

Contribution à l'étude de l'érosion et des transports solides de l'oued Medjerda supérieur (Algérie orientale)

Bourouba Mohamed
Department of geography
College of Arts
King Saud University
Saudi Arabia

Résumé:

L'analyse graphique des variations des transports solides et leurs relations avec les précipitations et les débits de l'oued Medjerda supérieur montre l'existence:

- de deux saisons de fortes érosion : l'hiver et le printemps qui sont complètement différents par les corrélations entre les trois variables de l'érosion à savoir, les pluies, l'écoulement et les transports solides spécifiques.

- un effet de compensation entre l'augmentation des précipitations et de débit liquide, d'une part et la faiblesse de la turbidité, d'autre part durant l'hiver.

- un effet de compensation entre l'augmentation de la turbidité, d'une part et la décroissance pluviométrique ainsi que la diminution du débit, d'autre part durant le printemps.

- un alternance des effets érosifs dus aux ravinements intenses de l'hiver et à l'extension spatiale des mouvements de masse du printemps.

- de fortes corrélations entre l'écoulement et les transports solides à l'échelle annuelle et durant l'hiver et aussi de fortes corrélations entre les pluies et les transports solides spécifiques durant le printemps.

Toutes les corrélations entre les variables en question sont conditionnées par les irrégularités des pluies et des débits durant l'hiver et par les variations de la turbidité durant le printemps.

Les variations des transports en suspension sont énormément influencées par l'état de saturation du bassin-versant de l'oued Medjerda supérieur durant chaque saison et durant chaque période d'érosion.

Mots-clés:

Turbidité, pluie, écoulement, transports solides spécifiques, bassin-versant, oued Medjerda supérieur, Algérie orientale.

I-Introduction:

Grâce au développement du réseau hydrométrique géré par l'agence nationale des ressources hydrauliques (ANRH), un nombre important de données sur les transports solides des oueds algériens a été requis depuis 1972. Ces données ont permis d'entreprendre d'importantes études quantitatives des différents phénomènes érosifs dans certains bassins-versants de l'Algérie septentrionale. A ce propos, on citera particulièrement les travaux de la SOGREA-H-INRH (ANRH) (1981-1983), Benchetrit.A (1972), Demmak.A (1982) et le projet PNUD (1987). A cet effet, le présent travail est une étude complémentaire à la série de travaux que nous avons réalisés sur la géodynamique actuelle dans certains bassins-versants de l'Algérie orientale ou l'estimation chiffrée des phénomènes érosifs se heurte à beaucoup de difficultés (Bourouba.M,1993, 1994, 1996, 1997, 1998).

La publication récente des annuaires hydrologiques de l'Algérie par l'ANRH (Ex INRH) a rendu l'accès aux données chiffrées relatives aux précipitations, débits et turbidité facile et possible. De ce fait, les mesures de turbidité et de débit réalisées durant

la période allant du 1 septembre 1975 au 31 août 1985 sur les rives de l'oued Medjerda supérieur à la station de Souk Ahras (580 m d'altitude et 217km²) permettent d'obtenir des observations détaillées sur les mécanismes et l'évolution géodynamiques de ce bassin-versant. Cette série d'observations a été retenue dans le cadre de cette étude pour deux raisons fondamentales :

- 1- Malgré le déficit pluviométrique des deux dernières décennies, les données pluviométriques et hydrologiques de la série étudiée peuvent être considérées comme représentatives de la série normale. Les rapports de la moyenne pluviométrique annuel et du module de l'oued Medjerda supérieur relatif à la série 1975-76/1984-85 (598,3 mm et 1,178 m³/s) à ceux de la série 1949-50/1957-58 (820 mm et 2,090 m³/s) s'élèvent respectivement à 0,72 et à 0,56 (Sogreah, 1967).
- 2- Les données pluviométriques et hydrologiques de la période postérieure au 31 août 1985 sont lacunaires et ne permettent pas d'étaler l'analyse des variations des transports solides et leurs relations avec les débits et les précipitations sur une période plus longue.

II- Présentation générale du bassin-versant:

Le bassin-versant de l'oued Medjerda supérieur à Souk Ahras s'étend sur une superficie de 217 km², située en plein domaine bioclimatique semi-aride à hiver frais (Cote.M, 1974). La superficie de ce bassin-versant se situe entre 7° 30' - 8° de longitude est et 36° 7' 30" - 36° 22' 30" de latitude nord (Fig n°1). L'oued Medjerda supérieur draine le bassin amont situé sur les terres algériennes à des altitudes variant entre 1317 m à Ras El Alia, à l'ouest et 580m, à Souk Ahras, à l'est (Tab n°1).

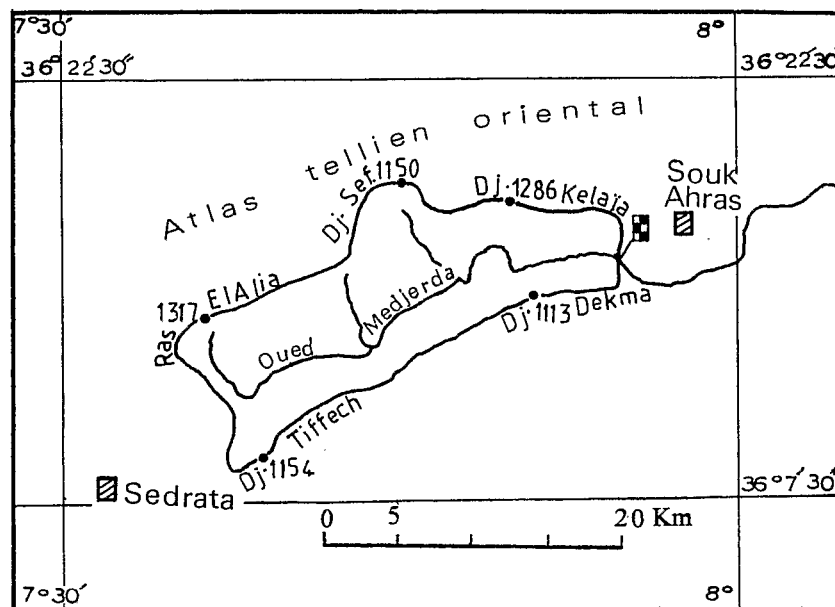
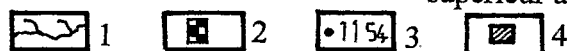


Fig n°1- Situation géographique du bassin-versant de l'oued Medjerda supérieur à Souk Ahras



1- cours d'eau, 2- station limnigraphique, 3- point coté, 4- ville

Tab n°1- Caractéristiques morphométriques du bassin-versant de l'oued Medjerda supérieur a Souk Ahras

Coordonnées sur carte Topographique 1/50.000°	X Y	967,7 342,2
Altitudes: minimale		580
maximale		1317
moyenne		890
Superficie (km ²)		217
Perimètre (km)		68
Longueur du rectangle équivalent (km)		25,5
Longueur du talweg principal (km)		42
Densité de drainage (km/km ²)		3,3
Indice de compacité		1,29
Indice de pente de Roche		0,15
Coefficient de torrentialité		22,1
Temps de concentration		8,5

Ce bassin-versant se développe sur une partie des milieux géo-physiques du flanc méridional de l'Atlas tellien oriental. Il constitue les limites séparant les bassins côtiers constantinois orientaux, au nord et les bassins des hautes plaines constantinoises orientales drainées par l'oued Mellègue, au sud-est et l'oued Cheurf, au sud-ouest. Le soulèvement post-mio-pliocène des massifs telliens, au nord et des hautes plaines constantinoises, au sud, organise un écoulement de direction ouest-est et empêche l'oued Medjerda d'atteindre la Méditerranée par la côte algérienne. La disposition du relief actuel hérite ses éléments de deux versants accidentés et constitués par des ensembles lithologiques très hétérogènes (Fig n° 2):

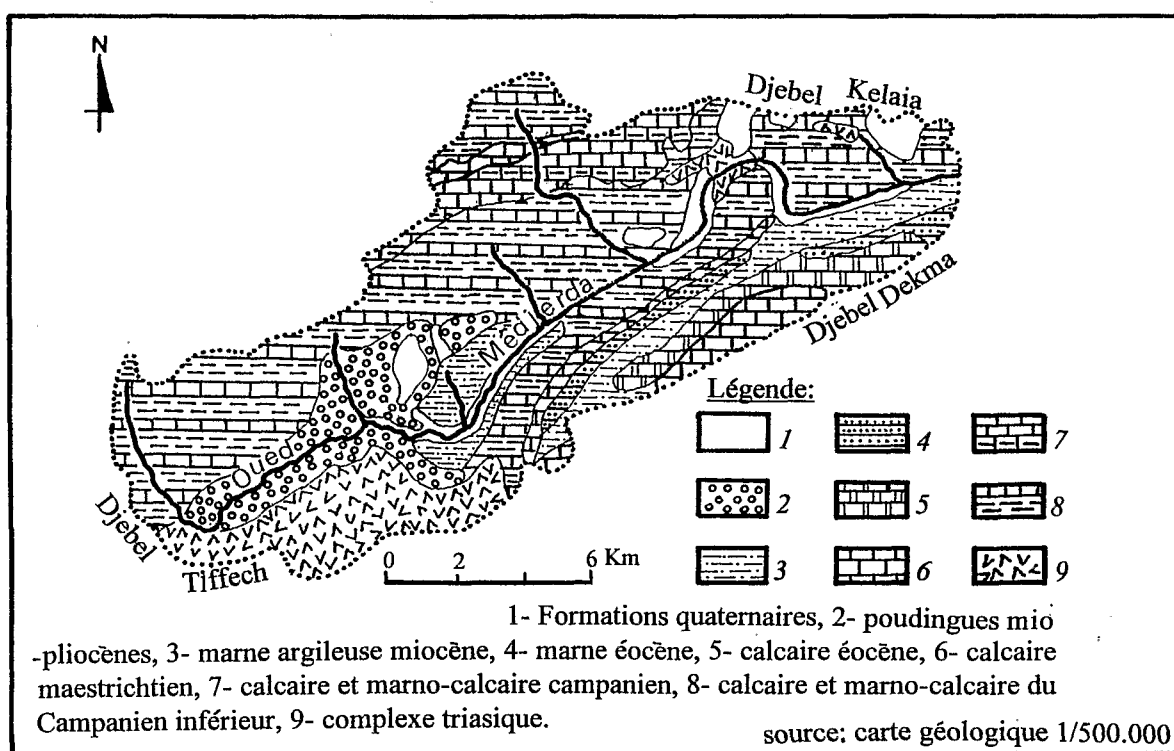


Fig n°2- Ensembles lithologiques du bassin-versant de l'oued Medjerda supérieur à Souk Ahras

