

**Innovations techniques pour l'optimisation de la collecte, de la conservation et de l'utilisation de l'eau pour un développement durable de l'agriculture pluviale dans les régions arides**

**Chahbani B.**

*in*

Cantero-Martínez C. (ed.), Gabiña D. (ed.).  
Mediterranean rainfed agriculture: Strategies for sustainability

Zaragoza : CIHEAM

Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 60

2004

pages 73-78

Article available on line / Article disponible en ligne à l'adresse :

<http://om.ciheam.org/article.php?IDPDF=4600047>

To cite this article / Pour citer cet article

Chahbani B. **Innovations techniques pour l'optimisation de la collecte, de la conservation et de l'utilisation de l'eau pour un développement durable de l'agriculture pluviale dans les régions arides.** In : Cantero-Martínez C. (ed.), Gabiña D. (ed.). *Mediterranean rainfed agriculture: Strategies for sustainability* . Zaragoza : CIHEAM, 2004. p. 73-78 (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 60)



<http://www.ciheam.org/>  
<http://om.ciheam.org/>

# Innovations techniques pour l'optimisation de la collecte, de la conservation et de l'utilisation de l'eau pour un développement durable de l'agriculture pluviale dans les régions arides

**B. Chahbani**

Institut des Régions Arides, 4119 Médenine, Tunisie

---

**RÉSUMÉ** – Dans les régions arides du centre et sud tunisiens, malgré la rareté des pluies, on assiste à une forte activité érosive des eaux pluviales. Celles-ci, lors des averses, engendrent des ruissellements catastrophiques. Par ailleurs, ces eaux de ruissellement représentent un important potentiel hydrique renouvelable. Pour la mobilisation et la valorisation de ces eaux de ruissellement ainsi que pour la lutte anti-érosive, on utilise divers ouvrages de petite hydraulique (traditionnels et modernes) ainsi que des ouvrages de moyenne hydraulique (lacs collinaires) servant à l'irrigation des périmètres avoisinants. Afin de trouver les solutions adéquates pour améliorer les différentes techniques traditionnelles et modernes de collecte des eaux de ruissellement, des recherches ont été entreprises et ont permis de concevoir et de mettre au point de nouvelles techniques et méthodes. Parmi ces nouvelles techniques et méthodes il y a : (i) la technique d'irrigation souterraine localisée par poche en pierres enterrées pour arboriculture fruitière et forestière ; (ii) la technique d'irrigation souterraine localisée par poche en paille ; (iii) la technique d'injection des eaux de rétention des ouvrages de petite hydraulique dans les couches profondes du sol des terrasses plantées par des arbres fruitiers ; et (iv) la technique d'exhaure et de distribution gravitaires des eaux des citernes en maçonnerie pour le stockage des eaux pluviales, des petites retenues d'eaux et des lacs collinaires.

**Mots-clés** : Collecte, mobilisation, stockage, eaux de ruissellement, agriculture pluviale, économie d'eau, irrigation.

**SUMMARY** – "Technical innovations to optimize water harvesting, conservation and use for a sustainable development of rainfed agriculture in arid zones". In the arid regions of south and central Tunisia despite the low annual rainfall, the runoff causes a large amount of soil erosion. This erosion occurs particularly during the heavy rains that generate torrential runoff. In fact, the runoff water is also an important potential renewable water resource. Several traditional and modern water harvesting techniques are used to develop a very important rainfed agriculture and to combat the negative effect of the erosion. To improve the efficiency of the water harvesting techniques, a special applied research programme has been undertaken to find the new methods and techniques as solutions for the mean constraints of rainfed agriculture in the arid regions of Tunisia. Among the new methods and techniques there are: (i) technique of dam retention water injection in the deep soil horizons; (ii) techniques of underground localised irrigation for trees; (iii) "straw pocket" techniques for underground localised irrigation of annual crops; and (iv) the gravity technique of drawing, transport and distribution of the reservoir's stored water and the retention water of the hill lakes and small retention dams.

