

CHAPITRE III : Analyse Morphométrie et Hydrographique.

Introduction :

Le bassin versant représente, en principe, l'unité géographique sur laquelle se base l'analyse du cycle hydrologique et de ses effets.

Plus précisément le bassin versant qui peut être considéré comme un « système » est une surface élémentaire hydrologique close, c'est-à-dire qu'aucun écoulement n'y pénètre de l'extérieur et que tous les excédents de précipitations s'évaporent ou s'écoulent par une seule section à l'exutoire .

Le bassin versant en une section droite d'un cours d'eau, est donc défini comme la totalité de la surface topographique drainée par ce cours d'eau et ses affluents à l'amont de cette section. Il est entièrement caractérisé par son exutoire, à partir duquel nous pouvons tracer le point de départ et d'arrivée de la ligne de partage des eaux qui le délimite. Généralement la ligne de partage des eaux correspond à la ligne de crête.

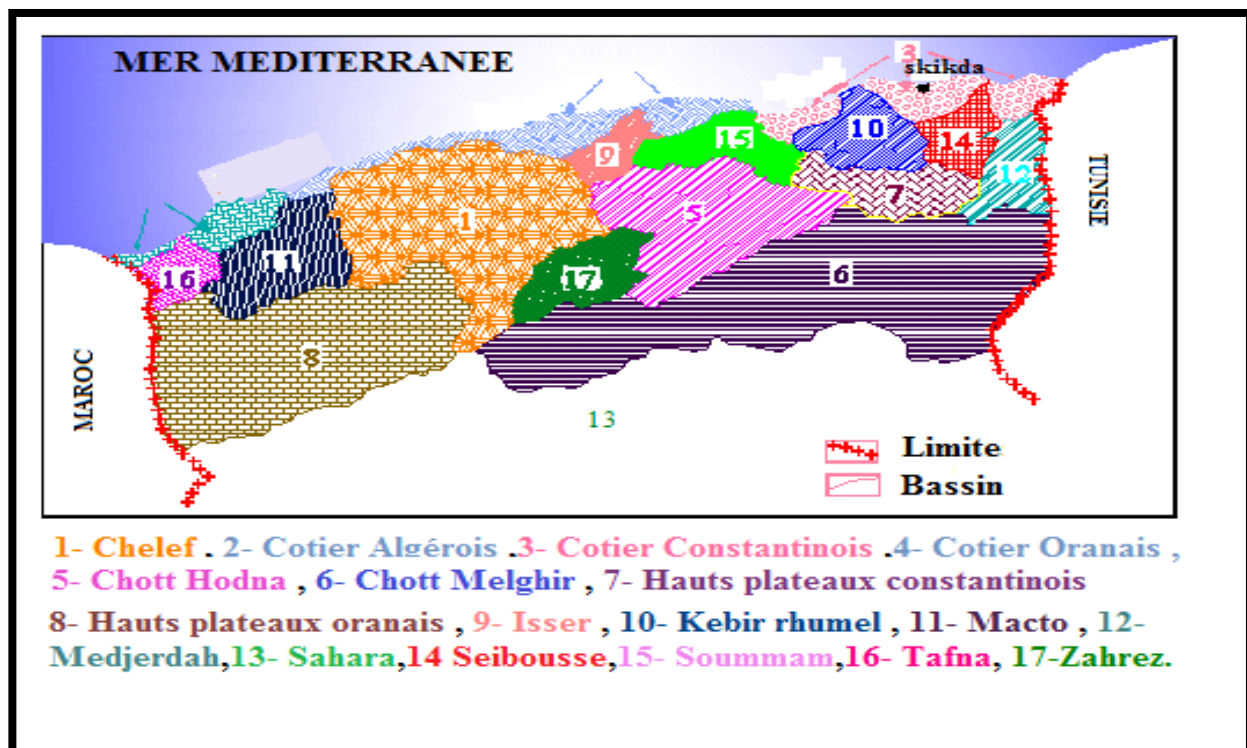


Figure III-1 localisation du bassin versant des côtières constantinois centre.

