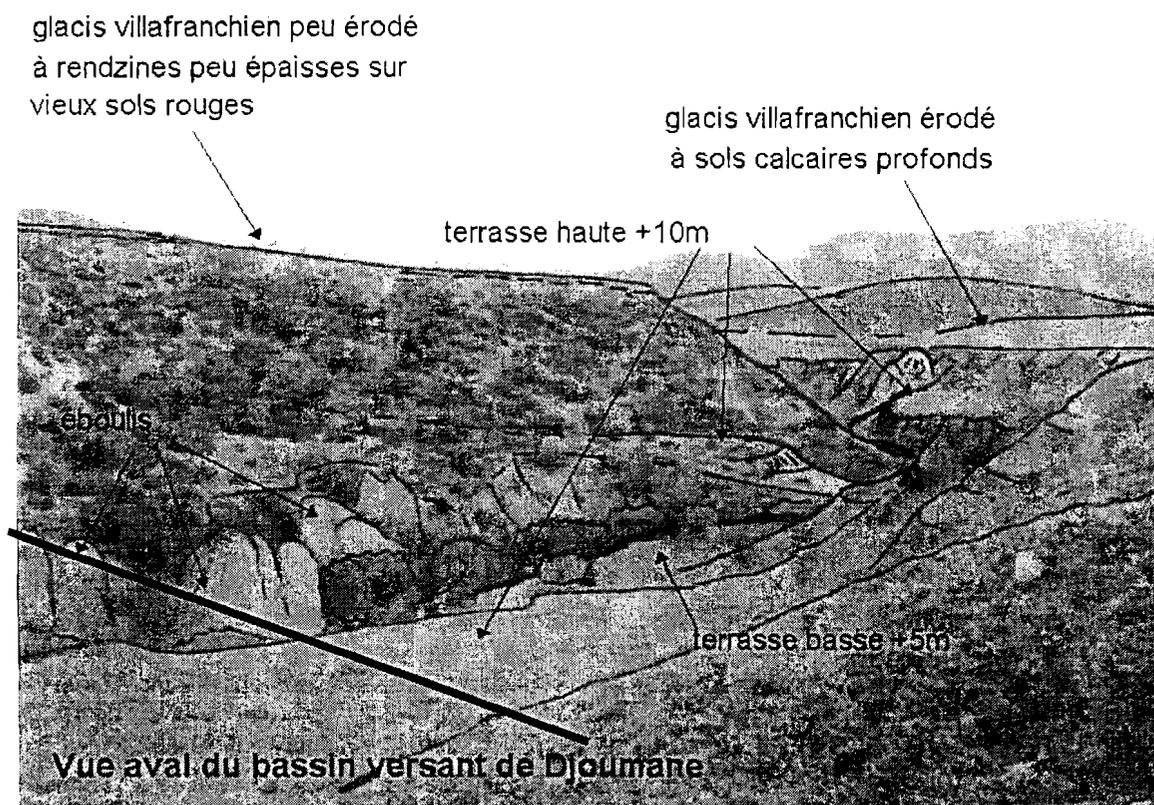
1. Géologie, morphologie

La chaîne de montagne qui ferme l'horizon vers le Sud Ouest du BV correspond aux formations faillées triasiques (argiles, dolomies, grès) et du Crétacé inférieur (marno-calcaires). Le bassin s'inscrit dans la vieille surface villafranchienne ayant parfois conservé quelques vieux sols-rouges encroûtés (sols fersiallitiques). On voit, au niveau du projet de digue, une importante coupe dans cette surface. Les collines limitant le bassin en amont n'ont pas été prospectées, cependant, quels que soient les roches et les sols les occupant, cette zone est correctement protégée par une couverture forestière ou une garrigue dense. La prospection tardive dans la journée n'a permis que l'étude d'un seul transect qui semble cependant représentatif de la plus grande partie du bassin.

A proximité du projet de barrage la rive gauche est un long glacis peu pentu avec des sols bruns rouges labourés et actuellement emblavés. Le contact entre ce glacis et le lit de l'oued se fait (i) soit par une pente douce convexo-concave se raccordant à une terrasse haute de +10m dominant elle-même, par un talus pentu à 60%, une terrasse basse alluviale récente de +5m ; (ii) dans les concavités des méandres ce raccord est abrupt avec, cette fois, un talus vertical de quelque 25m, creusé dans la surface villafranchienne qui sert de substrat aux sols de ce glacis.

La rive droite est plus haute, il s'agit toujours du même glacis, son entaille de raccordement avec le lit actuel de l'oued atteint par endroit 30m, les raccords abrupts par tranchée verticale sont plus fréquents ici qu'en rive gauche.

Vue NE, amont du BV depuis le versant droit, niveau de la digue



2. Préviation des comportements hydriques et érosifs

2.1. Echelle du champ

Les deux versants s'inscrivent dans la surface villafranchienne, généralement cartographiée en Pléistocène moyen et supérieur qui sont, selon les géologues des alluvions anciennes avec croûtes calcaires et parfois gypseuses (cQ). Il s'agit d'une surface d'érosion ayant accumulé les produits de démantèlement des reliefs résiduels qui ferment souvent l'horizon. C'est dire que, contrairement à ce que l'on observe sur les affleurements de roches antérieures, la nature du sol est ici nettement plus hétérogène reflétant les propres hétérogénéités des matériaux sous-jacents. Les facteurs de différenciation des sols dépendent donc souvent de la profondeur de l'entaille creusée, par les phases érosives sub-actuelles, dans cette vieille surface villafranchienne. C'est précisément ce qui fera la différence entre les sols des deux rives.

On découvre en rive droite un glacis relativement protégé avec d'assez nombreux reliquats de «vieux sols rouges méditerranéens» alias sols «fersiallitiques» supportant une garrigue et plus rarement des terres labourées. La garrigue a été jadis préparée pour une reforestation comme l'atteste des cuvettes de plantation et quelques andains donnant une forte rugosité au sol. Le vieux sol rouge méditerranéen, érodé, est actuellement une «rendzine» rouge, argilo-limoneuse, avec environ 15% de graviers calcaires et fragments de croûte dans la masse du sol, ceux-ci se concentrant relativement en surface en un épandage de quelque 35% de graviers de même nature (15 à 20mm). Ses caractéristiques structurales sont excellentes. Aux actions physiques des alternances d'humidité s'ajoutent des actions biologiques amenant une forte agrégation des matériaux. Porosité et conductivité superficielle sont donc très bonnes. Contrairement aux sols argileux sur marnes du bassin de Saâï, la résistance structurale, confortée par les oxydes de fer et des taux de composés organiques dépassant les 2%, est ici excellente et surtout peu modifiable par le rythme des saisons. Le seul problème est une profondeur du matériau meuble qui est limitée vers 50cm par une croûte calcaire parfois nodulaire (moindre mal) parfois massive et continue (problème).

En rive gauche on est sur le même glacis mais celui-ci fut moins érodé car on y découvre des sols rouges, argilo-limoneux, plus profonds (>100cm), sans éléments grossiers sur les 2/3 du versant. Ils ne deviennent plus graveleux (20%) qu'en sommet où peuvent affleurer des fragments de croûte calcaire. Ces sols supportent des terres labourées emblavées pour lesquelles on confirme l'excellence des caractéristiques structurales (porosité également induite par l'activité biologique, résistance structurale) évoquées pour les rendzines des rives droites.

2.2. Echelle du versant

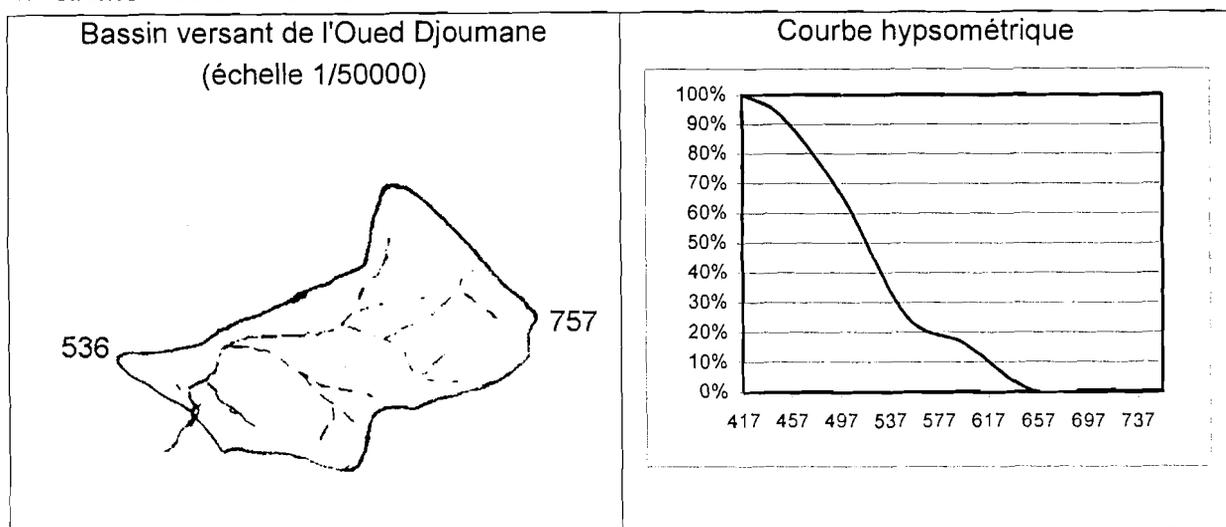
Les sols de la rive droite sont très perméables et ce durablement mais ils possèdent des capacités de stockage très moyennes et leur saturation hydrique interviendra assez rapidement les années «humides». Les sols des rives gauches ont les mêmes excellentes caractéristiques physiques mais avec de fortes capacités de stockage. Les risques érosifs provenant de ces sols différenciés sur les matériaux du glacis sont actuellement faibles même sur les sols labourés dénudés des rives gauches. Les écoulements provenant des rives gauches devraient être assez longuement retardés (saturation d'un réservoir - sol important). L'amont du bassin versant est sous la protection de couverts forestiers ou de garrigues denses.

Les diagnostics sont par contre plus délicats pour le lit actuel de l'oued souvent profondément incisé dans des formations meubles (inter-stratifications limoneuses et sableuses, lits de galets) et qui reculent par éboulement (sapement des bases) lors des plus fortes crues. L'étanchéité d'un barrage ancré dans ces formations doit être particulièrement soignée.

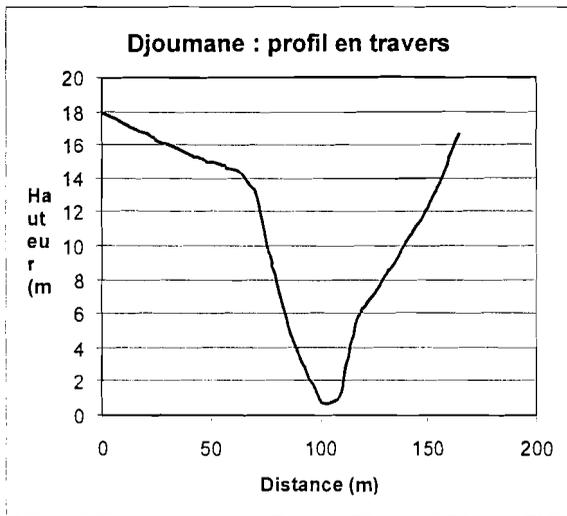
S'il s'agissait uniquement des comportements des sols du bassin, les sédimentations pourraient rester sous les 5 T/ha/an ; des apports complémentaires, probablement volumineux mais occasionnels, sont à craindre sans un traitement des berges.

3. Paramètres hydrologiques, dimensionnement de l'ouvrage

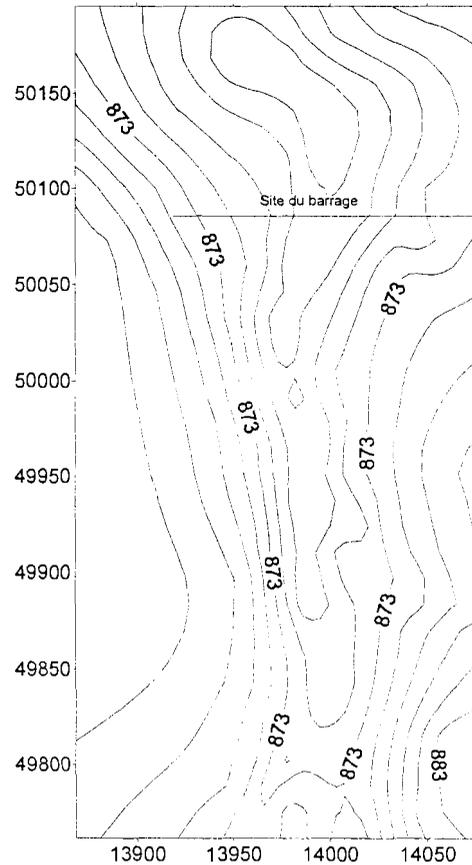
Les figures suivantes représentent : (i) le tracé du bassin versant et du réseau hydrographique, (ii) la courbe hypsométrique du bassin versant, (iii) la section en travers qui a servi au calcul du débit maximum probable par la formule de Manning-Strickler et (iv) le nivellement du site de retenue.



Profil en travers



Nivellement du site Djoumane, bathymétrie du site



Les calculs des différents paramètres nécessaires au dimensionnement de l'ouvrage sont donnés dans le tableau suivant.

