

N° d'ordre :

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed

Faculté des Sciences de la Terre et de l'Univers

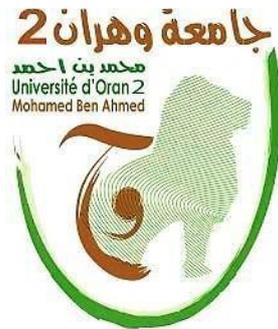
Département des Sciences de la Terre

Mémoire de Fin d'étude :

Présenté pour l'obtention du Grade

Master en géologie

Option : Géologie des Bassins Sédimentaires



Thème :

Evolution des assemblages de foraminifères benthiques des dépôts diatomitiques de la terminaison occidentale des Beni Chougrane (Sig, Bassin du Bas Chéelif).

Présenté par :

RAMI BOUCHRA

Soutenu le : 11 / 10/2021, devant la commission d'examinations :

Mr. Mansour	Professeur	Université d'Oran2	Président.
Mr. Atif	MCA	Université d'Oran2	Examineur.
Mr. Belhadji A .	MAA	Université d'Oran2	Rapporteur.

Oran, 2021

AVANT-PROPOS

Avant tout, je remercie DIEU le tout puissant qui m'a donné le courage et la santé afin de réaliser ce modeste travail.

Tout d'abord, je tiens à exprimer ma gratitude envers Monsieur **Mr. BELHADJI A.**, Maître-assistant « A » à la faculté des Sciences de la Terre et l'Univers Université d'Oran2, pour avoir accepté de m'encadrer. Je lui remercie aussi de m'avoir fait bénéficier de ses connaissances et de ses critiques qui m'ont beaucoup aidé à l'amélioration de ce travail.

Je tiens à remercier pleinement **Mr. MANSOUR.B** Professeur à faculté des Sciences de la Terre et l'Univers Université d'Oran2, de m'avoir fait l'honneur de présider ce jury.

Mes sincères remerciements s'adressent à **Mr ATIF K. F. T.**, Maître de conférences « A » à faculté des Sciences de la Terre et l'Univers Université d'Oran2, pour avoir accepté d'examiner ce travail.

Je désire aussi remercier l'ensemble des enseignants du Département des Sciences de la Terre, en particulier ceux de la filière géologie des bassins sédimentaires, qui m'ont fourni les outils pédagogiques nécessaires à la réussite dans mes études universitaires.

Je remercie chaleureusement **Mes parents** qui m'ont toujours soutenus dans cette aventure et n'ont reculé devant aucune épreuve. Je leur serai toujours reconnaissante pour tout ce qu'ils ont bien voulu faire de moi. Je salue ici toutes leurs déterminations, leurs efforts et leurs sens du sacrifice.

Je ne saurais oublier de remercier le reste de ma famille en particulier mon frère **Ammar** et ma sœur **Hidayet** pour leur soutien inconditionnel.

Je tiens énormément à remercier mes amis et mes camarades de promotion pour leur soutien pendant toute la période de ce mémoire, Nous avons passé des moments que je n'oublierai jamais. Je tiens à remercier spécialement mes collègues **Boulenouar M.**, **Maazouz A.**, et **Houat A.** qui m'ont beaucoup aidé pendant le parcours académique et pendant la période de préparation du mémoire.

Résumé

La formation diatomitique messinienne de la terminaison nord-occidentale des Beni Chougrane (50 Km au Sud Est de la ville d'Oran), a fait l'objet d'une étude lithostratigraphique et paléocéologique à partir des foraminifères benthiques.

Sur le plan Lithostratigraphique, la formation diatomitiques des coupes de Chabet En Naga et Hammar Semmoumet repose de façon continue sur une formation de nature marno-calcaire. Sa diversité faciologique à permis de la subdiviser en trois membres. La présence de *Globorotalia miotumida* gr. dans les premiers niveaux de cette formation a confirmé son rattachement à l'étage Messinien (Poignant et Moissette, 1992 ; Chatri, 2020).

L'étude quantitative des foraminifères benthiques des deux coupes a permis la distinction de trois assemblages. Ces derniers traduisent une évolution bathymétrique d'un étagement circalittoral haut à un circalittoral bas puis le retour vers l'étagement infralittoral. Ces assemblages indiquent dans l'ensemble la persistance d'un environnement marin ouvert bien oxygéné et à salinité normale. L'abondance des formes endobenthiques (*Brizalina*, *Uvigerina*) dans le second membre (alternance marno-diatomitique) traduit une alimentation du milieu par de la matière organique probablement d'origine marin.