Le versant septentrional présente les altitudes les plus importantes du bassin-versant de l'oued Medjerda supérieur. Il se caractérise par un relief montagneux constitué essentiellement de formations calcaires et marno-calcaires du Campanien. Celles-ci couvrent une superficie de 80 km², soit 37% de la superficie totale du bassin-versant de l'oued Medjerda supérieur. Le réseau hydrographique y est dense et ce, particulièrement dans la partie occidentale où les ravinements les plus importantes apparaissent sur des altitudes supérieures à 700 m. Ceux-ci alimentent en apports solides l'oued Rhair, le principal affluent de l'oued Medjerda supérieur. Les limites de ce dernier sont constituées par une série de crêtes aigües dont les plus importantes sont celles du Djebel Kelaïa (1286 m) et Ras El Alia (1317 m).

A l'opposé du versant septentrional, se développe *le versant méridional* sur des formations très variées dont les plus vulnérables sont les gypses triasiques du Djebel Tiffech (1154 m), qui s'étendent au sud-ouest sur une superficie de 12 km², soit 65 % de la superficie totale du bassin-versant de l'oued Medjerda supérieur. Sur ce versant la ligne de partage des eaux est constituée par une série de collines marno-gypseuses situées sur des altitudes variant entre 700 et 1154 m et par une série de crêtes calcaires qui se développent sur des altitudes oscillant entre 800 et 1113 m. Malgré son exposition au nord, la densité de drainage de ce versant est faible par rapport à celle du versant septentrional à cause de l'existence d'une morphostructure résistante.

Les mouvements de masse du type glissement de terrain, solifluxion et sapement de berge trouvent dans les reliefs marno-gypseux du Trias les conditions optimales pour leur extension. Ces types de dynamique continuent à alimenter en apports solides l'oued Medjerda supérieur et ses affluents jusqu'à la fin du printemps. Avec une pluviométrie n'excédant pas, en moyenne, 600 mm/an et une température minimale comprise entre 0° et 3 C°, le bassin-versant de l'oued Medjerda supérieur subit une période de dormance de 3 mois froids/an, allant de décembre à février. Cette période s'ajoute à la période de dormance estivale qui se prolonge de juin à septembre, caractérisée par la fréquence élevée du sirocco. Ce type de vent chaud et sec souffle sur le bassin-versant de l'oued Medjerda supérieur avec une moyenne de 40 jours/an, (Seltzer.P,1946). En outre ces conditions climatiques, la fréquence des gélées printanières avec plus de 5 jours/mois élimine l'extension de l'arbre fruitier. C'est dans ces conditions climatiques que la céréaliculture est devenue la seule possible dans le bassin-versant de l'oued Medjerda supérieur et ce, en l'absence totale d'une couverture forestière permanente (Côte.M,1974).

III- Méthode de mesure

Le prélèvement des échantillons de transports solides en suspension s'effectue à l'exutoire du bassin-versant sur les rives de l'oued Medjerda supérieur à Souk Ahras. La charge solide est déterminée selon la méthode classique qui consiste à filtrer sur papier-filtre les échantillons d'eau prélevés pour évaluer le poids de la boue qui est ramené à une unité de volume (1 litre) après séchage à l'étuve durant 30 minutes et l'élimination des matières organiques par calcination à une température variant entre 105 et 110 C°. Ainsi, la charge solide mesurée représente les éléments fins et très fins véhiculés en suspension par l'oued Medjerda supérieur et ses affluents. Ces matériaux proviennent essentiellement des zones d'apports constituées par des formations argileuses du Miocène et gypseuses

du Trias sur le versant méridional et par des marnes campaniennes sur le versant septentrional (Fig n°2).

La teneur en suspension de l'oued Medjerda supérieur est obtenue par la moyenne des sommes:

1- des valeurs quotidiennes de la période à écoulement normal caractérisée par des turbidités relativement faibles ou ne variant que très lentement au cours des 24 heures.

2- des valeurs instantanées des turbidités des écoulements de crues. Ces turbidités sont retenues suivant des intervalles de temps variant en fonction de la vitesse de l'augmentation du débit liquide. Si la montée des eaux dépasse un heure, on retient une valeur pour chaque heure, avec en plus, une valeur obligatoire enregistrée au maximum de chaque crue. En période de décrue on retient une valeur pour chaque heure durant les six premières heures jusqu'à atteindre le débit de l'écoulement puis celui des étiages.

Par leur nature les mesures de turbidité présentent des difficultés relatives à leur représentativité. Le poids des échantillons ne reflète pas, en réalité, la totalité de matériaux arrachés par toutes les formes de dynamique érosive qui affecte à des degrés différents les versants. Les transports solides en suspension ne tiennent pas compte ⁽¹⁾ *:

- des charriages de fond,
- des transports en solution,
- des variations de la teneur en suspension d'un point à l'autre dans la section mouillée et ce, particulièrement durant les périodes de fortes crues qui sont dangereuses à mesurer.

- des variations de la teneur en suspension selon les densités verticale et horizontale dans la section mouillée (Touat.S,1989).

En conséquence, le taux de transports solides spécifiques obtenu à partir des mesures de turbidités moyennes ramené à la superficie totale du bassin-versant étudié reste de loin inférieur au taux global des flux de sédiments de différents calibres. Ces sédiments représentent dans l'espace du bassin-versant de l'oued Medjerda supérieur les produits d'une dynamique érosive affectant par plusieurs formes des zones d'apports bien limitées sur les versants instables et pas forcément la totalité du bassin-versant comme le présente la formule de calcul souvent utilisée ⁽²⁾ *.

*1- La concentration ou la turbidité en (g/l) est égale à:

$$(P2 - P1) (1000/V), \text{ d'où :}$$

P2 = le poids du papier-filtre avec les sédiments en suspension évalués en grammes après séchage,

P1 = le poids du papier-filtre sec et vide évalué en grammes avant la pesée de l'échantillon,

V = le volume de l'échantillon. L'unité du volume adoptée par l'agence nationale de ressources hydrauliques est le litre.

*2- Les transports solides spécifiques sont évalués par le rapport des apports solides à la superficie totale du bassin-versant considéré. Ils sont calculés par la formule suivante:

$$TSS (t.km^{-2}.an^{-1}) = AS (10^6 \text{ tonnes}) [S(km^2)]^{-1}, \text{ avec :}$$

-AS (apport solide) en 10^6 tonnes égal à: $Q(m^3/s). C (g/l). t(sec)$

d'où:

$Q(m^3/s)$: débit liquide en m^3/s , $C(g/l)$: teneur en suspension ou turbidité en gramme. litre⁻¹,

$t(sec)$: temps en secondes.

IV- Des bilans d'érosion annuels très irréguliers:

Le régime annuel de l'écoulement et le comportement morphologique du bassin-versant de l'oued Medjerda supérieur passeraient d'une année à l'autre d'un régime méditerranéen comme durant les années hydrologiques d'érosion élevée et à écoulement abondant: 1975-76, 1976-77, 1978-79, 1980-81, 1981-82 et 1983-84, au régime des rivières de la zone tempérée comme durant les années hydrologiques d'érosion et à écoulement faibles: 1977-78, 1979-80, 1982-83, et 1984-85 (Fig n°3 et Tab n°2).

