

# LES VARIATIONS DE LA TURBIDITE ET LEURS RELATIONS AVEC LES PRECIPITATIONS ET LES DEBITS DES OUEDS SEMI-ARIDES DE L'ALGERIE ORIENTALE

Mohamed BOUROUBA \*

\* Maître assistant, chargé de cours au centre universitaire d'Oum El Bouaghi,  
36 avenue Rahmani Achour, 25 000 Constantine, Algérie

## Résumé

Les trois bassins versants des oueds Reboa, Lougmène et Leham se situent en plein domaine semi-aride de l'Algérie orientale. Ils présentent des bilans d'érosion différents, calculés à partir des mesures de turbidité effectuées durant la période d'observation allant du 1 septembre 1975 au 31 août, dans les stations limnigraphiques de Reboa, Sed Faguès et Rocade.

Ces bilans reflètent nettement les différences de comportements hydrologique et morphodynamique des bassins versants en question. Les taux de transports solides spécifiques obtenus sont énormément influencés par :

- les caractéristiques pluviométriques et les variations de l'écoulement durant l'été et l'automne,
- les caractéristiques morphométriques des bassins versants et, en particulier, celles du bassin versant de l'oued Lougmène.

Les écarts entre les valeurs maximales annuelles, saisonnières et mensuelles et les valeurs moyennes des transports solides spécifiques sont importantes. Ils reflètent l'existence d'une érosion hydrique concentrée dans le temps.

**Mots-clés :** Bassin versant, précipitations, écoulement, transports solides spécifiques, Algérie orientale.

## Introduction

Grâce au développement du réseau hydrométrique géré par l'ANRH, un nombre important de données sur les transports solides en suspension des oueds algériens ont été accumulées depuis 1972. Elles ont permis d'entreprendre d'importantes études quantitatives sur l'érosion actuelle et les écoulements solides. A ce propos, on citera particulièrement les travaux de la SOGREA-H-INRH (1981-83), DEMMAK A. (1982) et le projet PNUD (1987).

Dans les trois bassins versants semi-arides étudiés, la pluie, par son irrégularité temporelle et son inégale répartition spatiale, est le facteur principal de la dynamique érosive actuelle. A cet effet, les mesures de turbidité, réalisées durant la période allant du 1 septembre 1975 au 31 août 1985 sur les rives de Reboa à Reboa (296 km<sup>2</sup>), de Leham à Rocade (5600 km<sup>2</sup>) et de Lougmène à Sed Faguès (334 km<sup>2</sup>), permettent d'obtenir des informations détaillées sur les mécanismes et l'évolution géodynamique de ces bassins versants. Mais, il nous faut maintenant poser le problème délicat de leur représentativité et nous interroger sur la manière d'extrapoler ces résultats à d'autres bassins versants.

## I METHODE DE MESURE

La détermination des transports solides en suspension est faite selon la méthode classique qui consiste à filtrer sur papier-filtre les échantillons d'eau prélevés et à mesurer le poids de la boue par unité de volume (1 litre) après séchage à l'étuve et élimination des matières organiques par calcination à une température de 110°C. Les échantillons sont prélevés sur les bordures des oueds principaux à une profondeur variant entre 0,5m, lors des périodes d'écoulement normal, et 1,0 à 1,5 m durant les périodes de crues. Ainsi, la charge solide mesurée représente les éléments fins et très fins véhiculés en suspension par les oueds Leham et Lougmène dans le Chott Hodna et l'oued Reboa dans les hautes plaines constantinoises. Les matériaux proviennent essentiellement des versants argilo-marneux du crétacé et des lits fluviaux (fond et berges) constitués en majorité par des formations quaternaires.

D'une part, les mesures de turbidité présentent l'avantage d'être directement liées aux phénomènes hydrologiques (variations des débits liquides, étiages et crues) et météorologiques (fréquences et intensités des averses). Mais, d'autre part, elles présentent aussi des difficultés liées à la représentativité des concentrations mesurées qui ne reflètent pas l'érosion globale car les taux de transports solides spécifiques en suspension ne tiennent pas en compte : (1)

- des charriages de fond,
- des transports solides en solution,
- des variations de la teneur en suspension selon l'emplacement du point d'échantillonnage (Touat S., 1989),
- de l'érosion éolienne qui n'est pas négligeable durant les saisons estivale et automnale, caractérisées par une fréquence élevée du Sirocco (2).

L'échelonnement des prélèvements des échantillons s'effectue suivant des intervalles de temps variables en fonction des variations du débit :

**En période de crue**, la fréquence des prélèvements est fixée pour chaque oued selon la vitesse de montée et de décroissance des crues. Autrement dit, suivant la taille et le temps de réponse de chaque bassin versant. Si la montée des eaux est lente, plus d'une heure, on prélève à chaque heure un échantillon avec en plus, un prélèvement supplémentaire obligatoire au moment du maximum de la crue.

**En période de décrue**, les échantillons sont sélectionnés selon la vitesse de la décrue. Un échantillon est prélevé toutes les heures durant les six premières heures et toutes les deux heures par la suite. L'espacement dans le temps des prélèvements croît au fur et à mesure qu'on s'éloigne du maximum de la crue jusqu'à atteindre un prélèvement par jour en période d'écoulement normal et d'étiages.

---

(1) Les TSS sont calculés selon la formule :  $TSS = AS / S$  où S est la superficie du bassin versant en km<sup>2</sup> et AS l'apport solide en 10<sup>3</sup> tonnes avec :

$AS = Q \cdot C \cdot t$  où Q (m<sup>3</sup>/s) est le débit liquide en m<sup>3</sup>/s, C(g/l) la concentration ou turbidité en g/l et t le temps en secondes.

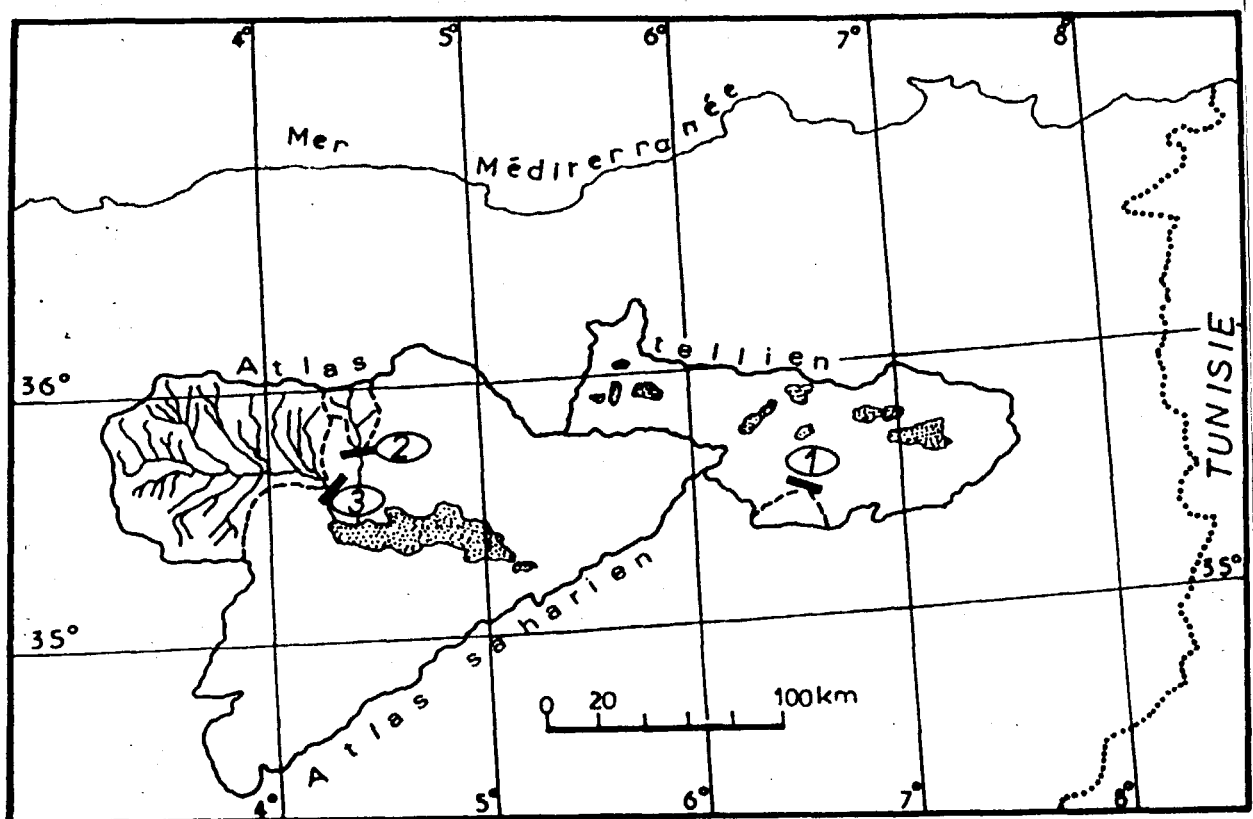
(2) Le Sirocco est un vent du sud-est d'origine saharienne chaud et sec résultant des dépressions qui se forment sur la Méditerranée. Il souffle sur le Chott Hodna et les hautes plaines constantinoises durant la période allant de mai à septembre avec une fréquence moyenne qui dépasse 40 jours par an ( Seltzer P., 1946).