Le meilleur rendement topographique est obtenu pour une digue 14 m de haut (3.1). Avec un déversoir fixé à 2 mètres en dessous de la cote de crête, ce barrage aurait une capacité d'environ 64 000 m³, soit environ la moitié de l'écoulement interannuel et une surface de 14 ha. La crue de projet aurait un débit maximum proche de 40 m³/s. Les paramètres de qualité des eaux mesurés le jour de la visite montrent des eaux moyennement chargées (3000 µS). Les risques d'envasement sont plutôt faibles et peuvent être minimisés par des aménagements comme indiqué ci-dessus. Le seul problème du site est la faiblesse du volume d'eau retenu. Une attention particulière doit être portée aux problèmes d'étanchéité du réservoir.

Station : Oued Djoumane

Latitude Nord : 340.8 km

Latitude Nord : 36°21'57" SI

CRDA : Le Kef

Bassin : Medjerdah

Longitude Est : 408 km

Longitude Est : 08°52'23" SI

Délégation : Nebeur

Caractéristiques du bassin versant

Surface (A) en ha	250
Périmètre (P) en km	6.4
Indice de compacité Kc	1.14
Longueur du rectangle (L) en km	1.93
Largeur du rectangle (l) en km	1.27
Altitude maximale en m	757
Altitude minimale en m	412
Indice de pente(Ig) en m/km	179
Indice de Roche (Ip)	0.539
Dénivelée (D) en m	345
Classe de relief (Rodier)	6
Longueur du talweg principal (Lw) en km	6.3
Type de géologie	
Occupation des sols	Forestier + culture
Lac observé analogue	El Hnach

Caractéristiques hydrologiques

Pluviométrie annuelle en mm	480
Evaporation annuelle en mm	1 280
Ecoulement annuel en m ³	150 000
Lame Tixeront mm	22.5
Lame Algérienne mm	44.0
Lame Sammie mm	66.7
Lame Analogie avec lac observé mm	56.7
Lame Retenue mm	60.0
Qmax cinquantennal en m ³ /s	40
Ghorbel	27.9
Kallel	43.2
Manning	75.2
Analogie avec lac observé Q _{smax} (obs.)*S _{bv}	20.0
Envasement m ³ /an	3 000
Nature des sols C1	1.1
Topographie C2	0.7
Occupation des sols C3	0.6
Indice de pluie Le Kef & Jendouba	34.5
Fournier t/ha/an	16.0
Analogie avec lac observé	19.0
Retenu	18.0
Qualité de l'eau débit de base (l/s)	5
pH	8.1
CE µS	3 000

Caractéristiques du barrage/lac

Hauteur de la digue en m	projet	14	16	18	20
Longueur de la digue en m		91	132	164	200
Hauteur du déversoir en m		12	14	16	18
Volume de la digue (Vi) en m ³		20 477	38 203	59 409	88 703
Volume de la retenue au déversement (Vi) en m ³		64 000	95 000	137 000	195 000
Surface de la retenue au déversement (Si) en m ²		14 000	19 200	25 900	35 000
Rapport Vi/Si en m		4.57	4.95	5.29	5.57
Rendement Topographique		3.13	2.49	2.31	2.20
Rapport Volume retenu / Surface BV en m ³ /km ²		2.56	3.8	5.48	7.8

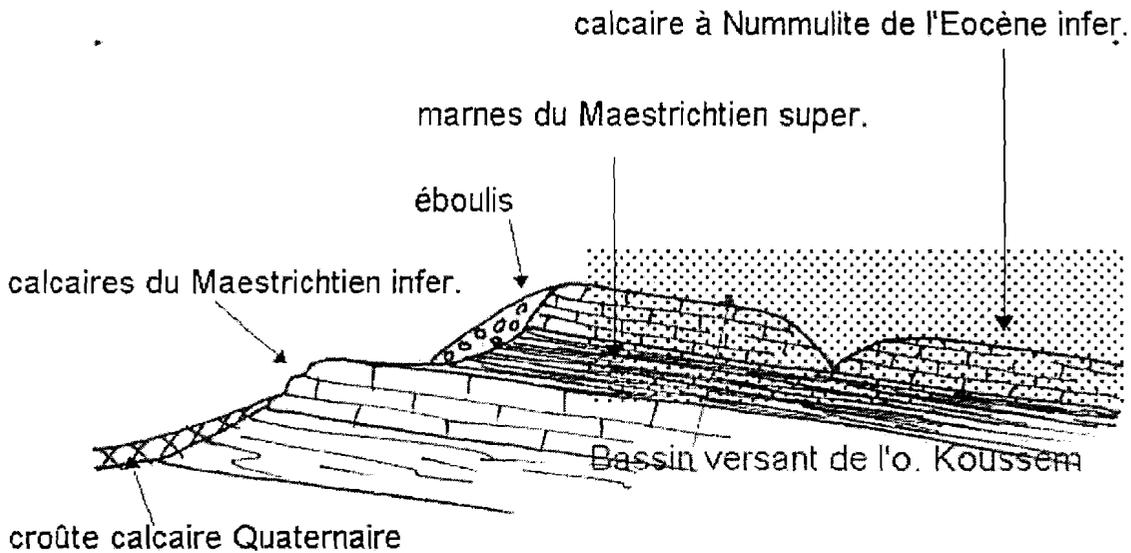
BV DE L'OUED KOUSSEM

1. Géologie, morphologie

Le site s'inscrit dans un très vaste plateau largement ondulé culminant vers 1000 m. Il est situé sur les formations de l'Eocène inférieur et moyen qui sont des calcaires à *Nummulites* et des calcaires dolomitiques à passées phosphatées (Ey a-1 ou nE1). Ces calcaires surmontent les argiles et marnes maestrichtiennes de la fin du Crétacé (Cm2 - P) qui apparaissent sous les éboulis dans les entailles des vallées ceinturant le plateau. Ce plateau sert de surface de commandement à toute une série de glacis partiellement à encroûtements calcaires du Pléistocène moyen et continental (cQ).

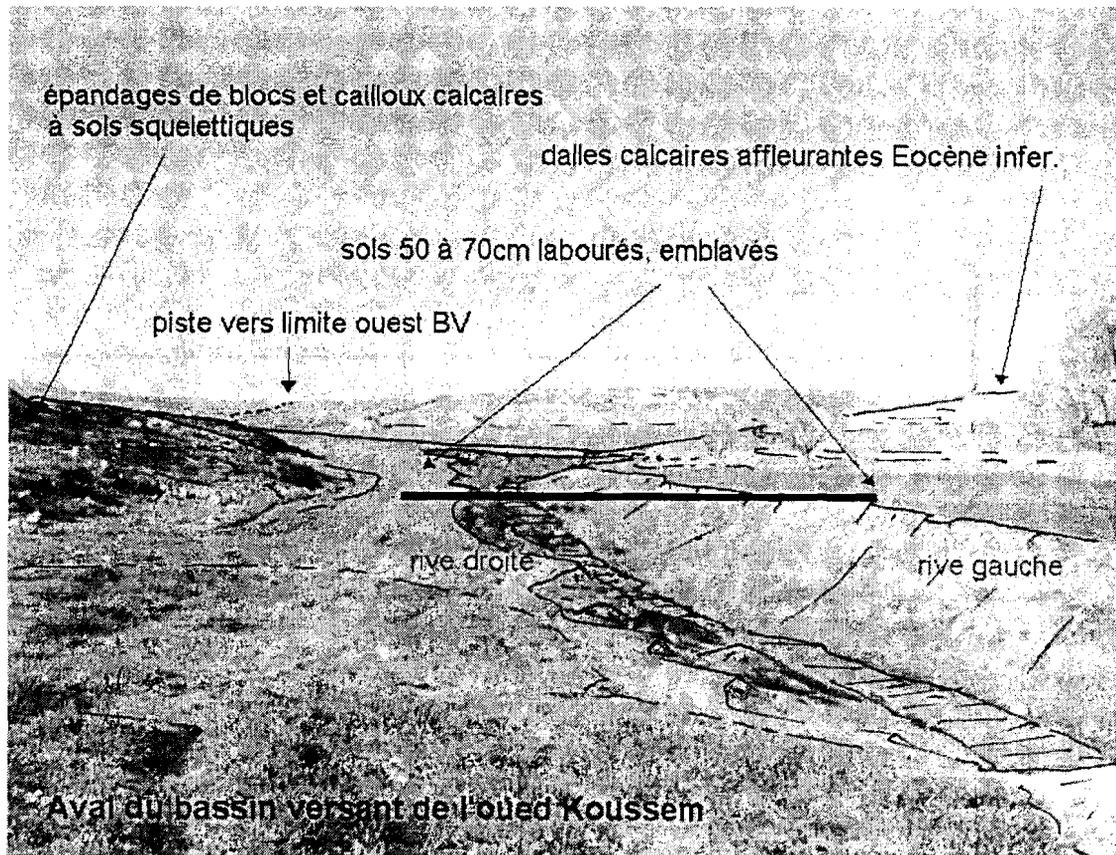
La vallée est un V largement ouvert (pente maximum < 7%) avec un oued lui-même très peu encaissé et des versants assez symétriques. Les couvertures pédologiques meubles représentent moins de 50% des surfaces en effet, les bancs calcaires à faible pendage sud affleurent fréquemment en rive gauche. Les rives droites qui sont en front de côte présentent, par contre, de fréquents épandages caillouteux provenant de la dislocation des extrémités de bancs rocheux. La vocation actuelle est l'élevage ovin, une céréaliculture en rive droite à faible rendement (sécheresse climatique, pédologique et gel) et une arboriculture d'assez belle venue en fond de vallées vers la partie moyenne amont du bassin (pêchers et amandiers). Les champs sont délimités par des murettes de pierres sèches provenant de l'épierrage, ces murettes de délimitation des propriétés n'interviennent qu'occasionnellement dans la protection des versants. Les bancs calcaires semblent peu fissurés. On n'a pas constaté de phénomène karstique, probablement parce que les marnes et argiles maestrichtiennes forment un «plancher» étanche limitant les drainages et les circulations souterraines donc la dissolution des carbonates.

Coupe géologique théorique



coupe géologique ouest-est du BV de Koussem

Schéma du BV depuis la rive gauche



2. Prévision des comportements hydriques et érosifs

2.1. Echelle du champ

Les terres de parcours de la rive droite présentent, du sommet jusqu'à mi-pente, des sols squelettiques et des rendzines (matériaux meubles < 25cm) avec un épanchage de quelque 50% de cailloux et blocs anguleux calcaires et quelques cherts siliceux. Les rendzines sont sablo-argileuses avec une structure bien développée très fine liée à l'activité biologique, les teneurs en matière organique devraient dépasser les 2,5%. L'enracinement important de la strate herbacée retient correctement le sol.

Dès la mi-pente, les sols s'épaississent tant soit peu (50 à 70cm), les terres redeviennent labourables et supportent de la céréaliculture, la texture est argilo-sableuse avec environ 30% d'argile, les mottes de labour sont assez résistantes.

Vers le tiers inférieur du versant le gel participe à l'édification de structures arrondies caractéristiques qui assurent une aération et une porosité considérable au sol. Ce processus (pipcrakes) se produit par alternance des gels et dégels de mottes de terres humidifiées ici par l'ascension capillaire, les changements de volume entre les deux états de l'eau produit un foisonnement du sol construisant ces structures arrondies que l'on peut facilement confondre avec des turricules de vers. Dans certains cas les marnes maestrichtiennes affleurent dans le fond de la vallée donnant de rares taches exiguës de sols argileux plus épais.

Le versant gauche est essentiellement occupé par une maigre garrigue poussant sur des dalles calcaires affleurantes en marches de 0,50m avec 10 à 15m de contre-marches sur roche nue.

2.2. Echelle du versant

Les premiers ruissellements surviendront rapidement en rive gauche, ceux de la rive droite ne se produiront qu'après saturation hydrique d'un réservoir très poreux (excellente structure, excellente conductivité superficielle), mais peu volumineux car les sols sont peu épais (25 à 50cm). Les risques érosifs sont minimales (sédimentation < 5T/ha/an) pour différentes raisons :

- (i) les couvertures meubles ne couvrent pas de grandes surfaces, elles sont quasi inexistantes en rive gauche où les pentes sont, toutes proportions gardées, les plus fortes,
- (ii) celles qui existent sont poreuses, résistantes et souvent armées dans les zones de parcours par le lacis racinaire dense de la strate herbacée,
- (iii) les fréquents épandages d'éléments grossiers (graviers, cailloux) protègent les surfaces contre l'énergie des pluies et introduisent une rugosité limitant la vitesse des écoulements donc leurs capacités abrasives.

On n'a pas décelé de phénomène karstique, d'autre part, les points bas (lit de l'oued) sont très proches des argiles maestrichtiennes ce qui garantit une bonne imperméabilité du bassin versant.

A cause des caractéristiques pédologiques (exiguïté des couvertures meubles, pierrosité, faible profondeur) et à cause des conditions climatiques (gels du matin une bonne partie de l'hiver) ce sont de très médiocres terres à céréales. Par contre l'arboriculture fruitière d'espèces peu sensibles au gel et l'élevage ovin sont les vocations normales de cette zone terres.

Des emprunts de terres argileuses facilement compactables sont possibles dans les argiles et marnes maestrichtiennes en limite amont du BV dans la descente de la piste centrale vers le SSO (2 à 3km de la future digue).