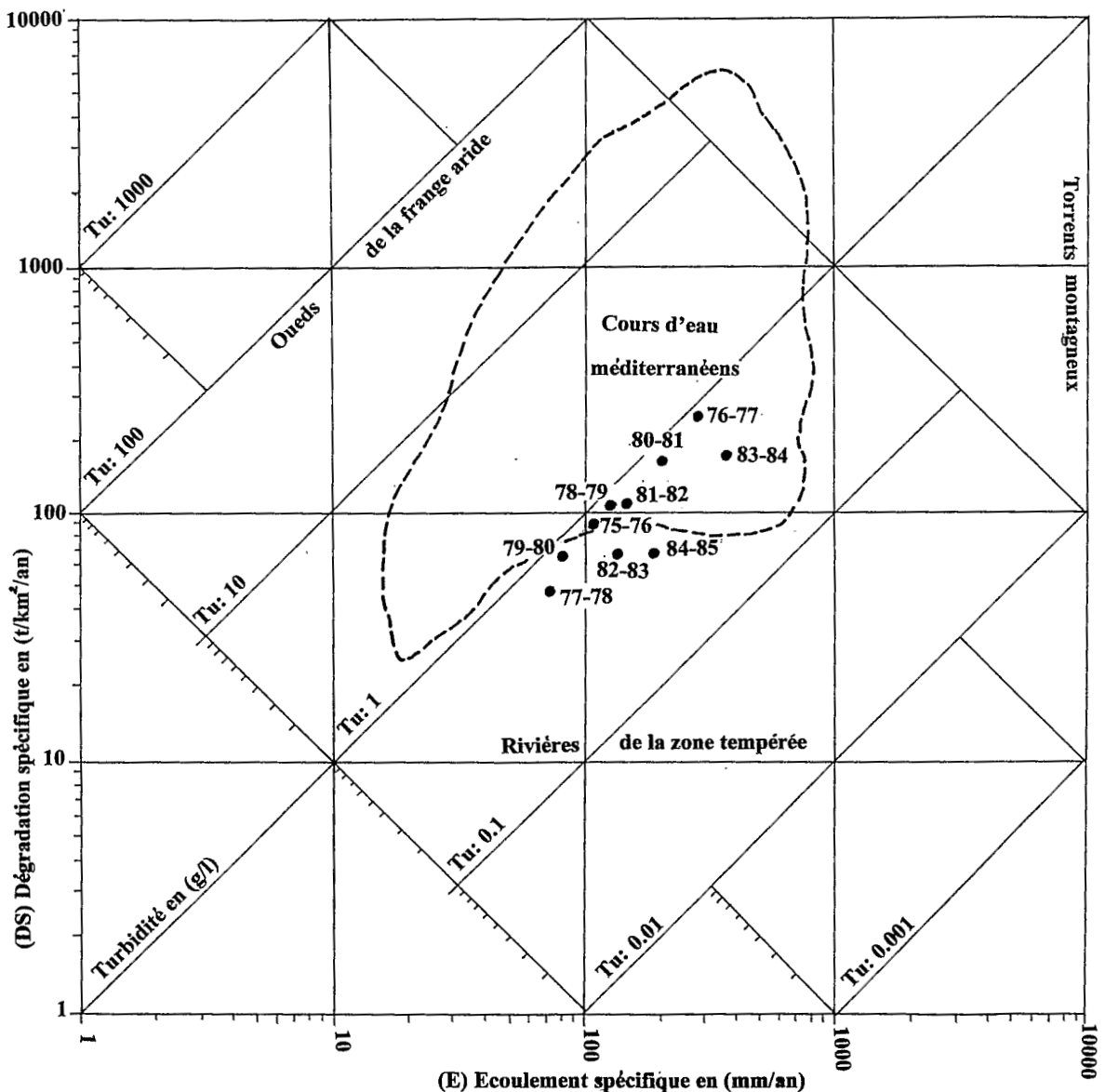


Fig n° 3- Les variations annuelles de l'écoulement, de la turbidité et des transports solides spécifiques de l'oued Medjerda supérieur à Souk Ahras

Tab n°2- Les variations annuelles des précipitations, de l'écoulement et des transports solides spécifiques de l'oued Medjerda supérieur à Souk Ahras

	P(mm)	A.L (10 ⁶ m ³)	E (mm)	A.S (10 ⁶ t)	TSS (t/km ²)
1975-76	672,8	24,3	111,9	18,3	84,4
1976-77	575,4	59,2	272,8	52,6	242,5
1977-78	392,6	16,0	73,7	11,2	51,5
1978-79	559,7	28,0	129,0	23,5	108,5
1979-80	577,3	18,0	82,9	13,8	63,6
1980-81	639,0	46,7	215,2	36,6	168,8
1981-82	598,9	32,0	147,5	24,9	114,8
1982-83	468,4	30,0	138,2	15,7	72,5
1983-84	893,9	72,4	333,6	36,9	170,0
1984-85	604,5	41,0	188,9	12,4	57,2
Moyenne	598,3	36,8	169,4	24,6	113,4

Les fluctuations annuelles du régime hydrologique et du comportement morphologique du bassin-versant de l'oued Medjerda supérieur ressemblent tantôt à celles des bassins telliens (Benchetrit.M,1972) et (Tabuteau.M,1960), tantôt à celles des bassins semi-arides à écoulement endoréïque (Bourouba.M,1997 et1998).

Les corrélations établies entre les précipitations, l'écoulement et les transports solides se résument par 4 types de relations avec deux tendances majeures: (Fig n°4 et Tab n°3).

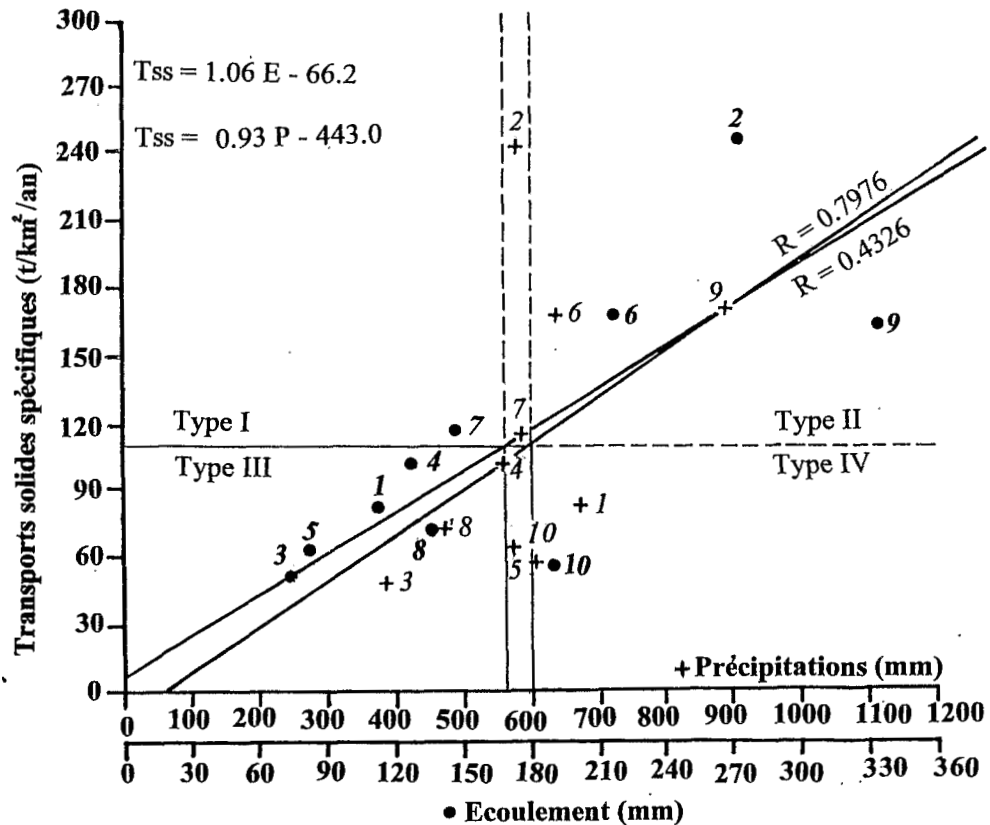


Fig n°4 - Corrélations linéaires entre les précipitations, l'écoulement et les transports solides spécifiques annuels de l'oued Medjerda supérieur à Souk Ahras (période septembre 1975-août 1985)

Tab n°3- Les corrélations entre les précipitations, l'écoulement et les transports solides spécifiques annuels.

Variable X	Variable Y	Correlation "R"	Droite d'ajustement $Y = aX + b$
Écoulement	Transport solide	0,7976	$Y = 1,06 X - 66,2$
Écoulement	Apport solide	0,7967	$Y = 4,90 X - 805,4$
Précipitations	Transport solide	0,4326	$Y = 0,93 X - 443,0$
Précipitations	Apport solide	0,4308	$Y = 4,30 X - 2548,0$
Apport liquide	Transport solide	0,3763	$Y = 0,23 X + 105,0$
Apport liquide	Apport solide	0,3761	$Y = 1,08 X - 15,0$

1°- Une tendance de valeurs concordantes avec deux types de relations:

1°-1- Une relation concordante entre les précipitations, l'écoulement et les transports solides spécifiques inférieurs aux moyennes annuelles. Cette relation est représentée par le troisième type. Elle regroupe les valeurs des années hydrologiques 1977-78 (point 3), 1978-79 (point 4) et 1982-83 (point 8) pour le rapport pluies-transports solides et celles des années hydrologiques 1975-76 (point 1), 1977-78 (point 3), 1978-79 (point 4), 1979-80 (point 5) et 1982-83 (point 8) pour le rapport écoulement-transports solides spécifiques.

1°-2- Une relation concordante entre les précipitations, l'écoulement et les transports solides spécifiques supérieurs aux moyennes annuelles. Cette relation est représentée par le second type avec les valeurs des années hydrologiques 1980-81 (point 6) et 1983-84 (point 9) pour le rapport pluies-transports solides spécifiques et avec celles des années hydrologiques 1976-77 (point 2), 1980-81 (point 6) et 1983-84 (point 9) pour le rapport écoulement-transports solides spécifiques.

2°- Une tendance de valeurs discordantes avec deux types de relations:

2°-1- Une relation discordante entre les précipitations et l'écoulement inférieurs à la moyenne annuelle, d'une part et les transports solides spécifiques supérieurs à la moyenne annuelle, d'autre part. Cette relation est représentée par le premier type avec l'année hydrologique 1981-82 (point 7) pour les rapports pluies-transports solides et écoulement-transports solides, en plus, l'année hydrologique 1976-77 (point 2) pour le seul rapport pluies-transports solides.

2°-2- Une relation discordante entre les pluies et l'écoulement supérieurs à la moyenne annuelle, d'une part et les transports solides spécifiques inférieurs à la moyenne annuelle, d'autre part. Cette relation rassemble les années hydrologiques 1975-76 (point 1), 1979-80 (point 5) et 1984-85 (point 10) pour le rapport pluies-transports solides spécifiques, en plus l'année hydrologique 1984-85 (point 10) pour le seul rapport écoulement-transports solides.

