



HAL
open science

Evolution de l'exploitation des eaux souterraines dans le périmètre irrigué du Tadla

A. Hammani, Marcel Kuper, A. Debbarh, S. Bouarfa, M. Badraoui, A. Bellouti

► **To cite this version:**

A. Hammani, Marcel Kuper, A. Debbarh, S. Bouarfa, M. Badraoui, et al.. Evolution de l'exploitation des eaux souterraines dans le périmètre irrigué du Tadla. Séminaire sur la modernisation de l'agriculture irriguée, 2004, Rabat, Maroc. 8 p. cirad-00189415

HAL Id: cirad-00189415

<https://hal.science/cirad-00189415>

Submitted on 20 Nov 2007

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Projet INCO-WADEMED
Actes du Séminaire
Modernisation de l'Agriculture Irriguée
Rabat, du 19 au 23 avril 2004



Evolution de l'exploitation des eaux souterraines dans le périmètre irrigué du Tadla.

Hammani A.⁽¹⁾, Kuper M.⁽²⁾, Debbarh A.⁽¹⁾, Bouarfa S.⁽³⁾, Badraoui M.⁽¹⁾, Bellouti A.⁽⁴⁾.

⁽¹⁾ *Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, BP 6202, Rabat, Maroc*

⁽²⁾ *CIRAD/TERA, Montpellier, 34398 Montpellier Cedex 5, France*

⁽³⁾ *Cemagref, Montpellier, France*

⁽⁴⁾ *Office Régional de Mise en Valeur Agricole du Tadla, Fquih Ben Salah, Maroc*

E-mail : a.hammani@iav.ac.ma

Résumé - Le périmètre irrigué du Tadla est passé par deux grandes périodes quant à l'évolution de la disponibilité des ressources en eaux. Cette évolution peut être attribuée aux changements intervenus dans la disponibilité de l'eau de surface (diminution des précipitations) et une évolution de la demande en eau (intensification culturale, assolements). La première période s'étale depuis la date d'équipement du périmètre jusqu'à la fin des années 70 et a été caractérisée par une abondance de la ressource en eau de surface et un faible recours aux ressources souterraines. En conséquence des remontées excessives de la nappe phréatique ont été observées entraînant des problèmes d'engorgement des sols. La deuxième période de l'évolution du périmètre irrigué du Tadla a commencé avec la sécheresse qu'a connue le Maroc entre 1981 et 1984. Le problème de pénurie d'eau devient structurel et l'eau d'irrigation n'est plus distribuée à la demande mais au tour d'eau avec des restrictions de plus en plus fréquentes notamment en été. Le recours à la ressource en eau souterraine des nappes phréatiques (généralement de mauvaise qualité) s'est fait de plus en plus ressenti et on a dénombré environ 9000 puits de pompage creusés dans le périmètre entre 1981 et 1985. Ce nombre avoisine les 10000 puits et forages actuellement. Deux changements, intervenus pendant les dernières années, méritent d'être soulignés : d'un côté la mise en place du barrage Mohamed El Hansali sur l'Oued Oum Er Rbia a permis d'améliorer la qualité des eaux d'irrigation du périmètre de Béni Amir (dilution des eaux de l'Oum Er Rbia sur l'ensemble de l'année). De l'autre côté, et face aux rabattements excessifs des nappes phréatiques, les agriculteurs ont commencé à prélever dans les nappes captives profonde (éocène notamment). Se posent alors des questions sur la durabilité de l'exploitation de cette nappe et des solutions devraient être trouvées pour assurer une gestion rationnelle et équitable de cette ressource.

Mots clés : eau souterraine, drainage, salinité, exploitation de la nappe, Tadla, Maroc.