III-1 Caractéristiques générale du bassin versant :

III-1-1- Définition du bassin versant :

Le bassin versant est une unité géographique définie à partir d'une section droite d'un cours d'eau et qui comprend toute la surface en amont de cette section de telle sorte que toute l'eau qui arrive sur cette surface, forme un point unique de l'espace qu'on appelle l'exutoire.

Selon la nature de terrains, on peut distinguer deux types de bassins versants : [14]

- **Bassin versant topographique** : il est limité par des lignes de crêtes et des lignes de plus grande pente.
- **Bassin versant hydrogéologique** : on ajoutera aux considérations topographiques des considérations hydrogéologiques qui définies par les eaux souterraines.

III-2- Morphométrie :

L'étude morphométrie constitue l'assise de base pour toutes études hydrogéologiques.

Pour calculer les différents paramètres du bassin versant de la vallée d'Oued Enssa, nous avons utilisées l'assemblage des quatre cartes topographiques :

Ramden Djamel 1-2, Zighout youcef 3-4, Ramdan-Djamel 5-6, Ramdan-Djamel 7-8, à l'échelle 1/25000.

III-2-1- Le Périmètre P "km":

Le périmètre correspond à la limite extérieure du bassin. Il est mesuré par le curvimètre ou par un logiciel (exemple : Auto CAD) sur la carte topographique.

Le périmètre du bassin versant d'étude est obtenu à l'aide du logiciel Auto CAD

III-2-2- La Superficie S "km²":

Le bassin versant étant l'aire de réception des précipitations et d'alimentation des cours d'eau. La surface du bassin versant peut être mesurée par superposition d'une grille dessinée sur papier transparent, par l'utilisation d'un planimètre ou par un logiciel (exemple : Auto CAD) sur la carte topographique.

L'aire du bassin versant délimite des autres bassins limitrophes par la ligne de partage des eaux. Cette aire est aussi calculée à l'aide du logiciel Auto CAD .Le bassin versant d'Oued Enssa

III-2-3- La longueur:

La mesure de longueur de la cour d'eau principale a été effectuée par logiciel Auto CAD.

III-2-4- La forme :

La forme est un élément essentiel du bassin versant. On distingue :

- Bassin versant de forme allongée.
- Bassin versant de forme ramassée.

Même si ces deux bassins sont placés dans les mêmes conditions météorologiques mais ils ne réagissent pas de la même façon.

- La forme est traduite par le paramètre K_c : Indice de compacité de Gravelius ayant une influence certaine sur l'écoulement. La forme du bassin détermine l'allure de l'hydrogramme d'une pluie donnée, où un bassin allongé ne réagira pas de la même manière qu'un bassin de forme ramassée.

a- Caractéristique de forme :**❖ Indice de compacité de Gravelius : [15]**

Indice de Gravelius « K_c » Appel aussi indice de forme. Cet indice caractérise la forme du bassin et exprime l'allongement des bassins versants. Plus le K_c ne sera proche de 1. Plus le bassin aura une forme ramassée et plus le temps de concentration sera court

Indice de compacité est donné par la formule suivante :

$$K_c = 0.28 \frac{P_{BV}}{\sqrt{S_{BV}}}$$

Avec :

P_{BV} : Périmètre du bassin versant.

S_{BV} : Surface du bassin versant.

K_c : indice de compacité du Gravelius.

K_c a été estimé par 4.

La valeur du coefficient de compacité fait ressortir que le bassin présente une forme allongée ($C > 1.12$).

❖ Le rectangle équivalent :

C'est une notion introduite pour pouvoir comparer les bassins entre eux du point de vue de l'influence de la forme sur l'écoulement.

C'est une transformation purement géométrique : le bassin devient un rectangle de même périmètre et de la même surface, les courbes de niveaux des droites parallèles aux petits côtés du rectangle.

