Chapitre II

II.1 Introduction

L'utilisation des caractéristiques morphométriques a pour but de condenser en un certain nombre de paramètres chiffrés, la fonction h = f (x, y) à l'intérieur du bassin versant (h altitude, x et y coordonnées d'un point du bassin versant).

Le bassin versant en une section d'un cours d'eau est défini comme la surface drainée par ce cours d'eau et ses affluents en amont de la section. Tout écoulement prenant naissance à l'intérieur de cette surface doit donc traverser la section considérée, appelée exutoire, pour poursuivre son trajet vers l'aval. Selon la nature des terrains.

II.2 Caractéristiques de la disposition dans le plan

II.2.1 Surface

La surface du bassin versant est la caractéristiques la plus importante, elle s'obtient par planimétrage sur une carte topographique après que l'on y ait tracé les limites topographiques, comme elle peut être déterminée en utilisant les techniques de digitalisation à l'aide des logiciels : (*Autocad* – Surfer – Mapscan – Covadis). La surface du B.V du Ksob a été mesurée grâce au logiciel *MAPINFO 8.0*, Elle est de l'ordre **1456 Km².**

II.2.2 Longueur

On utilise différentes caractéristiques de longueur ; Parmi ces dernières on cite :

- **Périmètre**

Le périmètre du bassin versant est la longueur de la ligne de partage des eaux. Le périmètre peut être mesuré à l'aide d'un curvimètre ou automatiquement par des logiciels de dessin cités précédemment.

Le périmètre du B.V du Ksob mesuré par "MAPINFO.8.0" est de **202 Km**.

- **Longueur du bassin versant**

C'est la ligne droite qui relie l'exutoire et le point le plus éloigné situe à l'amont du bassin. Pour le Bassin du Ksob cette valeur est : $\mathbf{L_{BV}}$ **=54.31 Km**.

- **Longueur du talweg principal**

On admet qu'il faut poursuivre le thalweg indiqué sur les cartes topographiques, vers l'amont jusqu'à la limite du bassin. De même, si la partie avale présente des méandres, on curvimètre généralement tous les méandres.

La longueur du talweg principal du B.V Ksob mesuré par "MAPINFO.8.0" est de **89.7 Km**.

- **Largeur du bassin versant**

Elle se défini comme la plus grande largeur (*l*) perpendiculaire à la plus grande longueur. Elle peut être également calculée par la relation suivante :

$$\mathbf{l = \frac{S}{L_{B.V}}} \qquad \text{…..(II.01)}$$

S : superficie du bassin versant en Km^2.

L_{BV} : longueur du bassin versant en Km.

Pour le B.V du Ksob elle est égale à $l = 26.81 Km^2$

II.2.3 Indice de compacité de Gravelius

L'indice de compacité (K_G) renseigne sur la forme du bassin versant qui a une grande influence sur l'écoulement global du cours d'eau et surtout, sur l'allure de l'Hydrogramme à l'exutoire du bassin. Il est établi en comparant le périmètre du bassin à celui d'un cercle ayant la même surface du bassin.

Il s'exprime par la formule suivante ; **M. ROCHE**, (**1963)** :

$$\mathbf{K_G = \frac{P}{2.\sqrt{A.\pi}} \approx 0.28 \frac{P}{\sqrt{A}}} \qquad \text{….. (II.02)}$$

Avec :

K_G: Indice de compacité de Gravelius

P : Périmètre stylisé en km du bassin versant

A : Superficie du bassin versant en km^2.

* Lorsque K_G est proche de 1 le bassin versant est de forme quasiment circulaire

* Lorsque le K_G supérieur à 1 bassin versant est de forme allongée.

Un bassin versant circulaire est mieux drainé qu'un bassin allongé.

$$\begin{bmatrix} K_G = 1 & \text{forme d'un cercle} \\ K_G = 1.12 & \text{forme d'un carré} \\ K_G > 1.12 & \text{forme d'un rectangle} \end{bmatrix}$$

Le cœfficient de Gravelius du B.V du Ksob est égal à **1.49** ce qui explique la forme allongée du bassin,

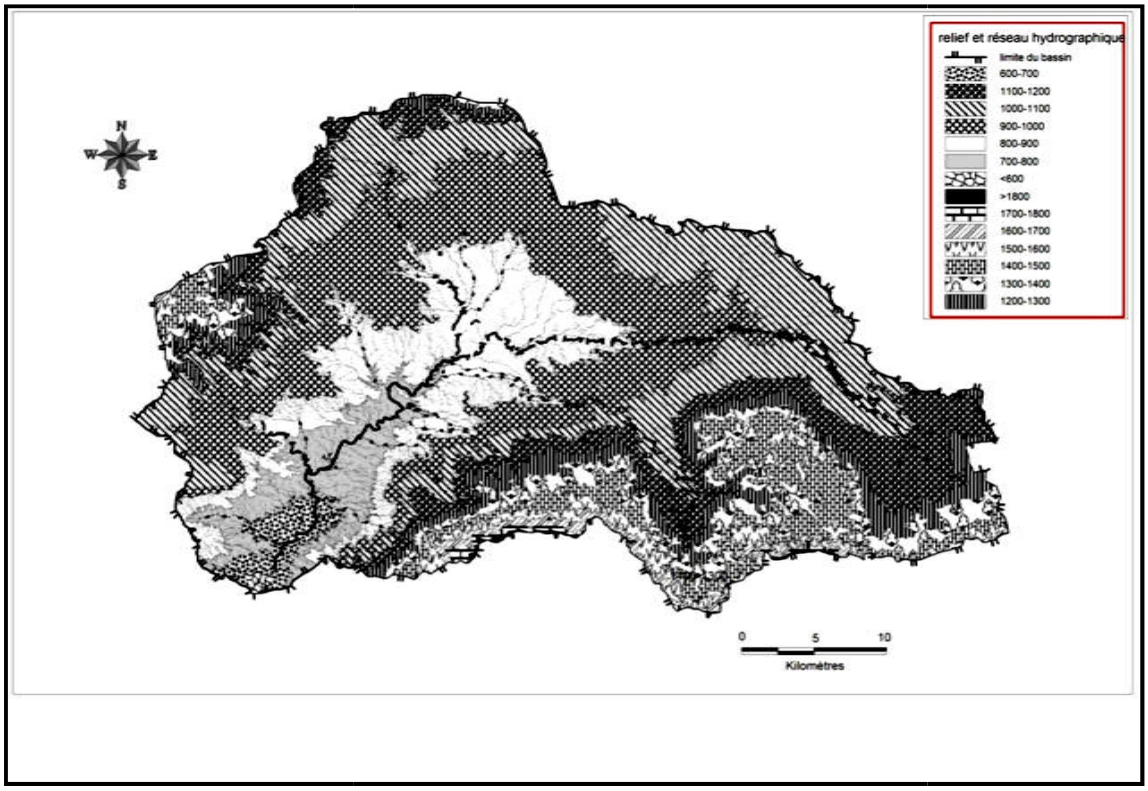

Fig. (06) Relief et Réseau Hydrographique

II.3 Caractéristiques des altitudes (hypsométrie)

