

Pr. Hamidi Mansour

Hydrogéologie du continental intercalaire et du complexe terminal en domaine aride

(Atlas saharien occidental)



Pr. Hamidi Mansour

Hydrogéologie du continental intercalaire et du complexe terminal en domaine aride

(Atlas saharien occidental)



Avant-propos



Après 04 années d'investigation sur le terrain (1991 – 1994) durant lesquelles j'ai assumé en parallèle la fonction de chef de département de géologie appliquée, j'ai rejoint le laboratoire de géologie structurale et appliquée de Besançon où j'ai été accueilli par le Professeur J. Mania. J'ai ainsi pu m'initier aux techniques d'utilisation de logiciels ayant trait à la modélisation des écoulements souterrains et de la fracturation en milieu discontinu. Après avoir terminé mon stage de formation, je réintègre l'université d'Oran durant l'année 1997.

Deux années plus tard, j'accomplis le devoir sacré de tout musulman en me rendant à la Mecque.

Arrivé au terme de ce travail, il m'est difficile d'exprimer en quelques mots, tout ce que je dois au professeur P. Verdeil, emporté par une maladie et qui n'a pu hélas voir l'aboutissement de ce travail au quel il a grandement contribué.

Ma reconnaissance et mes remerciements s'adressent aux autorités de l'université, représentées par le Professeur A. Derbel, recteur de l'université d'Oran, le Docteur S.A. Amrani, vice recteur, chargé de la pos-graduation, le Professeur L. Mékahli, doyen de la Faculté des Sciences de la Terre, de Géographie et de l'Aménagement du Territoire ainsi que tous les collègues enseignants de Géologie.

Je ne saurais oublier les différents organismes d'état pour m'avoir facilité la tâche, particulièrement dans le domaine documentaire. Je citerais l'Agence Nationale de Ressources Hydrauliques (ANRH) d'Oran, les directions de l'Hydraulique de Wilaya (DHW) de Naâma et de Béchar.

J'ai beaucoup apprécié l'aide tant morale que scientifique de tous mes collègues lors de la rédaction de ce manuscrit. Je citerai en particulier Mr Dakkiche, Mr Zeroual, Mr Foukrache et Mr Nadji. Je n'oublie pas non plus toutes celles et ceux qui enseignants, personnel de soutien, m'ont apporté leur dévouement, leur soutien et leur amitié. Qu'ils

trouvent ici le témoignage de ma vive reconnaissance, en particulier Messieurs A. safa, M. Stamboul, A. Baïche, M.I Hassani, D. Mahamed, Melle Mebrouk, Melle Bakreti, Mme Berramdane.

Je ne pourrai oublier de citer la gentillesse et la bonne humeur des chauffeurs de l'université d'Oran lors de nos randonnées dans l'Atlas Saharien. Je remercie en particulier Miloud et Brahim, sans oublier la chaude hospitalité des populations Sahariennes.

Je tiens à rendre hommage et ma vive gratitude à ma femme, mes enfants, ma mère, mes beaux parents, mes frères, mes sœurs pour l'apport moral et leur soutien durant toutes ces années.

Je n'oublierais pas dans mes pensées un homme au grand cœur, mon père, parti un peu tôt sans avoir pu goûter avec moi à l'apothéose de ce travail. Pour cela, je pris le tout puissant de l'accueillir dans son vaste paradis.

Résumé

L'étude hydrogéologique des monts des Ksour a nécessité de prendre en considération des très grandes superficies pour arriver aux résultats attendus.

Vers l'extrémité occidentale des Monts des Ksour entre Béni Ounif et Oued Zoubia (ex Duveirier), les écoulements superficiels de direction Nord – Sud sont étroitement liés aux écoulements souterrains. Au niveau de la partie centrale (Aïn Séfra et Moghrar), le bassin bien hiérarchisé est caractérisé par des écoulements de direction Nord (vers Naâma), Ouest (vers Sfisifa) et Sud (vers Oued Namous). Au niveau de la partie orientale (El Abiodh Sidi Cheïkh – Brizina), le bassin pratiquement parallèle à la flexure Sud Atlasique, de direction Est – Ouest ne participe guère à l'alimentation des piémonts de la plate forme Saharienne.

L'analyse lithostratigraphique et structurale a permis de faire ressortir les grands traits de la géologie des Monts des Ksour, particulièrement les structures synclinales, formant de vastes plaines, comblées par des formations continentales du Crétacé inférieur et qui sont le siège des grands écoulements d'eau souterraines. Plus au Sud, séparées de l'Atlas Saharien par la flexure Sud Atlasique, les formations continentales post – Turoniennes, bien illustrées dans la région de Brezina (El Kohol) forment de grandes épaisseurs. Elles sont généralement discordantes soit sur le Turonien soit sur le *Continental Intercalaire*.

Parmi les principaux résultats de l'étude hydroclimatologique, on citera particulièrement l'apport par les précipitations, représentant une lame d'eau moyenne de 160 mm relative à l'ensemble de la zone cartographiée.

