

CHAPITRE III

Evaluation du transport solide du bassin versant du k'sob

III.1 Introduction

L'érosion du sol et la dégradation des terrains agricoles sont des processus qui entraînent des effets néfastes sur le secteur agricole et pour l'environnement en général. Un des effets résultant concerne l'envasement des barrages et des retenues d'eau. Leurs capacités de stockage s'en trouvent souvent diminuées et la qualité des eaux affectée et ceci va générer un coût lié à la maintenance. Ces problèmes sont bien réels en Algérie et plus précisément intéressent les zones semi-arides où les retenues d'eau connaissent généralement un niveau d'envasement élevé. Pour éviter que les barrages ne s'ensavent, il convient de recourir à des mesures pour conserver l'eau et le sol au sein de leurs bassins versant, ceci impose de connaître le taux d'érosion effectif dans ces zones. L'objet de ce travail est de valider une série de méthodes d'estimation de l'érosion s'appuyant sur l'application de modèles mathématique et morphologique tout en les confrontant à des relevés bathymétriques.

L'application a été menée sur le bassin versant k'sob avec comme objectif l'estimation de l'intensité et de la variabilité de l'érodibilité des sols en relation avec les caractéristiques hydrologiques et morphologiques du bassin.

L'estimation de l'érodibilité des terrains est obtenue à travers l'application de deux modèles; l'Analyse Géomorphologique Quantitative (AGQ) et le modèle PISA (prévisions de l'interimontonei serbatoi artificialité en langue italienne) utilisant des facteurs physiques et climatiques du bassin versant de k'sob.

III.2 Analyse Géomorphologique Quantitative (AGQ)

L'Analyse géomorphologique Quantitative se base sur des méthodes développées depuis longtemps par des géomorphologues américains (Horton 1932, 1945; Strahler 1952, 1954, 1956, 1957a, b, 1958). Ces méthodes ont été introduites plus tard en Italie (Avena et Giuliano 1967; Avena et al. 1967; Avena et Lupia Palmieri 1969). Il a été démontré, par la suite, l'importance de ces méthodes renferme des possibilités d'évaluation de l'ampleur des phénomènes érosifs (Baldassarre et al. 1980; Cicacci et al. 1977, 1980, 1983, 1987, 1988; Lupia Palmieri 1983).

Cette méthode consiste fondamentalement à l'analyse des paramètres morphométriques caractérisant la structure d'un bassin versant et donnant une idée assez précise sur les processus liés à la dynamique fluviale et l'érosion qui en résulte pour un bassin versant donné. Les paramètres morphométriques à déterminer sont au nombre de 16. Certains de ces paramètres expri-

ment le degré de développement du drainage (densité drainage), d'autres le degré de hiérarchisation (rapports et indices de bifurcation, nombre, densité et indice d'anomalie hiérarchique) et la forme du bassin versant (coefficient d'uniformité K_G).

Pour mener à bien l'analyse morphométrique du réseau hydrographique, il faut tout d'abord hiérarchiser tout le réseau hydrographique du bassin versant du k'sob selon la méthode de Strahler (1957-b). Cette méthode consiste à considérer un cours d'eau d'ordre 1, celui qui ne reçoit aucun affluent; un cours d'eau d'ordre 2, celui génère par la confluence d'au moins deux cours d'eau d'ordre 1, et ainsi de suite pour les ordres supérieurs. L'ordre hiérarchique du cours d'eau arrivant à l'exutoire est celui de l'ordre maximal du bassin versant.

Il en résulte que, pour le bassin versant de k'sob en plus de ceux déjà calculer dans le chapitre 2, on calcule les paramètres suivants :

Ga : Nombre d'anomalie hiérarchique (Avena et al. 1967)= Nombre de cours d'eau d'ordre 1 nécessaire pour rendre conservatif le réseau hydrographique

$$Ga = \sum_{i=1}^{s-1} \sum_{r=i+2}^s N_{i,r} \cdot r \cdot f_{i,r}$$

$N_{i,r}$ est le nombre de cours d'eau anomaux d'ordre i et qui se déversent dans un cours d'eau d'ordre r et $f_{i,r} = 2^{r-2} - 2^{i-1}$

