

Université de Ben Boulaid -Batna 2
 Institut des sciences de la terre
 Département : Géographie et Aménagement du territoire
 3^{ème} Année Gestion des risques
 Matière : Techniques et pratiques d'aménagement.

Techniques utilisées pour la lutte contre l'érosion liniaire

Correction torrential

C'est une technique qui a pour objectif de limiter les écoulements (briser la vitesse de l'écoulement) dans les cours d'eaux qui présentent des régimes torrentiels. Dans notre cas le bassin étudié présente un ravinement important dont l'évolution se fait progressivement pour empêcher l'agressivité de ce régime érosif.

Il faut introduire un modèle correctif sur les cours d'eaux qui connaissent une forte dégradation. La mise en place de cette technique passe par une identification initiale des sites les plus touchés et une exécution des travaux convenable. On détermine le nombre de seuils par la formule suivante :

$$N = L * (P - I) / H$$

Où :

- L** : longueur de ravin en m
- P** : pente du ravin à consolider
- I** : pente de compensation = 0.01
- H** : profondeur

Le gabionnage est largement utilisé dans la fixation des ravins et des versants son cout est moins cher que plusieurs techniques.

Caractéristiques des gabions

Dimension de la cage	Dimension du gabion semelle
Longueur : 4m	Longueur : 4m
Largeur : 1m	Largeur : 1 m
Hauteur : 1 m	Hauteur : 0.5 m

Mure a parement vertical

Formule de DAMRUN :

$$E = 1/3 H + 1/5 h$$

Mur a parement incliné (en gradins)

- Épaisseur a la base $e_1 = 0.54 (H + h)$
- Épaisseur moyenne ; selon poncelet = $0.286 (H + h)$

La mise en place d'un programme anti-érosif est assez complexe ; elle ne peut se faire sans adhésion de nombreux partenaires (agriculteurs, ingénieurs, techniciens, chercheurs...)

A travers ce sujet et pour aborder le problème de l'érosion nous avons déterminé les principes qui peuvent être retenus pour limiter efficacement l'érosion. Pour ce but nous avons précisé l'érosion quantitativement et qualitativement. Les techniques qui s'adaptent à notre terrain sont présentées selon les caractéristiques de chaque secteurs .Finalement on peut dire

Formule de Wischmeir

Cette hauteur propose une formule prenant en considération les facteurs les plus influents dans l'entraînement des matériaux arrachés.

L'érosivité des sols, les caractéristiques de pente, la granulométrie et l'anthropisation la formule peut s'écrire de la façon suivante :

$$TSS \text{ (T/ha/an)} = R.K.LS.C.P.$$

Où : R : indice d'érosivité = $K C^n$

K : facteur d'érodibilité = $2,2 M^{1,14} \times 10^{-4} \times (12-a) + 3,25 (b-2) + 2,5 (c-3)$

Ls : facteur topographique = $\frac{\sqrt{3,28 * L}}{100} * (0,076 * S^2 + 0,53 * S + 0,76)$

S : pente de la parcelle

L : longueurs de la parcelle.

C : indice de pratique de conservation des sols.

P: indice de pratique de conservation de sol

Usage des banquettes

L'utilisation de la banquette donne des résultats acceptables lorsque la pente et le type de culture soient soigneusement respectés.

Céréales	5-12%	Banquette à triple courbure
	12-18%	Banquette à triple courbure
	18-30%	Banquette à talus coupé en v
	30-50	Banquette à profil en v
Céréales et arbres fruitiers	< 18%	Banquette à simple courbure
	< 30%	Banquette à talus coupé
	< 50%	Banquette à profil normal
Arbres fruitiers	< 30%	Banquette à talus coupé
	< 50%	Banquette à profil normal
Vigne	< 30%	Banquette à talus coupé
Pâturage et reboisement	< 60%	Banquette à profil en v

Boulaid -Batna 2

Institut des sciences de la terre

Département : Géographie et Aménagement du territoire

3^{ème} Année Gestion des risques

Matière : Techniques et pratiques d'aménagement.

Gestion de l'érosion diffuse et concentrée

L'érosion en nappe entraîne la dégradation du sol sur l'ensemble de sa surface. une érosion de 15 à 30 t.ha-1.an-1 correspond à une perte de hauteur de 1 à 2 mm. Elle se manifeste sur le terrain par la prépondérance de taches de couleur claire, témoignage d'un lessivage aussi bien de la matière organique que des particules fines et aussi par la dégradation des mottes et la formation de diverses croûtes.

