

Réménieras, G. (1986) : *L'Hydrologie de l'Ingénieur*. ed. Eyrolles, Paris.

Chow, V.T., Maidment, D.R., Mays, L.W. (1988) : *Applied Hydrology*, Mc Graw Hill Book Company, New York.

Linsley, R.K., Franzini, J.B., Freyberg, D.L., Tchobanoglous, G. (1992) : *Water Resources Engineering*, Mc Graw Hill Inc., New York.

Achi, K. (1993): *Les Ressources en Eau de l'Algérie, Données, Observations et Perspectives* dans le rapport sur la rencontre Nationale sur l'eau, Alger, 18 et 19 Décembre 1993.

II

LE BASSIN VERSANT

A - DEFINITION DU BASSIN VERSANT

Le bassin versant, appelé aussi bassin de drainage d'un oued, en un point donné de son cours, est l'aire limitée par le contour à l'intérieur duquel l'eau précipitée se dirige vers ce point de l'oued.

La définition topographique d'un bassin versant fait passer ses limites par la ligne des crêtes.

Le bassin versant a une fonction de collecteur; il recueille les pluies et les transforme en écoulement à l'exutoire.

Cette transformation est fonction des conditions climatiques et des caractéristiques physiques du bassin versant.

Ces caractéristiques sont:

- morphologiques : forme, relief, réseau de drainage;
- superficielles : nature du sol et couverture végétale.

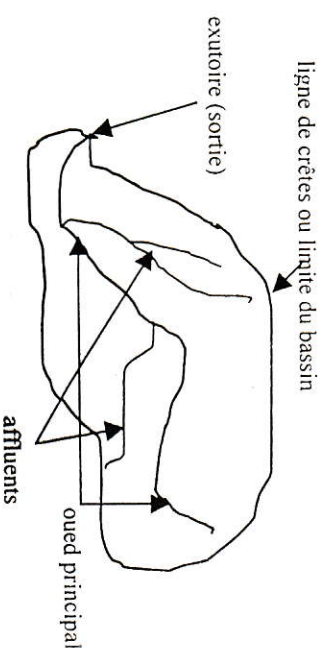


Figure II - 1 Exemple de bassin versant

B - LES CARACTERISTIQUES DE FORME

Les principales sont au nombre de 4:

- indice de compacité,
- relief, caractérisé par la courbe hypsométrique,
- rectangle équivalent,
- indice de pente.

1 - L'indice de compacité

Le contour d'un bassin versant englobe une superficie S , qui a une certaine forme, laquelle va avoir une influence sur l'écoulement global et sur l'allure de l'hydrogramme résultant d'une pluie donnée. Un bassin longiligne ne réagira pas de la même manière qu'un bassin de forme arrondie.

L'indice de compacité K_c caractérise ce phénomène. On compare le périmètre P du bassin versant à celui, P_a , d'un cercle ayant la même surface.

$$K_c = P / P_a \quad (1)$$

$$\text{mais } P_a = 2\pi R, \quad S = \pi R^2, \quad R = \sqrt{\frac{S}{\pi}} \quad \text{et } P_a = 2\sqrt{\pi S}$$

$$\text{donc : } K_c = \frac{P}{\sqrt{S}} \times 0,282 \quad (2)$$

Pour trouver K_c , il suffit de mesurer S au planimètre, P au curvimètre, et d'appliquer la formule 2.

On applique cette méthode au bassin versant du futur barrage de Koudiat Rosfa sur l'oued Foddha, à 30 km en amont du barrage de Foddha, wilaya de Chlef. Les mesures ont permis de trouver: $P = 87$ km et $S = 437$ km², donc

$$K_c = 0,282 \frac{87}{\sqrt{437}} = 1,17$$

2 - Le Relief

Il est caractérisé par la courbe hypsométrique. Cette courbe est obtenue en portant:

- en abscisses, l'altitude considérée ;
- en ordonnées, la surface partielle du bassin versant pour laquelle chaque point a une cote au moins égale à cette altitude.

Élévation (m)	Bornes Sup. (m)	Surfaces entre courbes		Surfaces cumulées	
		S_i (km ²)	%	S_i (km ²)	%
inf à 592	592	0,0	0,00	0,0	0,00
592-800	800	139,2	31,85	139,2	31,85
800-1000	1000	239,8	54,87	379,0	86,72
1000-1200	1200	35,0	8,01	414,0	94,73
1200-1400	1400	17,2	3,94	431,2	98,67
1400-1600	1600	5,0	1,15	436,2	99,82
1600-1786	1786	0,8	0,18	437,00	100,00

Tableau II-1 Calcul des surfaces cumulées

Pour le bassin versant, le planimétrage des surfaces, comprises entre les différentes courbes de niveau, est donné dans le tableau II-1 et dans lequel on calcule les surfaces cumulées et leurs pourcentages respectifs.