L'hydrologie de surface, basée en grande partie sur l'analyse des débits fréquentiels a pris en compte les grands émissaires descendant de l'Atlas Saharien Occidental. Elle nous a permis de dresser un constat, illustrant des apports capables d'alimenter 02 entités hydrogéologiques distinctes : domaine oriental, parcouru par les Oued Namous, Gharbi et Segguer, alimentant les piémonts de la plate forme saharienne (84 Mm³) et domaine occidental, drainé par la Zousfana et son affluent principal, alimentant la grande vallée de la Saoura (40 Mm³).

Les piémonts Sud des Monts des Ksour constituent un vaste système hydrogéologique jouant le rôle de carrefour entre le domaine Atlasique au nord et les

terrains de couches rouges du *Complexe Terminal*. Les caractéristiques des différents forages hydrauliques nous indiquent qu'on est en présence d'une nappe très complexe, contenue à la fois dans le Mio-Pliocène (*Complexe Terminal*) et dans le Barremo-Albo-Aptien (*Continental Intercalaire*).

La Hamada Sud Oranaise, par l'intermédiaire de l'entablement des calcaires Miocènes joue un rôle de relais, permettant de drainer les eaux souterraines, issues des piémonts de l'Atlas et de la nappe sous l'Erg vers la vallée de la Saoura. La grande source de Béni Abbès constitue l'exutoire par excellence de la nappe de l'Erg au droit de cette localité.

La Hamada du Guir peut constituer un Karst parsemé de Dayas qui joueraient le rôle de dolines. Nous aurions donc un ensemble de drains partant des différentes dayas et pouvant donner un conduit principal au droit des paléo-oueds. Nous n'aurons donc pas un ensemble continu mais un système de réseaux karstiques pouvant évoluer séparément.

L'apport de l'hydrologie isotopique confirme que les réserves héritées des pluviaux Quaternaires se trouvent mêlées à un apport sporadique actuel, particulièrement au niveau du Grand Erg Occidental. Seule la nappe de la Hamada du Guir est considérée comme fossile.

Les conditions d'émergence des sources dans les monts des Ksour sont liées à 02 origines, l'une structurale donnant naissance à des sources thermales d'origine profonde ; l'autre liée à la fissuration affectant les formations Jurassico-Crétacées. C'est dans les grès du *Continental Intercalaire* qu'on retrouve les sources les plus importantes.

L'étude hydrogéologique des synclinaux des Monts des Ksour a pu être menée en subdivisant le système en 03 grands faisceaux. Cela nous a permis de reconnaître les aquifères des différents synclinaux mais également d'identifier le rôle hydrodynamique de la faille Sud Atlasique depuis le Djebel Grouz (Béni Ounif) jusqu'aux confins du Djebel Tismert (El Abiodh Sidi Cheikh). Ainsi la cartographie hydrogéologique fait ressortir une liaison hydrodynamique entre les formations Jurassico – Crétacées de l'Atlas et le Mio-Plioquaternaire des piémonts de la plate forme Saharienne (Béni Ounif – Djenien Bourezk), à partir de la faille Sud Atlasique. Au niveau de la partie centrale des Monts des Ksour, les intercommunications se font à la faveur des couloirs (cuvettes synclinales), encadrés par les anticlinaux d'âge Jurassique. Ces derniers participent souvent à l'alimentation du *Continental Intercalaire*, en remontant le long des failles (Synclinal de Naâma). La partie orientale des Monts des Ksour (El Abiodh Sidi Cheikh) constitue un système hydrogéologique indépendant, représenté principalement par l'aquifère du *Complexe Terminal*. A ce niveau, la faille Sud Atlasique, d'un rejet dépassant 1000 mètres constitue une limite à flux nul.

Après avoir fait une synthèse des résultats des campagnes piézométriques et hydrochimiques relatives aux synclinaux des Monts des Ksour, nous avons présenté à partir d'un raffinement de méthodes de traitement performantes (imagerie spatiale, méthodes d'intégration et d'analyse des SIG) une cartographie thématique représentant les grands écoulements dans un Atlas Hydrogéologique. Il en ressort que la configuration des bassins hydrogéologiques est intimement liée à la présence de failles, dépassant ainsi le cadre de l'entité d'une carte géologique.

Mots clés : Cartographie, Continental Intercalaire, Complexe Terminal, Structures synclinales, Système aquifère,

Chapitre premier

Généralités

I – INTRODUCTION

Si sous un climat tempéré, il est relativement facile de préciser le périmètre d'alimentation d'une source ou d'un aquifère ; il n'en va plus de même sous climat semi aride, aride ou désertique. La répartition des pluies aussi bien dans l'espace que dans le temps, la faiblesse de leur volume global conduit dans de nombreux cas à s'interroger sur l'origine de la ressource, faut-il :

- Faire intervenir la superficie et admettre l'existence de bassin d'alimentation particulièrement étendu, renfermant des systèmes aquifères profonds aux structures et formations hydro-lithostratigraphiques complexes. Ces aquifères sont pour la plupart multicouches, à nappe libre et le plus souvent à nappe captive, intercalés par des formations semi perméables capacitives (Margat. 1991).

