

## Exercice 2

### CALCUL DES CARACTERISTIQUES HYDROMORPHOMETRIQUES D'UN BASSIN VERSANT

Soit le bassin versant de l'Oued Salah, au droit du site dit « Sidi Belkacem » dans la région de Tablat dans le Nord Algérien (Fig. 2.1). Il est demandé de calculer les caractéristiques hydro-morphométriques de ce bassin. Comme donnée, on dispose d'une carte topographique à l'échelle 1/25 000 de la zone à étudier (Fig.2.1).

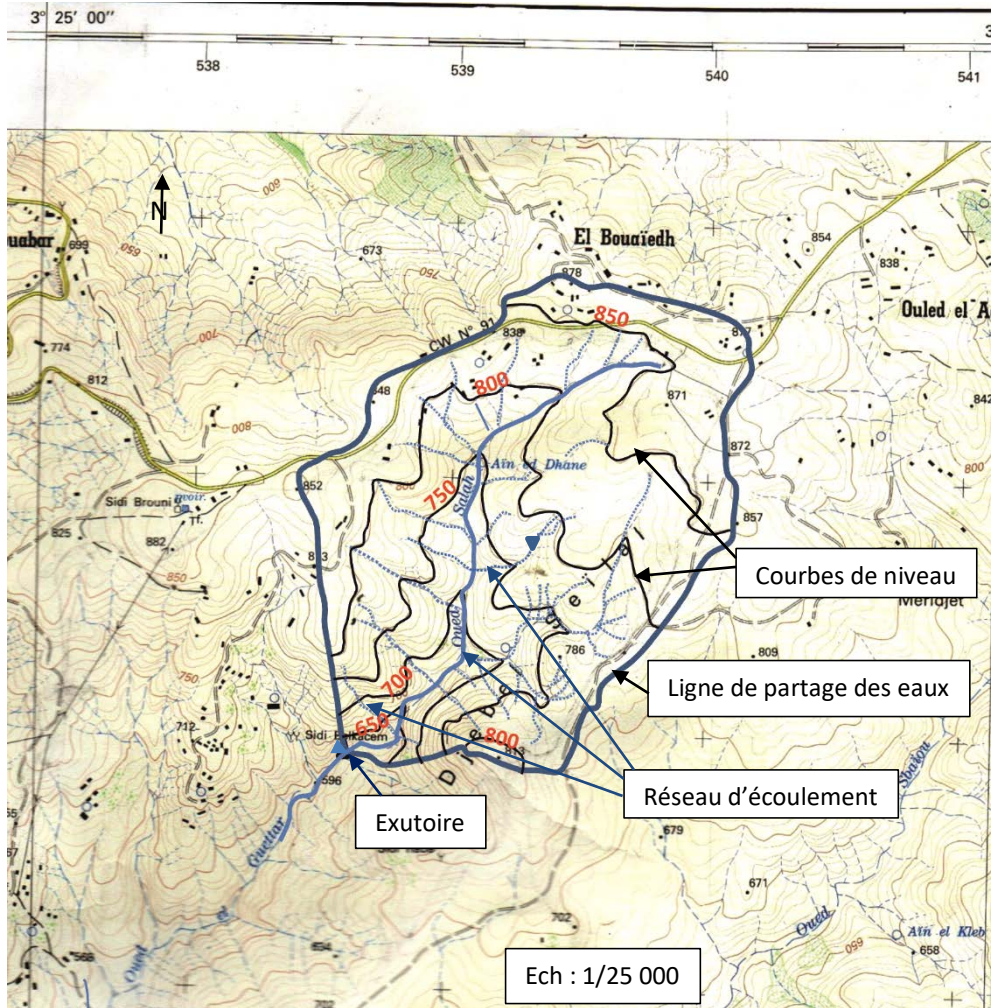
#### Corrigé

Pour ce faire, il faut disposer de la carte topographique de la région d'étude. Le calcul des caractéristiques nécessite la délimitation du bassin versant pour identifier la ligne de partage des eaux. Le bassin versant est une unité topographique où toutes les eaux qui s'écoulent passent obligatoirement par une section droite d'un cours d'eau qu'on appelle exutoire. Ce dernier peut être un site de barrage, une station hydrométrique, une confluence, une embouchure d'un cours d'eau...., défini par des coordonnées géographiques (X,Y) et une altitude. L'exutoire est le point le plus bas du bassin versant.