1 Introduction

Avec environ 107 000 ha irrigués en grande hydraulique, le périmètre irrigué du Tadla est l'un des plus importants du Maroc. La zone gérée par l'Office Régional de Mise en Valeur Agricole du Tadla abrite une population de 424 000 habitants dont 318 000 sont des ruraux (soit 75 %) avec une densité moyenne de l'ordre de 100 habitants par kilomètre carré. Le nombre total d'exploitations agricoles, dans les zones irriguées en grande hydraulique, est de 27.916 dont la grande majorité est de type familiale (recensement de 1994).

Le Tadla, qui se situe à 270 km au sud-ouest de Rabat, est traversé de part en part par l'oued Oum Er Rbia sur environ 160 Km ; la plaine se trouve ainsi divisée en deux moitiés de superficies inégales qui offrent des caractéristiques hydrologiques et hydrogéologiques différentes (figure 1).

- Les Béni-Moussa en rive gauche, avec 69500 ha irrigués par les eaux régularisées du barrage Bin-El-Ouidane ;
- Les Béni-Amir en rive droite, avec environ 35 000 ha irrigués par un ouvrage de dérivation au fil de l'eau érigée sur l'Oum Er Rbia à Kasba Tadla. Les eaux de l'Oum Er Rbia sont actuellement régularisées par le barrage Mohamed El-Hansali mis en 2001.

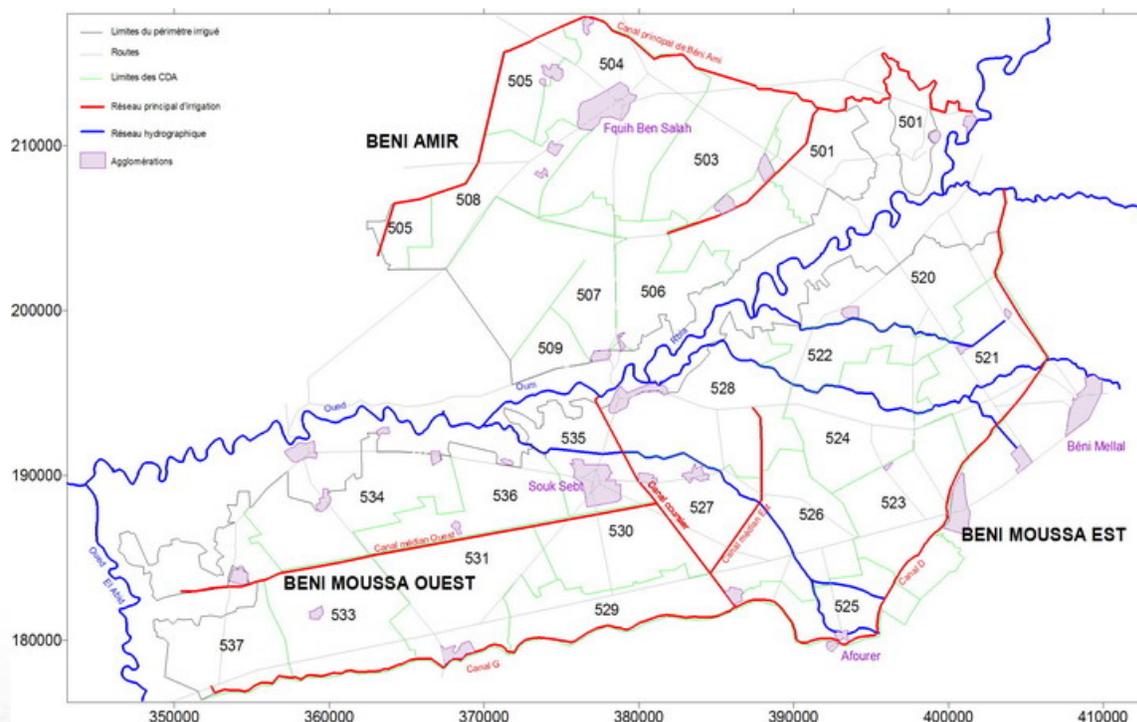


FIG. 1 – Périmètre irrigué du Tadla.