- Supposer un apport d'eaux anciennes emmagasinées lors de pluviaux Quaternaires, non par ce qu'elles ont été piégées et conservées dès leur pénétration dans le sous sol depuis les temps géologiques (du moins les âges préhistoriques), mais parce qu'elles se déplacent très lentement sur des trajectoires immenses jusqu'à moins d'un mètre par an (Margat. 1990, 1991, 1992). Leur renouvellement actuel est donc très faible.

En réalité, aucun système aquifère n'est totalement déconnecté du cycle général de l'eau ; ce qui explique la présence d'eaux météoriques actuelles dans les aires d'alimentation périphériques des bassins.

Nous serons donc amenés à prendre en compte de très grandes superficies, telles que les piémonts de la plate forme Saharienne (O. Namous, Zoubia, Rharbi et Sougguer), le bassin de la Saoura dans ses aspects généraux, le grand erg occidental et l'Atlas Saharien occidental (monts des Ksour). Les principales ressources en eaux souterraines sont localisées dans deux systèmes aquifères importants (fig. 01) :

- Le *Continental Intercalaire* dans les Monts des Ksour, représenté par des dépôts sablo-gréseux et sablo-argileux avec une puissance pouvant atteindre 1200 m à Labiod Sidi Cheikh.

– Le complexe terminal au niveau des piémonts et de la plate forme Saharienne (sous le grand erg occidental), défini par un empilement d'aquifères superposé attribué au Mio-Plio-Quaternaire.

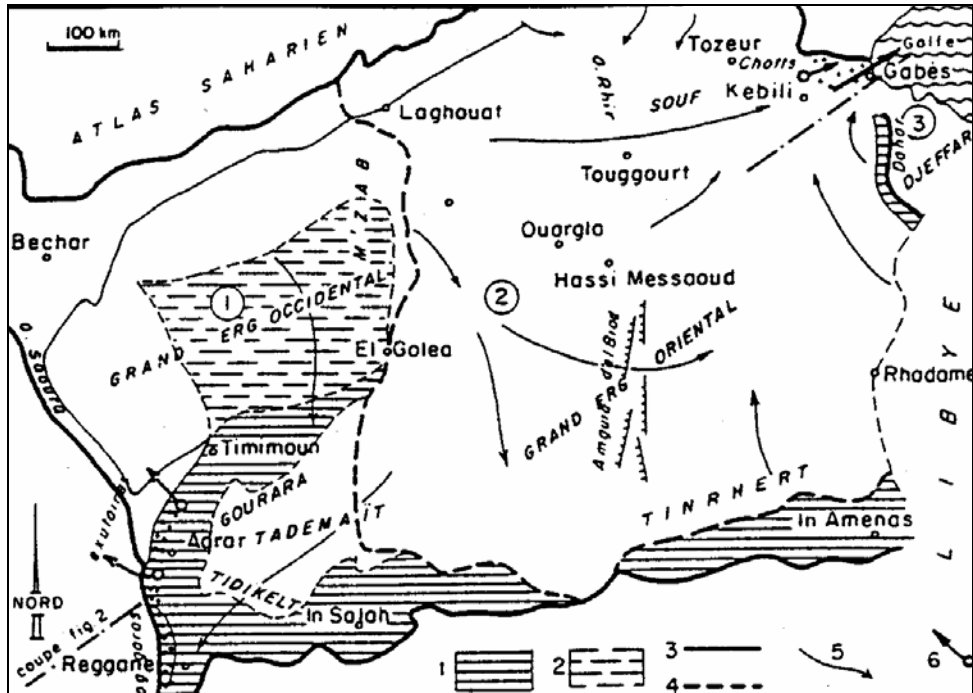


Fig. 01 – Cadre général des systèmes aquifères du *Continental Intercalaire* (CI) et du *Complexe Terminal* (CT)

1. Affleurements de la formation ; 2. Affleurements sous le Grand Erg occidental (drainance) ; 3. Limites du bassin hydrogéologique ; 4. Ligne de partage des eaux souterraines ; 5. Direction de l'écoulement souterrain ; 6. Exutoires principaux. 1 sous-bassin occidental ; 2 sous-bassin oriental ; 3 sous-bassin de la Djefara.

Aussi, avant d'évaluer les potentialités de ces aquifères, une réflexion et une optique régionale devaient être tentées. En effet, la définition des conditions aux limites, la connaissance des champs des potentiels hydrauliques et des paramètres hydrodynamiques, préalables incontournables nous amènent à appréhender des questions pertinentes telles que :

– Comment fonctionne la flexure Sud Atlasique du point de vue hydrodynamique le long du versant Sud des monts des Ksour ?

– Quel est l'impact de l'hydrologie superficielle Saharienne dans la réalimentation de la Plateforme ? S'agit-il d'une régénération continue des niveaux piézométriques par les crues de printemps ou simplement un apport négligeable qui s'estompe dans l'immensité Saharienne.

– Quel est degré de liaison relatif aux échanges verticaux (phénomène de drainance) entre les différents aquifères superposés, particulièrement entre le *Continental Intercalaire* et le *Complexe Terminal*.

