

UNIVERSITE CONSTANTINE 1
ANNEE UNIVERSITAIRE 2013/2014

POLYCOPIE de Monsieur LOUAMRI
ABDELAZIZ

RECUEIL D'EXERCICES COMMENTES

TABLE DES MATIERES
BIBLIOGRAPHIE

TABLE DES MATIERES

I. +TD MORPHOMETRIE.....	
II. + TD BILAN HYDROLOGIQUE.....	
III.RELATIONS ECOULEMENT ANNUEL –FACTEURS DE L’ECOULEMENT	
IV FORMULES EMPIRIQUES POUR L’ESTIMATION DE E_c	
V. +TD TRANSPORTS SOLIDES.....	

BIBLIOGRAPHIE

TD n°1:

Etude morphométrique du bassin-versant de l'oued Medjerdah à la station de Souk Ahras

On demande de réaliser une étude morphométrique du bassin -versant de l'oued Medjerdah à la station de Souk Ahras(bassin 12).

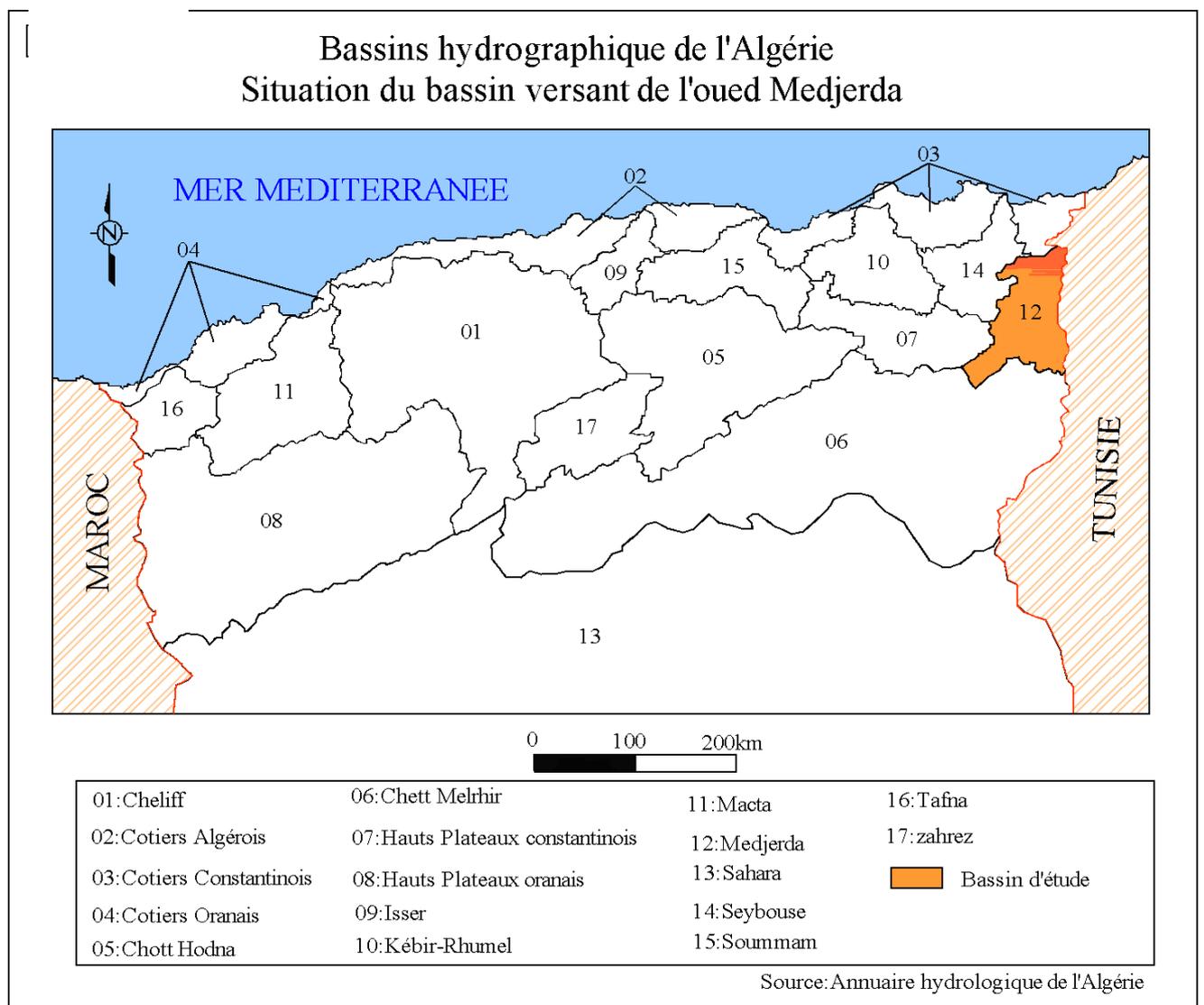


Fig1: Bassins hydrologiques de l'Algérie du Nord

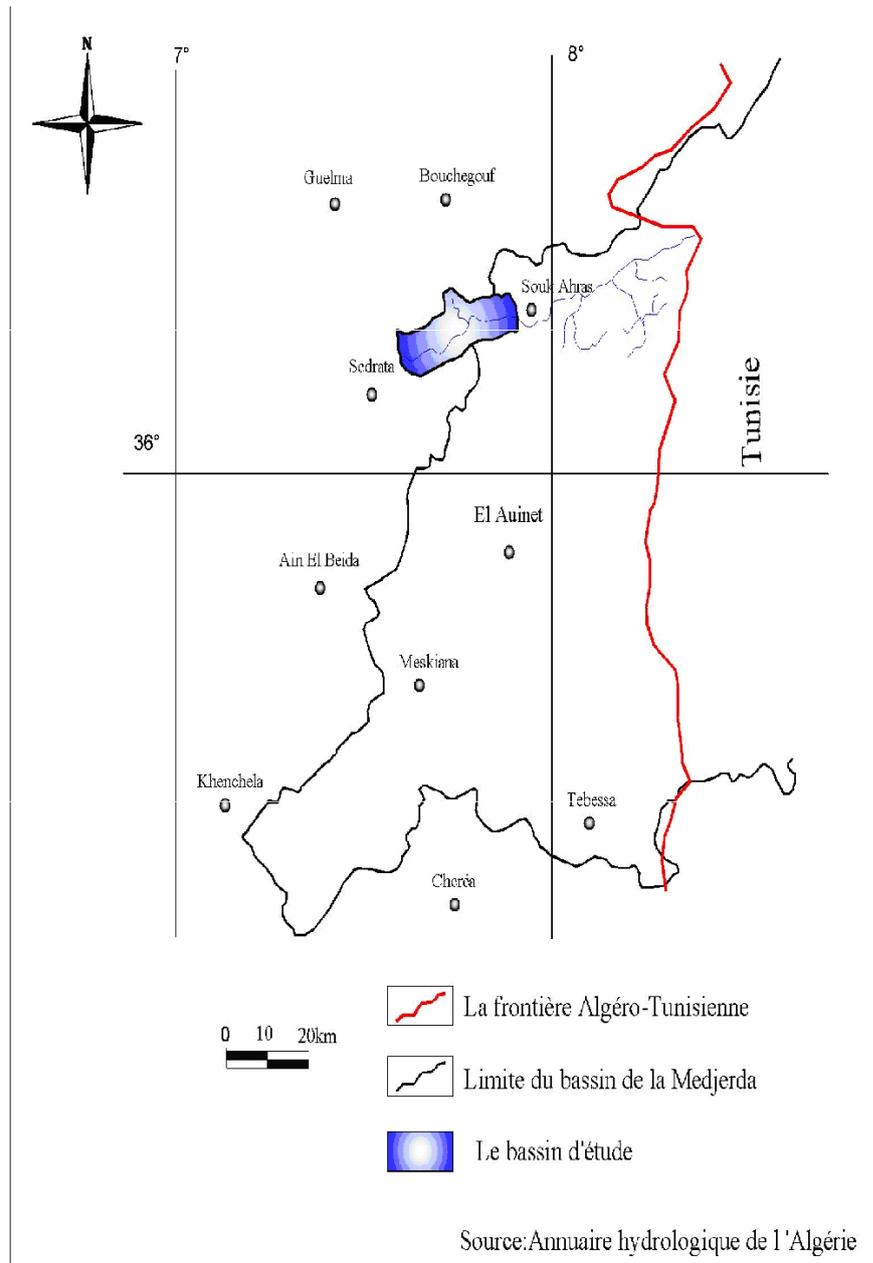


Fig 2: Bassin de l'oued Medjerdah -Mellegue

Le réseau hydrographique du bassin versant de la Medjerda

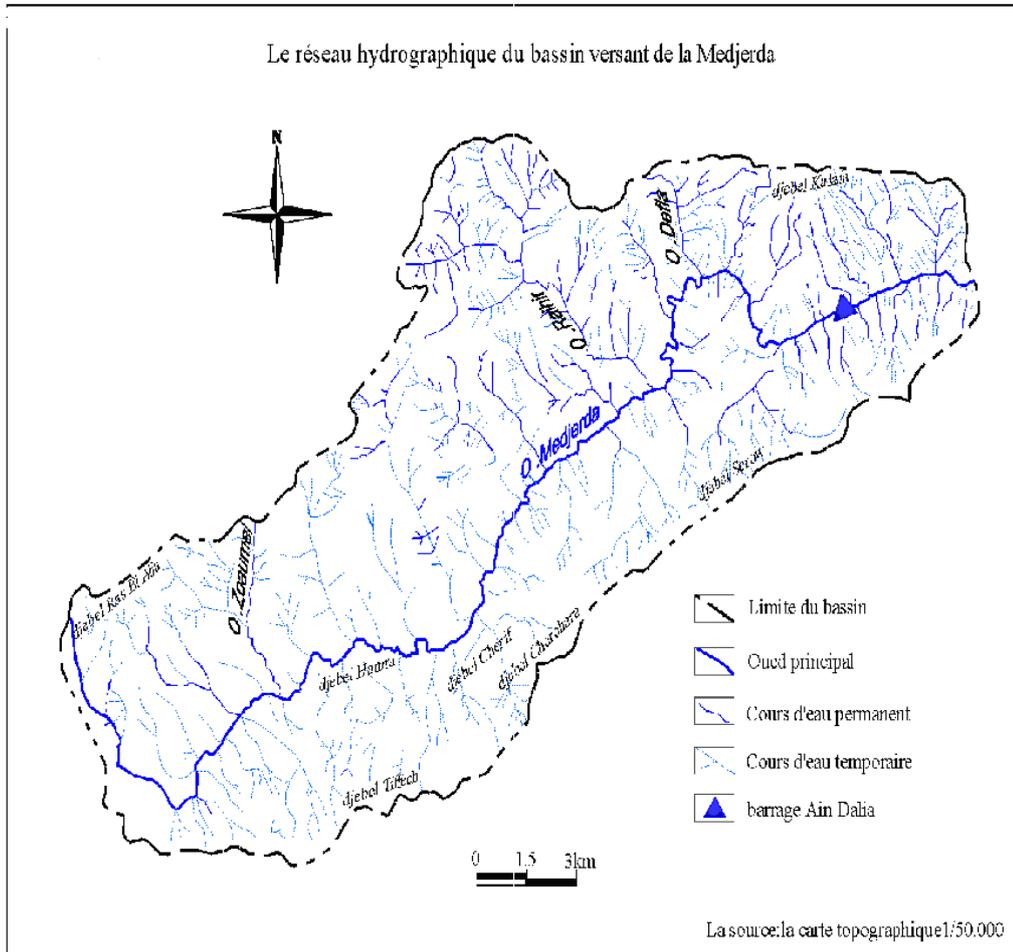


Fig 3: Le réseau hydrographique de l'oued Medjerdah à la station de Souk Ahras

A partir des cartes topographiques, les limites du bassin à la station hydrométrique de Souk Ahras ont été tracées, et le tableau de la répartition hypsométrique a pu être dressé.