* : Un réseau hydrographique étant dit conservatif lorsqu'il est constitué, d'un nombre minimal de cours d'eau nécessaire à produire l'ordre le plus élevé du même réseau (Melton 1958)

ga : Densité d'anomalie hiérarchique $ga = Ga/A$

Δa : Indice d'anomalie hiérarchique $\Delta a = Ga/N1$

III.2.1 Rapport de Melton

Pour déterminer le stade évolutif d'un bassin versant, il est possible d'appliquer la relation statistique formulée par Melton (1958) reliant la fréquence des cours d'eau (N) et la densité de drainage (D). Ce paramètre, déjà vérifié par d'autres auteurs (Dramis and Gentili 1977), qui met en relation la fréquence et le développement linéaire des cours d'eau avec la surface du bassin versant, définit une grandeur étroitement liée au degré de dissection du bassin versant (Forni and Franceschetti 1981). En particulier, selon les observations de Melton, pour $N/D^2 = 0.694$, le réseau hydrographique correspondant est au stade de maturité discrète. Par contre pour des valeurs plus faibles, le réseau hydrographique correspondant est au stade évolutif mature avec une modeste organisation hiérarchique. Enfin, des valeurs de $N/D > 0.694$ devraient être associées à des réseaux hydrographiques de maturité avancée, caractérisés par des réseaux hydrographiques complexes et évolués.

Le rapport de Melton est égal à 1.953 pour le sous bassin de k'sob. Ces valeurs sont supérieures au seuil de maturité optimal (0.694). Donc, on peut dire que le réseau hydrographique total correspondant avancée, caractérisés par des réseaux hydrographiques complexes et évolués.

III.2.2 Estimation de l'érodabilité par l'analyse géomorphologique quantitative

Cicacci et al. (1987), proposent l'équation suivante, établie à partir des analyses de régressions bi-variées et multiples effectuées sur des données relatives à 20 cours d'eau traversant des régions principalement montagneuses et dotés de stations turbidimétriques. Cette équation s'écrit :

$$\text{Log } Tu = 1.4478 + 0.32619D + 0.1025A_a \quad R^2 = 0.96$$

Avec :

Tu Indice d'érosion (exprime en t/km²);

D Densité de drainage (exprimée en km⁻¹);

Aa Indice d'anomalie hiérarchique

Dans cette relation, les deux variables indépendantes sont la densité de drainage D et l'indice d'anomalie hiérarchique Aa.

Cette méthode (Cicacci et al. 1980) se base sur la détermination du flux turbide unitaire moyen annuel d'un cours d'eau, noté Tu. Ce facteur est représentatif de l'érodabilité moyenne des terrains d'un bassin versant. Il est appelé aussi indice d'érosion selon Palumbo (2000)

L'AGQ a été améliorée au moment où l'utilisation de technologie GIS est devenue possible (Baldassarre et al. 1994, 1997). Ce modèle, qui est applicable à notre bassin versant, est aussi, bien applicable aux sous bassins de taille réduite.

On a donc appliqué l'Analyse Géomorphologique Quantitative notée (AGQ) sur le bassin versant entier du k'sobet aussi sur les sous bassins. Ainsi, il est possible de caractériser le bassin alimentant la retenue du barrage à l'aide de certains paramètres géomorphologiques quantitatifs comme la densité d'anomalie hiérarchique, l'indice d'anomalie hiérarchique et la densité de drainage. De tels paramètres pourraient être utilisés pour l'estimation de l'érodabilité des terrains et de sa variabilité spatiale, à travers la résolution de certaines équations de régression aboutissant à la détermination de l'écoulement turbide unitaire moyen annuel «Tu ». Ce paramètre traduit la quantité (en terme de masse) des matériaux transportés en suspension en une année par le cours d'eau, par unité de surface du bassin versant (Tonini1959; Castiglioni1979; LupiaPalmieri1983).

L'Analyse Géomorphologique Quantitative permet, alors, de caractériser le bassin versant principal et les sous bassins d'ordres inférieurs, en termes d'intensité (vitesse et quantité) des phénomènes érosifs en activité.

Les valeurs des paramètres géomorphologiques calculés et qui concernent les sous bassins versants du k'sob, ainsi que l'indice d'érosion correspondant Tu sont donnés au tableau 77 et 78.