A travers ces quelques interrogations, on admettra que les connaissances sont très fragmentaires, tant sur le nombre d'aquifères Jurassico-Crétacé d'une part (grès poreux et fissurés), Mio-Pliocène (formations argilo-sableuses ou grésocalcaire) d'autre part, sur la géométrie, les champs de potentiels hydrauliques, les paramètres physiques et hydrodynamiques, les conditions aux limites hydrogéologiques et enfin les éventuelles interactions entre les différents horizons aquifères.

Ainsi notre intention première était l'étude des aquifères des monts des Ksour, nous conduit de facto à une vue plus régionale, intégrant la vallée de la Saoura, les piémonts de l'Atlas Saharien et le Grand Erg

Occidental. La démarche que nous adoptons découle par la collecte et l'organisation des données hydrogéologiques disponibles du système réel, traduites en termes de propriétés physiques et hydrodynamiques, de conditions aux limites et de qualité de l'eau en vue de l'édification de schémas d'écoulement souterrain.

* L'identification et la géométrie des aquifères réside dans la sélection et la classification de chaque point d'eau selon l'âge et le nombre d'aquifères captés de manière à respecter l'aspect tridimensionnel de la stratigraphie et de la superposition des couches géologiques. Les données factuelles analytiques de base (NP) doivent être critiquées tant sur leur nature que sur leur précision, afin de les présenter sous la forme d'une information élaborée (carte piézométrique).

La première approche a été de reconstituer la géométrie des synclinaux des monts des Ksour par l'établissement de coupes et cartes structurales.

* L'étude hydrodynamique s'appuie d'abord sur l'aspect géologique (conditions de lithologie et de structure) et sur les considérations d'ordre hydrodynamique par l'analyse des données élaborées simples (isopièzes) et complexes (différence de potentiel entre deux aquifères). Elles nécessitent dans la mesure des données disponibles, la caractérisation de l'aquifère par le champ des paramètres hydrodynamiques qui régissent ses fonctions conduites et capacitatives.

* L'analyse des données chimiques et isotopiques permettra à corroborer les hypothèses formulées dans l'essai de définition et de compréhension du fonctionnement de chaque aquifère.

II – PRESENTATION GENERALE DU DOMAINE D'ETUDE

1 – Cadre géographique.

1 – 1. Les monts des Ksour dans leur contexte régional.

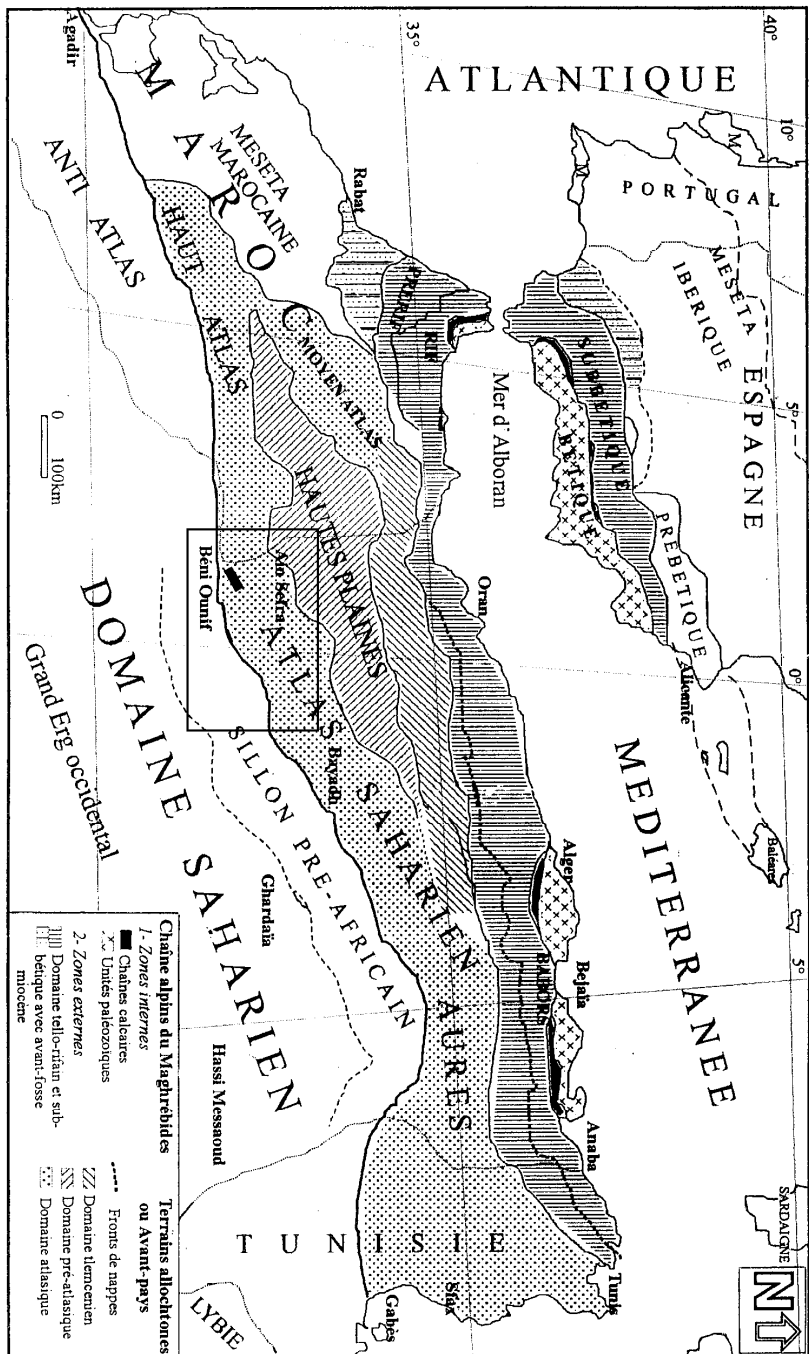
L'Atlas Saharien, chaîne montagneuse d'une longueur d'environ 1000 Km, orientée SW-NE, forme la troisième unité par référence à l'Atlas Tellien et les hauts plateaux. Intercalé entre le domaine Saharien au Sud, demeuré relativement stable au cours de l'orogénèse Alpine et le domaine Tellien au Nord à terrains plus allochtones, l'Atlas Saharien se raccorde à l'Ouest depuis le moyen et le haut Atlas Marocain jusqu'à la

