

climat semi aride dont l'impact sur l'écoulement de l'eau est bien marqué dans le temps et dans l'espace. L'organisation de ce travail se focalisera autour des volets suivants :

- cadre générale de la zone ;
- la modélisation hydrologique ;
- la modélisation à travers la plateforme de HEC-HMS ;
- la modélisation à travers la plateforme de GR2M.

CHAPITRE I : LES CARACTÉRISTIQUES PHYSIOGRAPHIQUES DU SOUS BASSIN VERSANT D'AGUENZA

Le sous bassin d'Agauenza s'inscrit dans le domaine méditerranéen, à la fois par son contexte bioclimatique (semi aride, semi humide, un régime fluvial à étiages en été et crue en hiver et la couverture végétale à composition floristique caractéristique)

Dans ce chapitre, nous allons étudier la situation géographique du sous bassin versant d'Agauenza et à partir de cette étude, on pourra avoir une idée qualitative du mode des différents facteurs qui transforment les eaux de pluies en écoulement.

I - Situation géographique

Le bassin versant de l'oued Issen en amont du barrage Abdelmoumen, se situe dans la zone montagneuse semi aride du Haut Atlas occidental, entre les parallèles 30°20' et 31°N, et entre le méridien 8°50'W et l'océan Atlantique. Il est limité à l'Est par le bassin mésozoïque d'Erguitta (région de Mentaga), et au Nord par la partie septentrionale de la dépression dite d'Argana. Au Sud, la limite géographique correspond à l'oued Souss.

L'oued Issen, également dénommé Assif n'Ait Moussa en montagne, constitue le plus important affluent atlasique de la rive droite de oued Souss. Il est clairement individualisé grâce notamment à sa superficie importante et au grand nombre d'affluents qu'il reçoit. Il s'étend sur une vaste dépression creusée en très grande partie dans les formations gréseuses et argileuses permo-triasiques du couloir d'Argana. Sa vallée ne reçoit pas d'affluents importants sur sa rive droite, cependant les affluents de la rive gauche sont plus nombreux : l'assif n'Ait Bkhar, n'Ait Chaib, n'Ait Tounet, et assif n'Ait Driss. [2]

Plus à l'aval, l'oued Issen est limité par les formations gréseuses des jbel Askal et l'Adrar-Tkhnkine entre lesquels il s'insinue pour traverser ensuite des crêtes rocheuse par des gorges profondes.