**En période d'étiage**, un seul prélèvement est effectué au cours de la journée, généralement à 12 heures. L'échantillonnage des transports solides en suspension

s'effectue au même point de mesure des débits liquides. Par leur nature, les mesures de turbidité donnent un taux de transports solides spécifiques inférieur au taux de dégradation spécifique globale.

## II PRESENTATION GENERALE DES BASSINS VERSANTS ETUDIES

Les 3 bassins versants des oueds Reboa, Leham et Lougmène se situent dans une région essentiellement semi-aride, représentative du Chott Hodna et des hautes plaines constantinoises, comprise entre les Atlas tellien au nord et saharien au sud (figure n°:1). Cette région se distingue par des altitudes supérieures, en moyenne, à 800m et par des pentes faibles inférieures, en moyenne, à 15%. Avec une pluviométrie comprise entre 150 et 300 mm/an, les coefficients d'écoulement des bassins versants étudiés, qui varient entre 3 et 29%, restent parmi les plus faibles de l'Algérie septentrionale.



1- cours d'eau, 2 - limites des bassins versants, 3- limites des bassins versants étudiés, 4 - station limnigraphique : 1/ Reboa, 2/ Sed Faguès , 3/ Rocade, 5- Chott ou Sebka .

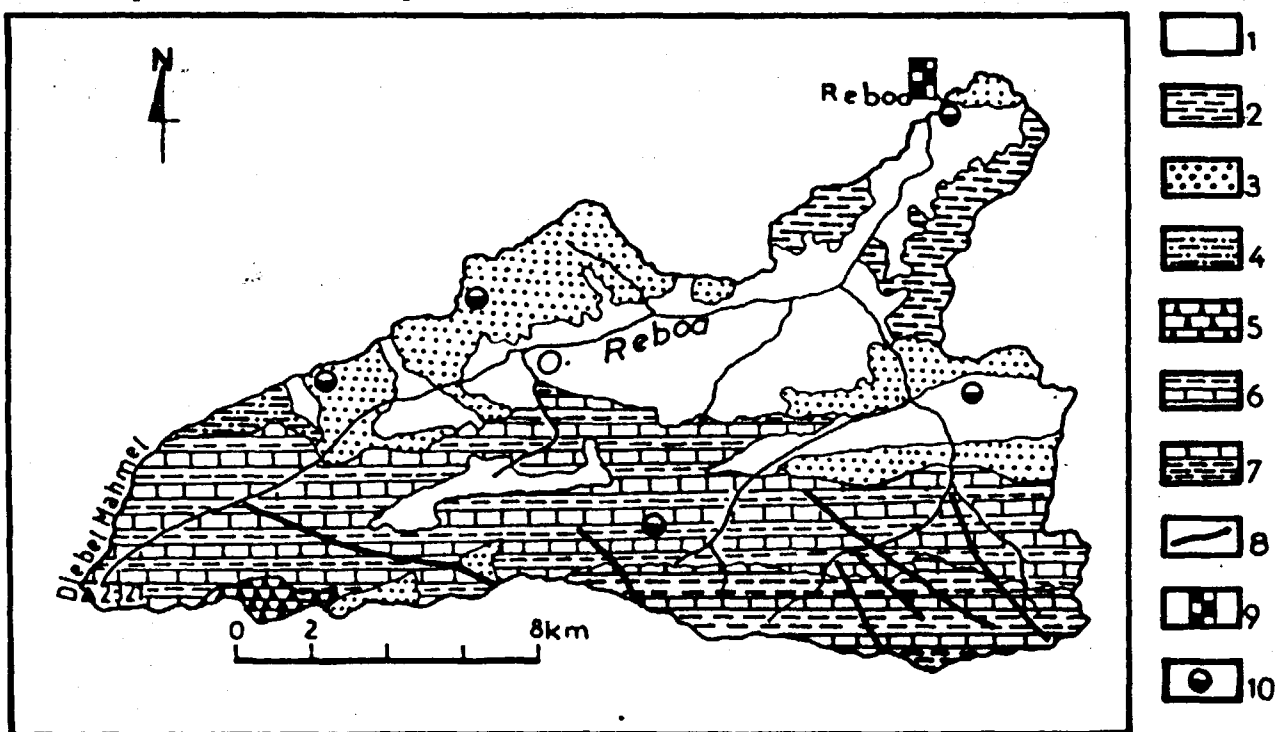
Figure 1 : Situation géographique des bassins étudiés.

**Tableau n°1 : Caractéristiques morphométriques des bassins - versants.**

<i>Caractéristiques</i>	<i>Reboa</i>	<i>Sed Faguès</i>	<i>Rocade</i>
<i>Superficie (km<sup>2</sup>)</i>	296	334	5600
<i>Altitude minimale (m)</i>	1010	546	435
<i>Altitude maximale (m)</i>	2321	1862	1852
<i>Altitude moyenne (m)</i>	1410	961	760
<i>Périmètre (km)</i>	80	75	300
<i>Longueur du rectangle équivalent. (km)</i>	30,2	23,0	80,0
<i>Longueur du talweg principal (km)</i>	40	35	131
<i>Densité de drainage global (km/km<sup>2</sup>)</i>	22	59	24
<i>Temps de concentration (heures)</i>	8	8	34
Indice de compacité	1,30	1,15	1,12
Indice de pente de Roche	0,19	0,20	0,21
Coefficient de torrentialité	7,26	37,0	32,0

**II-1/ Le bassin versant de l'oued Reboa (figure n° 2) :**

Ce bassin s'étend sur une superficie de 296 km<sup>2</sup> située en plein domaine des hautes plaines constantinoises. Il est compris entre 6° et 7° de longitude est et entre 35° et 36° de latitude nord. L'oued Reboa est l'un des principaux oueds qui drainent le flanc septentrional des Aurès. Il est alimenté essentiellement par deux affluents : l'oued Taga à l'ouest et l'oued Oum Achra à l'est. Ce cours d'eau coule sur des altitudes qui varient entre 1000 et 2300 m avec un point culminant au Djebel Mahmel à 2321 m (tableau n°1).



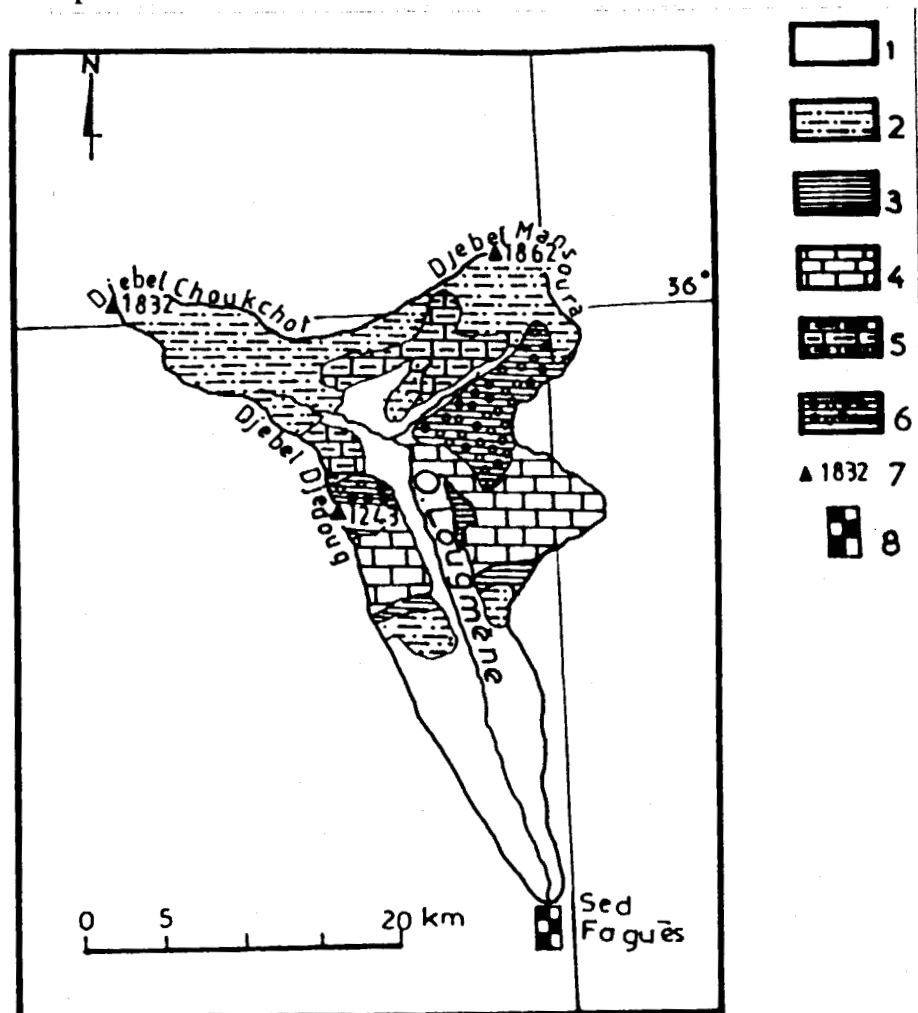
1- formations quaternaires, 2 - argiles silteuses du tortonien, 3- grès du tortonien, 4- grès et marnes du miocène moyen, 5- calcaire massif de l'éocène, 6- alternances de marnes et de calcaire du crétacé supérieur, 7- série à dominante marneuse du crétacé moyen avec calcaire en sommet, 8- faille, 9- station limnigraphique, 10- station pluviométrique.