bordure occidentale des Aurès à L'Est. Cette suite de chaînes forme un barrière naturelle géographique et climatique, séparée de la plate forme Saharienne avec beaucoup de netteté par une série d'accidents en coulisses de plis failles et de failles dont l'ensemble constitue ce que Laffitte (1939) a appelé « flexure Sud Atlasique ». Il s'agit en effet de l'accident Sud Atlasique allant d'Agadir au Maroc jusqu'à Gabès en Tunisie (fig. 2).

Au Nord, par contre l'accident Nord Atlasique, sujet de plusieurs interprétations ou accident Sud mésétien (Kazi-Tani 1986), constitue une discontinuité tectonique caractérisée par des changements rapides de direction qui affecte au Nord Ouest la chaîne de montagne depuis le Djebel Antar de Mecheria – djebel Dough dans les confins Algéro-Marocains au Sud Ouest de Forthassa gharbia.

Plus au Nord Est, cet accident se trouve ramené sur le flanc Ouest du Djebel Antar où un autre linéament tectonique Est-Ouest semble le déplacer vers l'Est.

L'Atlas Saharien constitue donc un édifice plissé Atlasique représenté par un grand linéament structural qui a permis à Ritter (1902) de le subdiviser en trois faisceaux de plis : les monts des Ouled Naïl (Atlas Saharien Oriental), le Djebel Amour (Atlas Saharien Central) et les monts des Ksour (Atlas Saharien Occidental).



Le domaine d'étude est limité à l'Est par les derniers contreforts de l'Abiod Sidi Cheikh, à l'Ouest par la frontière Algéro-Marocaine (Beni Ounif – Figuig), au Nord par les hautes plaines et au Sud par la plate forme Saharienne.

2 – Cadre géologique et structural.

Les monts des Ksour, selon une zonation transversale Nord-Sud proposée par SOFEPAL (1969) se subdivisent en trois zones :

- Zone pré-Atlasique (mecheria) à structure peu marquée et à faible relief topographique.
- Zone Atlasique (Aïn Séfra) fortement plissée. La limite entre les deux zones est soulignée par des rides anticlinales dominant le pré-Atlas correspondant à l'accident Nord Atlasique (Galmier, 1970).
- Zone pré-Saharienne (Béni Ounif), constituant l'extrémité méridio-occidentale des monts des Ksour.

Les affleurements, essentiellement Jurassiques, forment des structures anticlinales longues et étroites, séparés par de larges synclinaux où les affleurements gréseux du Crétacé inférieur constituent les grands systèmes hydrogéologiques.

Les alignements morpho-tectoniques sont l'expression en surface d'accidents profonds de la chaîne et traduisent également des failles inverses et des chevauchements (Haouche et Al. 2001). L'érosion différentielle a façonné les reliefs de façon à donner des cuestas et des anticlinaux érodés. Les fonds des synclinaux dominent en donnant des types perchés (Djebel Khoundjaïa).

La variété du style tectonique qui diversifie la région plissée des monts des Ksour a créé un relief monoclinal en éventail ou en pli coffré. Parfois le pli est de type diapir. Souvent le Trias salifère crée une échancrure au sommet de l'anticlinal et se répand sur les roches plus récentes (Dj. Chemarikh et Dj. Melah).

3 – Historique et état actuel des connaissances.

Les recherches géologiques dans l'Atlas Saharien ont débutées dans la deuxième partie du 19^{ème} siècle. On peut les subdiviser en 05 grandes périodes :

- Période d'exploration (1835 – 1889)
- Période Flamand, Cornet, Galmier et Bassoulet (1889 – 1973).
- Période récente, Douihasni, Mahboubi, Aït Ouali et Mékahli (1986 – 1998).
- Travaux d'ingénieurs sur les recherches hydrogéologiques (1992 – 2001).
- Les études hydrogéologiques.

3 – 1. Période d'exploration (1835 – 1889).

Les recherches préliminaires furent entreprises par **Pouyanne** et **Peran** de 1853 à 1874 et à ces deux auteurs que revient la reconnaissance du Crétacé dans la région de Tiout (Aïn Séfra).