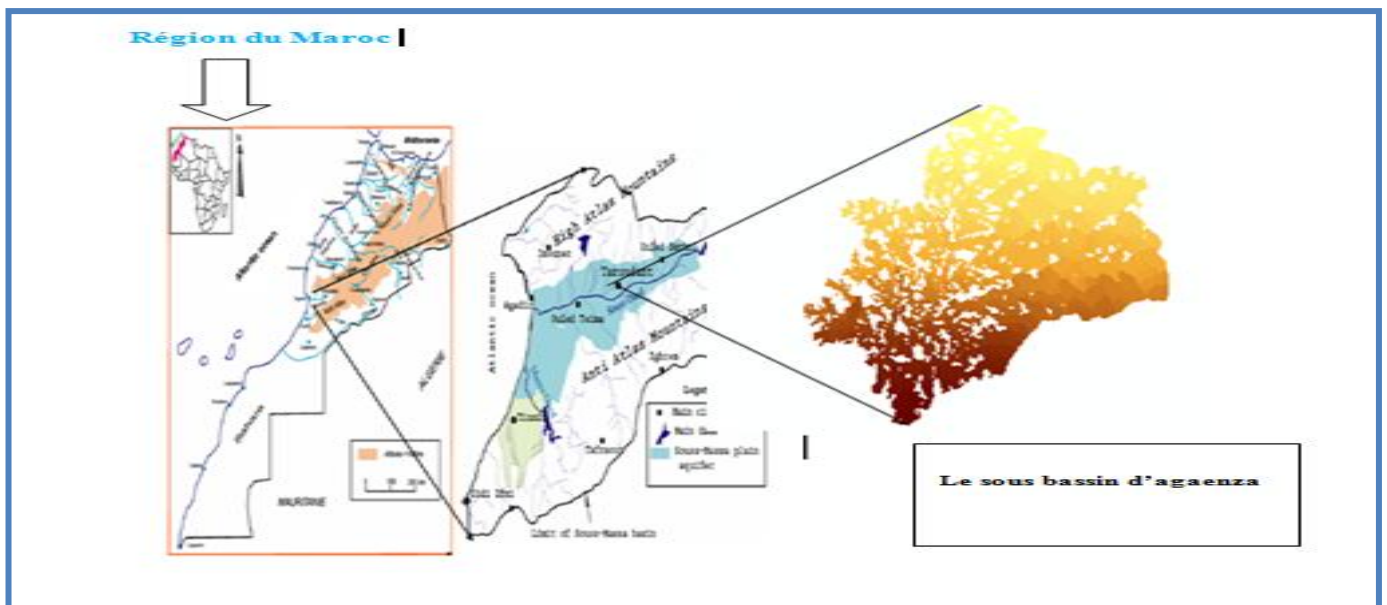


Figure 1: Carte de la situation géographique de l'oued Issen d'Agauenza

II-Les caractéristiques physiques du bassin d'Agauenza

Il s'agit des caractéristiques purement géométriques permettant de nous renseigner sur le degré d'allongement du bassin versant qui traduit sa réaction vis -à- vis de l'écoulement globale contre le phénomène météorologique. Les principale caractéristiques physiographiques et géomorphologiques du bassin versant étudiées ont une importante majeur care elles interviennent, et souvent d'une façon combinée dans la modalité de l'écoulement superficiel. Son comportement hydrologique est influencé par les facteurs suivent :

II -1- Surface

Le bassin versant étant l'aire de réception de précipitation et d'alimentation des cours d'eau, les débits vont donc être en partie reliés à sa surface.

Dans notre étude la surface du bassin versant qui est 1129 km² est déterminée à partir de la carte topographique. En effet, un petit bassin versant réagit très vite à une averse, les eaux se rassemblent rapidement, alors qu'un grand bassin versant réagit très lentement à une averse.

II -2- Périmètre

Le périmètre représente toutes les irrégularités du contour ou de limite du bassin versant, il est exprimé en Km. Le contour du bassin est constitué par une ligne joignant tous les points les plus élevés. Le périmètre de ce bassin est de 190 Km

II -3- Indice de compacité de Gravelius k_G

Cet indice donne une idée sur la forme du bassin versant qui a une influence sur l'écoulement global du cours d'eau et surtout sur l'allure du l'hydro gramme à l'exutoire du bassin, résultant d'une pluie donnée.

Cet indice est déterminé à partir d'une carte topographique en mesurant le périmètre du bassin versant et sa surface. Il est proche de 1 pour un bassin versant quasiment circulaire et supérieur à 1 lorsque le bassin est de forme allongé.

Il est défini comme le rapport du périmètre du bassin au périmètre du cercle ayant la même surface par la formule mathématique suivante :

$$k_G = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Avec : P: le périmètre du bassin (Km)

A : la surface du bassin versant (Km²)

Pour le cas de ce bassin k_G est de l'ordre de 1,58, donc il est presque six fois plus long que large donc a une forme allongée.

II -4- Indice de compacité de Horton

Cet indice exprime le rapport de la largeur moyenne du bassin versant à la longueur L du cours d'eau principale. Il est calculé de la manière suivante :

$$K_H = 1/L^2 = 0.08$$

L : la largeur moyenne du bassin versant (m)

L : la longueur de cours d'eau principale (m)

Dans le cas du bassin versant d'Aguenza, cet indice est 0.008 est inférieur à 1. il conforme allongé de ce bassin versant.

II -5- Les caractéristiques du relief

C'est à partir de l'étude de ces caractéristiques qu'on peut déterminer la morphologie du bassin versant, sa réaction au phénomène météorologique et son comportement hydrologique.

L'influence du relief sur l'héogramme est encore plus évidente, car de nombreux paramètres hydrométéorologiques varient avec l'altitude et la morphologie du bassin versant.

Sur la carte le relief est indiqué par les courbes de niveau en joignant les points égales altitude.

Il est nécessaire de déterminer la répartition du bassin versant par les tranches d'altitude en fin de pouvoir dégager le différent paramètre du relief.

II-6- Carte hypsométrique

Nous avons représenté la surface comprise entre les courbes de niveau de la carte par la couleur différent, dans laquelle se succèdent des zones de hautes altitudes supérieures à 3525 m et des basses altitudes inférieures 136 m.