**Figure n°2 : Ensembles lithologiques du bassin versant de l'oued Reboa.**

Le relief peu accidenté de ce bassin versant est constitué, en majorité, par des formations lithologiques, plus ou moins stables avec, en particulier, les glacis quaternaires, les grès tortoniens et les marno-calcaires boisés du crétacé moyen. Les argiles tortoniennes ne couvrent que 15 km<sup>2</sup>, soit 5% de la superficie totale de ce bassin versant. Elles constituent, cependant le milieu naturel le plus affecté par l'érosion hydrique. Le soulèvement des reliefs montagneux des Aurès, au sud et de l'Atlas tellien, au nord, organise un écoulement endoréique autour de Garaet El -Tarf, situé à 810m d'altitude. L'équipement pluviométrique de ce bassin versant comprend 5 pluviomètres, soit, en moyenne, un pluviomètre pour 23 km<sup>2</sup>.

## II-2/ Le bassin versant de l'oued Lougmène (Figure n°:3)

Le bassin versant de l'oued Lougmène est un bassin limitrophe avec celui de l'oued Leham. Il couvre une superficie de 334 km<sup>2</sup>, située entre 4° et 5° de longitude est, entre 35° et 36° de latitude nord. L'oued Lougmène est alimenté par la confluence de deux oueds principaux : l'oued El Ham à l'ouest et l'oued EL Anseur à l'est. Ces deux oueds coulent du nord au sud sur la partie orientale du versant méridional des monts Hodna.



1- Formations quaternaires, 2- argiles et grès de l'oligocène marin, 3- marnes de l'éocène marin, 4- calcaire du crétacé supérieur, 5- Calcaire et marnes du crétacé moyen et inférieur continental, 6- grès et argiles du cénomaniens, 7- point côté, 8- Station limnigraphique.

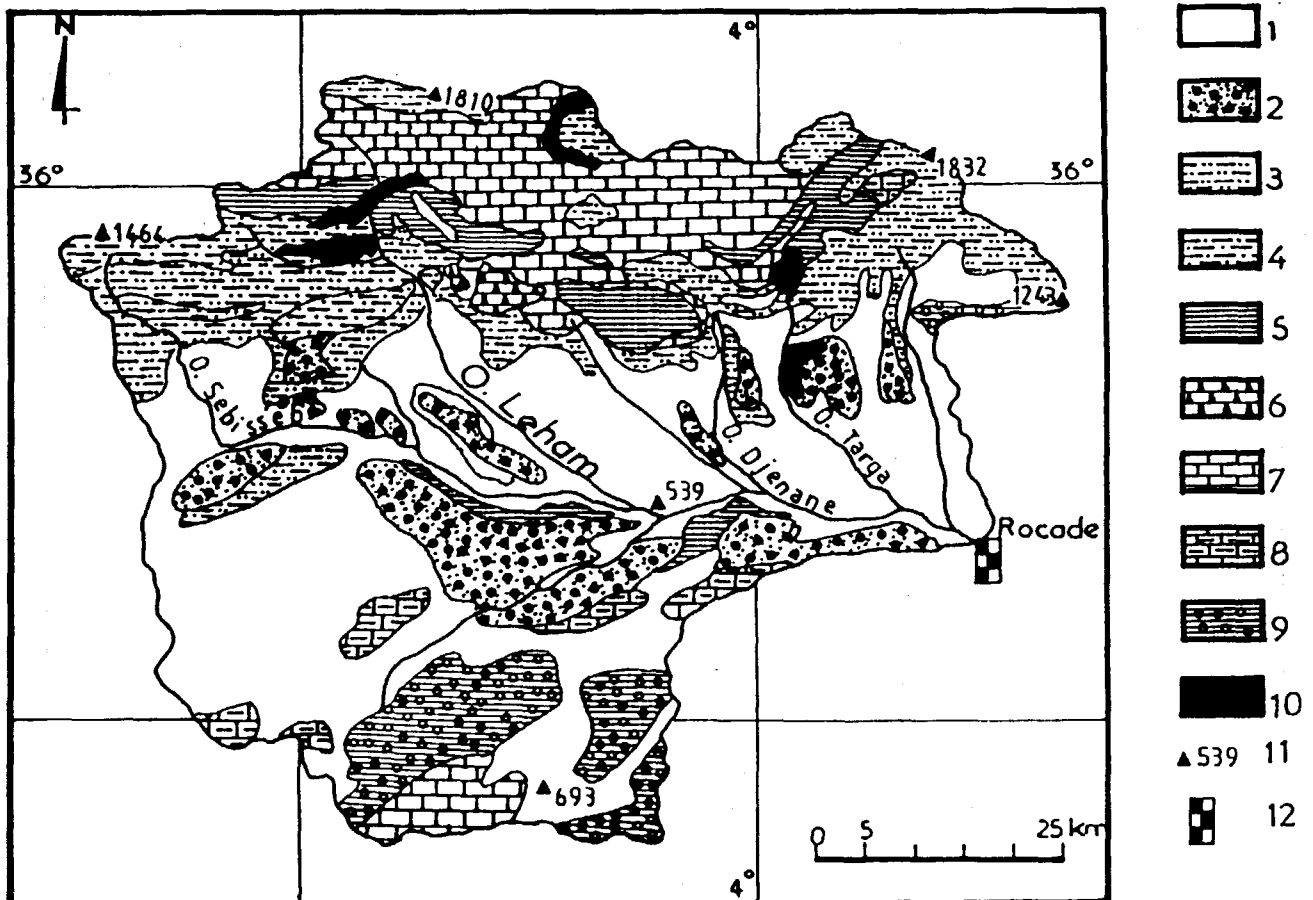
Figure n° 3 : Ensembles lithologiques du bassin versant de l'oued Lougmène.

Le bassin versant de l'oued Lougmène est constitué par l'extension des mêmes formations lithologiques du bassin versant de l'oued Leham. Celles-ci se subdivisent en deux domaines morphologiques bien distincts :

L'amont est constitué de formations plus ou moins résistantes avec, en particulier, les calcaires crétacés situés à des altitudes supérieures à 500 qui culminent au Djebel Mansoura (1862 m), au nord-ouest de la cuvette du Chott Hodna.

L'aval est occupé par les glacis quaternaires sur lesquels se développe le réseau hydrographique de l'oued Lougmène, à des altitudes inférieures à 500 m. La disposition des massifs montagneux, les monts Hodna au nord et l'Atlas saharien au sud, organise un écoulement endoréique autour du Chott Hodna qui s'étend sur une superficie de 1150 km<sup>2</sup> et se situe à 400 m d'altitude (Kébiche M., 1994). L'équipement pluviométrique de ce bassin versant comprend 2 pluviomètres soit, en moyenne, 1 pluviomètre pour 167 km<sup>2</sup>.

### II-3 Le bassin versant de l'oued. Leham (figure n° 4)



1- formations quaternaires continentales, 2- poudingues et grès du pliocène continental, 3- marnes argileuses, grès et poudingues du miocène inférieur, 4- argiles et grès de l'oligocène marin, 5- marnes de l'éocène marin, 6- calcaire à silex de l'éocène inférieur, 7- calcaire du crétacé supérieur, 8- calcaire et marnes du crétacé moyen et inférieur continental, 9- grès et argiles du cénomanién, 10- complexe triasique, 11- Point côté, 12- station limnigraphique.

Figure 4 : Ensembles lithologiques du bassin versant de l'oued Leham.

Ce bassin versant se développe sur une superficie de 5600 km<sup>2</sup> située entre 35° et 36° de latitude nord, entre 3° et 5° de longitude est. L'oued Leham est l'un des principaux oueds qui drainent le versant méridional des monts Hodna. Il est alimenté par trois affluents principaux : les oueds Taga et Djenane qui coulent du nord vers le sud, de l'altitude 1852 m à l'altitude 485 m, ainsi que l'oued .Sebisseb qui coule du sud vers le nord de l'altitude 1390 m à l'altitude 435 m. Le relief monotone de ce bassin versant est constitué de formations lithologiques d'âges et de faciès variés, allant des argiles gypseuses triasiques aux formations superficielles quaternaires continentales. L'hétérogénéité lithologique de ce bassin versant se subdivise en deux domaines morphologiques différents :

**Le domaine à relief montagneux** appartenant au paysage calcaire hadnéen qui occupe le bassin supérieur à partir de 900 m d'altitude.