Tableau : Tableau de distribution des surfaces du bassin en fonction de l'altitude

Classes		Surfaces
d'altitude (m)		(km ²)
580	600	0.3
600	700	11.6
700	800	45.7
800	900	55.82
900	1000	65.74
1000	1100	31
1100	1200	4.07
1200	1317	1.77

Les mesures de longueurs ont abouti aux résultats suivants :

Périmètre	
Longueurs des oueds permanents	
Longueurs des oueds temporaires	

QUESTIONS:

Les caractéristiques morphométriques : Surface A , périmètre P

Caractéristiques des altitudes (hypsométrie)

Les indices de pente ECRIRE LES FORMULES

- La pente moyenne
- Indice de pente de Roche Ip
- Indice de pente globale Ig
- Dénivelée spécifique Ds

"Reliefs ratios"

Les Modèles Numériques de Terrain ou Modèle Numérique d'Altitude

Caractéristiques du réseau hydrographique

Hiérarchisation du réseau

Les lois de Horton

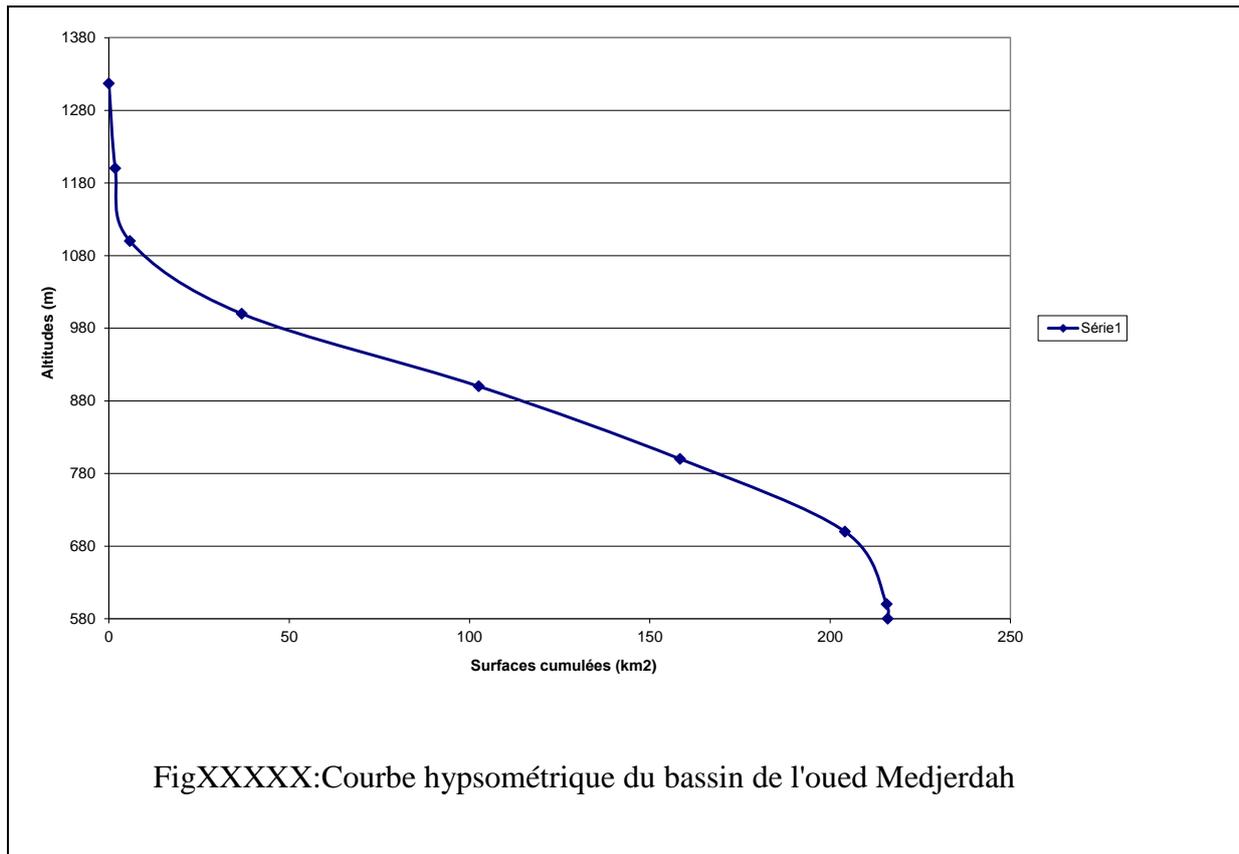
Autres caractéristiques du chevelu

La densité de drainage Dd

La fréquence des thalwegs d'ordre 1 : F1

La courbe aire-distance

Surfaces cumulées			Surfaces cumulées		
> à			< à		
Borne	KM ²	%	Borne		%
580	216	100	1317	216	100
600	215.7	99.86111111	1200	214.23	99.1805556
700	204.1	94.4907407	1100	210.16	97.2962963
800	158.4	73.33333333	1000	179.16	82.94444444
900	102.58	47.4907407	900	113.42	52.5092593
1000	36.84	17.05555556	800	57.6	26.6666667
1100	5.84	2.7037037	700	11.9	5.50925926
1200	1.77	0.819444444	600	0.3	0.13888889
1317	0	0	580	0	0



Longueur du rectangle équivalent 29.7361025 km; 29736.1025 m; 172.441592

Calcul Indice de pente de Roche

Classes d'altitude (m)	Surfaces (km2)	di	ai	ai*di	(ai*di) ^{0,5}	
580	600	0.3	20	0.00138889	0.02777778	0.16666667
600	700	11.6	100	0.0537037	5.37037037	2.31740597
700	800	45.7	100	0.21157407	21.1574074	4.599718188
800	900	55.82	100	0.25842593	25.8425926	5.083561015
900	1000	65.74	100	0.30435185	30.4351852	5.51680933
1000	1100	31	100	0.14351852	14.3518519	3.788383805
1100	1200	4.07	100	0.01884259	1.88425926	1.372683233
1200	1317	1.77	117	0.00819444	0.95875	0.979157801
		216				23.824386
Longueur du rectangle équivalent		29.7361025	km			
		29736.1025				
		172.441592		0.00579907	0.138159163	

Calcul Tc de Giandotti

Classes		Surfaces (km ²)	hi	ai ou si	Vi
d'altitude (m)			Altitude moyenne		Volume partiel
580	600	0.3	590	0.3	177
600	700	11.6	650	11.6	7540
700	800	45.7	750	45.7	34275
800	900	55.82	850	55.82	47447
900	1000	65.74	950	65.74	62453
1000	1100	31	1050	31	32550
1100	1200	4.07	1150	4.07	4680.5
1200	1317	1.77	1258.5	1.77	2227.545
					191350.045
					885.879838
Tc	0.39913632		58.7877538		
			63.3		
			17.4894207		
			6.98066309		0.588
			6H58 mn		

Commentaire

II. BILAN HYDROLOGIQUE + TD

TD : BV BOUHAMDANE 8 POSTES PLUVIOMETRIQUES

Données:

1. Tableau de pluies annuelles (8 postes pluviométriques dans le bassin-versant de l'oued Bouhamdane, 25 années d'observation.

Certains postes localisés à la périphérie des limites du bassin sont utilisés pour les calculs et le tracé de la carte par isohyètes.

2. Carte de localisation des postes pluviométriques

Tableau **WXC**V : Postes pluviométriques

Années		Bordj Sabath	RasElAkba	BenBadis	MedjezAmar	Ouled Habeba	AinMakhlouf	Ain Abid	OuedZenati
1972	1973	800.2	744.8	669.4	798	823.6	599.5	non obs	647.5
1973	1974	362.1	non obs	321.2	nonobs	nonobs	264.9	non obs	294.9
1974	1975	398.2	non obs	385.7	nonobs	nonobs	333.3	401.06	383.3
1975	1976	531	non obs	717.7	nonobs	nonobs	486.7	509.3	506.7
1976	1977	594.3	non obs	564	nonobs	nonobs	506.5	496.44	495.5
1977	1978	401.2	non obs	437.1	nonobs	nonobs	397.5	366.46	387.5
1978	1979	428.9	430.6	412.1	421.4	465.1	401.7	380.12	411.7
1979	1980	584.4	489.7	537.4	522.7	648.2	367.1	non obs	407.1
1980	1981	510.4	551.9	517.2	553.3	530.1	448.8	434.32	478.8
1981	1982	487.8	523.3	567.2	596.2	nonobs	435.7	411.74	475.7
1982	1983	422.1	410	412.2	456.5	597.8	322	441.18	402
1983	1984	646.5	655	505.2	nonobs	639.8	549	578	619
1984	1985	796.2	724.8	714.4	780	803.6	592.5	non obs	622.5
1985	1986	433	466.6	413.7	352.6	381.2	343.6	346.9	363.6
1986	1987	720.5	702	633.3	716	731.8	610	595.4	620
1987	1988	411.9	415.4	435.7	426.3	515.7	391	non obs	421
1988	1989	477.6	430	466.2	620.3	526.5	395	373.4	401
1989	1990	385.5	507.4	270.3??	507.1	508.7	393.7	321.9	403.7
1990	1991	549.9	non obs	490.3	578	601.8	447.3	non obs	457.3
1991	1992	589.5	578.4	530.4	549.2	nonobs	nonobs	564.1	519.5
1992	1993	671.1	662	627.2	613.9	nonobs	nonobs	611.38	551.1
1993	1994	428.1	400.4	413.3	435	436.8	nonobs	379.98	408.1
1994	1995	511	non obs	nonobs	nonobs	nonobs	nonobs	487.8	401
1995	1996	797.2	non obs	724.4	nonobs	nonobs	536.6	640.26	526.6
1996	1997	331.2	non obs	317.7	nonobs	nonobs	255.5	349.46	268.5

Non obs: valeurs non observées ou lacunaires.

On dispose des données de pluies annuelles aux postes pluviométriques de Bordj Sabath, Ras ElAkba, Ben Badis, Medjez Ammar, Ouled Habeba (Bou Snib), Ain Makhlouf, Ain Abid et Oued Zenati.

Deux postes peuvent être considérés comme des stations de référence alors que les 6 autres postes présentent des lacunes qui doivent être comblées pour être utilisés dans le calcul du bilan hydrologique.

