PROCESSUS D'EFFONDREMENT D'UNE FOGGARA

REMINI BOUALEM
Université Saad Dahleb de Blida

RESUME

La foggara est un système d'irrigation traditionnelle qui a pu fertilisé un milieu aride et contribuer au développement d'un écosystème agricole. La majorité des foggaras ont fonctionné durant plusieurs siècles, malgré la nature du sol (sableux) de la région du Grand Erg Occidental grâce à la maîtrise du régime d'écoulement dans la galerie (régime fluvial). L'entretien périodique de la galerie permet de maintenir la section mouillée stationnaire dans le temps et dans l'espace et d'éviter ainsi les lieux de dépôt et d'érosion.

Mots clés : Algérie – Foggara – Effondrement – galerie – Grand Erg Occidental.

SAMMARY

The foggara is traditionnel system of irrigation who has can fertilized the arid region and contrbuted to a development of an agricultural ecosystem. The majority of foggras has worked several century despiteth ground nature (sandy) to the region of big western erg thanks to the control of flow system in the gallery (fluvial system). The periodic upkeep to the gallery permit to have a stationary wet section in time and avoid like this the scens to deposited and erosion.

Key words: Algeria – Foggara – Collapse – Gallery – Big western Erg.

I. Introduction

Connus sous le nom de « quanat » ou « kariz » en Iran, « foggara » en Algérie, « khettara » au Maroc, « ngoula » ou « kriga » en Tunisie et « sahridj » au Yemen, la foggara désigne une canalisation d'eau souterraine légèrement inclinée. Elle est destinée à ramener l'eau à la surface du sol sous l'effet de la gravité, depuis la zone aquifère située sous les reliefs en amont vers les terrains les plus secs situés en aval, en direction de la palmeraie. Tout simplement, une foggara est un système qui permet le passage de l'eau souterraine à la surface libre.

Depuis des siècles, ce système hydraulique traditionnel participe à l'irrigation des palmeraies et à l'amélioration de la vie des Oasiens situés dans les aires périphériques du Grand Erg Occidental, notamment les régions de Touat et Gourara. Or ce système se trouve actuellement menacé de disparaître pour des problèmes d'entretien et de maintenance. Cette étude donne une approche sur le processus d'effondrement des galeries et des puits des foggaras.

II. Caractéristiques des foggaras d'El Meghier et Bendraou

II.1. Foggara d'El Meghier

La plus grande foggara de la région du Gourara à Timimoun (fig. 1), la foggara d'El Meghier a les caractéristiques suivantes:

- longueur : 9 000 m;
- nombre de puits : 879;
- profondeur moyenne des puits : 22 m;
- débit de la foggara : 24 l/s;
- superficie irriguée : 590 hect.;
- nombre de palmiers : 50 000.

II.2. Foggara de Bendraou:

La foggara de Bendraou, située à Aoulef El Arab (fig. 1), est classée parmi les plus grandes foggaras de la région de Tidickelt dont les caractéristiques sont :

- longueur : 6500 m;
- nombre de puits : 438;
- profondeur moyenne des puits: 20 m;
- débit de la foggara : 18,75 l/s;
- nombre d'actionnaires: 315 agriculteurs;
- superficie irriguée : 69 ha.

III. Régime d'écoulement

Pour avoir une idée sur le régime d'écoulement, nous avons évalué les nombres de Froude et Reynolds. On défini habituellement ces nombres adimensionnels comme: $\mathbf{Fr = V/(g.D_h)^{1/2}}$, $\mathbf{Re = D_h.V/\nu}$

ou $\mathbf{R_e' = R_h.V/\nu}$

avec;
Fr : nombre de Froude;
Re : nombre de Reynolds;
D_h : diamètre hydraulique;
V : vitesse moyenne de l'écoulement;
R_h : rayon hydraulique.

