

## **EFFETS DES AMENAGEMENTS ANTI-EROSIFS DANS LA CONSERVATION DE L'EAU**

*(Communication : Création Réseau Erosion : GCES. Avril 4002. AUF. Paris)*

### **Touaïbia B**

Laboratoire d'Hydrologie. Ecole Nationale Supérieure de l'Hydraulique.  
BP. 31. Blida. Algérie. Tel/Fax : 213 (0) 25 39 94 46 email :  
[touaibia@yahoo.fr](mailto:touaibia@yahoo.fr)

### **RESUME**

La complexité du phénomène de l'érosion hydrique à l'échelle du bassin versant est telle qu'il reste difficile de la mettre en équation vu les facteurs aussi bien naturels qu'anthropiques mis en jeu pour la maîtriser. Toutes les civilisations et toutes les sociétés de par le monde ont connu et connaissent ce phénomène ne serait-ce que sous un ou plusieurs de ces aspects.

Les stratégies développées à travers aussi bien des mesures agronomiques que des mesures hydrauliques ont montré par endroits leur efficacité mais dans d'autres régions, des échecs palpables ont été enregistrés, dus essentiellement à une explosion démographique intense et à une politique non adaptée suite au changement évolutif des sociétés en pleine mutation.

Cette conjoncture a créé des déséquilibres régionaux graves au profit de l'exode rural. Aussi, elle a livré les terres au morcellement foncier, à une surexploitation et un surpâturage intenses engendrant ainsi leur appauvrissement et leur dégradation. Devant cet état de fait, l'eau a trouvé son chemin préférentiel, a modifié le relief en accentuant le phénomène de l'érosion dont les conséquences sont indiscutables notamment sous les climats semi arides.

Les changements climatiques vont contribuer à accélérer le phénomène d'érosion surtout dans la rive Sud du bassin méditerranéen, quand nous savons que la méditerranée est un réservoir à pluie et que des cycles de sécheresse et d'inondations risquent d'être observées fréquemment.

Dans une perspective d'avenir, des programmes de gestion et de conservation de l'eau doivent être élaborés pour parer aux éventuelles catastrophes risquant d'apparaître en tout moment.

La création d'un réseau Erosion - GCES peut répondre à cette attente autour d'expériences partagées et de concertations entre scientifiques de diverses nations.

Pour un développement durable, l'avenir d'un pays est dans la maîtrise de son patrimoine Eau-Sol. Le traitement des bassins reste incontournable et l'impact des aménagements dans la maîtrise du ruissellement ne sera que

bénéfique tant au niveau de la parcelle qu'à l'échelle du bassin versant. C'est dans ce contexte que cet article est conçu.

Mots Clés : Bassin versant. Ruissellement. Aménagements anti-érosifs.

## **INTRODUCTION**

Faut – il aménager les bassins versants à l'échelle de la parcelle pour conserver l'eau et le sol et créer un équilibre social et durable pour la paysannerie ?

ou

Faut-il aménager les bassins versants pour lutter contre le transport des sédiments à travers les différents aspects de l'érosion hydrique et protéger les infrastructures hydrauliques, agricoles et urbaines à l'aval ?

Deux conceptions contradictoires et complémentaires en même temps et qui ne peuvent être prises en compte qu'à travers l'acceptation des multiples visions couvrant plusieurs spécialités et les approches spécifiques adoptées par la politique de chaque gouvernement concerné.

La protection des bassins versants à travers des traitements adaptés à l'échelle de la parcelle, à l'échelle du versant ou à l'échelle des bassins versants occupe une place très importante aussi bien dans la lutte contre l'érosion hydrique des sols que dans la conservation et la préservation de l'eau.

La maîtrise du ruissellement en terme de volume ou de vitesse depuis la parcelle jusqu'au grandes surfaces débitantes (surfaces agricoles, versants, terrains nus, ....) reste le point fort de la régularisation des eaux et des débits.

Les conséquences de l'érosion sont graves et indiscutables : défertilisation, perte en sols, affouillement et exhaussement de lits d'oued, envasement, sédimentation et eutrophisation de barrages ; dépôt de vase dans les canaux d'irrigation, dans les stations de pompage sans oublier en bordure de routes, d'autoroutes et dans les avaloirs.