II.3.1 Les altitudes maximale et minimale

Elles sont obtenues directement à partir de cartes topographiques. L'altitude maximale représente le point le plus élevé du bassin tandis que l'altitude minimale considère le point plus bas, généralement à l'exutoire. Pour notre bassin nous trouvons respectivement les valeurs suivantes :

Z_{MAX} = 1860 m ;

Z_{MIN} = 560 m ;

II.3.2 La courbe hypsométrique

Le relief est caractérisé par la courbe hypsométrique. Cette courbe est obtenue en portant en abscisses les surfaces partielles cumulées du bassin versant pour laquelle chaque point a une cote au moins égale à cette altitude et en ordonnées l'altitude considérées.

Le planimétrage des surfaces partielles a été réalisé en utilisant le logiciel **MAPINFO8.0** Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau **(**05**)**; et les courbes de niveau du bassin versant sont données dans la figure (07**)**, à l'aide du **MAPINFO 8.0.**

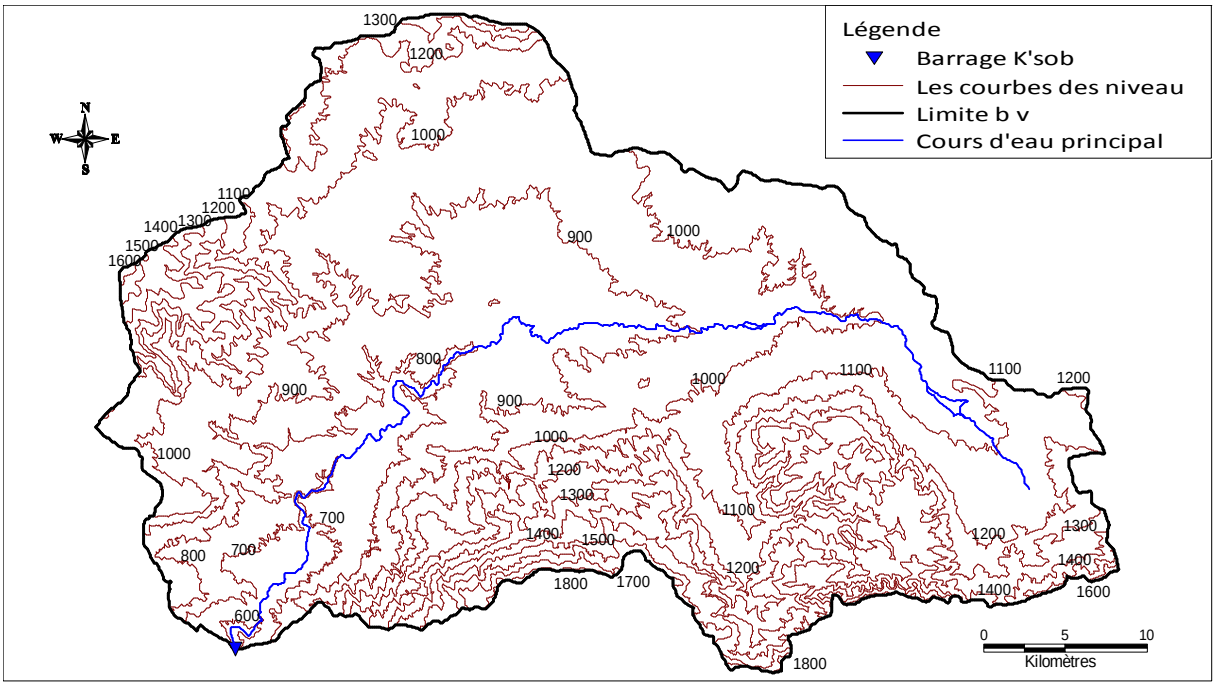

Fig. (07) Carte hypsométrique du B.V du KSOB.

Tableaux (05) Calcul des surfaces partielles et cumulées

Altitudes	Bornes sup en(m)	Surfaces partielles		Surfaces cumulées	
		en(Km²)	en (%)	en(Km²)	en (%)
560-600	600	1.61	0.11	1.61	0.11
600-700	700	7.75	0.53	9.36	0.64
700-800	800	16.47	1.13	25.83	1.77
800-900	900	37.18	2.55	63.02	4.33
900-1000	1000	88.47	6.08	151.48	10.40
1000-1100	1100	93.42	6.42	244.90	16.82
1100-1200	1200	93.72	6.44	338.62	23.25
1200-1300	1300	161.08	11.06	499.70	34.31
1300-1400	1400	297.18	20.41	796.88	54.72
1400-1500	1500	324.68	22.30	1121.56	77.02
1500-1600	1600	219.62	15.08	1341.18	92.10
1600-1700	1700	83.55	5.74	1424.73	97.84
1700-1800	1800	29.50	2.03	1454.23	99.86
1800-1860	1860	2.00	0.14	1456	100.00

La courbe hypsométrique et les diagrammes des fréquences altimétriques représentées en **figure (08)** montre que 66.60 % de la surface totale du B.V est comprise entre les altitudes 900 et 1500 m, ce qui explique que le bassin versant du Ksob est situé sur la zone des Hauts Plateaux. Au-dessous de900 m le pourcentage des surfaces du B.V est très faible. Il est de l'ordre de 10.4 %.Les altitudes au-dessus de 1500 m occupent une surface de l'ordre de 23%. D'après la courbe hypsométrique, on peut déduire que la pente est relativement forte, par conséquence, une partie des écoulements auront tendance à s'effectuer avec une vitesse importante résultant une érosion pouvant être très accentuée dans cette partie de la surface du B.V.

