CARACTERISATION DU MODE DE FONCTIONNEMENT DES EXUTOIRES DE LA VALLE DE L'OUED CHICHAOUA (HAOUZ OCCIDENTAL, MAROC).

BOUKHARI Karima [1], ER-ROUANE Sadik [2], GOUZROU Abdeljalil [3].
[(1), (2)] Laboratoire d'Hydrogéologie, Faculté des Sciences Semlalia, Université Cadi Ayyad, Avenue Moulay Abdellah, Marrakech 40000, Maroc.
[(1)] k.boukhari@ucam.ac.ma [(2)] errouane@ucam.ac.ma
[(3)] Chef de service de l'eau, Direction Provinciale de l'Équipement de la Wilaya de Marrakech, Place du 16 novembre, Guéliz, Marrakech 40000, Maroc.
[(3)] agouzrou@yahoo.fr

INTRODUCTION

La plaine de Mejjate et sa bordure occidentale sont caractérisées par une abondance des sources par rapport au reste du Haouz, elles se localisent principalement au niveau de la vallée de l'oued Chichaoua, ceci est due à la structure profonde de cette vallée qui présente un piège idéal des eaux superficielles et souterraines, et rendant ainsi cette zone, la zone la plus riche en eau de tous les secteurs de la plaine. La vallée correspond à une vaste cuvette synclinale d'axe Est-Ouest, au niveau de laquelle on distingue une série lithologique du Trias au Plio-quaternaire, avec des faciès calcaire, marneux, argileux et gréseux. Cette structure géologique profonde de la vallée permet aux eaux souterraines et pluviales de s'accumuler et d'émerger par la suite à la faveur d'un ensemble de points bas (les sources).

MATERIEL ET METHODES

L'objectif principal de cette étude consiste en une meilleure compréhension du mode de fonctionnement des principales sources qui y émergent le long du secteur étudié. Pour cela, la méthodologie suivie consiste tout d'abords à étudier les variations des composantes mensuelles et annuelles des débits, afin de caractériser le mode de fonctionnement des cinq exutoires précédemment étudiés, l'application de la méthode proposée par A. MANGIN,1975, peut être tentée. Elle va permettre de dire si ces sources appartiennent ou non à des systèmes karstiques, si oui, déterminer leur degré de karstification l'une par rapport à l'autre.

RESULTATS ET DISCUSSIONS

Étude hydrologique des principales sources :

Parmi ces sources déjà signalées, on a choisi celles qui sont aménagées et dont les données sur une période de suivi assez longue sont disponibles (DRHT). Il s'agit des sources dont le débit est relativement important, ce sont des sources pérennes à débit important et leurs caractéristiques se résument au niveau du tableau 1.

Tableau 1: Caractéristiques des sources étudiées.

Sources	N°IRE	Coordonnées			Période d'observation	Usage	Observation
		X	Y	Z			
Abaïno	116/52	178.200	93.850	500	1972-2002	Irrigation	Source pérenne à débit important, aménagée
Aïn R'Mech	113/52	182.300	111.500	320	1972-2002	Irrigation	Source aménagée
Drain TP	45/52	180.500	97.000	461	1972-2002	Irrigation	Drain pérenne à débit important, aménagé
Ras El Aïn	115/52	177.500	93.500	505	1973-2002	Irrigation	Source aménagée
Imintala	2250/53	226.300	63.200	1400	1972-2000	Irrigation	Source pérenne, aménagée

a-*Analyse des débits mensuels :*

Les données des débits moyens mensuels sont enregistrées au niveau des cinq sources étudiées sur une période d'observation de 30 cycles (Tab2). La variabilité durant l'année, des débits moyens changent d'une source à l'autre, les sources d'Abaïno, Ras El Aïn et Aïn R'Mech ont des débits mensuels quasi stables, les autres sources varient sensiblement et montrent des valeurs minimales des débits aux mois de juillet, août, septembre et octobre, les valeurs maximales sont enregistrées aux mois de mars, avril et mai, on peut parler ainsi d'une augmentation du débit pendant la saison pluvieuse (période des hauts eaux) et une diminution pendant la saison sèche (période des basses eaux).