On demande:

1. Ajustement des pluies annuelles à la loi normale (loi de Gauss) et à la loi racine-normale pour s'assurer de la normalité des séries pluviométriques;
2. Critique des données par la méthode des cumuls des résidus de régression;
3. Comblement des lacunes pluviométriques annuelles par la méthode des régressions linéaires simples ;
4. Calcul de la pluie moyenne :
 - Moyenne arithmétique;
 - Méthode de Thiessen;
 - Calcul de la lame précipitée à partir de la carte des isohyètes;
5. Evaluation des écoulements par les formules empiriques:
 Estimer E_c par les formules empiriques : Samie , Medinger , Chaumont , Sogreah , Deri II.
 Formules non utilisables dans ce cas . Pourquoi ?

1. Ajustement des pluies annuelles du poste de Bordj Sabath à la loi normale et à la loi racine-normale pour s'assurer de la normalité des séries pluviométriques

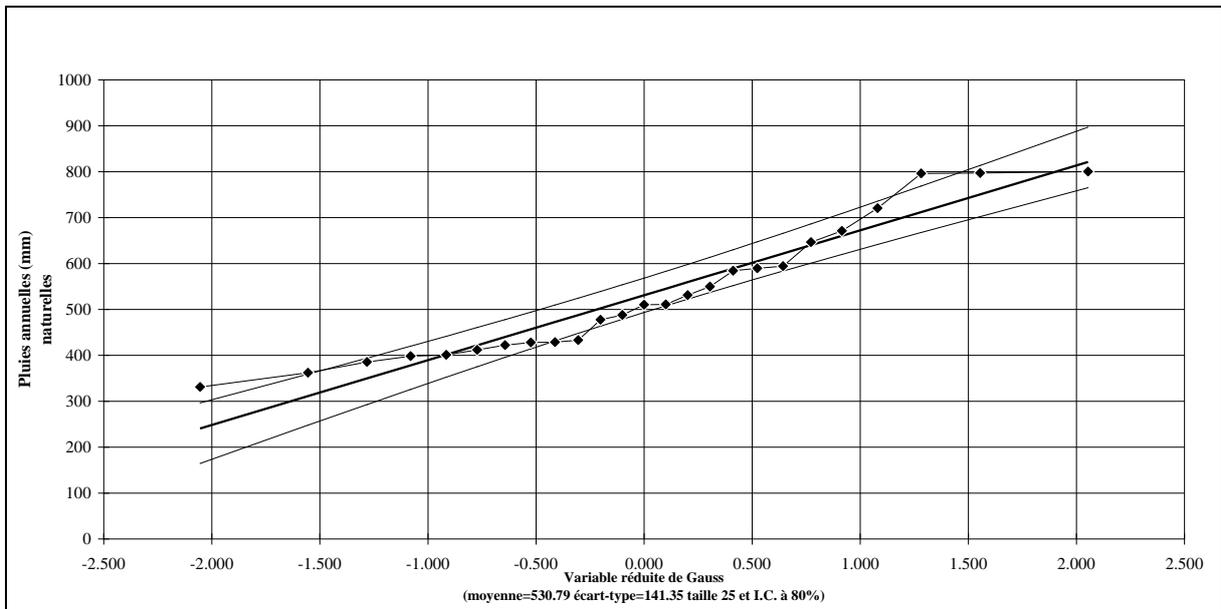
1.1. Ajustement des pluies annuelles du poste de Bordj Sabath à la loi normale

Procédure:

		Valeurs ordonnées (1)					
Années		Bordj Sabath	Bordj Sabath O.C.	Rang	Fréq exp	Fréq exp*100	
1972	1973	800.2	331.2	1	0.02	2	
1973	1974	362.1	362.1	2	0.06	6	
1974	1975	398.2	385.5	3	0.1	10	
1975	1976	531	398.2	4	0.14	14	
1976	1977	594.3	401.2	5	0.18	18	
1977	1978	401.2	411.9	6	0.22	22	
1978	1979	428.9	422.1	7	0.26	26	
1979	1980	584.4	428.1	8	0.3	30	
1980	1981	510.4	428.9	9	0.34	34	
1981	1982	487.8	433	10	0.38	38	
1982	1983	422.1	477.6	11	0.42	42	
1983	1984	646.5	487.8	12	0.46	46	
1984	1985	796.2	510.4	13	0.5	50	
1985	1986	433	511	14	0.54	54	

1986	1987	720.5	531	15	0.58	58
1987	1988	411.9	549.9	16	0.62	62
1988	1989	477.6	584.4	17	0.66	66
1989	1990	385.5	589.5	18	0.7	70
1990	1991	549.9	594.3	19	0.74	74
1991	1992	589.5	646.5	20	0.78	78
1992	1993	671.1	671.1	21	0.82	82
1993	1994	428.1	720.5	22	0.86	86
1994	1995	511	796.2	23	0.9	90
1995	1996	797.2	797.2	24	0.94	94
1996	1997	331.2	800.2	25	0.98	98

0.C.:Ordre croissant (Fréquence au Non-dépassement)
Fréquence expérimentale ici (Fréquence au non-dépassement)
= $\frac{(\text{Rang}-0.5)}{n}$, n:taille de l'échantillon (ici n=25)



FigCVBN: Ajustement à la loi normale des pluies annuelles , poste de Bordj Sabath

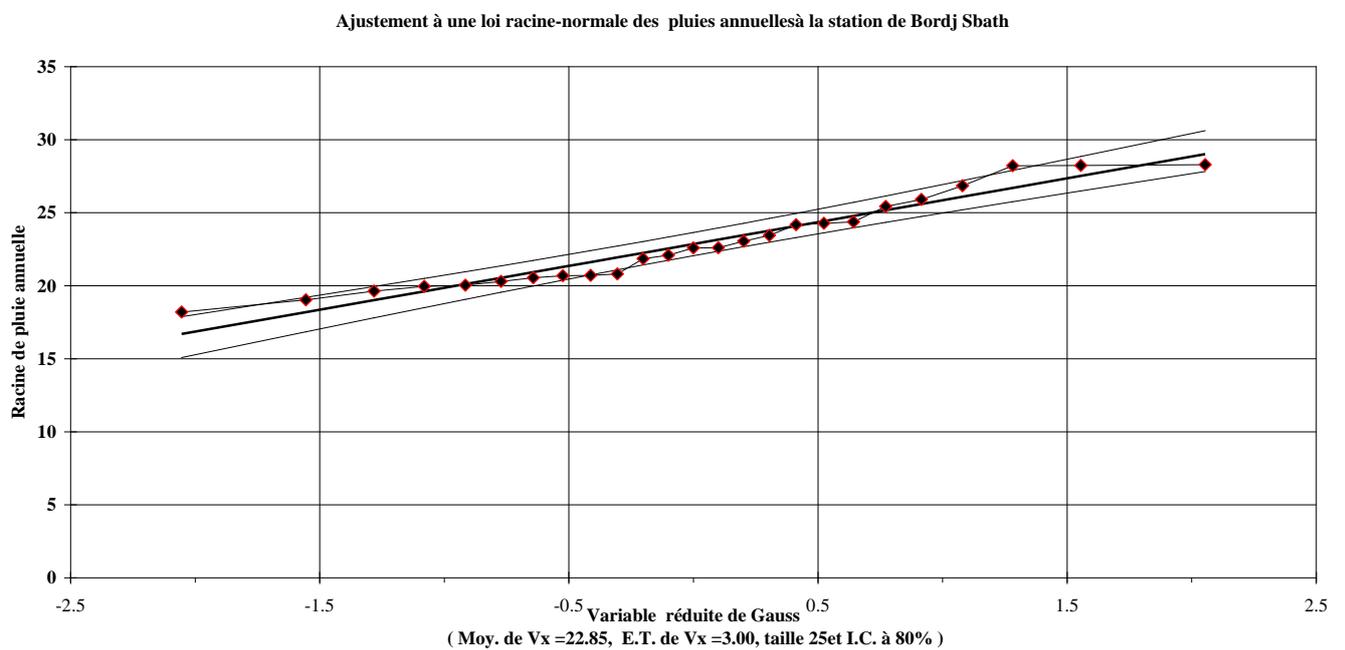
Moyenne.....

Ecart-type.....

La normalité des séries pluviométriques a été vérifiée par l'ajustement graphique pour le poste de Bordj

Sabath. Elle doit l'être pour les 8 postes pluviométriques.

1.2. Ajustement des pluies annuelles du poste de Bordj Sabath à la loi racine-normale



La loi racine-normale convient également pour l'ajustement des pluies annuelles.

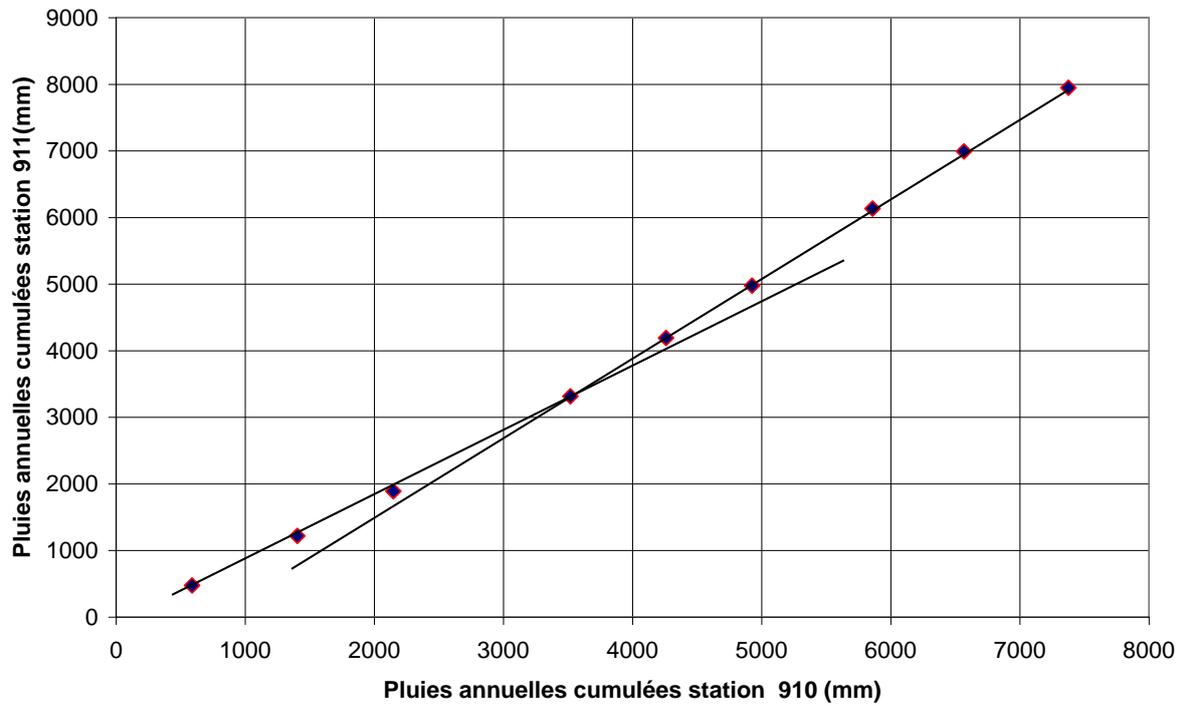
Mais dans cet exemple , on se basera sur la loi normale.