Le périmètre irrigué du Tadla est à climat de type méditerranéen aride et semi aride à caractère continental avec une pluviométrie annuelle moyenne ne dépassant pas 350 mm. Une tendance de variation spatiale des précipitations est notée au sein du périmètre : elles diminuent d'est en ouest, et des chaînes de l'Atlas vers la plaine (elles sont de 560 mm à Béni Mellal). La température moyenne annuelle dans la région est de 19 °C. L'évapotranspiration annuelle est d'environ 1800 mm.

La principale ressource en eaux de surface de la plaine du Tadla provient de l'oued Oum Er Rbia qui est le deuxième grand fleuve du Maroc. L'oued traverse le périmètre en son centre suivant une direction générale Est-Nord-Est – Ouest-Sud-Ouest. Le débit moyen annuel de l'Oum Er Rbia avoisine $38 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$. A l'ouest, l'oued Oum Er Rbia est rejoint sur sa rive gauche par son principal affluent : l'oued El Abid. Ce dernier a un débit moyen annuel d'environ $32 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$. Les ressources en eaux souterraines proviennent du complexe aquifère du Tadla dont les principales nappes sont les nappes phréatiques de Béni-Moussa et Béni-Amir et les nappes captives de l'éocène et du turonien.

2 Le système aquifère du Tadla

Selon Archambault, (1972[1]) Le complexe aquifère du Tadla se présente sous forme d'une superposition de plusieurs nappes qui sont du bas vers le haut (figure 2) : la nappe du primaire, la nappe du cénomaniens, la nappe du turonien, la nappe du sénonien, Nappe de l'éocène et les nappes du mio-plio-quadernaire (nappes phréatiques de Béni-Moussa et de Béni-Amir). Dans le Tadla, en règle générale, chaque aquifère occupe une couche géologique. Le système hydrogéologique est donc un système multi-aquifère.

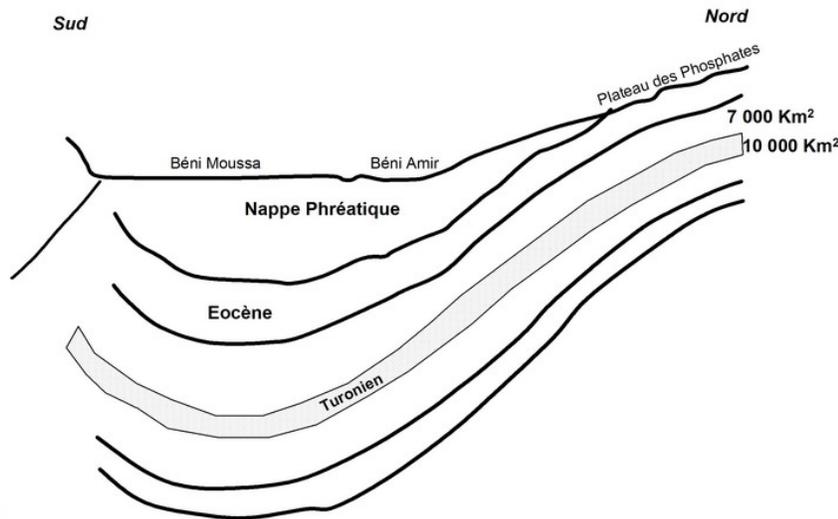


FIG. 2 – Complexe aquifère du Tadla.

Les nappes phréatiques de Béni Moussa et de Béni-Amir, ainsi que les nappes captives de l'éocène et du turonien sont de loin les plus intéressantes sur le plan ressources en eau. La nappe du turonien s'étend sur une superficie globale de l'ordre de $10\,000 \text{ Km}^2$, elle est libre dans le plateau des phosphates et captive sous la plaine de Tadla. Cette nappe joue un rôle très important surtout dans la zone de Tadla où elle assure l'alimentation en eau potable des villes de Fquih Ben Saleh et Khouribga notamment.