**Key words:** Water harvesting, mobilisation, storage, runoff water, water saving, irrigation.

---

## Introduction

Dans les régions arides, les eaux de ruissellement représentent un important potentiel hydrique renouvelable. Pour la mobilisation et la valorisation de ces eaux de ruissellement ainsi que pour la lutte anti-érosive, on utilise divers ouvrages de petite hydraulique traditionnels et modernes (Jessour, Mgoud, Fesguia, Majel, banquettes, seuils en pierres sèches). En outre, on utilise aussi des ouvrages de petite et de moyenne hydraulique pour la création de lacs collinaires ou de petites retenues d'eau servant à l'irrigation des périmètres avoisinants.

Afin de trouver les solutions adéquates pour améliorer les différentes techniques traditionnelles et modernes de collecte des eaux de ruissellement, des recherches ont été entreprises et ont permis de concevoir et mettre au point de nouvelles techniques et méthodes ci-dessous décrites.

## Techniques d'irrigation souterraine localisée par poche en pierres enterrées pour arboriculture fruitière et forestière

La technique d'irrigation souterraine localisée en profondeur, basée sur la poche en pierres enterrées, pour arboriculture fruitière et forestière, s'appuie sur la mise en place de trois à quatre rangées de pierres au fond d'un fossé ou d'un trou (de 1 m à 1,2 m de profondeur et 0,7 m à 1 m de largeur, la longueur est variable en fonction du type utilisé). La forme des pierres utilisées doit être assez aplatie. Pour la taille des pierres elle doit être moyenne et n'excédant pas les mensurations suivantes : longueur = 20 cm, largeur = 10 cm, épaisseur = 5 cm. Les pierres utilisées doivent être des roches dures bien cimentées (grès, calcaire, dolomie, etc.). Les rangées de pierres peuvent être remplacées par du gravier provenant de concassage industriel. Cette poche est ensuite couverte par une bâche plastique sur les deux côtés latéraux et le côté supérieur. Suivant le type de poche, à un (ou deux) endroit(s) quelconque(s) de la poche on pose, en son milieu, un tuyau plastique verticalement avec un coude ou un T en plastique collé. Ce tuyau transperce la bâche plastique et son sommet dépasse d'environ 10 cm la surface topographique. Enfin on enterre cette poche et on tasse bien le sol remis en place.

Une fois que la mise en place de la poche est terminée, on peut utiliser celle-ci pour l'irrigation en versant l'eau dans le tube vertical. L'eau versée par le tube arrive à la poche, y remplit tous les vides entre les pierres avant de s'infiltrer progressivement dans les couches profondes du sol notamment celles situées sous la poche. Cette eau ainsi stockée en profondeur sera utilisée par les racines profondes des arbres. Lorsqu'on irrigue, on doit toujours verser l'eau par le tube de la poche tout en laissant sortir l'air, contenu dans la poche, vers l'extérieur. Pour cela, lorsqu'il y a un seul tube lié à la poche, on doit utiliser un tuyau d'arrivée d'eau suffisamment plus petit que le diamètre du tube de la poche. Quand la poche possède deux tuyaux on peut en utiliser un pour y verser l'eau, l'autre assure l'évacuation de l'air contenu dans la poche vers l'extérieur.

On distingue quatre différents types de "poche en pierres enterrées" :

- (i) Type 1 : poche en pierres enterrées à installer avant la plantation des arbres.
- (ii) Type 2 : poche en pierres enterrées individuelle pour les arbres plantés dont la canopée est <5 m<sup>2</sup>.
- (iii) Type 3 : poche en pierres enterrées individuelle pour arbres plantés dont la canopée est >5 m<sup>2</sup>.
- (iv) Type 4 : poche en pierres enterrées dans des tranchées entre les rangées d'arbres dont la canopée est >5 m<sup>2</sup> et peu éloignés (10 m).

Ces différentes variantes de poche en pierres enterrées sont au stade de vulgarisation dans plusieurs régions du centre et sud tunisiens. Elles ont montré leur efficacité en matière d'économie d'eau d'irrigation (100%) et en matière de sauvegarde du patrimoine arboricole lors d'années de sécheresse successives. En effet lors de la sécheresse sévère de 1999 et 2002, grâce à ces différentes variantes de la poche en pierres enterrées, on a pu sauver d'une mort certaine de nombreux arbres de différents âges à Mareth, Gafsa et Beni Khedache.