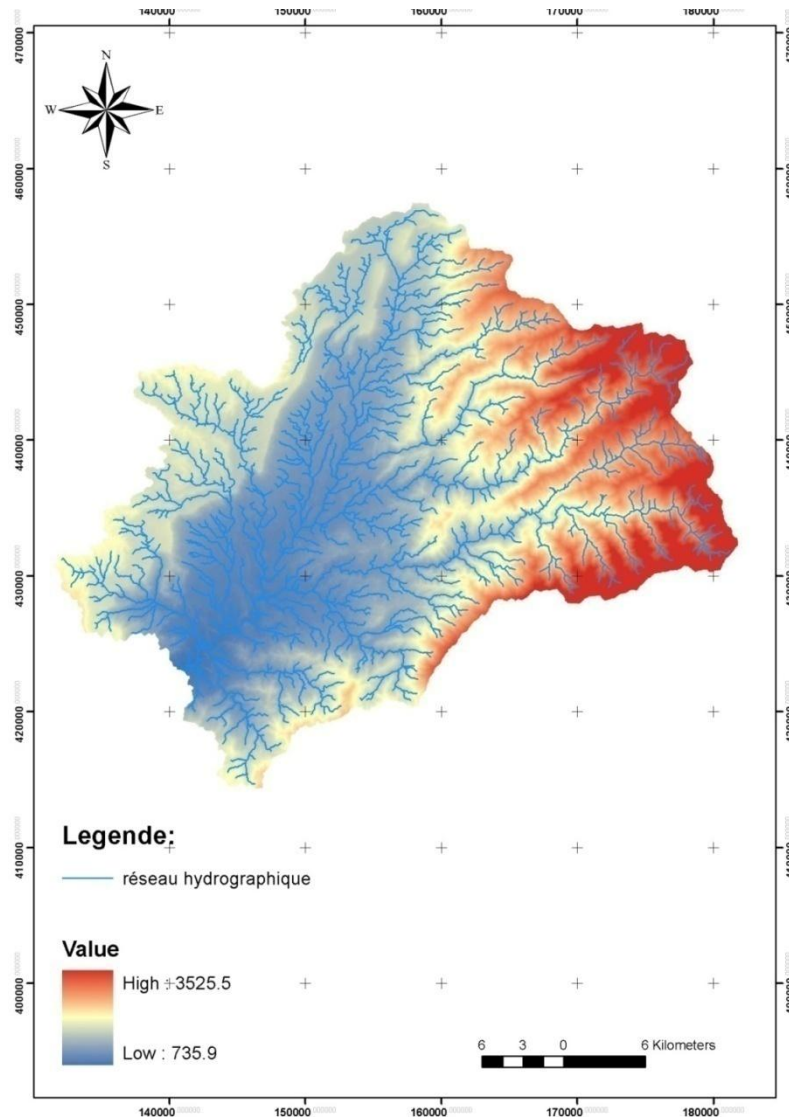


Figure 2 : Carte hypsométrique du bassin versant d'Aguenza

II-7- Courbe hypsométrique

Pour mieux comprendre les variations d'altitude au sein du bassin versant d'Aguenza on va appliquer une méthode qui permet grâce à un histogramme et une courbe hypsométrique de traduire la répartition des altitudes à l'intérieur de la zone d'études.

Le manque de données hypsométriques de l'ensemble du bassin d'Issen jusqu'au barrage, nous a obligé d'établir la courbe hypsométrique jusqu'à la station d'Aguenza.

La courbe hypsométrique est obtenue par planimétrie des surfaces comprises entre les courbes de niveau et qui différencient les différentes tranches d'altitudes.

Chaque tranche d'altitude correspond à une superficie et un pourcentage de la surface totale du bassin. Les mesures sont résumées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 1 : Répartition hypsométrique du bassin versant d'Issen à Aguenza

Tranches d'altitudes (m)	Surfaces élémentaires (Km ²)	Fractions de surface (%)
720-800	11,3	1
800-1000	180,8	16
1000-1200	169,5	15
1200-1400	192,1	17
1400-1600	180,8	16
1600-1800	90,4	8
1800-2000	79,1	7
2000-2200	79,1	7
2200-2400	56,5	5
2400-2600	45,2	4
2600-2800	22,6	2
2800-3000	11,3	1
3000-3200	11,3	1
Total	1129,9	100