Mots-clés : Chabet En Naga, Hammar Semmoumet, Diatomites, *Globorotalia miotumida* gr., Messinien, Assemblages benthiques, Bathymétrie, Beni Chougrane, Bassin du Bas Chélif.

Abstract

The Messinian diatomite formation of the north-western end of the Beni Chougrane (50 km south-east of the city of Oran), has been the subject of a lithostratigraphic and paleoecological study from benthic foraminifera.

On the lithostratigraphic level, the diatomite formation of the sections of Chabet En Naga and Hammar Semmoumet is continuously based on a formation of a marl-limestone nature. Its facial diversity has allowed it to be subdivided into three members. The presence of *Globorotalia miotumida* gr. in the first levels of this formation confirmed its attachment to the Messinian stage (Poignant and Moissette, 1992; Chatri, 2020).

The quantitative study of benthic foraminifera from the two sections allowed the distinction of three assemblages. These reflect a bathymetric change from a high circalittoral stage to a low circalittoral stage, then a return to the infralittoral stage. These assemblages generally indicate the persistence of a well oxygenated open marine environment with normal salinity. The abundance of endobenthic forms (*Brizalina*, *Uvigerina*) in the second limb (marno-diatomite alternation) reflects a diet of the environment with organic matter, probably of marine origin.

Keywords: Chabet En Naga, Hammar Semmoumet, Diatomites, *Globorotalia miotumida* gr., Messinien, Benthic assemblages, Bathymetry, Beni Chougrane, Bas Chélif basin.

SOMMAIRE

Avant-propos

Résumé

Abstract

CHAPITRE GENERALITES

I-	Introduction.....	1
II-	Cadre géographique général.....	1
	1-Bassin du Bas Chélif.....	1
	2- Monts des Beni Chougrane.....	2
	3- Région de Sig.....	2
III-	Cadre géologique général et structural.....	3
	1- Bassin du Bas Chélif.....	3
	2- Monts des Béni Chougrane.....	4
	3- Région de Sig.....	4
IV-	Historique.....	5
V-	Méthodologie de travail.....	6
	1- Sur le Terrain.....	6
	2-Au laboratoire.....	6

CHAPITRE II : LITHO-BIO-STRATIGRAPHIE

I-	Introduction.....	8
II-	Coupe de Chabet En Naga.....	8
	1-Localisation.....	8
	2-Description lithologique.....	8
III-	Corrélation entre les coupes de Chabet En Naga et Hammar Semoummet.....	13
	1-Formation marno-calcaire.....	13
	2-Formation diatomitique.....	13
IV-	Assemblages planctoniques et attribution biostratigraphique.....	15
	1- Assemblages planctonique.....	15
	2- Attribution biostratigraphique	15

CHAPITRE III : PALEOECOLOGIE

I.	Introduction.....	16
II.	Ecologie de principales formes benthiques.....	16
III.	Méthodologie.....	17

IV. Analyse quantitative.....	17
1- Répartition verticale des foraminifères benthique de Chabet En Naga.....	17
2- Assemblages benthiques de la coupe de Chabet En Naga.....	20
3- Répartition verticale des foraminifères benthique de Hammar Semoummet.....	23
4- Assemblages benthique de Hammar Semoummet.....	26
5- Comparaison paléoécologique et paléoenvironnementale entre les coupes de Chabet En Naga et Hammar Semoummet.....	27
CONCLUSION GENERALE.....	29
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	
LISTE DE FIGURES	

Chapitre I
Généralités

I-Introduction :

Les terrains messiniens forment une partie assez importante de la sédimentation néogène de l'Algérie nord-occidentale. Ils se distinguent dans le Bassin du Bas Chélif par des dépôts essentiellement carbonatés (Saint Martin, 1987) sur les marges et des dépôts évaporitiques dans les zones centrales (Rouchy, 1982). Les études géologiques entreprises sur ces terrains ont permis leur caractérisation stratigraphique, paléoécologique et paléoenvironnementales.

Ce travail consiste à réétudier la succession messinienne de la coupe de Chabet En Naga (Djebel Touaka) située dans la partie nord de la wilaya de Mascara à environ 50 km au sud-est d'Oran. Cette coupe a été analysée auparavant par de nombreux chercheurs (Saint Martin, 1987 ; Poignant et Moissette, 1992 ; Mansour et *al.*, 1995 ; Rouchy et *al.*, 2007).