#### Rappel

Le principe de la délimitation d'un bassin versant est simple. Chaque bassin versant est séparé des autres par une ligne de partage des eaux. Cette dernière est déterminée sur carte topographique.

Le procédé est le suivant : en commençant par l'exutoire, on trace un segment de droite, perpendiculairement à chaque courbe de niveau, en passant par les crêtes. Le segment de droite ne doit en aucun cas couper un cours d'eau, quelle que soit son importance. La ligne de partage des eaux identifiera le bassin versant (Fig.2.1).



**Fig.2.1.** Bassin versant (ligne de partage des eaux, courbes de niveau et réseau d'écoulement)

### Calcul des caractéristiques

Une fois le bassin versant délimité et à l'échelle de la carte, les caractéristiques sont calculées. Seules, les plus importantes sont définies.

- **Surface du bassin versant " S "** en Km<sup>2</sup> ou Ha ;  
La surface du bassin versant est planimétrée.

- **Périmètre du bassin versant " P " en Km ou en m ;**

Le périmètre du bassin versant représente la longueur de la ligne de partage des eaux délimitant le bassin.

- **Indice de compacité de Gravelius " K<sub>c</sub> " ;**

Appelé aussi indice de forme, cet indice caractérisant la forme du bassin versant est donnée par la formule 2.1.

$$k_c = 0,28 \frac{P}{\sqrt{S}} \quad (2.1)$$

- **Rectangle équivalent**

C'est une transformation purement géométrique du bassin versant en un rectangle de dimensions **L** et **l** Ce dernier permet de comparer les bassins versants entre eux du point de vue de l'écoulement.

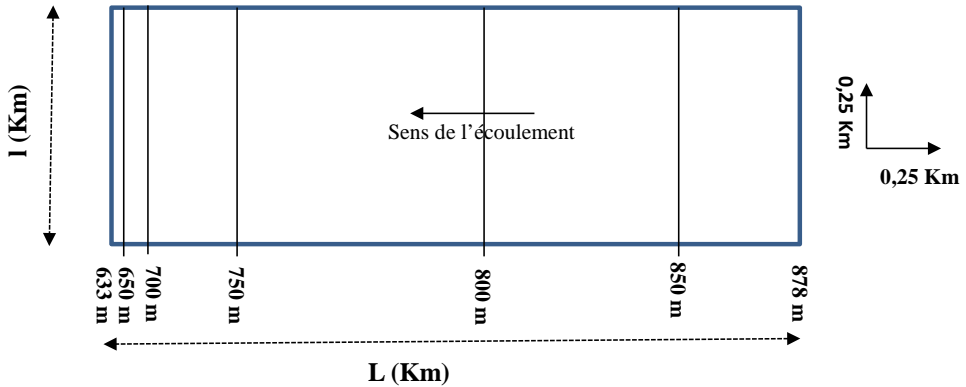
La longueur "**L**" et la largeur "**l**" sont données par les expressions 2.2 et 2.3.

$$L = K_c \frac{\sqrt{S}}{1,128} \left( 1 + \sqrt{1 - \left( \frac{1,128}{K_c} \right)^2} \right) \text{ en Km} \quad (2.2)$$

et

$$l = K_c \frac{\sqrt{S}}{1.128} \left( 1 - \sqrt{1 - \left( \frac{1.128}{Kc} \right)^2} \right) \text{ en Km} \quad (2.3)$$

La représentation graphique est donnée en Figure 2.2.