Par conséquent, les effets du nombre de Reynolds et de Froude donnent quatre régimes d'écoulement (GRAF W.H., 1993) :

- fluvial laminaire, Fr <1, Re' 500
- fluvial turbulent, Fr < 1, Re'> 2000
- torrentiel laminaire, Fr<1, Re' >500
- torrentiel turbulent, Fr < 1, Re' >2000

La vitesse moyenne de l'écoulement peut être déterminée par la relation de Strickler (ALQUIER M., 1977) :

$$\mathbf{V = ks\ R_h^{2/3}\ I^{1/2}}$$

I : pente moyenne de la foggara;
ks : coefficient de Strickler;
R_H : rayon hydraulique.
Le coefficient de Strickler peut être déterminé par les relations (ALQUIER M., 1977):

$$\mathbf{ks_1 = 21,1/(d_{50})^{1/6}}$$
$$\mathbf{ks_2 = 26/(d_{90})^{1/6}}$$

Les diamètres d_{50} et d_{90} sont déterminés directement de la courbe granulométrique des échantillons de sédiments prélevés dans le dernier tronçon de la foggara avant sa sortie. Les valeurs des nombres adimensionnels de la foggara d'El Meghier sont résumées dans le tableau 1.

Tableau 1 . Paramètres hydraulique de la foggara

Foggara	El Meghier	Bendraou
Coefficient de Strickler	100	77
Vitesse moyenne de l'écoulement	0,80 m/s	0,70 m/s
Nombre de Froude	0,35	0,35
Nombre de Reynolds	104000	77000

Ces résultats indiquent bien un régime d'écoulement de type fluvial - turbulent.

IV. Effondrement des foggaras

L'écoulement de l'eau dans la galerie finit par provoquer l'érosion des berges, puis l'effondrement des parties supérieures et, au cours du temps, la section transversale de la galerie augmente jusqu'à l'effondrement total de la foggara (figure 2). Dans le cas ou la force tractrice de l'écoulement (τ_O) devient supérieure à la contrainte critique (τ_C), il y aura un début d'entraînement des particules du fond. La quantité charriée est donnée par la relation de Meyer Peter (ALQUIER M.,1977) :

$$Gs = K (\tau_O - \tau_C)^{3/2}$$

avec;

$\tau_O = \gamma.R_h.I$ et $\tau_{cr} = 0,047. (\gamma_s - \gamma).d_{50}$

τ_O : force tractrice de l'écoulement;

τ_C : force tractrice critique;

γ_s : poids spécifique des grains du fond;

γ : poids spécifique de l'eau;

R_H : rayon hydraulique;

I: pente de la foggara.

L'application de cette relation pour les foggaras d'El Maghier et de Bendraou donne les résultats suivants (tableau 2).

Tableau 2. Débit charrié dans la foggara

Foggara	El Meghier	Bendraou
Force tractrice de l'eau (kg/m^2)	0,13	0,16
Force tractrice critique (kg/m^2)	0,01	0,04
Débit charrié (kg/s)	0,6	0,45

D'après ces résultats, nous constatons que l'écoulement dans la galerie induit un abondant entraînement des matériaux du fond provoquant, d'une part un dépôt des sédiments dans le « madjen » et, d'autre part, une érosion du lit de la galerie creusée dans un sol sableux qui, avec le temps, provoque un agrandissement de la section transversale et conduira forcément à l'effondrement de la foggara .

Généralement, la foggara creusée dans un sol sableux est adaptée à une vitesse d'écoulement faible de telle façon que le régime reste toujours fluvial. Le renforcement des foggaras par des forages ou des puits peut entraîner une augmentation de la vitesse de l'écoulement et par suite une forte érosion du matériau du fond et accroître le risque d'effondrement de la fogggara. Pour illustrer ce problème, prenons l'exemple de la foggara de Bendraou. En effet, le débit de cette foggara fourni par les services agricoles d'Adrar est de Q=18,75 l/s. Juste à la sortie de la foggara, la mesure du débit par le déversoir a donné 31,5 l/s. La foggara a été renforcée par un forage de débit d'exploitation égal à 15 l/s, donc le débit réel de la foggara est de 16,5 l/s. Les paramètres hydrauliques obtenus avec ce débit (31,5 l/s) sont représentés dans le tableau 3.