**Le domaine des vastes plaines hodnéennes** constitué de glacis quaternaires drainés par un réseau hydrographique dense. Ces glacis se développent à des altitudes inférieures à 900 m. Ils constituent les lits majeurs des oueds et sont soumis à une forte érosion hydrique. L'équipement pluviométrique de ce bassin versant comprend seulement 3 pluviomètres soit, en moyenne, 1 pluviomètre pour 1870 km<sup>2</sup>.

### III LES VARIATIONS INTERANNUELLES

La série d'observation (1975-76 à 1984-85) des stations Rocate, Sed Faguès et Reboa comprend respectivement 5, 6 et 7 valeurs de précipitations annuelles inférieures aux moyennes interannuelles, avec des valeurs de l'écoulement au-dessous des valeurs moyennes annuelles calculées sur des périodes de 5 années à la station Reboa et 7 années aux stations Sed Fagues et Rocate. Pour les transports solides spécifiques, il existe une forte concentration dans le temps de la dynamique érosive avec 1 à 3 valeurs annuelles supérieures à la moyenne annuelle (figures n° 5, 6 et 7 ; tableaux n° 2, 3 et 4).

Avec une pluviométrie de 147 mm par an et un écoulement de 43 mm, soit un coefficient d'écoulement de 29%, l'oued Lougmène à Sed Faguès présente un taux de transports solides de 1061 t/km<sup>2</sup>. Ce taux est supérieur de 2 fois à celui de l'oued Reboa qui reçoit 265 mm de pluie par an avec une lame d'eau écoulée égale à 48mm, soit un coefficient d'écoulement de 18%. Il est de 10 fois supérieur à celui de l'oued Leham à Rocate. Ce dernier bassin versant présente une pluviométrie de 154 mm par an avec un écoulement de 4 mm, soit un coefficient d'écoulement de 3%. Ces irrégularités peuvent être liées au coefficient de torrentialité et à la densité globale de drainage très élevés sur le bassin versant de l'oued Lougmène (tableau n° 1).

Au pas de temps annuel, les variations des pluies, de l'écoulement et des transports solides spécifiques montrent deux aspects hydromorphologiques essentiels : (tableaux n° 2, 3 et 4) :

- 1- Une discordance dans le temps comme l'expriment nettement les années hydrologiques 1975-76 et 1976-77.
- 2- Une concentration dans le temps et l'espace de la morphodynamique comme l'exprime bien le rapport des transports solides spécifiques annuels maximaux aux transports solides moyens. Ce rapport est le plus élevé de tous les bassins versants de l'Algérie orientale (Bourouba M., 1996).

**Les variations annuelles des précipitations, de l'écoulement et des transports solides**

**Tableau n° 2 : Station Reboa.**

Année	P en mm	E en mm	T en g/l	Tss t/km <sup>2</sup> /an
1975 - 76	587,7	90,3	2,2	196
1976 - 77	427,0	88,0	19,2	1693
1977 - 78	120,0	20,6	12,6	259
1978 - 79	99,5	20,3	5,4	110
1979 - 80	207,8	41,8	20,5	855
1980 - 81	239,7	41,5	10,9	455
1981 - 82	227,2	31,7	8,0	255
1982 - 83	137,2	68,6	13,9	955
1983 - 84	252,1	16,7	6,9	115
1984 - 85	349,0	73,3	6,2	455
<b>Moyenne</b>	<b>264,7</b>	<b>49,0</b>	<b>10,7</b>	<b>534,8</b>

**Tableau n° 3 : Station Sed Faguès**

Année	P en mm	E en mm	T en g/l	Tss t/km <sup>2</sup> /an
1975 - 76	312,5	163,7	52,8	8653
1976 - 77	180,0	105,5	5,8	613
1977 - 78	43,8	24,3	6,3	155
1978 - 79	83,2	52,4	10,5	553
1979 - 80	138,6	21,7	10,6	231
1980 - 81	144,8	14,5	10,6	155
1981 - 82	236,8	31,6	6,5	207
1982 - 83	153,8	10,6	3,8	41
1983 - 84	51,3	0,9	4,4	4
1984 - 85	125,3	3,6	0,5	2
<b>Moyenne</b>	<b>147,0</b>	<b>42,9</b>	<b>11,1</b>	<b>1061</b>

**Tableau n° 4 : Station Rocade.**

Année	P(mm)	E en mm	T en g/l	Tss t/km <sup>2</sup> /an
1975 - 76	194,0	13,0	49,9	649
1976 - 77	279,7	6,1	13,9	85
1977 - 78	83,4	1,2	8,3	10
1978 - 79	81,7	2,9	14,1	41
1979 - 80	169,6	6,5	14,1	92
1980 - 81	150,4	1,4	10,7	15
1981 - 82	184,3	2,6	12,6	33
1982 - 83	149,8	2,8	23,9	67
1983 - 84	57,4	0,9	10,0	9
1984 - 85	184,3	2,9	13,7	40
<b>Moyenne</b>	<b>153,8</b>	<b>4,1</b>	<b>17,1</b>	<b>104</b>