Le rectangle équivalent est caractérisé par la longueur « L » et la largeur « l » définit respectivement par les formules suivantes :

Les côtés du rectangle équivalent sont donnés les formules suivantes :

- La longueur du rectangle équivalent :

$$L = \frac{Kc \cdot \sqrt{S}}{1,128} \left(1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1,128}{Kc} \right)^2} \right)$$

- La largeur du rectangle équivalent :

$$l = \frac{Kc \cdot \sqrt{S}}{1,128} \left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{1,128}{Kc} \right)^2} \right)$$

Les résultats des paramètres morphométries sont résumés dans le tableau suivant :

Les résultats des paramètres morphométries du sous bassin Toumiat sont résumés dans le tableau suivant :

Sous Bassin versant 1	Surface (km ²)	Périmètre (km)	Kc	L (Km)	l (Km)
El-harrach	164.09	185.13	4	90.76	1.81

Tableau III-1: Paramètres morphométries du bassin versant El-harrouch

Les résultats des paramètres morphométries du sous bassin Toumiat sont résumés dans le tableau suivant :

Sous Bassin versant 2	Surface (km ²)	Périmètre (km)	Kc	L (Km)	l (Km)
Toumiat	92.47	133.04	3.87	65.10	1.41

Tableau III-2: Paramètres morphométries du bassin versant Toumiat

III- 2- 5- Les reliefs : [16]

Le relief est défini comme étant la variation des altitudes. Ces variations influent sur des facteurs comme l'écoulement, la précipitation, la végétation, ...etc. Le relief se détermine lui aussi au moyen d'indices ou de caractéristiques suivants :

- La courbe hypsométrique
- Les caractéristiques des altitudes.
- L'indice de pente globale.

a- La courbe hypsométrique :

Partant de la répartition par tranches d'altitudes des bassins, nous avons établi la courbe hypsométrique.

Les courbes hypsométriques demeurent un outil pratique pour comparer plusieurs bassins entre eux ou les diverses sections d'un seul bassin.

Elles peuvent en outre servir à la détermination de la pluie moyenne sur un bassin versant et donnent des indications quant au comportement hydrologique et hydraulique du bassin et de son système de drainage.

Cette courbe représente la répartition de la surface du bassin versant en fonction de son altitude.

Elle porte en abscisse la surface (ou le pourcentage de surface) du bassin qui se trouve au-dessus (ou au-dessous) de l'altitude représentée en ordonnée. Elle exprime ainsi la superficie du bassin ou le pourcentage de superficie. Au-delà d'une certaine altitude.

Cotes (m)	Superficies		$\Delta H(m)$	$\Delta(H)*Si$	Cotes (m)	Superficie	
	(Km)	(%)				(Km)	(%)
74-100	1.75	1.06	26	45.611	850	0	0
100-150	5.68	3.46	76	432.07	800	1.17	0.71
150-200	12.4	7.59	126	1570.09	750	10.22	6.23
200-250	15.90	9.69	176	2799.01	700	10.66	6.50
250-300	19.26	11.47	226	4354.24	650	20.50	12.49
300-350	25.48	15.52	276	7033.66	600	22.33	13.60
350-400	14.01	8.53	326	45658.23	550	30.86	18.81
400-450	12.09	7.33	376	45266.67	500	40.09	24.43
450-500	8.58	5.22	426	36552.79	450	48.91	29.81
500-550	8.82	5.37	476	42004.01	400	57.50	35.03
550-600	9.22	5.62	526	4853.10	350	69.53	42.37
600-650	8.53	5.20	576	4918.22	300	83.54	50.91
650-700	1.82	1.11	626	1143.43	250	10.90	66.40
700-750	9.84	5.99	676	6649.23	200	12.82	78.18
750-788	0.43	0.26	726	3190.22	150	14.41	87.87
788-800	9.04	5.51	776	7022.16	100	15.56	95.46
800-850	1.17	0.71	826	973.82	74	16.23	98.93
Somme	164.09	100		59061.885		164.09	100

Tableau III-3 : répartition altimétrique du sou bassin versant Harrouch

La courbe hypsométrique des deux sous bassins versant de Harrouch et Toumiat de la région d'étude est représentée respectivement dans les figures suivantes.