Les monts des Ksour sont parcourus ensuite en 1857 par **Mares** qui attribua les grès

d'El Bayadh au Crétacé inférieur. En 1858, **Ville** signala les argiles à sel du Djebel Melah de Mecheria ; l'âge Triasique de ces dépôts argilo-salins ne sera admis que beaucoup plus tard en 1896 lors de la réunion de la société géologique de France.

3 – 2. Période Flamand, Cornet, Galmier et Bassoulet (1889 – 1973).

Les travaux de **Flamand** (1911) sur le haut pays de l'Oranie et sur le Sahara a servi de base pour toutes les recherches récentes. L'auteur présenta une importante thèse sur l'Atlas Saharien, le Tell et les régions frontalières Algéro-Marocaines, traitant plusieurs éléments dont la géomorphologie, la tectonique et la paléontologie.

Cornet (1949 – 1955) donna des précisions sur la stratigraphie de **Flamand** et réalisa une synthèse où il a employé le terme 'accident Nord Atlasique'.

Galmier (1951) défini et décrit cet accident. Dans la même année, **Dresney** montre que cet accident se prolonge au Maroc en bordure Nord du haut Atlas.

Thiebaut et **Cailleux** font une étude dans la région de Aïn Séfra et montrent l'existence de plusieurs concentrations statiformes de minerais de cuivre.

Lasnier (1965), contribua à l'étude stratigraphique et micropaléontologique du Jurassique des hautes plaines Oranaises et donna ainsi une stratigraphie plus complète du Jurassique.

Basseto (1967), présente une note consacrée au passage Jurassique-Crétacé dans le Djebel Lazreg de Laghouat. Dans la même année, **Lucas** et **Galmier** donnent des indications nouvelles sur la bordure méridionale de l'Atlas Saharien.

Galmier (1970), réalisa 09 cartes photo-géologiques au 1/100.000° qui donnent une vue d'ensemble sur la tectonique des monts des Ksour. Dans la même année, **Busson** réalise une synthèse fondamentale sur le secondaire Saharien et met en évidence les différences et les ressemblances entre le domaine Saharien et le domaine Atlasique.

Bassoulet (1973), présente une étude essentiellement stratigraphique du mésozoïque des monts des Ksour. Il établit une subdivision en 04 principaux ensembles lithostratigraphiques qui sont en liaison avec l'évolution sédimentaire du bassin. Il s'agit d'argiles versicolores gypsifères et salines accompagnées de basaltes (Trias), d'une série épaisse carbonatée avec des marnes au sommet, d'un ensemble détritique argilo-gréseux à passées carbonatées (Bajocien supérieur-Jurassique supérieur) et enfin des argiles dolomitiques puis à gypses surmontées par les calcaires (Vraconien-Turonien).

3 – 3. Période récente (1986-1998).

Dans sa thèse de doctorat 3^e cycle, **Douihassni** (1976) complète la partie stratigraphique de **Bassoulet** et donna une importante analyse structurale sur les monts des Ksour, en signalant l'existence d'une tectonique superposée.

Mahboubi (1983), réalisa sa thèse sur les terrains post-Aptiens et Tertiaire de la bordure méridionale du Djebel Amour.

Kazi-Tani (1986), présenta une synthèse géodynamique de la bordure Nord-Africaine en se basant sur une approche mégaséquentielle et montra deux phases dans l'évolution dynamique et paléogéographique :

- La première phase transgressive du Trias au Lias moyen.
- La deuxième phase régressive du Toarcien à l'Oxfordien.

Aït Ouali (1991), présente dans sa thèse un travail important. Il s'agit en effet des rifting des monts des Ksour et la diagenèse des formations carbonatées du Lias. Cet auteur réalisa une étude sédimentologique et géodynamique ainsi qu'une analyse stratigraphique basée sur une approche séquentielle et distingua 04 formations permettant à cet auteur la mise en évidence des stades précoces rattachés au modèle d'évolution classique des auteurs et des stades tardifs liés à l'histoire dynamique du bassin des Ksour.

Ouali Mehadji (1995), réalise dans sa thèse de Magistère une étude paléontologique, écostratigraphique et environnementale sur les brachiopodes des Monts des Ksour du Bajocien supérieur et le Bathonien inférieur.

Mekahli (1998), présente dans sa thèse de doctorat d'état l'évolution dynamique des monts des Ksour de l'Hettangien au Bajocien. Il a pu établir la paléogéographie par l'application de nouvelles méthodes de la stratigraphie séquentielle.

Mekkaoui (2000), établi dans sa thèse de magistère une étude géodynamique de la bordure du sillon Atlasique (Dj. Grouz) et la plate forme Saharienne (Charef-Fendi) au Jurassique inférieur et moyen.

Yelles Chaouche et Al (2001) à partir des données sismiques et géologiques du domaine pré Atlasique ont pu identifier les différentes phases d'ouverture du bassin des Ksour.

Salhi (2002), dans sa thèse de Magistère présente un travail important sur l'évolution paléogéographique et dynamique de la bordure méridionale du sillon Atlasique au cours du Lias et du Dogger.