Tableau 77. Calcul Indice d'érosion TU pour le bassin versant du k'sob

| Bassin | A (km ²) | D (km/km ²) | Ga | ga | Δa | N/D ² | Log (TU) | TU(t/km ² /an) |
|--------------|----------------------|-------------------------|-----|-------|-------|------------------|----------|---------------------------|
| K'sob | 1462.54 | 3.584 | 846 | 0.578 | 0.181 | 1.953 | 2.635 | 431.51 |

Tableau 78. Calcul indice d'érosion TU pour les S.B.V

| Sous Bassin | A (km ²) | D (km/km ²) | Ga | ga | Δa | N/D ² | Log (TU) | TU (t/km ² /an) |
|-------------|----------------------|-------------------------|-----|-------|-------|------------------|----------|----------------------------|
| 01 | 269.752 | 3.063 | 80 | 0.297 | 0.163 | 0.746 1 | 2.4636 | 290.803 |
| 02 | 221.497 | 3.242 | 142 | 0.641 | 0.291 | 0.570 9 | 2.5351 | 342.846 |
| 03 | 279.165 | 2.405 | 56 | 0.201 | 0.106 | 1.037 3 | 2.2432 | 175.06 |
| 04 | 294.443 | 3.940 | 162 | 0.550 | 0.124 | 0.450 9 | 2.7457 | 556.80 |
| 05 | 397.681 | 4.692 | 386 | 0.971 | 0.177 | 0.307 9 | 2.9964 | 991.74 |

Figure 32. La carte d'occupation des sols du sous bassin versant de K'sob

III.3 Modèle PISA

L'estimation de l'érodabilité des terrains amont du barrage peut être aussi obtenue par le développement d'un mode mathématique à paramètres statistiques qui est appliqué en phase de projet de construction d'un barrage dans des zones semi arides ou appliqué à la prévision du taux de sédimentation dans les retenues artificielles. Parmi les divers modèles disponibles en littérature (Bazzof 2007), on peut retenir le modèle PISA, (PISA étant l'acronyme de prévision Interrimento Serbatoi artificielles ou modèle de prévision de l'envasement dans les réservoirs artificielles) (Bazzof 1987; Baldassarre et Bazzof 1998, Baldassarre et al. 2001; Bazzof et Van Rompaey 2003, Bazzof et al. 1997). L'avantage de cette formule pour être appliqué en phase de projet de construction d'un barrage les données hydrologiques sont insuffisantes voire absentes. Un autre avantage, est son applicabilité à des bassins versants de différentes tailles, au contraire du modèle universel de perte en terre USLE (Wischmeier et Smith 1978) par exemple qui n'est applicable qu'au niveau d'une parcelle expérimentale. Toutefois, le modèle peut être utilisé pendant la phase de fonctionnement du réservoir, pour (i) assurer la gestion et les actions y afférant, (ii) réduire les arrivées des sédiments au niveau du barrage et les impacts négatifs qui en résultent sur l'environnement (Bazzof et Baldassarre 2000) et (iii) rétablir la capacité d'origine de la retenue du barrage. Le modèle PISA a été élaboré à partir de l'analyse de 42 systèmes « bassin versant-barrage » dispersés sur la totalité du territoire italien dans des zones différentes selon leurs conditions climatiques, morphologiques et physiques (Bazzof et al. 1998, 1996). En particulier, le modèle PISA., comme certains modèles européens, est en mesure de fournir une estimation du taux de sédimentation moyen annuel dans une retenue exprimé en m^3/km^2 de sédiments humides relatifs à se fait sur la base d'un nombre restreint de variables (climatiques, morphologiques et physiques) du bassin. Ainsi, plusieurs régressions ont été effectuées qui ont permis de déterminer les variables qui se corrélaient le mieux avec les taux d'envasement mesurés dans les retenues. La formulation la plus courante relative à ce modèle est la suivante (Bazzof 1987; Baldassarre et Palumbo 2009):

$$Y = 425.9334 - 1.3898A + 102.9576(S_{ER})^{0.5} - 9.84435P_{en} - 0.31\bar{P} + 116.718D$$

dans laquelle on retrouve :

Y : l'indice d'envasement exprimé le volume annuel de sédiment humide versé dans le barrage par unité de surface du bassin versant (m^3/km^2);

A : la surface du bassin versant (km^2);

SER : la surface érodable correspondant à la surface labourable augmentée de 1/16 de la surface

agro- forestière non labourable (km^2);

Pen : la pente moyenne du bassin versant (Grade);

P : la pluviométrie moyenne annuelle (mm)

D : la densité de drainage (km^{-1}).