La nappe de l'éocène couvre $7\,000 \text{ Km}^2$ et circule dans les terrains éocènes dans la région des Béni Oukil et d'El Bourouj et en bordure du Tadla. Elle s'enfonce ensuite vers le sud sous le Tadla où elle devient captive. La qualité chimique de l'eau de cette nappe est variable et moins bonne que celle du turonien. Elle est libre au niveau des affleurements et en charge sous la plaine de Tadla.

Les nappes phréatiques de Béni Amir et de Béni-Moussa s'étendent sur l'ensemble du périmètre irrigué du Tadla. Leurs épaisseurs restent mal connues et varie de 10 m à 400 m et diminue

suivant une direction Sud-Est –Nord-Ouest (Bounja et Hammani, 1991[5]; Belhacen et Chayat, 1992[3]). Les deux nappes sont séparées par l'Oued Oum Er Bia qui les rend indépendantes sur le plan hydraulique. Les écoulements des deux nappes parallèlement à l'Oum Er Rbia confortent cette hypothèse.

3 Evolution des ressources en eaux de surface dans le périmètre du Tadla

L'irrigation du périmètre irrigué a commencé en 1935 dans les Béni Amir par la mise en place d'un barrage de dérivation sur l'Oum Er Bia (Moniod, 1973[7]) et en 1953 dans le Béni Moussa par la mise en eau du barrage Bin El Ouidane (1.5 milliards de m³) érigé sur l'Oued El Abid. Les ressources en eau de surface étaient abondantes jusqu'au début des années quatre vingt et leur pénurie ne s'est ressentie que depuis cette date notamment pendant la sécheresse de 1981 à 1984. Si dans le périmètre irrigué du Tadla cette pénurie d'eau est due aux irrégularités des apports pluviométriques, elle est accentuée par la réservation d'une dotation au périmètre du Tassouat aval (périmètre irrigué du Haouz) via le canal T2 et par la libéralisation des assolements favorisant le développement des cultures à plus forte consommation en eaux (fourrages et maraîchage notamment).

La figure 3 montre que les ressources en eau de surface disponibles pour le périmètre de Tadla ont été réduites de moitié entre 1980 et les dernières années passant ainsi de 840 millions de m³/an en 1979 à 340 millions de m³/an en 2002.

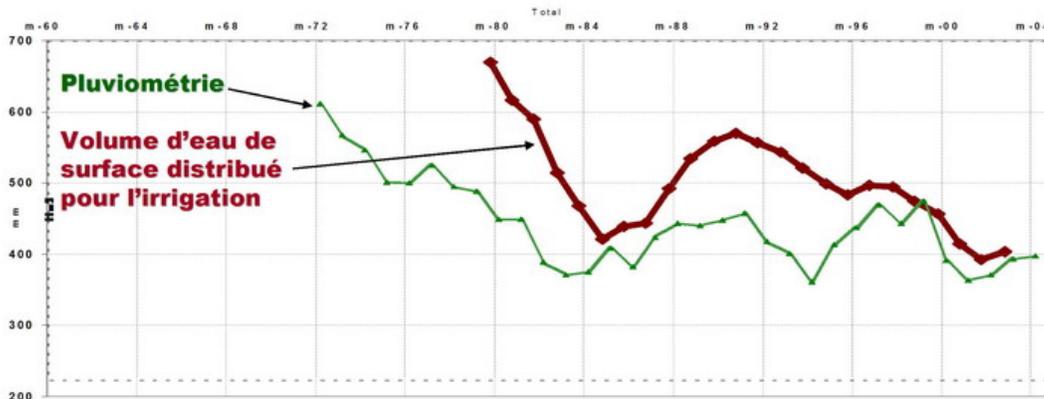


FIG. 3 – Evolution de la disponibilité en eau de surface dans le périmètre irrigué du Tadla (moyenne mobile de 3 ans entre 1978 et 2003).