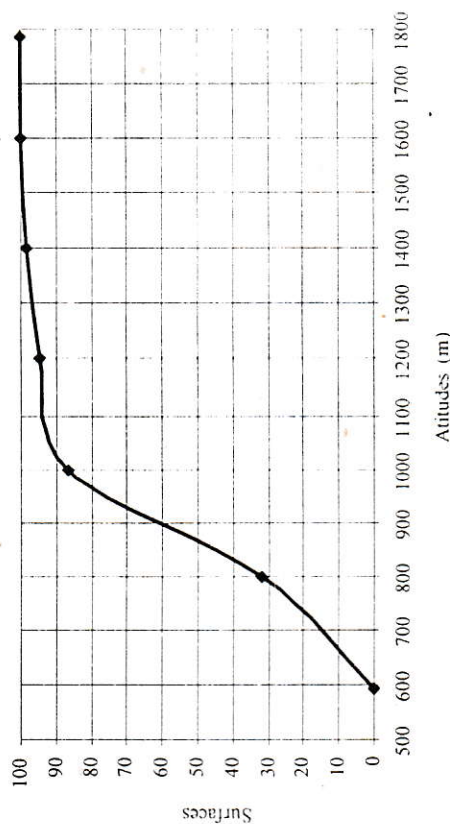


Figure II-2 Courbe hypsométrique

A partir de cette courbe, on détermine:

- l'altitude à 95 % de la surface, $H_{95} = 1200$ m ;
- l'altitude à 5 % de la surface, $H_5 = 630$ m ;
- l'altitude médiane, $H_{50} = 870$ m.

$$\text{L'altitude moyenne est ainsi définie: } \bar{H} = \frac{\sum S_i H_i}{S}$$

$$\bar{H} = \frac{139,2 \times 696 + 239,8 \times 900 + 35 \times 1100 + 17,2 \times 1300 + 5 \times 1500 + 0,8 \times 1693}{437} = 875,1 \text{ m}$$

3 - Le rectangle équivalent

Ce nouveau paramètre facilite la comparaison entre les bassins versants du point de vue de leur influence sur l'écoulement.

Il s'agit d'une transformation purement géométrique dans laquelle:

- le contour du bassin devient un rectangle de même périmètre;
- les courbes de niveau sont des droites parallèles à la largeur du rectangle;
- l'exutoire est un des petits côtés du rectangle.

D'après les définitions, l'on a:

$$K_c = 0,282 \frac{P}{\sqrt{S}}; \text{ et } P = 2(L + l)$$

Par conséquent, l'on a: $P = \frac{K_c \sqrt{S}}{0,282} = 2(L + l)$,

ce qui donne: $2(L + l) - \frac{K_c \sqrt{S}}{0,282} = 0$.

En multipliant cette équation par L, l'on obtient:

$$2L^2 + 2Ll - \frac{K_c \sqrt{S}}{0,282} L = 0$$

c'est à dire: $2L^2 - \frac{K_c \sqrt{S}}{0,282} L + 2S = 0$

qui est une équation du second degré en L de type $ax^2 + bx + c = 0$ dans laquelle :

$$a = 2, \quad b = -\frac{K_c \sqrt{S}}{0,282}, \text{ et } c = 2. \text{ En remplaçant on obtient:}$$

$$L = \frac{K_c \sqrt{S}}{1,12} \left(1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1,12}{K_c} \right)^2} \right) \quad \text{et} \quad l = \frac{K_c \sqrt{S}}{1,12} \left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{1,12}{K_c} \right)^2} \right)$$

Ayant déterminé les dimensions du rectangle équivalent, l'on détermine la répartition des courbes de niveaux, en utilisant la courbe hypsométrique tracée précédemment, ou bien en mesurant la surface à l'aide du planimètre.

Ainsi, la longueur et la largeur du rectangle équivalent du bassin versant du barrage de Koudiat Rofsa sont trouvées respectivement égales à $L = 28,15 \text{ km}$ et $l = 15,52 \text{ km}$.

Altitude de l'intervalle (m)	Surface de l'intervalle (km ²)	Pourcentage de la surface	Largeur de l'intervalle
1786-1600	0,8	0,8 %	50,67 m
1600-1400	5,0	1,15 %	323,72 m
1400-1200	17,2	3,94 %	1,11 km
1200-1000	35,0	8,01 %	2,25 km
1000-800	239,8	54,87 %	15,45 km
800-592	139,2	31,85 %	8,97 km

Tableau II-2 Calcul des largeurs des intervalles

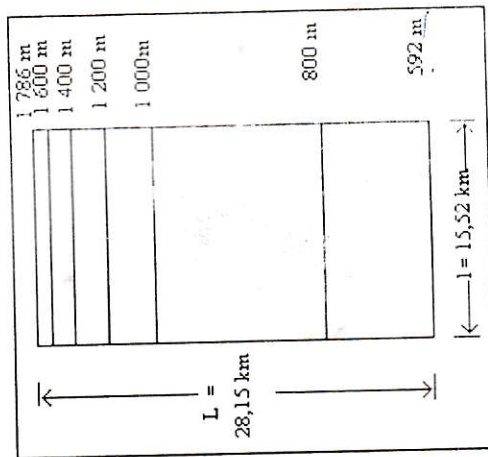


Figure II-3 Le rectangle équivalent

On établit le tableau II - 2: La largeur de l'intervalle est égale au produit de la longueur du rectangle équivalent par le pourcentage de la surface intéressée. Ensuite, à l'aide des dimensions trouvées on trace le rectangle équivalent (figure II - 3).