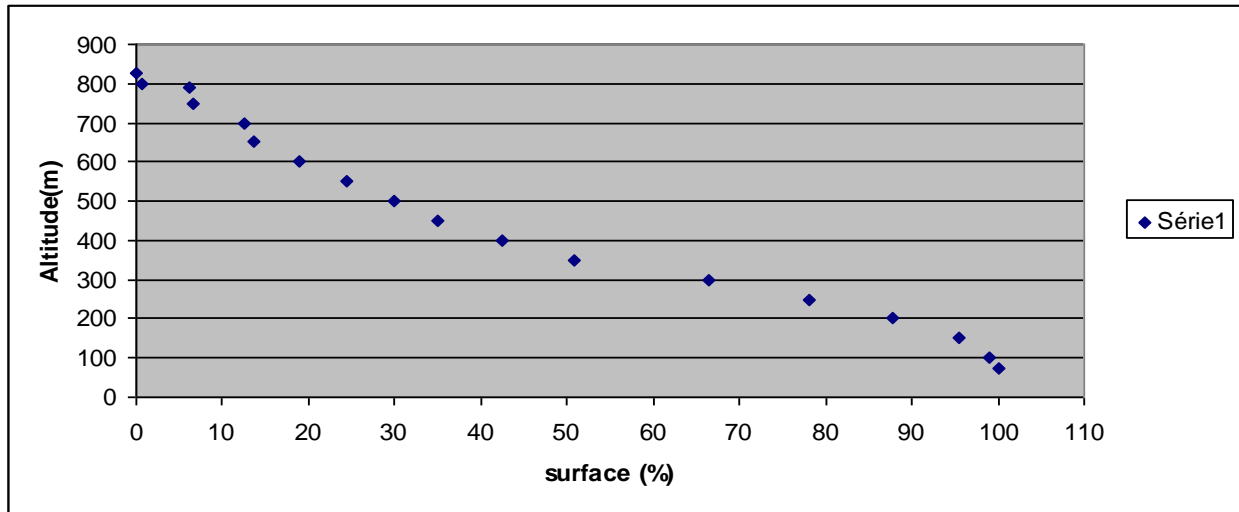


Figure III-2 : Courbe hypsométrique du sous bassin versant de Harrouch.

L'examen de la courbe hypsométrique du sous bassin en étude peut être interprété comme suit :

- La courbe montre une forte descente qui s'accroît en amont du sous bassin, caractérisée par des fortes pentes entre les altitudes 810 m et 500 m et ce après drainage de 19,5%, de la superficie de bassin en étude et par conséquent le flux en cette du sous bassin atteint de très fortes vitesses, comme le montre bien la courbe hypsométrique.
- La courbe suit sa descente, mais à des pentes douces entre les altitudes 500 m et 300 m et ce après drainage de 75,5% du sous bassin ; cette partie du sous bassin permet d'amortir un

peu le flux et par conséquent elle favorise aussi un peu l'accumulation des eaux de crues.