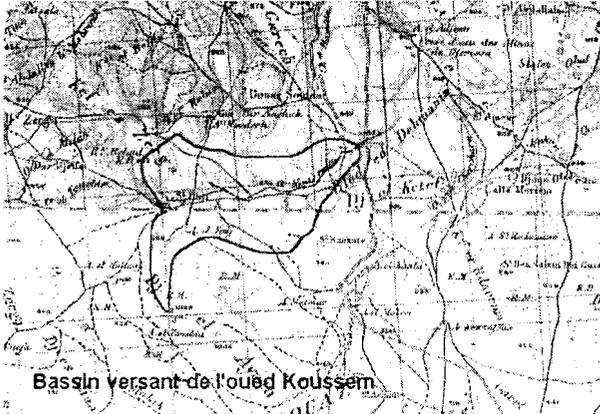
3. Paramètres hydrologiques, dimensionnement de l'ouvrage

Les figures suivantes représentent : (i) le tracé du bassin versant et du réseau hydrographique, (ii) la courbe hypsométrique du bassin versant, (iii) la section en travers qui a servi au calcul du débit maximum probable par la formule de Manning-Strickler et (iv) le nivellement du site de retenue.

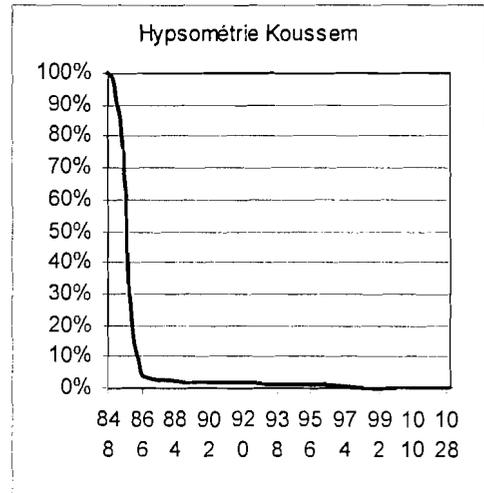
Les paramètres hydrologiques utiles au dimensionnement de l'ouvrage sont donnés dans le tableau qui suit les figures.

Se site étant peu encaissé le rendement topographique n'est pas très bon. Deux hauteurs de digues peuvent être discutées, soit une digue de 12 m (rendement 2.22) ou de 16 m (rendement 2.5). Avec un déversoir fixé à 2 mètres en dessous de la cote de crête, ces deux hypothèses donneraient soit une retenue de 63000 m³ soit de 190000 m³. La présence de résurgences dans le lit de l'oued indique des possibilités d'alimentation de la retenue sûrement supérieures à celles données par le calcul de l'écoulement annuel. La crue de projet aurait un débit maximum proche de 50 m³/s. L'eau est de très bonne qualité (CE mesurée = 500 µS). L'envasement de la retenue sera très lente, l'érosion est minimale dans le bassin versant. Les aptitudes des sols et du climat pour le développement de l'arboriculture de fruitiers supportant le gel en hiver, la qualité de l'eau, les possibilités d'alimentation de la retenue et les très faibles taux d'envasement probables sont autant de facteurs pour accepter le surcoût d'investissement lié à l'importante digue qu'il faudra construire.

Bassin versant de l'Oued Kousse
(carte au 1/50000)

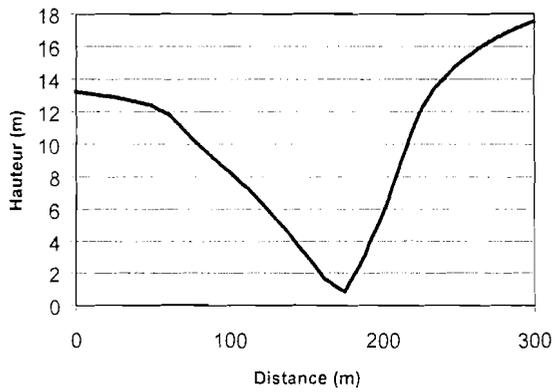


Courbe hypsométrique



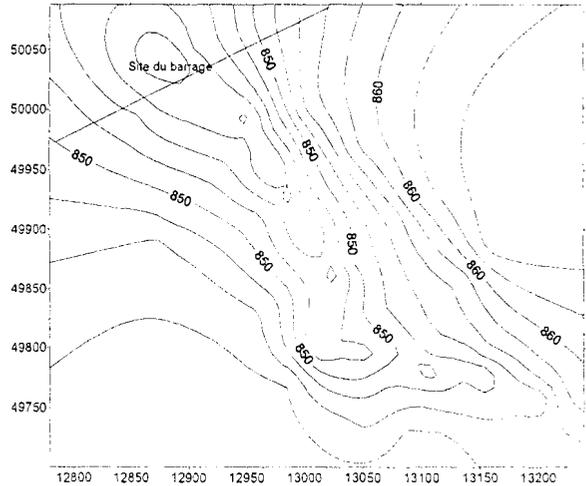
Profil en travers

Kousse : profil en travers



Nivellement du site

Kousse, barhymétrie



Station : Oued Koussem
Latitude Nord : 399.6 km
Latitude Nord : 36°50'06" SI
CRDA : Le Kef

Bassin : Medjerdah
Longitude Est : 282.25 km
Longitude Est : 08°47'20" SI
Délégation : Dahmani

Caractéristiques du bassin versant

Surface (A) en ha 309
 Périmètre (P) en km 10.7
 Indice de compacité Kc 1.72
 Longueur du rectangle (L) en km 4.74
 Largeur du rectangle (l) en km 0.61
 Altitude maximale en m 1059
 Altitude minimale en m 847
 Indice de pente (I_g) en m/km 45
 Indice de Roche (I_p) 0.102
 Dénivelée (D) en m 212
 Classe de relief (Rodier) 4
 Longueur du talweg principal (L_w) en km 3.8
 Type de géologie Bancs calcaires sur marne
 Occupation des sols Culture 40% Parcours 60%
 Lac observé analogue Es Sénéga

Caractéristiques hydrologiques

Pluviométrie annuelle en mm 410
 Evaporation annuelle en mm 1 500
 Ecoulement annuel en m³ 108 150
 Lame Tixeront mm 10.2
 Lame Algérienne mm 27.6
 Lame Sammie mm 48.6
 Lame Analogie avec lac observé mm 40.0
 Lame Retenue mm 35.0
 Q_{max} cinquantennal en m³/s 50
 Ghorbel 25.6
 Kallel 48.1
 Manning 170.0
 Analogie avec lac observé Q_{smax}(obs.)*S_{bv} 24.7
 Envasement m³/an 3 502
 Nature des sols C1 1.1
 Topographie C2 0.8
 Occupation des sols C3 0.7
 Indice de pluie K_{sour} 26.4
 Fournier t/ha/an 16.3
 Analogie avec lac observé 17.5
 Retenu 17.0
 Qualité de l'eau débit de base (l/s) 10
 pH 8.4
 CE µS 500

Caractéristiques du barrage/lac

	projet				
	10	12	13	14	16
Hauteur de la digue en m	10	12	13	14	16
Longueur de la digue en m	138	169	216	242	268
Hauteur du déversoir en m	8	10	11	12	14
Volume de la digue (V _i) en m ³	16 769	28 569	42 332	54 454	77 564
Volume de la retenue au déversement (V _i) en m ³	30 700	63 400	86 200	114 200	192 000
Surface de la retenue au déversement (S _i) en m ²	13 300	21 000	26 000	31 800	50 300
Rapport V _i /S _i en m	2.31	3.02	3.32	3.59	3.82
Rapport Topographique	1.83	2.22	2.04	2.10	2.48
Rapport Volume retenu / Surface BV en m ³ /km ²	0.99	2.05	2.79	3.70	6.21

BV DE L'OUED JEKOUANE

1. Géologie, morphologie

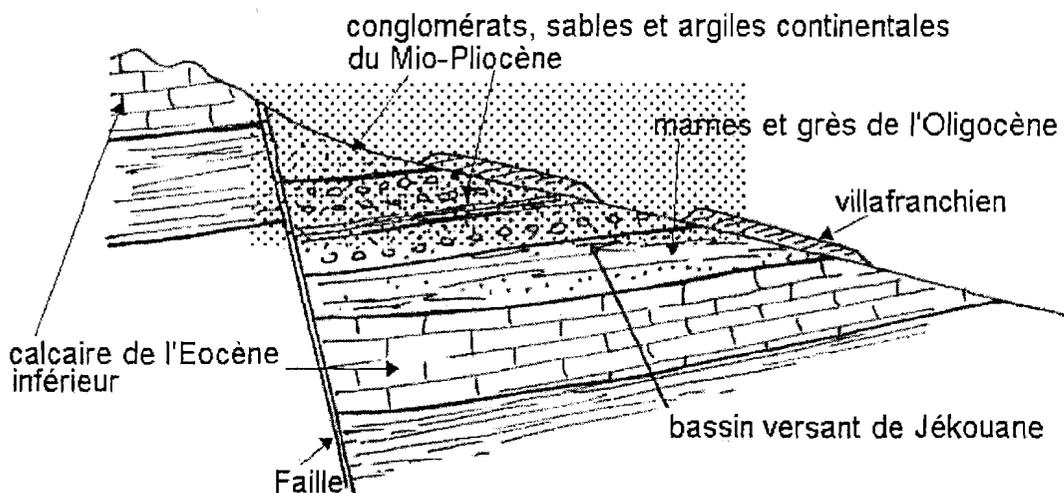
La région est abondamment faillée, l'ensemble se présente comme une succession de horst et graben orientés Nord-Ouest - Sud-Est. Ici, l'amont du bassin est un compartiment faillé surélevé des calcaires à Nummulites de l'Eocène inférieur et moyen (nE1) donc identique à ceux qui constituent le plateau de Koussem. Plus en amont du bassin versant, le compartiment effondré met en affleurement les séries conglomératiques, sableuse à passées argileuses du Mio-Pliocènes (M-PI) et peut-être (non prospecté) des séries sous-jacentes de calcaires crayeux du Sénonien (Crétacé supérieur - dC2). Toutes ces séries ont un pendage Nord Nord-Ouest de quelque 10 à 15°. L'ensemble peut être recouvert par endroit avec les colluvions-alluvions du glaciais villafranchien (cQ).

Le bassin versant est assez dissymétrique: collines plus élevées et larges en rive gauche, glaciais avec reliefs résiduels en rive droite. Un relief montagneux ferme l'amont du BV et culmine à quelque +1070m. Les collines de la rive gauche culminent à +950m avec un versant convexe de raccord au lit de l'oued. Ce versant est couvert par un épandage de 50 à 70% de galets détachés par altération des conglomérats du M-PI. En rive droite les sols sont plus épais car ils se sont différenciés sur les matériaux de la surface villafranchienne dont le long glaciais passe de +900m à +880m tout au long de la piste nord nord-ouest - sud sud-est de 5km qui permet d'accéder à l'aval du bassin en sa rive droite. Sur cette rive quelques reliefs résiduels pointent au travers de cette surface entre +900 et +920m.

Ce BV est cultivé à quelque 70% en céréales, le reste est en maigres parcours sur de la pierraille, on dénombre environ 15 fermes sur l'ensemble de ce BV de 7,15km².

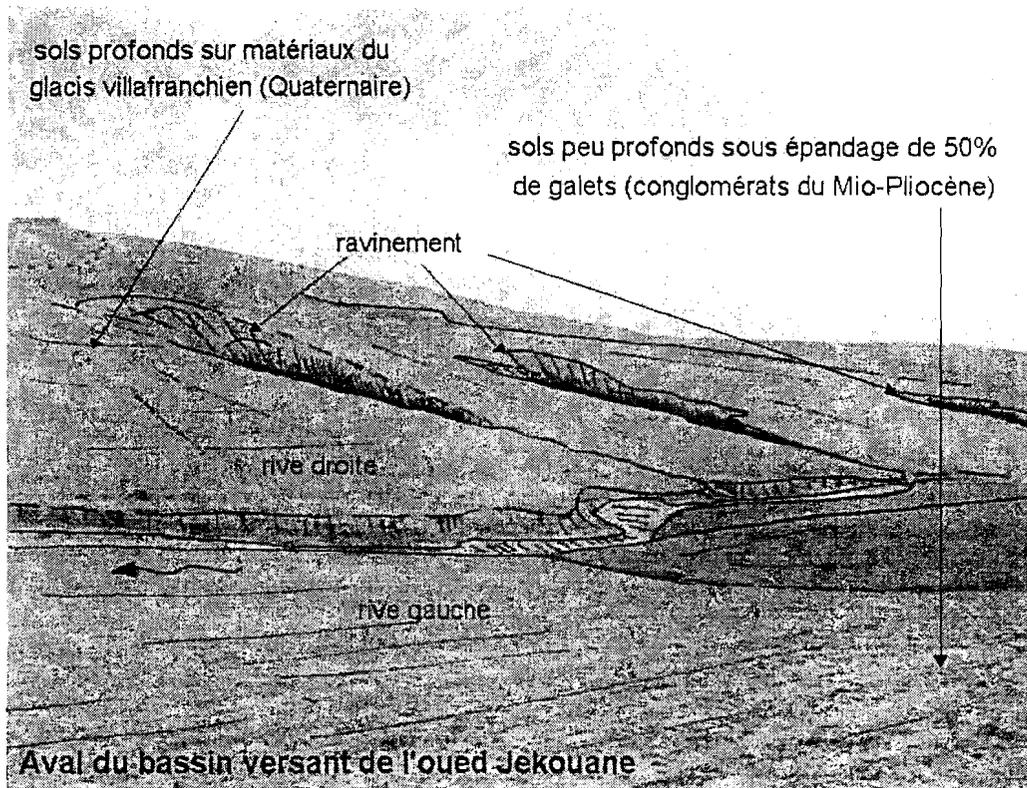
Le lit d'oued est nettement encaissé (2 à 7m) avec un fond plan encombré de sables et galets. Là où les bancs de grès conglomératiques affleurent les rives sont à peu près stables, çà n'est plus le cas (ravinement) lorsqu'il s'agit des argiles rouges continentales intercalées dans les même séries du M-PI. Les affluents des rives droites sont souvent de courts ravins coupés de barres rocheuses transversales formant des ressaut et provoquant l'excavation de marmites encombrées de galets.