L'introduction appropriée des aménagements hydro-agricoles s'attaque directement à l'érosion pluviale et fluviale pour la préservation des sols et de leur productivité, pour la maîtrise du bilan hydrique des plantes et du ruissellement, pour la canalisation des eaux vers des exutoires aménagés et la protection des eaux mobilisées contre toute dégradation de

leur qualité. Leur impact sur l'érosion hydrique n'est palpable qu'à long terme décourageant souvent la paysannerie et les décideurs.

## **HISTORIQUE**

Toutes les sociétés de par le monde rencontrent des problèmes de dégradation du milieu par différents types d'érosion (Roose, 1999) et chacune d'elles selon ses spécificités régionales et naturelles ont tenté de trouver une solution pour freiner ce fléau.

Plusieurs stratégies différentes d'un pays à un autre, selon la gravité du phénomène, ont été adoptées et qui souvent n'ont pas donné de résultats conséquents suite à une démographie galopante avec un morcellement des terres, une agriculture d'autosubsistance obligeant la paysannerie à défricher encore et encore donc à affaiblir les sols et à les exposer au phénomène de l'érosion. D'autres facteurs sont entrés en jeu et ont amplifié le phénomène de l'érosion comme les guerres (Sari, 1977), les colonisations, les incendies (Martin et *als*, 1997).

Les techniques de la lutte anti-érosive LAE se sont développées empiriquement depuis des siècles. Les premières recherches scientifiques ont commencé en Allemagne dans les années 1890 avec les premières parcelles expérimentales (Roose, 1999).

C'est entre 1925-1930, après la 1ère guerre mondiale, que l'idée de restaurer les sols est apparue en Amérique d'abord avec la Défense et Restauration des Sols (DRS) axée sur la conservation de l'eau.

Dans les années 1850, en France, apparaît la pratique de la Restauration des Terrains de Montagne (RTM) (Roose, 1994).

Plusieurs travaux ont été réalisés notamment ceux de Wischmeier et Smith, établissant une équation universelle des pertes en sols sur les terrains cultivés basée sur l'intensité de la pluie et l'énergie cinétique des gouttes d'eau (Wischmeier, 1978).

Dans les années 1940, apparaît la lutte anti-érosive dans le bassin méditerranéen et qui continue à se pratiquer jusqu'aux années 1990 ayant aboutit souvent à des échecs surtout en Algérie. L'exemple des banquettes réalisées sur plus de 66 000 Ha de terres cultivées plus précisément sur des marnes et des argiles sont dans un état de dégradation très avancée (Arabi, 2004). La reforestation de 800 000 ha (barrage vert) et 350 000 ha aménagés en banquette n'ont pas amélioré la situation.

Plusieurs zones pilotes ont été créées (Médéa, Mascara, Mina, Tlemcen) afin d'en juger sur le phénomène érosif. Dans le bassin versant de la Mina (Gomer, 1996), les résultats ont montré que l'érosion par ravinement donc du réseau d'écoulement est très intense par rapport à

l'érosion en nappe des surfaces cultivées ou en jachère (Kouri, 1993). Elle peut passer facilement à 100 fois plus (touaïbia, 1999).

Les gouvernements n'ont cessé de se succéder, les stratégies ont changé et parfois même abandonné, ont livré les sols à une dégradation telle qu'il est impossible d'y remédier dans certaines régions.

Avec une érosion spécifique annuelle moyenne variant entre 2000 et 4000 t/Km<sup>2</sup>, l'Algérie est classée parmi les pays les plus érodibles du monde, on compte en moyenne annuellement entre 1 à 2 millions de m<sup>3</sup> le volume de sédiments arraché au bassin et déposé en mer pour les seuls bassins tributaires de la méditerranée (Demmak, 1982).

Certaines régions productives en sédiment ont dépassé le seuil critique (Gomer, 1994). Ce qui reste alarmant.

Face à de graves pénuries d'eau, à un envasement précoce de plus de 50 % des barrages (ANB, 2003), à une dégradation croissante de la qualité des eaux, une nouvelle politique de l'eau s'est instaurée en favorisant techniquement et financièrement les aménagements des bassins versants ces dernières années.