La poche en pierres enterrées pour l'irrigation des arbres et des arbustes a les avantages suivants (Fig. 1) :

(i) Une conservation de 100% de l'eau d'irrigation (soit 0% de perte par évaporation directe ou suite à la remontée capillaire) dans les couches profondes du sol (l'eau d'irrigation est diffusée dans les horizons du sol situés à plus de 70 cm sous la surface du sol), alors que les techniques conventionnelles (submersion, goutte-à-goutte) ne peuvent conserver que 50% à 70% de l'eau donnée à l'arbre, le reste est perdu par évaporation directe ou suite à la remontée capillaire.

(ii) La poche en pierres enterrées permet une flexibilité pour l'utiliser pour arbres et arbustes conduits en sec. Ainsi on ne l'utilise que pour une irrigation occasionnelle pour limiter les dégâts dus à une sécheresse de courte ou de longue durée. On peut même améliorer et régulariser la productivité de l'arboriculture fruitière conduite en sec par des irrigations d'appoint régulières durant

l'année indépendamment de la pluviométrie. Une telle intervention est très rentable pour de nombreuses espèces (oliviers, vignes, pommiers, etc.) même si le prix de l'eau est assez élevé.

(iii) La poche en pierres enterrées permet une intervention rapide et efficace pour la sauvegarde du patrimoine arboricole lors des années de sécheresse prolongée.

(iv) Pour les arbres et arbustes, l'irrigation par poche en pierres enterrées permet un développement du système racinaire profond (pivotant). Ceci permet une meilleure fixation des arbres au sol assurant ainsi une meilleure protection contre le vent notamment l'arrachage.