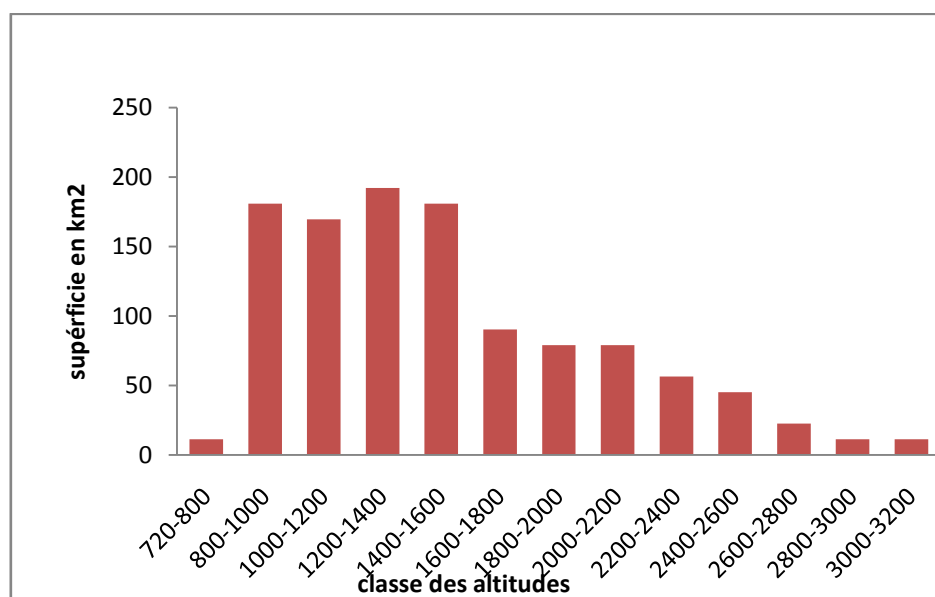


Figure 3 : Histogramme des fréquences de l'altitude en fonction de la superficie

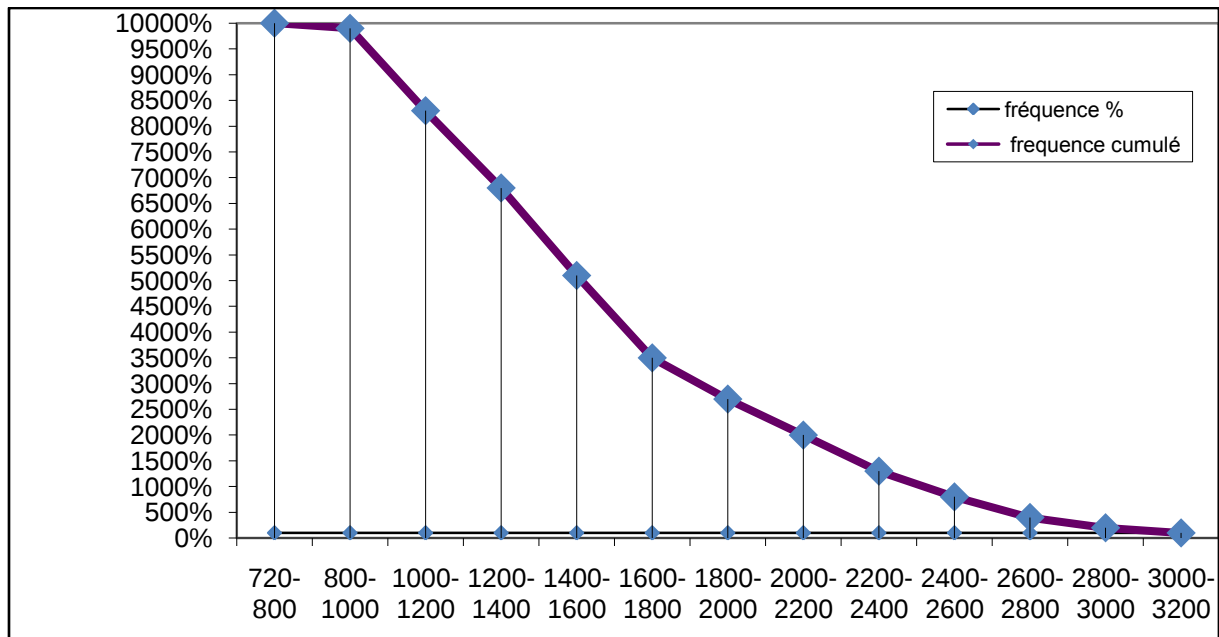


Figure 4 : Courbe hypsométrique du bassin versant de l'oued Issen à la station d'Aguenza

L'analyse de l'aspect de la courbe figure on peut tirer les constatations suivantes :

Un relief montagneux élevé (plus de 1000 m) qui occupe 83% du bassin alors que les surfaces plus basses (moins de 1000 m) occupent 17%.

- L'altitude moyenne est de : 1517 m
- L'altitude médiane : 1490 m
- L'altitude de fréquence maximale : 1200 à 1400 m

II-8-Le temps de concentration

Le temps de concentration (T_c) des eaux sur un bassin versant se définit comme le maximum de durée nécessaire à une goutte d'eau parcourir le chemin hydrologique entre un point du bassin et l'exutoire de ce bassin, pour son calcul nous faisons appel à la formule de Giandotti :

$$T_C = 4\sqrt{A+1.5L}/0.8\sqrt{H_{moy}}$$

- T_c : le temps de concentration (heure)
- A : la superficie du bassin(Km²)
- L : longueur du plus thalweg(Km)
- H_{moy} : Altitude moyenne (m)

II -9-Etude de pente

La pente joue un rôle incontournable dans le cycle hydrologique elle influence directement l'infiltration et le ruissellement. Ainsi ; pour un même versant et à perméabilité équivalente, la dualité de partage entre écoulement superficiel et infiltration sur le bassin sera essentiellement en fonction de la pente.

La pente moyenne est donnée par les moyennes pondérées des pentes de toutes les surfaces élémentaires :

$$P \text{ (Pente moyenne)} = Dt/L$$

Avec : L : la longueur du rectangle et Dt : la dénivelée totale, on trouve donc $P = 0,029$.

P est la pente moyenne de tout le bassin. Les versants montagneux auront des pentes fortes et le cours principal une pente relativement douce.