Devant l'impossibilité de contrôler les événements climatiques destructeurs, on se tourne vers les pratiques de conservation de l'eau (Côté, 1997) pour freiner le ruissellement et augmenter la capacité de stockage des sols.

## **PROBLEMATIQUE DE L'EROSION ET TRANSPORT SOLIDE**

L'aspect le plus important de l'érosion est l'érosion pluviale et plus précisément l'érosion par ruissellement. Les terrains étant nus, pour une raison ou pour une autre (déboisement, jachère, labour...), le ruissellement dû aux eaux de pluie et surtout à la suite d'averses torrentielles décape progressivement les horizons supérieurs du sol jusqu'à atteindre parfois la roche mère. La lame d'eau en mouvement le long des versants se divise progressivement. Les filets d'eau se regroupent dans les petites dénivellations du sol. Concentrée, cette eau déploie une force lui permettant d'arracher les obstacles. Emportés par l'eau, ces derniers, augmentent la faculté d'érosion, qui se voit amplifier avec l'épaisseur de la lame d'eau ruisselée, la longueur et la pente du versant. Un exemple frappant de ce générique est celui des inondations de Bab El-Oued (Alger) en Novembre 2001 où plus d'un millier de personnes ont péri, enseveli dans la boue. Sur 2,6 Millions de m<sup>3</sup> ruisselés, un volume de 800 000 m<sup>3</sup> de sédiments arrachés au bassin ont transité (ANRH, 2001).

Les facteurs favorisant l'érosion sont nombreux : pente, nature des roches, relief, climat, l'homme en fin de chaîne.

En région méditerranéenne est notamment en zone semi aride, le climat est le premier responsable du phénomène avec les variations spatiotemporelles brusques observées de la pluie et des écoulements, l'action du gel et du dégel, le pouvoir évaporant du sirocco....

En Algérie, le climat est très agressif avec des pluies très irrégulières. Les pluies torrentielles sont fréquentes avec des intensités dépassant souvent 45 mm/h.

Les facteurs anthropiques ont participé de façon remarquable à la dégradation des sols par les incendies, les défrichements, le surpâturage, le morcellement du foncier ...laissant les bassins versant à la merci du ruissellement. D'après une étude faite par Avias (1997), lorsque 800 moutons (soit 3200 pattes) passent dans un champ un jour de pluie, il ne reste plus d'herbe, ni même de racines d'herbes et si la pente est suffisante, il se déclenche une érosion par ruissellement et par ravineaux et ravins dont certains peuvent dépasser 1 m de profondeur.

## **RESULTATS ET CONSEQUENCES DE L'EROSION HYDRIQUE**

Les résultats de l'érosion pluviale sont visibles à travers des paysages en griffes, empierrés, des glissements de terrains, des mouvements de masse, un ravinement intense et des envasements des infrastructures de mobilisation d'eau.

Les conséquences sont d'autant plus graves que l'érosion est active dans les régions exemptes d'aménagements, engendrant des pertes économiques très importantes (inondations et asphyxies des terres cultivées, envasement de barrages ....) en agissant essentiellement sur le régime des cours d'eau et le temps de concentration des eaux. Le transport solide provoque un colmatage superficiel des sols (sols lourds), augmente le ruissellement au dépend de l'infiltration. L'érosion va contribuer en un changement progressif du relief, en accentuant les pentes, en provoquant des ravinements intenses et accélérant la formation du réseau hydrographique au profit des surfaces arables.

*L'envasement des barrages*, l'affouillement et le comblement des lits d'oued sont spectaculaires en Algérie. La vitesse de colmatage des ouvrages d'art est variable d'un barrage à un autre selon la force de l'érosion et de la lame ruisselée (Touaïbia, 2003); la durée de vie est estimée à une trentaine d'années (Kadik, 1987).

Un cas frappant sur la sédimentation a été étudié. En 2 mois 45 000 m<sup>3</sup> de vase consolidée ont été enlevés d'un barrage de prise après avoir mobilisé toutes les infrastructures du périmètre d'irrigation de la Mitidja Ouest. La figure 1 en témoigne.