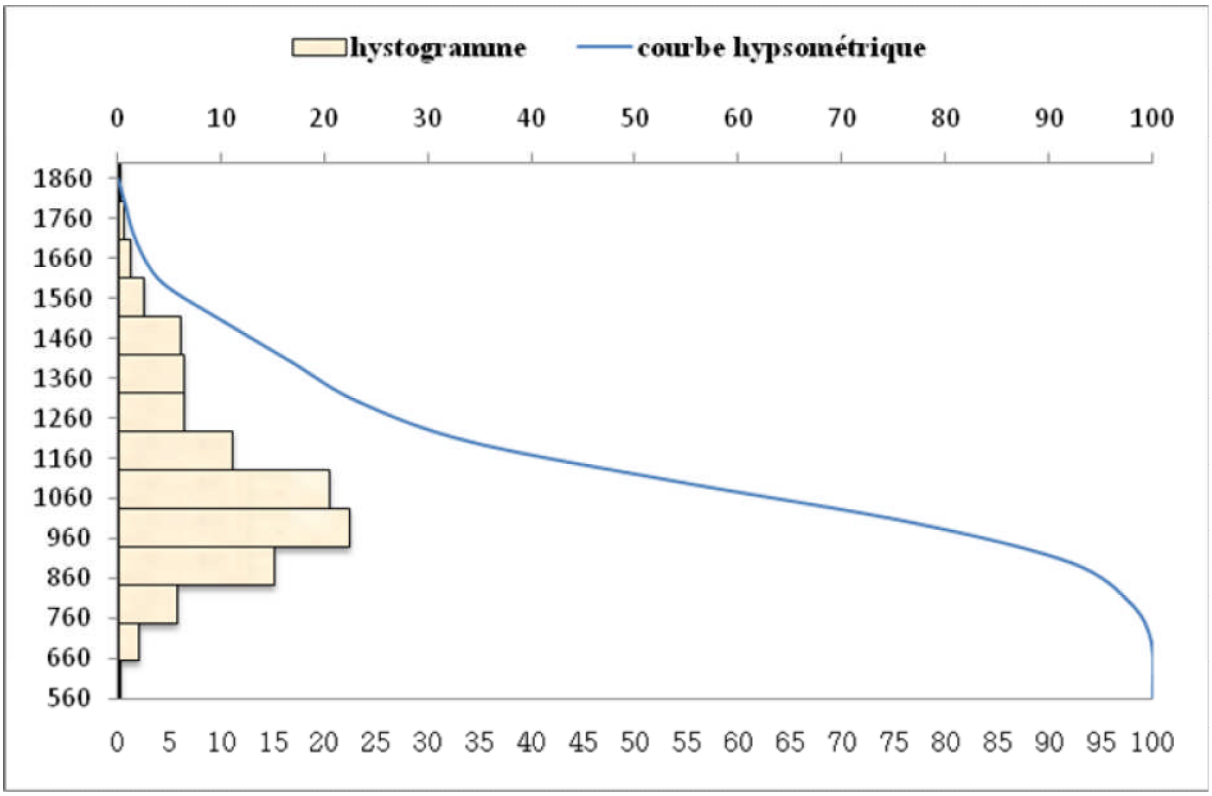

Fig. (08) la courbe hypsométrique

À partir de cette courbe, on détermine :

* l'altitude à 95% de la surface, $\mathbf{Z_{95\%}}$ **= 865 m** ;

* l'altitude à 5% de la surface, $\mathbf{Z_{5\%}}$ **= 1585 m** ;

* l'altitude médiane, $\mathbf{Z_{50\%}}$ **= 1120 m** ;

L'altitude moyenne est définie aussi par la formule suivante :

$$\mathbf{H_{moy}} = \sum \frac{\mathbf{H_i . A_i}}{\mathbf{A}} \quad \text{…… (II .03)}$$

D'où :

S : surface totale du bassin versant ;

Si : surface partielle ;

$\overline{H_i}$: L'altitude moyenne entre deux courbes de niveau.

Tableau (06) L'altitude moyenne et surface partielle

$\overline{H}_i$	Si	Si * $\overline{H}_i$
1830	1.606	2938.98
1750	7.752	13566
1650	16.473	27180.45
1550	37.184	57635.2
1450	88.469	128280.05
1350	93.42	126117
1250	93.718	117147.5
1150	161.081	185243.15
1050	297.178	312036.9
950	324.676	308442.2
850	219.623	186679.55
750	83.545	62658.75
650	29.504	19177.6
580	1.997	1158.26
$\sum$Si* $\overline{H}_i$	1548261.59	
$\overline{h}$	1063.2	

On prend : $\overline{\mathbf{h}} = \mathbf{1063m}$;

II.3.3 La dénivelée simple

On définit la « dénivelée D » comme étant la différence de cote entre $Z_{5\%}$ et $Z_{95\%}$;

Celles-ci sont lues sur la courbe hypsométrique.

$$\mathbf{D = Z_{5\%} - Z_{95\%}} \quad \ldots\ldots (\mathbf{II.04})$$

Pour le bassin versant du Ksob on trouve : D = 720 m ;

II.3.4 Rectangle équivalent

Le rectangle équivalent ou rectangle de Gravelius correspond à une transformation purement géométrique du bassin versant. Il prend alors une forme rectangulaire tout en gardant la même superficie, le même périmètre, le même indice de compacité et par conséquent la même répartition hypso-

métrique. Dans ce cas, les courbes de niveau deviennent parallèles aux côtés du rectangle équivalent. La climatologie, la répartition des sols, la couverture végétale et la densité de drainage restent inchangées entre les courbes de niveau.