2. Critique des données par les méthodes des doubles -cumuls et des cumuls des résidus de régression

2.1. Critique des données par les méthodes des doubles -cumuls

Données de base			Application de la méthode des doubles-cumuls				
Années	STATION 910	STATION 911		STATION 910	STATION 911	STATION 910	STATION 911
ANNEE 1	Non Obs	N				Pmm cumulées	Pmm cumulées
ANNEE 2	Non Obs	1192	ANNEE 4	588	476	588	476
ANNEE 3	Non Obs	690	ANNEE 5	815	744	1403	1220
ANNEE 4	588	476	ANNEE 6	745	669	2148	1889
ANNEE 5	815	744	ANNEE 8	1370	1425	3518	3314
ANNEE 6	745	669	ANNEE 9	742	877	4260	4191
ANNEE 7	Non Obs	874	ANNEE 10	665	787	4925	4978
ANNEE 8	1370	1425	ANNEE 11	933	1155	5858	6133
ANNEE 9	742	877	ANNEE 12	709	859	6567	6992
ANNEE 10	665	787	ANNEE 13	808	956	7375	7948
ANNEE 11	933	1155					
ANNEE 12	709	859					
ANNEE 13	808	956					
ANNEE 14	Non Obs	473					
ANNEE 15	1089	Non Obs					

GRAPHE DES DOUBLES-CUMULS et INTERPRETATION



FigBVC: Graphe des doubles-cumuls entre les stations 910 et 911

CORRECTION DES VALEURS DOUTEUSES

Correction des valeurs erronées à la station 911 (années 4,5et6)							
		STATION 910	STATION 911	STATION 910 Pmm cumulées	STATION 911 Pmm cumulées	STATION 911 Valeurs à corriger	Coefficient de correction
ANNEE 4		588	476	588	476	476	
ANNEE 5		815	744	1403	1220	744	
ANNEE 6		745	669	2148	1889	669	
ANNEE 8		1370	1425	3518	3314	////////////////////	////////////////////
ANNEE 9		742	877	4260	4191	////////////////////	////////////////////
ANNEE 10		665	787	4925	4978	////////////////////	////////////////////

ANNEE 11			933	1155	5858	6133	////////////////////	////////////////////
ANNEE 12			709	859	6567	6992	////////////////////	////////////////////
ANNEE 13			808	956	7375	7948	////////////////////	////////////////////

2.2.Critique des données par les méthodes des cumuls des résidus de régression

3. Comblement des lacunes pluviométriques annuelles par la méthode des régressions linéaires simples

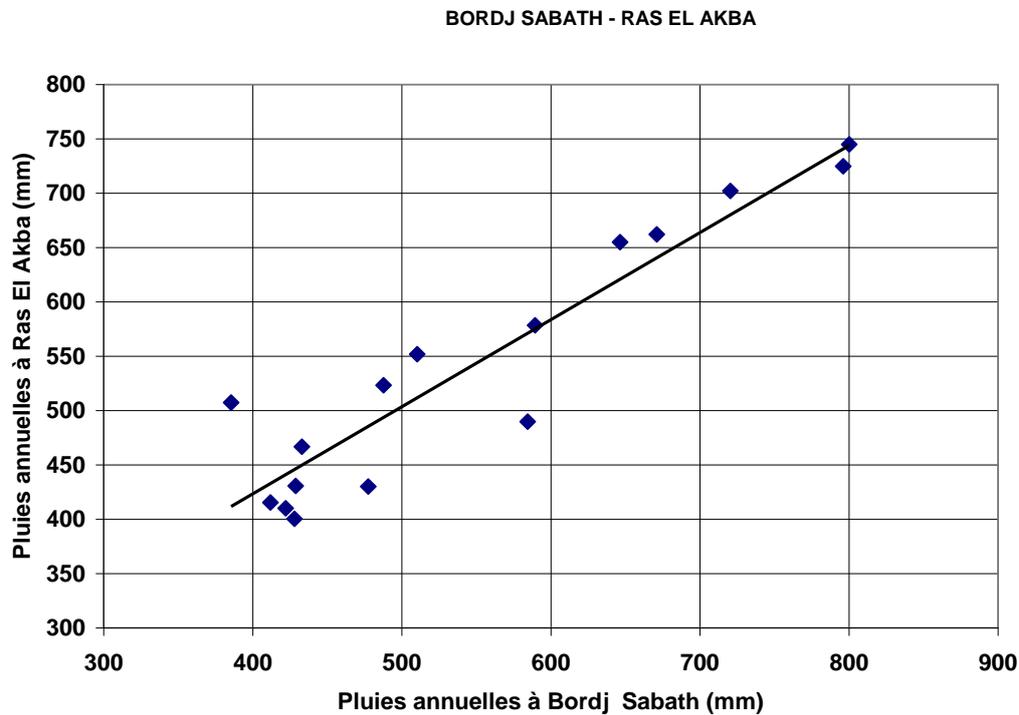
On doit vérifier que la régression est linéaire. Pour cela, il est impératif de visualiser le nuage de point en portant les observations des années observées aux deux stations d'une façon concomitante.

Ceci permet de vérifier que l'on est dans les conditions d'une distribution gaussienne à 2 dimensions.

TabXXX:

Années	Bordj Sabath	RasElAkba		Années	Bordj Sabath	RasElAkba
1972	800.2	744.8		1972	800.2	744.8
1973	362.1	non obs		1978	428.9	430.6
1974	398.2	non obs		1979	584.4	489.7
1975	531	non obs		1980	510.4	551.9
1976	594.3	non obs		1981	487.8	523.3
1977	401.2	non obs		1982	422.1	410
1978	428.9	430.6		1983	646.5	655
1979	584.4	489.7		1984	796.2	724.8
1980	510.4	551.9		1985	433	466.6
1981	487.8	523.3		1986	720.5	702
1982	422.1	410		1987	411.9	415.4
1983	646.5	655		1988	477.6	430
1984	796.2	724.8		1989	385.5	507.4
1985	433	466.6		1991	589.5	578.4
1986	720.5	702		1992	671.1	662
1987	411.9	415.4		1993	428.1	400.4
1988	477.6	430		1994	511	non obs
1989	385.5	507.4		1995	797.2	non obs
1990	549.9	non obs		1996	331.2	non obs
1991	589.5	578.4		1973	362.1	non obs
1992	671.1	662		1974	398.2	non obs
1993	428.1	400.4		1975	531	non obs
1994	511	non obs		1976	594.3	non obs
1995	797.2	non obs		1977	401.2	non obs
1996	331.2	non obs		1990	549.9	non obs

Régression Bordj Sabath -Ras El Akba Graphe



Pluie à Ras El Akba = $0.8011 \cdot \text{Pluie à Bordj Sabath} + 103$, $R^2 = 0.8729$, la variance expliquée est 87,29%.

On comblera les années lacunaires de la station de Ras El Akba en utilisant la régression simple.

Application:

Années	Bordj Sabath	RasElAkba	Valeurs estimées
1972	800.2	744.8	////////////////
1978	428.9	430.6	////////////////
1979	584.4	489.7	////////////////
1980	510.4	551.9	////////////////
1981	487.8	523.3	////////////////
1982	422.1	410	////////////////
1983	646.5	655	////////////////
1984	796.2	724.8	////////////////
1985	433	466.6	////////////////
1986	720.5	702	////////////////
1987	411.9	415.4	////////////////
1988	477.6	430	////////////////
1989	385.5	507.4	////////////////
1991	589.5	578.4	////////////////
1992	671.1	662	////////////////
1993	428.1	400.4	////////////////
<u>1994</u>	511	non obs	<u>512.4</u>
<u>1995</u>	797.2	non obs	<u>741.6</u>
<u>1996</u>	331.2	non obs	<u>368.3</u>
<u>1973</u>	362.1	non obs	<u>393.1</u>
<u>1974</u>	398.2	non obs	<u>422.0</u>
<u>1975</u>	531	non obs	<u>528.4</u>
<u>1976</u>	594.3	non obs	<u>579.1</u>
<u>1977</u>	401.2	non obs	<u>424.4</u>
<u>1990</u>	549.9	non obs	<u>543.5</u>

Cette procédure est appliquée pour tous les postes lacunaires. On peut utiliser comme poste de référence soit Bordj Sabath soit Oued Zenati.

Résultats du comblement de lacunes:

Années	Bordj Sabath	RasElAkba	BenBadis	MedjezAmar	Ouled Habeba	AinMakhlouf	Ain Abid	OuedZenati
Moyenne								
Ecart-type								
Coefficient de variation %								

Rappels des formules de la moyenne, l'écart-type et du coefficient de variation

IV FORMULES EMPIRIQUES POUR L'ESTIMATION DE Ec

III BILAN HYDROLOGIQUE + TD

1. Etablissement du bilan hydrologique pour un bassin-versant équipé de station hydrométrique.

2. Etablissement du bilan hydrologique pour un bassin-versant non équipé de station hydrométrique.

2.1. Formules empiriques;

2.2. Estimation du D.E. à partir de E.T.R. (Turc, bilan évaporométrique de Thornthwaite, abaque de Wundt, Verdeil, etc...);

2.3. Modélisation par GR2M etc.....;

TD Application : régressions entre les écoulements annuels et les facteurs explicatifs.

Données:

2.1.1. Relation Débits - Surface des bassins - versants

2.1.1.1. Tableau des moindres carrés

Pour estimer la moyenne et l'écart-type et le coefficient de corrélation, on utilisera les estimateurs

classiques :

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n x_i^2 - n\bar{x}^2}{n-1}}$$

$$\rho = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i - n\bar{x}\bar{y}}{(n-1)\sigma_x \sigma_y}$$

2. Graphes et calculs représentant la relation Débits - Surface des bassins - versants

2.1. Echelle arithmétique

2.2. Echelle bi-logarithmique ou échelle log-log

Commentaire :

2. Relation log-log montrant la relation SURFACE - DEBIT et le débit spécifique ($l/s/km^2$)

VOIR MON ARTICLE EGYPTE

BASSINS TELLIENS

BASSINS ATLASIQUES

2. Relation Pluie moyenne - Lames d'eau écoulées

2.1. Echelle arithmétique

2.2. Echelle bi-logarithmique ou échelle log-log

3. Relation Pluie moyenne - Déficit d'écoulement

Graphes

Calculs

Commentaire in Mebarki, 1982 page 138

voir 2005.....PAGE.....

Critique: D.E. est calculé à partir de Pluie moyenne mais cette relation a une signification physique et 2 : elle a utilisée ex: MEDDI, 1998

II BILAN HYDROLOGIQUE + TD

Le bilan hydrologique s'exprime par :

$$P = E_c + D.E. \pm \Delta R$$

avec :

P: lame d'eau précipitée (ou pluie moyenne) , en mm;

La lame d'eau précipitée peut être calculée par 3 méthodes:

moyenne arithmétique, méthode des polygones de Thiessen et carte des isohyètes.