Fig n° : 5 - Rocade

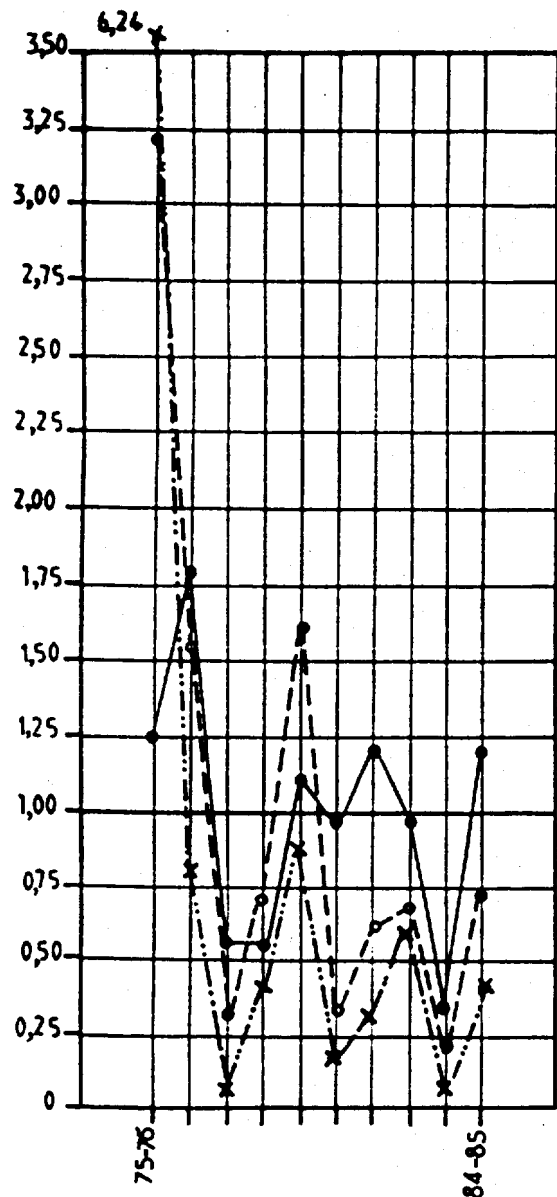


Fig n° : 6 - Reboa

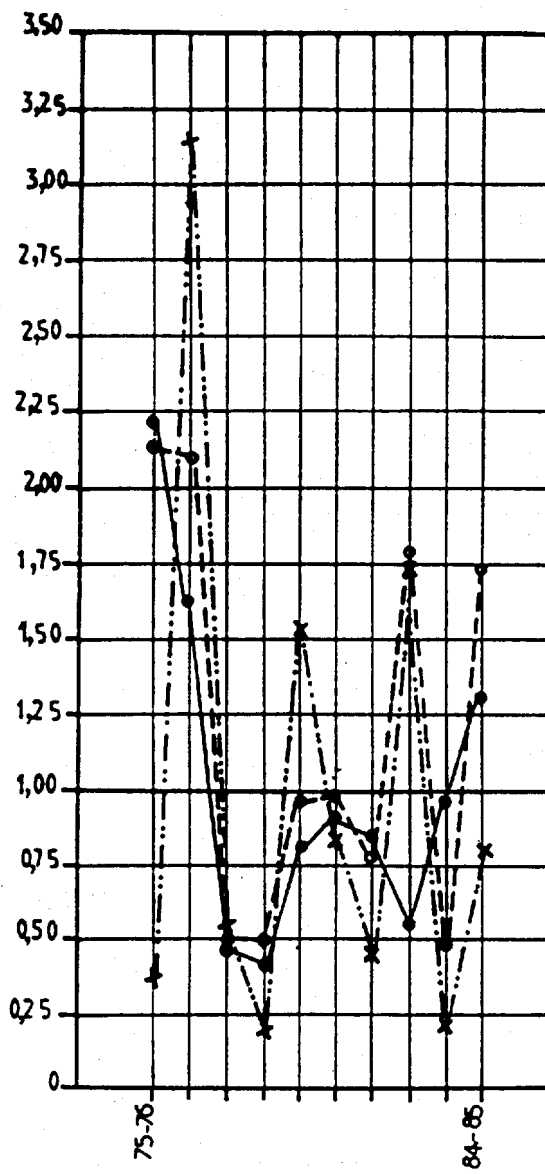
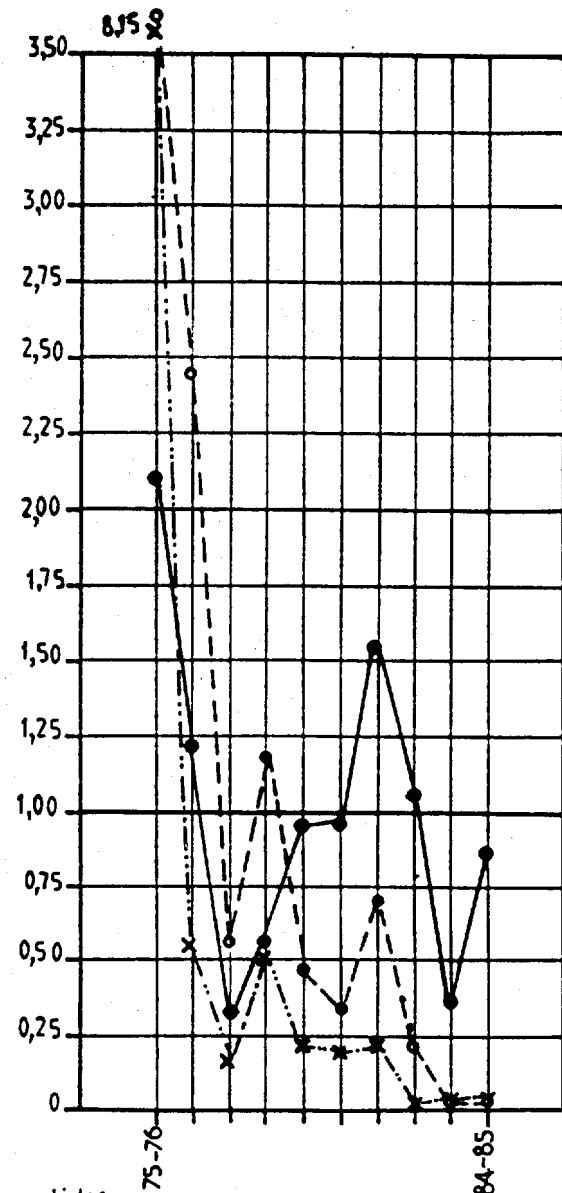
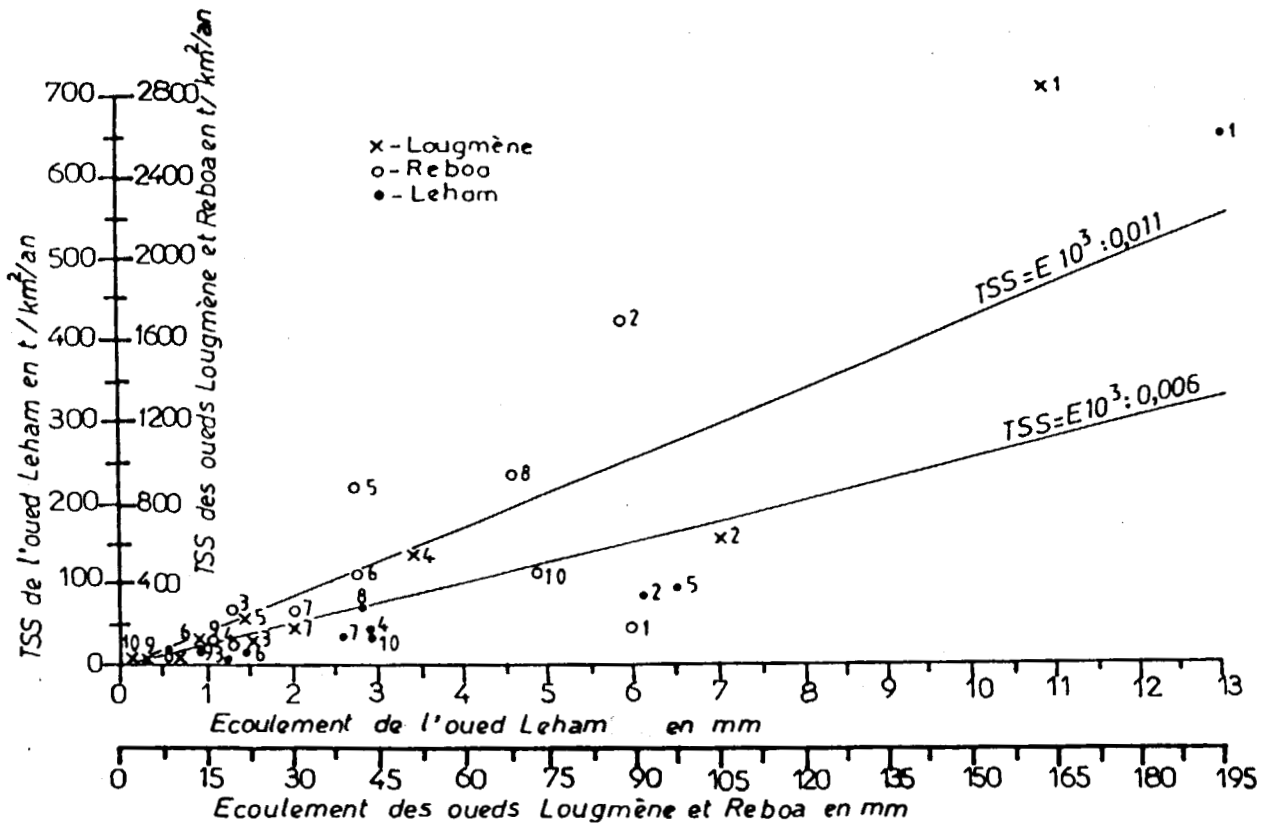


Fig n° : 7 - Sed Fagues



●—● coefficient de pluviosité    
 ○-○ coefficient d'hydraulicité    
 x...x Rapport des transports solides spécifiques annuels aux transports solides spécifiques moyens annuels

Outre ces aspects hydromorphologiques, les corrélations entre les lames d'eau écoulées et les transports solides spécifiques donnent des coefficients de corrélation « R » de 0,58 à la station Rocado, 0,85 à la station Sed Faguès et 0,92 à la station Reboa. Ces valeurs sont supérieures aux valeurs des coefficients de corrélation entre les précipitations et les transports solides spécifiques.



**Figure 8 : Relations entre l'écoulement et les transports solides spécifiques annuels.**

Les corrélations entre les transports solides spécifiques annuels et les écoulements montrent aussi l'existence de 3 classes en fonction des variations des turbidités moyennes annuelles (figure n° 8) :

- 1- Une première classe avec un rapport de TSS/E10<sup>3</sup> inférieur à 0,006 regroupant les années hydrologiques à faible turbidité moyenne comme le montrent les valeurs des années 1983 - 84 et 1984 - 85 dans les 3 bassins versants, 1976-77, 1977-78, 1981-82 et 1982-83 dans les stations Sed Faguès et Rocado, 1978-79 aux stations Reboa et Rocado, 1975-76 à Reboa ainsi que 1979-80 et 1980-81 à la station Rocado.
- 2- Une seconde classe avec un rapport de TSS/E10<sup>3</sup> variant entre 0,006 et 0,011 composée par les valeurs des années hydrologiques 1980-81 aux stations de Sed Faguès et Reboa, 1978-79, 1979-80 à Sed Faguès et 1981-82 à Reboa .
- 3- Une troisième classe avec un rapport de TSS/E10<sup>3</sup> supérieur à 0,011 constituée des valeurs des années hydrologiques 1975-76 aux stations de Rocado et Sed Faguès ainsi que 1976-77, 1977-78, 1979-80.

Les stations Lougmène et Leham présentent 9 années de faible turbidité moyenne mais avec des valeurs sensiblement plus fortes pour l'oued Lougmène en plus d'une année hydrologique

de forte turbidité, l'année 1975-76. Par contre, l'oued Reboa présente deux fonctionnements hydrologiques bien différents avec 6 années hydrologiques de faible à moyenne turbidité (points 1, 4, 6, 7, 9 et 10) et 4 années hydrologiques de forte turbidité moyenne (points 2, 3, 5 et 8). Ces variations spatio-temporelles des différentes relations entre l'écoulement, les turbidités et les transports solides spécifiques, confirment bien la concentration dans le temps de la morphodynamique, particulièrement dans le Chott Hodna. Ces relations nécessitent une analyse à l'échelle des mois et des saisons.

#### IV- LES VARIATIONS MENSUELLES

Les variations mensuelles des précipitations, des débits liquides, de la turbidité et des transports solides sont présentés sur le tableau 5 pour l'oued Reboa, le tableau 6 pour l'oued Lougmène à Sed Faguès et sur le tableau 7 pour l'oued Leham à la station Rocate.