3 – 4. Les études hydrogéologiques.

On peut les subdiviser en 03 groupes de données : les rapports inédits, les mémoires d'ingénieur et les études géophysiques :

- **Rapports inédits** : la plupart des travaux ont été réalisés avant l'indépendance avec pour objectif principal la recherche et l'exploitation des eaux souterraines dans les régions sahariennes. On citera particulièrement ceux de **A. Cornet** (1947-1952-1973), **J. Dubief** (1953-1963), **G. Cheylan** (1952-1955), **M. Combes** (1966), **M. Bourgeois** (1959) et **G. Medinger** (1961).

- **Mémoires d'ingénieurs** : il s'agit d'encadrements sous ma direction d'un certain nombre d'étudiants ayant soutenu leur mémoires d'ingénieur durant la période 1991-2001. Ce sont des études hydrogéologiques et hydrodynamiques sur les formations gréseuses du *Continental Intercalaire* au droit des différentes structures synclinales des monts des Ksour et des piémonts de la plate forme Saharienne :

N. Yousfi et C. Aït Ahmed (1991), contribution à l'étude hydrogéologique de la grande source et de la Palmeraie de Béni Abbes (Sahara Nord occidental).

B. Bekhedda (1992), contribution à l'étude hydrogéologique du synclinal de Béni-Ounif (partie méridio-occidentale des monts des Ksour).

A. Rahmani (1993), contribution à l'étude hydrogéologique du synclinal des gouttières synclinales El Handjir – Aïn Séfra – Tiout (partie centrale des monts des Ksour).

A. Driss et O. Sellah (1995), contribution à l'étude hydrogéologique du synclinal de Naâma (partie centrale Est des monts des Ksour).

A. Bouguern (1996), étude hydrogéologique du synclinal de Asla (partie centrale des monts des Ksour).

O. Kheddoum (1998), contribution à l'étude hydrogéologique du synclinal d'El Abiodh Sidi Cheikh (partie méridio orientale des monts des Ksour).

B. Kradchi et K. Mesbah (2001), essai de synthèse cartographique des écoulements souterrains des structures synclinales des monts des Ksour (Atlas Saharien occidental).

- Les études géophysiques : contribution des études géophysique par prospection électrique pour la reconnaissance des aquifères des structures déprimées des monts des Ksour. Il s'agit particulièrement des entreprises algériennes (ALGEO) et étrangères (CGC, STROJEXPORT).

III – LES GRANDS ENSEMBLES GEOMORPHOLOGIQUES

1 – Le réseau hydrographique

Le réseau hydrographique est peu développé vers le Nord, débouchant généralement vers les Chotts et les Dayas (zones d'absorption des eaux de ruissellement), les oueds (drains naturels des aquifères) et les Sebkhas (cuvettes à fond salé). Au Sud, le réseau est plutôt dense avec des émissaires traversant pratiquement tout l'Atlas Saharien occidental.

On distinguera d'Ouest en Est l'Oued Zousfana relayé par la Saoura, l'Oued Namous, l'Oued Gharbi et l'Oued Segguer.

La figure n°4 permet d'illustrer leur cheminement à travers l'Atlas Saharien occidental.