Coupe géologique théorique



Coupe géologique nord-sud du bassin de Jékouane

Schéma du BV depuis la rive gauche



2. Prévion des comportements hydriques et érosifs

2.1. Echelle du champ

Les terres de parcours du long versant gauche (1000 m au niveau du transect) présentent un épandage de quelque 70% de graviers et cailloux de calcaire dont la majorité d'un diamètre de 5 à 10cm est fortement usée, ces cailloux sont pour moitié posés sur le sol pour moitié enfoncé de quelques centimètres. Le matériau sous-jacent contient lui-même une charge de 50% en éléments grossiers. Ce versant présente quelques discrets ressauts où affleure le banc conglomératique à galets calcaires et cherts siliceux, son ciment et calcaire, il repose sur des argiles rouges de 1 à 2m de puissance. Lorsque ces affleurements constituent les rives de l'oued, on trouve sous ces argiles rouges une croûte calcaire nodulaire, friable, blanc-jaunâtre, dominant le lit actuel de l'oued de quelque 3m. Là où les taux de galets diminuent tant soit peu des tentatives de labour fournissent un blé très mal venu (certains blés sont, en plus, partiellement gelés!). Ce versant ruisselle peu car les bancs conglomératiques sont peu consolidés et très poreux, ils fournissent donc un réservoir important pouvant stocker l'eau, différer et allonger les temps d'écoulement. L'érosion y est faible car (i) le matériau meuble ne représente que 30 à 40% de la masse totale, (ii) les éléments grossiers épandus superficiellement interceptent l'énergie des pluies et augmente la rugosité, (iii) seules des superficies où affleurent les argiles rouges peuvent générer des ruissellements voire des amorces de ravines.

Les sols du court versant droit (300 à 400m), (pente bas de versant = 15%, mi versant au sommet = 5%), différenciés sur les colluvions-alluvions du glacis villafranchiens sont profonds (>100cm) et de couleur brun jaunâtre. La texture change quelque peu entre l'aval et l'amont: de limono-argileuse en aval (35% argile et 40% limons) elle devient plus grossière vers l'amont avec des textures limoneuses à limono-argileuses fines (25 à 30% d'argile et

50% à 60% de limons). Ces sols contiennent toujours environ 5% de petits nodules carbonatés de 15 à 20mm et des taux de matière organique oscillant entre 2 et 2,5% ce qui est correct dans le contexte du semi-aride tunisien. Les structures liées au labour sont moyennement développées, reliquats de mottes de 0 à 10cm et une structure très fine sans cohésion en dessous, l'ensemble est très friable et très poreux sur 20cm. Les surfaces tendent à former des pellicules de battance peu épaisses et non généralisées vers l'aval aux textures plus fines, plus épaisses, continues mais craquelées par dessiccation vers l'amont du bassin versant. Le fait de ne trouver aucune rigole de ruissellement, et encore moins de ravinement plaide en faveur d'une bonne perméabilité profonde ayant permis le stockage des faibles pluies de ce début de saison; On peut aussi considérer que celles-ci n'ont pas été assez intenses pour modifier durablement les surfaces et en limiter l'infiltrabilité, c'est l'hypothèse que nous retiendrons, il faut craindre les conséquences d'averses de fortes intensités et durables sur des stabilités structurales superficielles faibles.

On retrouve quelques épandages graveleux et caillouteux non roulés (calcaires du nE1?) à proximité des buttes résiduelles (+900 à +920m).

2.2. Echelle du versant

Le versant gauche est peu vulnérable par contre le versant droit l'est fortement. En année humide, avec des averses fréquentes d'intensités moyennes, le colmatage des porosités superficielles abaissera considérablement la conductibilité hydrique saturée qui pourra dès lors descendre sous les 20mm/h. Ces ruissellements sur des sols devenus rapidement peu rugueux seront à l'origine d'une abrasion en nappe peu efficace sur les pentes <7%, donc en amont du versant, mais, la collecte des flux en bas de versant se canalisera et sera à l'origine d'une intense abrasion ravinante (cf. les explications fournies dans l'analyse du BV oued Saâï).

Quelques ravins partiellement actifs y existent déjà, ils apparaissent précisément aux premières ruptures de pente des bas de versant. Lorsque ces ravins affouillent les bancs conglomératiques on observe souvent une auto-protection de leur lit par éboulement des galets assez facilement détachés car le ciment du conglomérat est friable; ajoutons à cela que les ravins reçoivent aussi tous les éléments grossiers provenant de l'épierrage des champs.

Sans aménagements du versant droit, le barrage pourrait recevoir plus de 15T/ha/an. Le problème est la rentabilité de l'édification de banquettes d'un versant qui ne dépasse pas souvent 400m de longueur.

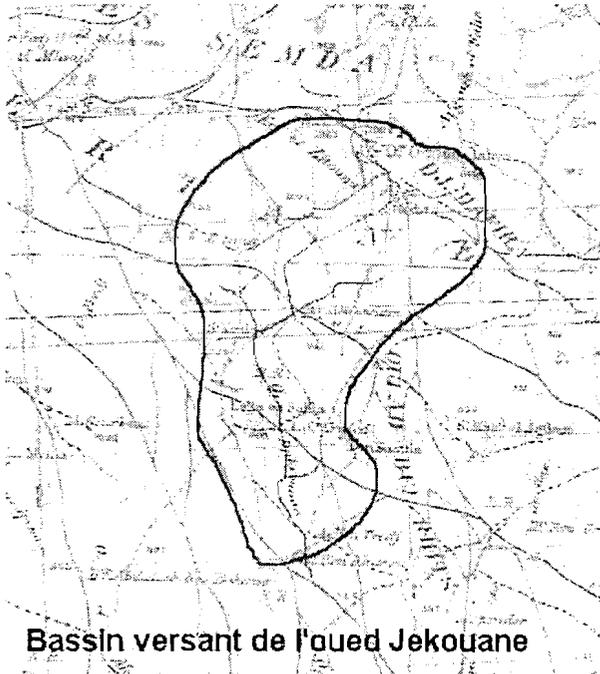
3. Paramètres hydrologiques, dimensionnement de l'ouvrage

Les figures suivantes représentent : (i) le tracé du bassin versant et du réseau hydrographique, (ii) la courbe hypsométrique du bassin versant, (iii) la section en travers qui a servi au calcul du débit maximum probable par la formule de Manning-Strickler et (iv) le nivellement du site de retenue. Deux sites potentiels sont retenus.

Les paramètres hydrologiques utiles au dimensionnement de l'ouvrage sont donnés dans le tableau qui suit les figures.

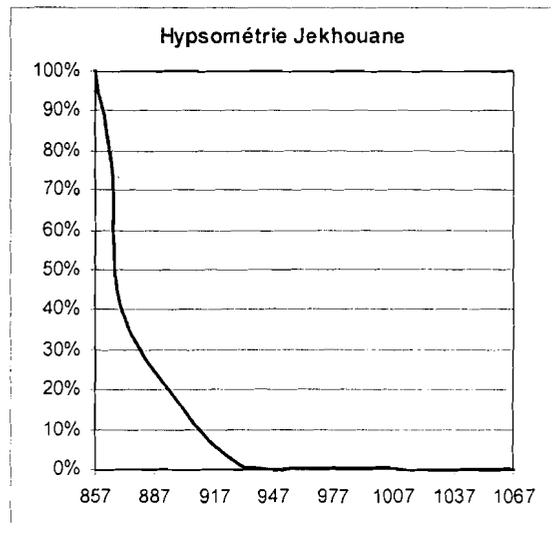
Un second site a été considéré un peu en aval du premier qui nous a été indiqué. Vu la dimension du bassin versant et de l'écoulement interannuel prédéterminé, le site apparaît bon pour un ouvrage de bonne capacité. Le second site permettrait une retenue de près de 200 000 m³ avec une digue de 14 m de haut et un déversoir fixé à 2 mètres en dessous de la cote de crête. Le rendement topographique serait supérieur à 4. La crue de projet aurait un débit maximum proche de 70 m³/s. L'eau est de bonne qualité (CE mesurée = 1000 µS). L'envasement de la retenue sera très lente, l'érosion est minime dans le bassin versant. Une priorité aux aménagements de versant doit être donnée pour ralentir l'envasement probable de la retenue.

Bassin versant de l'Oued Jekouane
(carte au 1/5000)

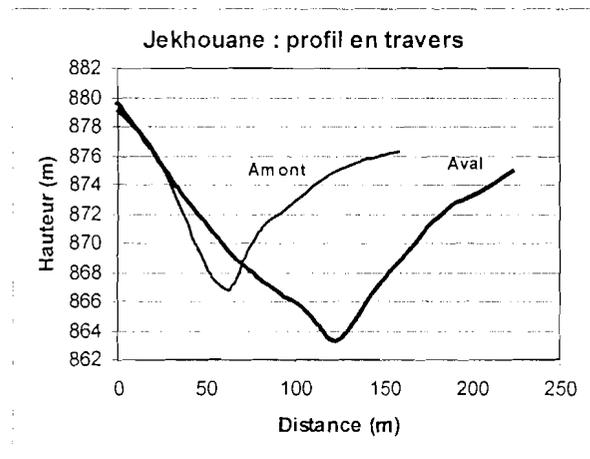


Bassin versant de l'oued Jekouane

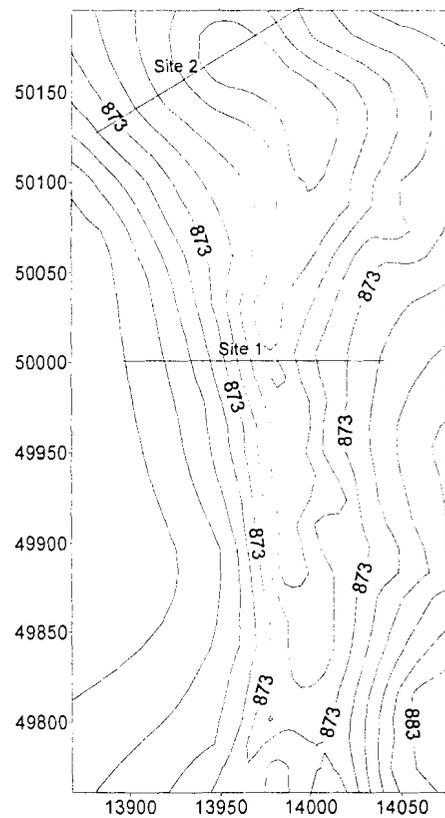
Courbe hypsométrique



Profil en travers



Nivellement du site
Jekhouane, bathymétrie



Station : Qued Jekhouane		Bassin : Medjerdah	
Latitude Nord : 412.35	km	Longitude Est 278	km
Latitude Nord : 35°47'44"	SI	Longitude Est 08°55'46"	SI
CRDA : Le Kef		Délégation : Ksour	

Caractéristiques du bassin versant

Surface (A) en ha	715
Périmètre (P) en km	13.6
Indice de compacité Kc	1.43
Longueur du rectangle (L) en km	5.57
Largeur du rectangle (i) en km	1.23
Altitude maximale en m	1067
Altitude minimale en m	857
Indice de pente(Ig) en m/km	38
Indice de Roche (Ip)	0.152
Dénivelée (D) en m	210
Classe de relief (Rodier)	5
Longueur du talweg principal (Lw) en km	4
Type de géologie	
Occupation des sols	Céréaliculture 70%
Lac observé analogue	Echar

Caractéristiques hydrologiques

Pluviométrie annuelle en mm	420
Evaporation annuelle en mm	1 500
Ecoulement annuel en m ³	321 750
Lame Tixeront	mm 11.0
Lame Algérienne	mm 29.0
Lame Sammie	mm 50.6
Lame Analogie avec lac observé	mm 40.0
Lame Retenue	mm 45.0
Qmax cinquantennal en m ³ /s	70
Ghorbel	60.1
Kallel	73.1
Manning	105.5
Analogie avec lac observé Qsmax(obs.)*Sbv	59.1
Envasement	m ³ /an 7 150
Nature des sols	C1 1.1
Topographie	C2 0.7
Occupation des sols	C3 0.8
Indice de pluie	Ksour 26.4
Fournier t/ha/an	15.5
Analogie avec lac observé	15.0
Retenu	15.0
Qualité de l'eau	mare résiduelle
pH	8.6
CE	μS 1 000