Les variations mensuelles des coefficients de pluviosité, de débit et de transports solides spécifiques sont présentés sur la figure 9 pour l'oued Leham à la station Rocate, sur la figure 10 pour l'oued Reboa, sur la figure 11 pour l'oued Lougmène à Sed Faguès.

**Tableau n° 5: Oued Reboa**

	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
<b>P (mm)</b>	28,8	19,9	30,5	17,2	17,2	20,4	29,9	27,4	29,6	22,8	3,0	18,0
<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>	0,596	0,244	0,705	0,263	0,419	0,749	0,769	0,734	0,709	0,258	0,130	0,077
<b>T (g/l)</b>	30,3	10,4	12,1	0,2	0,2	0,6	1,6	4,3	31,4	23,5	2,2	1,5
<b>Tss t/km<sup>2</sup></b>	151,5	20,8	72,6	0,5	0,8	4,0	11,2	17,6	202,9	49,3	2,6	1,0

**Tableau n° 6: L'oued Lougmène à Sed Faguès.**

	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
<b>P (mm)</b>	10,5	14,4	17,0	8,6	15,6	11,6	12,7	15,8	23,9	5,9	3,0	8,4
<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>	0,514	0,220	0,318	0,255	0,862	0,668	0,267	0,799	0,597	0,794	0,192	0,106
<b>T (g/l)</b>	38,8	18,8	14,7	7,5	6,8	10,0	16,0	26,1	16,0	72,4	10,8	17,6
<b>Tss t/km<sup>2</sup></b>	153,2	33,9	36,8	15,0	44,7	48,0	33,7	157,1	72,1	434,9	16,2	15,9

**Tableau n° 7: L'oued Leham à la station Rocate.**

	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
<b>P (mm)</b>	7,8	17,6	22,3	11,7	21,0	10,3	9,0	17,8	21,2	6,2	3,0	5,9
<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>	2,104	0,376	0,436	0,282	0,678	0,370	0,614	0,348	0,437	1,471	0,277	1,170
<b>T (g/l)</b>	31,3	25,0	28,5	16,0	13,0	20,0	14,6	11,5	14,5	24,2	16,0	43,8
<b>Tss t/km<sup>2</sup></b>	31,2	5,0	5,7	1,6	3,9	2,0	4,4	2,3	2,9	17,0	1,6	26,3

Fig n° : 9 - Rocade

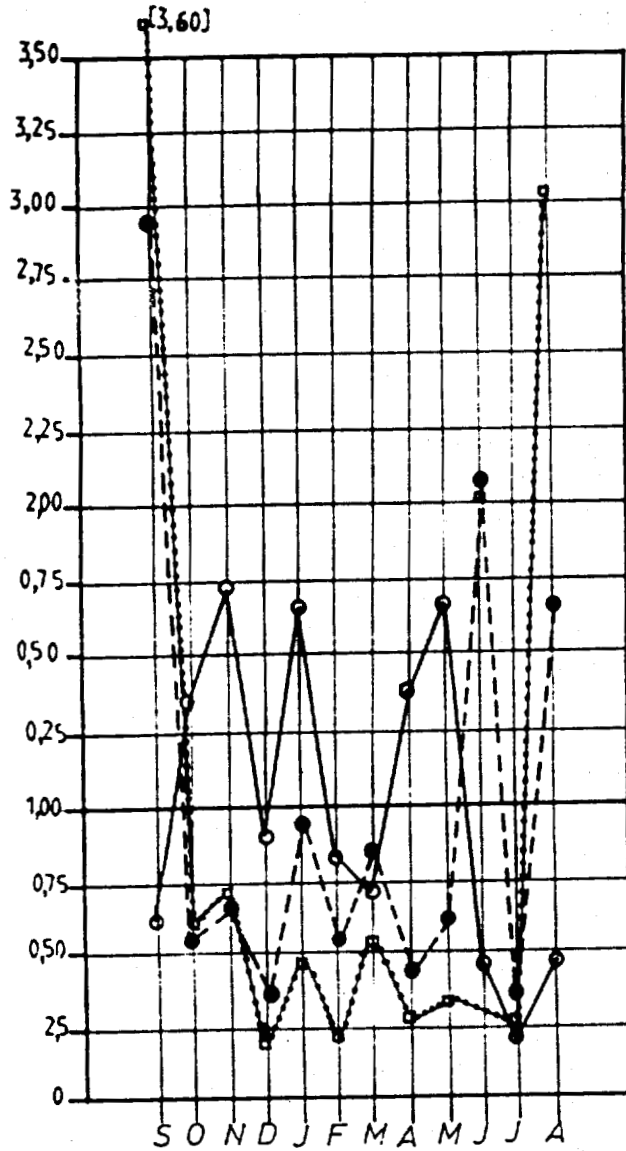


Fig n° : 10 - Reboa

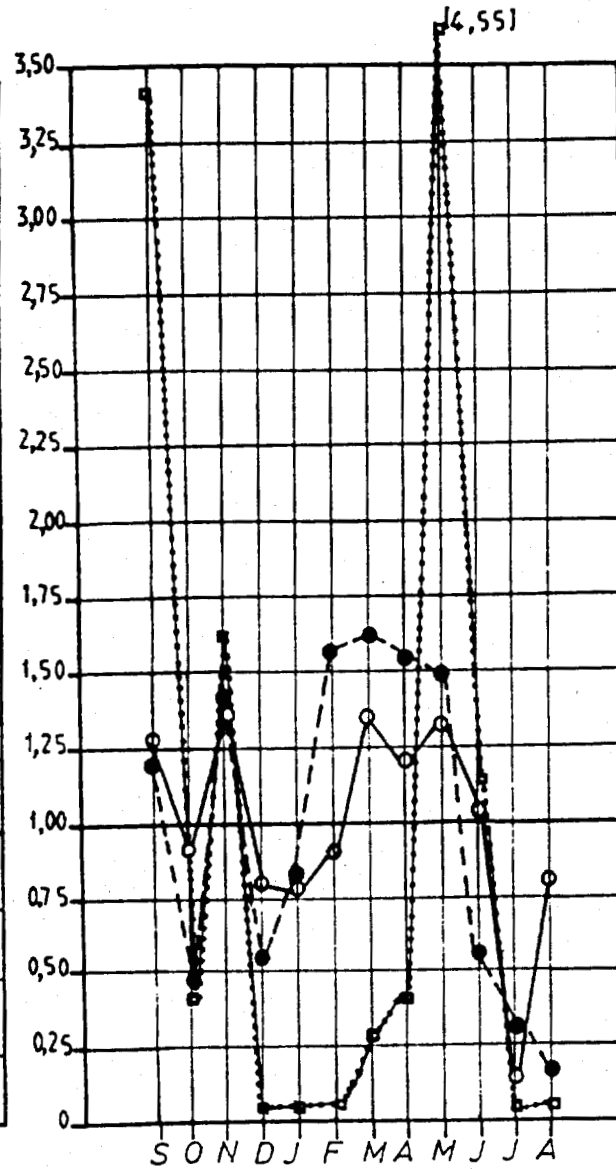
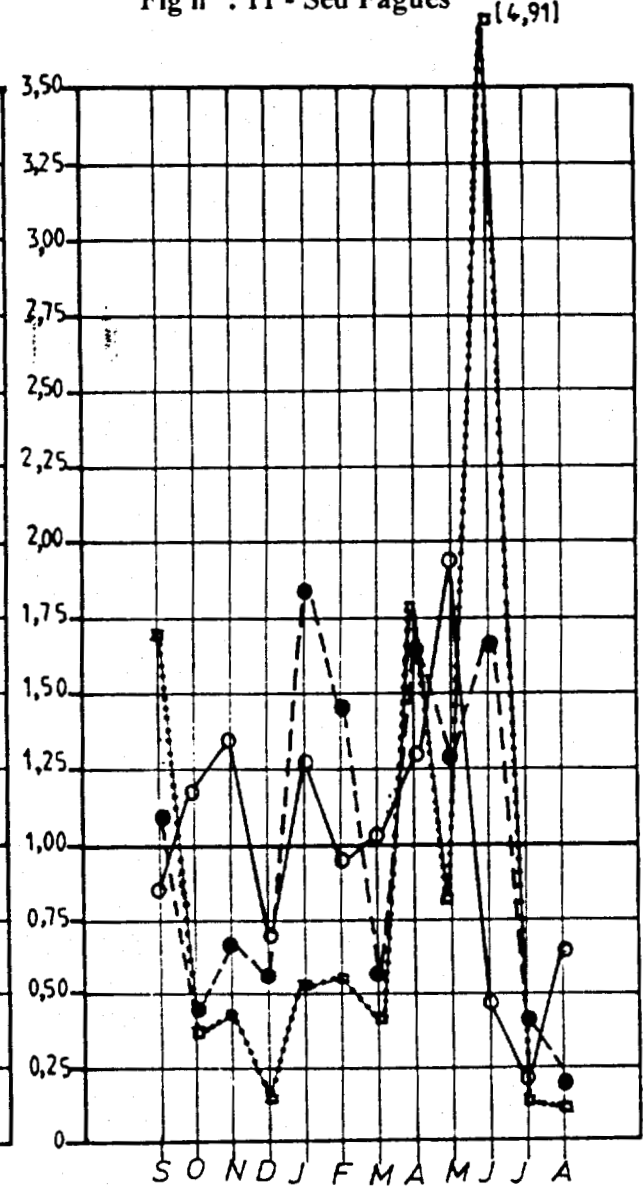


Fig n° : 11 - Sed Faguès



○—○ Coefficient de pluviosité

●—● Coefficient mensuel de débit

□—□ Rapport des transports solides spécifiques mensuels aux transports solides spécifiques moyens

Relation entre le coefficient mensuel de débit et le rapport des débits solides mensuels aux débits solides moyens mensuels .