Plus un rectangle équivalent est allongé moins il sera drainé. Les dimensions du rectangle équivalent sont déterminées par les formules suivantes:

- **Démonstration : M. ROCHE, (1963)**

$$\mathbf{K = 0.28\ \frac{P}{\sqrt{A}}}$$

$$\mathbf{2(L + l) = P = \frac{K\sqrt{A}}{0.28}}$$

$$\mathbf{L.l = A}$$

D'où

$$\mathbf{L = \frac{K\sqrt{A}}{1.12}\left[1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{K}\right)^2}\right]}$$

$$\mathbf{l = \frac{K\sqrt{A}}{1.12}\left[1 - \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{K}\right)^2}\right]}$$

On aura :

- **La longueur**

$$\mathbf{L_{rec} = \frac{K\sqrt{A}}{1.12}\left[1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{K}\right)^2}\right]} \quad \text{…… [II.05]}$$

Pour application, la longueur du rectangle équivalent du B.V du Ksob est de l'ordre de **84.25 Km**

- **La largeur**

$$\mathbf{l = \frac{K\sqrt{A}}{1.12}\left[1 - \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{K}\right)^2}\right]} \quad \text{…… [II.06]}$$

Pour application, la longueur du rectangle équivalent du B.V est de l'ordre de **17.28 Km ;**

Tableau (07) Largeurs des intervalles du rectangle équivalent

Surface partielle	largeur $l_{rec.}$	Largeur partielle X_I
1.61	17.29	0.09
7.75		0.45
16.47		0.95
37.18		2.15
88.47		5.12
93.42		5.40
93.72		5.42
161.08		9.32
297.18		17.19
324.68		18.78
219.62		12.70
83.55		4.83
29.50		1.71
2.00		0.12
1456	84.25	84.25

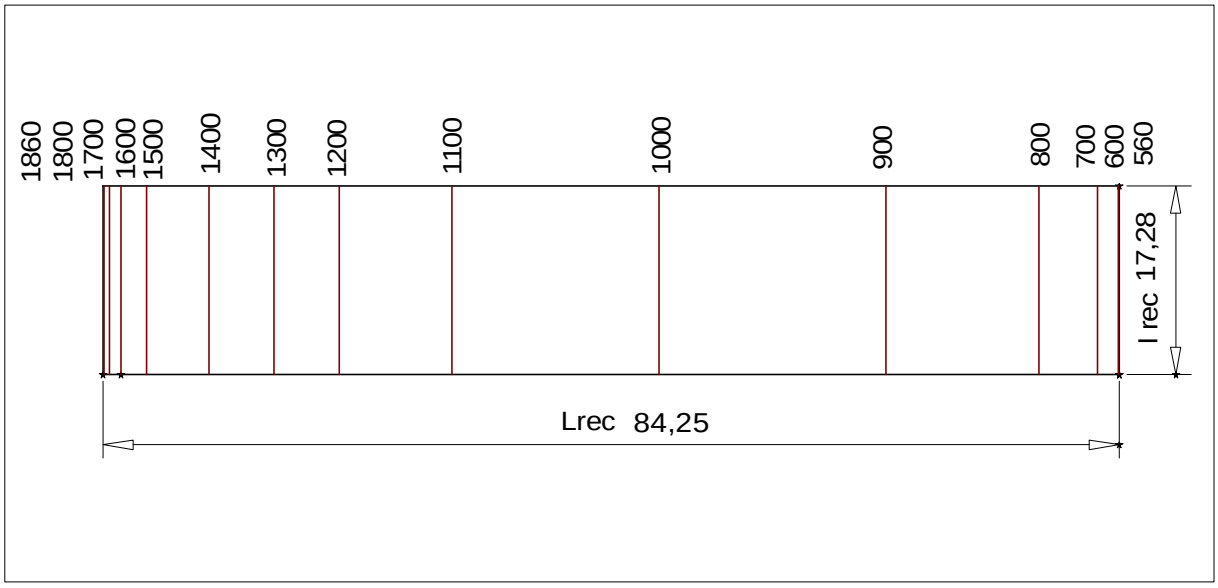

Fig. (09) Rectangle équivalent du bassin versant Ksob

II.4 Les indices de pentes

Le but de ces indices est de caractériser les pentes d'un bassin versant et de comparer les bassins versant entre eux.

La carte des pentes est l'instrument qui permet de visualiser les nuances topographiques à l'intérieur de l'espace étudié ; elle peut être établie à partir des cartes topographiques d'échelle > 1/100,000.

Pour notre bassin la carte topographique d'échelle > 1/50,000 ont été utilisées. La classification a été faite à partir de différents calculs effectués sur la carte topographique et grâce à notre enquête sur le terrain.

Dans le bassin du Ksob, on distingue les pentes seuils suivantes :

- Plus de 17%: versants érodés, absence de sol.
- 8 - 17% : bas de versant, quelques dépôts, sol mince cultivé.
- moins 8% : plaine et terrasse alluviales, dépôts alluviaux et colluviaux.

La carte de la pente Figure **(**10**)** montre une forte proportion de terrains dont la pente 5 - 20%, ce qui témoigne du caractère peu montagneux de ce bassin.

Mr J. TRICART (1962), est divisée l'écoulement suivant la pente en trois catégories:

- Écoulement faible : pente <3 % ;
- Écoulement fort : pente à limite de 10 % ;
- Écoulement tés fort : pente > 10 %.