Caractéristiques du barrage/lac

	projet	Site 1	Site 1	Site 2	Site 2
Hauteur de la digue en m		12	14	12	14
Longueur de la digue en m		160	176	199	210
Hauteur du déversoir en m		10	12	10	12
Volume de la digue (Vi) en m ³		27 048	39 603	33 641	47 254
Volume de la retenue au déversement (Vi) en m ³		48 000	86 200	120 000	192 500
Surface de la retenue au déversement (Si) en m ²		16 800	22 800	32 700	42 500
Rapport Vi/Si en m		2.86	3.78	3.67	4.53
Rapport Topographique		1.77	2.18	3.57	4.07
Rapport Volume retenu / Surface BV en m ³ /km ²		0.67	1.21	1.68	2.69

BV DE L'OUED SELSLA

1. Géologie, morphologie

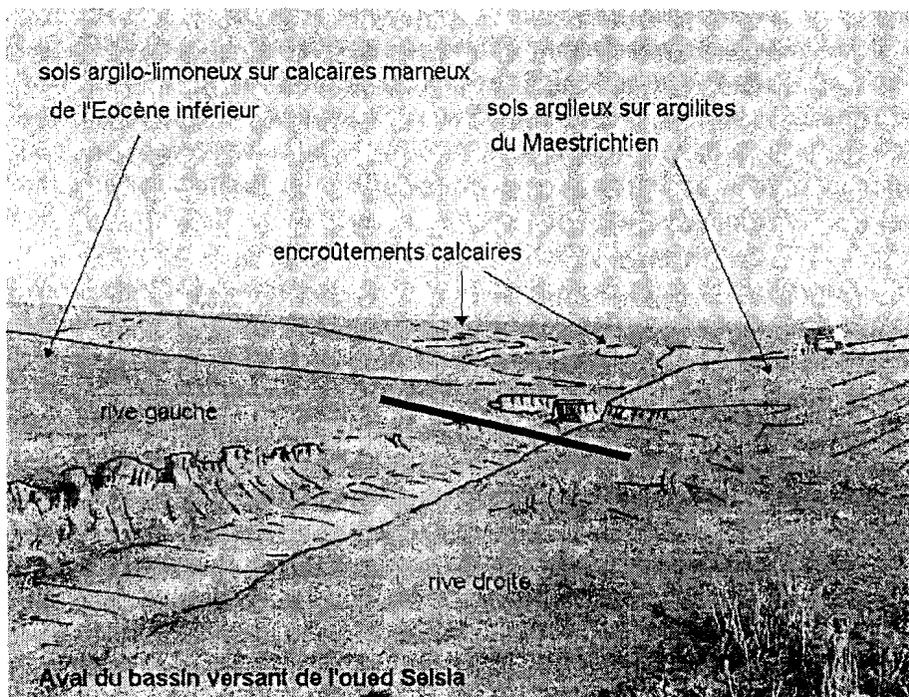
Le bassin versant est situé dans la zone de rupture de pente séparant le vaste glacis (+520m) de la région du Sers au sud de la vallée de l'oued Mader (+450 à +425m) vers le nord. Il est dominé vers l'est par les contreforts du relief montagneux du Djébel Maïza (+887m).

Cette zone est plissée et faillée, le schéma montre une coupe Ouest - Est situant le bassin versant dans cet ensemble, lui-même a comme substratum les marnes et argiles maestrichtiennes (C10 entre l'anticlinal des calcaires crayeux blanc du Crétacé supérieur du Dj. Maïza à l'est (C9) et le synclinal dans les calcaires à Nummulites (E1) puis les calcaires à lumachelles (E2-3) du Paléocène et de l'Eocène inférieur, formations très fréquentes dans le Tell tunisien.

Du fait d'un léger pendage Ouest des roches, le versant droit du bassin appartient aux argiles et marnes maestrichtiennes, le versant gauche est probablement partiellement dans les calcaires à Nummulites. L'amont est occupé par les formations du Mio-Pliocène (conglomérats, sables et argiles) ou des reliquats de la surface villafranchienne, il est actuellement couvert de friches.

Les deux versants du bassin sont souvent dissymétriques. En aval on observe une rive droite courte, plus pentue, sur argiles gypseuses et une rive gauche plus longue sur calcaires marneux et encroûtements. En amont cette répartition s'inverse aussi les argiles de la rive droite prédominent-elles sur un long versant souvent dégradé en bad-lands. On note que l'oued souligne la limite entre deux formations lithologiques, (voire entre le Secondaire et le Tertiaire!). Exception faite de l'amont et des bad-lands, ce bassin est totalement cultivé en céréales.

Schéma du BV depuis 1/3 inférieur, rive droite



2. Préviation des comportements hydriques et érosifs

2.1. Echelle du champ

Les rives droites ont été prospectées en aval et jusqu'au cours moyen amont. Près du site de la digue le versant très court est occupé par de sols peu épais (<40cm) sur argilites beiges et verdâtres fournissant des matériaux brun-olive, limono-argileux fins (30% argile et 50% de limons) massifs, compacts, très cohérents, colmatés par 75% de pellicule de battance épaisse sous jachère de 2 ans. Des labours s'étendent par contre de la mi pente jusqu'en limite de bassin qui se confond avec la route du Krib ; la texture y devient argilo-limoneuse (40% argile - 40% de limon), les mottes de labour sont partiellement effondrées, la pellicule superficielle s'y forme rapidement et totalement. On note enfin des efflorescences gypseuses blanches en surface et sur les faces des mottes exposées au soleil.

Sur ces sols imperméables ou le devenant rapidement, toutes les conditions sont réunies pour avoir des ruissellements abondants dès les premières averses mais les charges solides de ces flux resteront faibles et les érosions limitées.

Si en aval du bassin le versant droit est trop court pour que les ruissellements puissent se canaliser, çà n'est plus le cas à 1,5 km en amont, avec une zone de bad-lands résultant de la coalescence de quelques ravins larges et profondément incisés en V, sur 10m de largeur et 7 m de profondeur, dans les argiles gypseuses.

Ces bad-lands sont dominés en limite est du bassin par un replat sur du villafranchien avec des sols argilo-limoneux, rouges, bien structurés et contenant 30% de graviers et cailloux calcaires roulés; si ces sols ont de très bonnes caractéristiques physiques, leur faible extension limite leurs effets bénéfiques sur la dynamique générale du versant.

Plus bas, dans la zone des ravins et bad-lands, on trouve des sols argileux brun-jaunâtres à brun olivâtres, assez bien structurés en agrégats fins sur 10cm et massifs en dessous, reposant vers -35 à -70cm sur des argilites grises tachées de rouille et contenant d'assez nombreuses lamelles de gypse.

Le tiers inférieur jusqu'au raccord avec la tranchée de l'oued est occupé par les même sols argileux dont les surfaces présentent encore les traces de fissuration de la saison sèche ce qui tendrait à prouver que les précipitations furent, jusqu'alors peu abondantes.

Le lit de l'oued est un V ouvert avec un fond de lit plan de 15m de largeur, des talus moins pentus et moins hauts vers les argilites, plus abrupts et plus hauts (5m) vers le versant sur calcaires marneux.

Les sols de la rive gauche ont généralement de très bonnes caractéristiques physiques, 80% ont des profondeurs >100cm, sans éléments grossiers, la profondeur des autres est limitée par un encroûtement calcaire peu consolidé facile à voir sur le versant par un «blanchiment» des surface souvent vers la mi pente. Les sols profonds sont brun à brun-jaunâtres, argileux avec limon (50 à 55% d'argile, < 40% de limons), entièrement labouré et emblavé, les mottes résistent bien aux effets des pluies en se fissurant plutôt qu'en «fondant» (sous structures polyédrique actuellement de 15 à 25mm de diamètre), les pellicules de battance sont rares et fragiles, la porosité du sol est bonne, elle est renforcée par une activité biologique non négligeable (agrégats arrondis).

2.2. Echelle du versant

On note une différence importante de comportement entre les deux versants: les rives droites courtes (aval) ou longues (amont) fourniront de forts ruissellements peu chargés tant que la pente ou la longueur du versant ne permettront pas aux flux d'acquérir une vitesse propice à une action ravinante. Si le versant s'allonge les sols argileux sur argilites gypseuses se ravinent rapidement et profondément et fournissent donc des charges solides considérables. Dans le cas de ce bassin de Selsla, et en année peu humide, il n'est pas sûr que tous ces sédiments provenant du versant droit parviennent jusqu'à la retenue car la remontée du ravinement vers l'amont a laissé un pédiment d'épandage des sédiments vers

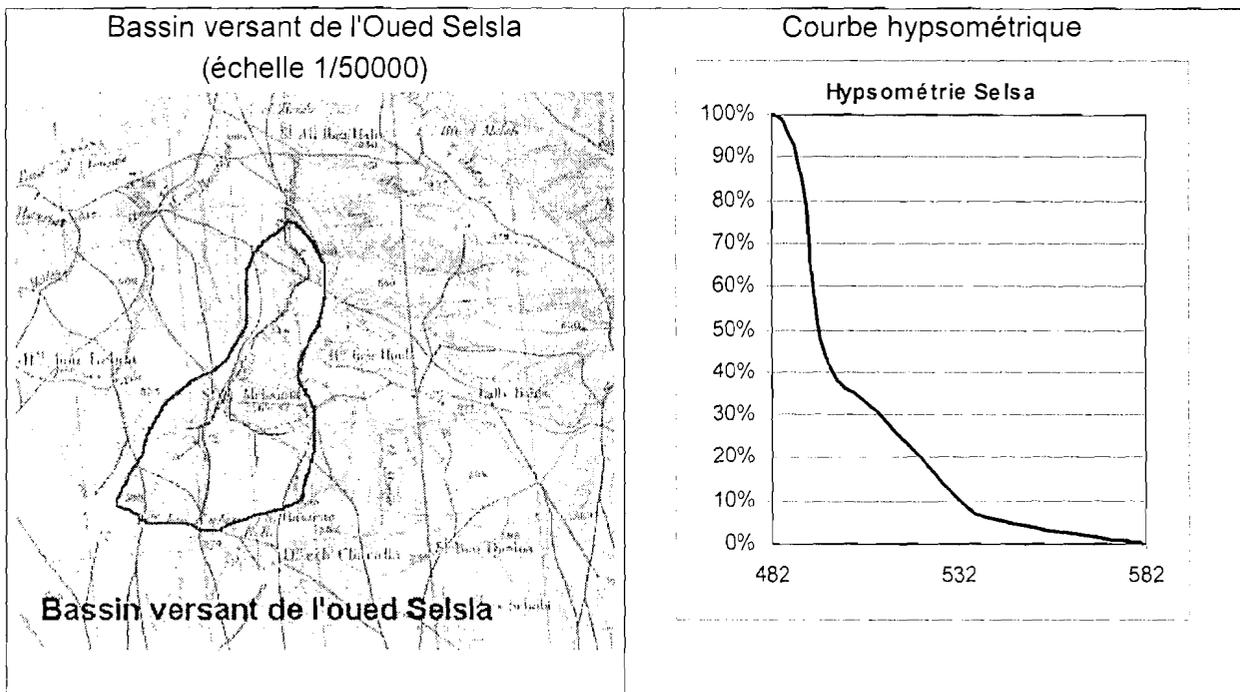
le 1/3 inférieur moins pentu du versant. En année humide ceux-ci reprennent probablement leurs transferts vers l'aval.

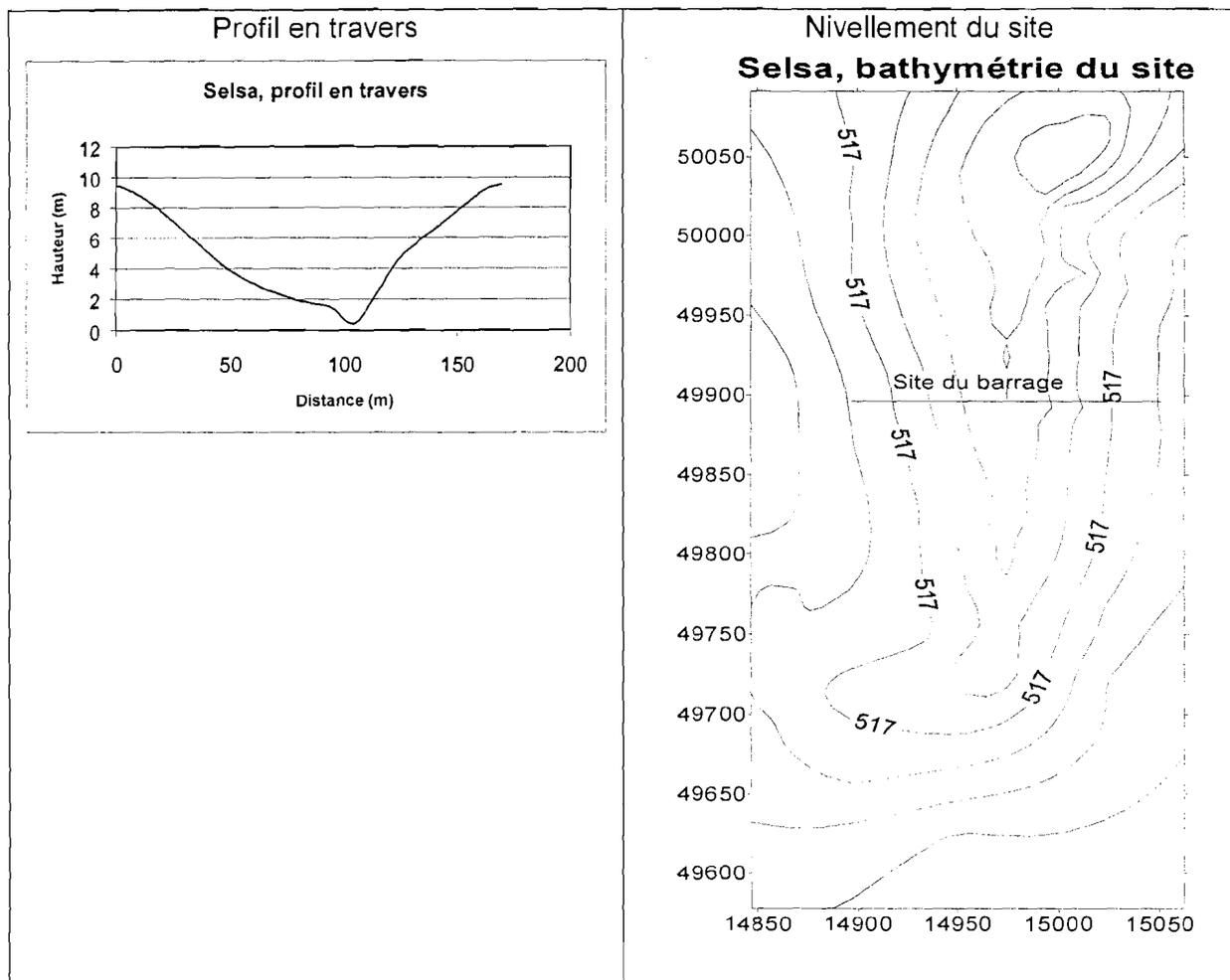
Peu de choses à craindre du versant gauche aux sols perméables, profonds et poreux. Il faudra néanmoins insister pour que les paysans acceptent de faire des labours isohypses et non selon la ligne de plus grande pente (15% des cas).