**Fig. 1** Etat du barrage de prise avant et après dévasement (2001).

## **IMPACTS DES AMENAGEMENTS ANTIEROSIFS SUR LE RUISSELLEMENT**

Les aménagements antiérosifs dépendent de l'objectif à atteindre et varie selon que l'on se trouve dans le bassin d'alimentation ou dans le réseau d'écoulement.

Les objectifs de ces aménagements sont 2 sortes selon Albergel (2004) et souvent contradictoires et dépendent des politiques des pays. En Afrique du Nord et particulièrement en Algérie, les objectifs de gestion et de conservation des eaux et des sols consistent en la protection des infrastructures à l'aval contre des envasement et sédimentation précoce à

l'encontre du Maroc et de la Tunisie où les objectifs sont axés sur le développement économique et social pour offrir une ressource renouvelable vitale tout en limitant les bouleversements d'ordre économique et social.

En général, ces aménagements peuvent être agronomiques ou hydrauliques dont les principes retenus pour limiter le ruissellement sont :

- l'identification des zones concernées et particulièrement des zones productives en sédiment ;
- la protection des sols contre l'impact de la pluie ;
- le retard et la réduction de la formation d'un écoulement superficiel par l'augmentation de la capacité d'infiltration et de stockage, l'augmentation de la protection et de la résistance des zones où les conditions morphologiques peuvent favoriser l'incision, par la réduction des capacités de détachement et de transport du ruissellement en limitant sa vitesse et sa concentration.

**Les mesures agronomiques** visent essentiellement la prévention de la formation du ruissellement par la pratique des bandes enherbées, du paillage, des cultures intermédiaires, du sens du travail du sol, d'implantation de haies transverses, de terrasses, de murs, de murettes, de cordons pierreux, des Zaï et demi-lunes (Zougmoré et *als*, 2004) des banquettes (Nasri, 2002) et même du reboisement (5gréco, 1966).

Les bandes enherbées facilitent l'infiltration et la rétention d'eau.

Le paillage (naturel ou artificiel) réduit considérablement les pertes en sol. Il permet de lutter efficacement contre l'impact des gouttes de pluie. Il constitue un rideau protecteur et crée une rugosité de surface qui divise et ralentit la lame d'eau en mouvement.

Les cultures intermédiaires assurent une protection des sols dénudés. Un type de culture très intéressant est la culture des engrais verts. Les engrais verts améliorent les propriétés physiques du sol : ils fournissent rapidement une couverture suffisante pour limiter la battance. La résistance du sol, liée à leur enracinement, augmente et ils créent une rugosité en surface freinant ainsi le ruissellement. Elles contribuent au maintien des sols au niveau des ruptures de pente ou des zones de concentration. Leur effet protecteur est lié au développement de la masse végétale lors des pluies. Il est donc effectif lorsque les conditions thermiques permettent une croissance très rapide.

Le sens du travail du sol (sur des pentes < 5%) en travers de la pente retarde l'apparition du ruissellement en augmentant la rugosité dans le sens de la plus grande pente. Cela ralentit l'écoulement et favorise l'infiltration.

Les haies transverses ralentissent l'écoulement superficiel des eaux au profit de l'infiltration. Les versants abrupts deviennent moins sensibles

au ravinement dû aux pluies car les écoulements concentrés sont interceptés. Les haies permettent une infiltration plus en profondeur des eaux.

Le gaufrage du terrain (Fig.2) force l'infiltration dans le sol et réduit considérablement le ruissellement.

Les banquettes (Fig. 3) canalisent l'eau vers les exutoires et favorisent le maintien du sol en place ; malheureusement les premières années de sa réalisation, elles restent très vulnérables et peuvent constituer un point de départ à l'érosion des versants.

Les cordons pierreux, murs en pierres, murets (Fig. 4 et 5) et murettes freinent le ruissellement, arrêtent l'avancée des ravins et réduisent considérablement le ruissellement.

Le clayonnage sur terrain pentu (Fig. 6) stabilise les versants. Il évolue en terrasses et permet un stockage d'eau et une agriculture d'auto subsistance.