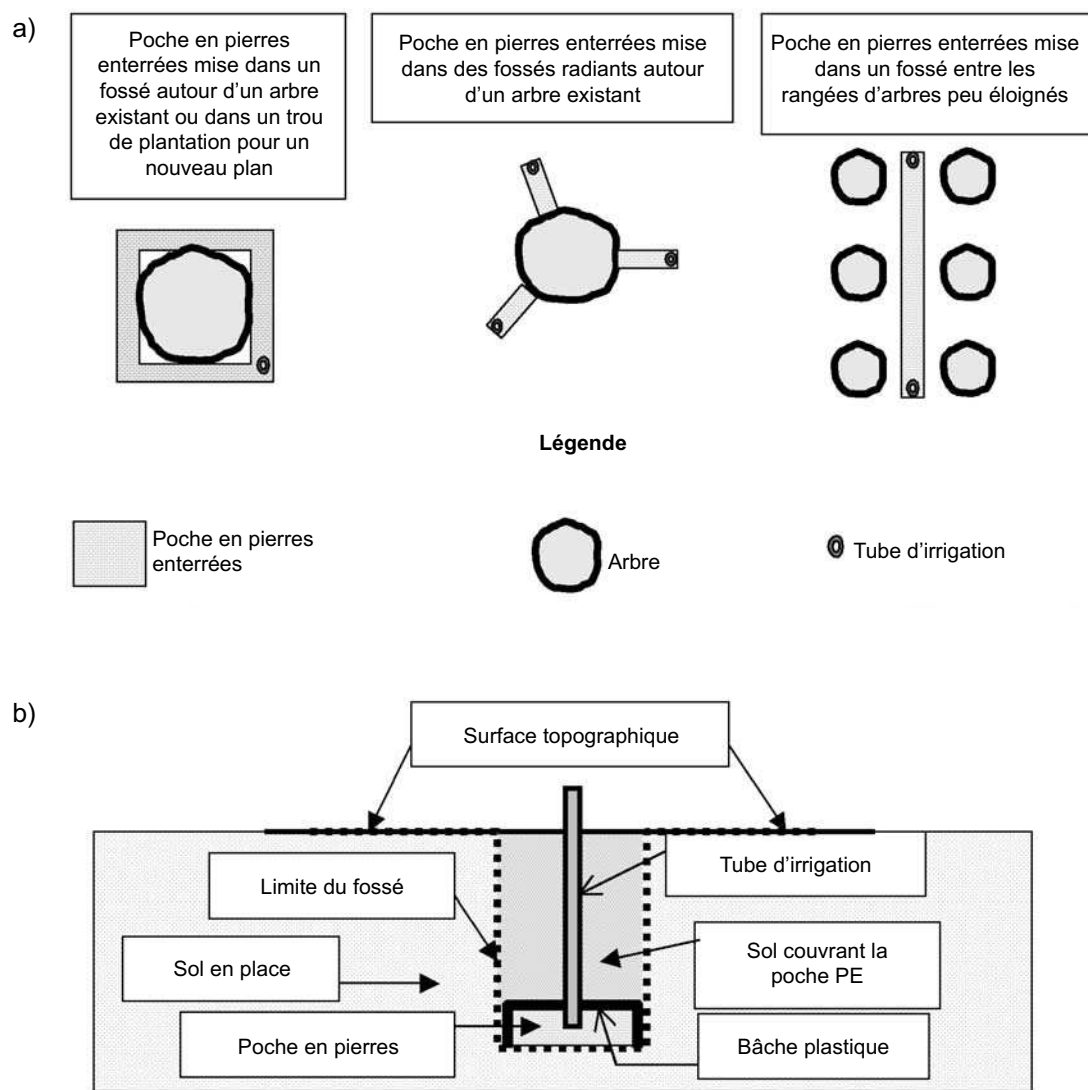


Fig. 1. (a) Vue en plan des différentes variantes de la poche en pierres enterrées ; (b) vue en coupe de la poche en pierres enterrées.

### Techniques d'irrigation souterraine localisée par poche en paille

La première technique (poche en paille enterrée) est utilisable pour les cultures maraîchères (tomates, courges, courgettes, melons, pastèques, piments, etc.) en plein champ ou sous abri-serre (Fig. 2). Elle consiste à creuser un fossé large de 40 cm et profond de 50 cm. Les trente premiers centimètres de ce fossé sont remplis par un mélange de fumier et de sol. Sur ce mélange on met une couche de 10 cm de paille. Au milieu de cette couche de paille et à intervalles réguliers (tous les 60 à

80 cm), on creuse des trous de 10 à 15 cm de diamètre, qu'on remplit par un mélange de terre et de fumier. C'est dans ces trous qu'on mettra les plants ou les semences. On mettra aussi des jalons pour le repérage de ces trous après l'enterrement de la poche en paille. Ensuite on couvre avec une bâche en plastique (50 cm de large et une longueur égale à celle du fossé plus 20 cm), tout le long du fossé. Les bords de cette bâche sont introduits entre le sol et la paille. Au niveau de chacun des trous susmentionnés, on perce la bâche pour introduire le goutteur dans la couche de paille. Enfin on couvre le tout avec une couche (10 cm) de sol sans fumier. Après tassement, on creuse au niveau des trous sus-indiqués, dans cette couche de sol sans fumier, des trous (10 à 15 cm de diamètre) jusqu'à ce que l'on atteigne la bâche en plastique. Ensuite celle-ci est déchirée au niveau de ce petit trou pour pouvoir semer les graines ou mettre les plants dans le sol avec fumier se trouvant dessous.