Sans mesures visant à arrêter l'extension des bad-lands (petits barrage en pierre?) ou le démarrage d'autres ravinements, la sédimentation pourrait atteindre les 25T/ha/an, une rapide péréquation donnerait un apport spécifique de quelque 50 T/ha/an pour les seules argiles gypseuses. Ce barrage est le «modèle réduit» du lac de Bir Heddi voisin lui aussi «doté» de zones à forts risques de ravinement. Dans les deux cas tout va dépendre des mesures visant à «sécuriser» ces zones hautement vulnérables avant tout éventuel événement climatique paroxysmal.

3. Paramètres hydrologiques, dimensionnement de l'ouvrage

Les figures suivantes représentent : (i) le tracé du bassin versant et du réseau hydrographique, (ii) la courbe hypsométrique du bassin versant, (iii) la section en travers qui a servi au calcul du débit maximum probable par la formule de Manning-Strickler et (iv) le nivellement du site de retenue.





Les calculs des différents paramètres nécessaires au dimensionnement de l'ouvrage sont donnés dans le tableau suivant.

La faiblesse des écoulements annuels ne permettent pas d'envisager un ouvrage de grande taille. Le meilleur rendement topographique est obtenu pour une digue 14 m de haut (5). Mais le volume qui en résulterait serait 4 fois supérieur au volume interannuel. Il paraît raisonnable d'envisager une digue de 10 qui donne un rendement topographique proche de 4. Avec un déversoir fixé à 2 mètres en dessous de la cote de crête, ce barrage aurait une capacité d'environ 82 000 m³, soit environ l'écoulement interannuel et une surface de 31 ha. La crue de projet aurait un débit maximum proche de 40 m³/s. Les paramètres de qualité des eaux mesurés le jour de la visite montrent des eaux moyennement chargées (2700 µS). Les risques d'envasement à partir des badlands et ravinement de rive droite sont très importants. Il serait nécessaire de projeter des ouvrages pour isoler la retenue des transports solides de ces zones, rectification de ravin, création de zones d'atterrissement des sédiments en amont de la retenue.

Station :	Oued Selsa		Bassin :	Medjerdah
Latitude Nord :	420.5	km	Longitude Est :	318.9
Latitude Nord :	36°07'41"	SI	Longitude Est :	09°00'00"
CRDA :	Le Kef		Délégation :	Le Sers

Caractéristiques du bassin versant

Surface (A) en ha		237.5
Périmètre (P) en km		7.3
Indice de compacité Kc		1.34
Longueur du rectangle (L) en km		2.84
Largeur du rectangle (l) en km		0.81
Altitude maximale en m		581
Altitude minimale en m		482
Indice de pente (I _g) en m/km		35
Indice de Roche (I _p)		0.203
Dénivelée (D) en m		99
Classe de relief (Rodier)		4
Longueur du talweg principal (L _w) en km		2.9
Type de géologie	Calcaire + marne gypseuse	
Occupation des sols	Culture	92%
Lac observé analogue	Fidh Ali	

Caractéristiques hydrologiques

Pluviométrie annuelle en mm		420
Evaporation annuelle en mm		1 500
Ecoulement annuel en m ³		71 250
Lame Tixeront	mm	11.0
Lame Algérienne	mm	29.8
Lame Sammie	mm	51.1
Lame Analogie avec lac observé	mm	26.8
Lame Retenue	mm	30.0
Q _{max} cinquantennal en m ³ /s		40
Ghorbel		31.9
Kallel		42.1
Manning		44.5
Analogie avec lac observé Q _{smax} (obs.)*S _{bv}		34.2
Envasement	m ³ /an	3 958
Nature des sols	C1	1.1
Topographie	C2	0.7
Occupation des sols	C3	0.4
Indice de pluie	Ksour	26.4
Fournier t/ha/an		8.3
Analogie avec lac observé		25.6
Retenu		25.0
Qualité de l'eau	Oued Selsa	à sec
Bir Heddi pH		8.4
Bir Heddi CE	μS	2 700

Caractéristiques du barrage/lac

		projet			
Hauteur de la digue en m		10	11	12	14
Longueur de la digue en m		176	196	216	256
Hauteur du déversoir en m		8	9	10	12
Volume de la digue (V _i) en m ³		21 387	28 269	36 515	57 604
Volume de la retenue au déversement (V _i) en m ³		82 600	118 200	163 800	282 800
Surface de la retenue au déversement (S _i) en m ²		31 400	40 500	51 600	67 100
Rapport V _i /S _i en m		2.63	2.92	3.17	4.21
Rendement Topographique		3.86	4.18	4.49	4.91
Rapport Volume retenu / Surface BV en m ³ /km ²		3.48	4.98	6.90	11.91

ANNEXES

ANNEXE 1: Calendrier de l'expertise

Le 25 janvier 2000

Départ de Tunis avec les agents du CNEA.

Arrivée au CRDA du Kef.

Rencontre avec le commissaire de la CRDA du Kef, M. ALI KHEDHERI et M. ALI BOUAICHA, responsable du projet intitulé : "Projet de développement agricole intégré du Nord et Nord - Est du Kef".

Réunion avec les acteurs du projet sur la partie recherche développement :

- M. ALI BOUAICHA, chef du projet,
- M. AJMI BEN SAAD, chef d'arrondissement CES,
- M. HAMADI AHMED TIJANI, ingénieur CES.

Visite du site de Saâi.

A 11h57, il y a un écoulement d'environ 10 l/s. Le pH est de 8.2 et la conductivité 7 600 µS.

Caractéristiques du site :

Coordonnées GPS : 36°22'46" N et 08°37'17" E (X=343.1 km et Y=385.4 km).

Le site est à 8 km de la ville de Touiret.

Visite du site de Djoumane.

A 15h30, il y a un écoulement d'environ 5 l/s. Le pH est de 8.1 et la conductivité 3 000 µS.

Caractéristiques du site :

Coordonnées GPS : 36°21'57" N et 08°52'23" E (X=340.8 km et Y=285.7 km).

Il existe trois sites possibles pour l'implantation de la digue du lac collinaire.

Le 26 janvier 2000

Visite du site de Koussef.

Avec M. HAMADI AHMED TIJANI, ingénieur CES du Kef; M. ABIDI AMARA, chef du projet à Dahmani et M. SHERIF SHEFDINE, ingénieur du projet à Dahmani.

A 10h30, il y a un écoulement d'environ 10 l/s. Le pH est de 8.4 et la conductivité 500 µS.

Caractéristiques du site :

Coordonnées GPS : 35°50'08" N et 08°47'20" E (X=399.6 km et Y=282.25 km).

Visite du site de Jekhouane.

A 15h30, il y a une mare résiduelle. Le pH est de 8.6 et la conductivité 1 000 µS.

Caractéristiques du site :

Coordonnées GPS, site 1 : 35°47'44" N et 08°55'45" E (X=412.35 km et Y=278 km), site 2 : 35°47'44" N et 08°55'46" E.

Il existe deux sites possibles pour l'implantation de la digue du lac collinaire. Ils ont été différenciés dans cette étude.

Reconnaissance du site de Selsa

Le site est juste à côté du barrage de Bir Heddi, il doit servir de réserve d'eau supplémentaire pour le périmètre irrigué en aval de Bir Heddi qui est très vite à sec.

Le 27 janvier 2000

Visite du site de Selsa.

A 9h00, le lit est à sec. Les mesures de pH et de conductivité ont été réalisées dans le barrage de Bir Heddi : pH = 8.4 et CE = 2 700 µS.

Caractéristiques du site :

Coordonnées GPS : 36°07'42" N et 09°00'00" E (X=420.5 km et Y=318.9 km).

L'après – midi, réunion au CRDA et à l'école du Kef, puis retour sur Tunis.

Le 8 février 2000

Nouvelle visite du site de Saïi.

En raison d'un mauvais enregistrement du nivellement réalisé le 25 janvier, retour sur le site avec M. HAMADI AHMED TIJANI, ingénieur CES du Kef ; M. MAHAMOUD MERZOUK, Topographe du Kef qui travaille avec le CNEA ; M. ALI DEBABRIA, ingénieur de la Direction de la CES et partenaire dans le programme «Lacs collinaires en Tunisie» et YANNICK PEPIN, hydrologue IRD.

Un débit de base d'environ 3 l/s existait.

Nivellement du site.

ANNEXE 2: fiches de terrain

**reconnaissance pédologique sur des sites de retenues collinaires
du gouvernorat du Kef
25 au 27 janvier 2000**

BV de SAAÏ

Généralités

Rive gauche pentue, rive droite peu pentue faisant partie d'un plateau d'altitude couvrant une assez grande superficie.

Morphologie typique de marnes avec armature par de très rares bancs gréseux fortement redressés (# - 60°) et à pendage Ouest,

Marnes fournissent en rive droite des sols argileux rappelant ceux de Kamech, même matériau en rive gauche plus pentue. Peu de ravinement vif actuel, rares traces de mouvements de masse près de l'oued sur les plus fortes pentes, anciens ravins cicatrisés. Il faut considérer que l'occupation du sol fut jusqu'alors du parcour, les labours semblent récents... ce versant est probablement très vulnérable,

Reconnaissance selon transects

1) **le long du lit de l'oued vers l'amont en partant du futur site de la digue:** quelques rares petites terrasses actuelles 1,5m au dessus fond oued, SPENC apport sablo-argileux 10YR 5/4, faiblement structuré, efflorescences gypseuses blanches vers 1m de profondeur, fond de lit avec épandage de cailloux et blocs (lames) de grès ocre à lie de vin dominant largement sur des cailloux calcaires, quelques débris marneux agglomérés et roulés (mud-stones) de quelque 10 à 15cm de diamètre ce qui traduit un transport de faible durée mais de forte vitesse, en fin d'itinéraire, quelques lames de gypse provenant des marnes.

Versant rive gauche

2) **transect A: remontée en rive gauche pentue:** sols argileux, humides, 10YR 4,5/4, structure peu nette tendance massive, partie la plus pentue de la jachère (>25%) parcourue par des rigoles de 20cm de profondeur et 20cm de large, nets reliquats de fissurations de la saison sèche,

3) **même versant pentu rive gauche:** affleurement de grès grossier friable semblant arkosique, intercalé dans des marnes et argilites brun-verdâtres foncés (ido Kamech),

4) à l'aplomb de ces marnes sombres : on a, dans une zone labourée en ligne de plus grande pente et emblavée, des sols plus foncés, très structurés en surface (mottes de 25 à 30cm non fondues et en cours de désagrégation, ensemble (sol + surface) encore très perméable,

5) **résumé depuis cette rive gauche sur un banc de grès** : pentes de raccordement des vallées secondaires au lit de l'oued de quelque 40%, versants de 25%, pas de ravinement important dans les zones cultivées mais mise en culture récente, jadis il s'agissait seulement de parcours.

6) **toujours en rive gauche, remontée dans autre vallée confluyente** : autre gisement de grès grossier friable arkosique.