Fig. 2 Gaufrage dans une vigne



Fig. 3 Réseau de banquettes après une pluie

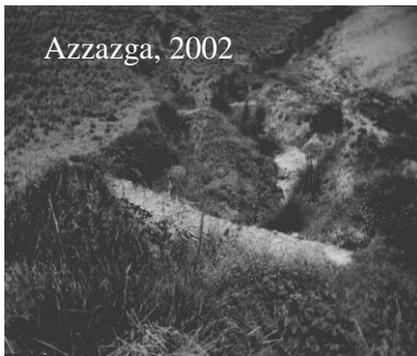


Fig. 4 Muret pour arrêter l'avancée du ravin

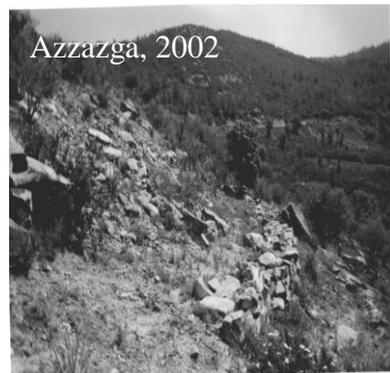


Fig. 5 Murettes stabilisées sur un versant



Route de Ténès, 2002

Fig . 6 Clayonnage sur un versant défriché



Route de Chleff, 2003

Fig. 7 Seuil en pierre stabilisant un ravin



1972

**a**



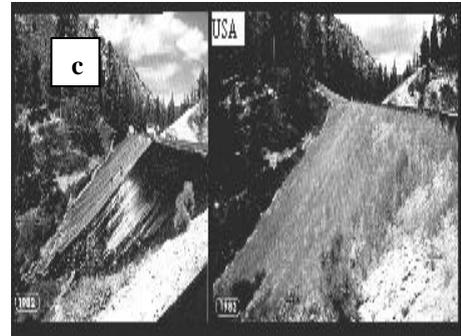
Algérie, 1992

**b**



1966

Italie



**c**

USA

1962

1963

Fig. 8 Protection de versant : Mesures hydraulique (a et b), mesure agronomique (c)

Les mesures hydrauliques visent à limiter la concentration du ruissellement, organiser l'écoulement des eaux, protéger les zones où les inondations et les dépôts intempestifs provoqueraient des dégâts importants. Ces mesures intéressent beaucoup plus le réseau d'écoulement que le bassin d'alimentation et consistent en :

- Correction de la vitesse de ruissellement par du clayonnage et des pièges à embâcles et l'aménagement des bouts de ravins par des chutes simples.
- Etalement temporel des volumes et des débits de crues par la création des retenues collinaires (Fig. 9).
- Correction des niveaux d'eau pour lutter contre les inondations par un endiguement longitudinal ou par des écluses lors de la navigation ;
- Correction de la pente de l'oued pour éviter les affouillements par des seuils, des petits barrages, des chutes simples ou multiples (Fig.10), des coursiers Fig 8.a).
- Correction du tracé, de la section de l'oued par un endiguement aussi bien longitudinal que transversal, des épis (Fig. 11).
- Protection des talus (berges) par un gazonnement, un enherbement naturel Fig 8.c), des murs de soutènements.

Les pièges à embâcles et le clayonnage permettent de protéger les infrastructures à l'aval. Ils sont constitués par une série de pieux formant un barrage très perméable, assurant la continuité des écoulements.

Les seuils et petits barrages de retenue de laminage permettent un laminage des crues ainsi que de protéger l'aval.

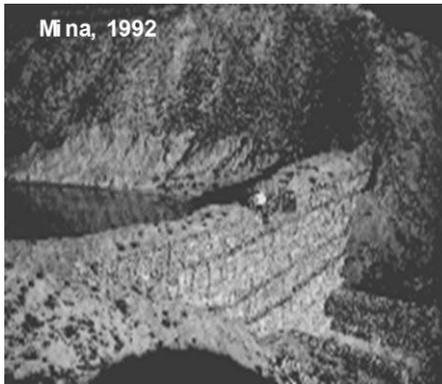


Fig.9 Retenue collinaire



Fig. 10 Chute multiple



Fig. 11 Epis

## IMPACTS DE LA LUTTE ANTIEROSIVE SUR LE BILAN HYDRIQUE

Les effets de la lutte antiérosive sur le bilan hydrique sont très positifs et différent d'un climat à un autre.