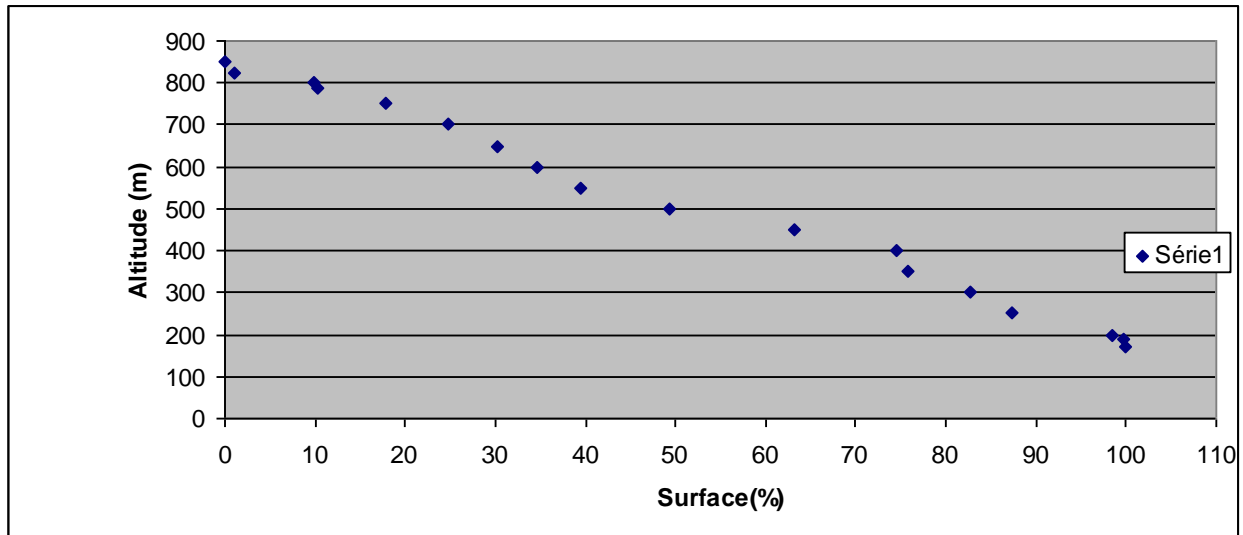


Figure III-3 : Courbe hypsométrique du sous bassin versant de Toumiat.

L'examen de la courbe hypsométrique du sous bassin en étude peut être interprété comme suit :

- La courbe montre une forte descente qui s'accroît en amont de sous bassin, caractérisée par des fortes pentes entre les altitudes 850 m et 490 m après drainage de 19,5%, de la superficie de bassin en étude et par conséquent le flux en cette du sous bassin atteint de très fortes vitesses, comme le montre bien la courbe hypsométrique.
- La courbe suit sa descente, mais à des pentes douces entre les altitudes 490 m et 300 m et ce après drainage de 75,5% du sous bassin ; cette partie du sous bassin permet d'amortir un peu le flux et par conséquent elle favorise aussi un peu l'accumulation des eaux de crues.

Cotes (m)	Superficies		$\Delta H(m)$	$\Delta (H)*Si$	Cotes (m)	Superficie	
	(Km)	(%)				(Km)	(%)
170-190	0.25	0.27	30	7.74	850	0.00	0.00
190-200	1.20	1.30	40	48.08	825	1.00	1.08
200-250	10.23	11.06	90	920.82	800	9.07	9.81
250-300	4.32	4.68	140	605.72	750	9.51	10.29
300-350	6.45	6.97	190	1225.86	700	16.41	17.76
350-400	1.07	1.15	240	257.31	650	22.82	24.69
400-450	10.48	11.34	290	3041.25	600	27.94	30.23
450-500	12.84	13.89	340	4367.44	550	31.97	34.60
500-550	9.22	9.97	390	3597.61	500	36.45	39.44
550-600	4.77	4.83	440	1967.57	450	45.51	49.25
600-650	4.03	4.36	490	1977.16	400	58.36	63.16
650-700	5.02	5.43	540	2711.11	350	68.87	74.52
700-750	6.40	6.93	590	3780.05	300	69.94	75.68
750-788	6.90	7.46	623	4300.74	250	76.39	82.67
788-800	0.43	0.47	645	283.43	200	80.72	87.35
800-825	8.06	8.72	670	5403.92	190	90.95	98.42
825-850	1.01	1.08	695	696.34	170	92.15	99.72
Somme	92.40	100		35192.13		92.41	100.00

Tableau III-4 : répartition altimétrique du sous bassin versant Toumiat

III-2-6 Caractéristiques des altitudes : [17]

La courbe hypsométrique permet de déterminer les valeurs caractéristiques Suivantes:

- Altitude maximale (H_{\max}) : l'altitude la plus élevée.
- Altitude minimale (H_{\min}) : l'altitude minimale
- Altitude moyenne (H_{moy}) : la valeur de l'altitude moyenne du sous bassin versant peut être calculée par la formule suivante :

$$H_{\text{moy}} = \frac{\sum_{i=1}^n S_i \cdot H_i}{S}$$

Avec :

$$H_i = \frac{H_{I+n} + H_n}{2}$$

H_{moy} : altitude moyenne du bassin (m).