Les conséquences de l'érosion en nappe sont (Roose, 1994):le nivellement de la surface du sol par dégradation des mottes et remplissage des creux. Il s'ensuit des croûtes diverses, lisses et blanchies ; la squelettisation des horizons superficiels par perte sélective des matières organiques et des argiles, laissant en place une couche de sable et de gravier, plus claire que l'horizon humifère sous-jacent ; Pratiques culturales Pour limiter les ruissellements et l'érosion, les techniques culturales recherchées doivent :

augmenter la porosité verticale du sol, grâce à l'activité biologique et microbiologique, à la limitation du tassement, à la présence en continu de système végétatif vivant, à une déstructuration la moins violente possible du sol, Mettre en place une rugosité des sols grâce aux résidus de cultures en surface, à une couverture végétale maximale dans l'espace et le temps ou à un semis qui limite l'affinement du sol.

Pour réduire les risques de ruissellement et d'érosion et en travaillant sur les techniques culturales, les techniques doivent porter sur :

Une couverture végétale permanent par la mise en place de culture intermédiaire ou un semis direct surtout aux périodes à risque,

Une diversification de l'assolement pour réduire les périodes de sols nus,

Le labour occupe une place particulière du fait du retournement du sol, sur une profondeur généralement comprise entre 20 et 30 centimètres

La mise en place de culture intermédiaires et la pratique de semis sous couvert pour laquelle il existe de très bons résultats sur la culture de maïs, apparaissent des orientations cohérentes et efficaces pour réduire le risque d'érosion. Aménagements parcellaires Contrairement aux pratiques culturales,

les aménagements vont avoir un effet curatif et non préventif. Placés et dimensionnés de manière pertinente, ces aménagements vont protéger les enjeux (cours d'eau, routes...).

Plusieurs types d'aménagements peuvent être mis en œuvre pour lutter contre l'érosion, parmi lesquels : les zones enherbées de bord de cours d'eau ou de bout de champ, les haies et les fascines et les chenaux enherbés. on retiendra que les aménagements de type **haies et fascines ou chenaux enherbés** vont permettre de lutter contre le phénomène d'érosion concentrée alors que la zone **enherbée** viendra lutter contre **l'érosion diffuse**.

la haie apparait une technique pertinente pour lutter contre les enjeux de l'érosion concentrée au regard de son coût et de sa pérennité.

L'exécution, le positionnement et dimensionnement des haies et des zones enherbées s'articulent autour des axes suivants :

Les pratiques culturales visant à accroître la couverture du sol et à réduire le travail du sol, ces pratiques visent à prévenir le phénomène d'érosion dès son origine.

La mise en place d'aménagements parcellaires tels que les zones tampons enherbées (bandes enherbées de 10 mètres) , les chenaux enherbés, les haies et fascines...ces aménagements visent à protéger les enjeux. Combinaison : Zone enherbée + Haie Pour une efficacité maximale dès la plantation, il est possible d'associer : zone enherbée et haie. On placera la bande enherbée en aval de la haie.

Ex : Zones enherbées placées en amont du fossé pour lutter contre l'érosion diffuse Ex : Haie en amont du bois pour lutter contre l'érosion concentrée Ex : Haie + Zone enherbée placées en amont du cours d'eau pour lutter contre l'érosion diffuse + concentrée .

Il faut prendre en considérations les procédés suivantes :

Intensité de l'érosion

L'état des bordures et fonds des talwegs

Localisation

Bordure de parcelle

Fond de talweg

les haies vives : Comme dans le cas des cordons de pierres, les haies vives sont à placer en courbe de niveau, mais en milieu cultivé.

Il n'est pas inutile d'insister sur l'accord formel des utilisateurs des parcelles pour que les plantations soient préservées lors des sarco-binages et plus encore lors du soulèvement de l'arachide , Sur des zones sensibles, une modification de l'utilisation d'une partie de la parcelle (plantation d'arbres, eucalyptus)

Types de fossés

Fossés de transfert : favorisent le passage de l'eau

Fossés à redents : retardent arrivé de l'eau à l'aval du bassin versant, favorisent l'infiltration sur sol à forte perméabilité

Fossés associés à un talus : zones de rétention/déviation du ruissellement en amont du bassin versant

Dimensionnement :

Adapté pour une crue annuelle

Pente : longitudinale < 2%, latérale = 30% côté ruissellement sinon 50%

Bande enherbée >3 m sur le bord où le ruissellement arrive sinon >1m

Profondeur entre 40 et 70cm

Fond de talweg : en V évasé avec largeur >4m et 0,5 < profondeur < 1m

Bord de routes : buses adapté pour une crue semestrielle, pente = 50%

et largeur = 0,5m

Autres Techniques

Aménager avec des prairies temporaires qui semble un meilleur choix pour protéger le sol de l'érosion :

Augmentation de la matière organique et l'humus dans le sol

Augmentation de l'infiltration de l'eau

Amélioration de la structure du sol

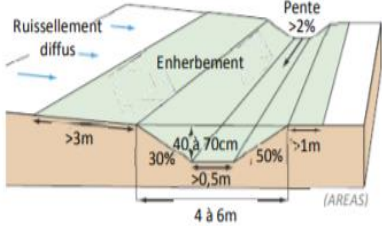
Planter les cultures les plus sensibles sur les plus faibles pentes. Alternier cultures sensibles/peu sensibles dans une même pente si elle est trop longue.

