

Terre & Vie

Nouveau: Plateforme «Terre et Vie»

Chercheurs, Professionnels, Enseignants, Agronome, Vétérinaires, Journalistes et Etudiants

Vous cherchez des données sur l'agriculture, le monde rural, l'environnement au Maroc, et les facteurs historiques déterminants du notre système de communication?

Terre & Vie, Revue Périodique du Monde Rural et de l'Environnement, vous propose une plateforme gratuite à l'adresse suivante:

<http://www.terrevie.net>

Soyez amis de ce projet à but non lucratif unique au Maroc et faites parvenir vos remarques et suggestions en vue d'améliorer la plateforme à l'adresse suivante: terrevie@menara.ma

REVUE PERIODIQUE DU MONDE RURAL ET DE L'ENVIRONNEMENT - N°100 - Janvier 2007 - Dossier de presse 31/91 - Dépôt Légal N° 88 / 91 - ISSN : 1113 - 0237

Directeur et Rédacteur en chef : Pr Ahmed TAFASCA

Adresse: 42, Zankat Toubkal, Agdal - Rabat - B.P. 8017 - N. Unies - C.P. : Rabat 10102 - Tél/Fax : (212) 037.77.81.48 - e. mail: terrevie@menara.ma - Site web: <http://www.terrevie.net>

LE ROLE DE LA CULTURE DU CACTUS, DANS LE DEVELOPPEMENT EN PAYS ARIDES: LE CAS DU SUD OUEST MAROCAIN

Par Maghrani Lahoucine

Introduction:

Aït-Ba-Amrane occupe une partie sud-ouest de l'Anti-Atlas occidental. (Fig.1). Cet espace s'étend sur une superficie estimée à 2 500 km² avec une population de plus de 70 000 habitants. Dans ce vaste ensemble nous avons choisi le plateau se Sbouya-Mesti où le cactus était autrefois sans grand intérêt.

En effet, sur 55 000 ha de cactus recensés à l'échelle nationale (1998), la province de Tiznit en domine plus de 25 %. Dans ce pays aride peuplé et sans ressources apparentes, le cactus peut servir aujourd'hui comme créneau de développement. Quels sont les facteurs qui ont dicté le passage d'un système basé sur l'orge à un autre fondé sur les aknaris ? Cette réussite est-elle dite à l'adaptation du cactus à ce milieu aride et à ces sols squelettiques ou à sa rentabilité par rapport à l'orge ? Son rôle fourrager, ses intérêts environnementaux ne sont-ils pas des créneaux pour le développement des aknaris ?

I/ LA CULTURE DU CACTUS A SBOUYA-MESTI, UNE PRATIQUE EPANOUISSANTE.

L'opuntia cette plante xérophite résistante à la sécheresse grâce à ses caractéristiques morphologiques existe sous forme de plusieurs cultivars qui se distinguent par la forme du fruit, par la couleur de la pulpe, par les périodes de floraison, etc ; chez les Aït Ba-Amrane on en distingue deux appelés Achefri et Moussa- Aïssa. L'Achefri est plus résistant aux destructions provoquées par le bétail, sa taille dépasse parfois 2 m. Ses épines très solides lui donne une allure défensive c'est pourquoi il est utilisé comme clôture. Sa floraison commence au mois de mai et la récolte débute le mois de juin, son fruit prend la couleur rougeâtre. Contrairement à ce que

croient les ba-amranis, Aïssa et Moussa ne sont que deux cultivars avec deux cycles de floraison et de maturation différents.

I/ Les techniques culturales :

La plantation des boutures demande la préparation du terrain et séchage des raquettes au soleil. La saison de la plantation commence dès le printemps et s'échelonne sur trois mois (février, mars et d'avril). La bouture idéale pour les fellahs se compose de cinq raquettes, tandis que les spécialistes préfèrent l'usage d'une raquette simple âgée d'un an prélevée sur un arbre adulte.

Les fellahs n'accordent pas d'importance à l'espacement entre individus ; dans la plupart des vergers la densité des plants dépasse 4 000 / ha alors que la charge idéale est 1 500 / ha ; on plante les boutures sans leur apporter de soins «c'est une plante de dieu et c'est dieu qui la nourrit».

a) La récolte des fruits le pilier des systèmes agraires à Sbouya-Mesti

:La floraison des opuntias a lieu à des différentes étapes ; la variété épineuse (achefri) fleuri dès le mois d'avril, les fruits sont mûrs vers le mois de juin et la récolte dure jusqu'au mois d'août. Pour les deux autres cultivars (Aïssa et Moussa), nous distinguons deux comportements différents. Le fruit Aïssa est précoce, cela est dû au caractère variétal de ce cultivar, aux types de sols, à l'exposition, à l'altitude dans le milieu mestin qui est différente de celle de Sbouya situé à proximité du littoral. Le cycle du cultivar Aïssa peut être résumé de la façon suivante : la floraison a lieu en avril, la maturité en juin et la récolte s'échelonne sur trois mois (juin, juillet et août). Le cycle du cultivar Moussa est tardif, cela est dû à un micro climat local plus humide, une importante nébulosité pendant les mois d'avril et de juin et aux conditions pédologiques (des sols

hamri qui profitent mieux des pluies). Ces facteurs prolongent la période de la floraison et de la fructification.

La récolte des figues est faite manuellement en utilisant des raquettes séchées. Quand peut-on juger qu'un fruit est bon à récolter ? Il existe deux principaux critères annonçant la saison de la cueillette des fruits : le jaunissement de la pulpe et le calibre du fruit. Après la récolte des

fruits on enlève les épines (glochides) à l'aide d'un balai avant de les mettre sur le marché. La quantité récoltée dépend de la taille du ménage : les récoltes des familles dont les jeunes bras ont émigré sont modestes par rapport à la production de leurs vergers.

Suite en page2

CARACTERISATION PHYSICO-CHIMIQUE DES EAUX THERMOMINÉRALES DES MONTS DE LA CHEFFIA (EXTREME NORD EST ALGERIEN)

Par Dr. Hacène Alayat
alayathacene@yahoo.fr

RESUME

Les Monts de la Cheffia, située à l'extrême NE algérien, sont le siège de sources thermominérales. Les plus visitées par les curistes sont celles Hammam Sidi Trad, Zatout et Beni Salah. Les autres sont délaissées faute d'accès aménagés. Les résultats préliminaires de l'étude des eaux de ces griffons sont présentés dans cette note.

Les premières analyses, dont nous avons connaissance, remontent à 1968. Les données recueillies (2001, 2002) ont permis la caractérisation physico-chimique des eaux, illustrée par leur projection sur le diagramme de Piper et par l'analyse statistique. Nous avons pu identifier plusieurs faciès chimiques et distinguer deux groupes de griffons :

- o L'un caractérise les eaux non salines ou peu minéralisées et à odeur d'hydrogène sulfuré représenté par Sidi Trad.
- o L'autre caractérise les eaux très salines, riches en bicarbonate et en CO₂ dissous des autres griffons.

Mots-clés : Sources thermominérales, Méso- à Hyperthermal, failles, hydrochimie, ACP

L'étude en page 4

Nouveaux sur la Plate forme Terre et Vie

1. encyclopédie de la presse au Maroc

A. Tables des matières disponibles

- La Terre Marocaine <http://www.terrevie.net/periodiques/5mensuel/mensuelfrancais/terre.marocaine/terre.maroc.html.htm>
- Majallat Al Maghreb <http://www.terrevie.net/periodiques/5mensuel/mesuelarabe/majallat.el.maghreb/majallat.al.maghreb.sommaire.htm>
- Bulletin Economique et Social du Maroc <http://www.terrevie.net/periodiques/7trimestriel/trimestrielfrancais/bullet.econo.du.maroc/bullet.econo.du.maroc.html.htm>

- Bulletin de la Société des Sciences Naturelle du Maroc <http://www.terrevie.net/periodiques/9annuel/annuelfrancais/b.soc.des.scie.nat.maroc/b.de.la.soc.scien.nat.maroc.htm>
- Les Cahiers de la Recherche Agronomique <http://www.terrevie.net/periodiques/9annuel/annuelfrancais/cahiers.recherche.agro/>

cahiers.reche.agro.htm

- Exposition des livres anciens sélectionnés sur le Maghreb:

<http://www.terrevie.net/etudes/OUVRAGE/titre.et.image.ouvrages/images/titres.ouvrages.HTM>

B. Tables des matières en préparation

- Hespéris: <http://www.terrevie.net/periodiques/7trimestriel/trimestrielfrancais/hesperis/hesperis.html.htm>
- Maroc Médical

- Revue de Géographie du Maroc

2. Terre et Vie

Une grande partie des archives de la revue Terre et Vie (en français)

3. Journalistes de l'époque coloniale (en préparation)

<http://www.terrevie.net/journalistes/journalistes.htm>

LE ROLE DE LA CULTURE DU CACTUS, DANS LE DEVELOPPEMENT EN PAYS ARIDES:

LE CAS DU SUD OUEST MAROCAIN

b) Le devenir des fruits :

Autrefois, le fruit était rarement mis en vente. Deux sortes de flux de commercialisation existaient : le premier était lié aux déplacements des marchands juifs depuis les palmeraies voisines pour acheter la figue utilisée pour produire l'eau de vie. On vendait aussi le fruit pour les nomades d'Oum el Achar et pour les caravanes qui traversaient la région pour se rendre dans le port d'Agadir ou de Mogador ou encore du pays de Soudan.