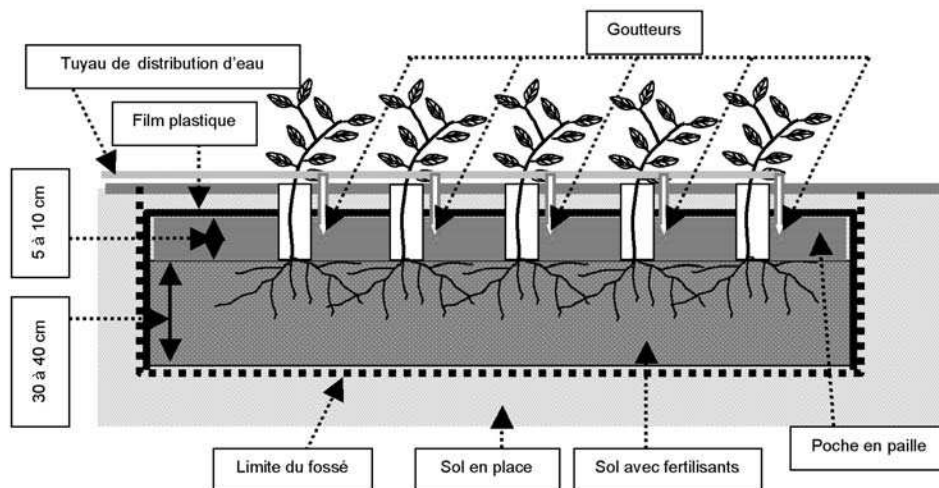


Fig. 2. Coupe schématique de la poche en paille enterrée mise en place dans un fossé.

La poche en paille enterrée présente les avantages suivants :

(i) Une gestion optimale des eaux d'irrigation et ce en réduisant au minimum la perte par évaporation de l'eau donnée à la plante. Cette perte par évaporation est très réduite. La réduction de l'évaporation est assurée par la bâche plastique, qui forme un écran et évite le contact de la surface du substrat pédologique avec l'air asséchant de l'atmosphère. Cet écran empêche aussi la remontée par capillarité de l'eau de ce substrat vers les couches superficielles où elle sera perdue par assèchement de ces couches par l'air ambiant. Les essais au laboratoire et en plein champ de la poche en paille pour l'irrigation souterraine localisée des cultures maraîchères ont montré que la conservation de l'eau d'irrigation durant la saison printanière et estivale est trois à quatre fois supérieure à celle réalisée par l'irrigation par goutte-à-goutte.

(ii) Une réduction du nombre (fréquence) d'irrigations et une prolongation de la durée entre les irrigations. Ceci permet une réduction du coût d'irrigation (pompage, main-d'œuvre).

(iii) Une absence totale du travail du sol (binage, désherbage) après chaque irrigation.

(iv) Pour les cultures sous abri-serre, l'irrigation par poche en paille enterrée permet une meilleure diffusion du pollen entraînant un taux de fécondation très élevé, grâce à la réduction du taux d'humidité à l'intérieur de l'abri-serre. En outre, l'irrigation par diffuseur ou par poche en paille, dans ces abris-serres, permet une réduction des maladies et par conséquent l'utilisation très limitée de produits chimiques (pesticides, insecticides) pour lutter contre ces maladies.

(v) La poche en paille permet l'optimisation de l'utilisation des engrais et notamment lorsqu'on pratique la fertirrigation.

Cette optimisation se traduit par une réduction des quantités de fertilisants utilisés. Ainsi les frais liés à la fertilisation sont aussi réduits.

## Technique d'injection des eaux de rétention des ouvrages de petite hydraulique dans les couches profondes du sol des terrasses plantées par des arbres fruitiers

La technique comprend : un flotteur drainant gravitaire et sa tuyauterie, une infrastructure en maçonnerie (mur, passerelle, bassin), un réseau de poche en pierres enterrées (Fig. 3).

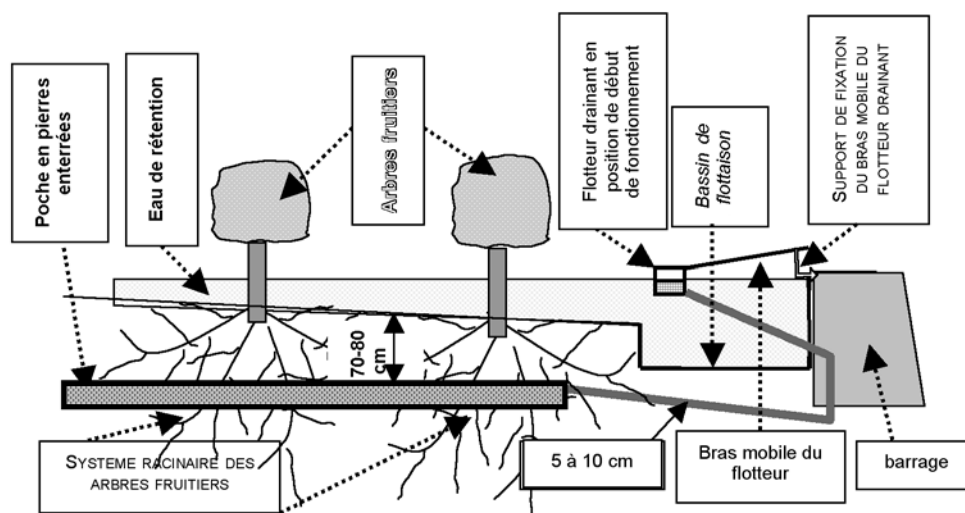


Fig. 3. Système de flotteur drainant gravitaire et de poche en pierres enterrées pour l'injection des eaux de rétention dans les couches profondes du sol.