E_c : lame d'eau écoulee;

D.E.: déficit d'écoulement (\approx E.T.R.);

$\pm \Delta R$: Variations des réserves en eau souterraines;

Deux cas peuvent se présenter :

1. Etablissement du bilan hydrologique pour un bassin-versant équipé de station hydrométrique.

Dans ce cas , E_c (mm) est calculé par: $\frac{Q * T * 10^3}{S * 10^6}$

Q = Débit moyen inter-annuel (m^3/s);

T: Nombre de secondes dans l'année (31536000);

S: Surface du bassin-versant en km^2 .

$$E_c = \frac{Q * 31536}{S}$$

2. Etablissement du bilan hydrologique pour un bassin-versant non équipé de station hydrométrique.

Dans ce cas, E_c peut être estimé par 3 méthodes :

2.1. Formules empiriques;

2.2. Estimation du D.E. à partir de E.T.R. (Turc, bilan évaporométrique de Thornthwaite, abaque de Wundt, Verdeil, etc...);

2.3. Modélisation par GR2M etc.....;

2.1. Formules empiriques;

III. RELATIONS ECOULEMENT ANNUEL – FACTEURS DE L'ECOULEMENT

Auteur Formule d'origine Ecoulement annuel

SOGREAH, 1969 $E = 0,805 * (Pa - 392)$ E (mm)

HEUSCH, MILLESLACROIX,

1971

(Maghreb)

$E = 0,653 * Pa - 236$ E (mm)

PADOUN, 1974 • si Pa compris entre 200 et 900 mm/an :

$q = k_{hmoy} * (0,0019 * Pa)^{3,57}$

• si Pa compris entre 900 et 1800 mm/an :

$q = k_{hmoy} * (0,0236 * Pa - 14,2)$

$k = \exp(h_{moy}/3500)$; h_{moy} : hauteur moyenne d'un

bassin (en m)

$E \text{ (mm)} = q * 31,536$

DERI, 1977 $q = 11,8 * (Pa/1000)^{2,82}$ E (mm) = $q * 31,536$

(DERI-SARVARY, 1985) $A = 0,915 * (Pa/1000)^{2,684} * S^{0,842}$ E (mm) = $(A * 1000)/S$

ADJEL et SMAÏL, 1985 $E = (Pa/60)^{2,15}$

$E = 11,7 * \exp(3,91 * Pa/1000)$

E (mm)

SARVARY-DERI, 1987 Si $S_{BV} > 1000 \text{ km}^2$

$A = 0,31 * (Pa/1000)^{3,032} * S^{1,016}$

E (mm) = $(A * 1000)/S$

SAIDI, 1990 $q = 13,23 * (Pa/1000)^{2,27}$ E (mm) = $q * 31,536$

SOGREAH, 1989 $E = 720 * ((Pa - 250)/1000)^{1,85}$ zone Nord

$E = 720 * ((Pa - 150)/1000)^{1,85}$ Hautes Plaines

$E = 5 \text{ mm}$ si $Pa < P_o + 68$

$P_o = 150 \text{ mm}$ zone Hautes Plaines

$P_o = 250 \text{ mm}$ zone Nord

Formules écrites et exécutées sous Excel :

q : débit spécifique annuel (l/s/km²) ;

E : lame d'écoulement annuel (mm) = $q * 31,536 = (A * 1000)/S$

A : apport annuel moyen (hm³)

P_0 : seuil d'écoulement annuel (mm)

S : superficie BV (km²)

P_a : Lane précipitée annuelle (mm)

Auteurs	Formules	
MEDINGER, 1947 $E=0,75*(Pa-400)$ E (mm)	$E=0,75*(Pa-400)$ E (mm)	
COUTAGNE, 1948a $E=0,74*(Pa-404)$ E (mm)	$E=0,74*(Pa-404)$ E (mm)	
COUTAGNE, 1948b $E=(0,164-0,00145*racine(S))*Pa$ E (mm)	$E=(0,164-0,00145*racine(S))*Pa$ E (mm)	
COUTAGNE, 1948c $E=1,024*(Pa/1000-0,26)^2*1000$ E (mm)	$E=1,024*(Pa/1000-0,26)^2*1000$ E (mm)	
SAMIE, 1955a $E=0,784*(Pa/1000-0,232)^2*1000$ E (mm)	$E=0,784*(Pa/1000-0,232)^2*1000$ E (mm)	
SAMIE, 1955b $E=(293-2,2*racine(S))*(Pa/1000)^2$ E (mm)	$E=(293-2,2*racine(S))*(Pa/1000)^2$ E (mm)	
SAMIE, 1960 $E=0,694*(Pa-434)$ E (mm)	$E=0,694*(Pa-434)$ E (mm)	
SOGREAH, 1969	$E=0,805*(Pa-392)$ E(mm)	
HEUSCH, MILLESLACROIX, 1971 (Maghreb)	$E=0,653*Pa-236$ E(mm)	
DERI, 1977	$q = 11,8*(Pa/1000)^{2,82}$ $E (mm)=q*31,536$	
(DERI-SARVARY, 1985)	$A=0,915*(Pa/1000)^{2,684}*S^{0,842}$ $E (mm)=(A*1000)/S$	
ADJEL et SMAIL, 1985	$E=(Pa/60)^{2,15}$ $E=11,7*\exp(3,91*Pa/1000)$ E (mm)	
SARVARY-DERI, 1987	<i>Si $S_{BV} > 1000$ km²</i> $A=0,31*(Pa/1000)^{3,032}*S^{1,016}$ $E (mm)=(A*1000)/S$	
SAIDI, 1990	$q=13,23*(Pa/1000)^{2,27}$ $E (mm)=q*31,536$	
SOGREAH, 1989	$E = 720 * ((Pa-250)/1000)^{1,85}$ zone Nord $P_0 = 250$ mm zone Nord	

	$E = 720 * ((P_a - 150) / 1000)^{1,85}$ Hautes Plaines <i>P_o = 150 mm zone Hautes Plaines</i> E = 5 mm si Pa < P _o +68	
	E = 5 mm si Pa < P _o +68	

TD Application : régressions entre les écoulements annuels et les facteurs explicatifs.

L'objet du T.D. est de comprendre le principe général des formules empiriques qui est de relier par une régression simple linéaire , ou une régression multiple les écoulements annuels aux facteurs explicatifs. On choisira les facteurs explicatifs les plus pertinents c'est-à-dire qui sont significatifs au seuil de 5%.

Données:

N°	Bassins	Surface km ²	Pluie moyenne	Q m ³ /s
1	Kebir Ouest	1120	820	8.03
2	Mafragh	575	870	4.72
3	Medjerdah à SOUK ahras	220	820	2.09
4	Oued Safsaf à Khemakhem	300	863	2.35
5	Oued RHUMEL à OUED Athmenia	1130	335	0.39
6	Oued RHUMEL à Ain Smara	2197	347	0.98
7	Oued RHUMEL à Grarem	5293	423	5.2
8	Oued Kebir à Douar Tassadane	936	542	3.68
9	Oued Kebir-Rhumel à El Ancer	8710	525	27.34
10	Garaet Et Tarf	156	520	0.36
11	Chott Melghir	1300	350	0.7

12	Hodna Ksob	1317	390	1.96
13	Hodna Lham	5460	300	2.08
14	Agrioun	865	780	7.02
15	Djendjen	134	1350	3.72
16	Soummam	8460	550	24.14
17	Sebaou	1510	1060	20.78
18	Isser	3600	600	11.53
19	Mazafran	1850	815	13.84

1.Relation Débits -Surface des bassins -versants

1.1.Tableau des moindres carrés

Bassin	Surface km ²	Q m ³ /s			
	X	Y	X ²	Y ²	XY
1	1120	8.03	1254400	64.4809	8993.6
2	575	4.72	330625	22.2784	2714
3	220	2.09	48400	4.3681	459.8
4	300	2.35	90000	5.5225	705
5	1130	0.39	1276900	0.1521	440.7
6	2197	0.98	4826809	0.9604	2153.06
7	5293	5.2	28015849	27.04	27523.6
8	936	3.68	876096	13.5424	3444.48
9	8710	27.34	75864100	747.4756	238131.4
10	156	0.36	24336	0.1296	56.16
11	1300	0.7	1690000	0.49	910
12	1317	1.96	1734489	3.8416	2581.32
13	5460	2.08	29811600	4.3264	11356.8
14	865	7.02	748225	49.2804	6072.3
15	134	3.72	17956	13.8384	498.48
16	8460	24.14	71571600	582.7396	204224.4
17	1510	20.78	2280100	431.8084	31377.8
18	3600	11.53	12960000	132.9409	41508
19	1850	13.84	3422500	191.5456	25604
Moyenne	2375.42105	7.416316	12465473	120.8822	32039.73
Ecart-type	2683.63463	8.339092	23354504	219.8184	68031.72
CV	1.12975113	1.124425	1.8735353	1.818452	2.123355
CV%	112.975113	112.4425	187.35353	181.8452	212.3355
Somme	45133	140.91	236843985	2296.761	608754.9

Pour estimer la moyenne et l'écart-type et le coefficient de corrélation, on utilisera les estimateurs classiques :

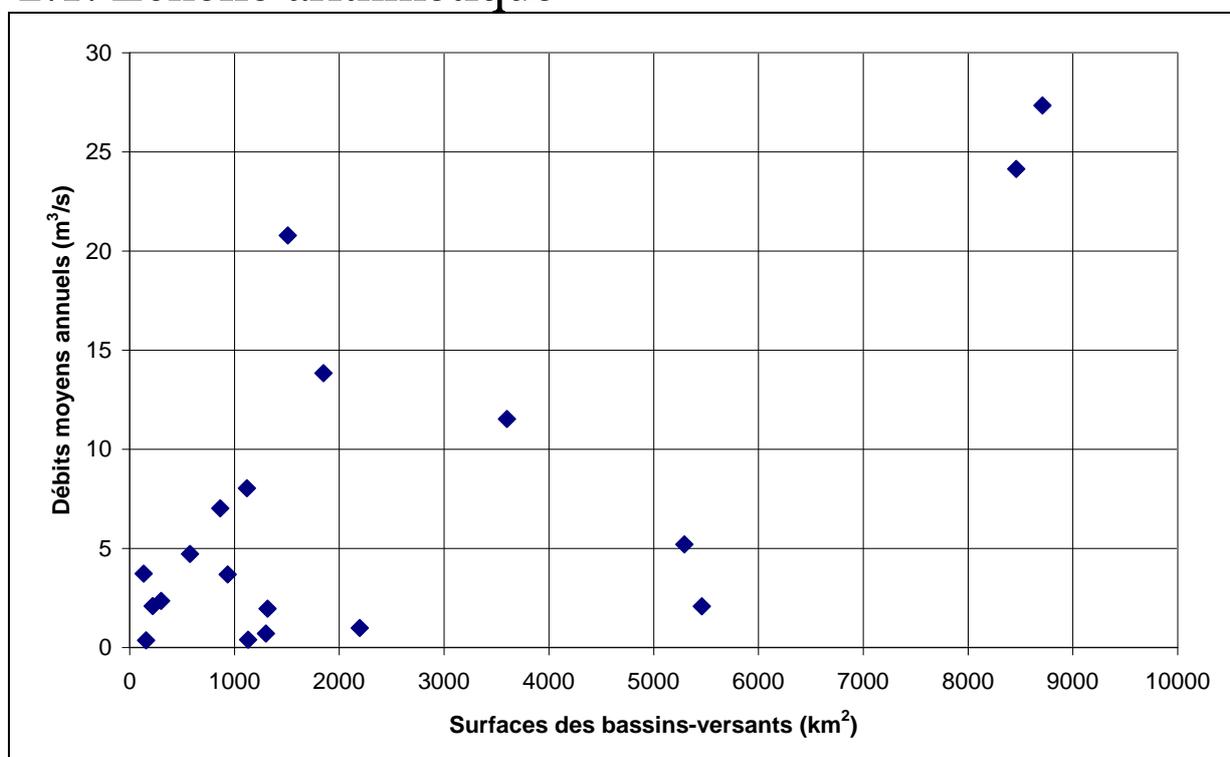
$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n x_i^2 - n\bar{x}^2}{n-1}}$$

$$\rho = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i - n\bar{x}\bar{y}}{(n-1)\sigma_x \sigma_y}$$