Actuellement, une caisse de 30 kg du fruit Aïssa coûte environ 40 dh au début de la saison de la récolte ; à partir de la 3ème semaine, le marché est saturé et les intermédiaires imposent des prix très bas. Les dernières semaines de la récolte de Aïssa enregistrent la forte concurrence de la variété moussa, à laquelle s'ajoute celle des autres fruits présentés sur le marché (le melon, la pastèque, etc). C'est au cours de cette période que les prix de Moussa atteignent les plus bas seuils (20 dh la caisse). En revanche, c'est entre le mois de septembre et le mois de novembre que les fellahs tirent mieux profit de cette variété.

Si une grande partie de la production est commercialisée, une faible quantité est consommée fraîche, en revanche le fruit sec est moins sollicité par les familles. En effet, la récolte se fait en trois à cinq mois et la conservation des fruits frais ne dépasse pas cinq jours après la cueillette. Il existe deux méthodes de conservation d'Aknari : la première est appelée Touchriht : le fruit est nettoyé, épluché et divisé en quatre quartiers avant d'être séché. La seconde méthode est dite Touzlimt qui signifie «éplucher» : le fruit est nettoyé, épluché et séché entièrement.

2) La contribution du cactus à l'élevage:

L'élevage a beaucoup souffert des effets de la sécheresse sur les ressources fourragères qui se sont dégradées. Pendant les années soixante, cette région qui comptait plus de 10 000 têtes, de bétail ne compte plus aujourd'hui qu'environ 2 700 têtes. Certes la sécheresse était fatale à l'élevage mais le changement de la vie rurale a aussi contribué à cette régression ; l'introduction du cactus dans l'économie monétaire a aussi engendré le passage d'un système agropastoral à un autre basé sur le cactus où la chèvre est chassée par des nouveaux vergers.

La production du fourrage, le deuxième important usage du cactus, «il offre une production en matière sèche qui varie entre 10 et 30 tonnes/ha». (Anonyme, Fiche technique, 1998). Le cactus inerme est le plus sollicité pour nourrir le bétail. La raquette, richesse en eau et en glucides, manifeste une pauvreté du point de vu protéines et protides.

La fleur du cactus constitue une source de pollen pour l'élevage apicole ; l'activité des abeilles sur la fleur d'opuntia dure du mois d'avril au mois de juin, tandis que le calendrier apicole s'étale sur sept mois soit du mars au mois de septembre. L'apiculture pastorale est une pratique très ancienne ; des transhumants étrangers partent de la plaine de Tiznit et de Souss ainsi que du massif de Kerdouss pour séjourner à Sbouya où profitent de la floraison du cactus.

En plus de faire paître le troupeau, de semer l'orge et d'entretenir les vergers du cactus, l'apiculture est une activité que doit assurer le fellah. Cette pluridisciplinarité a des effets néfastes sur la production du miel ; c'est pourquoi le cactus ne contribue qu'à 5 % de la quantité du miel produit dans la région contre plus 55 % pour les euphorbes. Le potentiel mellifère de la région est méconnu. Le rendement par ruche varie selon l'origine du miel, la productivité moyenne d'une ruche en miel de fleurs est d'environ 4 kg, en revanche, le miel du cactus donne un rendement de 2 kg par ruche. Les prix varient entre 230 dh et 150 dh le kg suivant la qualité et l'origine des plantes mellifères. Cette activité, malgré sa rentabilité, reste encore très archaïque et les abeilles sont à la merci des maladies et des intempéries imprévues.

3) La culture d'orge, complémentaire ou concurrente aux aknaris ?

La culture pluviale d'orge est une composante présente dans tous les systèmes agraires de la région. À partir des années 1960, la population la plus jeune a déserté les villages de Sbouya-Mesti. Les vieillards restant sur sont incapable d'assurer un éventail d'activités (planter les boutures du cactus, entretenir un troupeau produire de l'orge, etc). Les terres autrefois réservées à l'orge sont implantées de cactus. Ce passage des systèmes agraires fondés sur la culture d'orge à d'autres basés sur la culture des opuntias est dicté par, les faibles rendements de la céréaliculture par rapport à aux opuntias.

II/ L'OUVERTURE DE L'EXPLOITATION ET DU VILLAGE SUR L'EXTERIEUR.

Jusqu'aux années 1960, la région était repliée sur elle-même, les flux et les échanges se limitaient à la vente d'une faible quantité des aknaris. Le miel et quelques chèvres étaient vendus sur les souks locaux où on s'approvisionnait de rares produits véhiculés des villes. L'émigration était sans grande ampleur. Aujourd'hui, les familles se forcent à tirer le maximum de l'exploitation, mais les bouches à nourrir se multiplient : les hommes commencent à se bousculer ce qui déclenchera les flux de l'exode rural. Cette nouvelle situation a poussé les vieux fellahs à s'adonner à une culture spéculatrice d'aknari. Il s'agit d'un changement de comportement et de mentalité chez les fellahs. On ne pratique plus l'agriculture pour survivre mais pour avoir des revenus monétaires. Pour mieux comprendre ce changement nous prenons l'étude du cas du village Aoudint.

Aoudint est un village de la commune rurale de Sbouya où le cactus occupe environ 80% de la superficie agricole utile les 20 % restant sont occupés par la culture d'orge. L'inculte est un domaine de pâturages et la collecte du bois de chauffage. L'activité apicole n'y est pas négligeable.

Un verger de cactus donne une série de produits : l'homme en tire les fruits. La pulpe et les raquettes sont données au bétail et l'élevage apicole profite de la fleur d'aknari. Les éléments constituant ce système se complètent : le verger du cactus a besoin du travail humain

: plantation, entretien des jeunes pousses et la récolte du fruit. En plus du fumier, les animaux transportent les fruits vers la maison ou vers les points de la collecte. En revanche, le verger fournit des fruits pour l'homme, le fourrage pour le bétail, le pollen aux abeilles et la clôture pour les parcelles d'orge. Nous sommes donc face à des flux de travaux, de production et des mouvements qui se nouent entre ces composantes dans un cadre bien déterminé qui est celui du village. Ces flux peuvent dépasser ce cadre pour atteindre les villes lointaines, c'est le cas du fruit du cactus et du miel qui peuvent atteindre les grandes villes du royaume. Le village peut aussi recevoir les troupeaux des villages voisins ou les ruches d'autres tribus. Pouvons-nous évaluer le rendement d'une exploitation familiale fondée sur la culture du cactus ?

1) Évaluation de la production d'une exploitation familiale d'aknari à Aoudint.

Pour mieux cerner l'importance socio-économique de l'exploitation au sein d'un système agraire dit d'aknari, nous nous intéresserons à l'évaluation de ses composantes. A ce fait nous avons choisi un exemple à Aoudint. Les données ci-dessous concernent la campagne agricole 1999-2000. (Tableau n° 1)

Il ressort de ce tableau que cette ex-

et l'activité pastorale les deux piliers de la vie rurale. Les troupeaux ont enregistré des baisses considérables : la paille et l'orge font défaut. Le rendement de l'orge est passé de 4,5 q / ha en 1972 à moins de 2 q / ha en 1994. Les revenus d'une exploitation familiale basée sur la culture d'orge et sur un minuscule troupeau ne répondent plus aux besoins du ménage. Cette situation va refouler les jeunes des douars et les vieillards restés dans le village ne peuvent plus assurer les activités agro-pastorales, c'est pourquoi les champs d'orge se sont trouvés davantage occupés par de jeunes plants de cactus.

Les conditions du milieu ainsi que le nouveau climat familial causé par l'émigration ont imposé le retour à la culture d'aknari, mais cette fois-ci dans un cadre plus spéculateur. La superficie plantée de cactus dans la région est passée de 20 % de la superficie agricole mise en valeur en 1970 à 70 % en 1998. Ce fait est significatif à douar Aoudint où le cactus occupe 85 % de la superficie agricole.