Tableau 2: Débits moyens mensuels des sources étudiées en l/s (DRHT, 1972-2001).

Sources	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	JT	A	MOY
Abaïno	518.5	521.5	529.3	534.0	528.0	525.1	530.7	534.1	536.3	528.0	519.6	517.4	526.9
Ras El Aïn	37.4	37.8	39.2	44.6	46.3	47.3	49.9	49.1	54.0	44.5	37.1	38.6	43.8
Aïn R'Mech	26.1	24.6	39.9	28.3	41.2	31.3	35.8	34.9	39.8	32.9	31.2	24.9	32.6
Imintala	210.1	204.6	210.6	223.4	222.4	225.7	239.0	251.3	235.8	233.6	237.4	215.8	225.8
DrainTP	216.4	249.4	302.4	275.8	249.8	269.4	259.8	250.3	298.1	275.3	223.8	225.8	258.0

b-*Analyse des débits annuels :*

Les variations annuelles des débits sur une période de suivi de 30 ans (Fig1), distinguent nettement le cas de la source d'Abaïno, les variations sont très faibles avec un écart des débits des périodes humides et sèches de l'ordre de 1%, ceci traduit l'influence mineure des précipitations sur son alimentation. Par ailleurs, les variations annuelles pour les autres sources montrent des écarts assez importants, en général les années 1986-87 et 1992-94 ont connu une diminution importante des débits, d'où l'influence des périodes de sécheresse traduit par la diminution de l'alimentation des réservoirs. Les évolutions temporelles montrent l'importance des débits d'Abaïno, celles de Ras El Aïn et Aïn R'Mech, qui présentent des débits faibles. Le calage presque parfait entre ces deux dernières sources laisse supposer l'existence d'une forte relation hydrologique. Les sources d'Abaïno et de Ras El Aïn ont la même origine et leurs débits sont largement différents, ceci confirme bien l'hypothèse qui considère Ras El Aïn le trop plein de la source d'Abaïno et les fortes valeurs des débits risque d'avoir une influence négative sur les émergences de la source de Ras El Aïn.

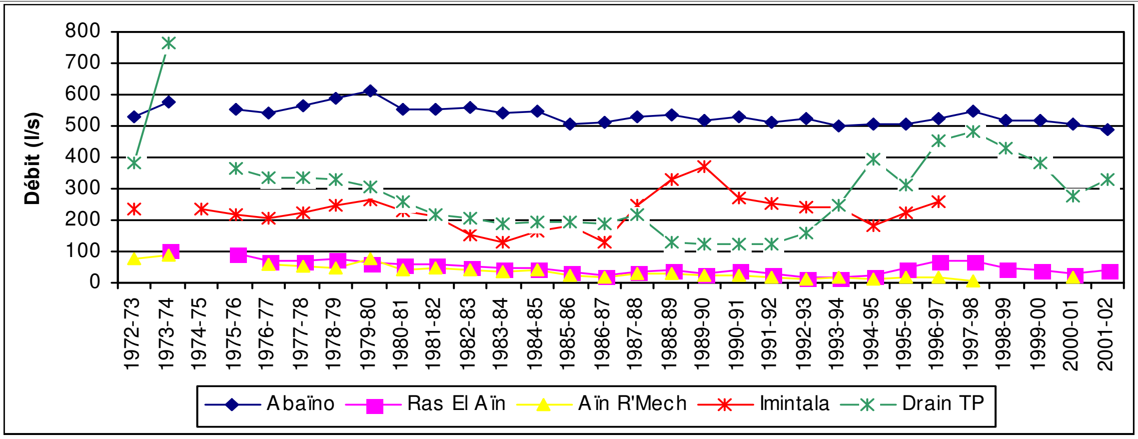

Figure 1: Débits moyens annuels des sources étudiées en l/s.