Pour fonctionner le flotteur drainant est installé dans un bassin de flottaison édifié au pied du barrage (côté amont). Le fonctionnement de l'appareil est possible dès que le bassin de flottaison est à moitié rempli d'eau de rétention. Alors on glisse l'appareil (en se servant des bras de manœuvre de fonctionnement) et on le pose sur l'eau pour que la partie drainante soit immergée. Ainsi l'écoulement (drainance) gravitaire de l'eau est amorcée. Il se poursuit jusqu'à ce que l'appareil se pose directement sur le plancher du bassin de flottaison. L'eau drainée poursuit son écoulement gravitaire à travers un système de tuyauterie jusqu'au réseau de poche en pierres enterrées installée entre les rangées d'arbres fruitiers plantés dans la terrasse où s'accumule l'eau de rétention. Une fois arrivée à la poche en pierres enterrées, l'eau remplit tous les vides entre les pierres puis s'infiltre progressivement dans les couches profondes du sol. Le flotteur drainant gravitaire est protégé par un brevet d'invention.

## Technique d'exhaure et de distribution gravitaires des eaux des citernes en maçonnerie pour le stockage des eaux pluviales, des petites retenues d'eau et des lacs collinaires

Cette technique s'appuie sur le principe d'écoulement par siphonnage et utilise un appareil appelé "flotteur drainant gravitaire" avec ses divers accessoires (Fig. 4). Cette technique comprend trois différents types d'installation avec des flotteurs drainants spécifiques : un type pour les citernes de stockage des eaux pluviales, un autre pour les petites retenues d'eau de ruissellement, et un troisième pour les lacs collinaires.

## Conclusions

Toutes ces nouvelles techniques visent la mobilisation, la conservation et la gestion optimales des ressources en eau (des nappes souterraines et des pluies) pour un développement durable de l'agriculture pluviale et irriguée, ceci tout en tenant compte des aléas climatiques (notamment ceux liés aux pluies : années sèches avec très peu de pluies et années humides avec beaucoup de pluies) et des ressources limitées en eaux souterraines.