3/ Une culture spéculatrice et la revalorisation d'une activité autrefois méprisée.

Pourquoi ce grand intérêt à la culture du cactus anciennement enracinée dans la région ? Pourquoi a-t-on attendu les années 1975 pour effectuer ce retour à ce genre de ressources ? De nom-

Tab. 1: Le rendement d'une exploitation familiale à Aoudint

Composante	Évaluation	Rendement en kg	Valeur de rendement en dh
Culture du cactus	3,2 ha	25.000	6.000
Culture d'orge	0,8 ha	600	1.000
Ruches d'abeilles	3	6	1.400
Nombre de bétail	8	-	700 *
Total	-	-	9.100

Source : Enquête personnelle juillet 1999.

*** Ici il s'agit des recettes perçues de la vente de bêtes sur pied..**

ploitation familiale de 4 ha est composée de la façon suivante : plus de 70 % est plantée de cactus, tandis que l'orge occupe moins de 30 %. Si territorialement le cactus domine les autres composantes, il l'est aussi au point de vue ressources globales avec environ 80 % des revenus familiales. L'apiculture en participe avec moins de 9 %, en revanche, les revenus de la culture d'orge et de l'élevage ne dépassent pas 11 %. Les résultats obtenus par ménage pourraient être améliorés si la conduite de la culture du cactus n'était pas aussi archaïque. Dans le cas de l'exploitation prise pour le cas d'étude, plus de 48% de la production est abandonnée à cause de l'enclavement de douar producteur et de manque de la main-d'œuvre.

2) L'exploitation familiale et la montée de l'aspect spéculatrice de la culture.

À l'instar d'autres communautés villageoises qui peuplent l'Anti-Atlas, les riverains ont subi les effets néfastes de la sécheresse des deux dernières décennies ; en effet, la pluviométrie enregistrée est précaire et instable. Ce facteur a beaucoup influencé la culture de l'orge

breuses raisons expliquent ce changement au sein de ces systèmes basés sur la culture de l'aknari : les conditions du milieu (les ressources en eau et les sols squelettiques) ont imposé le recours à cette culture, l'élevage et la céréaliculture fragilisés par l'effet des aléas climatiques, la nature de cette plante succulente qui s'adapte parfaitement au climat de la région, l'intérêt économique, le changement de la mentalité du paysan ba-amrani, les facteurs démographiques, le faible coût de la production des fruits a encouragé l'extension des nouvelles boutures. En effet, si les céréales demandent plus de travaux, plus d'eau, plus de main-d'œuvre et de soins le cactus ne demande que la préparation du verger et la récolte des fruits. Les villageois tirent environ 15 000 dirhams d'un hectare d'aknari, en revanche, la production optimale d'un hectare d'orge donne moins de 3 500 dh.

Dans le cadre du développement du monde rural, le désenclavement de quelques douars a donné un coup de pouce à cette culture notamment à partir des années 1990. Grâce à la liaison de

Suite en page3

LE CAS DU SUD OUEST MAROCAIN

Suite de la page2

Sidi Ifni à Tiznit en passant par Mesti et l'aménagement d'un réseau de pistes et de routes, une grande quantité du fruit est écoulée sur des marchés lointains. Cette infrastructure permet actuellement l'usage des camions et des camionnettes dans la collecte du fruit ; mais tous les villages ne sont pas désenclavés. Un nombre considérable de foyers de production ne sont accessibles qu'à pied ou à dos d'animaux, ces villageois abandonnent une grande partie de la production sur les vergers.

Nous ne pouvons pas parler avec plus de précisions des circuits commerciaux, même la coopérative «Ba-amrania», dont le but est d'aider les fellahs à commercialiser le fruit, ne dispose pas d'informations ni sur les quantités commercialisées ni sur les destinations de la marchandise. D'après nos entretiens avec les paysans, la variété tardive appelée moussa est très appréciée sur le marché national, son calibre et sa qualité gustative lui permettent de conquérir les marchés des grandes villes. Les plus grands marchés où les grossistes et les intermédiaires écoulent l'aknari ba-amranien sont respectivement les villes d'Agadir, Sidi Ifni, Guelmime Tiznit et les villes sahariennes. Les fruits séchés sont écoulés dans la majorité des villes du royaume.

Dans les dix villages concernés par cette étude, durant la pleine saison, les fellahs récoltent trois charges de camion de fruits par jour. Des grossistes et des intermédiaires viennent des autres villes pour transporter les caisses déjà préparées la veille. Si on considère que la récolte dure quatre mois (soit environ 120 jours), le nombre de camions chargés dans la région dépasse 360. Si on admet qu'un camion transporte en moyenne cinq tonnes de fruits, la commercialisation annuelle du fruit dépasse largement 1 800 tonnes.

Certes, cette culture promet plus de rentabilité mais les techniques culturales et la gestion de la récolte sont encore les deux handicaps majeurs dont souffre ce secteur. En accordant plus de soins et d'importance à cette culture elle sera capable de créer davantage de travail, fournira plus de fourrage et sera capable de véhiculer plus d'argent pour les collectivités vivant dans ces villages.

III/ AGIR POUR UNE CULTURE SPECULATRICE D'AKNARI.

Si nous comparons la place que l'opuntia occupe dans la société rurale mexicaine ou israélienne ou sud-africaine à celle qu'il occupe au sein des collectivités ba-amranies, nous constatons que les riverains ne portent pas au cactus le grand intérêt qu'il mérite. La culture marocaine considère encore le cactus comme une culture sauvage qui symbolise la pauvreté.

Les paysans ba-amranis abandonnent une grande partie de la récolte sur les champs. En revanche, les paysannes de pays plus développés ont conquis des marchés à l'échelle mondiale. Les Italiens, les Mexicains, les Israéliens et d'autres pays producteurs d'opuntias ont trouvé dans l'industrialisation et l'exportation de ce fruit deux importants moyens pour écouler leurs récoltes. Avec une bonne gestion de la

production et de la commercialisation du cactus, les ba-amranis pourraient assurer plus de revenus aux paysans ainsi qu'aux communes dont les budgets sont précaires.

Dans la région la culture des aknaris, garde encore son aspect «primitif», en revanche, les pays qui ont acquis une expérience durant des siècles ont pu en améliorer les rendements. Les fermes des opuntias en Israël, au Mexique et dans de nombreux pays de la Méditerranée ont recours aux systèmes d'irrigation modernes pour améliorer les rendements. Certes, le cactus est peu exigeant en eau mais l'arrosage s'avère nécessaire surtout lors du développement et de la maturation du fruit.

La fertilité est aussi souhaitée, l'application des engrais chimiques, surtout du phosphore, est plus fréquente dans les fermes siciliennes et italiennes. La fertilisation des vergers du désert israélien a donné des résultats très importants. Des paysans israéliens ont pu produire des fruits en dehors de la saison habituelle de fructification (Mizrahi et Neved, 1997).

La taille, indispensable pour assurer l'équilibre entre la partie aérienne et les racines de la plante, doit être effectuée dès le printemps. L'élimination des raquettes âgées assure la circulation de l'air et la régénération du plant (Benrachid 1999). Dans les vergers de la région, les densités de raquettes par hectare sont très élevées et les écarts entre les individus sont parfois inexistantes. Dans ces conditions, la concurrence entre les pieds augmente et l'accès à une grande partie de la récolte est quasi impossible, ces fortes densités s'ajoutent à la faible pluviométrie pour influencer les rendements et le calibre du fruit.

1/ Quelques usages du fruit d'aknari encore inconnus chez les Ba-amranis :

Chez les ba-amranis, la culture du cactus est considérée comme une source d'argent, une source de fourrage et de fruits à consommer. Dans les pays développés cette culture séduit d'autres activités : industrielles, pharmaceutiques, cosmétiques, médicales, etc. Quelques pays d'Amérique Latine produisent une grande quantité de fourrage pour le bétail à partir des opuntias alors que le recours à ce genre d'usage se limite à de timides tentatives d'utilisation des raquettes et des fruits, le tout séché pour obtenir un fourrage dit touchriht. La Touchriht est séchée au soleil pendant deux ou trois jours avant d'être donnée aux animaux surtout aux bovins. En dépit de son utilisation comme fourrage, les Mexicains ont en extrait de nombreux produits : le miel du tuna, des jus, du fromage de tuna et des boissons alcoolisées ; en Israël, on en fait des glaces (Mizrahi et Neved, 1997). Les jeunes raquettes sont aussi transformées en salade conditionnée dite Napolitos, ce produit est très apprécié des Américains qui en importent annuellement plus de 3 000 T du Mexique. (Chahid 1999).