Tableau 3. Débit de charriage de la foggara de Bendraou avec renforcement d'un forage

Vitesse moyenne de l'écoulement (m/s)	0,95
Nombre de Froude	0,35
Nombre de Reynolds	171 000
Force tractrice de l'eau (kg/m^2)	0,27
Force tractrice critique (kg/m^2)	0,04
Débit charrié (kg/s)	1,2

Nous constatons clairement que le débit de charriage a triplé suite au renforcement de cette foggara par un forage.

CONCLUSION

Comme nous l'avons mentionné précédemment, l'écoulement dans la galerie est généralement fluvial, ce qui a permis à la majorité des foggaras de fonctionner durant plusieurs siècles, malgré le sol sableux de la région du Grand Erg Occidental. La maintenance de la galerie est indispensable pour maintenir la section mouillée et le rayon hydraulique constant dans le temps et d'éviter ainsi les zones de dépôts et d'érosion. Dans le cas de renforcement d'une foggara par un débit extérieur (puit ou forage), la connaissance du régime d'écoulement dans le canal est obligatoire.

BIBLIOGRAPHIE :

[1]ALQUIER M., 1977. Le transport solide dans les canaux découverts et les rivières naturelles. Polycopie, Institut national polytechnique de Toulouse (France). 110 pages.

[2]CARLIER M., 1980. Hydraulique Générale et Appliquée. Edition Eyrolles. 565pages.

[3]GRAF W.H., 1993. Hydraulique fluviale. Ecoulement permanent uniforme et non uniforme. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes. Tome 1, vol. 16, 257 pages.

[4]REMINI B., 1999. Quel est le devenir de la foggara en Algérie. Séminaire national sur l'agronomie et l'hydraulique en zones arides et semi-arides, Ouargla, les 08, 09 et 10 novembre.

[5]REMINI B., 2000. L'irrigation par les foggaras: cas des régions de Timimoun et Adrar. Séminaire national sur la microirrigation. Blida, les 22 et 23 Mai 2000.

[6]RENE A., 1985. L'eau en Algérie, Office des publications Universitaires, 388 p.

[7]SAIDI A., 1983. Le système de captage traditionnel dans les oasis traditionnelles. Rapport de l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques d' Alger.