Si : aire comprise entre deux courbes de niveau (km²).

Hi : altitude moyenne entre deux courbes de niveau (m).

St : surface totale du bassin versant (km²).

L'altitude médiane correspond à l'altitude lue au point d'abscisse 50% de la surface totale du bassin, sur la courbe hypsométrique. Cette grandeur se rapproche de l'altitude moyenne.

Sous Bassin versant 1	H max(m)	H moy (m)	H min (m)	H 5%(m)	H95%(m)
El-harrouch	850	510	74	730	150
Toumiat	850	356	170	800	180

Tableau III-5 : Les caractéristiques des altitudes.

- **La dénivelée utile (simple) Du :**

C'est la différence de côtes entre H5% et H95%, qui sont déduites de la courbe hypsométrique.

$$Du = H_{5\%} - H_{95\%}$$

III-2-7- Les indices de pente et relief :

Le relief joue un rôle primordial dans la plus ou moins grande aptitude au ruissellement des terrains. Il peut être quantifié à l'aide de quelques indices.

Le calcul des indices de pente est très utile pour la classification et la comparaison des B.V et également pour caractériser leurs pentes.

a- Indice de pente global Ig :

C'est l'indice le plus facile à calculer et le plus utilisé, il sert de base à une classification ORSTOM « office de recherche scientifique et technique outre-mer ».

L'indice de pente globale est donné par la formule suivante :

$$I_g = D / L$$

D : dénivelé simple 'utile' m.

L : longueur du rectangle équivalent (Km).

b- Indice de pente de ROCHE :

C'est un indice un peu artificiel qui rend bien compte de l'influence du facteur pente sur le régime hydrologique du bassin, déduit à partir de l'indice de pente global.

$$I_p = (I_g)^{1/2} / 0,8$$

Ip : indice de pente de ROCHE (m /Km),

Ig : indice de pente globale (m /Km).

c- la dénivelée spécifique Ds :

La dénivelée spécifique apparaît comme une correction de la dénivelée simple par application d'un coefficient qui dépend de la forme du bassin.

Elle est donnée par la formule suivante :

$$Ds = Ig (s)^{1/2}$$

Ds: la dénivelée spécifique

La valeur de Ds traduit bien l'importance du volume montagneux et la forte incision du relief.

<i>Bassin versant</i>	<i>H_{5%}(m)</i>	<i>H_{95%}(m)</i>	<i>Du= H_{5%}- H_{95%}</i>	<i>L (km)</i>	<i>Ig</i>	<i>Ip</i>	<i>Ds</i>
EL-harrouch	730	150	580	90.76	6.39	3.15	81,85
Toumiat	806.5	180	626.5	65.10	9.62	3.87	92,5

Tableau III-6 : Les indices de pente et la dénivelée spécifique.

III-2-8-Le temps de concentration :

Le temps de concentration du bassin (T_c), défini comme étant le temps mis par la goutte de pluie tombée sur le point le plus éloignée du bassin pour atteindre l'exutoire, est l'un des paramètres les plus déterminants dans l'étude des crues, pour son calcul

• **Formule de Giandotti.**

$$T_c = \frac{4 \cdot \sqrt{S} + 1.5 \cdot L}{0.8 \cdot \sqrt{H_{\text{moy}} - H_{\text{min}}}}$$

Tc : temps de concentration (h).

S : superficie (Km²).

Lp : longueur du talweg principal (Km).

H_{moy} : altitude moyenne du bassin (m).

H_{min} : altitude minimal du bassin (m).

- **Formule de Kirpich 1940 :**

L : longueur de talweg principale en (m)

I : indice de pente globale (m/Km).