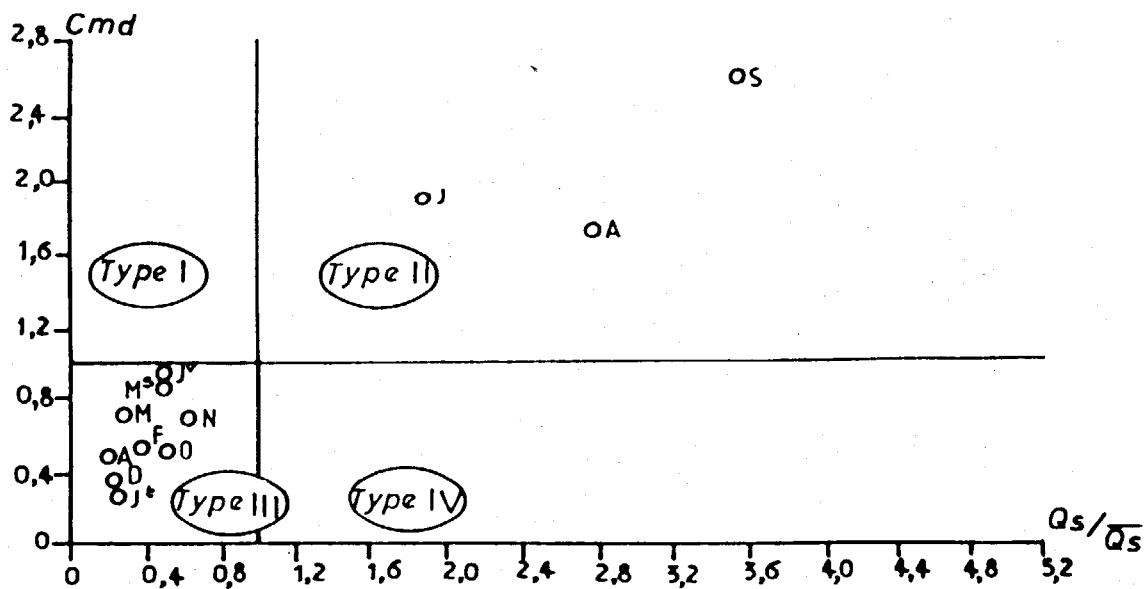


Fig n° : 12 - Rocado

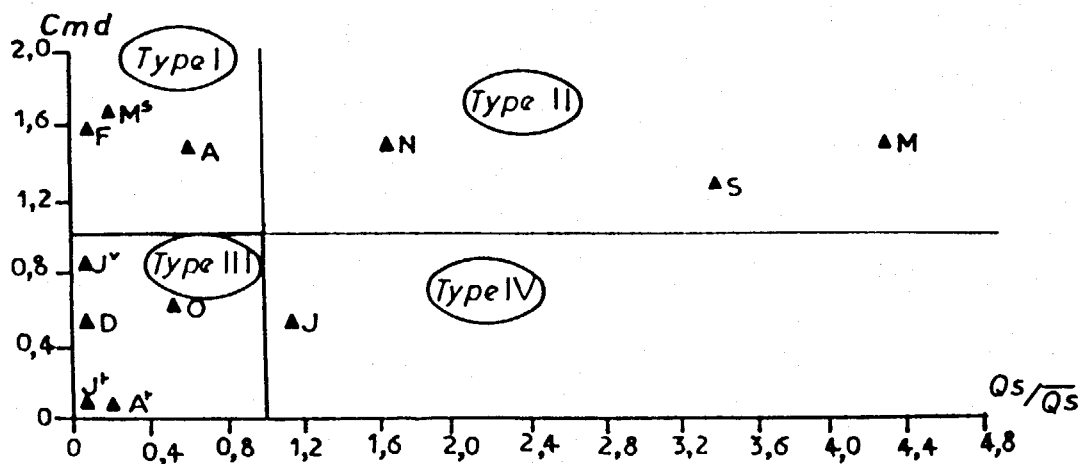


Fig n° : 13 - Reboa

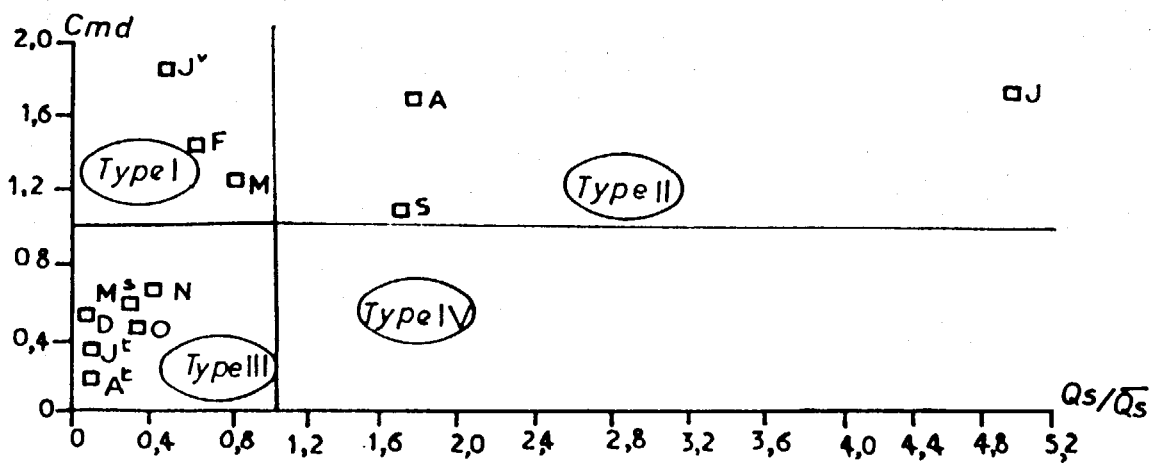


Fig n° : 14 - Sed Faguès

A l'échelle mensuelle, les irrégularités spatio-temporelles des précipitations, de l'écoulement et des transports solides spécifiques laissent apparaître l'existence de deux périodes d'érosion complètement différentes (Bourouba M., 1994).

1/ **Une période d'érosion maximale** représentée par les valeurs mensuelles supérieures au coefficient 1,0. Cette période n'excède pas 3 mois par an dans les trois bassins versants. Elle est caractérisée par des transports solides spécifiques charriés le plus souvent en été, ou en automne. Le tonnage de cette période de l'année s'élève à 74,5 t/km<sup>2</sup>, entraîné par 2 mm d'écoulement dans le bassin versant de l'oued Leham, à 427 t/km<sup>2</sup> transportés par 18 mm d'écoulement sur le bassin versant de l'oued Reboa, à 745,2 t/km<sup>2</sup> charriés par 16 mm d'écoulement dans le bassin versant de l'oued Leham. Les rapports aux tonnages moyens annuels sont respectivement de 72, 80 et 70% et les rapports aux lames d'eau écoulées moyennes annuelles de 50, 36 et 38%. Ce tonnage résulte des conditions bio-morpho-climatiques des mois d'avril, juin et septembre dans les bassins versants des oueds Lougmène et Leham ainsi que mai, septembre et novembre dans le bassin versant de l'oued Reboa. Cette période de l'année se caractérise par la fréquence et l'intensité élevées des crues violentes qui affectent les hautes plaines constantinoises et le Chott Hodna. Ces crues s'abattent sur des formations quaternaires meubles, desséchées par les fortes températures, bien exposées aux vents dominants et mal protégées par la couverture végétale. Dans ces conditions, les pluies estivales et automnales trouvent sur les versants des matériaux fins désagrégés et facilement mobilisables qui favorisent le colmatage des roches mères poreuses et des fentes de dessiccation. Ce phénomène morphodynamique provoque souvent rapidement des ruissellements en surface et accélère l'augmentation rapide du débit liquide. Les ruissellements et les ravinements conjuguent alors leurs effets et participent remarquablement à l'augmentation des apports solides des oueds Reboa, Lougmène et Leham. Durant cette période de l'année, les lames d'eau écoulées sur les bassins versants étudiés peuvent atteindre des capacités élevées de mobilisation et de transport, notamment sur les glacis. **Par conséquent, l'écoulement de l'été et de l'automne coïncide avec des conditions bio-morpho-climatiques très favorables au transport de l'essentiel de la charge solide des oueds des hautes plaines constantinoises et du Chott Hodna.** L'agressivité pluviométrique des averses automnales et estivales, les caractéristiques et les conditions hydrologiques sont énormément influencées par la morphométrie des bassins versants étudiés et, en particulier, celles du bassin versant de l'oued Lougmène. Ce bassin versant est le plus ramassé. Il est caractérisé par un temps de concentration court, un coefficient de torrencialité élevé et une densité globale de drainage élevée.