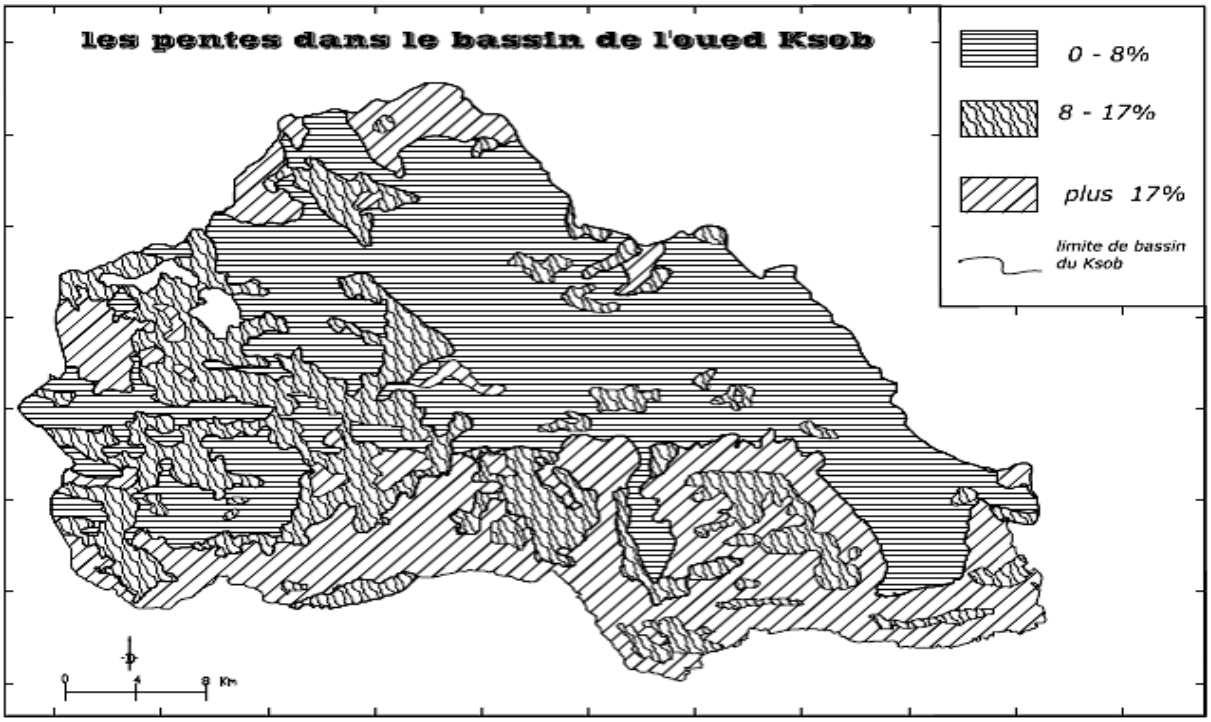

Fig. (10) les pentes dans le bassin de l'oued Ksob

II.4.1 Pente moyenne

C'est une caractéristique importante des bassins versants qui renseigne sur la topographie du bassin. La pente moyenne du cours d'eau détermine la vitesse avec laquelle l'eau se rend à l'exutoire du bassin donc le temps de concentration. Elle influence sur l'état d'écoulement du cours d'eau au niveau du bassin versant. En effet, plus la pente est forte, plus la durée de concentration des eaux de ruissellement dans les affluents et le cours principal est faible, par conséquent le bassin réagira d'une façon rapide aux averses. Les pentes fortes à très fortes peuvent produire des écoulements de nature torrentielle qui sont à l'origine des crues dévastatrices.

La pente moyenne du bassin versant est donnée par **M. ROCHE, (1963**) comme étant la moyenne pondérée des pentes de toutes les surfaces élémentaires pour lesquelles on peut considérer que la ligne de plus grande pente est constante. Une valeur approchée de la pente moyenne est alors donnée par la relation suivante :

$$\mathbf{i_m = \frac{D.L}{A}} \quad \ldots\ldots \textbf{[II.07]}$$

Avec :

i_m: Pente moyenne du bassin versant en [m /Km] ;

L: langueur totale des courbes de niveau en [km] ;

D : équidistance entre deux courbes consécutives en [m] ;

A : Surface élémentaire en [km²] ;

La pente moyenne du bassin versant du Ksob est de l'ordre de 141.25 m/Km

II.4.2 Indice de pente de Roche

Roche a proposé un indice de pente plus facile à calculer quel' autre, il est donné par la formule suivante:

$$\mathbf{I_p = \frac{1}{\sqrt{L_{rec}}} \sum_{i=1}^{n} \left(x_i \sqrt{\frac{d}{x_i}} \right)} \quad \ldots\ldots \textbf{[II.08]}$$

I_p : indice de pente [%] ;

L : Longueur de rectangle équivalent [m] ;

Xi : distance qui sépare deux courbes sur le rectangle (facteur de pondération), en [m] ;

d : distance entre deux courbes de niveau successives (peut être variable) en [m] ;

d/X_i : pente moyenne d'un élément [%] ;

Soit I_P = 31.68 %, pour le B.V du Ksob

II.4.3 Dénivelée spécifique

L'indice Ig décroît pour un même bassin lorsque la surface augmente, il était donc difficile de comparer des bassins de tailles différentes. La dénivelée spécifique Ds ne présente pas cet inconvénient :

$$\mathbf{Ds = I_g\sqrt{A} = \frac{D}{L}\sqrt{L.l} = D\sqrt{\frac{l}{L}}} \quad \text{…… [II.09]}$$

La dénivelée spécifique ne dépend donc que de l'hypsométrie (**$D = Z_{5\%} - Z_{95\%}$**) et de la forme du bassin (l/L).

Elle donne lieu à une deuxième classification de l'O.R.S.T.O.M, indépendante des surfaces des bassins :

Tableau (08) deuxième classification d'après l'O.R.S.T.O.M.

R 1	Relief très faible	D s < 10 m
R 2	Relief faible	10 m < D s < 25 m
R 3	Relief assez faible	25 m < D s < 50 m
R 4	Relief modéré	50 m < D s < 100 m
R 5	Relief assez fort	100 m < D s < 250 m
R 6	**Relief fort**	**250 m < D s < 500 m**
R 7	Relief très fort	500 m < D s

Pour le B.V de Ksob on trouve D_S = 326.17 m**.** D'après la classification de **l'O.R.S.T.M,** notre bassin versant présente un **relief fort (R_6),** car **:** 250 m **<** DS < 500 m**.**

II.5 Caractéristiques du réseau hydrographique

Le réseau hydrographique est constitué de l'ensemble des chenaux qui drainent les eaux de surface vers l'exutoire du bassin versant. La définition d'un cours d'eau est difficile à donner avec précision,

en particulier pour les cours d'eau temporaires. Selon le support cartographique utilisé, on étudiera le réseau avec plus ou moins de détails : en photographie aérienne, on pourra déceler des thalwegs de très faibles extensions, tandis qu'on ne verra que les cours d'eau pérennes et importants sur une carte au 1/100 000 ème.

L'étude du chevelu hydrographique servant surtout à comparer des bassins entre eux, il suffit, dans la plupart des cas, de se fixer une définition du thalweg élémentaire et de l'appliquer pour l'étude de tous les bassins (par exemple : thalwegs = traits bleus temporaires ou pérennes sur carte I.G.N. au 1/50 000 ème).