Il est important de noter que le modèle PISA tout comme la méthode de l'AGQ, est aussi bien applicable au bassin versant tout entier de k'sob qu'à ses sous bassins. La détermination des différentes variables du modèle a été effectuée à l'aide du logiciel Arc Gis et mapinfo08. Notamment la pente moyenne de chaque bassin versant a été obtenue à partir de la carte des pentes que nous avons élaborées. Quant aux densités de drainage, elles sont issues de la carte du réseau hydrographique. L'évaluation des surfaces érodables s'est faite à partir de la carte d'occupation des sols du bassin versant de k'sob. Le tableau 79 rassemble les calculs relatifs à la surface érodable du bassin versant de k'sob pour la détermination de la pluviométrie moyenne annuelle, les séries pluviométriques mensuelles des stations. Par ailleurs, une carte des isohyètes concernant l'ensemble du bassin de k'sob a été consultée pour déterminer aussi une valeur moyenne annuelle de pluviométrie, et ce pour le bassin versant tout entier de k'sob et les sous bassin. Le tableau 78 récapitule les principaux paramètres du modèle ainsi calculés et l'indice d'envasement pour les bassins versants de k'sob pour homogénéiser les résultats de les rendre comparables à ceux issus de l'Analyse Géomorphologique Quantitative.

Tableau 79. Détermination de la surface érodable du sous bassin versant 01.

| S.B.V | Type de terrain | Surface (km^2) | Surface cultivables (km^2) | Surface non cultivables (km^2) |
|---|--|---------------------------|---------------------------------------|---|
| 01 | Agriculture | 152.067 | 152.067 | |
| | Pâturage naturel et anthropique | 1.245 | 1.245 | |
| | arboriculture | 27.09 | | 27.09 |
| | Plantation forestière | 2.312 | 2.312 | |
| | Milieu naturel (steppe, maquis, matorral et forêt) | 72.113 | | 72.113 |
| | Terre susceptible d'être cultivée | 7.523 | 7.523 | |
| | Agglomération humaine | 7.4 | | 7.4 |
| Total | | 269.75 | 163.147 | 106.603 |
| Surface érodable = $S_{\text{cultivable}} + 1/16(S_{\text{non cultivables}})$ | | | | 169.80 |

Tableau 80. Détermination de la surface érodable du sous bassin versant 02

| S.B.V | Type de terrain | Surface (km ²) | Surface cultivables (km ²) | Surface non cultivables (km ²) |
|---|--|----------------------------|--|--|
| 02 | Agriculture | 172.447 | 172.447 | |
| | Pâturage naturel et anthropique | 2.1 | 2.1 | |
| | arboriculture | 8.28 | | 8.28 |
| | Plantation forestière | 3.640 | 3.640 | |
| | Milieu naturel (steppe, maquis, matorral et forêt) | 20.199 | | 20.199 |
| | Terre susceptible d'être cultivée | 12.996 | 12.996 | |
| | Agglomération humaine | 3.933 | | 3.933 |
| Total | | 223.59 | 191.183 | 32.412 |
| Surface érodable = S.cultivable + 1/16(S.non cultivables) | | | | 193.08 |

Tableau 81. Détermination de la surface érodable du sous bassin versant 03.

| S.B.V | Type de terrain | Surface (km ²) | Surface cultivables (km ²) | Surface non cultivables (km ²) |
|---|--|----------------------------|--|--|
| 03 | Agriculture | 122.488 | 122.488 | |
| | Pâturage naturel et anthropique | 1.68 | 1.68 | |
| | arboriculture | 15.36 | | 15.36 |
| | Plantation forestière | 7.65 | 7.65 | |
| | Milieu naturel (steppe, maquis, matorral et forêt) | 55.921 | | 55.921 |
| | Terre susceptible d'être cultivée | 48.71 | 48.71 | |
| | Agglomération humaine | 27.82 | | 27.82 |
| Total | | 279.62 | 180.52 | 99.10 |
| Surface érodable = S.cultivable + 1/16(S.non cultivables) | | | | 186.72 |

Tableau 82. Détermination de la surface érodable du sous bassin versant 04.