Faire des semis précoces de céréales en automne (début octobre) → taux de couverture du sol de plus de 30% dès le début d'hiver

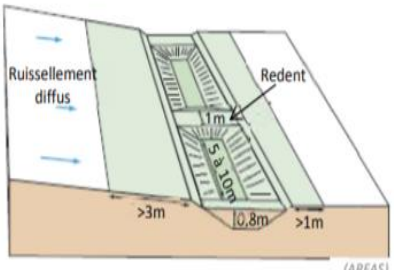
Entretien
A éviter entre avril et juillet
1 fauche/an, ne pas utiliser de produits phytosanitaires
Curage annuel selon les dépôts observés par tronçon de fossés
(pas de « curage à blanc »)

Coût
Installation : simple : 6 à 11 €/ml HT, à redents : 15 à 82 €/ml HT
Voir aides du département. Entretien : 0,76 €/ml

Réglementation
Surface d'Intérêt Ecologique (SIE) : 1 ml fossé = 6m² SIE avec largeur < 6m
Distance des habitations > 5 à 10m et distance fossé/limite de propriété > 50cm
Soumis à déclaration ou autorisation au titre de la Loi sur l'eau



Le diagramme supérieur illustre un fossé avec une bande enherbée de plus de 3 mètres sur le bord. Le fond du fossé est en V évasé avec une largeur de plus de 4 mètres et une profondeur comprise entre 40 et 70 centimètres. La pente latérale est de 30% côté ruissellement et de 50% côté opposé. La pente longitudinale est supérieure à 2%. Le ruissellement est diffus. Les dimensions du fossé sont indiquées comme étant de 4 à 6 mètres de largeur. (AREAS)



Le diagramme inférieur illustre un fossé avec un redent. Le fond du fossé est en V évasé avec une largeur de plus de 4 mètres et une profondeur comprise entre 40 et 70 centimètres. La pente latérale est de 30% côté ruissellement et de 50% côté opposé. La pente longitudinale est supérieure à 2%. Le ruissellement est diffus. Les dimensions du fossé sont indiquées comme étant de 4 à 6 mètres de largeur. (AREAS)

A l'intérieur des ravines, on peut tenter de définir une stratégie pour le choix des ouvrages de génie biologique à utiliser, suivant la localisation d'intervention sur la ravine.

Cette stratégie est présentée dans le tableau 1.

Tableau 1 : Proposition d'une stratégie de choix des ouvrages de génie biologique en fonction de la position d'installation de l'ouvrage sur la ravine

Position sur la ravine	lit	berge	bas de versant
Ouvrages à utiliser	<i>cordons sur fascines + garnissages + bauche</i>	<i>cordons + bauche</i>	<i>fascines et clayonnages + bauche</i>

Au sein d'une ravine à réhabiliter, il est possible de déterminer l'étendue de la correction nécessaire et suffisante pour obtenir une extinction de cette ravine. Pour cela, on peut utiliser le principe selon lequel la distribution spatiale de la végétation sur une ravine est importante pour la réduction de la production sédimentaire à son exutoire, la végétation située dans les lits des ravines jouant un plus grand rôle dans la maîtrise de l'érosion que la végétation située sur les versants ou les interfluves. C'est la présence de cette couverture végétale à l'aval de la ravine qu'il faut assurer pour envisager de manière optimale une inactivité à l'exutoire de la ravine (Rey, 2002).