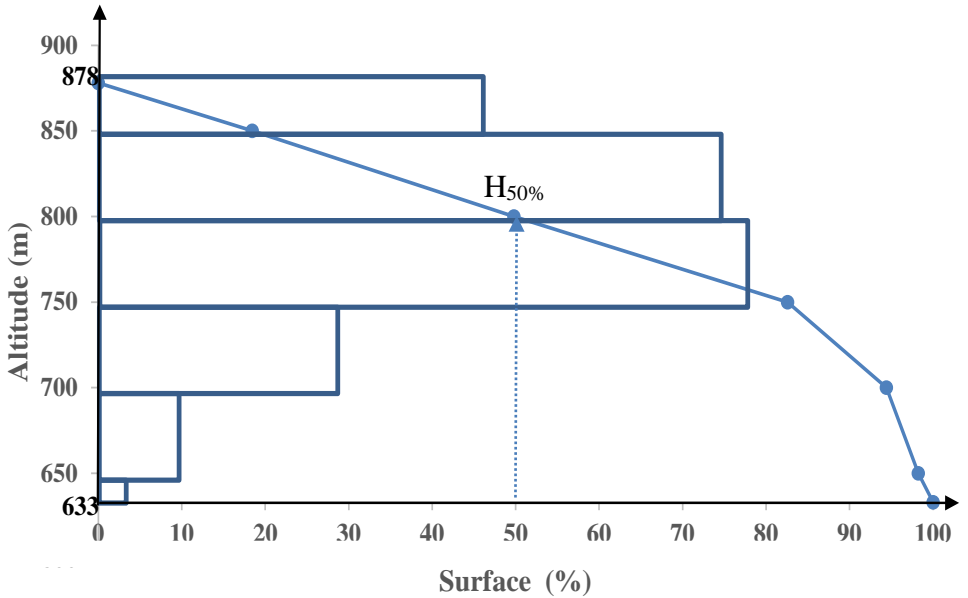
**Fig. 2.2.** Rectangle équivalent

- **Répartition et courbe hypsométriques**

Elle est d'une grande importance dans l'étude du relief d'un bassin versant. Les surfaces partielles par tranche d'altitude sont données dans le tableau 2.1 et la répartition et la courbe hypsométriques sont données en Figure 2.3.

**Tableau 2.1.** Surfaces partielles du bassin versant par tranche d'altitude

Altitude m	Surface partielle		Surface cumulée	
	Ha	%	Ha	%
878 ÷ 850	44,51	18,46	44,51	18,46
850 ÷ 800	75,52	31,32	120,03	49,78
800 ÷ 750	79,12	32,81	199,15	82,59
750 ÷ 700	28,52	11,83	227,67	94,42
700 ÷ 650	9,21	3,82	236,88	98,24
650 ÷ 633	4,25	1,76	241,13	100
Somme	241,13	100		



**Fig.2.3.** Répartition et courbe hypsométriques

Sur la courbe hypsométrique, l'altitude médiane  $H_{50\%}$  est déterminée, et l'altitude moyenne est calculée par la formule 2.4.

$$H_{\text{moy}} = \frac{\sum_{i=1}^n S_i \bar{H}_i}{S} \quad \text{avec} \quad \bar{H}_i = \frac{H_{n-1} + H_n}{2} \quad (2.4)$$

Avec :

$\bar{H}_i$  : Altitude moyenne entre 2 courbes de niveaux consécutives n-1 et n en m ;

$S_i$  : Surface partielle comprise entre 2 courbes de niveau consécutives n-1 et n en Km<sup>2</sup> ;

$S$  : Surface totale du bassin versant en Km<sup>2</sup>.