Versant rive droite

7) **remontée transect B sur 300m en rive droite**, raccord de pente rectiligne puis concave du vaste plateau largement ondulé avec l'oued, pente de 5 puis 10%. Versant totalement labouré en isohypse, blé de 10 à 15cm, lits de semis tous les 15cm. Sol 10YR 4,5/4, humide, argileux (55%), structure fragmentaire fortement développée polyédrique subanguleuse de 25 à - 30mm de diamètre, associée à grumeleuse fine de 3 à 5mm, enracinement abondant, très poreux, très perméable, 2 à 2,5% de MO, pas d'EG en surface. Surface du sol garde la trace des enrayures avec des ondulations de 70cm: sommets avec mottes fragmentées et agrégats plus fins sédimentés dans les creux, pas de pellicule de batance, uniquement 70% pellicules structurales, aucunes rigoles

8) **sommet de pente, bouquet d'arbre** : sols un peu plus clair, 10YR 5/4, toujours argileux, structure toujours bien développée association poly sub. et grumeleux, très humide, blé très bien venu, pas d'affleurement EG,

9) **anciennes banquettes comblées** : labourées en amont d'où transformation en quasi-terrasses, dénivellation aval actuelle de 1,20m, ceci confirme le rôle bénéfique des banquettes sur ces pentes de 5% et néanmoins le comblement du canal amont donc une érosion sèche et hydraulique moyenne continue, intéressant de connaître les ages et géométries initiales de ces banquettes pour une première estimation des érosions sur sols marneux de 5% de pente.

BV de l'Oued JOUMEN

Généralités:

Observation près du site éventuel de construction de la digue

Rive gauche long glacis peu pentu avec sols bruns rouges meubles épais labourés emblavés, dénivélé raccord vallée oued 25 à 30 m par convexo concave ou encore talus vertical dans une terrasse alluviale récente limono-sableuse ocre, strates entrecroisées avec lits d'éléments roulés, cette terrasse domine le lit actuel de l'oued de 10m.

Rive droite plus pentue avec même terrasse 10m au dessus de l'oued, 15 m de large, disparaît par endroit pour faire place à une tranchée de quelque 40m qui est faite d'interstratifications de lits caillouteux, lits sableux et limoneux, surmontée de sols rouges encroûtés, il s'agit cette fois d'une profonde entaille dans les colluvions et alluvions de la surface villafranchienne.

Reconnaissance plus détaillée selon transect(s)

Rive droite

1) **Quelque 70m du lit qui correspond localement à la limite rive droite (au Sud) du BV**, en effet au delà on redescend sur un second BV et oued. Garrigue assez dense de tamarins, épineux. Micromodèle de cuvettes correspondant à d'anciens trous de plantation (reforestation). Sol = rendzine 3,75YR 4/4 frais, argilo-limoneux (A45%), très fortement structurée fragmentaire grumeleuse très fine, 15% EG dans le sol mais épandage superficiel de 35% de graviers calcaires, fragments de croûte (15 à 20mm) et plus rares blocs de calcaires. Cette rendzine rouge serait ce qui reste de sols fersiallitiques sommitaux anciens (alias ex rouge-méditerranéen) encroûtés en profondeur?)

2) **Plus au sud c.a.d. vers la limite du BV, champ emblavé**: Sol plus épais plus brun en surface (moins érodés), excellente structure grumeleuse fine, très poreux très meuble. Blé de très belle venue, dense de 15 à 20cm.

3) **Vers amont du BV dans la garrigue**, Djébel XXX à l'horizon vers l'Ouest, toujours même sols rouges, jusqu'à 2,5Y 4,5/6, frais, structure fragmentaire très nette polyédrique anguleuse 7 à 15mm, agrégats fermes, ensemble meuble, excellentes caractéristiques physiques (structure, et, porosité), 2 à 3% MO probable, 5 à 10% d'EG qui sont surtout des fragments de croûte calcaire, très nombreuses racines fines strate herbacée et buissons,

4) **Retour vers bord de l'oued**: toujours modelé en cuvettes de la reforestation, anciens andainages plus sombres alternent avec des déblais plus rouges. Petite tranchée: érosion de la couverture rouge, vers 70cm horizon de

nodules calcaires, (ce à environ + 50m du lit de l'oued soit mi-champ de la rive gauche), cet horizon nodulaire apparaît sur la tranchée de la rive gauche à la même cote dans cette surface vraisemblablement villafranchienne (Q2 = base pléistocène inférieur soit -2,0Ma à -0,7Ma).

Versant rive gauche même transect

5) **Aval de champ**, raccord de bas de versant, labour isohypse, blé 10 à 15cm, enrayures du semis encore visible, mottes de labour quasi intactes. Sol frais, 5YR 3/4, argilo-limoneux, structure fragmentaire nette avec mottes de 70mm fragmentées en polyèdres de 10 à 15mm + grumeleuse de 5 à 7mm, poreux, meuble, aucunes traces de pellicule de battance, uniquement 25% de pellicule structurale (pas de fortes pluies récentes),

6) **Mi-champ**, faible épandage de graviers et cailloux anguleux calcaires, silex et fragments de crôte calcaire (20 à 50mm de diam.), franchissement de la piste d'accès au site, champ labouré cultivé blé. Sol un peu plus jaune que 2,5YR 4/4, argileux, structure fragmentaire fortement développée, fine et mottes de labour légèrement plus fondues qu'en bas mais toujours fragmentation en polyèdres subanguleux de 20mm et grumeaux de 7 à 10mm de diam.; porosité très forte intersticielle mais aussi tubulaire bien développées (activité bio.); ensemble meuble; pellicule de battance < 5%, pellicule structurale 20%, dépôts d'agrégats fins dans les creux (enrayures semis), blé de très belle venue, aucune trace de ruissellement.

7) **Sommet de champ, ligne de crête rive gauche**, champ de blé; épandage 20% de graviers et cailloux calcaire et débris de crôte de 20 à 100mm de diam. Sol plus clair, frais à humide, vers les 3,75YR4/4, structure fragmentaire nette polyédrique sub-anguleuse, 25mm de diam. sous structure grumeleuse de 3 à 5mm et aussi grenue fine témoignant d'une forte activité biologique dans ce sol, porosité intersticielle et tubulaire très forte, enracinement important.

Conclusion sur ce site de l'oued Joumen

Amont du BV foresté donc protégé.

Pas de problème d'érosion en rive droite car rendzines à partir d'ancien sols rouges sous garrigue, ensemble poreux malgré une crôte qui reste profonde (50 à 70cm).

Pentes plus faibles en rive gauche (rectiligne 5%, raccord convexoconcave de 20%), sols profonds aux surfaces très poreuses à la fois par la nature des argiles qui donnent facilement des sous-structures et aussi par une exceptionnelle activité bio. témoin du bon état sanitaire de ces sols.

Culture isohypse et pas de trace de rigoles et ravines dans un labour dont les effets bénéfiques tiennent longtemps.

Peut être problèmes de solidité et d'étanchéité du barrage à construire entièrement sur du matériau meuble, ce, pas tellement à cause des épais colluvions villafranchien (+ 40m) mais à cause des terrasses récentes (+10m) limono-sableuses à forte hétérogénéité verticale. Enfin hauteur de digue à calculer aussi pour éviter un ennoyage trop important des cultures sur les terrasses récentes et zone de raccord avec la surface villafranchienne (rive gauche).

BV de l'oued KOUSSEM

Généralités:

Topographie générale, vaste plateau largement ondulé sur nummulitique plus ou moins tabulaire dans lequel s'inscrit totalement le BV. Nombreux affleurements calcaires, couverture pédologique faisant moins de 50%. Rares douars dans ce BV, élevage de moutons, arboriculture fruitière (pêchers et amandiers), céraliculture difficile en rive droite surtout (froid, sécheresse, pas de réserves hydriques dans les sols squelettiques qui prédominent). Les deux versants sont assez symétriques cependant pentes plus faibles et limite plus basse en rive droite, pentes un peu plus fortes en rive gauche. Sols peu évolués non climatiques d'érosion graveleux et caillouteux prédominant. Pas de phénomène karstique visible. Limite des champs par des murettes de pierre sans qu'il s'agisse de mesures CES. Il y aurait une vingtaine de familles mais un seul propriétaire.

Versant de la rive droite

1) **Sommet rive gauche**, parcours brouté (gazon) près affleurement calcaire. Sol <25cm frais 7,5YR4/4, épandage >50% de blocs anguleux de 25 à 30cm et quelques blocs et cailloux de silice (Bois Silicifiés), texture sablo-argileuse 25% A ; MO 3% structure fragmentaire très nette grenue, enracinement du gazon très dense, nombreux EG.

2) **25 m en contrebas, champ**, labour à disque en isohypse, emblavé, Sol 50cm à 70cm, plus clair, 10YR 4,5/4, argilo-sableux 30% A , nombreux EG 20% dans le sol, épandage surface encore 30% mais il y a eu épierrage du champ, structure fragmentaire de mottes poly.subanguleuse. de 15 à 20mm et grenue fine structure, MO 1,5%

3) **100m plus bas**, franchissons la piste, parcours pour le bétail, Sol <50cm, frais, 7,5YR4/4, structure fragmentaire très développée poly. associé grenue (3 à 5mm) rappelant le sommet donc pas jachère mais parcours, enracinement important de la strate herbeuse, charge en cailloux moyenne, augmente en profondeur, très poreux, rendzine avec 2,5% MO,

4) **descente du versant** franchis plusieurs murettes, enrichissement progressif en EG épanchés (30 à 40%) en surface, graviers et cailloux 25 à 50mm. Action du gel qui donne des pipkrakes avec épanchages d'agrégats arrondis ressemblant à des turricules effondrés.

Versant rive gauche

Incision en V largement ouvert, oued avec écoulement actuel

5) en **bas de versant**, 10 m de l'oued, petit affleurement très restreint de marnes ou argiles maestrichtiennes en plaquettes gris-ardoise: sol 6,25YR3/4, argilo-limoneux, structure fragmentaire très nette, champ emblavé.

6) **excavation sur petite terrasse**(recherche phosphate dixit paysan) Sol meuble >70cm sur calcaires, Horizon foncé 0/40 sur horizon brun 7,5YR5/4,

7) **70m de l'oued** , garrigue parcourue, on quitte la terrasse actuelle pour monter de nouveau dans la rocaille à pente assez forte, épanchages EG important et murettes, affleurement de dalles nues de calcaires nummulitiques avec passées siliceuses brun clair et phénomènes de lapiez,

8) sommet: uniquement affleurements en marches de 0,5m tous les 10m de dalles calcaires peu diaclasée assez horizontales, donc forts ruissellements sur ce versant.

9) **plus en amont dans le BV , rive droite**, face quelques maisons, pseudo terrasse, 7% de pente 70m de l'oued au niveau de l'arboriculture amandiers: sur tranchée sol épanchage EG 40% (graviers et cailloux rares blocs calcaires), 2 horizons (i)0/20cm 10YR4/3 puis (ii) 20/50cm 10YR4/5 avec charge de 20% EG et texture argilo-sableuse, (iii) 50/? encroûtement calcaire pulvérulent ressoudant les fragments calcaires du nummulitique.

10) affleurement des argile et marnes maestrichtiennes en limite amont du BV dans la descente de la piste centrale vers le SSO. Peut convenir pour un emprunt de matériaux imperméables pour la construction de la digue (2 à 3km de la digue).

Conclusion:

BV entièrement sur un plateau de calcaires de l'Eocène tabulaire surmontant des argiles maestrichtiennes qui apparaissent occasionnellement en fond d'oued et constamment dès les premières pentes hors du BV, pas de phénomènes karstiques, peu de diaclases. Vallée en V assez ouvert avec des versants assez symétriques mais deux types de sol rendziniformes de quelque 50cm maxi de matériau meuble très poreux en rive droite et des affleurements calcaires durs en dalles horizontales sur la rive gauche. Ceci va déterminer deux type de comportement hydrodynamiques; les premiers ruisselment surviendront rapidement mais d'abord de la rive gauche, ceux de la rive droite ne surviendront qu'après saturation hydrique d'un réservoir très poreux (excellente structure, excellente conductivité superficielle) de quelque 50cm d'épaisseur. Les risques érosifs sont minimes. On n'y a pas décelé de phénomène karstique. La base du BV est sur les argiles maestrichtiennes donc bonne imperméabilité et peu de pertes en amont. Vocation élevage et arboriculture, céréaliculture problématique car les bons sols couvrent des superficies trop exigües pour des rendement problématiques. gel, volume de sol faible cause EG et faible profondeur, excès de Ca++

BV de l'oued JEKOUANE

Généralités:

Sur la topographie : BV assez dissymétrique, collines plus élevées et larges en rive gauche, glacis avec reliefs résiduels en rive droite, amont montagneux. En rive gauche collines culminant à +940, 950m avec versant convexe de raccord au lit de l'oued, ce versant est couvert de 50 à 70% de galets détachés par altération des conglomérats du M-Pi. En rive droite les sols sont plus épais et se sont différenciés sur les formations de la surface villafranchienne dont le glacis (+880m) fut parcouru sur quelque 5km de piste orientée NNO-SSE et donnant accès au BV en sa rive droite. Sur ce versant quelques reliefs résiduels au sommet arrondi subsistent vers les +900m (aval) et +920m (amont)

Ce BV est cultivé à quelque 70% en céréales, le reste est en maigres parcours et affleurements caillouteux. Lit d'oued profondément encaissé, fond plan encombré de sables et galets, le bas de versant est assez stable là où affleurent seulement les bancs de grés conglomératiques, il se ravine là où les argiles continentales de la même série affleurent. Confluents nombreux souvent type ravins avec des barres rocheuses transversales donc cascades et marmites, elles mêmes encombrées par des galets.

Environ 15 fermes sur ce BV

Séquence aval dite A, près du projet de digue

1) **sommet rive gauche** : champ et parcours, épandage de quelque 70% de graviers et cailloux de calcaire dont majorité arrondis (5 à 10cm) sur sol à 50% EG.