Cordon pierreux :

Dans les zones non cultivées, forêt et parcours, si le sol présente une rugosité naturelle

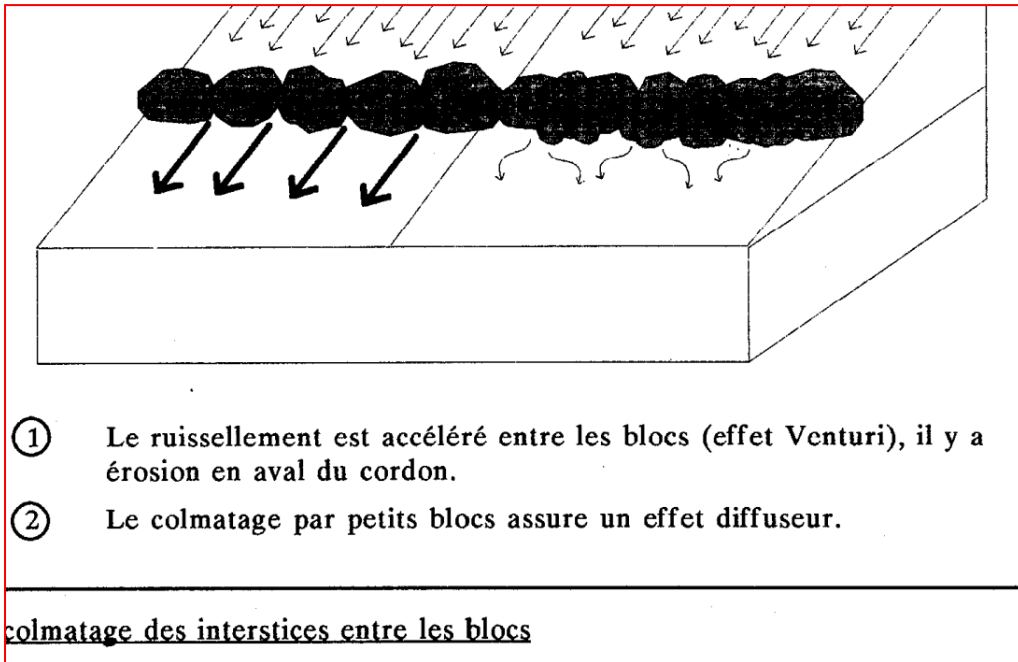
importante (présence de blocs, cailloux, graviers), ce qui est un cas fréquent, la compétence du ruissellement est réduite et le rôle du cordon de pierres est de limiter la concentration du

ruissellement et de favoriser localement l'implantation d'une strate herbacée, arbustive et arborée. L'écartement pourra être de 30 m ou plus suivant la pente et l'état du milieu.

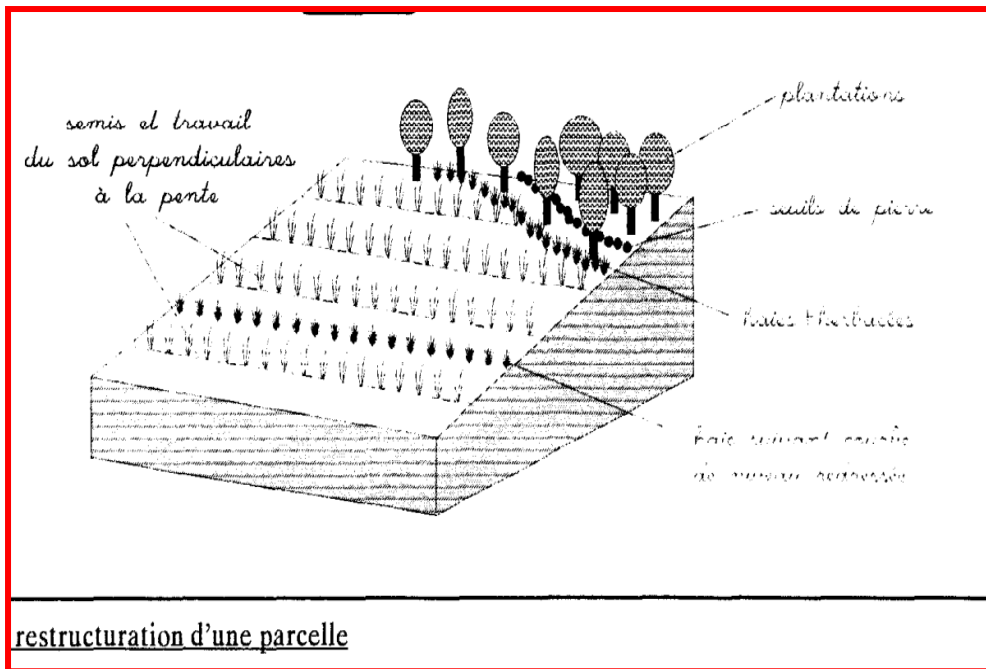
Les cordons sont à raisonner dans un ensemble (cf fiche n°5). Il est important de les planter aux ruptures de pente (photo 23) ainsi qu'en amont et à proximité immédiate des cultures.

A titre d'exemple, on peut proposer des cordons de pierres de 30 à 40 cm de haut tous les 50 à 60 m pour une zone dégradée en présence d'un sol rugueux, avec une pente de 3%.