| S.B.V | Type de terrain | Surface (km ²) | Surface cultivables (km ²) | Surface non cultivables (km ²) |
|---|--|----------------------------|--|--|
| 04 | Agriculture | 203.62 | 203.62 | |
| | Pâturage naturel et anthropique | 1.041 | 1.041 | |
| | arboriculture | 71.76 | | 71.76 |
| | Plantation forestière | 2.029 | 2.029 | |
| | Milieu naturel (steppe, maquis, matorral et forêt) | 70.47 | | 70.47 |
| | Terre susceptible d'être cultivée | 7.47 | 7.47 | |
| | Agglomération humaine | 4.85 | | 4.85 |
| Total | | 361.24 | 214.16 | 147.08 |
| Surface érodable = S.cultivable + 1/16(S.non cultivables) | | | | 223.352 |

Tableau 83. Détermination de la surface érodable du sous bassin versant 05.

| S.B.V | Type de terrain | Surface (km ²) | Surface cultivables (km ²) | Surface non cultivables (km ²) |
|---|--|----------------------------|--|--|
| 05 | Agriculture | 271.34 | 271.34 | |
| | Pâturage naturel et anthropique | 1.041 | 1.041 | |
| | arboriculture | 5.349 | | 5.349 |
| | Plantation forestière | 4.791 | 4.791 | |
| | Milieu naturel (steppe, maquis, matorral et forêt) | 70.409 | | 70.409 |
| | Terre susceptible d'être cultivée | 39.17 | 39.17 | |
| | Agglomération humaine | 4.02 | | 4.02 |
| Total | | 396.12 | 316.342 | 79.77 |
| Surface érodable = S.cultivable + 1/16(S.non cultivables) | | | | 289.628 |

Tableau 84. Détermination de la surface érodable du bassin versant k'sob

| B.V | Type de terrain | Surface (km ²) | Surface cultivables (km ²) | Surface non cultivables (km ²) |
|---|--|----------------------------|--|--|
| K'sob | Agriculture | 587.88 | 587.88 | |
| | Pâturage naturel et anthropique | 4.72 | 4.72 | |
| | arboriculture | 63.25 | | 63.25 |
| | Plantation forestière | 20.43 | 20.43 | |
| | Milieu naturel (steppe, maquis, matorral et forêt) | 623.19 | | 623.19 |
| | Terre susceptible d'être cultivée | 115.87 | 115.87 | |
| | Agglomération humaine | 48.031 | | 48.031 |
| Total | | 1463.371 | 764.21 | 699.161 |
| Surface érodable = S.cultivable + 1/16(S.non cultivables) | | | | 807.90 |

Tableau85. Indice d'envasement pour les sous bassin

| Sous bassin | A (km ²) | SER (km ²) | Pen (%) | P (mm) | D (km /km ²) | Y (m ³ /km ² /an) | Y (t/km ² /an) |
|-------------|----------------------|------------------------|---------|---------|--------------------------|---|---------------------------|
| 01 | 269.752 | 169.80 | 110.28 | 345.1 | 3.063 | 537,187 | 805.78 |
| 02 | 221.497 | 193.08 | 107.59 | 411.1 | 3.242 | 758,607 | 1137.91 |
| 03 | 279.165 | 186.72 | 116.35 | 414.1 | 2.405 | 452,173 | 678.26 |
| 04 | 294.443 | 223.352 | 180.85 | 756 .20 | 3.940 | 35,267 | 52.90 |
| 05 | 397.681 | 289.628 | 168.21 | 262.5 | 4.692 | 295,827 | 443.74 |

Tableau86. Indice d'envasement pour le bassin de k'sob

| Bassin | A (km ²) | SER (km ²) | Pen (%) | P (mm) | D (km /km ²) | Y (m ³ /km ² /an) | Y (t/km ² /an) |
|--------|----------------------|------------------------|---------|--------|--------------------------|---|---------------------------|
| K'sob | 1462.54 | 807.90 | 145.021 | 339.1 | 3.604 | 205.26 | 307 .893 |

III.4 Évaluation des apports solides

D'une manière générale, il existe essentiellement trois approches pour étudier les apports solides d'un bassin versant :

- ✓ Mesure de l'envasement dans une retenue existante ;
- ✓ Mesure des concentrations des sédiments transportés par les eaux de l'oued ;
- ✓ Estimation d'un taux d'abrasion annuel moyen sur le bassin. pour le cas de notre bassin versant de l'Oued K'sob, on se base sur les levés bathymétriques du barrage K'sob disponibles et fournis par l'ANBT M'sila.