Ces usages sont encore inconnus dans la région, d'autres utilisations étonnent les fellahs comme la production de confitures, de shampooings, d'assouplissants pour les cheveux, de crèmes hydratantes pour la peau, la production pharmaceutico-médicale, etc. En Israël, on utilise les dérivés des fruits comme remèdes contre le diabète, le cholesté-

rol, contre le dysfonctionnement de la prostate et des maux de reins. (Benrachid 1999).

2/ Agir pour organiser les flux commerciaux et pour conquérir d'autres marchés :

Si le prix d'un kilogramme de fruits atteint 3 dollars aux Etats Unis, une caisse de 30 kg est vendue à Mesti à sept dh, sachant que le calibre et la qualité de la variété Moussa sont plus importants que ceux des fruits produits dans d'autres pays. Sur le marché national, le cactus ba-amranien est loin de s'imposer, le système commercial actuel basé sur l'exposition de la récolte au bord de la route n'est pas efficace, vu la difficulté d'accès des camions aux exploitations, les intermédiaires se contentent d'acheter les fruits des vergers situés à proximité des routes et des pistes. Pour protéger les intérêts des riverains, l'Etat doit se charger du transport des récoltes ou aménager des pistes et de voies goudronnées pour faciliter la communication entre l'exploitation et le marché national.

Si le ba-amrani ne peut pas communiquer avec les marchés voisins, la Tunisie et l'Algérie exportent de faibles quantités d'opuntias vers les pays européens notamment la France. Le Maroc ne réalise que des opérations encore très timides : deux sociétés, (groupe Salam et Ourika fruits), installées à Paris importent ce produit (Aïssi 1999). Nous n'avons pas pu savoir si notre région participe à cette exportation. Le marché mondial du cactus est encore largement dominé par les pays qui ont une grande tradition dans ce domaine, ces pays développés ont les moyens pour imposer leurs règles et leurs prix sur le marché. Pour une commercialisation et un traitement industriel du fruit, les investisseurs et les services de l'Etat sont les seuls à avoir les moyens pour aider les fellahs à conquérir d'autres marchés pour écouler l'excès de la production abandonnée. Selon des rumeurs qui courent dans la région, une société portugaise serait intéressée par le cactus ba-amranien.

Conclusion :

Malgré la domination des techniques de production très rudimentaires, la culture d'Aknari se trouve parfaitement intégrée dans le système de l'exploitation traditionnelle de la région. Elle constitue la base de ces systèmes géographiques archaïques et le pilier de l'économie familiale, dans ces contrées où la céréaliculture, moins adaptée à ces conditions d'aridité, connaît de plus en plus de repli. L'opuntia a aussi montré son adaptation à des sols pauvres. Il s'agit même d'une plante à grand intérêt environnemental puisqu'elle contribue à la fertilisation des sols et à leur conservation contre l'agressivité érosive dont les sols de la région sont victimes.

Cette culture, plus adéquate pour cette région, qui fournit des fruits et le fourrage est confrontée à des contraintes causées par : le cadre archaïque des pratiques culturales (la fertilisation et les soins ne lui sont pas apportés), les conditions du milieu pénalisent cette culture (100 mm/an de précipitations s'ajoute la domination des terrains pauvres et accidentés), l'infrastructure routière ne favorise pas le commerce des Aknaris. Ce sont des

contraintes parmi tant d'autres expliquant la sous-exploitation des potentialités de production de la région. Quelles perspectives ? Quels efforts peut-on déployer pour moderniser ce secteur ? Peut-on mieux tirer profit de cette culture capitale ?

SIGNIFICATION DE QUELQUES MOTS UTILISES DANS LE TEXTE :

Achefri : (b) «Aiguillons» solides des raquettes du cactus, il désigne aussi le cactus épineux.

Aknari : (b) : Terme utilisé pour désigner à la fois la plante et la figue de cactus.

Aïssa : (b) Nom donné au fruit précoce d'aknari dans la région de Mesti.

Asboufi : (b) Ration alimentaire pour les bovins engraisés préparée par le mélange d'eau, de restes des repas, de la paille et les raquettes du cactus.

Moussa : (b) Nom donné au fruit tardif d'aknari dans la région de Sbouya.

Tallat ou fernal : (b) Euphorbe du roi Juba : c'est une plante arborescente fleurs jaunes.

Touchriht : (b) Le fruit est la pulpe coupée en quatre quartiers puis séchés pour nourrir le bétail.

Touzlem : (b) Ce terme signifie éplucher. Après l'avoir épluché le fruit d'aknari est séché au soleil.

BIBLIOGRAPHIE

Aïssi. et autres, 1994, Le cactus dans la région de Sidi Ifni, rapport de stage de 4^{ème} année en Horticulture, I.A.V. Hassan II, Complexe horticole d'Agadir, 55 p.

Anonyme. 1998, La culture du cactus : la situation actuelle et les perspectives de son développement, Rabat, fiche technique de M.A.D.R.P.M., Direction de la Production Végétale, p 12.

Anonyme. 1997, Figuier de barbarie, Rabat, Fiche technique de M.A.D.R.P., Direction de la Production Végétale, p 7.

Bakhchich. M. 1999, Contribution à l'étude du système d'élevage apicole dans la zone de Tiznit, Rapport d'accès au cadre d'ingénieur d'Etat, D.P.A de Tiznit, 29 p.

Benrachid. Kh. 1999, L'implantation du cactus : Mise au point des techniques d'enracinement des raquettes simples, mémoire de 3^{ème} cycle en Horticulture, I.V.A Hassan II, Agadir, 103 p.

Chahid. H. 1998, l'implantation du cactus opuntia effet de l'âge, du positionnement des raquettes et de l'apport d'eau, Agadir, mémoire de 3^{ème} cycle en Agronomie, I.V.A Hassan II, 71 p.

Chahid. H. 1996, La culture des Opuntias dans la région de Sidi Ifni : les facteurs qui influencent la floraison chez la variété Moussa dans la zone de Sbouya., Rapport de stage, 5^{ème} année en Horticulture, Agadir, Complexe Agronomique et Vétérinaire Hassan II, 24 p.

Kenny., L. 1997, le figuier de barbarie importance économique et conduite technique, Rabat, bulletin de liaison du programme national Transfert de Technologie Agricole MAMVA/DERD n° 35 1997, 8 p

Mizrahi. Y et Neved. A. 1997, Cactis as Crops, publications de l'Université Negev, Israël, Horticultural Reviews, Volume 18, Edition by Jules Janick pp 291-319.

Pimienta-Barrios. E. 1994, prickly Pear (opuntia ssp.) : a valuable fruit drop for the semi-arid lands of Mexico, Mexico, journal of Arid, volume 28, publications de l'université de Guadalajara, p 11.

Poupon. J.E. 1975, Cactus et ressources fourragères, fiche technique n° 2 M.A.R.A., Administration des Eaux et Forêts et de la Conservation des Sols, P.N.U.D et du F.A.O., 23 p.

Willali. L. 1997, Le figuier de barbarie, importance économique et conduite technique, Rabat, B L N P, Transfert de Technologie Agricole MAMVA/DERD n°35 Août 1997, 5 p.

CARACTERISATION PHYSICO-CHEMIQUE DES EAUX THERMOMINERALES DES MONTS DE LA CHEFFIA (EXTREME NORD EST ALGERIEN)

I. INTRODUCTION

L'étude des caractéristiques d'eaux thermo-minérales est souvent destiné à préciser les variations potentielles de leur qualité et de leurs origines (Tardy, 1980 ; Chevalier-Lemire et al., 1990) ou de présenter leur localisation (Djorfi, 1988,). Leur contamination par les eaux météoriques dont la pollution est souvent considérée comme le résultat d'une importante activité anthropique est, dans cette région, très limitée car très peu peuplée et l'agriculture, utilise des méthodes traditionnelles souvent imposées par le relief tourmenté.

Cet article présente les variations dans la distribution des paramètres physico-chimiques des eaux thermo-minérales des Monts de la Cheffia, analysés à partir de 6 campagnes de mesures réalisées entre 2001 et 2002 afin de mieux appréhender le fonctionnement de ces sources. L'analyse chimique d'échantillons d'eau prélevés dans 8 sites montre une variabilité des caractéristiques physico-chimiques dans l'espace et peu dans le temps. Pour obtenir une meilleure lisibilité des représentations graphiques des résultats d'analyse obtenus en évitant la quasi superposition des symboles induite par la faible variation temporelle, nous avons été amené à ne reporter qu'une partie des résultats.