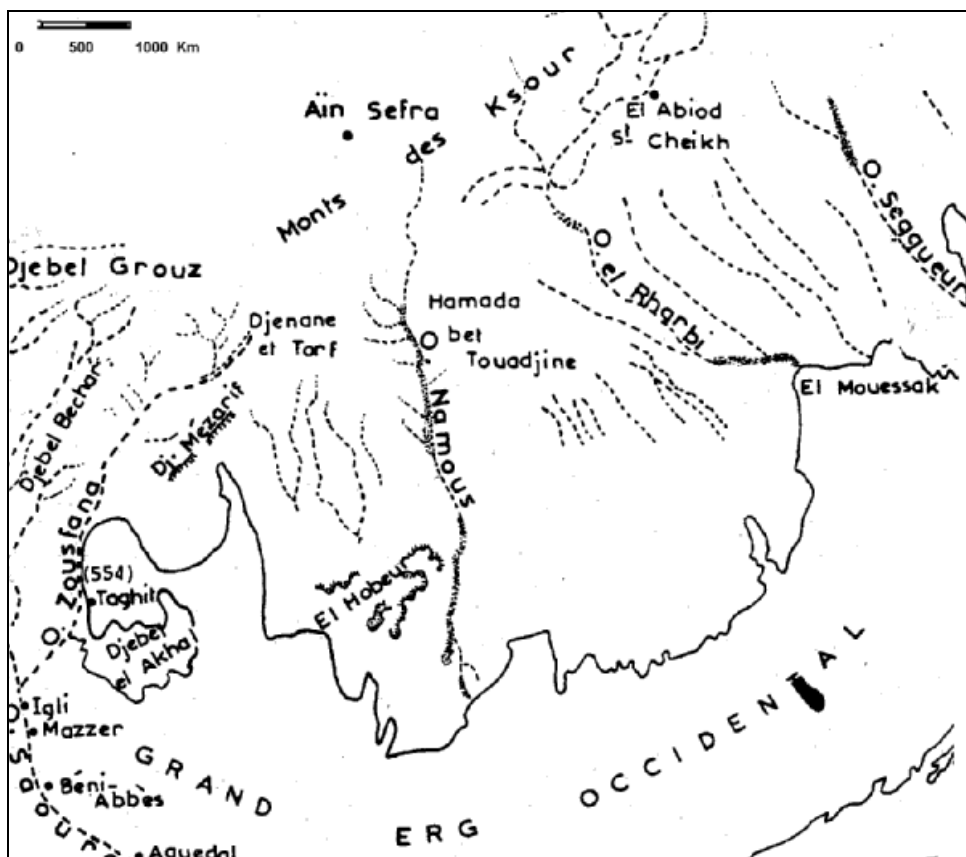


Fig. 04 – Le réseau hydrographique (Institut géographique géographique)

1 – 1. Bassin de la Saoura (fig.05)

Né à Igli, de la confluence du Guir et de la Zousfana, l'oued Saoura s'enfonce rapidement vers le Sud sur plus de 500 km. Branche maîtresse du système, le Guir prend sa source au niveau du haut Atlas Marocain dans l'Aït Serhouchen, sur les flancs de Djebel Mesrouh à 2642 mètres d'altitude ; il reçoit en rive gauche l'oued Bouânane qui draine le djebel Meschakour (2121 m) et Mezimine (1742 m) puis s'enfonce rapidement vers le Sud où ses eaux seront régularisées au niveau du barrage construit dans les gorges du Djorf Torba à proximité de Kanadza.

L'oued Zousfana prend sa source dans la partie occidentale des monts des Ksour, sur le flanc Ouest du Djebel Amour (1883 m) et le revers méridional du Djebel Rhaïz (2160 m). Il prend à partir de Djenen Ed Dar une direction SSW, bordé par le Grand Erg Occidental sur sa rive gauche. En amont de Taghit, Gautier (1928) a montré que la Zousfana coulait dans un chenal Quaternaire bien individualisé par un système de terrasses.

Passé Igli et jusqu'aux gorges de Foum El Kheneg, le lit de la Saoura se limite à un

The map illustrates the Oued Saoura region, showing the river's path through various terrain features. The KAHAL ER RAODI and TABELBALA are prominent areas. The Jbel Sahel and Maghar Tachent are located in the north. The map includes a grid of latitude and longitude lines, and a legend in the bottom left corner.

Legend:

- ① 1000m
- ② 500m
- 0 25 50 75 km

Oued Saoura

18

1 – 2. Bassin de l'oued Namous (fig. 6a)

L'oued Namous prend sa source à 1900 mètres d'altitude dans les monts des Ksour. Après une centaine de kilomètres d'un parcours montagneux durant lequel il reçoit des affluents importants (Sfissifa, Tiout, Moghrar), il débouche en région Saharienne en aval de Moghrar Tahtani, vers 800 m d'altitude. En amont de son confluent avec El Moghrar au niveau des piémonts Atlasiques, la pente diminue et l'oued s'étale (Oglet el Djedida). Légèrement en amont de Hassi Maâmoura, la pente augmente et l'oued coule dans une large vallée, creusée dans la Hamada où son lit s'ensable progressivement. L'oued Namous atteint le Grand Erg Occidental dans la région de Kheloua Sidi Brahim et se perd dans les sables vers Hassi Boukhelala, soit à 370 km de son origine.

1 – 3. Bassin de l'oued Gharbi (Fig. 6b)

A son débouché dans le Grand Erg Occidental, l'oued Gharbi atteint 14600 km². Son bassin peut être limité au confluent des deux branches formées par les oueds Chergui et Kreroua ; sa superficie se réduit à 7800 km². Il prend naissance dans la partie orientale des monts des Ksour à 1500 m d'altitude. Son entrée en région Saharienne commence à Labiodh Sidi Cheikh ; il se poursuit dans la gouttière Saharienne jusqu'au confluent avec le Chergui (800 m) après 130 km de parcours. A partir de là, l'oued s'étale et s'ensable dans une région qui peut marquer un de ses anciens niveaux de base.

Un peu plus au Sud, il quitte la gouttière Sud Atlasique pour traverser la Hamada. Après 240 km de parcours, il débouche sur le Grand Erg Occidental. Son affluent principal, le Chergui, draine toute la partie occidentale du bassin. Il collecte aussi les petits bassins montagneux plus ou moins marécageux (région d'Asla).

1 – 4. Bassin de l'oued Seggueur (Fig. 6c)

Prend sa source dans la région d'El Bayadh à 1800 m d'altitude sous le nom de Ghassoul puis de Mouilah. Il gagne la région de Brezina où il prend son nom de Seggueur. En amont de cette dernière région, il s'étale dans la Daïet el Annz et el Maï. Ayant franchi la Hamada, l'oued débouche sur le Grand Erg Occidental à Guerinnet el Kchala, 180 km plus loin. Le bassin théorique de l'oued Seggueur peut s'étendre sur 8900 km² ; sa superficie se réduit à 3900 km² si on le limite à la hauteur de Brezina.