2. Graphes et calculs représentant la relation Débits - Surface des bassins -versants

2.1. Echelle arithmétique



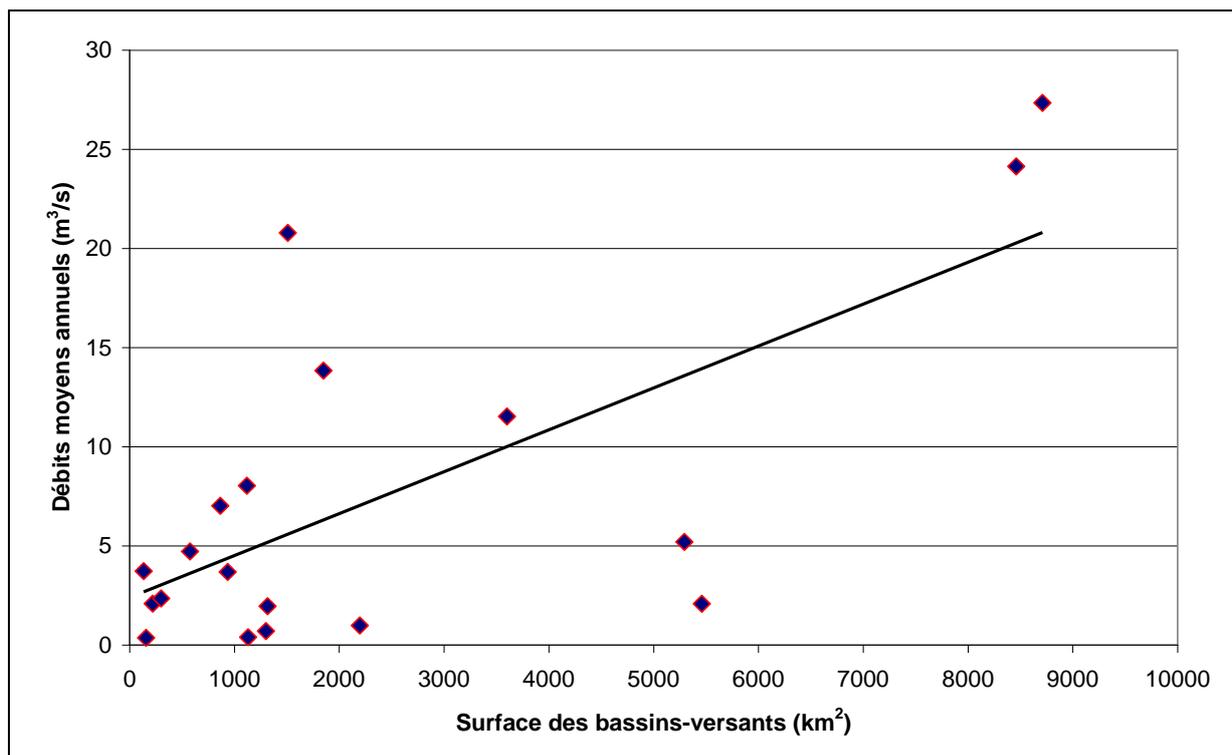


Fig XXX: Report des points (a) et tracé de la droite de régression (b)

$$Q = 0,0021 * S + 2,3949$$

$$R^2 = 0,4628, r = 0,68 (n = 19)$$

Les points correspondant aux 2 bassins des oueds Hodna Leham ($S = 5460 \text{ km}^2$ et $Q = 2.08 \text{ m}^3/\text{s}$) et Oued Rhumel à Grarem ($S = 5293 \text{ km}^2$ et $Q = 5.20 \text{ m}^3/\text{s}$) et au bassin de l'oued Sebaou ($S = 1510 \text{ km}^2$ et $Q = 20.78 \text{ m}^3/\text{s}$) sont éloignés de la droite et ne correspondent pas au modèle.

2.2. Echelle bi-logarithmique ou échelle log-log

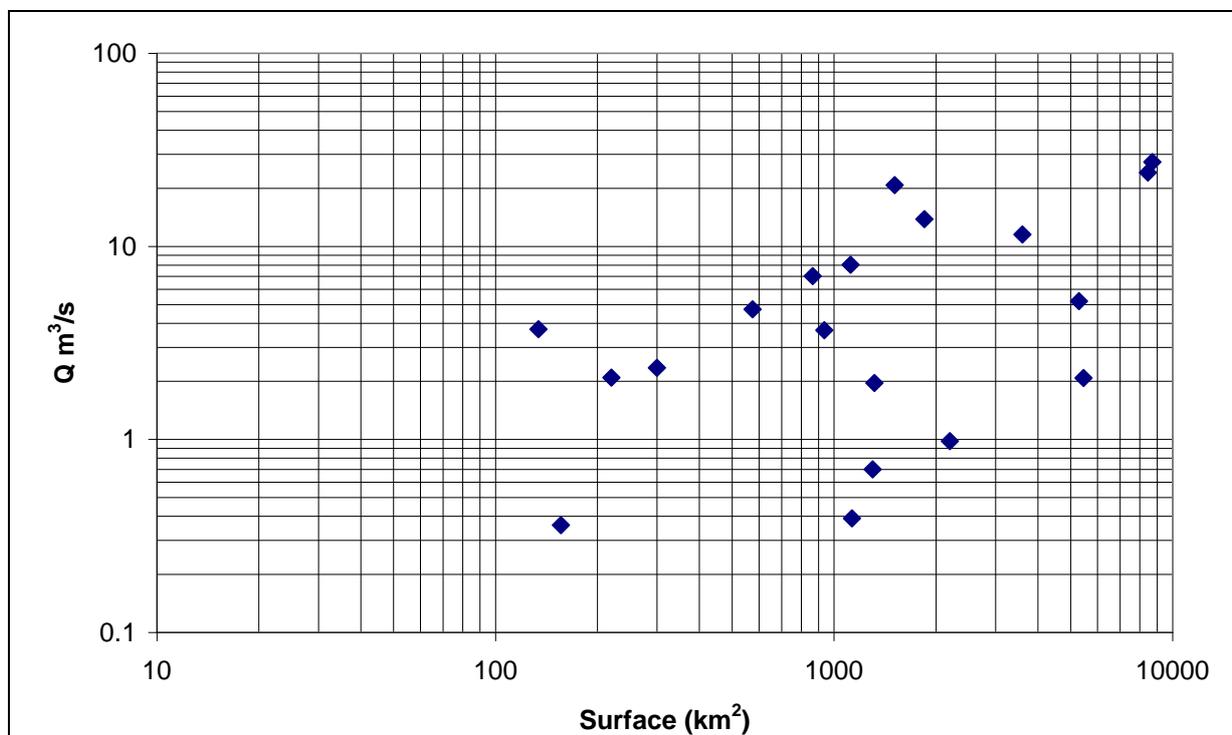


Fig XXX: Report des points

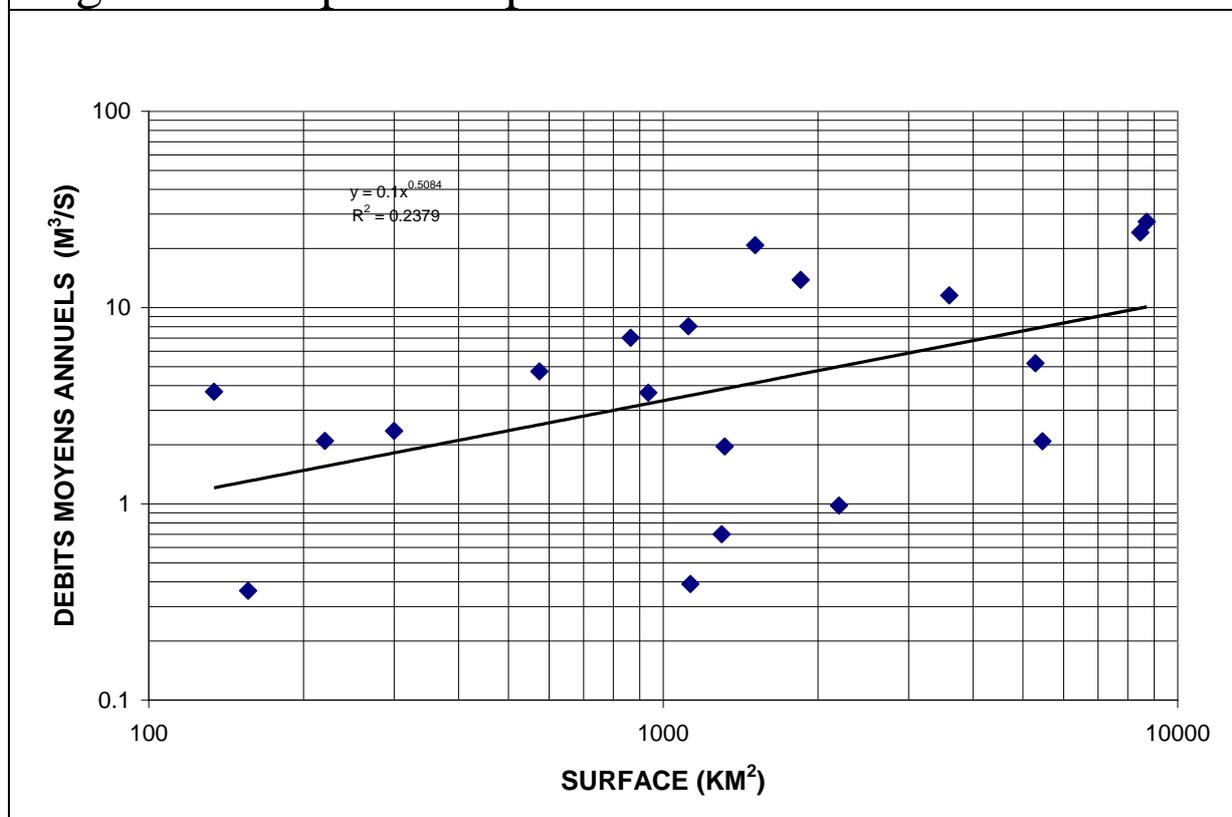


Fig XXX: Report des points et droite de régression

$$Q = 0,1S^{0.5084}$$
$$R^2 = 0,2379, r=0,487$$

Commentaire : La relation $Q = f(S)$ a été calculée en appliquant 2 relations, la première est une relation linéaire simple sur une échelle arithmétique. Elle est exprimée avec un coefficient de corrélation de 0,68. La relation est : $Q = 0,0021 * S + 2,3949$, $R^2 = 0,4628$, $r=0,68$ (n=19).