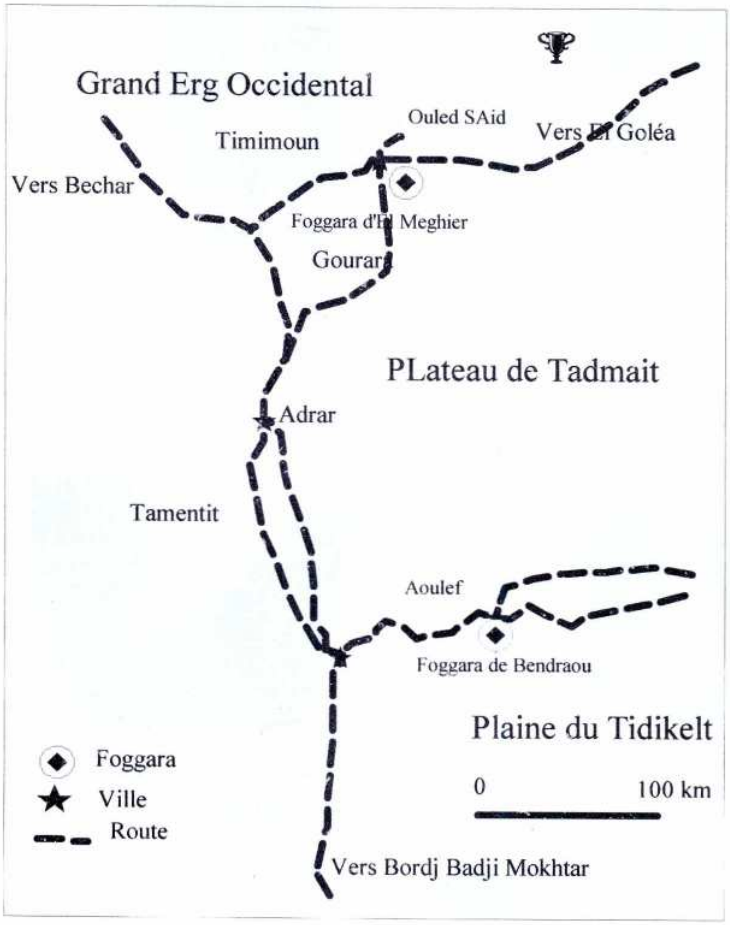

Figure 1. Situation des deux foggara

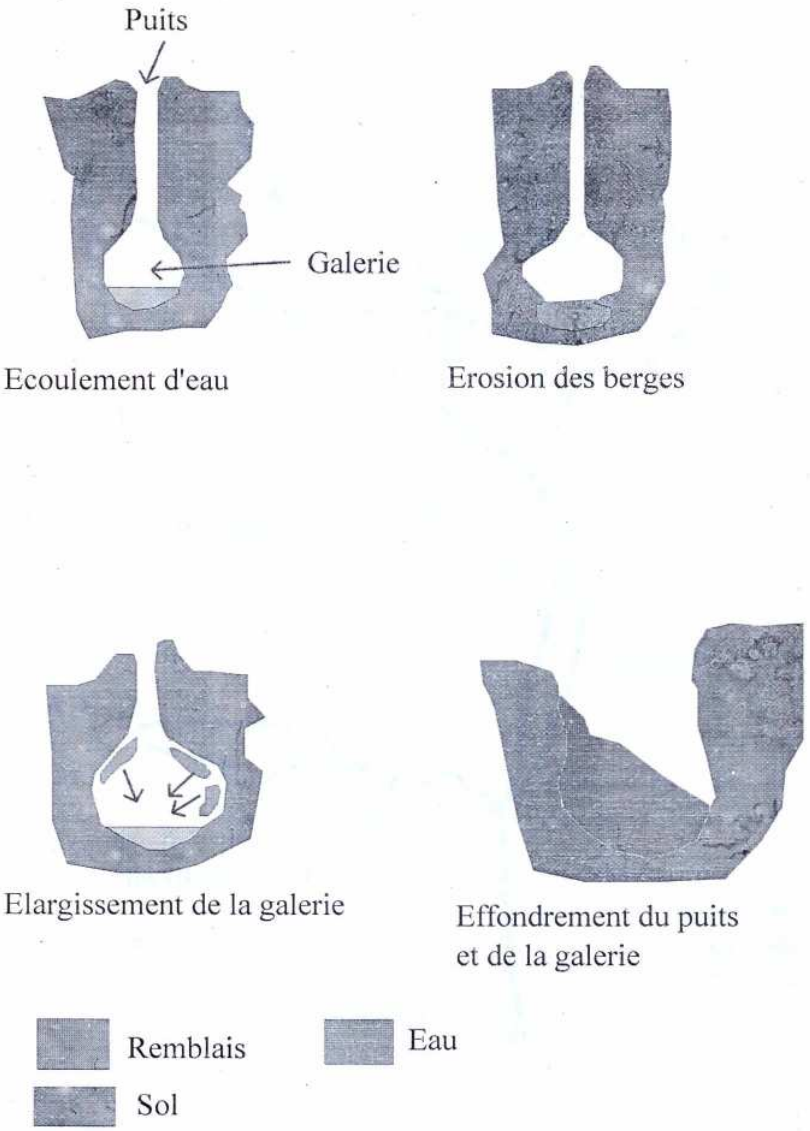

Figure 2. Schéma effondrement d'un foggara