Les travaux de Derouiche (1997) ont montré que la dynamique du transfert d'eau dans le sol reste un paramètre très important du fonctionnement des écosystèmes surtout dans les régions à déficit hydrique

élevé (cas du climat méditerranéen). Le couvert végétal constitue un écran amortissant l'énergie cinétique de la pluie avant que l'eau n'atteigne le sol.

En zone semi-aride : les impacts se font sentir sur :

*Du point de vue agronomique* :

- augmentation du stock d'eau disponible pour la plante ;
- augmentation de l'évapotranspiration réelle des plantes
- de la biomasse et éventuellement des rendements

*Du point de vue hydrologique* :

- réduction des débits de pointe des rivières
- réduction de l'écoulement total annuel
- réduction du transport solide
- stabilisation des ravines et des rivières

En zone Humide :

- réduction des débits de pointe,
- Stabilisation des ravines et rivières
- Réduction du transport solide
- Augmentation des débits de base des rivières, des débits d'étiage et de l'eau utile

### **Perspectives d'avenir**

La conservation du patrimoine Eau – Sol nécessite des outils d'investigations à mettre en place pour :

- identifier les zones productives ;
- améliorer les propriétés texturales et structurales des sols par des campagnes de vulgarisation ;
- orienter, conseiller la paysannerie pour pratiquer l'assolement et la rotation des cultures pour ne pas fatiguer le sol et augmenter sa rentabilité ;
- aménager les bords de ravins ;
- protéger les tronçons vulnérables du réseau d'écoulement.

### **CONCLUSION**

L'érosion, ce phénomène complexe rongant les terres, transformant les paysages, engouffrant les pays dans une problématique difficile à résoudre, doit être considéré à sa juste valeur surtout avec la mondialisation. L'insuffisance alimentaire plonge les pays à forte érosion hydrique à réfléchir encore et encore en préservant les sols et en conservant l'eau et veillant sur sa qualité. C'est un travail de dure haleine, à prendre avec beaucoup de patience car les résultats ne sont visibles qu'à long terme.

Les nouvelles technologies, les nouveaux outils d'investigations, les expériences partagées des chercheurs des différents pays sont là pour remédier aux situations critiques et apportées des solutions à court terme. La maîtrise du ruissellement et les impacts positifs des aménagements antiérosifs sur celui-ci permettront d'améliorer l'agriculture de montagne par la conservation de l'eau, de stabiliser la paysannerie, de mobiliser les eaux de ruissellement et de préserver leur qualité.

Le développement économique et durable d'un pays est dans la protection de son patrimoine Eau-Sol.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Albergel, J., Nasri S., Boufaroua M., Droubi A., Merzouk A., 2004. *Petits barrages et lacs collinaires, aménagements originaux de conservation des eaux et de protection des infrastructures aval : exemples des petits barrages en Afrique du Nord et au Proche Orient. Note de recherche.* Revue Sécheresse. Vol 15, N° 1. AUF. Paris, : 78-86.
- Arabi M., Kedaid O., Bourougaa L., Asla T., Roose E, 2004. *Bilan de l'enquête sur la défense et restauration des sols (DRS) en Algérie.* Revue Sécheresse. N° 15, Vol 1. AUF. Paris, : 87-95.
- ANB., 2003. *Etat des lieux et perspectives.* Rencontre Nationale des cadres. Document interne. Ministère des ressources en eau. Alger, : 53p.
- ANRH., 2001. Note technique sur l'événement pluvieux du 9 et 10 Novembre 2001. Document interne. Ministère des ressources en eau. Alger. 15p.
- André P., 1997 L'aménagement forestier et l'eau au Québec : enjeux. Congrès AQSSS-ORSTOM. Bulletin AQSSS. Volume IX. Numéro 2. Canada.
- Avias, J.V., 1997 Sur quelques mécanismes de l'érosion d'origine anthropique dans le massif du Corion. Ardèche (étude de cas) et sur leur évolution depuis la fin du dix neuvième siècle. Bulletin 17. Réseau érosion. Orstom. Montpellier. pp76-82
- Côté D., 1997. *Réflexions sur les pratiques de conservation des sols et de l'eau.* Bulletin AQSSS. Association Québécoise de Spécialistes en Sciences du Sol. Volume IX. N°2. Quebec. pp5-7.
- Demmak A., 1982. *Contribution à l'étude de l'érosion et des transports solides en Algérie Septentrionale.* Thèse de Docteur Ingénieur. Université Pierre et Marie Curie. Paris.
- Derouiche A., Bellot J., Cartagena D., 1997. *Effet du couvert végétal sur le comportement hydrique et le transport solide dans une pinède à sous*