II. CONTEXTE GEOLOGIQUE GENERAL

Les nombreuses études géologiques en Algérie avaient pour principal objectif d'en améliorer la connaissance afin de faciliter l'identification et la localisation de gisements (d'eaux souterraines, miniers, pétroliers,...). Selon les nombreux travaux qui existent (Joleaud, 1936 ; Kieken, 1961 ; Durand Delga, 1969 ; Raoult, 1974 ; Vila, 1980 ;...) la géologie de la région est très complexe en raison de nombreuses surfaces de chevauchement et de failles qui ont eu de nombreux rejeux et perturbent les successions de formations essentiellement sédimentaires surtout au cours des phases alpines.

Située dans la partie nord du craton africain, les formations géologiques se répartissent en grands ensembles sédimentaires :

1- La zone interne qui, dans le secteur, est surtout constituée par le socle kabyle, littoral, avec des massifs essentiellement métamorphiques anté-siluriens. Ce domaine est marqué par l'absence de formations du Mésozoïque et, localement, par une activité éruptive récente oligo-pliocène. La chaîne calcaire est surtout distinguée au S de Collo, plus à l'W. Les flyschs crétaqués, généralement allochtones, reposent sur les formations de la zone interne et la chaîne calcaire.

2- La zone externe comprend du N au S (Vila, 1980) : i) la zone ultra-tellienne aux formations bathyales du Crétacé et de l'Eocène et une série plus détritique au Sénonien et à l'Eocène ; ii) la zone tellienne s.s. est formée de Lias de plate-forme surmonté de Jurassique plus marneux, puis par le Crétacé qui, détritique, devient marneux à argilo-calcaire et enfin, l'Eocène aux marnes épaisses ; iii) la zone péni-tellienne dont les séries néritiques sont carbonatées et marneuses. Ces unités sont très souvent impliquées dans de vastes ensembles allochtones qui impliquent le Trias gypsifère. Ce dernier, largement présent dans la partie plus méridionale des Djebels, n'affleure que dans le secteur SE de la région examinée mais sa présence en profondeur est probable comme en témoignent la teneur en chlorures et en soufre des eaux de beaucoup de points d'eau (sources, cours d'eau).

3- Le Numidien (Oligocène à Burdigalien), est représenté par une formation essentiellement gréseuse comportant à la base et au sommet respectivement des argiles sous-numidiennes et des argiles associées à des marnes supra-numidiennes.

III. SOURCES ET LEUR CONTEXTE

La source Sidi Trad est localisée dans des formations gréseuses numidiennes à une dizaine de kilomètres à l'E de Zitouna. Le lit du cours d'eau matérialise bien une zone de cisaillement senestre N130 à pendage de 60°S d'une puissance minimale de 20 m dont les rejeux ont été multiples.

Toutes les autres sont dans la haute vallée de Hammam, à 15-20 km au SW de Zitouna. Celles de Beni Salah, de Latrèch et de Zatout ont leurs exsurgences

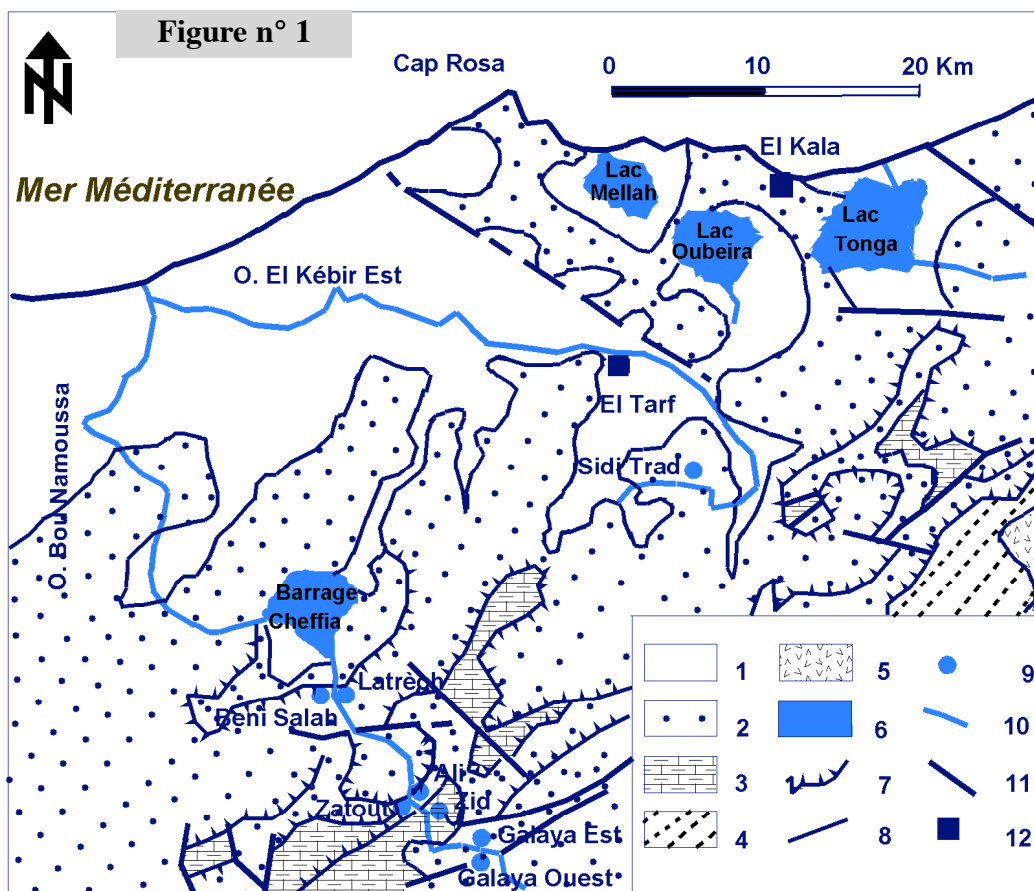
dans des formations argiles à blocs numidiennes mais toujours à proximité de surfaces tectoniques (nappe de charriage) alors que celle de Zid est associée à des marne-calcaires à la géométrie très complexe des unités ultra-telliennes (Vila, 1980). Nos investigations nous ont permis de localiser à proximité d'Hammam Zatout, des griffons méconnus ou abandonnés faute de chemins d'accès (Sidi Ali, Galaya Est et Ouest) et de leur emplacement dans des sites accidentés. Dans des argiles à blocs numidiennes, leurs exsurgences sont également associées à des surfaces tectoniques. Leurs eaux ont fait l'objet de mesures et d'analyses physico-chimiques pour la première fois en mars 2001. Galaya E et W, localisées seulement en période de basses eaux, dans le lit de l'oued Hammam, correspondent à deux plans d'eau de 1,5 m de diamètre, d'une profondeur n'excédant pas 30 cm et dont le fond est recouvert de résidus organiques. L'eau de ces sites comme la traduction littéraire de leur nom l'indique est « bouillonnante » par l'effet de dégazage au contact de l'atmosphère (CO₂,

tions traversées dans le bassin hydrogéologique des griffons. Ces valeurs sont faibles pour Sidi Trad, moyennes pour Beni Salah et élevées pour les autres (eaux salines).

Sidi Trad est caractérisé par le plus fort débit et Zid par le plus faible. Ce débit subit de faibles fluctuations annuelles. Cependant, comme le captage correspond à un tuyau enfoncé par battage, nous pensons que ces fluctuations sont plutôt dues au colmatage par les colloïdes organo-minéraux.

Les odeurs sont causées par la présence dans l'eau de substances volatiles (esters, alcool d'origine organique...). En dehors de la prépondérance de vapeur d'eau et du CO₂ contenue dans l'eau de Beni Salah, Latrèch, Zatout et Sidi Ali, les autres substances volatiles se manifestent discrètement. L'odeur d'œuf pourri caractéristique de Sidi Trad, témoigne de la présence d'hydrogène sulfuré (H₂S) d'origine interne.

V. 2 Paramètres chimiques



esters...). Par ailleurs, la température de l'eau est élevée, en dépit de leurs exsurgences dans le lit mineur d'un oued à l'air libre.

IV. MATERIELS ET METHODES

Dans le cadre de ce travail, un programme de surveillance des griffons connus des Monts de la Cheffia, Sidi Trad, Zatout, Beni Salah, Zid, Latrèch (Fig. 1) a été mis en place en 2001, à raison de trois campagnes par an (mars, juillet, octobre). Les paramètres physico-chimiques (pH, température et conductivité électrique) ont été mesurés in situ à l'aide d'une sonde multiparamètres (WTW). Les analyses chimiques ont été effectuées par absorption atomique à flamme pour les cations et par colorimétrie pour les anions.