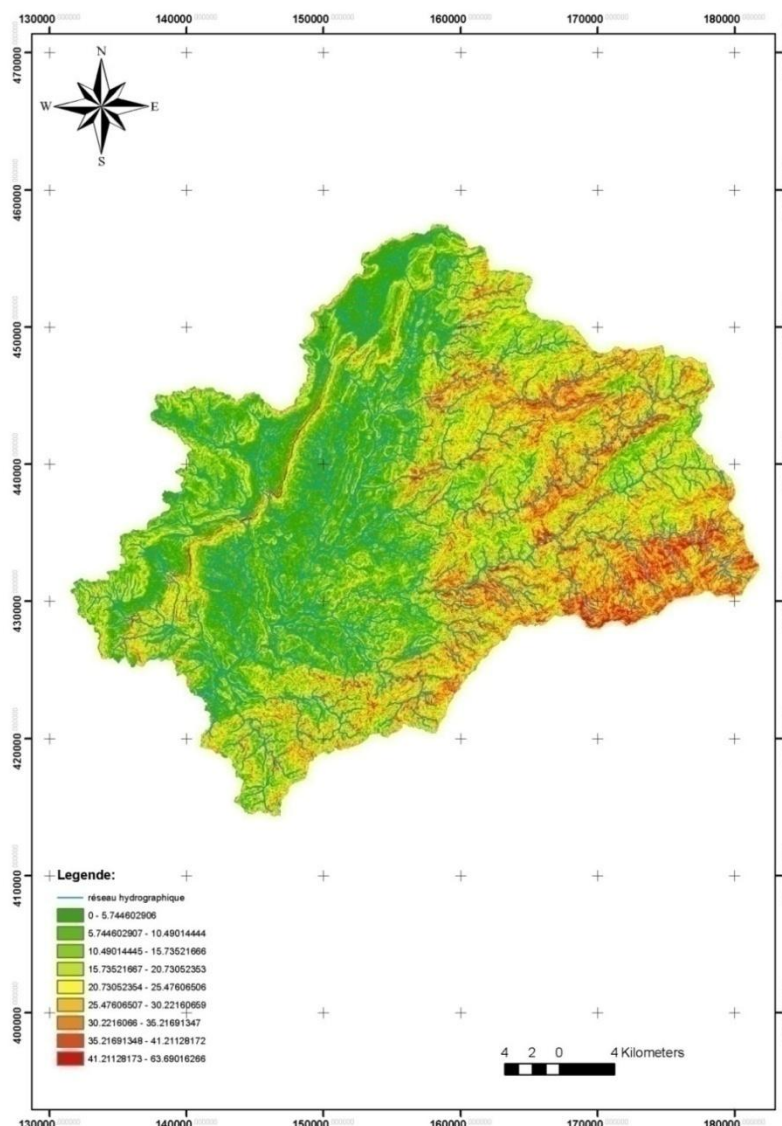


Figure 5: carte des pentes du bassin d'Aguenza

II -10-Le réseau hydrographique

Le réseau hydrographique se définit comme l'ensemble des coures d'eau naturels ou superficiels, permanent ou temporaire, qui participe à l'écoulement dans le bassin.

Pour définir les limites de ce bassin versant d'Aguenza on a porté une carte 50000ème, ce qui permet de sortir la carte hydrographique.