La seconde est une relation puissance (échelle bi-logarithmique). Elle est exprimée avec un coefficient de corrélation de 0,487.

La relation est : $Q = 0,1 * S^{0.5084}$, $R^2 = 0,2379$, $r=0,487$. Si on teste le plus faible des 2 coefficients de corrélation, $r=0.487$ pour $n=19$, r est significatif au seuil de 5% (valeur tabulée, 0.46) mais il ne l'est pas aux seuils de 2% et de 1% (valeurs tabulées 0.53 et 0.57).

Pour répondre à cette question on a utilisé le tableau des r limites déduits de la loi de Student.

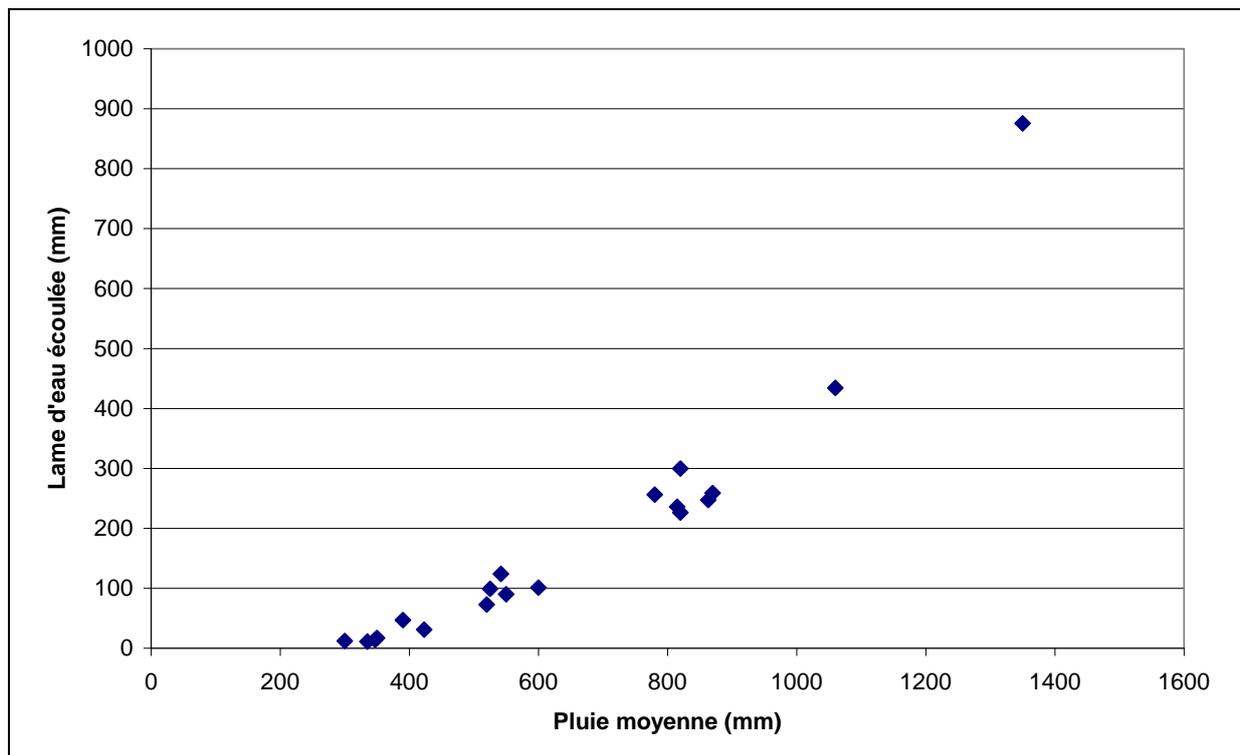
2.Relation log-log montrant la relation SURFACE - DEBIT et le débit spécifique ($l/s/km^2$)

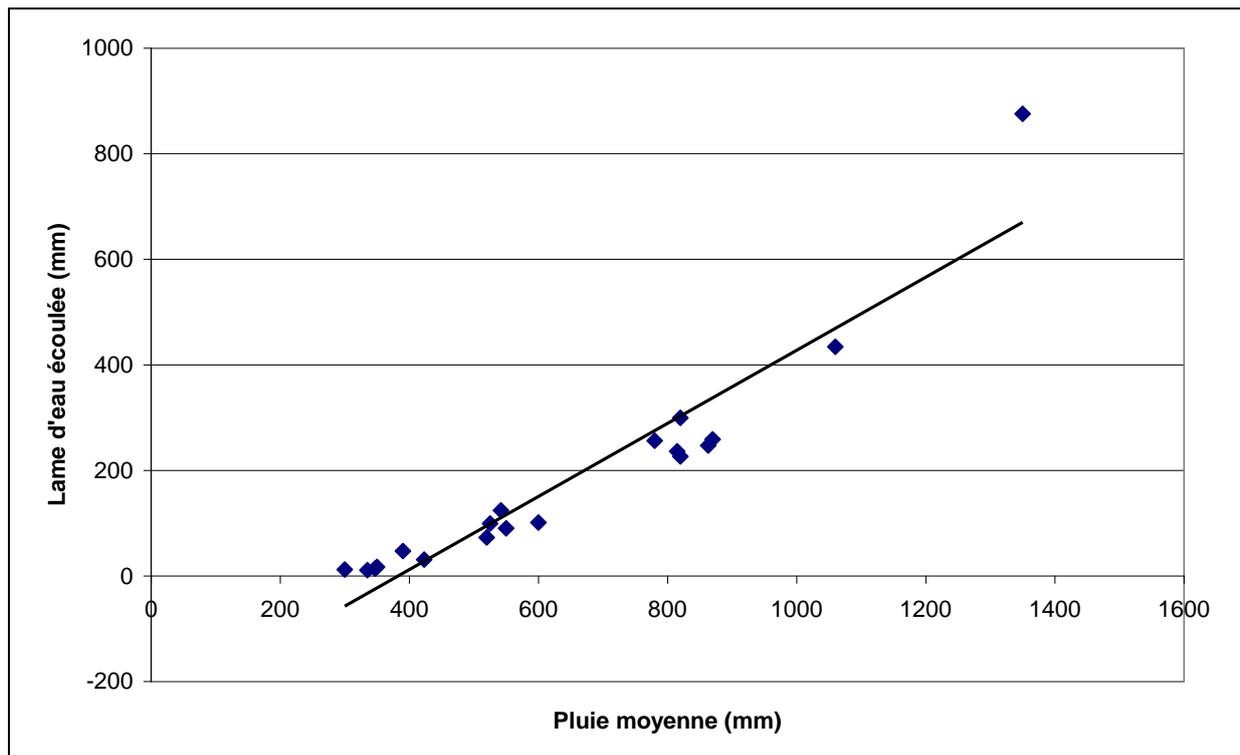
VOIR MON ARTICLE EGYPTE

BASSINS TELLIENS
BASSINS ATLASIQUES

2.Relation Pluie moyenne -Lames d'eau écoulées

2.1. Echelle arithmétique

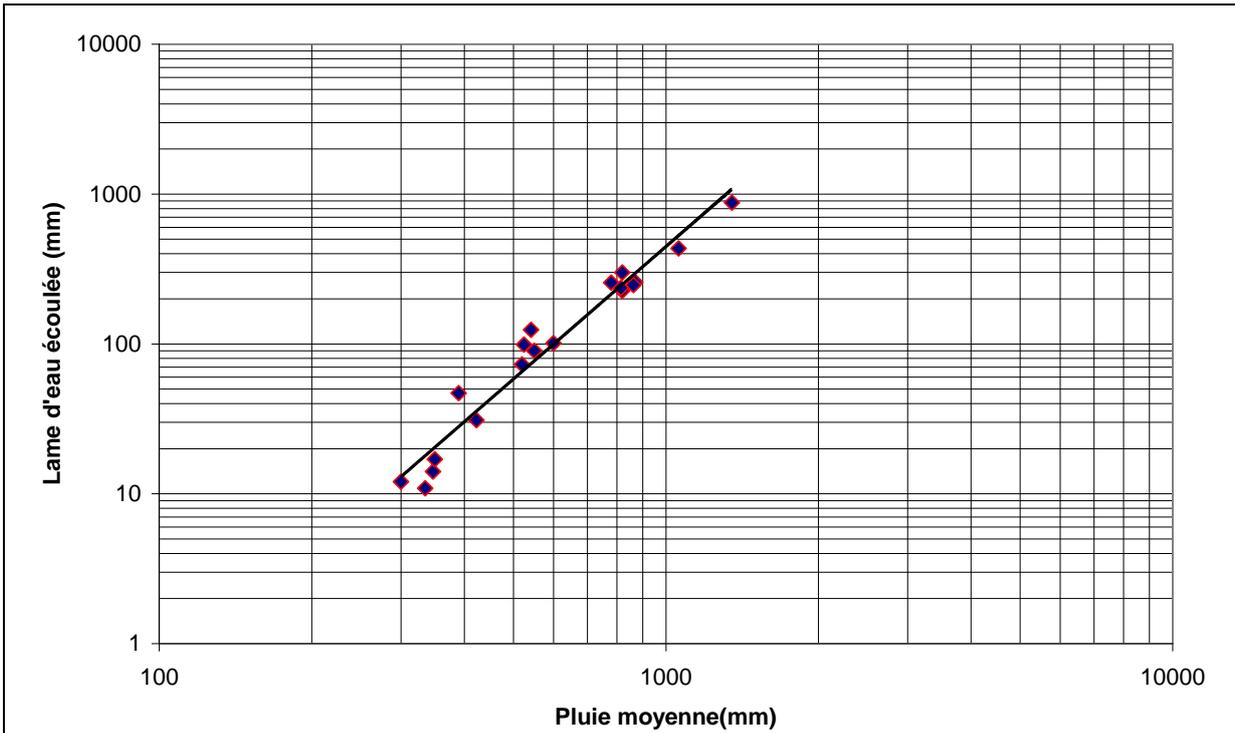




$E_c = 0.6929 * P - 265.45$ avec $R^2 = 0.8927$ et $r=0.945$

La valeur 383 mm de pluie moyenne - peut être interprétée comme le seuil de l'écoulement.