Dans la zone cultivée, la pente est en général plus faible, voisine de 0,5 à 1,5 % mais le sol est nu et lisse au moment des premières pluies. Un écartement de 30 à 50 m est compatible avec la culture attelée et à adapter au parcellaire. Le paysan plantera sa culture en suivant le cordon de pierre et donc perpendiculairement à la pente.



Les cordons doivent jouer efficacement leur rôle de filtre et de dissipateur d'énergie. On trouve couramment des blocs de cuirasse sous forme de parallélépipèdes de 20 à 30 cm de côté, aux bords arrondis (sauf dans les vallées alluviales et sur certains talus où ils sont plus petits). Pour éviter que le ruissellement ne se concentre entre les blocs où des espaces importants peuvent exister, il faut placer dans ces interstices des blocs plus petits et des cailloux. De même Suivant la hauteur nécessaire, on utilisera un seul bloc ou la superposition de plusieurs; dans ce dernier cas il faudra assurer une stabilité suffisante en élargissant la base du cordon. Un rapport hauteur/base de 1/2 est conseillé.



Ecartement

La distance optimale entre les haies se situe entre 30 et 50 m en fonction de la pente, des caractéristiques du sol (sa sensibilité à l'érosion, ses propriétés vis à vis de l'infiltration) et surtout la géométrie des parcelles ainsi que nous l'avons déjà indiqué. Cette distance pourra éventuellement être réduite dans les quelques cas où la pente est forte.

En ce qui concerne l'espacement entre les plants, diverses études montrent qu'il n'y a pas de différences entre un écartement de 0,30 et 0,50 m :

La fermeture de la haie est pratiquement aussi rapide dans les deux cas. Aussi d'un point de vue pratique, on choisira 0,50 m, sauf pour les euphorbes (hauteur de la plante 1,3m longueur de la feuille 20cm on peut utiliser l'aurier rose en cas d'abondance d'eau) où 0,30 m reste conseillé.

Pour un plant isolé, on réalise obligatoirement un trou cubique de 50 cm de côté. Pour une haie, on creusera donc une tranchée continue de 50 cm de large et 50 cm de profondeur. En fait, la pratique montre que ces caractéristiques sont très exigeantes en travail.

La durabilité de la protection contre l'érosion à long terme va dépendre de la pérennité de la couverture végétale. Les forêts de protection connaissent souvent aujourd'hui des problèmes d'instabilité dus à leur âge avancé, leur monospécificité, leur état sanitaire dégradé par les attaques parasitaires, leur densité trop forte et leur manque d'entretien (Vallauri et al., 1997). Une erreur technique que l'on rencontre parfois est celle d'un dimensionnement insuffisant des Ouvrages de drainage. Cela se traduit par un engorgement ou un débordement sur un terrain non préparé à l'avance et, éventuellement, par des sapements des soutirages et la ruine de l'ouvrage (Hensal, 1996).

On peut rappeler que l'aménagement forestier est fructueux à l'échelle du bassin versant

Rey et al. (1998) proposent pour cela une méthode de détermination et de cartographie de zones d'Interventions Forestières Prioritaires (ZIFP) pour la protection contre l'érosion. Cette méthode fait intervenir des critères d'une part d'importance et de probabilité d'occurrence de l'aléa, d'autre part de stabilité des forêts

Références bibliographiques

Hensal P. (1996) La lutte contre l'érosion sur l'emprise routière contribution à la protection de l'environnement Bulletin Des Laboratoires Des Ponts Et Chaussées-201-Janvier-Février1996-Réf.4003.

Rey F. (2002) Influence de la distribution spatiale de la végétation sur la production sédimentaire de ravines marneuses dans les Alpes du Sud. Grenoble : Université Joseph Fourier / Cemagref,183 p. (Thèse de doctorat).

Rey F., Chauvin C, Berger F. (1998) Détermination de zones d'interventions forestières prioritaires pour la protection contre l'érosion dans les Alpes du sud. Revue forestière française,vol. L, n° spécial « Gestion multifonctionnelle des forêts de montagne », pp. 116-127.

Vallauri D., Chauvin C., Mermin E. (1997) La restauration écologique des espaces forestiers dégradés dans les Alpes du Sud. Chronique de 130 ans de restauration et problématique actuelle de gestion des forêts recréées en Pin noir. Revue Forestière Française, vol. 49, n°5, pp. 433-449.

Université de Ben Boulaid -Batna 2

Institut des sciences de la terre

Département : Géographie et Aménagement du territoire

3^{ème} Année Gestion des risques

Matière : Techniques et pratiques d'aménagement.