- bois arbustif et herbacé*. Bulletin Erosion N° 17. IRD. Montpellier. 24-36.
- Gomer D., 1996 *L'aménagement des zones marneuses dans le bassin versant des montagnes de l'Atlas Tellien semi-aride*. GTZ. N°256. 142p. Allemagne.
- Gomer D., 1994. *Oberflächenabflub und bodenerosion in kleineinzugsgebieten mit mergeloden unter einem semiariden mediterranen klima*. Thèse de Doctorat. Karlsruhe. Allemagne. 256p.
- Greco J., 1966. *L'érosion, la défense et restauration des sols : le reboisement en Algérie*. Publication du ministère de l'agriculture et de la réforme agraire. Alger. 394p.
- Kadik B., 1987. *L'érosion des sols en Algérie : Problèmes et perspectives*. Séminaire sur le bilan de l'efficacité des techniques et l'aménagement des bassins versants. INRF. Médéa.
- Le Bissonais Y., 1997. *Comparaison des phénomènes d'érosion entre le Nord et le Sud de l'Europe : ampleur des problèmes et nature des mécanismes*. Congrès AQSSS-ORSTOM. Bulletin AQSSS. Volume IX. Numéro 2. Canada.
- Laouina, A 1997 *Dégradation des terres au Maroc et problématique d'une gestion conservatoire*. Congrès AQSSS-ORSTOM. Bulletin AQSSS. Volume IX. Numéro 2. Canada.
- Martin P., Souchère V., 1999 *Prévenir les risques de ruissellement et d'érosion : techniques culturales et modélisation spatiale*. FaçSADe. Edition INRA –Systèmes agraires et développement (SAD). Paris.
- Mazour M., Roose E., 2002. *Influence du couvert végétal sur R et E des sols du Nord-Ouest d'Algérie*. Bulletin Réseau Erosion. N° 21. Montpellier, : 320 – 329
- Nasri S., 2002. *Impact hydrologique des banquettes sur les apports liquides et solides dans les lacs collinaires en zone semi-arides de la Tunisie*. Bulletin Réseau Erosion. N° 21. Montpellier, :115 – 129.
- OPIM., 2002. *Dévasement du barrage de prise. Périmètre de la Mitidja Ouest*. Notes Internes. Ministère des Ressources en Eau. Alger.
- Roose E., 1994 *Introduction à la gestion conservatoire de l'eau de la biomasse et de la fertilité des sols (GCES)*. Bulletin pédologique N° 70 de la FAO. Rome. 420p
- Roose E., 1999 *Evolution historique des stratégies de lutte antiérosive. Vers la gestion conservatoire de l'eau de la biomasse et de la fertilité (GCES)*. Bulletin 19. IRD. Montpellier, : 11 – 25.
- Touaïbia, B., Dautrebande, S., Gomer, D., Aïdaoui, A., 1999 : *Approche de l'érosion hydrique à différentes échelles spatiales : bassin versant de*

- l'Oued Mina*. Journal des Sciences Hydrologiques. Volume 44. N° 6. Angleterre. 973-986 pp
- Touaibia B., Benlaoukli B., Bouheniche S., 2003. *Approche quantitative de l'envasement au droit de 15 barrages en exploitation dans l'Algérie du Nord*. Conférence Internationale : Hydrologie des régions méditerranéennes et semi-arides. IRD. Montpellier. Avril 2003.
- Wischemeier W.H., Smith D.D., 1978. *Predicting rainfall erosion losses : Guide to conservation planning USDA*. Agriculture HandBook. N° 232. Waschingon.
- Zougmoré R., Ouattara K., Mando A., Ouattara B. 2004 *Rôle des nutriments dans le succès des techniques de conservation des eaux et des sols (cordons pierreux, bandes enherbées, Zaï et demi lunes) au Burkina Faso*. Note de Recherche. Revue Sécheresse. Volume 15. N°1. 41-48.