V. RESULTATS ET DISCUSSIONS

V. 1 Paramètres physiques

La température est la principale caractéristique des eaux étudiées (tabl. I). Hammam Sidi Trad et Galaya se classent comme des sources hyperthermales alors que les autres (Zatout, Zid, Sidi Ali, Beni Salah et Latrèch) le sont comme exsurgences mésothermales.

La conductivité électrique, exprimée en millisie-mens par cm (mS/cm), est directement liée aux forma-

V. 2.1 Rapports caractéristiques

Le rapport Mg/Ca est caractéristique du parcours des eaux souterraines. Sa faible valeur traduit l'appauvrissement des eaux en Ca²⁺ (Chevalier-Lemire et al.,

Tableau 1

Griffons	CE mS/cm	T °C	pH	Débit l/S
Sidi Trad	0,5	60	7,57	0,90
Beni Salah	1,5	45	7,43	0,71
Latrèch	1,9	37	7,47	0,05
Zatout	2,2	46	7,32	0,36
Zid	2,3	40	6,72	0,09
Galaya W	2,7	68	6,35	/
Galaya E	2,7	69	6,59	/
Sidi Ali	3,2	42	6,44	0,19

1990) qui provoque une augmentation de la teneur en HCO₃⁻ (tabl. II).

Le rapport Na/Ca traduit l'enrichissement en sodium des sources de la région étudiée, exceptée celle de Sidi Trad.

Le rapport Na/K est de l'ordre de 47 pour l'eau de mer actuelle. Il est inférieur à 10 pour l'eau de pluie (Stournaras G. et al., 1989). Ce rapport scinde les griffons en trois groupes :

Suite en page5

CARACTERISATION PHYSICO-CHIMIQUE DES EAUX THERMOMINERALES DES MONTS DE LA CHEFFIA (EXTREME NORD EST ALGERIEN)

Suite de la page4

- o Sidi Trad, avec un rapport inférieur à l'eau de pluie
- o Sidi Ali, Beni Salah, Galaya E et Galaya W, avec un rapport inférieur ou voisin à l'eau de mer.
- o Zatout et Latrèch, avec un rapport très élevé.

V.2.2 Cations et anions majeurs

Les teneurs en Ca+Mg, Na+K, HCO₃+CO₃ et Cl+SO₄ (tabl. III) montrent que le principal radical acide est le bicarbonate pour les sources de Sidi Trad, Zatout, Beni Salah Latrèch et Zid et les chlorures pour toutes les autres. Le principal radical basique est le calcium pour la source de Sidi Trad (53 %) et le sodium (> 90 %) pour toutes les autres.

Les eaux des sources des Monts de la Cheffia présentent des teneurs en nitrates si faibles (le maximum très ponctuel ≤ 7 mg/l) que nous ne l'avons pas pris en compte dans les teneurs ci-dessus (Tardy, 1980). Ces eaux ont également de faibles teneurs en calcium (14 à 50 mg/l) et en magnésium (5 à 19 mg/l) par rapport à la minéralisation globale. Ces valeurs plaident en faveur d'une absence de pollution par les eaux de surface ou de subsurface.

V.2.3 Diagramme de Piper

Le report des résultats d'analyses sur un diagramme triangulaire (Fig. 2), montre que les eaux de :

- o Zatout, Zid, Beni Salah, Latrèch sont bicarbonatées sodiques,
- o Sidi Ali, Galaya E et Galaya W sont chlorurées

Tableau 2

Griffons	Na/K	Mg/Ca	Na/Ca
Sidi Trad	5,831	0,314	1,00
Zid	17,01	0,55	13,05
Galaya E	21,540	0,289	12,40
Galaya W	44,450	0,366	13,89
Beni Salah	49,320	0,707	18,01
Sidi Ali	50,13	0,41	12,18
Latrèch	226,800	0,165	17,40
Zatout	289,100	0,165	22,18

sodiques, les éléments ioniques obtenus proviennent probablement du lessivage des évaporites triasiques qui existent en profondeur,

- o Sidi Trad sont bicarbonatées calciques indiquant un contact important avec des calcaires sous-jacents et autochtones ou allochtones, non visibles à l'affleurement.

Le diagramme de Piper sépare distinctement les eaux de Sidi Trad des eaux des autres griffons.

V.2.4 pH

Le pH des eaux de ces sources présente des différences assez faibles (Tabl. 1), les valeurs obtenues étant de 7,00 ± 0,70. L'alcalinité des eaux de Beni Salah et Latrèch est probablement attribuable surtout aux bicarbonates et aux carbonates. La précipitation de car-

Tableau 3

Griffons	Ca+Mg meq/l	Ca+Mg %	Na+K meq/l	Na+K %	HCO ₃ +CO ₃ meq/l	HCO ₃ +CO ₃ %	Cl+SO ₄ meq/l	Cl+SO ₄ %
Sidi Trad	2,76	52,98	2,45	47,02	4,10	78,39	1,13	21,61
Sidi Ali	1,19	10,19	12,87	89,81	8,19	39,35	7,24	60,65
Zid	1,16	10,07	17,48	89,93	10,19	53,53	8,19	46,47
Galaya E	1,16	9,05	22,26	90,95	15,00	40,37	11,38	59,63
Galaya W	2,58	8,78	25,94	91,22	11,00	40,61	16,25	59,39
Beni Salah	2,46	8,46	25,57	91,54	11,14	53,08	16,29	46,92
Latrèch	2,82	6,22	24,85	93,78	10,90	55,44	16,80	44,56
Zatout	2,32	4,95	20,72	95,05	13,11	56,86	11,38	43,14

bonate de calcium que connaît Zatout, Sidi Ali, Zid, Latrèch est induite par le dégagement de CO₂ libre, qui se traduit par une diminution du pH montrant que l'eau de ces sites est incrustante.

V.3 Evolution des caractéristiques physico-chimiques

La confrontation de données ponctuelles les plus anciennes (1968) à diverses périodes de l'année avec

celles de 2001 obtenues sur des échantillons prélevés lors de périodes analogues (Tab. IV), montre que la température a peu varié, excepté celle de Zatout qui a perdu 5 à 6 °C. Entre autres, les débits de ce griffon et celui de Zid sont réduits de moitié.

La minéralisation des eaux a peu ou pas changé ; les eaux de Zid, Zatout et Beni Salah sont restées salines.

VI ANALYSE STATISTIQUE DES DONNEES

L'analyse statistique des données physico-chimiques - 10 variables, 34 individus - a été réalisée par l'ACP. La matrice des corrélations nous donne une première idée des associations existant entre les différentes variables telles que Na, Cl, HCO₃, SO₄ et CE (conductivité électrique). Ces paramètres sont relativement bien corrélés entre eux.

Les valeurs propres de la matrice des corrélations permettent de mesurer le pourcentage de la variance expliquée par chaque factoriel.

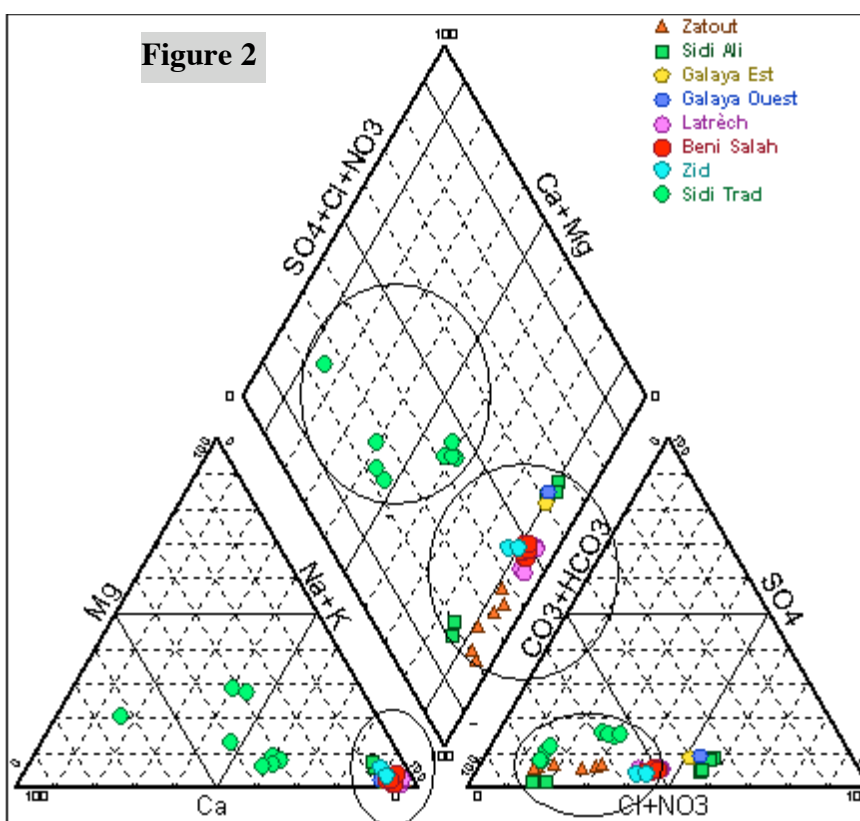
Nous apporterons une attention importante aux variables ayant une forte contribution positive ou négative à l'axe factoriel, ce qui facilitera la compréhension de la source de variabilité expliquée par cet axe.