- **Indice de pente globale "  $I_g$  "**

Il est défini comme étant le rapport entre l'altitude comprise entre 5% et 95% de la surface du bassin et la longueur du rectangle équivalent. Il est donné par la formule 2.5.

$$I_g = \frac{H_{5\%} - H_{95\%}}{L} \quad (2.5)$$

- **Pente moyenne du bassin versant "I<sub>m</sub>"**

Elle est donnée par la formule 2.6.

$$I_m = \frac{\Delta H (0.5l_1 + l_2 + l_3 + \dots + 0.5l_n)}{S} \quad (2.6)$$

Avec :

$\Delta H$  : Dénivelée (m)

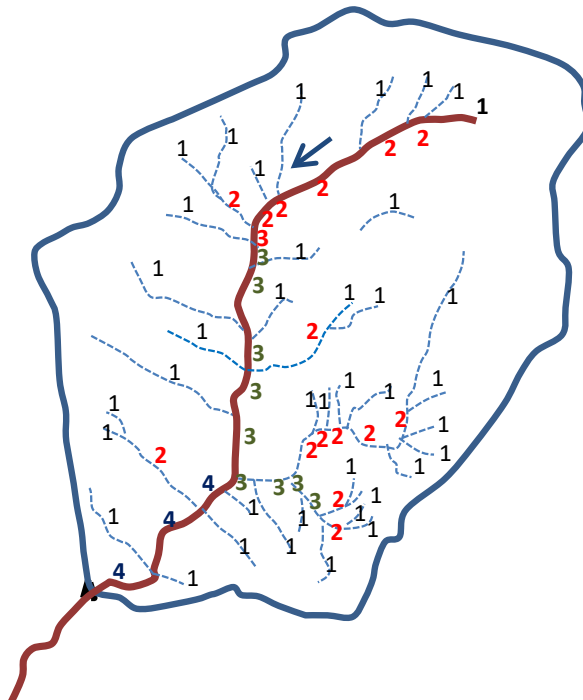
$l_i$  : Longueur de la courbe de niveau d'ordre 1, 2, ..., n en m

S : Surface du bassin versant (Km<sup>2</sup>)

- **Classification de Schumm**

Cette classification permet de classer les cours d'eau.

D'après Schumm « Est d'ordre  $x+1$ , tout tronçon de cours de rivière formé par la réunion de 2 cours d'eau d'ordre  $x$  » (Fig. 2.4).



### Classification de Schumm

Fig.2.4. Classification de Schumm

Selon cette classification, le cours d'eau principal est d'ordre 4.

Dans les calculs qui suivent, le cours d'eau principal, représenté par les ordres 1, 2, 3 et 4 est pris en considération.

Cette classification permet d'identifier les confluences quand la morphologie des cours d'eau se ressemble, particulièrement pour les cours d'eau temporaires.

- **Densité de drainage "D<sub>d</sub>"**

Elle est définie comme étant la longueur totale de tous les talwegs d'ordre i à n "L<sub>i</sub>", du bassin versant, rapportée à la surface totale " S " du bassin. Elle est donnée par l'expression 2.7 et est exprimée en Km/Km<sup>2</sup>.

$$D_d = \frac{\sum_{i=1}^n L_i}{S} \quad (2.7)$$

- **Profil en long du cours d'eau principal " I<sub>c</sub>"**

Le cours d'eau étant temporaire, on a considéré le cours d'eau principal composé des ordres 1, 2 et 3 (Fig.2.4). Son profil en long est donné en figure 2.5.