Le réseau du bassin de l'Oued Ksob est formé de deux affluents qui prennent leur source sur le versant nord des monts du Hodna :

- Oued Bieta dont les sources se situent entre 1200m et 1400m sur le flanc septentrional de l'anticlinal des oueds Tebben.
- Oued El Amriqui se forme à l'altitude de 1700m sur le versant nord du Djebel Sidi Sahab.

Ces deux affluents collectent toutes les eaux qui ruissellent sur la partie orientale du bassin. Après la confluence, L'oued KSOB coule dans la direction sud-ouest et contourne le djebel Maadid. Il reçoit plusieurs affluents dont oued Lechbour, issu des monts de Medjana, et oued Ziatine qui descend des contreforts du djebel Mansourah au sud-ouest du bassin.

Le réseau hydrographique peut se caractériser par trois éléments : sa hiérarchisation, son développement (nombres et longueurs des cours d'eau) et son profil en long.

II.5.1 Hiérarchisation du réseau

Pour chiffrer la ramification du réseau, chaque cours d'eau reçoit un numéro fonction de son importance. Cette numérotation, appelée ordre du cours d'eau, diffère selon les auteurs. Parmi toutes ces classifications, nous adopterons celle de Strahler :

- tout cours d'eau n'ayant pas d'affluent est dit d'ordre 1,
- au confluent de deux cours d'eau de même ordre n, le cours d'eau résultant est d'ordre n+1,
- un cours d'eau recevant un affluent d'ordre inférieur garde son ordre, ce qui se résume par:

n + n = n + 1 et n + m = max (n.m). Pour notre cas « **B.V Ksob est d'ordre 7 » ;**

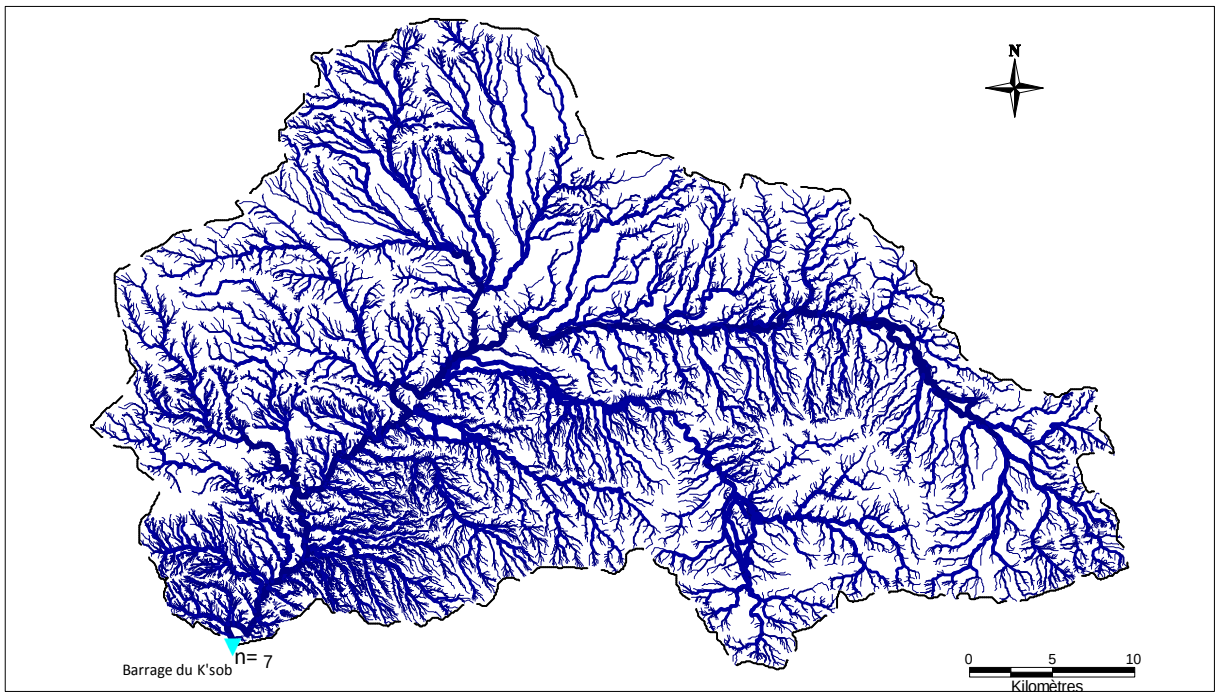

Fig. (11) Carte du Réseau hydrographique du bassin versant de Ksob

II.5.2 Profil longitudinal d'un cours d'eau principale

Ce profil est établi en portant en abscisses les longueurs développées du lit de la rivière à partir d'un point de référence (exutoire) et en ordonnées les cotes de l'eau dans le cours d'eau principal et de ces affluents (parfois on donne la cote du font). Ce relevé se fait, soit par nivellement sur le terrain, soit plus sommairement à partir des cartes topographiques.

Le profil en long d'un cours d'eau est un graphique représentant les différentes élévations du fond du cours en fonction de la distance à l'exutoire.

Les profils en long permettent d'estimer la pente moyenne du cours d'eau qui sert surtout à évaluer les temps de concentration d'un bassin versant, ce dernier étant lié à la vitesse de propagation des particules fines ; elle-même proportionnelle à$\sqrt{I}$.

On calcul généralement la pente moyenne I d'un cours d'eau par la formule suivante :

$$\frac{1}{\sqrt{I}} = \frac{1}{l_{cp}} \sum_{j=1}^{n} \frac{l_j}{\sqrt{i_j}} \quad \ldots\ldots \textbf{[II.10]}$$

I : pente moyenne du cours d'eau principal ;

L_{cp} : longueur totale du cours d'eau principal ;

l_j : longueur d'un tronçon j du cours d'eau principal ;

i_j : différence d'altitude du tronçon j ;

Pour notre cas, en mesuré longueur totale et les tronçons par des techniques digitalisations « **MapInfo8.0 »;**Donc la pente moyenne du cours d'eau principal du B.V de Ksob est égale à **0.093‰**