- **Formule de Passani :**

$$T_c = 64.8 * (S_{lp})^{1/3}$$

S : superficies (km²)

Lp : longueur de talweg principale en (m)

Les résultats de calcul par différentes méthodes sont récapitulés dans le tableau suivant :

Temps de concentration	Giandotti	Kirpich	Passini	La moyenne
El-harrouch	6.99	6.03	7.04	6.68
Toumiat	3.87	2.7	3.56	3.37

Tableau III- 7 : Les temps de concentration

III-2-9- Vitesse d'écoulement :

Cette vitesse est donnée par la formule :

$$V_R = \frac{L}{T_c}$$

Avec :

L : Longueur de talweg principal en [Km].

T_c : temps de concentration en [heure].

Les résultats de calcul de la vitesse moyenne de ruissellement sont récapitulés dans le tableau ci-dessous

Bassin versant	VR(Km/h)
El-harrouch	4.33
Toumiat	3.59

Tableau III-8 : La vitesse de ruissellement

Les tableaux ci-dessous présentent les différents paramètres hydromorphométriques des sous bassins versant de la zone d'étude.

1- El –harrouch :

<i>Caractéristiques</i>		<i>BV</i>
• <i>Morphométrie</i>		
<i>Surfaces</i>	<i>(Km²)</i>	164.09
<i>Périmètres</i>	<i>(Km)</i>	185,13
<i>Longueurs de R-E</i>	<i>(Km)</i>	9076
<i>Largeurs de R-E</i>	<i>(Km)</i>	1 ,8
• <i>Les reliefs</i>		
• <i>Les altitudes caractéristiques</i>		
<i>Altitudes max</i>	<i>(m)</i>	850
<i>Altitudes moy</i>	<i>(m)</i>	510
<i>Altitudes min</i>	<i>(m)</i>	708
<i>Altitude 5%</i>		730
<i>Altitude 95%</i>		150
<i>Dénivelée utile Du</i>		580
<i>Indice de pente globale Ig</i>		6,39
<i>Indice de pente de Roch Ip</i>		3,15
<i>Temps de concentration</i>	<i>(h)</i>	6,68
<i>Vitesse moyenne ruissellement</i>	<i>(Km/h)</i>	4,33

Tableau III- 9: les différents paramètres hydromorphométriques de sous bassin versant de Harrouch.**2- Toumiat :**

<i>caractéristiques</i>		<i>bv</i>
<i>Morphométrie</i>		
<i>Surfaces</i>	<i>(Km2)</i>	92,47
<i>Périmètres</i>	<i>(Km)</i>	133,04
<i>Longueurs de R-E</i>	<i>(Km)</i>	65,10
<i>Largeurs de R-E</i>	<i>(Km)</i>	1,41
<i>Les reliefs</i>		
<i>Les altitudes caractéristiques</i>		
<i>Altitudes max</i>	<i>(m)</i>	850
<i>Altitudes moy</i>	<i>(m)</i>	356
<i>Altitudes min</i>	<i>(m)</i>	74
<i>Altitude 5%</i>		150
<i>Altitude 95%</i>		150
<i>Dénivelée utile Du</i>		626 ,5
<i>Indice de pente globale Ig</i>		9,62
<i>Indice de pente de Roch Ip</i>		3,87
<i>Temps de concentration</i>	<i>(h)</i>	3,37
<i>Vitesse moyenne ruissellement</i>	<i>(Km/h)</i>	3,59

Tableau- III-10 : les différents paramètres hydromorphométriques de sous bassin versant de Toumiat

Conclusion :

Après cette étude morphométrie et hydrographique du bassin versant, on peut conclure que :

- Le sous bassin d'El-harrouch présente sous une forme allongée, caractérisé par un réseau hydrographique dense, une altitude moyenne de 510m, et un temps de concentration de l'ordre de 6.86h qui permet l'apparition des crues pendant les précipitations dense.
- Le sous bassin de Toumiat présente une forme allongée, caractérisé par un réseau hydrographique dense, une altitude moyenne de 356 m, et un temps de concentration de l'ordre de 3.37 H.