4 Exploitation de la nappe phréatique du Tadla

4.1 Evolution de l'exploitation de la nappe phréatique

Les principales phases d'évolution de la nappe phréatique dans le périmètre irrigué du Tadla peuvent être illustrées par l'évolution de son niveau piézométrique dans le puits 248/36 situé dans le périmètre de Béni-Moussa (X=355.763, Y=179.258). Cinq périodes sont mises en évidence dans l'évolution de l'exploitation des nappes phréatiques du Tadla (figure 4) :

- La période d'avant mise en eau du périmètre : la nappe phréatique est dans un régime quasi-permanent, les apports par l'infiltration des eaux de pluie équilibrent les prélèvements par son drainage naturel ;
- Entre la mise en eau du périmètre et 1980 : en raison des pertes énormes d'eau d'irrigation (faible efficacité, irrigation à la demande, ...) des remontées excessives de la nappe phréatique ont été observées entraînant l'engorgement des sols et des problèmes de drainage notamment dans les périmètres de Béni-Moussa de l'est de Béni-Amir. Ainsi, pour pallier ces problèmes l'office a tenté d'améliorer le drainage du périmètre par le renforcement du réseau d'assainissement. Le nombre de stations de pompage ne dépassait guère les 900 puits ;
- Sécheresse de 1981 à 1984 : La moyenne annuelle a été en dessous de 100 mm entraînant un déficit dans le barrage Bin El Ouidane de l'ordre de 70%. On a assisté à un développement intensif des pompages dans la nappe favorisé par un encouragement des pouvoirs publics à travers des subventions. En 1984, on a recensé 2956 puits dans les Béni Amir et 5779 puits dans les Béni Moussa. Les prélèvements de la nappe dépassaient 180 millions de m³/an dans le périmètre des Béni-Moussa et 100 millions de m³/an dans le périmètre des Béni-Amir ;
- De 1985 à 1992 : un retour à la normale a été observé et des problèmes d'engorgement des sols ont été signalés dans les périmètres de Béni Moussa de l'Ouest et dans le périmètre des Béni-Amir. Le nombre de stations de pompage est resté pratiquement le même et ne fonctionnaient qu'occasionnellement pour l'irrigation de complément ou pour l'irrigation des cultures maraîchères ;
- La période d'après 1992 : la sécheresse est devenue un phénomène structurelle poussant les agriculteurs à trouver des moyens plus performants pour les pompages d'où leur orientation vers les forages au détriment des puits. En effet, avec un coût plus intéressant que celui d'un puits, un forage peut capter la nappe sur une épaisseur plus élevée.

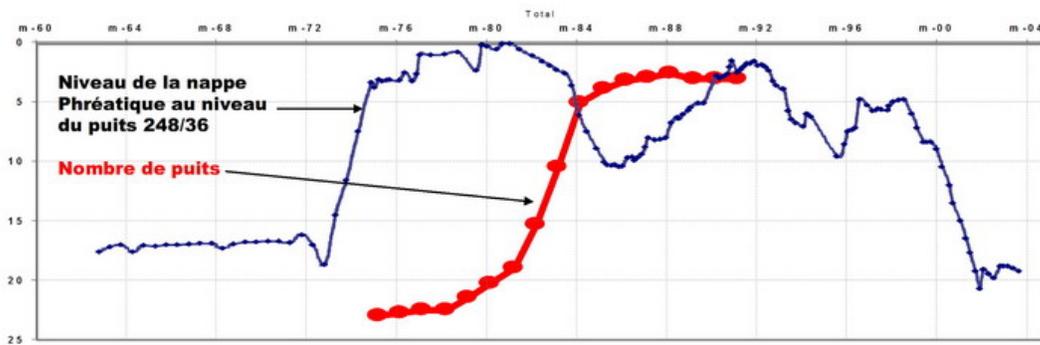


FIG. 4 – Evolution du niveau de la nappe phréatique dans le périmètre des Béni-Moussa comparé à l'évolution des puits de pompage entre 1975 et 1992.