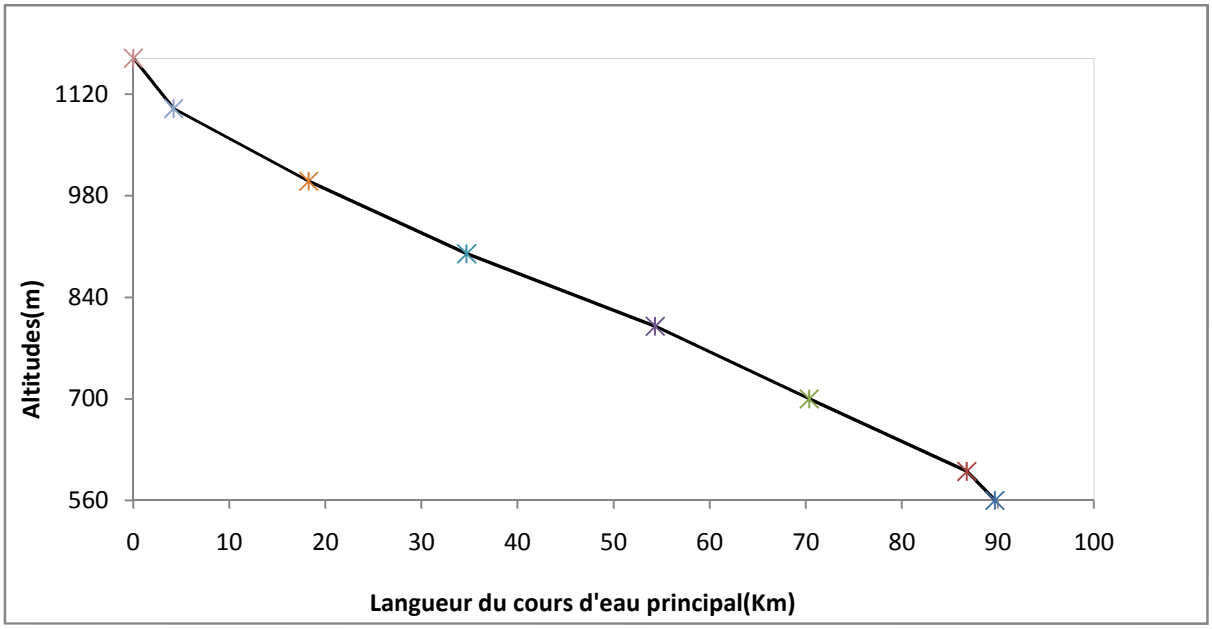

Fig. (12) Profil longitudinal de cours d'eau

II.5.3 Degré de développement du réseau hydrographique

II.5.3.a Densité de drainage

La densité de drainage est la longueur totale du réseau hydrographique par unité de surface du bassin versant. Elle correspond pour un bassin versant donné, de superficie A, comme étant le rapport de la longueur totale des cours d'eau d'ordre quelconque sur la superficie totale A du bassin versant. La densité de drainage est exprimée en km/km^2 ou en km^{-1}.elle est donc :

$$\mathbf{D_d = \frac{\sum L_i}{A}} \quad \ldots\ldots \textbf{[II.11]}$$

Avec :

Li : Longueur totale des cours d'eau en km ;

A : Superficie du bassin versant en km² ;

La longueur totale des cours d'eau du B.V du Ksob est de : $\sum L_i$**= 5165.76 Km** ;

Et leur surface A = 1456 Km **;**

Donc : **Dd =3.55 Km^{-1}.**

La densité de drainage dépend de la géologie (structure et lithologie), des caractéristiques topographiques du bassin versant dans une certaine mesure et des conditions climatologiques et atmosphériques. En effet, les secteurs situés en zones de roches perméables ont en général des densités de drainage faibles, alors que les secteurs de roches imperméables ont des densités plus élevées.

Selon Schumm, la valeur inverse de la densité de drainage, **$C= 1 /D_d$** s'appelle **«constante de stabilité du cours d'eau».** Physiquement, elle représente la surface du bassin nécessaire pour maintenir des conditions hydrologiques stables dans une vecteur hydrographique unitaire section du réseau). Ce paramètre est reflet de la dynamique du bassin versant, de la stabilité du réseau hydrographique et du type de ruissellement de surface. Pour notre cas est : **C= 0.28 Km.**

II.5.3.b La densité hydrographique

La densité hydrographique représente le nombre de thalwegs d'écoulement par unité de surface.

$$\mathbf{F = \frac{\sum N_i}{A}} \quad \text{…… [II.12]}$$

Ou :

F : densité hydrographique [Km^{-2}] ;

N_i : nombre de cours d'eau ;

A : superficie du bassin [Km^2].

La fréquence des thalwegs d'ordre 1 : F_1, est le rapport du nombre total de thalwegs d'ordre 1 à la surface du bassin versant : $F_1 = \frac{N_1}{A}$ [Km^{-2}].

Tableau (09) Calcul La densité hydrographique

Ordre	Nombre d'ordre N_i	Surface du B V	Densité hydrographique **F** en (Km^{-2})
1	9061	1456	6.222
2	2200		1.511
3	500		0.343
4	115		0.079
5	25		0.017
6	3		0.002
7	1		0.001
Total	11905		**8.175**

II.5.3.c Les rapports de confluence et de longueur

Sur la base de la classification des cours d'eau, Horton(1932) et Schumm (1956) ont établi différentes lois. Ces « lois » empiriques relient le nombre, la longueur, la moyenne et l'ordre des cours d'eau :

Loi des nombres : $\mathbf{R_c = \frac{N_i}{N_{i+1}}}$ …… **[II.13]**

Loi des longueurs :$\mathbf{R_L = \frac{L_i}{L_{i+1}}}$ …… **[II.14]**

Avec :

R_C : rapport de confluence des cours d'eau ;

R_L : rapport des longueurs des cours d'eau ;

i : ordre d'un cours d'eau i varie entre 1 et n (n est l'ordre du cours d'eau principal, classification selon *Strahler*) ;

N_i : nombre du cours d'eau d'ordre i ;

N_i+1 : nombre du cours d'eau suivant ;

L_i : longueur moyenne des cours d'eau d'ordre i ;

Le rapport de confluence est un nombre sans dimension exprimant le développement du réseau de drainage. Il varie suivant l'ordre considéré, c'est un élément important à considérer pour établir des corrélations d'une région à une autre.

Selon **Strahler (1964)**, le R_C varie de 3 à 5 pour une région où la géologie n'a aucune influence. Pour un bassin homogène, R_C et R_L sont sensiblement constants **; J. P. LABORDE (2000)**.