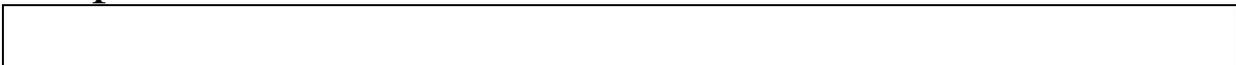
2.2. Echelle bi-logarithmique ou échelle log-log

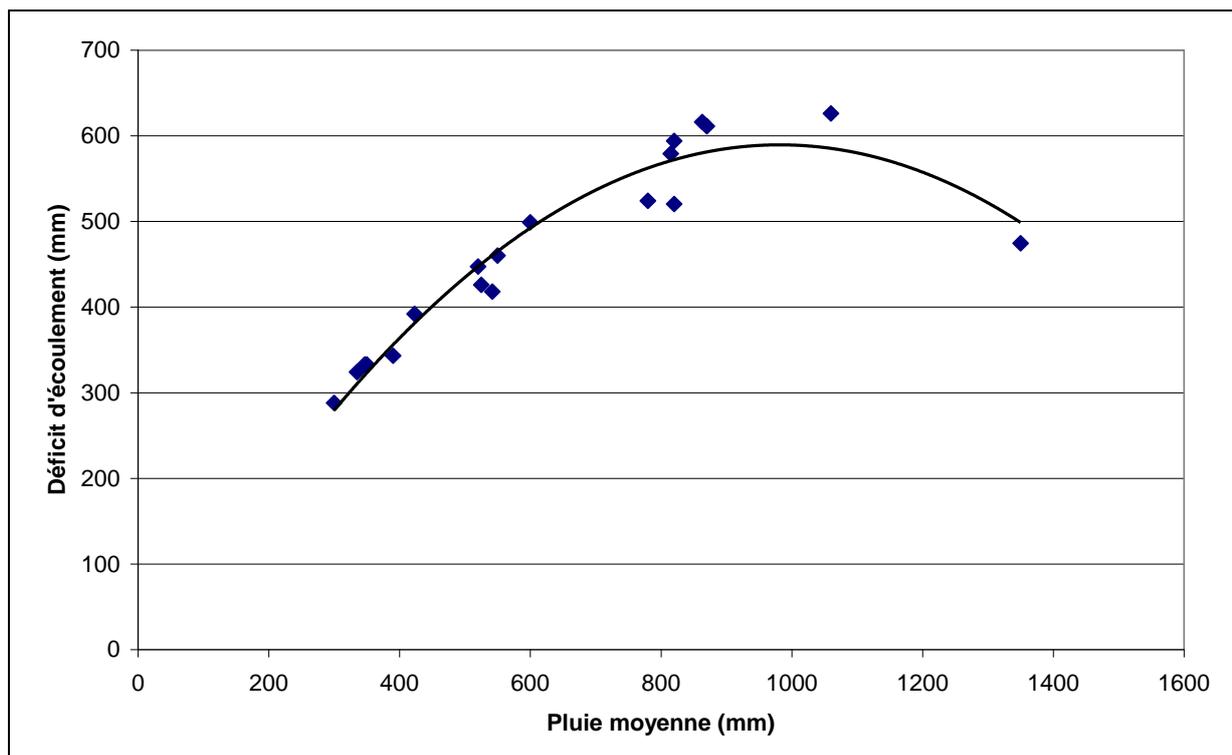


FigXXX: Regression pluie moyenne -lame d'eau écoulée

$$Ec = 7E-07 * P^{2.9382} \quad \text{avec } R^2 = 0.9557, r=0.977$$

3.Relation Pluie moyenne -Déficit d'écoulement Graphes





Calculs

Commentaire in Mebarki, 1982 page 138

voir 2005.....PAGE.....

Critique: D.E. est calculé à partir de Pluie moyenne mais cette relation a une signification physique et 2 : elle a utilisée ex: MEDDI , 1998

III. TRANSPORTS SOLIDES +TD

COURBE D'ETALONNAGE DES SEDIMENTS ou
COURBES DEBITES LIQUIDES –DEBITS SOLIDES et
CALCUL DES

Q_{sj}

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

A.N.R.H., 1993, *Carte pluviométrique de l'Algérie du Nord au 1/500 000* (2 feuilles, une notice de 49 p.), Ministère de l'Equipement, Alger, Ed. I.N.C.

Bois Ph., 1991, *Hydrologie générale*, Institut National Polytechnique de Grenoble, 175 p.

Bouanani A, (2005) Hydrologie, transport solide et modélisation, Etude de quelques sous bassins de la Tafna (NW – Algérie), Thèse pour l'obtention du titre de Doctorat d'Etat en Géologie appliquée: Option hydrogéologie, Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen, 250 p.

Chaumont et Paquin C, 1971, *Carte pluviométrique de l'Algérie du Nord*, échelle 1/500 000 (4 feuilles et notice), Société de l'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord, Alger

Cosandey C., Robinson M., 2000, *Hydrologie continentale*. Paris, Armand Colin, Collection U. Géographie, 360 p.

Côte M., 1998, Les régions bioclimatiques de l'Est algérien, *Rhumel*, n° 6, pp. 57-71.

Dagnélie P. (1986), Analyse statistique à plusieurs variables, Les Presses Universitaires de Gembloux. 359 p, fig

Demmak A., 1982, *Contribution à l'étude de l'érosion et des transports solides en Algérie septentrionale*, Thèse de docteur-ingénieur, Université de Paris VI, 323 p.

Dubreuil P. et Guiscafre J., 1971, La planification du réseau hydrométrique minimal, Cah. O.R.S.T.O.M., Sér. Hydrol., vol. VIII, no 2, 1971

Dubreuil P., 1974, *Initiation à l'analyse hydrologique*, Paris, Masson-ORSTOM, 216 p.

Dumolard P., (2007), Analyse multivariée de données géographiques.

Ghachi A., 1986, *Hydrologie et utilisation de la ressource en eau en Algérie: le bassin de la Seybouse*, Alger, O.P.U., 508 p.

Guide maghrébin pour l'exécution des études et des travaux de retenues collinaires (1987), Mai 1987, Ressources en eau dans les pays de l'Afrique du Nord (Projet RAB/80/011), P.N.U.D. /O.P.E., Algérie-Maroc-Tunisie.

Khennache N., 2005 Etude des précipitations et des écoulements et de leurs relations avec les transports solides en suspension. Bassin –versant de l'oued Ressoul à Ain Berda (Seybouse). Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en aménagement des Milieux Physiques.

Laborde J.P.- "*Eléments d'hydrologie de surface*"- Cours photocopié de l'Université de Nice-Sophia Antipolis- 1998 - Nice- 195 pages.

Laborde J.-P., 2000a, *Hydrologie de surface*, Cours Université de Nice– Sophia Antipolis, 191 p.

Laborde J.-P., 2000b, *HydroLab*. Logiciel de traitement statistique des données hydrologiques, Université de Nice- Sophia Antipolis.

Louamri A., 2008, Les pluies annuelles dans le bassin-versant de l'oued Seybouse (Nord-est algérien), interpolation et cartographie, p405/408
XXIème colloque de l'Association Internationale de Climatologie Université Paul Valéry Montpellier III, 9 au 13 septembre 2008, ISBN 9782953323207

Louamri A., 2009, Contribution à l'évaluation des transports solides de l'oued Bouhamdane à la station de Medjez Ammar II et au barrage de Hammam Debagh.
1^{er} Colloque International sur La Gestion Intégrée des Ressources en Eau. Université de Batna, le 10 et 11 Novembre 2009

Louamri A., 2009, Cartographie des pluies annuelles dans le bassin-versant de l'oued Seybouse (Nord-est algérien) *Sciences et Technologie D – N°30*, Décembre (2009), pp. 43-52, Université Mentouri Constantine, Algérie, 2009.

Louamri A., 2010, Contribution a l'évaluation des transports solides de l'oued Bouhamdane à la station de Medjez Ammar II et au barrage de Hammam Debagh
Journal International Network Environmental Management Conflicts, Santa Catarina – Brazil, 1(1), pp. 23-29, Dez. 2010. <http://www.igetecon.org/revista>

Louamri A., Mebarki A., Laignel B., et Bahri K., Variabilité interannuelle et intra-annuelle des transports solides de l'oued Bouhamdane, à l'amont du barrage Hammam Debagh (Algérie orientale). Atelier scientifique International "*Relations homme/environnement et transports solides : une approche spatialisée*" Mardi 7 et Mercredi 8 Juin 2011 Alger- Algérie

Mebarki A., 1982, *Le bassin du Kébir-Rhumel (Algérie). Hydrologie de surface et aménagement des ressources en eau*, thèse doctorat de 3^e cycle, Université de Nancy II, 304 p. (Edition: MEBARKI A., 1984, *Ressources en eau et aménagement en Algérie. Le bassin du Kébir-Rhumel*, Office des Publications Universitaires, Alger, 302 p.)

Mebarki A., 2005 : Hydrologie des bassins de l'Est algérien: ressources en eau, aménagement et environnement. *Thèse d'Etat*, Université Mentouri de Constantine, 360 p.

Mebarki A., 2009 : Ressources en eau et aménagement en Algérie. Les bassins hydrographiques de l'Est. Office des Publications Universitaires (OPU), Alger, 389p.

Medjerab, A., et Henia, L., (2005), Régionalisation des pluies annuelles dans l'Algérie nord-occidentale, *Revue Géographique de l'Est*, Numéro vol. 45 / 2 (2005). Climat, sécheresse et canicule

Prenant., A, Semmoud., B., 1997, Maghreb et Moyen-Orient, espaces et sociétés, ellipses, 256p,

Sari A., 2009, Initiation à l'hydrologie de surface .Cours .Editions distributions Houma.224 p, fig

Sari A., 2009, Initiation à l'hydrologie de surface .Exercices et corrigés .Editions distributions Houma. 153 p, fig

Seltzer P., 1946, *Le climat de l'Algérie*, Alger, Institut de Météorologie et de Physique du Globe, Carbonnel, 219 p.

Semmoud. B, 2010, Maghreb et Moyen-Orient dans la mondialisation, Collection U, Géographie, Armand Colin, 318 p.

Taibi R., 1993, « Contribution à l'étude de l'écoulement des cours d'eau de l'Algérie septentrionale » DEA National d'Hydrologie, Université Montpellier II- Sciences et Techniques du Languedoc, 114 p.

Taibi R., 2012, Une agence au service du développement du secteur de l'eau
Colloque international : « Gestion intégrée des ressources en eau : rôle, organisation et traitement de la mesure » ABH-CSM, Constantine, 4-5 juin 2012

Touaibia, B. (2004) *Manuel Pratique d'Hydrologie*, Presses Madani Frères, Guerrouaou, Blida, 166 p.

Mémoires d'ingénieurs et mémoires de Master

Boucenna R., Mohamed Anouar R., 1997, Ressources en eau et aménagement dans le bassin de l'oued Bouhamdane (Seybouse). Mémoire d'ingénieur en aménagement des milieux physiques. F.S.T.G.A., Constantine.

Boucetti S., Lakhdar A., Belhadj Mostefa S., 2000, Evaluation des transports solides en suspension et relations avec la pluviométrie et les écoulements. Mémoire d'ingénieur en Aménagement des milieux physiques. F.S.T.A.G., Constantine.

Deffaf A.,
Djouadi F.,
Karim S.,

Messaoudi M.E.F., 2006 Contribution à l'évaluation des transports solides en suspension du bassin de l'oued Bouhamdane à la station de Medjez Ammar II. Mémoire d'ingénieur d'Etat en Aménagement des Milieux Physiques. Juin 2006.