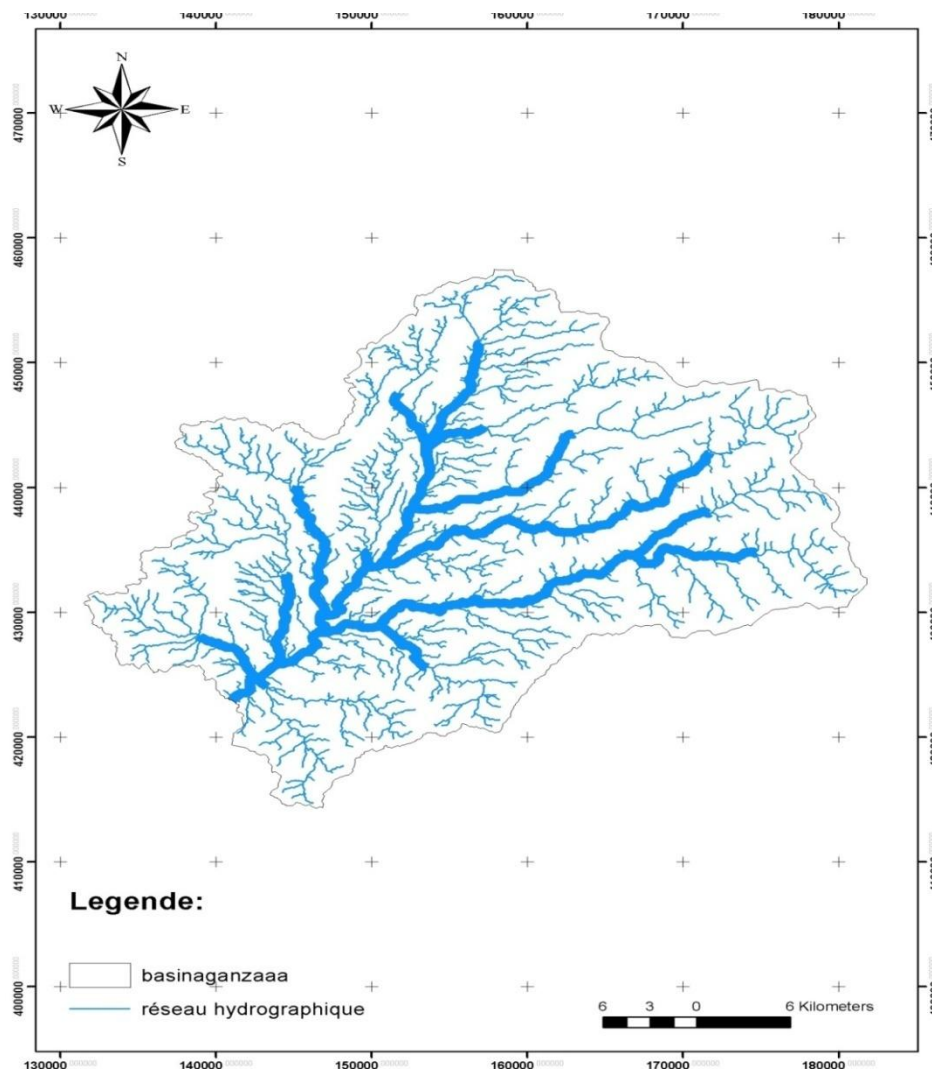
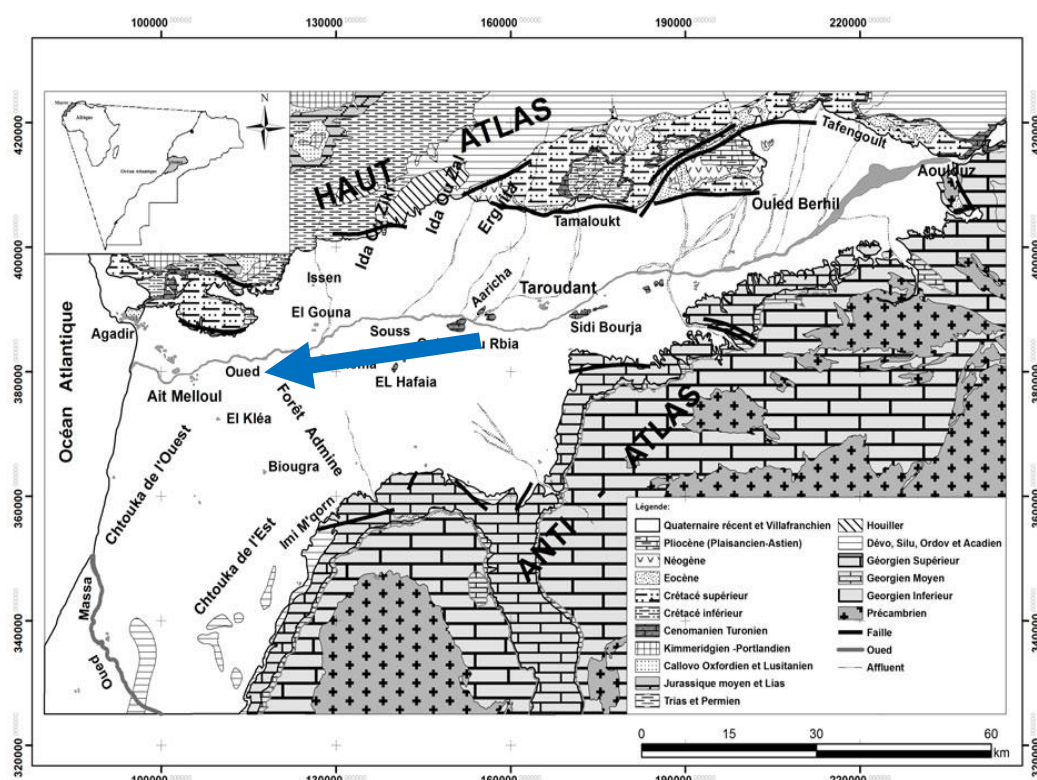


Figure 6 : la carte hydrographique du bassin d'Aguenza

III- Aperçu géologique du bassin

La géologie du bassin versant c'est un facteur primordial de l'écoulement superficiel. Lorsque le bassin versant est caractérisé par des formations très perméable, en plus d'une couverture végétale plus au moins continue, automatiquement la densité de drainage sera faible ce qui explique une meilleur infiltration des eaux superficiels. Par contre si les formations géologiques du bassin versant sont imperméables et meuble ; cela favorise l'érosion et par la suit la densité de drainage sera élevée, donc le ruissellement des eaux superficiels l'emporte sur l'infiltration.