Techniques de gestion de l'envasement

Introduction Générale

L'envasement des barrages constitue sans doute la conséquence la plus grave de l'érosion hydrique. Le potentiel hydraulique perd annuellement environ 130 millions de mètres cubes, Mebarki,A .Cette quantité est jugée énorme volume de la sédimentation annuelle peut aller jusqu'à atteindre les 6% du volume total des barrages .Les effets néfastes de ce phénomène sont nombreux, allant de la réduction considérable de la capacité d'emmagasinement et de stockage du barrage, et pouvant aller même jusqu'à la dégradation nette de la qualité de l'eau du barrage.

ENVASEMENT DES BARRAGES

L'aménagement des cours d'eau modifie l'hydrologie de la partie aval d'un barrage et entrave le transport solide vers les exutoires naturels. Les précipitations provoquent un ruissellement qui entraîne les particules solides par charriage par le biais des cours d'eau, et au niveau du barrage, cette coulée boueuse, appelée communément vase, s'arrêtera et constituera un dépôt qu'on nommera «volume mort».

Mécanisme de sédimentation

la sédimentation des barrages dans les pays de l'Afrique du nord est très élevée et même spectaculaire. Elle est due directement aux forts taux d'érosion des bassins versants, dont les particules solides sont drainées directement par les cours d'eau et provoqueront à l'entrée des retenues des courants de densité (B .Remini,2004)

la sédimentation a un effet au niveau du barrage, en amont et en aval l'Algérie ,fait partie d'une zone montagneuse caractérisée par un climat agressif avec alternance d'années sèches et humides et des pluies d'automne dévastatrices pour les sols, d'autant plus qu'elles surviennent à une période où la couverture végétale est réduite ou inexistante, et les sols ameublés par les labours. La conséquence est que d'une part, les crues d'automne violentes et brutales sont la cause d'une forte

ablation, et d'autre part, le taux d'érosion dans les bassins versants est important, ce qui favorise l'apparition des courants de densité dans les réservoirs des barrages .

La sédimentation dans les barrages pose d'énormes problèmes au niveau du réservoir , Elle entraîne la réduction de la capacité utile du barrage, le blocage des organes de vidange. La sédimentation peut mettre la stabilité de l'ouvrage en danger. Elle peut aussi accélérer l'eutrophisation du lac. Les sédiments en suspension dans l'eau distribuée par les canaux, à partir des barrages, se déposent dans ces ouvrages, réduisent leur débitance et rendent difficile leur exploitation :

La réduction de la capacité: chaque année le fond vaseux évolue et se consolide avec occupation d'un volume considérable de la retenue.

La sécurité de l'ouvrage : l'envasement pose un problème sur la stabilité de l'ouvrage. [Oumrani N., 2009].

L'obturation des organes de vidange : un autre danger présenté par l'envasement est celui du non fonctionnement des organes de vidange de fond .

Envasement des canaux d'irrigation : lorsque l'eau d'irrigation est chargée en sédiments, ces particules fines vont se déposer dans les canaux, réduisant leurs sections mouillées. Ceci pose le problème de comblement du réseau des canaux d'irrigation se trouvant à l'aval du barrage,

Dégradation de la qualité de l'eau : les sédiments véhiculent des produits chimiques (nitrates, sulfates) provenant en particulier des apports en éléments fertilisants pour les cultures, et se déposant dans les réservoirs entraînant ainsi une dégradation de la qualité de l'eau [Remini B. et al 1997].

Evaluation de l'envasement

La quantification de l'érosion spécifique nous aide à prédire l'envasement

Formule de Tixeront (1960)

Cette méthode est basée sur les données recueillies dans 32 bassins d'Algérie, et 09 bassins de Tunisie (dont 4 alimentant des barrages réservoirs), les superficies varient de 90 à 22300 km², et l'observation portent sur une durée variant de 2 à 22 ans. Après avoir regroupé les bassins en 3 classes suivant un critère régional Tixeront propose 3 relations :

$$A = 354 R^{0.15} \quad (\text{Bassins Tunisiens})$$

$$A = 92 R^{0.21} \quad (\text{Région de l'Est Algérien})$$

$$A = 2000 R^{0.21} \quad (\text{Région de centre Algérien})$$

A : Apport spécifique moyen annuelles (T/km²/an).

R : écoulement annuel total (mm).

Formule de SOGREAH (1969)

Basée sur les données recueillies dans 27 bassins d'Algérie (dont 16 alimentant des barrages réservoirs), totalisant 282 Station, les superficies varient de 90 à 22300 Km². Les relations Sogreah inspirées des relations Tixeront, donnent les apports solides spécifiques A en (T/km²/an), en fonction de ruissellement annuel de crue (mm), et de la perméabilité des bassins.