4.2 Matériel et équipement de pompage

D'après une enquête sur les pompages réalisée en 2001 au périmètre irrigué de Béni-Amir (ORM-VAT, 2001), sur 1711 exploitations utilisant les eaux souterraines, 1334 sont équipées en puits et 377 sont équipées en forages. L'exploitation des eaux souterraines se réalise par trois dispositifs (Berrkia, 2003[4]) :

Les puits dont la profondeur est faible ne dépassant pas les 35 mètres, mais les diamètres sont importants de l'ordre de 1.4 à 3 m ;

Les puits-forages sont des dispositifs intermédiaires assez fréquents au niveau du périmètre, il s'agit de forages creusés au fond des puits pour améliorer du débit. Les profondeurs de ces ouvrages sont fonction de la bathymétrie de la nappe et varient entre 31 m et 117 m ;

Les forages dont la profondeur peut aller jusqu'à 160 m ont un petit diamètre. Ils sont installés suite à une nouvelle autorisation de pompage ou à côté d'un puits abandonné.

Les coûts de réalisation de ces ouvrages hydrauliques dépendent de la profondeur de la nappe et du dispositif utilisé pour le pompage. Ils sont beaucoup plus élevés pour les puits pouvant dépasser 2000,00 Dh/m par mètre de profondeur contre des valeurs d'une moyenne de 184,00 Dh/m de profondeur pour les forages (Berrkia, 2003[4]). La rapidité de réalisation des forages favorise le recours des agriculteurs à ce genre d'ouvrage.

Concernant le matériel de pompage, quatre types de motopompe sont utilisés pour le pompage :

Les diesels à axe horizontal : ce type est utilisé dans les zones à faible bathymétrie. Les profondeurs des ouvrages ne dépassent pas les 30 m ;

Les diesels à axe vertical : on rencontre ce type de motopompe dans les zones où la nappe est plus profonde. Ce sont des pompes de surface dont la partie hydraulique est de type centrifuge ;

Les pétrolettes : ce cas est rarement rencontré exception faite des puits à usage domestique ;

Les électriques à axe vertical : un seul cas a été rencontré au niveau du CDA 507, en général ce type de station de pompage se trouve près des lignes de distribution électrique ou encore dans les grandes exploitations.

Les puits sont équipés en général en diesel, ils couvrent la majorité de la superficie totale (99.6 %), les puits équipés en moteur électrique ne représentent que 0.4 % de la superficie totale. Les pétrolettes, qui représentaient jusqu'à 1995 une part assez importante de 39 % (ORMVAT, 1996[8]), ne sont retrouvées actuellement que dans les zones où la nappe est proche du sol.

4.3 Mode d'utilisation des eaux souterraines

Une étude réalisée par la SCET dans le cadre du projet MRT (1995[9]) a fait l'objet d'une enquête sur 65 exploitations au niveau des Béni-Amir par rapport à leurs activités y compris l'utilisation des eaux d'irrigation. Elle a abouti à un pourcentage de 8 % des agriculteurs qui utilisent uniquement les eaux souterraines à cause de leur endettement et/ou de leur situation au bout de blocs ou desservis par des tronçons de canaux défectueux. 42 % se limitent à l'utilisation de l'eau du réseau et 51 % des agriculteurs utilisent l'eau de la nappe en plus des dotations du réseau.

Le mode d'utilisation des eaux diffère d'un agriculteur à un autre. On retrouve ceux qui se basent essentiellement sur l'eau de surface et n'ont recours à l'eau de la nappe qu'en cas de dysfonctionnement du réseau ou encore comme supplément à l'irrigation. D'autres situés en queue de réseau se limitent à l'utilisation des eaux de pompage sans se soucier de la qualité de ces eaux. Ce cas est aussi fréquent chez les agriculteurs pratiquant les cultures maraîchères.