Tableau (10) Calcul le rapport de confluence.

Ordre	Nombre N_i	Rapport de confluence	
		R_{ci}	R_C
1	9061	4.12	$\frac{\sum R_{Ci}}{nR_{Ci}} = 4.80$
2	2200	4.40	
3	500	4.35	
4	115	4.60	
5	25	8.33	
6	3	3.00	
7	1		

Tableau (11) Calcul le rapport de langueur.

Ordre	Langueur L_i en (Km)	Rapport de langueur	
		R_{Li}	R_L
1	2541.54	2.16	$\frac{\sum R_{Li}}{nR_{Li}} = 2.09$
2	1177.85	1.63	
3	722.36	1.85	
4	390.48	1.75	
5	223.61	2.93	
6	76.26	2.24	
7	34.07		

II.5.3.d Le coefficient d'élancement

$$\mathbf{C_E = \frac{2\sqrt{A/\pi}}{L_{max}}} \quad \text{…… [II.15]}$$

Où :

L_{max} : longueur maximale du bassin versant. Elle s'obtient en prolongeant le cours d'eau principal au point le plus éloigné possible du bassin versant et on mesure la langueur de l'exutoire jusqu'à ce point, **L_{max} = 98.06 Km.**

A : surface du bassin versant ;

Le coefficient varie de 1 pour un bassin versant plat à 0.6 pour un bassin versant à relief accentué. Pour le bassin versant du **Ksob : C_E = 0.44 ⇒B V à relief accentué.**

II.5.3.e Coefficient de torrentialité

Ce coefficient donne une idée sur la densité des drains d'ordre 1. Donc il prend en considération la densité de drainage et la densité des talwegs élémentaires (ordre 1).Le coefficient de torrentialité peut être déterminée par la formule suivante :

$$\mathbf{Ct = Fi \times D_d} \quad \ldots\ldots \textbf{[II.16]}$$

→ (11) d'où Fi = Ni/A

Pour notre bassin, Ct = 6.222 x 3.55 = **22.088 Km^{-1}.**

Ce qui explique un écoulement moyen par apport à la surface du bassin.

II.5.3.f Temps de concentration

Le temps de concentration est défini comme étant la durée que met une goutte d'eau tombée à un point élevé du bassin versant, pour atteindre l'exutoire, il est exprimé par plusieurs formules, dans notre travail on se limite à la formule de *GIANDOTTI* ; **Lottl. C. (1987).**

- **Formule de GIANDOTTI :**

$$\mathbf{t_c = \frac{4\sqrt{S}+1.5L}{0.8\sqrt{h}}} \quad \ldots\ldots \textbf{[II.17]}$$

D'où :

$\mathbf{t_c}$: temps de concentration en [heures] ;

S : Surface du bassin versant, en [Km^2] ;

L : longueur du talweg principal, en [Km] ;

h : différence d'altitude moyenne du bassin et celle de l'exutoire, en mètres.

Donc :

La détermination du temps de concentration nous permettra de mieux connaître la réponse hydrologique du bassin; le temps de concentration des eaux est non seulement fonction de la surface mais aussi d'autres paramètres tels que la lithologie, la pluviométrie et le relief. D'après les résultats obtenus, le bassin du Ksob présente un temps de concentration d'ordre **16 heures.**

II.5.3.g Vitesse d'écoulement de l'eau

Elle est donnée par l'expression suivante :

$$\mathbf{V_e = \frac{L}{T_c}} \quad \ldots\ldots \textbf{[II.18]}$$

Avec :

V_e : Vitesse d'écoulement de l'eau [m /s] ;

L : longueur de talwegs principale en [m] ;

Tc : temps de concentration en [s] ;

Donc :

La vitesse d'écoulement dans notre bassin est : $\mathbf{V_e = 1.56\ m/s}$

Nous récapitulons les caractéristiques morphométriques du bassin versant de Ksob dans le tableau suivant :

Tableau (12) Principales caractéristiques morphométriques du B.V du Ksob

Caractéristiques morphométriques et hydro-graphiques	Résul-tats	Unité	Observation
surface	1456	Km²	-------
périmètre	202	Km	-------
Longueur du bassin versant :"L_{BV}	54.31	Km	-------
Longueur du talweg principal :" L_{CP}	89.7	Km	-------
Longueur maximale L_{max}	98.06	Km	-------
Largeur du bassin versant	26.81	Km	-------
Indice de compacité de Gravelius	1.49	m	forme allongée
L'altitude maximale	1860	m	------
L'altitude minimale	560	m	------
l'altitude à 95%	865	m	------
l'altitude à 50%	1120	m	------
l'altitude à 5%	1585	m	------
L'altitude moyenne	1063	Km	------
La dénivelée simple D	72	Km	------
Longueur du rectangle équivalent	84.25	Km	------
Largeur du rectangle équivalent	17.28	Km	------
Pente moyenne	141.25	m/Km	------
Indice de pente de Roche	31.68	%	------
Dénivelée spécifique Ds	362.17		Relief fort
pente moyenne d'un cours d'eau principal	0.093	‰	------
Densité de drainage Dg	3.55	Km^{-1}	Moins dense
La densité hydrographique : F	8.75	Km-²	------
rapport de confluence des cours d'eau	4.8		------
rapport des langueurs des cours d'eau	2.09		------
Le coefficient d'élancement : CE	0.44		Relief accentuée
Coefficient de torrentialité : Ct	22.088	Km^{-1}	
Temps de concentration	16	heure	
Vitesse de l'écoulement de l'eau : Ve	1 .56	m/s	

Conclusion

Le bassin versant de l'oued Ksob couvre une superficie de 1456 Km^2 ; il a une forme allongée et ovale (Kc=1.49), indiquant une compacité moyenne et un temps de concentration plus au moins lent des cours d'eau à l'exutoire.

L'étude hypsométrique montre une prédominance de la tranche d'altitude qui correspond aux hautes plaines de B.B.Arreridj et du piedmont, des montagnes, cette tranche est marquée par une érosion modérée

Avec une dénivelée spécifique (D_S = 326.17 m) indique un bassin a relief fort. Les valeurs de la densité de drainage (Dd = 3.55 Km/Km^2) et le coefficient de torrentialité (C_t= 22.08).