Sur le plan géologique, la succession stratigraphique des formations de la région de Souss- est relativement connue grâce aux forages exécutés dans la plaine, et à travers quelques affleurements de surface surtout aux pieds des montagnes de l'Anti-Atlas et du Haut Atlas et au



niveau de quelques buttes témoins au centre de la plaine (Ambroggi, 1963).

Figure 7 : Carte géologique du bassin versant de la plaine de Souss en général

Les formations géologiques rencontrées s'étendent depuis le Précambrien jusqu'au Quaternaire .On reconnaît particulièrement:

❖ **Les formations primaires**

- **Le Précambrien I:** Composé à la fois de terrains sédimentaires et cristallins, le Précambrien I dévoile des granites, des migmatites, des micaschistes, des gneiss et de roches basiques.
- **Le PrécambrienII ;** à dominance sédimentaire est, en revanche, composé d'une succession de quartzites et de schistes d'environ 2000 m de puissance surmontée par un ensemble conglomératique. (Hsissou et al. 2002)

❖ **Les formations secondaires**

A cette succession sédimentaire s'ajoutent des roches métamorphiques et magmatiques constituées de dolérites, et de granites. Enfin le Précambrien III est représenté par des formations sédimentaires détritiques constituées par des grès et des conglomérats dont l'épaisseur peut atteindre plusieurs centaines de mètres. Ces formations constituent des aquifères fissurés à potentiel très limité.

- **Le Paléozoïque:** Dans la plaine du Souss, le Cambrien est représenté par les affleurements de la base de la colline de Sidi Bourja. Il est reconnu aussi par le biais des forages hydrogéologiques dans la plaine du Souss au niveau de la bordure septentrionale de l'Anti-Atlas. Il est représenté à la fois par la série schisto- calcaires géorgiens et par des schistes verts imperméables acadiens.
- **Le Permo-Trias:** Reconnu essentiellement au niveau de l'oued Issen, le Permo-Trias à dominance détritique est représenté par des conglomérats, des grès, des argiles gréseuses et des marnes rouges (1000 m d'épaisseur), cette succession basale est

surmontée par des argiles gypsifères et salifères de 500 m de puissance. Les évaporites du Trias sont à l'origine de l'anomalie de la salinité des eaux de la nappe du Souss au niveau de l'Issen (Boutaleb et al. 2000, Bouchaou et al. 2008).

■ **Le Jurassique:** Dans la plaine du Souss, le Jurassique a été reconnu par le forage pétrolier de Hassi El-Beguer HB1 (2374 m de profondeur) qui a recoupé les grès et les marnes du Lias et du Dogger et l'ensemble calcaires dolomitiques-marnes du Jurassique supérieur. Par sa nature calcaire, le Jurassique constitue un aquifère karstique relativement important dans le Haut Atlas. (Hsissou et al. 2002)

■ **Le Crétacé:** il est reconnu au niveau de la plaine du Souss en subsurface par sondages et en affleurement d'une manière discontinue au niveau des collines de Haffaia, Ouled-Bou-Rbiaa, Sidi Bourja, Tagma-Tagtrannt et Igoudar (OuledBerrehil). Le Crétacé inférieur est caractérisé par des formations carbonatées où dominent les calcaires et les dolomies gréseux avec intercalation de quelques niveaux marneux ou gréseux

L'ensemble du bassin versant de l'oued Issen présente une géologie formée par les successions suivantes :

L'étage le plus récent formé de calcaires dolomitiques et grès fins formant les terrains les plus résistants à l'érosion. Cette caractéristique est d'ailleurs illustrée par une jonction brutale souvent sous forme de cascade ou de falaise entre ces calcaires et de terrains sous jacents très friables.

Les argiles du permo-trias, de véritables régosols, avec un taux de salinité souvent élevé dans les cuvettes et au niveau des sources. Ces argiles ont un pouvoir de dispersion qui accentue le phénomène d'érosion. Il s'agit de la caractéristique essentielle de ce bassin. Ces argiles imperméables font que des sources apparaissent à leur contact avec les calcaires.

A l'étage inférieur, apparaissent bien à l'aval du barrage Abdelmoumen, les roches du secondaire et du primaire (Silurien et Dévonien) gré et schistes et argiles.

L'étude des directions des structures plissées et des grandes failles montre des orientations variables : NW-SE, E-W, et NE-SW. Cependant, la direction de grande perméabilité (sens d'écoulement des eaux dans les aquifères) des formations Haut-Atlasique est NE-SW. La faille de l'oued Issen est de direction N70, elle met en contact les schistes paléozoïques au Nord avec les argiles du compartiment Sud. Vers l'Ouest elle se divise en plusieurs accidents

successifs, tandis que vers l'Est elle se prolonge dans le paléozoïque rejoignant ainsi l'accident de Tizit n'Test. (Hsissou et al. 2002).