En conséquence, le nombre de valeurs annuelles concordantes de ces variables est de 5 valeurs pour le rapport pluies-transports solides dont 2 années hydrologiques excédentaires (1980-81 et 1983-84) et avec un coefficient de corrélation de 0,4326. Par contre, ce nombre s'élève à 8 valeurs pour le rapport écoulement-transports solides dont 3 années hydrologiques excédentaires (1976-77, 1980-81 et 1983-84) et avec un coefficient de corrélation de 0,7976 (Fig n° 5). Ainsi, les pluies, l'écoulement et les transports solides spécifiques ne concordent que durant les années hydrologiques déficitaires 1977-78 (point 3), 1978-79 (point 4) et 1982-83 (point 8) ainsi que durant les années hydrologiques excédentaires 1980-81 (point 6) et 1983-84 (point 9). Toutes ces variations reflètent bien la relation étroite entre la charge solide de l'année hydrologique de plus

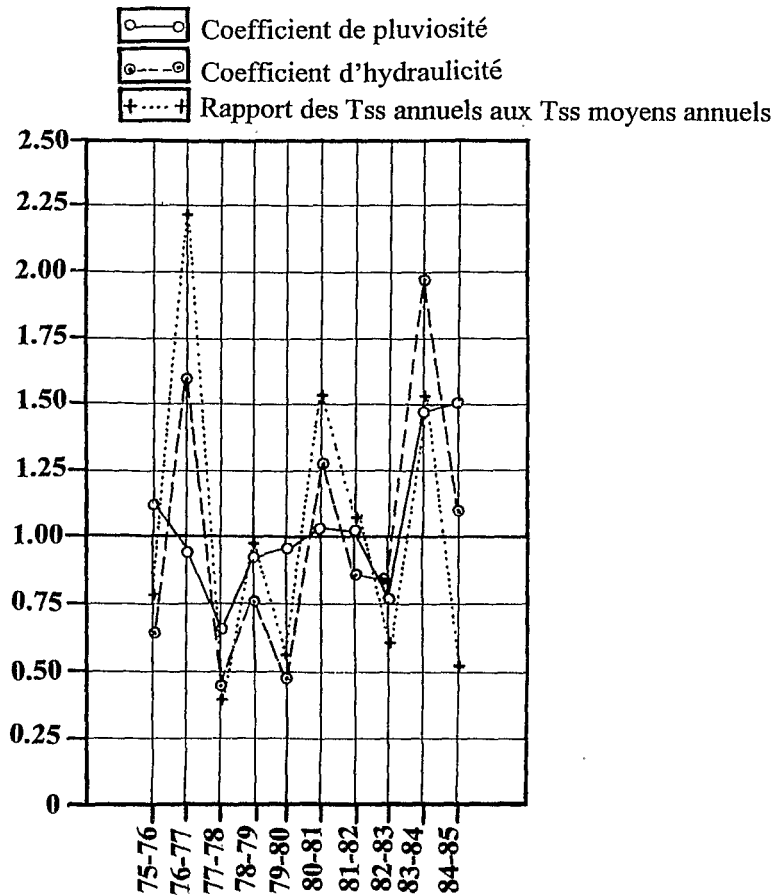


Fig n° 5 - Coefficients annuels de pluviosité, d'hydraulicité et rapport des transports solides spécifiques annuels aux transports spécifiques moyens annuels de l'oued Medjerda supérieur à Souk Ahras (période septembre 1975-août 1985)

forte érosion et son apport considérable dans les variations du tonnage moyen annuel de l'oued Medjerda supérieur. A cet effet, si on excepte les exportations en suspension de l'année hydrologique 1976-77 qui est l'année de plus forte érosion avec 243 t/km^2 de l'ensemble du tonnage annuel évacué par l'oued Medjerda supérieur durant la période d'observation, le taux de transports solides spécifiques diminuera de 113 à 99 t/km^2 , soit de 13%. La charge solide de cette année hydrologique est supérieure de 2,2 fois au tonnage moyen annuel. Par contre, si on élimine les quatre valeurs annuelles des transports solides supérieures à la moyenne, le tonnage moyen annuel diminuera de 113 à 73 t/km^2 , soit de 36%. Cette diminution reflète nettement la concentration dans le temps des processus érosifs dans le bassin-versant de l'oued Medjerda supérieur. Cette concentration ne concorde pas toujours avec la concentration pluviométrique et avec le maximum annuel de l'écoulement, car ce dernier a été atteint avec 894 mm de précipitations et 334 mm d'écoulement durant l'année hydrologique 1983-84. Le coefficient d'écoulement annuel s'élève à 36,4%. Le décalage dans le temps entre le maximum annuel des pluies, de l'écoulement et des transports solides spécifiques montre bien que le seul facteur pluviométrique reste insuffisant, à l'échelle annuelle, pour déterminer les variations des transports solides spécifiques comme le reflètent nettement les corrélations entre les trois variables étudiées obtenues à l'échelle annuelle (Tab n° 3).

De ce fait, il convient d'analyser les variations des transports solides en suspension et leurs relation avec les précipitations et l'écoulement à l'échelle saisonnière.

V- Les variations des transports solides et leurs relations avec les précipitations et l'écoulement durant l'hiver

Avec une moyenne pluviométrique de 221 mm, soit 36,9% de la pluviométrie annuelle, un écoulement moyen de 86 mm, soit 50,9% de l'écoulement moyen annuel et un taux de transports solides spécifiques de 50,3 t/km², soit 44,4% du tonnage moyen annuel, l'hiver est la saison de plus forte érosion (Fig n° et Tab n°4).

Tab n°4- Variations des pluies, de l'écoulement et des transports solides durant l'hiver

	P(mm)	A.L (10 ⁶ m ³)	E (mm)	A.S (10 ⁶ t)	TSS (t/km ²)
1975-76	185,2	4,3	19,4	5,5	14,3
1976-77	59,5	31,6	145,5	30,5	127,2
1977-78	145,3	6,4	29,2	8,1	22,3
1978-79	159,7	2,8	12,9	4,2	9,8
1979-80	70,2	2,2	10,4	4,6	8,2
1980-81	358,8	36,9	169,9	31,5	137,9
1981-82	245,5	11,4	52,4	11,8	44,5
1982-83	139,2	19,2	88,5	9,2	37,0
1983-84	442,8	55,0	253,8	3,7	79,3
1984-85	397,8	16,8	77,2	0,0	24,4
Moyenne	220,5	18,7	86,0	10,9	50,3

Le tableau ci-dessus et la figure n°6 reflètent une concentration dans le temps de l'érosion exprimée par un rapport de 3 valeurs supérieures à la moyenne saisonnière de 10 ans. Ces valeurs ont été enregistrées durant les années hydrologiques 1976-77, 1980-81 et 1983-84. L'ensemble des exportations en suspension hivernales supérieures à la moyenne saisonnière s'élève à 344,4 t/km², soit 68,5% du cumul des transports solides charriés par l'oued Medjerda supérieur durant l'hiver. En conséquence, si on excepte le tonnage hivernal de ces années hydrologiques du cumul des exportations en suspension hivernales la moyenne saisonnière des transports solides spécifiques diminuera de 50,3 à 22,7 t/km², soit de 45%.

En outre la concentration dans le temps de l'érosion, la charge solide hivernale supérieure à la moyenne saisonnière présente des discordances nettes avec le maximum saisonnier des pluies et de l'écoulement. A cet effet, les valeurs des 3 variables en question supérieures à la moyenne saisonnière ne concordent que durant la seule année hydrologique 1976-77. Le rapport des pluies, de l'écoulement et des transports solides de l'hiver 1976-77 aux moyennes saisonnières s'élève respectivement à 1,96, 6,44 et 7,4. Les pluies de l'automne 1976 ont atteint 334 mm, soit 54,6% du total pluviométrique annuel. Elles étaient à l'origine de l'écoulement élevé de l'hiver 1976-77, car l'automne 1976 présente le maximum pluviométrique saisonnier. Tout se passe comme si la charge solide de l'année 1976-77 qui représente le maximum annuel avec 242,5 t/km² dépendait des précipitations automnales et de l'écoulement hivernal (Tab n°5).

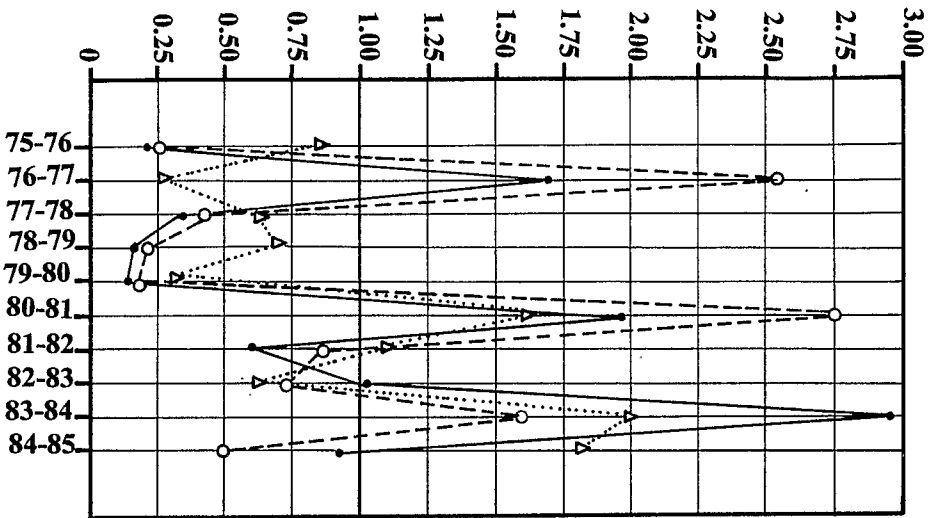


Fig n° 6 - Coefficients de pluviosité et d'écoulement et rapport des transports solides spécifiques de l'hiver

aux transports spécifiques moyens de la saison (période septembre 1975-août 1985)