4 - Les indices de pente

a) Indice de Pente de Roche

Si $a_1, a_2, \dots, a_n$ sont les lignes de niveau croissant de l'exutoire au point culminant (c'est-à-dire le plus élevé), la pente moyenne entre deux lignes de niveau, cotées a_i et a_{i-1} , sera $(a_i - a_{i-1}) / x_i$ où x_i = distance qui sépare les deux courbes de niveau sur le rectangle

équivalent. L'indice de pente est défini par: $I_p = \frac{1}{\sqrt{L}} \sum_{i=1}^n \sqrt{\beta_i(a_i - a_{i-1})}$

où L et a_i sont exprimés en mètres et β_i = surface du bassin versant (en %) comprise entre a_i et a_{i-1} . Ainsi, l'indice de pente du bassin versant du barrage de Koudiat Rosfa est:

$$I_p = \frac{1}{\sqrt{28150}} \times \left(\sqrt{31,85 \times (800 - 592)} + \sqrt{54,87 \times (1000 - 800)} + \sqrt{8,0 \times (1200 - 1000)} \right) + \sqrt{3,94 \times (1400 - 1200)} + \sqrt{1,15 \times (1600 - 1400)} + \sqrt{1,15 \times (1786 - 1600)} =$$

$$\frac{275,6}{\sqrt{28150}} = 1,643$$

b) Indice de pente global :

$I_g = \Delta / L_r$ où Δ = dénivellée totale. Mais en réalité, on prend : $\Delta = H_{05} - H_5$. Pour notre bassin versant, on a donc :

$\Delta = 1200 - 630 = 570$ m et L_r = longueur du rectangle équivalent = 28,15 km et $I_g = 570 / 28,15 = 20,24$ m / km.

c) Indice de pente moyenne :

$$I_m = \Delta H / L_r = (H_{max} - H_{min}) / L_r = (1786 - 592) / 28,15 \times 10^3 = 0,0424 \text{ ou } 4,24 \%$$

d) Dénivellée spécifique Ds

La dénivellée spécifique permet d'utiliser la classification de l'O.R.S.T.O.M (tableau II - 3) qui permet de définir les différents types de relief des bassins versants quelque soient leurs superficies. La dénivellée spécifique est définie comme suit :

R1	Relief très faible	Ds < 10 m
R2	Relief faible	10 < Ds < 25 m
R3	Relief assez faible	25 < Ds < 50 m
R4	Relief modéré	50 < Ds < 100 m
R5	Relief assez fort	100 < Ds < 250 m
R6	Relief fort	250 < Ds < 500 m
R7	Relief très fort	Ds > 500 m

Tableau II - 3 Classification des reliefs d'après l'ORSTOM

$$D_s = I_G \sqrt{S} = 20,24 \times \sqrt{437} = 423,11$$

Ds : dénivellée spécifique. I_G : indice de pente. S: superficie du bassin versant. On trouve Ds = 423,11 m D'après la classification de l'ORSTOM, notre bassin versant présente un relief fort (R_6), car : $250 \text{ (m)} < D_s \text{ (m)} < 500 \text{ (m)}$.

C - LES CARACTERISTIQUES DU RESEAU HYDROGRAPHIQUE

1 - Le profil en long

Pour tracer le profil en long d'un oued, on porte sur un graphique: - en abscisses, la distance du point à l'exutoire ;
- en ordonnées, l'altitude du même point.

2 - Le tracé en plan

Le cours principal d'un oued est alimenté par des affluents. Les plus importants sont ceux qui sont eux-mêmes alimentés par des affluents moins importants et ainsi de suite jusqu'au plus petit affluent, qui n'est alimenté que par les écoulements de surface ou les écoulements hypodermiques.

a) La classification de Horton

Comme montré dans la figure II - 3, on classe de façon rationnelle les différents cours d'eau, selon leur importance:

Ordre 1: ruisseau qui n'a pas de tributaire (ou d'affluent),

Ordre 2: ruisseau ayant au moins un affluent d'ordre 1 et ceux-là uniquement,

Ordre 3: rivière qui a des tributaires du 2ème ordre, et même du premier ordre.

b) Les lois de Horton

Horton a introduit la notion de rapport de bifurcation r_b qui est le rapport entre le nombre d'affluents d'un ordre donné au nombre d'affluents de l'ordre immédiatement inférieur. Généralement, la valeur