2) **plus bas**, affleurement de conglomérats à galets calcaires, rares cherts siliceux, ciments calcaires, reposant sur des argiles rouges (51R5/6) toujours du M-Pi (griffes ravinantes), ces argiles (1,50m) passent en profondeur à une croûte nodulaire, friable, blanchâtre dominant de quelque 3m le lit actuel de l'oued.

3) **rive droite, vers la cote +901m, bas de versant**: pente 15%, jachère 2 ans, trace de griffures isohypses, épandage moins de 5% graviers, sondage... 10YR5/4, limono-argileux 30% A et 50% limons, structure fragmentaire AB développée poly. sub-anguleuse (10 à 20mm) revêtements blancs, quelques nodules carbonatés blancs 15 à 20mm, sur surface villafranchienne, peut-être plus sur les conglomérats qui sont soit en dessous soit n'existent plus ici (faille?), sol profond, aucunes traces d'érosion en nappe en surface, ni rigoles ni, a fortiori, ravines, sol perméable

4) **1/3 infér. versant**: au delà rupture de pente, ici 5% de pente, sol plus sombre, fraîchement labouré, épandage cailloux et graviers, sondage... 10YR4/3, limono-argileux fin 35% d'argile, plus de MO (2,5%), sol profond, structure fragmentaire nette poly-subanguleuse (10 à 25mm) à sur-structure sub-angu. de 30 à 40mm, très friable, très poreux, aucunes taches, quelques nodules calc. en profondeur, charge en EG très faible, excellentes caractéristiques physiques.

5) **proximité piste, 1/3 super. versant**: épandage faible <5% cailloux (galets) calcaires, labour isohypse, blé belle venue 5cm pas de manquant mais peu dense, raies tous les 12cm, sondage... sol plus clair, restent 15 à 20% de mottes de labour en surface non totalement désagrégées + pellicule battance en sommet d'enrayure ou billon et petits agrégats en creux, striures liées au vent sur matériaux boueux en surface par endroit, pas de sables déliés en aucun cas, sec 10YR6/4, frais en profondeur 10YR5/4, friable pas de cohésion inter-agrégats qui sont fins, structure fragmentaire moy. dévelop. grumeleuse fine (3 à 7mm), matériau limoneux fin (60% L et 25 à 30% A),

6) **sommet 901m**: labouré emblavé, épandage de 30 à 40% EG (cailloux calcaires non roulés Eocène nummulitique Ey ?).

7) Suivi la piste en rive droite jusqu'à la grosse ferme, **affleurement barre étroite de conglomérat M-Pi** pendage NNW 10°

Séquence amont dite B (1/2 à 1/3 infer. BV)

Suivi la piste, redescendu par la ravine sur l'oued puis monté sur le versant rive gauche.

8) **rive droite, bord de piste**, topo plane car exactement en ligne de crête, champ labouré, blé de 5cm, surface avec épandage de 10% EG (graviers de 15 à 20mm et blocs de 25cm rares) sondage... 10YR5/3 sec, 4/3 état frais, limono-argileux, 2,5% MO, structure peu nette et très fine, sol très friable, très poreux intersticiel, 75% de pellicule de battance craquelée, aucun dépôt dans les creux, par endroit effet du gel générant une structure grumeleuse très friable,

9) **plein Est vers l'oued, topo encore plane proximité crête**: champ de blé de 3cm, pellicule de battance 75% craquelée, pas de croûte sédimentaire dans les creux ---> aucun ruissellement? épandage cailloux anguleux 10% enfoncé dans la surface, 10YR4/3 frais, limono-argileux, structure fragmentaire moy. dévelop. poly.sub. de 5 à 12mm, associée à grenue très fine, très meuble et friable,

10) **1/3 super versant**, pente 5%: épandage EG ido soit 10% (graviers anguleux (10 à 15mm), champ labouré isohypse emblavé 5cm, pellicule de battance 75% craquelée, sédiments agrégats et graviers dans les creux, sol sec 10YR6/4, frais 10YR 4/4, limono-argileux 60L, 30A, très meuble, pulvérisation labour, structure fragm. peu développée polysub fin et grenu très fin, < 2% MO, EG faible, pas d'écoulement tout en infiltration, aucune rigole.

11) **affluent-ravin II de l'oued**: versant en V très ouvert et dissymétrique, lit encombré par tous les cailloux et blocs d'épierrage des champs ce qui donne une protection très efficace de ce ravin,

12) **barre du conglomérat M-Pi** affleurant sub-horizontalement en travers du ravin: conglomérat avec galets aplatis de calcaire (médiane de 17cm, maxi vers 30cm de diamètre), cascade avec marmite en aval surcreusant le lit,

14) **tranchée de 7m de hauteur en rive gauche oued**: pas d'écoulement actuel, fond du lit humide, creusée dans le conglomérat, sur 2 m au dessus du lit galets ricementés dans croûte calcaire, conglomérat à éléments mal classés (calcaire de 17 cm en médiane), polygéniques, ciment assez friable calcaire, chert siliceux itou, pas de banc argileux rouge (en dessous?),

15) **remontée rive gauche pentue, champ sommital**, épandage de nouveau 50% EG qui sont des galets, sol très clair, limoneux, forte charge en EG (graviers de 5 à 10mm) limitant volume de sol meuble, blé malade ou gelé (folioles jaunes sur 3cm), sol très perméable sans risque d'érosion.

16) vue générale depuis sommet rive gauche: vers l'amont grosse ferme, oued incisé en V profond mais sans ravines latérales, le plus loin visible aucunes griffes d'érosion dans les champs, aucune rigole

Conclusion:

- rive droite: étonnant de voir si peu de manifestation d'érosion sur les sols profonds alors que la texture est limoneuse, les teneurs en MO faibles, de faibles épandages d'EG protecteurs et les pentes atteignent 10 à 15% au moins en bas de versant, il faut supposer qu'il y a peu de ruissellement car les sols plus sombres de meilleures structures doivent former des bandes d'arrêt? autre cause---> effet du gel aérant le sol et générant des structures grumeleuses ?, le gel est certain car certains blés ont jauni.
- rive gauche protégée par cailloutis sur sol peu profond sauf en bas de versant avec les argiles rouges qui partent (griffes de bas de versant),
- dynamique des rives: éboulement du conglomérat lorsqu'il affleure dans le lit, ce pour les plus grosses crues donc auto-protection du lit par épandage d'éléments grossiers, si (aval) affleurement des argiles sous les conglomérats, il y a raccordement par ravinement,
- EG plus anguleux en sommet de forme donc appartiendraient plutôt aux reliquat du Ey nummulitique, arrondis plus bas donc du M-Pi.

BV de l'oued SELSLA

Généralités:

BV souvent dissymétrique: en aval rive droite courte, pentue, sur marnes; rive gauche longue, sur formations plus calcaires. Ceci s'inverse vers l'amont où les marnes de la rive droite l'emportent sur un plus long versant restant cependant plus pentu que le gauche. L'oued souligne vraisemblablement la séparation entre deux formations lithologiques, voire entre deux étages (marnes et calcaires).

Amont BV friches fermées par une nette ligne de collines.

Lit d'oued à sec actuellement.

Rive droite haute (5m) à partir du cours moyen amont, rive gauche 2m, fond encombré de sables et rares blocs et cailloux calcaires,

Sols argileux sur marnes se fissurent.

Environ 16 ménages sur ce BV

Rive droite vers l'amont, après le coude de l'oued dominé par la colline des +510:

1) **remontée dans la zone des bad lands** d'un ravin-affluent de 7m x 10 m en V d'abord ouvert et fond plan, dans marnes maestrichtiennes en plaquettes grises avec lames de gypse, rappelle Fid'Ali. Approfondissement et lit plus étroit avec des versants rectilignes allant vers les 75% de pente.

2) **sommet du transect de la rive droite** jouxtant les bad-lands: on est sur des calcaires avec épandages de 50% de galets calcaires (ce versant serait plutôt du Cca-m qui est du Sénonien supérieur (calcaire bioclastique à intercalation de marnes gypseuses?), jachère un an (céréales), sol = épandage et matériau rouge humide 5YR5/6, sans taches, argilo-limoneuse (45%A), structure fragmentaire moyen. développ. poly. sub-anguleux (10 à 20mm), très friable ,

3) **1/3 super, marnes gris-verdâtres** : en descendant vers l'oued on recoupe des sols sur marnes de différentes couleurs, croûte calcaire en limite des calcaires et des marnes, argiles friables entre 10YR6/1 et 5Y4/2 avec taches rouillées fournissent des sols de couleur 10YR5/4, structure fragmentaire nette poly. anguleuse fine, efflorescences gypseuses généralisées, paillettes de gypse.

4) **mi pente** : jachère, argiles et marnes grises fournissant des sols humides bruns olivâtres clairs 2,5Y4,5/4, argileux (55%A), structure fragmentaire peu développ. poly. subangul.(30 à 40mm) à sous-structure poly. 5 à 10mm, plastique, pas d'hydromorphie mais perméabilité basse.

5) **1/3 infer.** ido précédent avec reliquats de fentes de dessiccation,

6) **bas de versant** près lit oued, V très ouvert lit de 15m mais pente 30% sur rive droite des marnes, raccord par occasionnelles rigoles et ravineaux, pente plus abrupte 60% et plus haut tranchée 5m côté calcaires de la rive gauche, contact litho. normal ou contact de faille ?

Rive gauche sur calcaire ou marnes sans gypse,

7) **1/3 inférieur** : champ labouré emblavé, blé 7cm peu dense, sol brun 7,5YR5/4 en surface, argileux (55%A), mottes peu désagrégées en anguleux de 5 à 10mm, en profondeur, struct. fragm. peu nette, poly. subangul. associée massive, ensemble friable, très bonne porosité, forte activité biologique. aucune rigole, rares pellicules de battance, quelques dépôts uniquement petits agrégats dans les creux.

8) **mi/pente** : pente 5 à 7% champ labouré emblavé blé 3 à 5cm, aucun EG en surface, pas de pellicule de battance, mottes en cours désagrégation en poly. anguleux de 10 à 15mm, croûtes calcaires affleurant

fréquemment à mi pente, sol 7,5YR4,5/4, argileux (55%A), en profondeur struct. peu nette fine (5 à 10mm), très friable, très poreux.

9) **1/3 super.**: champ, mottes nettement plus grosses(25 à 30cm), nombreux fragments de croûte calcaire, débit en 25 à 30mm, très forte porosité intersticielle, pas de pellicule de battance, surface 10YR6/5 , en profondeur 10YR5/5, argileux (50%A),

10) **sommet**: proximité ferme, 2 rangées d'oliviers, descente par ligne de plus grande pente, ici champ de blé, sol plus sombre 10YR 4/4, argileux (55%A), mottes désagrégées poly. subanguleux 15 à 20mm, porosité forte, MO2%,

11) **1/3 super.** descente vers l'oued , ici 70m du (10) et 150m avant oued, blé 5 à 10cm, labour oblique par rapport pente, sol brun rouge 7,5YR4/4, argileux (55%A), mottes fragmentée, poly. sub. 10 à 20mm friable à sous-structure grumeleuse très fine, sans pellicules de battance, granules dans les creux, fort enracinement du blé.

12) **mi/pente à 1/3 infer.**: labour sans pente!, champ blé mal levé car il n'y a pas eu de pulvérisation ou de croisement des labours du sol, 70m oued, affleurement d'une croûte nodulaire calcaire qui éclaircit considérablement le sol, sol 7,5YR5/4 ponctuation blanche de carbonates, Argileux (50%A), très poreux , perméable,

13) **bas de pente**, épandage de galets, bordure oued, labour, mottes de 10 à 15cm débitées, pas de pellicule de battance, 7,5YR4,5/4, argileux 50%A, structure massive très friable à débit grenu très fin (2 à 3mm), très perméable.

De nouveau rive droite

14) **bas de versant** : jachère, 40% chaumes, changement total de RM argilites-marnes en lamelles verdâtres et beiges, sol rajeuni par érosion, 2,5Y4/4, brun olive, limono-argileux (35%A, 50%L), struct. fragmentaire peu développ. à massive, forte cohésion, sans hydromorphie cependant, compaction des surfaces, pellicules de battance 75%, peu perméable.

15) **mi-versant** : peu différent du (14), toutes mottes effondrées, pellicules de battance généralisée, efflorescence gypseuse en surface, frais 2,5Y5/3 passant à 6/3 en sec, argilo-limoneux (40%A, 40%L), non perméable.

16) **sommet près route**, champ fraîchement labouré, RM = marnes beige jaunâtre, mottes de 10cm débit en 10 à 15mm, pellicule structurale mais pas (encore) de pellicule de battance, efflorescences gypseuses sur face ensoleillée des grosses mottes, teinte et texture ido. encore très perméable mais de faible durés?

Conclusion

- différence importante entre un versant plus pentu plus fragile moins perméable sur marnes et argiles gypseuses , ravinement allant jusqu'aux bad-lands pour les plus fortes pentes...et un versant moins pentu sur calcaire marneux avec encroûtement affleurant sur 10% des terres du versant de la rive gauche où les sols sont plus perméables qu'en rive droite,

- processus de fissuration superficielle sur sols argileux de la rive droite en saison sèche.

- gypse d'origine géol. (argiles de la rive droite)

- 80% céréales, reste en jachère et parcours

- vieux sols plus rouges en sommet sur calcaires du ?? en rive droite.