III.4.1 Mesure d'envasement dans la retenue du barrage K'sob

Principe

Une méthode d'évaluation du transport solide à l'exutoire des bassins a été mise au point à partir de mesures régulières de la bathymétrie des lacs collinaires et d'un suivi du bilan hydrologique de la retenue. La bathymétrie de la retenue se fait par sondages ponctuels du fond de la retenue, suivant des transversales entre les deux rives du barrage. Les extrémités de chaque transversale sont nivelées et positionnées sur le plan de recollement de la retenue.

Sachant que 1 m³ de vase de densité apparente $DA = 1.6$ et de densité réelle $D_R = 2.5$, contient une tonne (1T) de matières solides sèches Duquenois (1955).

Cette sédimentation progressive de la retenue entraine une diminution croissante de la capacité de stockage en eau du barrage, diminution traduite par les courbes de capacité figure

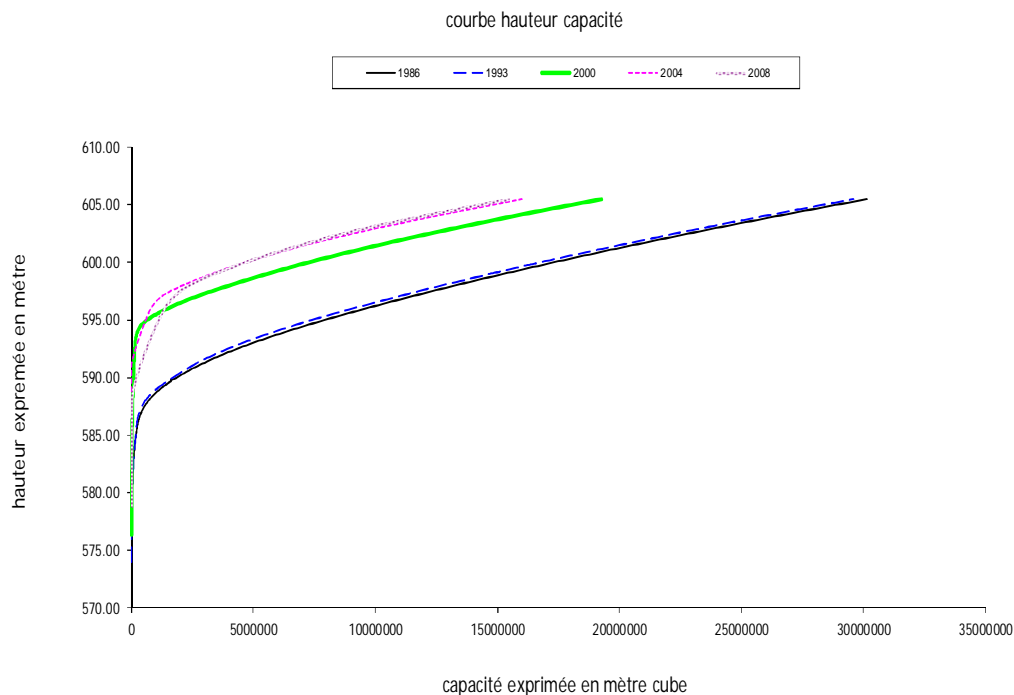


Figure 33. Courbe hauteur capacité des déférentes périodes.