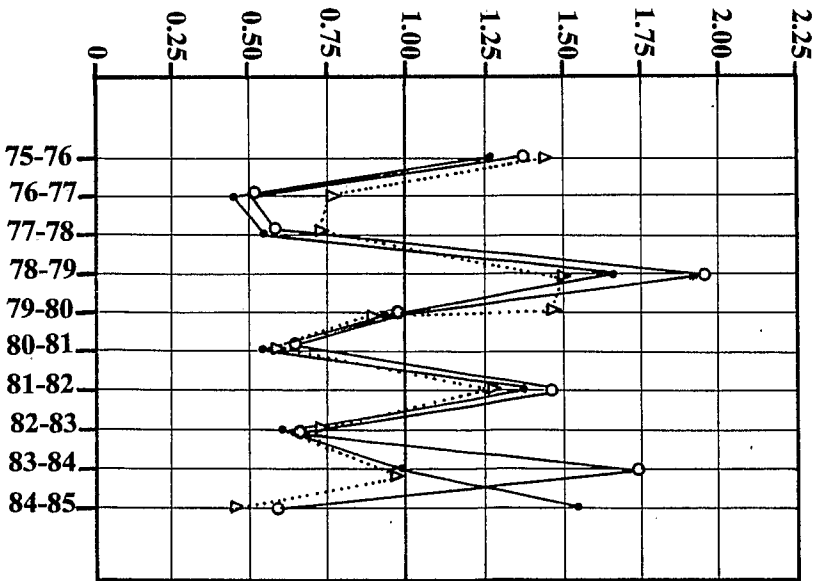
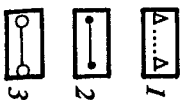


Fig n° 7 - Coefficients de pluviosité et d'écoulement et rapport des transports solides spécifiques du

printemps aux transports spécifiques moyens saisonniers (période septembre 1975-août 1985)

- 1 - Coefficient de pluviosité
- 2 - Coefficient d'écoulement
- 3 - Rapport des Tss de la saison aux Tss moyens saisonniers



Tab n°5- Les corrélations entre les précipitations, l'écoulement et les transports solides spécifiques durant l'hiver.

Variable X	Variable Y	Correlation "R"	Droite d'ajustement $Y = aX + b$
Écoulement	Transport solide	0,7830	$Y = 1,30 X - 61,5$
Apport liquide	Transport solide	0,7812	$Y = 0,28 X + 45,1$
Écoulement	Apport solide	0,4026	$Y = 2,92 X - 240,2$
Précipitations	Transport solide	0,2552	$Y = 0,71 X - 106,3$
Précipitations	Apport solide	- 0,1414	$Y = - 1,72 X + 390,2$
Apport liquide	Apport solide	- 0,2660	$Y = - 0,35 X + 17,4$

A cet effet, si on excepte la charge solide de l'hiver 1976-77 du tonnage saisonnier, la moyenne saisonnière des exportations en suspension diminuera de 50,3 à 41,8 t/km², soit de 17%. Ce rapport est proche de celui obtenu entre les transports solides de l'année hydrologique 1976-77 et le cumul des flux de sédiments en suspension transités par la station de Souk Ahras durant la période étudiée. Ces rapports mettent en relief l'apport considérable de la charge solide hivernale dans les variations annuelles du

Tab n°6- Les corrélations entre les valeurs annuelles et hivernales des précipitations, de l'écoulement et des transports solides

Variable X hiver	Variable Y année	Correlation "R"	Droite d'ajustement $Y = aX + b$
Transport solide	Transport solide	0,8767	$Y = 0,67 X + 79,7$
Apport solide	Apport solide	0,7440	$Y = 0,61 X - 4,1$
Écoulement	Transport solide	0,7008	$Y = 0,90 X + 36,0$
Écoulement	Apport solide	0,6990	$Y = 4,10 X - 328,0$
Apport liquide	Transport solide	0,6977	$Y = 0,19 X + 109,8$
Apport liquide	Apport solide	0,6960	$Y = 0,91 X + 7,6$
Précipitations	Apport solide	0,0843	$Y = 0,84 X - 160,6$
Précipitations	Transport solide	0,0810	$Y = 0,17 X + 75,9$

tonnage de l'oued Medjerda supérieur. Ce phénomène est mieux caractérisé par les corrélations obtenues entre les valeurs hivernales et annuelles des apports liquides et solides, de l'écoulement et des transports solides spécifiques (Tab n°6).

VI- Les variations des transports solides et leurs relations avec les précipitations et l'écoulement durant le printemps

Avec une pluviométrie moyenne de 171 mm, soit 28,6% de la pluviométrie moyenne annuelle, un écoulement moyen de 66 mm, soit 39% de l'écoulement moyen annuel et un tonnage moyen de 49 t/km², soit 43,2% du tonnage moyen annuel, le printemps est la seconde saison de l'érosion dans le bassin-versant de l'oued Medjerda supérieur. Cette saison présente des valeurs de transports solides supérieurs à la moyenne saisonnière durant le printemps des années 1976, 1979, 1982 et 1984. Ces valeurs correspondent à une pluviométrie et à un écoulement moyens supérieurs aux moyennes saisonnières (Tab n°7 et Fig n°7).

Tab n°7- Variations des pluies, de l'écoulement et des transports solides durant le printemps

	P(mm)	A.L (10 ⁶ m ³)	E (mm)	A.S (10 ⁶ t)	TSS (t/km ²)
1975-76	247,9	18,4	84,9	15,7	65,7
1976-77	133,1	6,5	29,8	6,6	22,5
1977-78	125,9	8,2	37,3	7,3	26,0
1978-79	257,5	23,8	109,7	17,1	95,9
1979-80	250,9	13,1	60,4	12,2	48,5
1980-81	95,0	8,2	37,7	6,9	26,8
1981-82	221,0	19,0	87,8	16,0	66,9
1982-83	127,0	8,6	39,8	7,9	29,0
1983-84	170,7	14,2	65,6	11,3	80,6
1984-85	79,4	22,3	102,9	5,9	28,0
Moyenne	170,8	14,2	66,4	10,7	49,0

Le maximum saisonnier des transports solides spécifiques appartient à l'année hydrologique 1983-84 qui est une année de forte pluviométrie, d'écoulement abondant et d'érosion élevée. La charge solide du printemps 1984 s'élève à 81 t/km², soit 47,6% du tonnage moyen annuel. Le rapport entre cette charge solide et la moyenne saisonnière est de 1,65. De ce fait, si on excepte les transports solides spécifiques du printemps 1984 de l'ensemble des exportations en suspension de la période d'observation, la moyenne saisonnière diminuera de 49 à 45 t/km², soit seulement de 8%. Les moyennes saisonnières des transports solides spécifiques et des apports solides du printemps sont presque équivalentes à celles de l'hiver alors que la moyenne pluviométrique et les apports liquides moyens du printemps sont inférieurs à ceux de l'hiver. Tout se passe comme si le comportement morphologique et le fonctionnement hydrologique du bassin-versant de l'oued Medjerda supérieur dépendaient durant le printemps de la pluviométrie automnale et des conditions de l'écoulement hivernales. Il y a vraisemblablement un effet de compensation entre l'augmentation de la turbidité et la décroissance des précipitations et de l'écoulement durant le printemps. L'augmentation de la teneur en suspension de l'oued Medjerda supérieur au printemps est due à l'apport solide issu des différents mouvements de masse et sapements de berges suite à la saturation des zones d'apports gypseuses et argileuses, notamment sur les versants dénudés, exposé au nord ou à l'est et en pentes supérieures à 25%. De ce fait, le tableau n°8 résume nettement les corrélations élevées obtenues entre les pluies, l'écoulement et les transports solides spécifiques.

Tab n°8- Les corrélations entre les précipitations, l'écoulement et les transports solides spécifiques durant le printemps.

Variable X	Variable Y	Correlation "R"	Droite d'ajustement Y= aX + b
Précipitations	Apport solide	0,9296	Y = 14,0 X - 2500
Apport liquide	Apport solide	0,6504	Y = 0,95 X - 2,8
Écoulement	Apport solide	0,6008	Y = 3,79 X - 241,0
Précipitations	Transport solide	0,3327	Y = 0,36 X - 12,5
Apport liquide	Transport solide	0,2929	Y = 0,02 X + 48,7
Écoulement	Transport solide	0,2839	Y = 0,12 X + 41,1

D'après ce tableau, on constate que les apports solides de l'oued Medjerda supérieur ne suivent pas dans leurs variations celles des pluies qui commencent à diminuer à partir de mars. Ces irrégularités donnent à la fois les corrélations les plus

fortes entre les pluies et les transports solides spécifiques à l'échelle saisonnière et les corrélations les plus faibles entre les valeurs annuelles des pluies, de l'écoulement et des transports solides et celles du printemps (Tab n°9).

A cet effet, il convient de déterminer les périodes d'érosion durant l'année hydrologique pour mieux saisir les variations et les irrégularités des transports solides et leurs relations avec les précipitations et les débits de l'oued Medjerda supérieur.

Tab n°9- Les corrélations entre les valeurs annuelles des précipitations, de l'écoulement et des transports solides et celles du printemps

Variable X Printemps	Variable Y année	Correlation "R"	Droite d'ajustement $Y = aX + b$
Transport solide	Transport solide	- 0,0008	$Y = -0,004 X + 113,6$
Apport solide	Apport solide	- 0,1524	$Y = -0,04 X + 25,0$
Précipitations	Transport solide	- 0,1551	$Y = -0,16 X + 140,7$
Précipitations	Apport solide	- 0,1645	$Y = -0,83 X + 166,4$
Apport liquide	Transport solide	- 0,3550	$Y = -0,03 X + 113,8$
Apport liquide	Apport solide	- 0,3645	$Y = -0,17 X + 27,0$
Écoulement	Transport solide	- 0,4498	$Y = -0,19 X + 126,0$
Écoulement	Apport solide	- 0,4593	$Y = -0,92 X + 85,6$

VII- Les variations mensuelles des transports solides et leurs relations avec les précipitations et les débits

La relation entre les transports solides spécifiques moyens mensuels et le coefficient mensuel de débit exprimé par le rapport de l'écoulement à la pluviométrie moyenne mensuelle montre l'existence de deux périodes d'érosion complètement différentes (Tab n° 10 et Fig n° 8), (Bourouba.M,1994).