Perméabilité élevée : $A = 8,5 R^{0,15}$

Perméabilité moyenne à élevée : $A = 75 R^{0,15}$

Perméabilité faible à moyenne : $A = 350 R^{0,15}$

Perméabilité faible : $A = 1400 R^{0,15}$

Imperméable : $A = 3200 R^{0,15}$

A : Apport spécifique moyen annuelles (T/km²/an).

R : écoulement annuel total (mm).

$$R = 720 \cdot ((Pa - P0)/1000)^{1,85}$$

P0 = 150 Climat semi aride

P0 = 250 Climat Sub humide et humide (Zone telliens).

R = 5mm lorsque P < 150 mm .

Remarque : On peut intégrer la formule de Fournier qui estime l'érosion dans l'équation de Wood burn.

Calcul de l'envasement par la Formule de W. Burn (1955) dans certains barrages des Aures.

$$Sp = 2,492 \cdot A^{0,9151} \cdot St^{0,8573} \cdot Tn^{0,7329}$$

Avec :

Sp : Produit sédimentaire (dépôt retenu dans le lac en tonne)

A : superficie de Bassin versant.

St : Quantité d'érosion en T/Ha/An.

Tn : Années de service du barrage.

Estimation de l'envasement dans les barrages du massif par la formule de Wood Burn.

Paramètres de formule	Tn (An)					
		Ft. Gazelles	F. L'gherza	Babar	Yabous	Timgade
S (Km ²)		1660,00	1300,00	685,90	317,98	672,70
S (Ha)		166000,00	130000,00	68590,00	31798,00	67270,00
St (T/Ha/An)		1,09	1,17	4,95	5,59	1,15
SP(Tonne)	10	865821,84	737349,41	1414475,19	776873,38	397579,23
Sp(Tonne)	50	8007529,40	2727742,28	5232693,91	2873956,82	1470800,20
Sp(Tonne)	100	16015058,80	13638711,38	26163469,57	14369784,08	7354001,01

L'application de cette formule a fournie les remarques suivantes :

-Les volumes des sédiments produits restent faibles pour l'ensemble des barrages, par rapport les valeurs fournis par les levés bathymétriques, entre 33131m³ et 1,1Hm³ par an.

-en général L'évolution de l'envasement est très faible dans tous les barrages.

-les barrages du versant sud attestent un alluvionnement relativement rapide par rapport ceux du versant nord.

-les quantités de l'envasement se rangent dans trois catégories:

* l'envasement moyennement élevé ; qui comporte les barrages, Fontaine des Gazelles, Babar et Foum L'gherza. Notons que l'accélération de l'envasement est très importante dans le barrage de fontaines des gazelles qui se multiplie 9 fois dans une période de 50ans alors que l'envasement se développe dans les autres barrages seulement avec 3,6 fois. Cette différenciation est interprétée par l'anthropisation qu'atteste le barrage fontaine des gazelles.

* l'envasement moyen: regroupe les barrages : Foum L'gherza et yabous d'ont les quantités des sédiments varient entre 737349,41 et 2873956,82 tonne soit une accélération de 3,6 fois dans la période de 50ans.

* l'envasement faible : cette classe comporte le barrage de Timgade, ne présente que 1470800,20Tonne de sédiments déposés dans la cuvette durant la même période de 50ans

Il apparait très claire que l'évolution de l'envasement est très lié aux quantités des matériaux enlevées de chaque bassin de sa surface et de l'anthropisation ce qui montre la multiplicité des facteurs influents sur l'envasement des barrages.

Le problème qui se pose avec l'application de cette formule reste dans l'estimation exagérée des sédiments qui se stagnent dans la cuvette par rapport la vase mesurée, pour l'ensemble des barrages

Gestion de l'envasement :

Reboisements et implantations des seuils.

les sorties répétitives sur terrain et l'analyse approfondie des caractéristiques de la zone d'étude m'avait permis de classer les zones considérées comme source des matériaux responsables sur l'alluvionnement des barrages a savoir le degrés de l'action érosive.

(La zone source représente un espace très vulnérable et sa délimitation demande une connaissance de la morpho dynamique héritée et actuelle).

-Les torrents et leurs cônes, notamment en cas de rencontre avec les oueds au niveau des méandres, ces points attestent une dynamique érosive très forte.

-Les lits des oueds qui se composent de formations très érodables et une pente forte produisent des quantités de sédiments alluviaux puissantes.