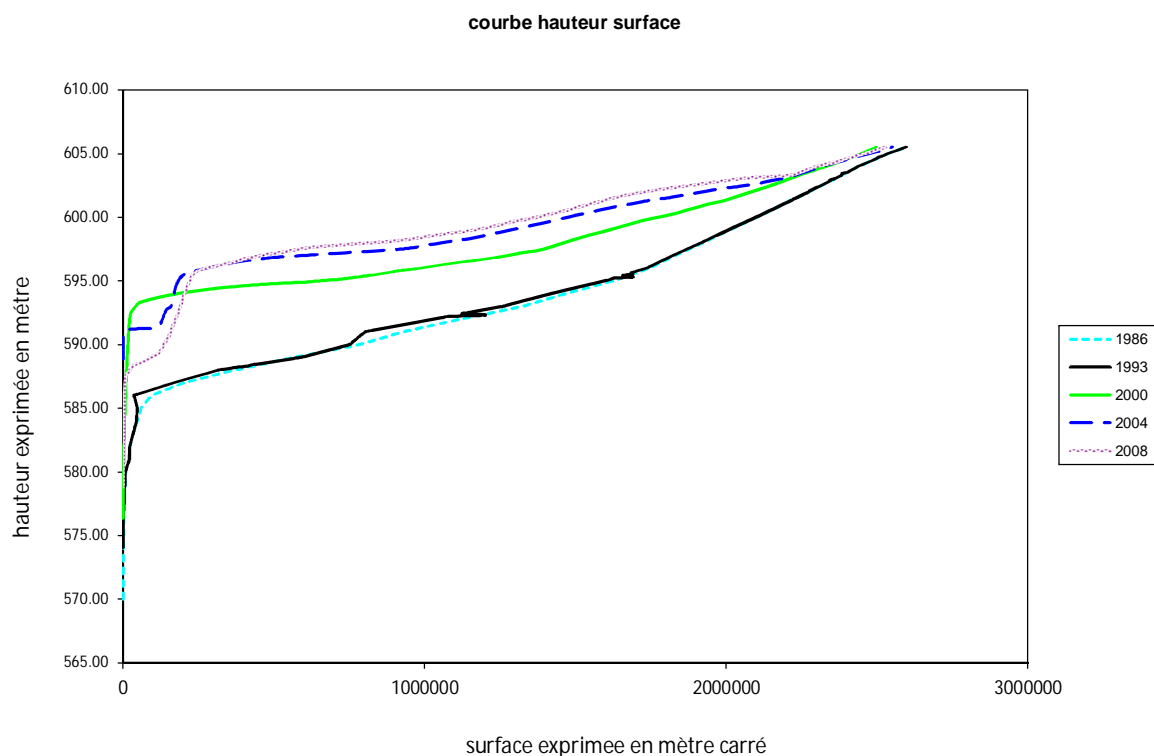


Figure 34. Courbe hauteur surface des déférents périodes.

Les apports liquides ont véhiculé au barrage des matières solides (matières en suspension et charriage de fond) qui se sont sédimenté au fond de la retenue.

Des campagnes de mesure ou de quantification de la sédimentation ont été effectuées de façon continue au début puis espacé par la suite. Le matériel utilisé est l'éco-sondeur à ultra son dont le principe est de relever la topographie du fond de la cuvette le long de profils transversaux. Le principe de la méthode, l'appareillage et le dépouillement des données est largement décrit dans la littérature **Claude J. & Chartier R. (1977)** Les résultats des différentes campagnes Tableau (86) montrent que :

- Le volume total de l'envasement (période 1986-2008) s'élève à (**14674457 m³**), soit 44.1 % de capacité totale du barrage figure (35).
- Le taux de comblement de la retenue est de 2 % par ans, ce qui donne à l'ouvrage une espérance de vie 50 ans.

Tableau 87. Capacité envasée du barrage pondant la période observée (1986 – 2008).

| Période | Durée (années) | Envasement du barrage | | Apport solide annuel (m ³ / an) |
|--------------------|----------------|-----------------------|--------|---|
| | | En (m ³) | En (%) | |
| 1986 – 1993 | 7 | 550677.00 | 3.8 | 78668.14 |
| 1993 – 2000 | 7 | 10328680.00 | 70.4 | 1475525.71 |
| 2000 – 2004 | 4 | 3272274.00 | 22.3 | 818068.5 |

| | | | | |
|-------------|---|-----------|-----|-----------|
| 2004 – 2008 | 4 | 526825.92 | 3.6 | 131706.48 |
|-------------|---|-----------|-----|-----------|

Source ANBT M'sila 2012

L'envasement moyen annuel pour la période 1986-2000 est évalué à 0.77 Hm³, et pour la période 2000-2008 à 0.47 Hm³ ; il est variable suivant les périodes d'études (courte ou longue). On distingue quatre périodes :

- De 1986 à 1993, après surélévation du barrage de 15 m, l'envasement périodique a atteint 3.8% a volume de sédiment d'un toute la période d'étude, pendant cette période l'opération de vidange de fond s'effectue régulièrement.
- De 1993 à 2000, l'envasement a atteint le maximum avec 70.4%, tout le volume de l'apport solide de cette période s'est accumulé dans la retenue du barrage. En effet, aucune opération de la vidange du fond n'a été pratiquée pour chasser la charge solide qui se dépose dans la cuvette.
- De 2000 à 2004, l'envasement annuel a chuté à 0.206 Hm³, même période précédente.
- De 2004 à 2008, l'envasement s'est augmenté en atteignant 0.33 Hm³ annuellement ; là aussi aucune opération de vidange n'a été pratiquée, le volume restant en eau ne le permettant pas sans risquer de compromettre les irrigations.