❖ **Aperçu pédologique**

Pour étudier la nature pédologique du bassin versant, ainsi que les variations des types des sols on se base sur des études effectuées dans la région. On constate que ce sont des sols formés sur des alluvions actuelles ou sur des apports éoliens. Leur évolution est limitée par le climat actuel aride et par leur érosion hydrique ou éolienne, qui rajeunit ou dégrade ces sols (respectivement par l'apport ou le décapage). Ces sols d'apport alluvial se répartissent sur les terrasses actuelles de l'oued Souss et ses affluents. Leur texture est sablo-limoneuse dans les horizons de surface, avec des horizons plus argileux à partir de 20-50 cm. Ce sont des sols provenant d'altérations de roches, et donc formés de matériel importé d'amont par les ruissellements.

Des sols halomorphes sont répartis sur les terrasses aval et les zones d'épandage des eaux de crues de l'oued Issen, qui draine un permo-trias argileux, gypseux et salifère.

- Les sols colluvions du piémont, leur richesse est en fonction de la nature minéralogique (limon superficiel ou profond, cailloutis plus ou moins abondants).
- Les sols alluviaux, dans les vallées, généralement profonds riches en éléments fins, faciles à travailler.
- Les sols de terrasse sur croûte calcaire ou graveleuse.

- Les sols alluviaux sur horizon sableux, argileux. Soumis à une forte insolation et à des précipitations brutales.

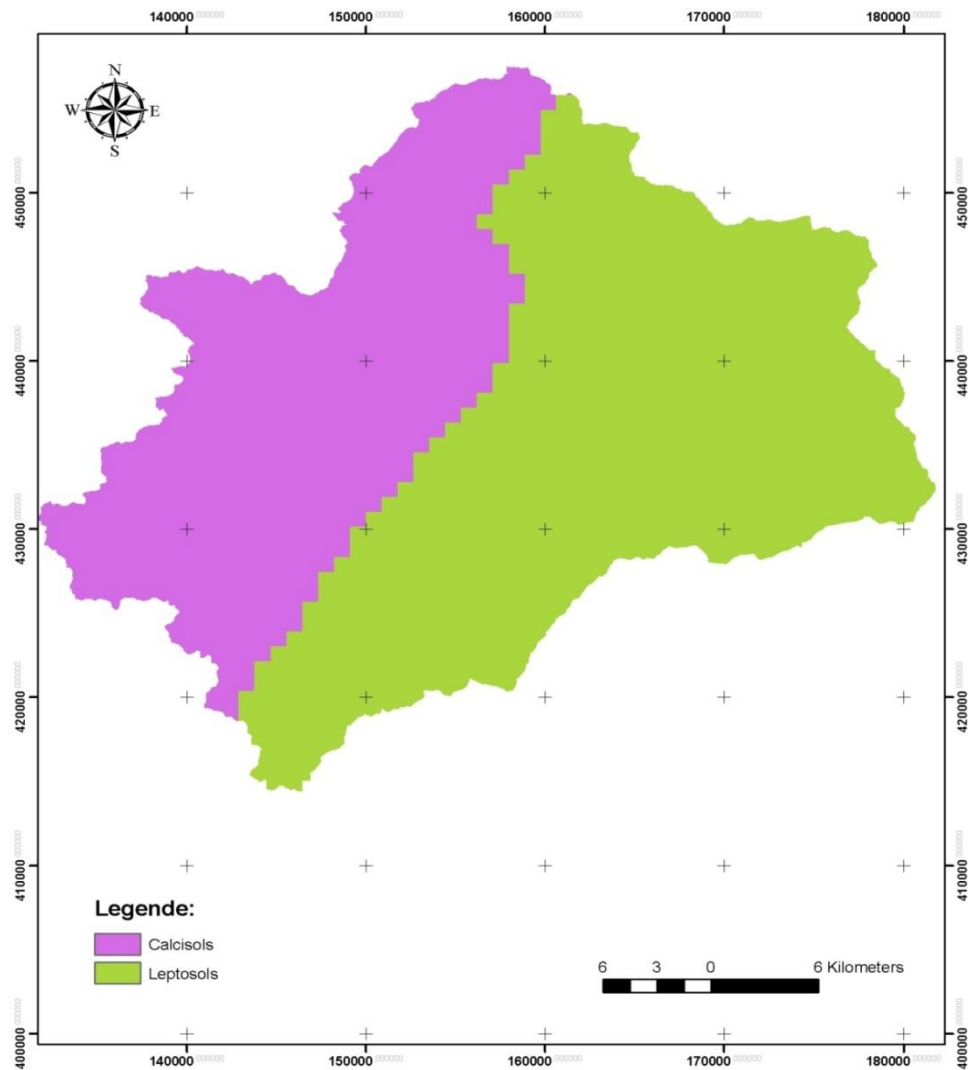


Figure 8: la carte des types du sol du bassin d'Aguenza