Certains agriculteurs procèdent à une utilisation alternée des deux ressources. Cette procédure consiste à alterner l'utilisation des deux ressources. En général, elle n'a lieu que suite à des coupures ou des retards des eaux de surface ou encore pour améliorer la qualité des eaux exploitées. Les agriculteurs situés dans les zones les plus touchés par la salinité sont les plus pratiquants de cette modalité d'irrigation.

L'utilisation mixte est utilisée par les agriculteurs pour augmenter le débit qui circule dans la seguia et diminuer ainsi le temps de fonctionnement du dispositif de captage qui, en utilisation unique, demande une durée de 8h à 60h à l'hectare selon la culture et son stade phénologique. Cette méthode est également pratiquée dans le but de réduire la salinité des eaux souterraines

surtout à l'aval du périmètre. Les proportions des eaux souterraines par rapport aux eaux superficielles varient du 1/4 au 1/3 avec des débits pompés de 10 à 15 l/s (ORMVAT, 1993 cité par Benhida, 1998[2]).

5 Exploitation de la nappe de l'éocène

Jusqu'au début des années 90 l'exploitation des eaux souterraines se faisait essentiellement par des puits de faible profondeur (ne dépassant pas généralement 20 m). A partir de cette date on avait assisté à une prolifération des forages des petits diamètres et qui peuvent atteindre des profondeurs relativement élevées. Des agriculteurs ont transformé leur puits en forages et d'autres ont abandonné les puits pour installer de nouveaux forages. La prolifération de forage a été favorisée par leur faible coût en raison de la disponibilité d'une offre de travaux et de matériel de pompage bon marché. Le nombre de forages pompant dans la nappe de l'éocène reste non connu à l'état actuel.

La mise en place des forages se fait sans aucune règle de l'art ce qui peut avoir comme effet la mise en place d'une interaction artificielle entre la nappe phréatique et la captive de l'éocène. Cette interaction serait de plus en plus importante dans le périmètre des Béni Amir où le toit de l'éocène est peu profond.

L'évolution de la nappe de l'éocène (figure 5) montre un rabattement de son niveau piézométrique (El Ibrahimy, 2004[?]). Cela montre que l'exploitation de la nappe de l'éocène pour l'irrigation est effective à l'intérieur du périmètre irrigué du Tadla. Il reste cependant à déterminer le nombre de forages pompant directement dans cette nappe ainsi que l'épaisseur sur laquelle elle est captée.

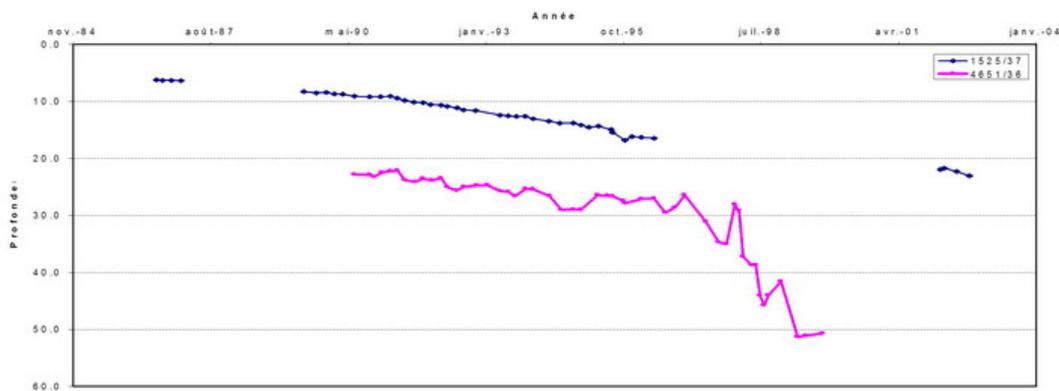


FIG. 5 – Evolution du niveau de la nappe de l'éocène dans deux forages du périmètre de Tadla.