Le premier plan factoriel s'est révélé suffisant pour traduire l'essentiel de cette inertie. Sur les graphiques issus de l'analyse factorielle figures 4 et 5, nous voyons des regroupements, des oppositions et des tendances directionnelles.

L'axe I exprime 66,09 % de la variance et oppose les éléments majeurs au pH et à la température. Il traduit l'augmentation de la dissolution des éléments avec la baisse du pH et de la température (Fig. 4). Il explique la minéralisation des eaux. Enfin, le calcium et les nitrates se différencient sur l'axe II qui exprime 10,90 % de la variance.

Les eaux des sources permet d'identifier une typologie à partir de leur minéralisation (Fig. 5) et nous avons celles de :

- o Sidi Trad se situent dans le domaine des eaux peu minéralisées et à température élevée ;
- o Sidi Ali, Galaya E et W sont riches en chlorures et en sulfate appartiennent aux eaux salines ;
- o Latrèch, Zatout, Beni Salah, et Zid sont riches en bicarbonate et pauvres en calcium. Il existe de petites variations à l'intérieur de ce groupe. Parmi celles-ci, celles de Zatout et Beni Salah sont plus acides et celles de Zid sont plus salines ce qui explique la position dans la partie négative sur l'axe II.



VII CONCLUSION

La solubilité des carbonates et des évaporites et la tectonique de la région font que ces formations sont des aquifères très importants. La structure géologique et les relations entre les diverses unités géologiques permettent les échanges directs d'eau, dont la manifestation essentielle est l'apparition de griffons. En l'absence de données hydrogéologiques et hydrodynamiques, le levé de la carte géologique et les analyses chimiques des eaux étaient les seuls moyens existants pour l'étude hydrogéologique de cette région.

Ce travail donne des observations intéressantes sur un ensemble de huit sources thermales du N E algérien. Dans les Monts de Cheffia, nous distinguons des eaux peu minéralisées à odeur d'hydrogène sulfuré, qui émergent dans le N du massif, dans les grès et des eaux salines au S, qui apparaissent dans les argiles à blocs et les marno-calcaires.

La projection des analyses d'eau des huit griffons, sur le diagramme de Piper, nous a permis en premier lieu de voir apparaître trois faciès d'eau. Sidi Trad est caractérisé généralement par le type bicarbonaté calcique. Les autres sources sont carbonatées sodiques ou chlorurées sodiques. La salinité des sources situées dans le sud du massif reflète la présence de formations triasiques (gypse, sel gemme, potasse) dans leur bassin hydrogéologique.

Le faciès géochimique qui domine est, pour les cations, Na > Ca > Mg et pour les anions HCO₃ > Cl > SO₄. Ce type reste constant quelque soit la période. Les faibles teneurs en calcium et magnésium plaident en faveur d'une absence de pollution par les eaux de surface ou de subsurface.

Une comparaison de l'évolution des mêmes données sur quatre de ces sources déjà mesurées en 1968 permet de constater une constance des propriétés chimiques.

L'étude de quelques paramètres d'identification des eaux thermominérales et l'utilisation de l'analyse en composantes principales montre un regroupement très net des individus issus de l'hydrolyse des évaporites et donc de la prééminence de ce phénomène dans la minéralisation des eaux.

Pour des réservoirs différents, nous observons dans le nord du massif une bonne constance de la teneur en

Tableau 4

Griffons	T °C	Débit/l/s	pH	CE ns/cm	Ca ²⁺ mg/l	Na ⁺ mg/l	HCO ₃ mg/l	Cl mg/l
Sidi Trad	61 60	1 0,9	7,4 7,6	0,6 0,5	40 42	81 48	244 250	60 25
Beni Salah	49 46	0,7 0,7	7,0 7,5	2,1 1,5	14 18	290 288	500 488	233 240
Zatout	46 39	0,6 0,4	7,0 7,3	2,6 2,2	20 14	510 376	915 939	235 100
Zid	42 40	0,2 0,1	8,7 7,3	2,8 2,3	40 30	560 436	665 842	550 350

Suite en page6

CARACTERISATION PHYSICO-CHEMIE DES EAUX THERMOMINERALES DES MONTS DE LA CHEFFIA (EXTREME NORD EST ALGERIEN)

Suite de la page 5

Tableau 5

	Ca	Mg	Na	K	HCO ₃	Cl	SO ₄	NO ₃	pH	T	CE
Ca	1,00										
Mg	0,32	1,00									
Na	0,59	-0,24	1,00								
K	0,14	0,60	0,27	1,00							
HCO ₃	0,26	0,03	0,70	0,60	1,00						
Cl	0,18	-0,18	0,86	0,13	0,30	1,00					
SO ₄	0,32	-0,35	0,70	-0,11	0,14	0,78	1,00				
NO ₃	0,52	-0,29	0,22	-0,32	-0,19	0,40	0,52	1,00			
pH	-0,51	-0,29	-0,45	-0,41	-0,18	-0,59	-0,55	-0,15	1,00		
T	0,51	0,20	-0,48	-0,21	-0,53	-0,30	0,09	0,18	-0,18	1,00	
CE	-0,38	-0,13	0,97	0,37	0,74	0,83	0,64	0,14	-0,48	-0,50	1,00

conditions hydrochimiques et géomorphologiques d'un terrain gypseux. Les sources de Drymos (Grèce occidentale). Annales de l'université de provence, tome XVI, n° 4, pp. 311-320.

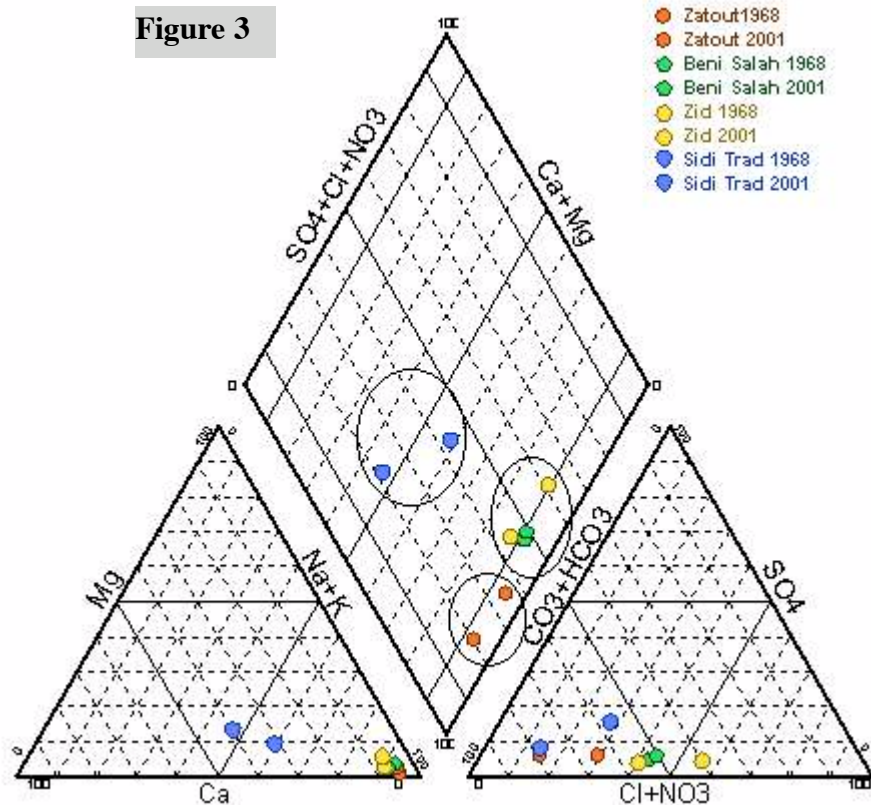
TARDY Y. (1980) - Géochimie des interactions entre les eaux, les minéraux et les roches. S.A.R.L. ELEMENTS édit. Tarbes, 199 p.