Cette étude comporte un levé de coupe avec une description des principales unités lithologiques afin d'établir un cadre lithostratigraphique. L'analyse des assemblages de foraminifères planctoniques et benthiques, issues des prélèvements des niveaux meubles, permettra de donner des précisions biostratigraphiques et paléoécologiques. Enfin une corrélation sera tentée entre la présente coupe et celle de Hammar Semoumet (Chatri, 2020).

II- Cadre géographique général :

1- Bassin du Bas Chélif :

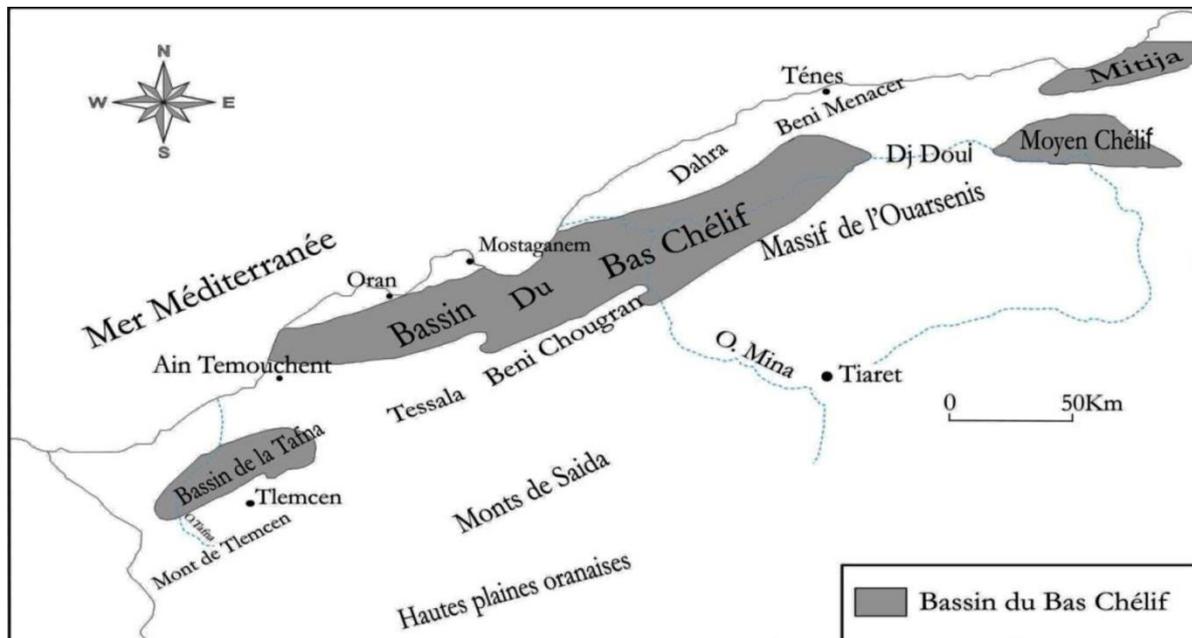


Fig.1 : Situation géographique du bassin du Bas Chélif

Le bassin du Bas Chélif est considéré comme le plus important bassin néogène sublittoral de l'Algérie nord-occidentale. Il se présente comme une vaste gouttière de 200 ×

60 km orientée ENE-OSO (Rouchy, 1982). Il s'étend depuis la région d'Oran à l'Ouest jusqu'à celle de Chlef à l'Est.

Ce bassin a pour limite sud les monts de Tessala, Beni Chougrane, Ouled Ali et le massif de l'Ouarsenis. Au nord, il est bordé par les massifs littoraux oranais (Murdjajou, Arzew), du Dahra et des Beni Menacer (Fig.1).

2. Monts des Beni Chougrane :

Les monts de Beni Chougrane constituent une partie de la chaîne montagneuse tellienne méridionale de l'ouest algérien. Ils sont limités à l'Ouest par les monts des Tessala et Ouled Ali, à l'Est par le massif de l'Ouarsenis, au Nord par la plaine de l'Habra et au sud par les monts de Ghriss (Fig. 2).



Fig .2 : Situation géographique des monts des Beni Chougrane.

3-Région de Sig :

La région de Sig est située dans la partie sud-ouest du bassin du Bas Chélif et plus précisément sur la bordure nord-occidentale de Béni Chougrane à environ de 50 km au Sud-est de la ville d'Oran (Fig.3).