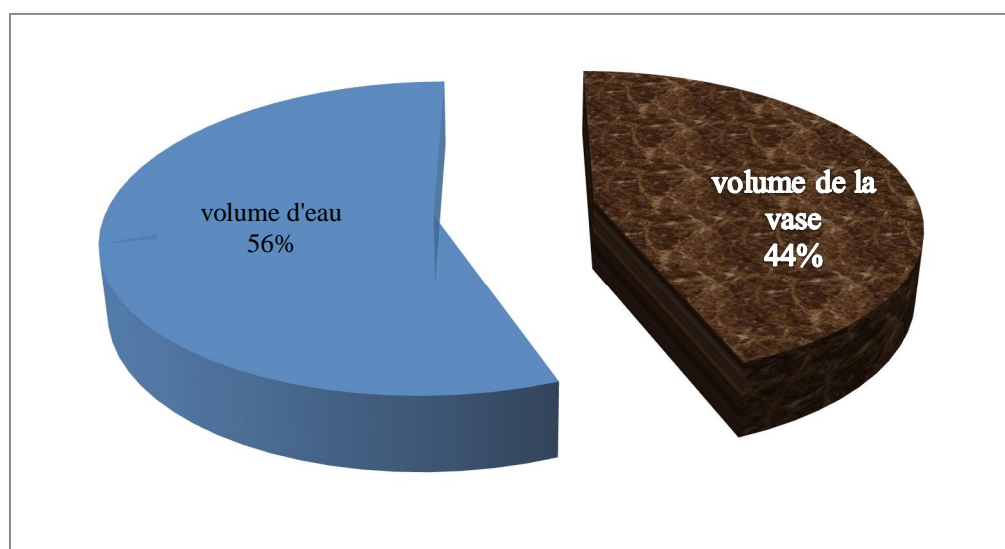


Figure 35. L'envasement pendant la période 1986-2008 par rapport à le volume totale du barrage K'sob.

L'envasement moyen annuel pour la période 1986-2008 est évalué à 0.667 Hm³/an

Par m³/an :

L'envasement moyen annuel pour la période 1986-2008 est évalué à 667020,77 m³ /an

Par T/an :

L'envasement moyen annuel pour la période 1986-2008 est évalué à 933829,08187 t/an

Par T/an/km² :

L'envasement moyen annuel pour la période 1986-2008 est évalué à 638,4981483 t/an/km²

III.5 Comparaison de l'apport solide réel celui calculé par les Analyse Géomorphologique Quantitative.

Observée

Concernant l'évaluation du transport solide en employant les Analyse Géomorphologique Quantitative, elle donne des valeurs sous-estimée 431.51t/km²/an inférieure les valeurs des apports solides estimée 638,4981483 t/an/km².

III.6 Comparaison de l'apport solide réel celui calculé par Modèle PISA

Observée

Concernant l'évaluation du transport solide en employant les Analyse Géomorphologique Quantitative, elle donne des valeurs sous-estimée 307 .893 t/km²/an inférieure les valeurs des apports solides estimée 638,4981483 t/an/km².

III.7 Variation des erreurs pour l'estimation de des apports solides en fonction (Le) calculée par les Analyse Géomorphologique Quantitative et Modèle PISA.

| Période | AGQ | Modèle PISA |
|----------------|------------|--------------------|
| 1986-2008 | 0.324 | 0.517 |

III.8 Conclusion

Cette étude effectuée 22 ans dernière que celle ANBT, et en conséquence ayant la possibilité d'utiliser les séries d'observation plus longues). Le bassin versant est fortement problématique, on peut trouver les anomalies suivantes, déjà mentionnées dans les chapitres respectives de l'étude :

Cette étude examinée approches de quantification statistique de l'érosion pour adopter celle qui estimée l'apport solide avec un minimum d'erreur relative, la méthode qui tient compte uniquement des donne, le meilleur résultat (AGQ) avec une erreur relative de 31 % pour valider ces résultat .il faudra dans une étape ultérieure comparer les apports simules depuis la mise en eau du barrage aux estimations effectuées par levés bathymétriques.