TRAVI Y., MUDRY J. (1997) - Méthode pour l'évaluation et la gestion du risque nitrate dans les aquifères de socle de la zone sahélienne d'Afrique de l'Ouest. BULL. B.R.G.M. n°1, pp. 13-21.

VILLA J.M. (1980) - La chaîne Alpine d'Algérie orientale et des confins Algéro-tunisiens. Thèse de doctorat ès sciences naturelles, Université Pierre et Marie Curie (Paris VI), 2 t, 665 p., 199 fig., 40 pl.

Fin

Figure 3



Na+K de l'ordre de 50% lorsque la minéralisation est faible et uniquement issue de l'hydrolyse des silicates. L'intervention dans le sud du massif de carbonates et d'évaporites entraîne une minéralisation élevée des eaux, qui se caractérise par une légère variabilité de la teneur en Na+K (89 à 96%) et la teneur en bicarbonate atteint le double de la valeur observée dans le premier réservoir, soit près de 80%.

thermales du nord-est algérien et leur importance socio-économique. Th. Doct. PhD, Univ. d'état d'Azerbaïdjan (URSS), 196p.

Djorfi S. (2004) - Etude des conditions lithostructurales et hydrogéologiques des sources thermominérales du nord-est algérien. Colloque Intern. Terre et eau, Univ. Annaba - Algérie, 4p.

DURAND DELGA M. (1969) - Mise au point sur la structure du Nord-Est de la Berbérie. Publ. Serv. Carte géol. Algérie, N.S., Bull. soc. Géol.fr., (7), xiii, p. 328-337, 7 fig., Paris.

Joleaud L. (1936) - Etude géologique de la région de Bône-la Calle. B.S.G.A. (2), n° 12, 199 p., 25 fig., 2 tabl., 4 pl.

RAOULT J.-F. (1974) - Géologie du centre de la chaîne numidique (Nord du constantinois, Algérie). Thèse Sc. Paris. Mém. Soc. géol. Fr., N.S., LIII, mém. n° 121, p 1-163, 62 fig., 9 pl.h.t., carte géol.h.t., Paris.

KIEKEN M. (1961) - Les traits essentiels de la géologie algérienne

STOURNARAS G., PANAGOPOULOS A., SOTIROPOULOU K. (1989) - La signification hydrogéologique des

Figure 4

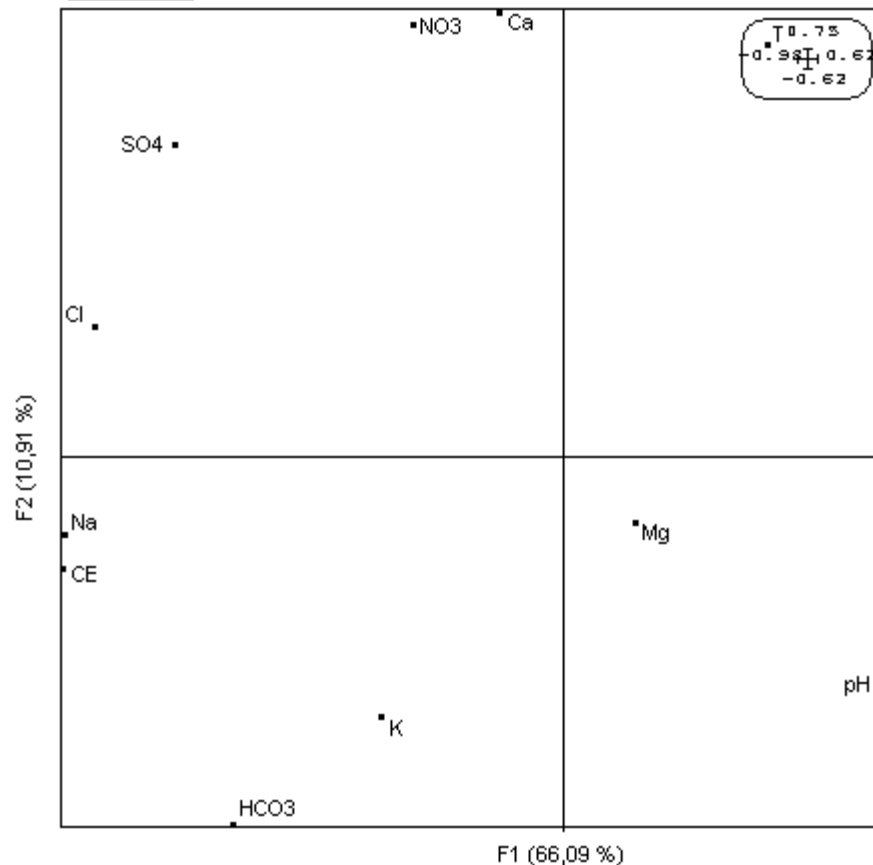
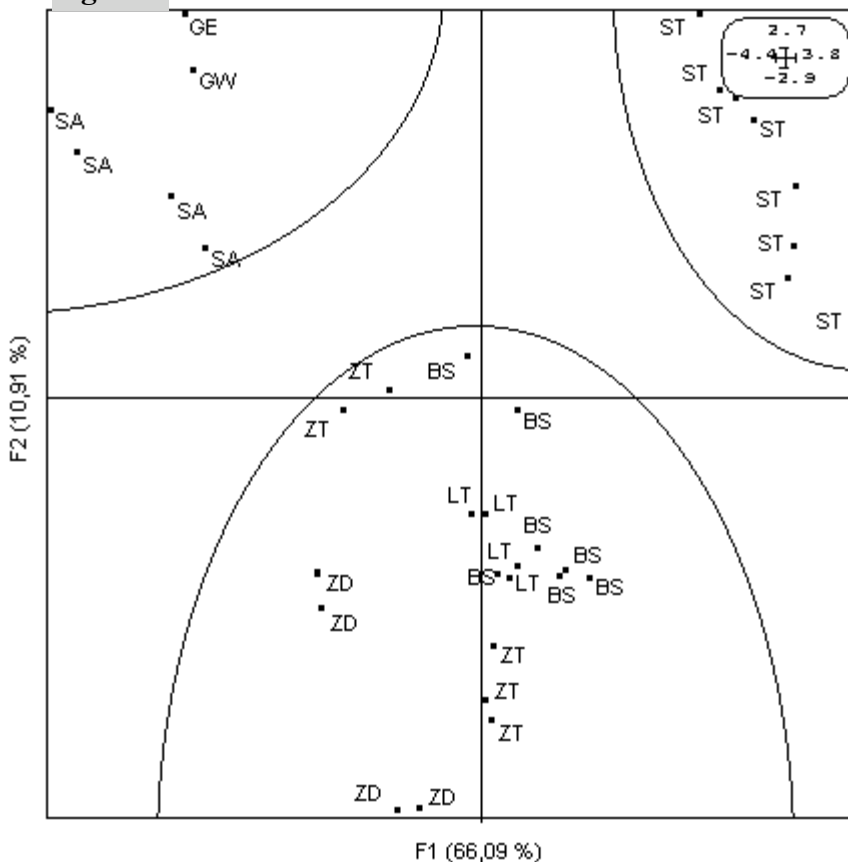


Figure 5



Références bibliographiques

ALLARD P. (1980) - Caractéristiques géochimiques des volatils émis par l'éruption volcanique de novembre 1978, dans le rift d'Asal. Bull. Soc. Géol. Fr. 22: 825-830

BARIA R., LANYON G.W. and HEARN K. (1983) - Microseismic fracture location system for the Rosemanowes Quarry HDR reservoir; -European community HYDR Geothermal Energy Research Evaluation Workshop, Brussels 30 June 1983.

BARRABE L. et DEICHA G. (1957) - Réanimation des magmas et interprétation de quelques particularités de leurs éléments de premières consolidations. Bull. Soc. Géol. Fr 7, 159

BESWICK J. (1983) -Drilling deep geothermal wells in Cornish granite. In Géodrilling APR. 1983, Camborne School Of Mines (1981-1983), Geothermal Energy Project, Bimonthly reports.

CHEVALIER-LEMIRE G., PIGASSOU R., RIGAILL R., VILMUS T. (1990) - Etude des variations naturelles du débit des sources thermales à Luchon (Haute-Garonne, France). BULL. B.R.G.M. n°4, pp. 287-296.

CUMMINGS R.G., ARUNDALE C.J., BIVINS R.L., BURNES H.S., DRAKER.H. AND NORTON R.D. (1982) - The use of hot dry rock geothermal resources for space heating, a case study : Los Alamos National Laboratory, Report LA 9541 MS.

DJORFI S. (1988) - Etude des eaux minérales et