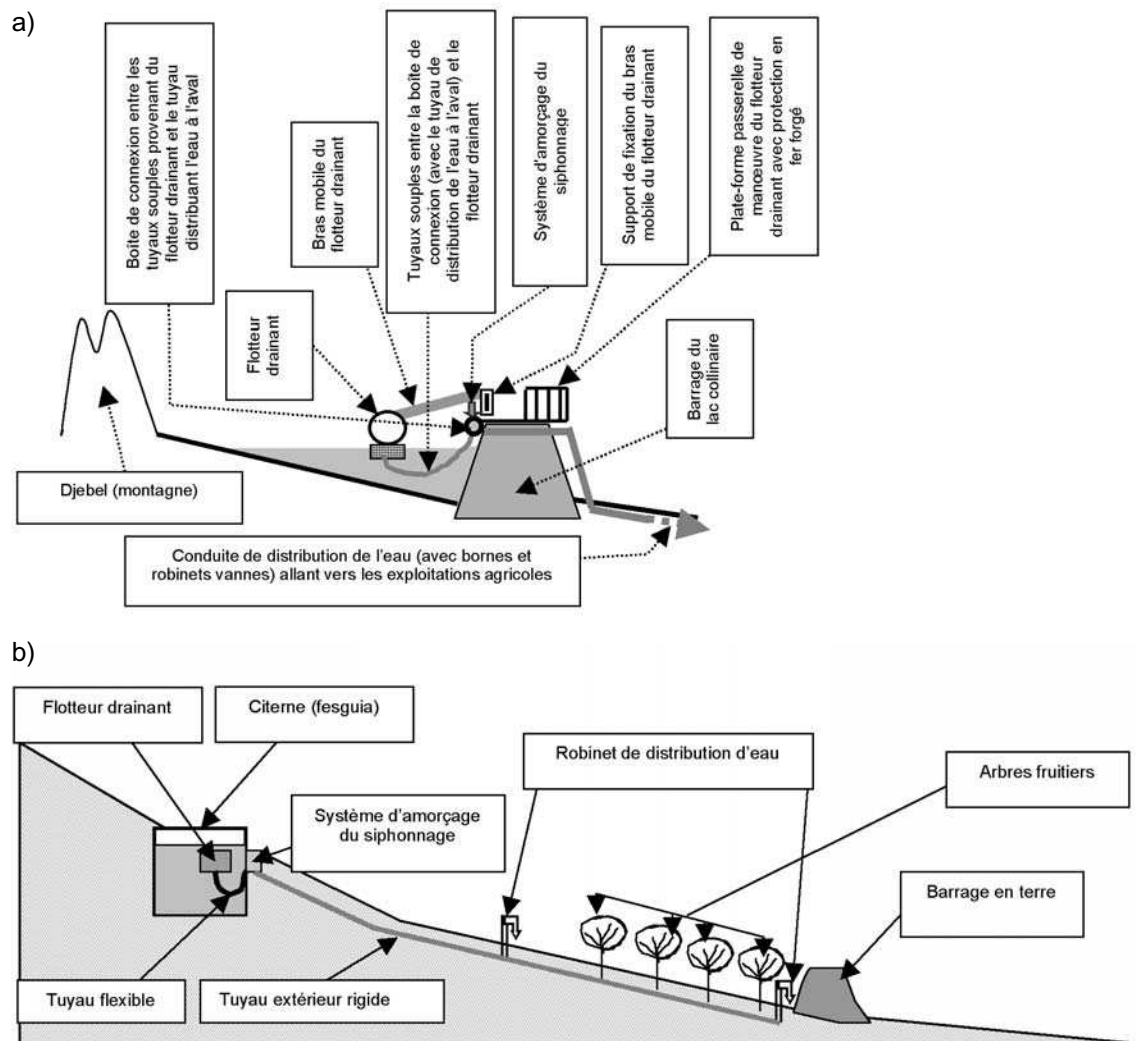


Fig. 4. (a) Technique d'exhaure et de distribution gravitaires des eaux des citernes en maçonnerie pour le stockage des eaux pluviales, des petites retenues d'eau et des lacs collinaires ; (b) coupe schématique du dispositif utilisant le flotteur drainant pour l'exhaure et la distribution gravitaire de l'eau stockée dans une citerne (en maçonnerie et souterraine) pour l'irrigation des cultures (arbres et maraîchage) derrière un barrage de rétention d'eau de ruissellement.

La plupart de ces nouvelles techniques sont en cours de vulgarisation dans le centre et sud tunisiens et peuvent être adaptées et appliquées dans d'autres régions arides dans le monde.

## Bibliographie complémentaire

- Chahbani, B. (2001). *Description détaillée des résultats de recherche appliquée dans le domaine de mobilisation, de conservation et de gestion optimales des ressources en eaux (des nappes souterraines et des pluies) pour un développement durable de l'agriculture en sec et en irrigué dans les régions arides*. Rapport pour la candidature au "Prix méditerranéen de l'eau", Hydrotop, Marseille, France, Avril 2001, 56 pp.
- Chahbani, B. (2003). *Innovations techniques et technologiques dans le domaine de mobilisation et de conservation des eaux pluviales et de ruissellement et dans le domaine d'économie d'eau d'irrigation*. Rapport pour la candidature au prix scientifique UNESCO 2003, Avril 2003, 90 pp.
- Chahbani, B. (2003). *New techniques and methods for the improvement of the agriculture based on water harvesting in the arid regions*. Rapport de candidature au "Water Action Contest", 3<sup>ème</sup> Forum Mondial de l'Eau, Japon, Mars 2003, 62 pp.