2/ **Une période d'érosion minimale** qui dure presque 9 mois par an dans les trois bassins versants. Elle coïncide avec deux périodes d'écoulement complètement différentes :

Une première période d'écoulement caractérisée par des coefficients mensuels de débit (Cmd) supérieurs à 1,0 (figures 12, 13 et 14). Elle n'excède pas 3 mois par an dans les bassins versants des oueds Reboa et Lougmène, avec un maximum mensuel de débit liquide égal à 0,769 m<sup>3</sup>/s en mars à la station Reboa, à 0,862 m<sup>3</sup>/s en janvier à Sed Faguès. La lame d'eau écoulée de cette période reste presque similaire dans les 2 bassins versants, avec 16 mm à la station Sed Faguès et 18 mm à Reboa, soit respectivement 37 et 38% de la lame d'eau écoulée moyenne annuelle. Malgré ces ressemblances, le débit liquide de l'oued Lougmène entraîne une charge solide de 165 t / km<sup>2</sup>, supérieure de 5 fois à celle de l'oued Reboa qui ne mobilise que 33 t / km<sup>2</sup>, soit respectivement 16 et 6% du tonnage moyen annuel. Les débits liquides de cette période de l'année restent presque équivalents à ceux de la période d'érosion maximale mais il n'arrivent pas à entraîner de grandes quantités de débris, car ils coulent sur des versants et des

pententes complètement dégagés de leurs matériaux mobilisables après le passage des fortes crues produites par les grosses averses estivales et automnales.

Une seconde période d'écoulement, caractérisée par des C<sub>md</sub> inférieurs à 1,0 (figures 12, 13 et 14). La durée de cette période varie entre 6 et 9 mois par an. Avec une lame d'eau écoulée de 10,3 mm sur le bassin versant de l'oued Reboa, de 10,8 mm sur le bassin versant de l'oued Lougmène et de 1,7 mm sur le bassin versant de l'oued Leham (soit respectivement 21, 25 et 43% de la lame d'eau écoulée moyenne annuelle), les oueds en question ne charrient que 25,7 t/km<sup>2</sup>, 151,5 t/km<sup>2</sup> et 29,4 t/km<sup>2</sup>, soit respectivement 5, 14 et 28% du tonnage moyen annuel. Seul le mois de juin fait exception à la station Reboa, avec un débit solide supérieur au débit solide moyen mensuel et un débit liquide inférieur au module. Ces débits correspondent à une charge solide spécifique de 49,3 t/km<sup>2</sup>, soit 9% de la charge solide spécifique moyenne annuelle.

**Les apports solides mensuels de l'été et l'automne sont donc déterminants dans les variations du tonnage annuel des oueds Reboa et Lougmène** et ce, notamment durant l'année de forte érosion. Les corrélations établies entre les valeurs mensuelles des débits liquides, de la turbidité et des transports solides spécifiques des années hydrologiques 1975-76 dans les bassins versants des oueds Leham et Lougmène et de 1976-77 dans le bassin versant de l'oued Reboa, d'une part et les valeurs moyennes mensuelles des 3 variables, d'autre part, reflètent bien l'existence d'une relation étroite entre les caractéristiques de l'année de forte érosion et les variations moyennes mensuelles. Cette relation est exprimée par les valeurs des coefficients de corrélation « R » entre les débits liquides annuels d'une part, de l'été et de l'automne d'autre part. Ces valeurs s'élèvent à 0,63 à la station Sed Faguès, 0,70 à la station Rocado et 0,99 à la station Reboa.

## CONCLUSION

**Au point de vue pluviométrique**, le BV de l'oued Reboa reste le plus arrosé.

**Au point de vue hydrologique**, l'oued Lougmène draine une lame d'eau presque équivalente à celle de l'oued Reboa, mais avec un coefficient d'écoulement 2 fois supérieur à celui du bassin versant de l'oued Reboa et de 10 fois supérieur à celui du bassin versant de l'oued Leham.

**Au point de vue érodibilité**, le bassin versant de l'oued Lougmène reste le plus dégradé et se distingue nettement par :

- \* un taux de transports solides spécifiques 5 fois supérieur à celui du bassin versant de l'oued Reboa et 10 fois supérieur à celui du bassin versant de l'oued Leham,
- \* une charge solide spécifique de l'année de forte érosion 5 fois supérieure à celle de l'oued Reboa et 13 fois supérieure à celle de l'oued Leham,
- \* un tonnage maximal saisonnier transporté 2 fois supérieur à celui de l'oued Reboa et 10 fois supérieur à celui de l'oued Leham,
- \* un maximum mensuel de transports solides spécifiques 2 fois supérieur à celui de l'oued Reboa et 14 fois supérieur à celui de l'oued Leham.

L'essentiel de la charge solide des 3 oueds étudiés est transportée durant la période d'érosion maximale qui marque le début de l'été puis l'automne. La période de l'érosion minimale est plus longue ; c'est une période de désagrégation et de préparation des matériaux sur les versants. Le tonnage transporté par l'oued Lougmène est l'un des plus élevés de

l'Algérie orientale. Il est inférieur à celui des oueds Mazafran (Côtiers Algérois ), avec 1610 t/km<sup>2</sup> et Isser à Lakhdaria avec 2300 t/km<sup>2</sup>. Cependant, le taux de transports solides spécifiques de l'oued Reboa est proche de celui des oueds Soummom à Sidi Aïch (490 t/km<sup>2</sup>) et de l'oued Medjerda à Souk Ahras (680 t/km<sup>2</sup>), calculés à partir de mesures de turbidité et de celui de l'oued Gueïss (670 t/km<sup>2</sup>), évalué à partir de l'envasement de 27 ans du barrage de Foun El Gueïss. Par contre, la charge solide moyenne annuelle de l'oued Leham est presque équivalente à celle de l'oued Tafna (145 t/km<sup>2</sup>), calculée à partir des mesures de turbidité (SOGREAH, 1967).

## BIBLIOGRAPHIE

- 1- Annuaires hydrologiques et pluviométriques de l'Algérie, 1975-76 /1984-85, ANRH, Bir Mourad Raïs, Alger.
- 2- BOUROUBA M., 1994. Bilan comparatif de l'érosion actuelle dans deux bassins versants de l'Algérie orientale : La Seybouse et le Djedjen, *Méditerranée n° 3-4 , tome 80, Aix - en - Provence*, pp 31-39.
- 3- BOUROUBA M., 1996. Essai de quantification de l'érosion actuelle à partir des mesures de turbidité en Algérie orientale, *Bull. EROSION n° 16, Montpellier*, pp 232 - 250.
- 4- FLANDRIN J.-M., 1951. Cartes géologiques de l'Algérie au 1/500.000 ème + Notice, *Service géologique de l'Algérie*, 5 feuilles, Paris .
- 5- KEBICHE M., 1994. Le bassin versant du Hodna : Ressources en eau et possibilités d'aménagement, *revue TIG Reims n° 85-86*, Reims, pp 25 - 34.
- 6- PNUD, 1987. Ressources en eau dans les pays de l'Afrique du nord, projet RAB 80/011, *Rapport technique, vol 1, annexes ANRH*, Bir Mourad Raïs, Alger, pp 1-35.
- 7- SELTZER P., 1946. Le climat de l'Algérie, *Inst. Météo. phys. du globe, Alger*, Carbonnel, 219 pages, 2 planches h.t.
- 8- SOGREAH, 1967. Etude générale des aires d'irrigation et d'assainissement agricole en Algérie, Dossier, *Ministère de l'Agriculture et de la réforme agraire, Alger* .
- 9- SOGREAH-INRH, 1981. Etude de l'érosion et des transports solides en zones semi-arides, implantation des bassins expérimentaux, définition des dispositifs de mesure, 46p, *ANRH*, Bir Mourad Raïs, Alger .
- 10- TOUAT. S., 1989. Contrôle de la représentativité de l'échantillon des transports solides en suspension, *revue Eaux et sols de l'Algérie n°:2, ANRH*, Bir Mourad Raïs, Alger , pp 48 - 54.



**RESEAU  
EROSION**



**Référence bibliographique Bulletin du RESEAU EROSION**

**Pour citer cet article / How to cite this article**

Bourouba, M. - Les variations de la turbidité et leurs relations avec les précipitations et les débits des oueds semi-arides de l'Algérie orientale, pp. 345-360, Bulletin du RESEAU EROSION n° 17, 1997.

Contact Bulletin du RESEAU EROSION : [beep@ird.fr](mailto:beep@ird.fr)