Tab n°10- variations mensuelles des précipitations, des débits liquides et solides, de la turbidité et des transports solides spécifiques (*)

	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Moy.
Pmm	30,6	53,9	75,4	82,2	72,5	65,8	81,7	58,4	30,7	16,2	12,7	18,2	49,9
Pv	0,61	1,08	1,51	1,64	1,45	1,31	1,63	1,17	0,61	0,32	0,25	0,36	1,00
Qm ³ /s	0,054	0,214	0,841	1,526	2,663	3,077	2,684	2,124	0,643	0,167	0,059	0,095	1,178
Cmd	0,04	0,18	0,71	1,29	2,26	2,61	2,27	1,80	0,54	0,14	0,05	0,08	1,00
Emm	0,6	2,6	10,0	18,8	32,9	34,3	33,1	25,4	7,9	2,0	0,7	1,1	14,1
C g/l	0,50	0,80	0,92	0,93	0,42	0,55	0,63	0,80	1,02	0,57	0,54	0,51	0,65
Cs	2,14	3,66	4,22	4,28	1,96	2,52	2,90	3,68	4,70	2,54	2,53	2,36	3,04
Qskg/s	0,027	0,171	0,773	1,419	1,118	1,692	1,690	1,423	0,668	0,095	0,031	0,048	0,762
Qs/Qs	0,03	0,22	1,01	1,86	1,46	2,22	2,21	1,86	0,87	0,12	0,04	0,06	1,00
Tt/km ²	0,3	2,1	9,2	17,5	14,0	18,8	20,9	20,3	8,1	1,1	0,4	0,6	9,4
Tss/Tss	0,03	0,22	1,00	1,90	1,52	2,05	2,28	2,16	0,88	0,12	0,04	0,06	1,00
Ce%	1,96	4,82	13,26	22,87	45,37	52,12	40,51	43,49	25,73	12,34	5,51	6,04	28,2

1- Une période de forte érosion va de décembre à avril. Elle coïncide avec la période des hautes eaux caractérisée par une pluviométrie élevée, un écoulement abondant et une

(*)-Pv: coefficient de pluviosité, Cmd: coefficient mensuel de débit, C: turbidité, Cs: turbidité spécifique en g/m³/km², Qs/Qs: rapport débit solide mensuel au débit solide moyen mensuel, Tss/Tss: rapport transport solide mensuel au transport solide moyen mensuel.

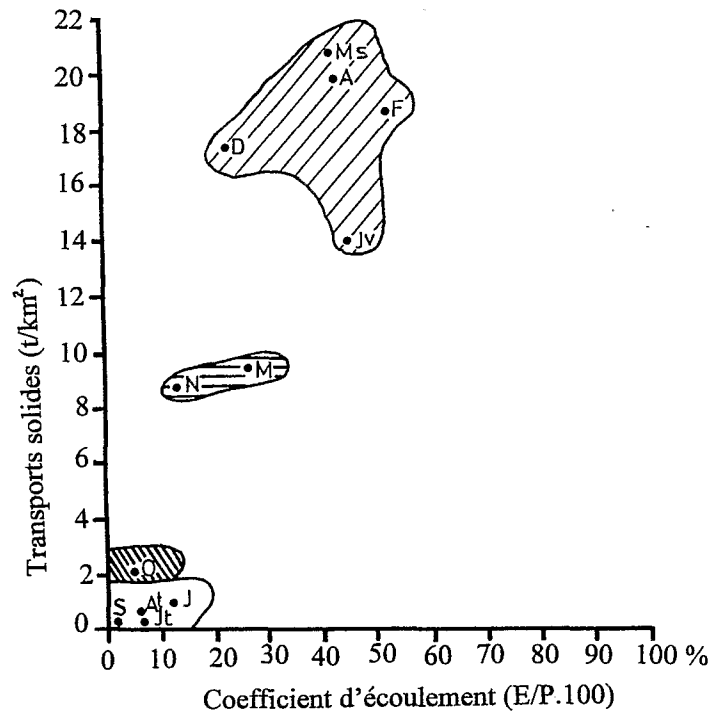


Fig n° 8 - La relation entre le coefficient d'écoulement et les transports solides spécifiques moyens mensuels (période septembre 1975-août 1985)



- 1 - période de forte érosion et d'écoulement abondant
- 2 - période intermédiaire
- 3 - période d'écoulement et d'érosion faibles
- 4 - période d'érosion faible et des étiages

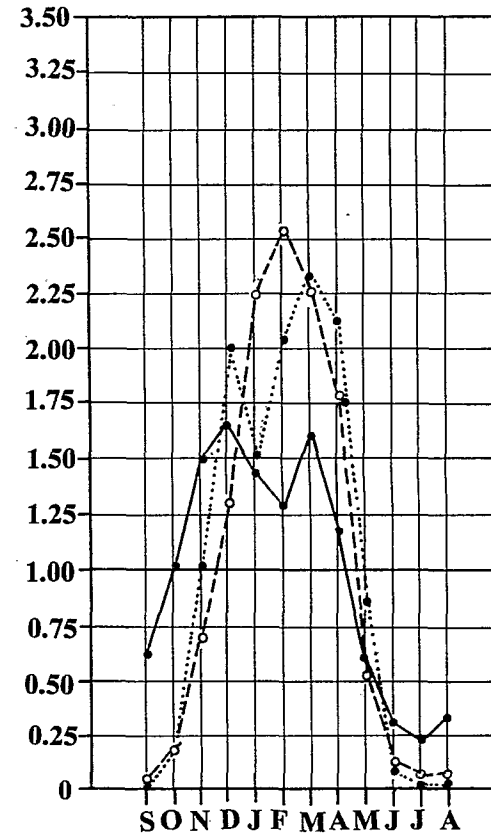
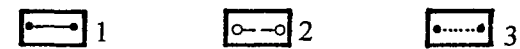


Fig n°9 - Coefficient mensuel de pluviosité, de débit et rapport des transports solides spécifiques mensuels aux transports solides spécifiques moyens mensuels (période septembre 1975-août 1985)



- 1 - Coefficient de pluviosité
- 2 - Coefficient mensuel de débit
- 3 - Rapport des Tss mensuels aux Tss moyens mensuels

extension spatiale des différentes formes de dynamique conjuguant dans les zones d'apport les ruissellements et les ravinements aux mouvements de masse. L'érosion de cette période de l'année hydrologique est énormément influencée par les conditions hydromorphologiques suivantes:

- 1- Une pluviométrie moyenne mensuelle supérieure à 58 mm avec un maximum de 82 mm en décembre, soit un coefficient de pluviosité allant respectivement de 1,17 à 1,64 (Fig n°9).
- 2- Un débit liquide moyen mensuel supérieur à $1,526 \text{ m}^3/\text{s}$, soit un débit liquide moyen mensuel spécifique de $7,032 \text{ l/s/km}^2$ et avec un débit liquide mensuel maximal de $3,077 \text{ m}^3/\text{s}$, en février, soit un débit liquide mensuel maximal spécifique de $14,179 \text{ l/s/km}^2$. Le coefficient mensuel d'écoulement de cette période d'érosion allait de 1,29 à 2,61. L'augmentation du débit liquide de décembre à avril est particulièrement favorisée par la décroissance de l'évapotranspiration et par la saturation des formations marno-calcaires du versant septentrional et marno-gypseuses du versant méridional. De ce fait, toutes les valeurs mensuelles maximales du débit liquide de l'oued Medjerda supérieur sont enregistrées 4 fois en mars, 3 fois en février, 1 fois en janvier, avril et décembre avec une valeur-record de $6,980 \text{ m}^3/\text{s}$, soit un débit liquide spécifique de $32,165 \text{ l/s/km}^2$, enregistrée en décembre 1976.
- 3- Une turbidité moyenne mensuelle supérieure à 0,42 g/l, soit une turbidité spécifique moyenne supérieure à $1,96 \text{ g/m}^3/\text{km}^2$ et une turbidité mensuelle maximale de 0,93 g/l, en décembre, soit une turbidité spécifique maximale de $4,28 \text{ g/m}^3/\text{km}^2$. Les valeurs maximales de turbidité ont été atteintes 3 fois en décembre et février, 1 fois en mars, avril, novembre et janvier avec une valeur-record de 3,19 g/l en décembre 1983, soit une turbidité spécifique de $3,68 \text{ g/m}^3/\text{km}^2$.

Par conséquent, toutes les valeurs mensuelles maximales des transports solides spécifiques suivent nettement dans leurs variations celles du débit liquide avec 4 valeurs en mars, 2 valeurs en février et avril, 1 valeur en décembre et janvier et avec une valeur-record de 82 t/km^2 en décembre 1976.

Ainsi, le tableau n° 11 appelle deux remarques importantes:

a- Les valeurs maximales de pluies, du débit liquide, de turbidité et des transports solides spécifiques ne concordent que durant 3 années hydrologiques: 1975-76, 1977-78 et 1978-79.

b- Les valeurs mensuelles maximales des transports solides spécifiques dépendent fortement de l'augmentation du débit liquide de décembre à février et de l'augmentation de la turbidité de mars à avril.