6 Conclusion

L'objet du présent papier était de faire un état des lieux sur l'exploitation des ressources en eaux souterraine dans le Tadla. Une liaison a été faite avec l'évolution des ressources en eaux de surface afin de tenter d'expliquer le recours aux pompages. Après une période où Le recours à la nappe se faisait essentiellement par des puits dans la nappe phréatique sur de faible épaisseur, on assiste actuellement à un pompage développement intensif des forages captant la nappe phréatique sur une grande épaisseur et pouvant même atteindre la nappe captive de l'éocène.

Les pompages se réalisent d'une manière individuelle dans les nappes souterraines ce qui rend

difficile leur contrôle. Par ailleurs, les stratégies utilisées par les agriculteurs dans la gestion des eaux souterraines restent mal connues et les volumes prélevés de la nappe ne peuvent être déterminés avec précision. De plus, les impacts des pratiques des agriculteurs ne sont pas connus. La ressource en eau souterraine est collective mais elle n'est accessible qu'à une catégorie d'agriculteurs ayant des revenus complémentaires (tels que ceux provenant de l'immigration) leur permettant d'investir dans l'équipement des stations de pompage. Une étude approfondie sur les pompages dans la zone d'action du périmètre irrigué du Tadla s'impose pour trouver des règles et des modalités de gestion pour une exploitation rationnelle, durable et équitable des eaux souterraines.

Le rôle qu'a joué la nappe pendant les années de sécheresse pose la question de l'opportunité d'adopter des techniques d'irrigation très économes en eau. Cette question est d'autant plus importante lorsqu'elle est posée en terme de durabilité environnementale. En effet, les techniques d'irrigation les plus efficaces limitent la circulation des eaux vers la profondeur et réduisent donc le lessivage des sols.

Références

- [1] Archambault C., 1972, Piézométrie des aquifères du plateau des phosphates et de la plaine du Tadla, Direction de l'Hydraulique, 20p.
- [2] Benhida M., 1998. Stratégies intégrées d'utilisation optimale des ressources en eau superficielles et souterraines, dans le périmètre du Tadla sous contraintes d'ordre économiques et environnementales. ORMVAT.
- [3] Belhacen H. et Chayat M., 1992. Evaluation des problèmes d'engorgement des sols, de drainage et de la qualité des eaux et des sols dans le périmètre du Tadla. Volume II : Qualité des eaux et des sols dans le périmètre du Tadla. Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, 241 p. (Mémoire de Troisième Cycle en Agronomie - Option Génie Rural). Rabat, Maroc.
- [4] Berrkia N., 2003, Utilisation Conjuguée des eaux de surface et des eaux souterraines dans le Périmètre irrigué du Tadla : Typologie des pompages et impact sur la qualité des eaux et des sols,
- [5] Bounja R. et Hammani A., 1991. Etude des problèmes d'engorgement des sols et de drainage dans le périmètre irrigué du Tadla : - Bilan hydrogéologique de Béni Moussa ; Diagnostic du réseau de drainage. Mémoire de 3ème cycle, I.A.V. Hassan II, Département Génie Rural et Sciences du Sol, Rabat, Maroc.
- [6] El Ibrahim H., 2004. Utilisation Conjuguée des eaux de surface et des eaux souterraines dans le Périmètre irrigué du Tadla : Typologie des pompages et impact sur la qualité des eaux et des sols . Mémoire de 3^{ème} cycle, I.A.V. Hassan II, Département Génie Rural, Rabat, Maroc.
- [7] Moniod F., 1973. étude hydrologique de l'Oum Er R'bia (Maroc). Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrol., vol. X, n° 2, 1973
- [8] ORMVAT, 1996. Impact des révisions de tarification de l'eau sur la rentabilité des principales cultures dans le périmètre du Tadla. DDA\SEDA\BAE
- [9] SCET, 1995. Projet de management des ressources du Tadla : diagnostic des exploitations agricoles - résultats de l'enquête. Projet MRT. Tadla.