Caractérisation du mode de fonctionnement des sources étudiées :

Afin de caractériser le mode de fonctionnement des cinq exutoires précédemment étudiés, l'application de la méthode proposée par A. MANGIN (1975), peut être tentée. Les phases de récession sont les plus riches en détails car, en l'absence de toute pluie, elles montrent la succession de décrues et de tarissements qui régissent la vidange des nappes. La décomposition de la courbe de récession d'une source est une donne importante de renseignements qui peut renseigner sur la géologie de l'aquifère, sa morphologie, sa géométrie et les modalités de l'écoulement. Le problème rencontré dans l'utilisation de la méthode de A. MANGIN réside sur le bon choix de la phase de décrue et du tarissement, surtout, si elles sont perturbées par des précipitations estivales. L'analyse sera donc effectuée sans tenir compte de l'influence possible de ces pluies qui sont rares et négligeables au niveau de notre secteur d'étude.

Une fois les différentes illustrations graphiques sont faites, on calcule selon la méthode précédemment décrite, les différents paramètres, qui vont renseigner sur le mode de fonctionnement des aquifères et permettent ainsi de caractériser les cinq sources étudiées, le tableau 3 résume tous ces paramètres calculés.

Tableau 3: Paramètres obtenus à partir de l'étude des courbes de récession.

	Période étudiée	Q_0 10^{-3} m3/s	Q_{R0} 10^{-3} m3/s	Q'_0 10^{-3} m3/s	Q_f 10^{-3} m3/s	q_0 10^{-3} m3/s	t_i jours	t_f jours	n j^{-1}	E j^{-1}	Vd 10^6 m3	Vt 10^6 m3	K	i
Source d'Abaïno	sep88-jan89	571	552	548	544	19	60	120	0,0167	-0,007	387,77	391,88	0,990	0,980
	juin99-oct99	538	527	524	522	11	60	120	0,0167	0,021	710,34	713,46	0,996	0,928
	déc00-avr01	530	509	507	505	21	60	150	0,0167	0,018	997,43	1009,43	0,988	0,933
Source De Ras El Aïn	mar85-juin85	65	51	45	42	14	60	90	0,0167	0,015	1,69	1,90	0,890	0,939
	juil96-nov96	68	55,75	47	44	12,25	90	120	0,0111	0,013	1,85	2,11	0,877	0,953
	avr00-oct00	44	38	35	32	6	90	180	0,0111	0,011	3,04	3,14	0,967	0,957
Source De Aïn R'Mech	nov88-fév89	54	40,5	35	32	13,5	60	90	0,0167	0,035	1,01	1,50	0,882	0,903
	juin90-sep90	29	24,5	21	18	4,5	50	90	0,0200	0,043	0,47	0,50	0,947	0,884
	mar94-juin94	30	23,5	19	15	6,5	50	90	0,0200	0,034	0,28	0,30	0,913	0,899
Source d'Imintala	mai75-sep75	293	197	194	193	96	90	150	0,0111	0,014	194,60	219,93	0,885	0,951
	oct85-fév86	236	174	160	147	62	60	120	0,0167	0,0004	9,79	10,78	0,908	0,966
Drain TP	nov90-jan91	163	130	124	121	33	30	90	0,0333	0,102	26,25	27,45	0,956	0,858
	juin01-sep01	426	335	329	316	91	30	90	0,0333	0,013	42,30	43,77	0,967	0,910

Les faibles valeurs de **n** traduisent de faibles vitesses d'infiltration et de longues durée de celle-ci, ces valeurs restent faibles et proches pour les cinq sources étudiées, ceci les oppose à des systèmes très karstifiés et témoigne d'une même origine aquifère, avec des degrés de karstification peu variées.