2- Une période d'érosion faible qui se limite au seul mois d'octobre en plus la période d'étiage. Le mois d'octobre marque le début de l'augmentation des précipitations et des débits liquides suite à une saison estivale sèche et chaude dont les effets hydromorphologiques se prolongent jusqu'à novembre. Les quantités de sédiments évacués par l'écoulement de l'oued Medjerda au mois d'octobre sont influencées par les phénomènes de glaçage et de splash provoqués par les premières averses violentes de l'automne. Entre les deux périodes d'érosion précédentes se situent les mois de novembre et de mai avec une charge solide moyenne variant respectivement entre 8 et 9 t/km^2 et un coefficient d'écoulement oscillant respectivement entre 13,3 et 25,7%. Ces variations correspondent à la fois au début de la croissance des précipitations, de la turbidité et du

débit solide de l'automne ainsi qu'au début de la décroissance des pluies, de l'écoulement et du débit solide du printemps. De ce fait, le mois de novembre présente un coefficient mensuel de débit inférieur à 1,0 et ce, malgré sa pluviométrie élevée. Durant cette période de l'année hydrologique, l'infiltration l'emporte sur l'écoulement superficiel du bassin-versant de l'oued Medjerda supérieur comme l'est déjà le cas dans les différents bassins telliens (Bougherara.A,1986; Bourouba.M,1988; Benchetrit.M,1972; Mebarki.A,1982 et Ghachi.A,1986).

Tab n°11- Valeurs mensuelles maximales de pluies, de débit liquide, de turbidité et de transports solides spécifiques.

	Pmm	Mois	Qm ³ /s	Mois	T g/l	Mois	Tss t/km ²	Mois
1975-76	116,2	Mars	3,580	Mars	0,82	Mars	36,0	Mars
1976-77	128,1	Oct.	6,980	Dec.	1,04	Nov.	82,0	Dec.
1977-78	93,6	Fev.	2,180	Fev.	0,76	Fev.	18,4	Fev.
1978-79	185,3	Avr.	6,970	Avr.	0,93	Avr.	77,4	Avr.
1979-80	159,5	Nov.	3,370	Mars	0,88	Jan.	35,7	Mars
1980-81	162,2	Dec.	6,340	Fev.	0,83	Fev.	58,8	Fev.
1981-82	121,2	Mars	4,520	Mars	0,88	Fev.	43,9	Mars
1982-83	130,9	Nov.	3,208	Jan.	0,80	Dec.	31,6	Jan.
1983-84	225,2	Jan.	11,770	Fev.	3,19	Dec.	15,5	Avr.
1984-85	261,8	Dec.	5,897	Mars	0,97	Dec.	22,8	Mars

Cette période coïncide avec le début de la reconstitution des nappes aquifères qui contribuent beaucoup à l'alimentation des débits liquides de l'oued Medjerda supérieur jusqu'au début de juin. Par contre, le mois de mai présente le maximum mensuel de la turbidité avec 1,02 g/l, soit une turbidité spécifique de 4,703 g/m³/km². Cette valeur élevée de turbidité est fortement atténuée par la faiblesse de du débit liquide. Le taux de transport solide spécifique correspondant à cette turbidité ne dépasse pas 8,1 t/km² et est nettement inférieur à la moyenne mensuelle (Tab n°1). Les concentrations élevées du mois de mai sont énormément influencées par les apports solides issus des sapements de berges et des mouvements de masse des bas-versants qui atteignent les limites de liquidité en fin de printemps. Ces formes d'érosion continuent à alimenter en troubles l'oued principal à cause de leur proximité du lit, notamment au Djebel Dekma marneux (1113 m) et au Djebel Tiffech (1154 m). Donc, le fonctionnement hydrologique et le comportement du bassin-versant de l'oued Medjerda supérieur dépendaient des variations de la turbidité de la période allant de décembre à avril, car l'ensemble de la charge solide moyenne de cette période s'élève à 91,5 t/km², soit 81% du tonnage moyen annuel. Tout se passe comme si le bilan de l'érosion du bassin-versant de l'oued Medjerda supérieur résulte des conditions climatiques d'une période de préparation des matériaux qui allait de juin à octobre et des conditions morphologiques d'une période de mobilisation, d'entraînement et de transport allant de novembre à mai (Fig 19). Les pluies de cette période de l'année hydrologique se caractérisent par une grande capacité de mobilisation et par un grand pouvoir érosif dans les bassins versants méditerranéens (Guigo.M,1977). A cet effet, il serait intéressant d'examiner les variations de la turbidité et des transports solides spécifiques et leurs relations avec les débits de l'oued Medjerda supérieur durant unepériode de crue de printemps qui s'est produite le 16 avril 1979.

VIII- Les variations de la turbidité et leurs relations avec les débits de la crue du 16 avril 1979

Les crues de printemps succèdent à la saison hivernale, froide et caractérisée par la fréquence élevée des pluies généralisées et des averses de fortes intensités (>30 mm/heure) (Demmak.A,1982). Le mois d'avril correspond à la fin de la période des hautes eaux et au début de la décroissance des pluies, de l'écoulement et des transports solides. Les crues du mois d'avril coïncident avec des versants saturés et déblayés, en grande partie, de leurs matériaux meubles après le passage des crues hivernales. De ce fait, l'activité géodynamique de cette période de l'année dépend essentiellement des différentes formes de mouvements de masse et de sapement de berges qui se produisent dans les zones d'apport complètement saturées et situées en bas-versant. Ces processus érosifs sont favorisés dans les secteurs dénudés ou mal protégés et/ou en pentes supérieures à 25%. Dans ces conditions morphologiques, le mois d'avril 1979 a enregistré:(Fig n°10 et Tab n°12).

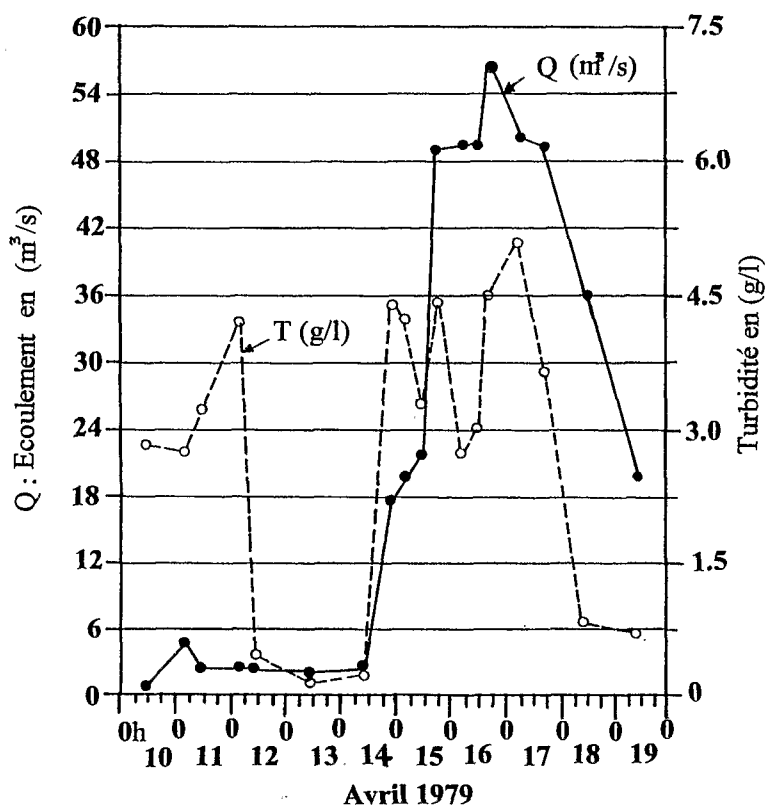


Fig n°10- Les variations du débit et de la turbidité de l'oued Medjerda supérieur à Souk Ahras lors de la crue du mois d'avril 1979

Tab n° 12- Caractéristiques hydrologiques de la crue du 16 avril 1979

Caractéristiques hydrologiques	Crue du 16 avril 1979
Débit de pointe (m ³ /s)	56,3
Débit moyen (m ³ /s)	24,1
Volume ruisselé maximal (10 ⁶ m ³)	2,2
Volume ruisselé moyen (10 ⁶ m ³)	0,03
Lame ruisselée (mm)	2,4
Apport solide maximal (10 ³ tonnes)	11,7
Apport solide moyen (10 ³ tonnes)	0,08
Concentration de pointe (g/l)	5,4
Concentration moyenne (g/l)	2,8

- une pluviométrie mensuelle de 185,3 mm, soit 33% de la lame d'eau précipitée annuelle.
- un débit journalier maximal de 56,3 m³/s, enregistré le 16 avril et qui est supérieur de 8 fois au débit moyen mensuel.
- une turbidité journalière maximale de 5,35 g/l, enregistrée le 17 avril. Cette turbidité est supérieure de 6 fois à la turbidité moyenne du mois d'avril 1979 et de 8 fois à la turbidité moyenne mensuelle.
- une charge solide journalière maximale de 53,9 t/km², enregistrée le 17 avril. Cette charge solide est supérieure de 2,6 fois à la charge solide spécifique moyenne du mois d'avril.
- le maximum du débit mensuel avec 6,970 m³/s, soit un débit liquide spécifique de 32,119 l/s/km² qui est supérieur de 6 fois au module de 10 ans.
- un volume d'eau écoulé moyen mensuel de 23,8 . 10⁶ m³ correspondant à une lame d'eau écoulée qui s'élève à 109,7 mm, soit 85% de la lame d'eau et du volume d'eau écoulés annuels.
- une concentration moyenne de 0,72 g/l qui a entraîné un apport solide de 17,1 . 10⁶ tonnes, soit un taux de transport solide spécifique de 78,8 t/km². Ce tonnage représente 72,6% du total annuel des transports solides spécifiques. De ce fait, le rapport des apports solide et liquide du mois d'avril 1979 aux apports moyens mensuels (10,68 . 10⁶ tonnes et 14,24 10⁶ m³) s'élève respectivement à 1,6 fois et à 1,7 fois. Donc, il est clair que l'essentiel de la dynamique érosive de l'année hydrologique 1978-79 s'est produit durant le mois d'avril, caractérisé par une forte crue.