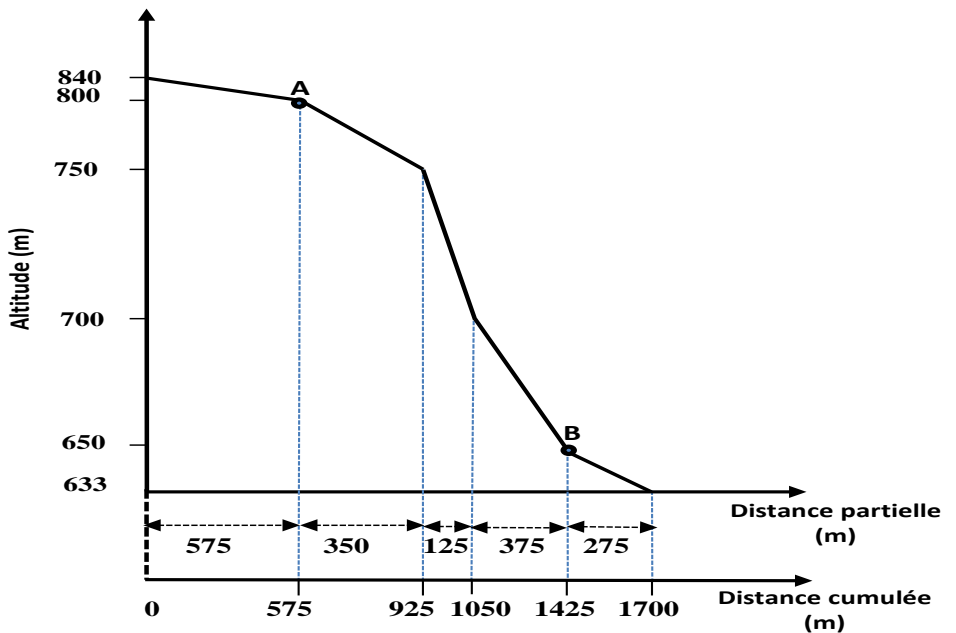


Fig.2.5. Profil en long du cours d'eau principal

Sa pente est calculée selon l'expression 2.8. C'est la différence de dénivelée entre les altitudes aux points A et B (Fig. 2.5), rapportée à la longueur du cours d'eau comprise entre ces 2 points.

$$I_{ce} = \frac{\Delta H}{\Delta L} \quad (2.8)$$

Avec :

$\Delta H$  : Dénivelée entre 2 points (A et B) suffisamment distants (m)

$\Delta L$  : Distance entre ces 2 points (Km)

- **Coefficient de sinuosité "K<sub>s</sub>"**

C'est la distance à vol d'oiseau  $L_d$  du cours d'eau entre sa source et son exutoire rapportée à sa longueur réelle  $L_{ce}$ . Il donne une très bonne information sur la sinuosité du cours d'eau (ex : présence ou pas de méandre ). Il est donné par l'expression 2.9.

$$K_s = \frac{L_d}{L_{ce}} \quad (2.9)$$

- **Temps de concentration du bassin versant " t<sub>c</sub>"**

C'est le temps que met la particule d'eau la plus éloignée pour arriver à l'exutoire. Il existe dans la littérature plusieurs formules. Il peut être notamment calculé par l'ancienne formule de Giandotti (1937), qui tient compte de la longueur du cours d'eau principal, et des altitudes moyenne et minimale (expression 2.10), soit :

$$t_c = \frac{4\sqrt{S} + 1,5L_{cp}}{0,8\sqrt{H_{moy} - H_{min}}} \quad (2.10)$$

Avec:

S: surface du bassin versant en Km<sup>2</sup> ;

$L_{cp}$  : longueur du cours d'eau principal en Km ;

$t_c$  : temps de concentration en heure ;

$H_{moy}$ : altitude moyenne en m ;

$H_{min}$ : altitude minimale en m.

Les résultats sont récapitulés dans le tableau 2.2.



**Tableau 2.2.** Caractéristiques hydro-morphométriques du bassin versant

Caractéristiques		Unité	Valeur
Coordonnées géographiques	X	Km	538,585
	Y	Km	4022,900
Surface		Km <sup>2</sup>	2,41
Périmètre		Km	6,262
Altitude	Maximale : H <sub>max</sub>	m	878
	Moyenne : H <sub>moy</sub>		795
	Médiane : H <sub>50%</sub>		800
	Minimale : H <sub>min</sub>		633
	H <sub>5%</sub>		870
	H <sub>95%</sub>		678
Indice de compacité		/	1,13
Longueur du rectangle équivalent		Km	2,83
Largeur du rectangle équivalent		Km	0,85
Indice de pente globale		m/Km	67,84
Pente moyenne du bassin		%	19
Longueur du cours d'eau principal		Km	2,56
Densité de drainage		Km/Km <sup>2</sup>	5,91
Pente moyenne du cours d'eau		%	17,60
Coefficient de sinuosité		/	0,85
Temps de concentration		h	1

&&&&&