La distinction des périodes différentes entraîne des **E** légèrement différents. Ce coefficient est relativement élevé (0.102 j^{-1}) pour le cas du Drain TP (nov90-jan91), ceci laisse supposer une décrue relativement très et traduit une hétérogénéité de l'écoulement, l'explication la plus probable, c'est l'origine des eaux de ce drain, issues des périmètres irrigués et des seguias. La faible valeur du coefficient d'hétérogénéité indique la prédominance d'une infiltration lente par le biais des fractures et fissures du système karstique.Les réservoirs souterrains **Vd** traduisent des systèmes aquifères non influencés qui possèdent des réserves importantes, c'est le cas de la source d'Abaïno, ce qui montre l'importance du karst noyé à ce niveau, et montre la grande capacité d'emmagasinement, donc l'effet capacitif du réservoir aquifère, Ras El Aïn présente des volumes faibles, c'est le trop plein d'Abaïno. La source de Aïn R'Mech montre les volumes les plus faibles, donc des réserves moins importantes, expliquées par sa position en aval du bassin. Pour la source d'Imintala, les volumes initiaux varient sensiblement selon la période étudiée, traduisant un système très influencé où le manque de recharge donne des débits mesurés très faibles en fin de la période.

Pour toutes les sources, le pouvoir régulateur **K**≈1, et il reste invariable pour chaque période, ceci montre un pouvoir régulateur élevé du karst, des réserves énormes et une grosse inerte. Pour les valeurs du coefficient **i**, elles sont presque invariables pour toutes les sources et restent supérieurs à 0.85, ceci confirme bien la grande dimension du système aquifère et son fort degré de complexité. K et i supérieurs, c'est-à-dire un retard à l'infiltration plus grand, ainsi que des réserves importantes au niveau du karst noyé, la présence d'épaisses formations superficielles au niveau de l'aquifère, explique ce retard d'infiltration qui représente le temps de réponse du réservoir. Les réserves du système des sources étudiées sont situés géographiquement dans les calcaires à niveau de silexites surmonté de calcaires dolomitiques à gros bancs et présentant une karstification très accentuée, les conduits karstiques permettent l'écoulement d'un certain volume d'eau jusqu'aux exutoires du système.

CONCLUSION

Les évolutions temporelles des débits des cinq sources montrent l'importance des débits de la source d'Abaïno par rapport aux autres sources, celles de Ras El Aïn et Aïn R'Mech, qui présentent des débits faibles. On peut aussi signaler le calage presque parfait entre ces deux dernières sources qui laisse supposer l'existence d'une forte relation hydrologique. D'une autre part, les sources d'Abaïno et de Ras El Aïn ont la même origine et leurs débits sont largement différents, ceci confirme bien l'hypothèse qui considère Ras El Aïn le trop plein de la source d'Abaïno et les fortes valeurs des débits risque d'avoir une influence négative sur les émergences de la source de Ras El Aïn.

Suite à l'utilisation de la méthode de MANGIN, deux aspects de comportements du réservoir Cénomano-turonien sont mis en évidence, un aspect réserve de l'aquifère qui assure un rôle essentiellement capacitif et peu transmissif (matriciel), et un autre de système karstifié qui assure un rôle essentiellement transmissif. Tout ceci confirme bien l'importante karstification du système aquifère cénomano-turonien, sa grande dimension et son important degré de complexité, avec une faible participation des eaux des crues.

BIBLIOGRAPHIE

1. AMBROGGI R., et THUILLE G., (1952). – Haouz de Marrakech. Hydrogéologie du Maroc. Notes, Mém., Serv., Géolo., Maroc, n° 97.
2. BERNERT G., (1973). - Etude hydrogéologique et aménagement hydraulique de la vallée de l'oued Chichaoua. MTPC / DH / DRE.
3. COCHET A., (1965). - Haouz du Marrakech et bassin du Mejjate, d'Imintanout et de Chichaoua, ONI, Service Régional de Marrakech.
4. ENANAA N., (2000). – Etude hydroclimatologique et hydrogéologique des aquifères de la plaine de Mejjate et sa bordure occidentale, simulation numérique des écoulements souterraines de la plaine de Mejjate (Maroc). Thèse de Doctorat, Univ. Tunis II, Fac. Sc. Tunisie, 205p
5. LYAKHLOUFI S., (1994). – Contribution à l'étude hydrogéologique de la plaine de Mejjate et sa bordure occidentale, CEA Hydrogéologie, Univ. Cadi Ayyad, Fac. Sc. Marrakech.