-L'espace du ravinement et de l'érosion régressive, cette forme fournit un tonnage de matériaux très considérable.

Pour les torrents qui terminent par un cône de grande taille qui dépasse 500 m de largeur l'implantation des végétaux adaptables (classes des arbustes) donneront des résultats efficaces. Ce type de cône est largement étalé dans les vallées de oued Labiod et oued El Arab.

Les petits torrents terminant par des petits cônes, exigent l'implantation d'un réseau de seuils et de plantes qui disposent des racines puissantes et dense comme la sulla (*Hedysarum spinosissimum*) qui s'adapte avec le semi aride alors que l'évaluation de l'érosion par ravinement et de l'impact du sulla sur le substrat édaphique a été montré par S. Slim et F. Ben Jeddi (2011). j'ai observé sur le versant sud de Chélia que il ya des sols bien protégés attestent le développement de Buplèvre épineux (*Bupleurum spinosum*), la *Genista versicolor* et *Genista scorpius*; je pense qu'il est adaptable dès le début des petites ravineaux ou pour l'érosion en nappe ou aréolaire.

Les petits torrents existent partout j'ai recensé plus de 200 Cônes sur oued Labiod et plus de 80 dont 20 de grand taille dans la partie amont de oued El Arab.

Les cônes les plus importants sont des formes généralement héritées d'une dynamique très ancienne mais active.

Pour faire face au ravinement qui se développe sur la marne grises et noire de certaines vallées (oued Labiod, oued El Arab, oued Abdi et oued Yabous) il convient d'intervenir par l'implantation des seuils et l'introduction de certaines plantes adaptables. (Chêne vert, genévrier oxycedre, le cyprès).

L'ancrage latéral et le bon enfoncement des seuils assurent la durabilité de cet aménagement alors que l'entretien reste très recommandé.

(L. Bourougaa et al., 1989; S. Nasri, 2002) ont observées l'efficacité de l'existence en parallèle des techniques mécaniques et biologiques, pour notre zone d'étude il se trouve plusieurs endroits qui exigent l'application commune des deux techniques. (Banquettes, murettes, Gabions, reboisement avec une végétation à longues tiges dans les oueds (les tamaris, laurier rose,) qui constituent de véritables pièges des Sédiments).

La dégradation végétale qu'a vécu le massif notamment les versants sud depuis des années (K.A. Assamed, 1980) nécessite un reboisement sous forme de bandes continues essentiellement sur les piémonts de certaines monts du Massif (Oued El Arab et oued Labiod).

Réalisation de bassins de décantation:

la technique consiste tout simplement en une succession de bassins de décantation creusés plus en amont du barrage à dévaser.

Les boues extraites sont déposées dans ces bassins et après décantation, les eaux sont acheminées gravitairement vers leur lieu d'origine

le Curage :

Le curage consiste à extraire les sédiments de l'eau puis de les stocker à terre et/ou les restituer au cours d'eau.

le curage par pompage/dilution :

Le pompage des sédiments se fait à l'aide d'une barge et d'une suceuse et rejet à l'aval dans un autre milieu récepteur en diluant le rejet avec une arrivée d'eau ;

le curage par pompage/stockage :

Le pompage des sédiments s'effectue à par une barge et une suceuse, rejet par conduit et décantation dans un bassin avant stockage définitif.

le curage mécanique :

Extraction des sédiments à l'aide d'une pelle hydraulique depuis une barge ou la berge et transport pour stockage provisoire pour essorage avant stockage définitif un volume de 4 millions de m³ a été évacué en 21 mois du barrage de Foum El Gherza.

La surélévation de la digue :

permet d'augmenter la capacité de la retenue et donc de compenser la valeur envasée. Cette technique a été commencée sur le barrage de foum El gherza et dernièrement entamée sur foum El Guis.

Dans le cas d'un envasement très avancé, la surélévation d'un barrage surtout s'il s'agit d'un grand barrage peut s'avérer une solution efficace (B.Remini, 2008 ; B.Remini et al., 2009). Au lieu d'enlever la vase de la cuvette, on surélève la digue de quelques mètres pour gagner un volume supplémentaire, cette technique semble adaptable aux barrages : foum El gherza et Babar mais reste très coûteuse et parfois se coïncide avec des crues qui mobilisent de volumes très importantes de sédiments.

La technique des obstacles émergés :

C'est une nouvelle approche de lutte contre l'envasement initié par B. Remini (2011).

Elle consiste en l'emplacement des obstacles émergés dans le cours d'eau principal à l'amont d'un barrage pour piéger les sédiments.

L'expérimentation a été menée dans un canal rectangulaire dans le fond et est équipé d'obstacles de différentes dimensions.