La genèse de l'évènement torrentiel du 16 avril 1979 est énormément influencée par la saturation générale du bassin-versant de l'oued Medjerda supérieur. La montée de la crue en question montre une croissance rapide du débit liquide qui est passé de 1,336 m³/s (14 avril) à 17,600 m³/s (le 15 avril) avant d'atteindre son maximum avec 56,300 m³/s (le 16 avril). A ces variations de l'écoulement correspond aussi des variations des transports solides en suspension et des transports solides spécifiques avec:

- 0,53 g/l et 0,14 t/km² (le 14 avril)
- 4,32 g/l et 15,1 t/km² (le 15 avril)
- 5,35 g/l et 53,9 t/km² (le 17 avril)

Les variations journalières du débit liquide, de la turbidité et des transports solides spécifiques montrent les aspects hydromorphologiques suivants:

- 1- un décalage dans le temps entre les valeurs maximales du débit, d'une part et de la turbidité ainsi que des transports solides spécifiques, d'autre part. Ce décalage est vraisemblablement lié à la nature des processus érosifs dominés durant cette période de l'année par les mouvements de masse et le sapement de berges. Les matériaux et sédiments de ce type dynamique ne seraient facilement mobilisables qu'après que les limites de liquidité soient atteintes.
- 2- malgré la décroissance pluviométrique, la saturation totale du bassin-versant de l'oued Medjerda supérieur favorise beaucoup la genèse rapide des crues. De ce fait, le débit solide de l'oued Medjerda supérieur est énormément influencé par l'apport des zones affectées par les mouvements de masse et le sapement de berges, car les ruissellements et l'écoulement de cette période de l'année n'arrivent pas à atteindre la capacité de mobilisation et de transport de ceux des crues hivernales provoquées par des pluies plus intenses et des débits plus forts.
- 3- les moyennes mensuelles des débits et de la turbidité dépendent fortement des variations journalières de l'écoulement des périodes de crues. Les débits et les transports solides en suspension enregistrés durant l'évènement torrentiel du 16 avril 1979 dépassent de loin les valeurs moyennes mensuelles.

Conclusion

A l'échelle annuelle, les relations concordantes entre les pluies et les transports solides spécifiques sont plus faibles que celles qui existent entre ces derniers et l'écoulement. Ces différences sont nettement caractérisées par:

- des coefficients de corrélation plus forts entre l'écoulement et les transports solides spécifiques.
- des discordances entre le maximum annuel des transports solides spécifiques et celui des précipitations et de l'écoulement.
- un apport considérable de la charge solide annuelle maximale dans les variations du tonnage annuel. La relation entre le maximum annuel des transports solides et le tonnage moyen annuel est équivalent au rapport de la charge solide hivernale maximale à la moyenne saisonnière.

A l'échelle saisonnière, le bassin-versant de l'oued Medjerda supérieur se caractérise par deux saisons de forte érosion: l'hiver et le printemps.

Ces deux saisons diffèrent par leurs processus érosifs. L'hiver, avec le tonnage saisonnier le plus élevé, coïncide avec l'augmentation des pluies et des débits qui compensent la faiblesse de la turbidité. Le printemps, avec un tonnage moins élevé, se caractérise par des turbidités plus élevées qui arrivent à compenser la faiblesse des pluies et de débit jusqu'au début du mois de juin. Ces différences sont exprimées par des corrélations plus étroites entre les valeurs annuelles des pluies, de l'écoulement et des transports solides spécifiques et celles de l'hiver.

A l'échelle mensuelle, la dynamique érosive du bassin-versant de l'oued Medjerda supérieur se produit durant deux périodes complètement différentes:

- une période de forte érosion allant de décembre à avril. Elle se caractérise par les lames d'eau précipitées et écoulées supérieures aux moyennes mensuelles. Les précipitations et l'écoulement de cette période de l'année entraînent des valeurs fortes de transports solides spécifiques.

- une période de faible érosion avec 3 mois: octobre, novembre et mai, en plus la période des étiages. L'érosion du mois d'octobre coïncide avec le début de l'augmentation des pluies, du débit et de la turbidité. Celle de novembre marque la fin de l'automne et le début de l'hiver, saison de forte érosion. Par contre, l'érosion du mois de mai correspond à la fin de la seconde saison de forte érosion, le printemps.

Toutes ces variations sont conditionnées par l'état de saturation du bassin-versant de l'oued Medjerda supérieur, par les types de dynamique érosive de chaque saison et de chaque période d'érosion ainsi que par les variations du débit et de la turbidité durant les périodes de crues, comme le montre l'exemple de l'évènement torrentiel du 16 avril 1979.

A titre de comparaison, le tonnage de l'oued Medjerda supérieur obtenu à partir des mesures de turbidité est:

- inférieur au taux de dégradation spécifique global, calculé à partir des mesures de transports solides de différents calibres.
- inférieur au taux de dégradation spécifique relatif aux zones d'apports seulement et pas forcément toute la superficie du bassin-versant de l'oued Medjerda supérieur.
- parmi les plus faibles de l'Algérie septentrionale tellienne (Bourouba.M, 1996).
- proche de celui de l'oued Mecta au barrage de Cheurfa avec $150 \text{ t/km}^2/\text{an}$ évalué à partir des mesures d'envasement et aussi de celui de l'oued Tafna à la station de la Pierre du Chat avec $145 \text{ t/km}^2/\text{an}$, obtenu à partir des mesures de turbidité (Sogreah, 1967).

Bibliographie

- 1- Annales hydrologiques et pluviométriques de l'Algérie, série 1975-76/1984-85, ANRH, Bir Mourad Rais, Alger.
- 2- Benchetrit.M (1972): L'érosion actuelle et ses conséquences sur l'aménagement en Algérie, Paris, P.U.F, 216 pages, 28 figures.
- 3- Bougherara.M (1986): L'érosion actuelle dans le Tell oriental: le cas du bassin-versant de l'oued Agrioun, thèse de 3^e cycle, Université d'Aix-Marseille II, 412 pages.
- 4- Bourouba.M (1988): Hydrologie et érosion actuelle dans le Tell oriental: le cas du bassin-versant de l'oued Djendjen, thèse de 3^e cycle, Université d'Aix-Marseille II, 404 pages, 88 figures, 6 cartes h.t.
- 5- Bourouba.M (1993): Bilan de l'érosion des bassins-versants de l'Algérie orientale, revue des travaux de l'institut de géographie de Reims n° 85-86, pp 15-24
- 6- Bourouba.M (1994): Bilan comparatif de l'érosion actuelle de deux bassins-versants de l'Algérie orientale: la Seybouse le Djendjen, revue Méditerranée n°3-4, tome 80, Aix-en-Provence, pp 31-39.
- 7- Bourouba.M (1996): Essai de quantification de l'érosion actuelle à partir des mesures de turbidité en Algérie orientale, bulletin de l'ORSTOM n° 16, Montpellier, pp 232-250.
- 8- Bourouba.M (1997): Les variations de la turbidité et leurs relations avec les précipitations et les débits des oueds semi-arides de l'Algérie orientale, bulletin de l'ORSTOM n° 17, pp 345-360.

- 9- Bourouba.M (1997): Les variations de la turbidité et leurs relations avec le débit et les précipitations dans les bassins-versants des oueds Reboa et Boudouaou (Algérie orientale), revue MEDIT n°3, Bologne (Italie), pp 52- 58.
- 10- Bourouba.M (1998): Une synthèse comparative de la teneur en suspension des oueds algériens, 17 pages, 7 figures, inédit.
- 11- Cote.M (1972): Régions bioclimatiques de l'est algérien, CURER, Université de Constantine, 7 pages.
- 12- Demmak.A (1982): Contribution à l'étude de l'érosion et des transports solides en Algérie septentrionale, thèse de Doctorat-ingenieur, Université de Pierre et Marie Curie, Paris 6°, 323 pages, 1 carte h.t.
- 13- Ghachi.A (1986): Hydrologie et utilisation de la ressource en eau en Algérie: le bassin-versant de la Seybouse, Alger, O.P.U., 499 pages.
- 14- Guigo.M (1975): Les variations de la turbidité et leurs relations avec le débit et les précipitations sur le Magra, fleuve de la Ligurie orientale, revue de géographie physique et de la géologie dynamique, volume XVII, fascicule 3, Paris, 259-276 pages.
- 15- Mebarki.A (1982): Le bassin du Kébir-Rhumel (Algérie): Hydrologie et aménagement des ressources en eau, Alger, O.P.U., 304 pages, 44 figures, 10 cartes.
- 16- PNUD (1987): Ressources en eau dans les pays de l'Afrique du nord, projet RAB 90/011, Rapport technique, volume 1 + annexes, ANRH, Bir Mourad Rais, Alger, 35 pages.
- 17- Seltzer.P (1946): Climat de l'Algérie, Université d'Alger, Institut de météorologie et de la physique du Globe, Carboneil, Alger, 219 pages, 2 cartes.
- 18- SOGREAH-INRH (1981): Etude de l'érosion et des transports solides en zones semi-arides, implantation des bassins-versants expérimentaux; définition et dispositif de mesure, ANRH, Bir Mourad Rais, Alger, 46 pages.
- 19- 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.
- 20- Tabuteau.M (1960): Etude graphique pour les conséquences hydro-érosives du climat méditerranéen, BAGF n° 294-295, Paris, pp 130-142
- 21- 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 Rais, Alger, pp 48-54.

**RESEAU
EROSION**



Référence bibliographique Bulletin du RESEAU EROSION

Pour citer cet article / How to cite this article

Bourouba, M. - Contribution à l'étude de l'érosion et des transports solides de l'Oued Medjerda supérieur (Algérie orientale), pp. 76-97, Bulletin du RESEAU EROSION n° 18, 1998.

Contact Bulletin du RESEAU EROSION : beep@ird.fr