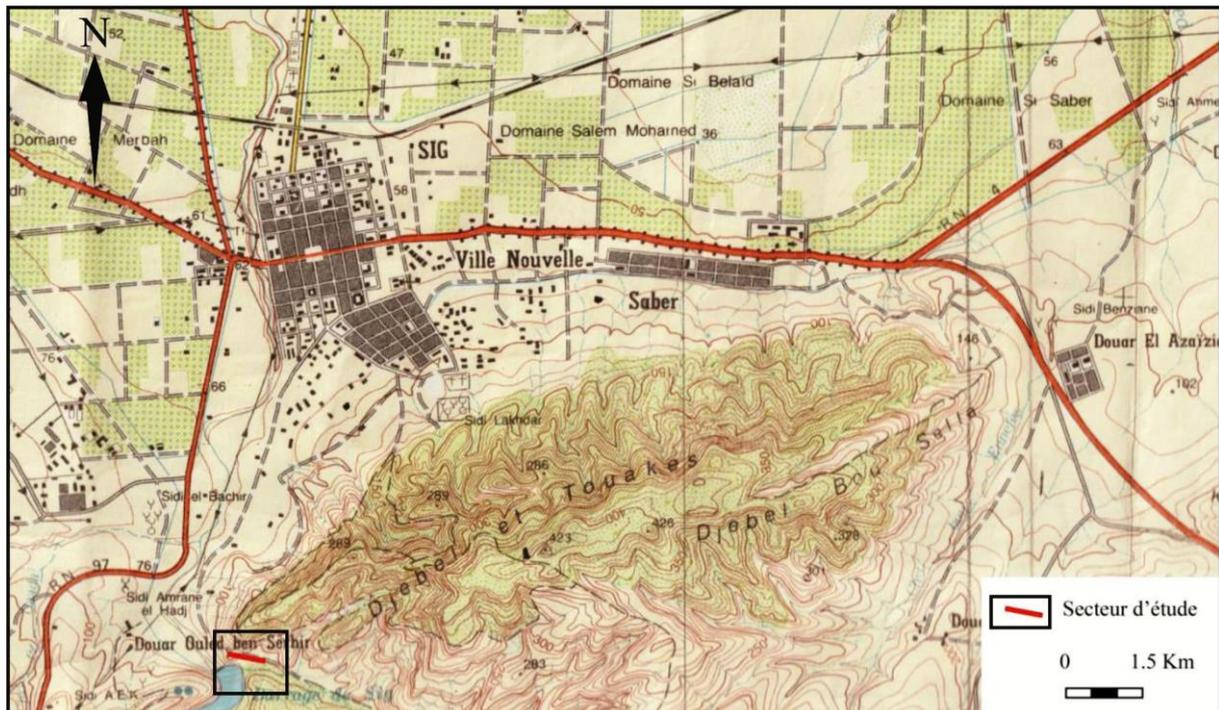


Fig.3 : Situation géographique du secteur d'étude.

III- Cadre géologique et structural

1- Bassin du Bas Chélif

Du point de vue tectonique, le bassin du Bas Chélif est étroitement lié à l'orogénèse alpine. Il s'agit d'un bassin synorogénique intramontagneux. Il est connu par ces terrains néogènes reposant par discordance diastrophique (Perrodon, 1957) sur un substratum allochtone d'âge Crétacé à Oligocène (Delteil, 1974).

Sur le plan stratigraphique, de nombreux travaux effectués dans ce bassin ont subdivisé la série miocène en deux cycles (Perrodon, 1957) :

- Le Miocène inférieur s'étend du Burdigalien supérieur jusqu'au Serravallien terminal.
- Le Miocène supérieur englobe le Tortonien et le Messinien.

Ce dernier occupe une grande partie du bassin de bas Chélif, il est pratiquement marin et se caractérise par la succession lithologique suivante : grès marnes bleues, calcaire à lithothamniées, diatomites, gypse (Perrodon 1957). Les dépôts de diatomites et gypse sont dénommés par Perrodon (1957) par les termes séries de tripolis et de gypse. Ces dépôts sont caractérisés par des intercalations volcano-sédimentaires traduisant d'importantes manifestations volcaniques.

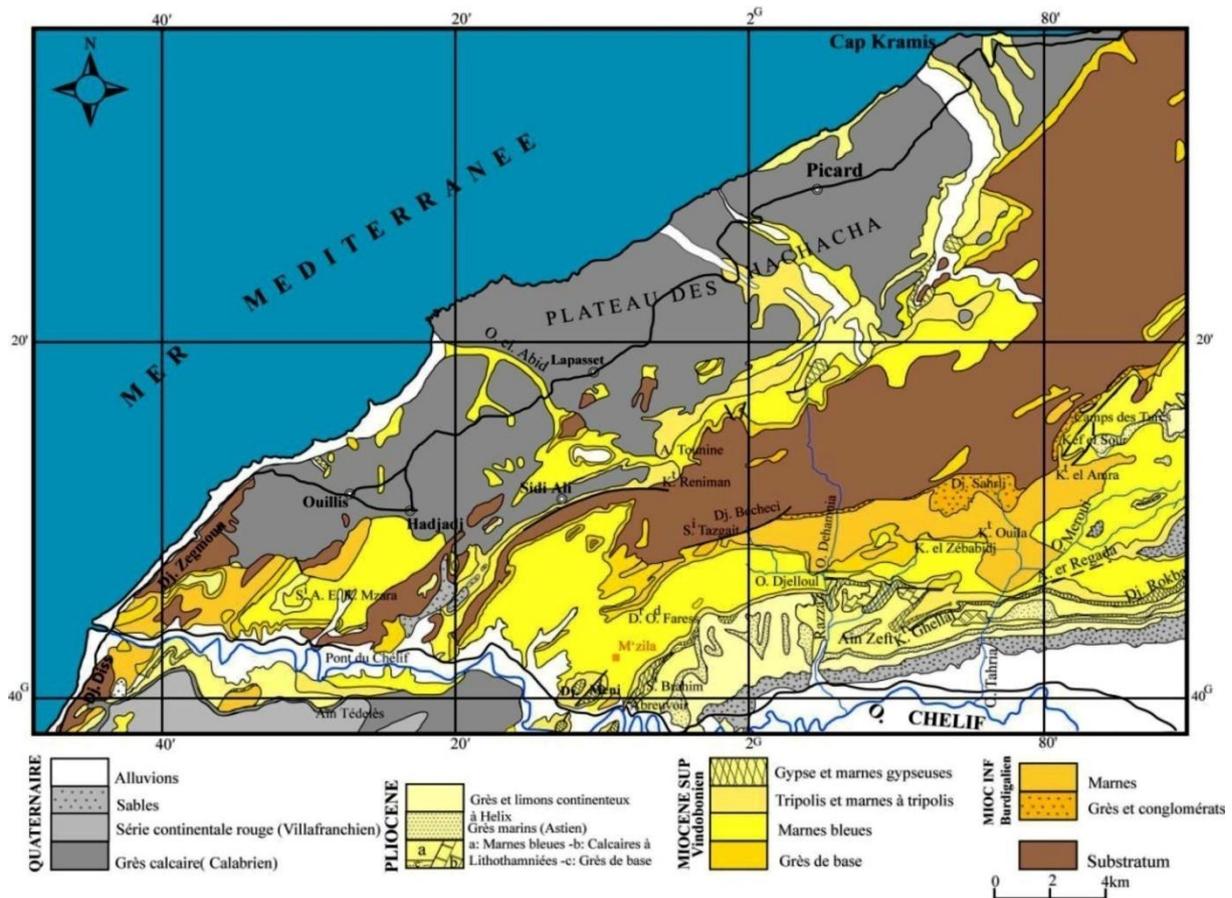


Fig. 4 : Carte géologique de Bassin du Bas Chéelif ex : Monts des Dahra (Perrodon, 1957, modifiée).

2- Monts des Beni Chougrane

Selon Perrodon (1957), les monts des Beni Chougrane sont constitués, en grande partie, par une série de plateaux miocènes de 700 à 800 m d'altitude, laissant affleurés de larges boutonnières crétacés. Sur sa bordure septentrionale et au centre des massifs se manifeste le Miocène supérieur formé par : une formation continentale de Bou Hanifia, des grès de base, des marnes bleues, des calcaires à lithotaminiées, des sable d'El Bourdj, tripolis et marnes à tripolis, gypse et marnes gypseuse.

3- Région de Sig

Selon Mansour et *al.* (1995), la coupe de Sig est formée par une formation diatomitique caractérisée par la succession lithologique suivante :

- Membre 1 : formé essentiellement par des marnes grises laminée renferment de nombreuse écailles de poissons.

- Membre 2 : constitué par une alternance de marnes et de bancs de diatomite purs finement laminé. Vers le sommet, dans les niveaux marneux, une passée cinéritique est présente.

- Membre 3 : il s'agit d'une alternance de séquences à trois termes (diatomite, marne laminé, calcaire) les calcaires sont riche en organismes divers (bivalves, gastéropodes).

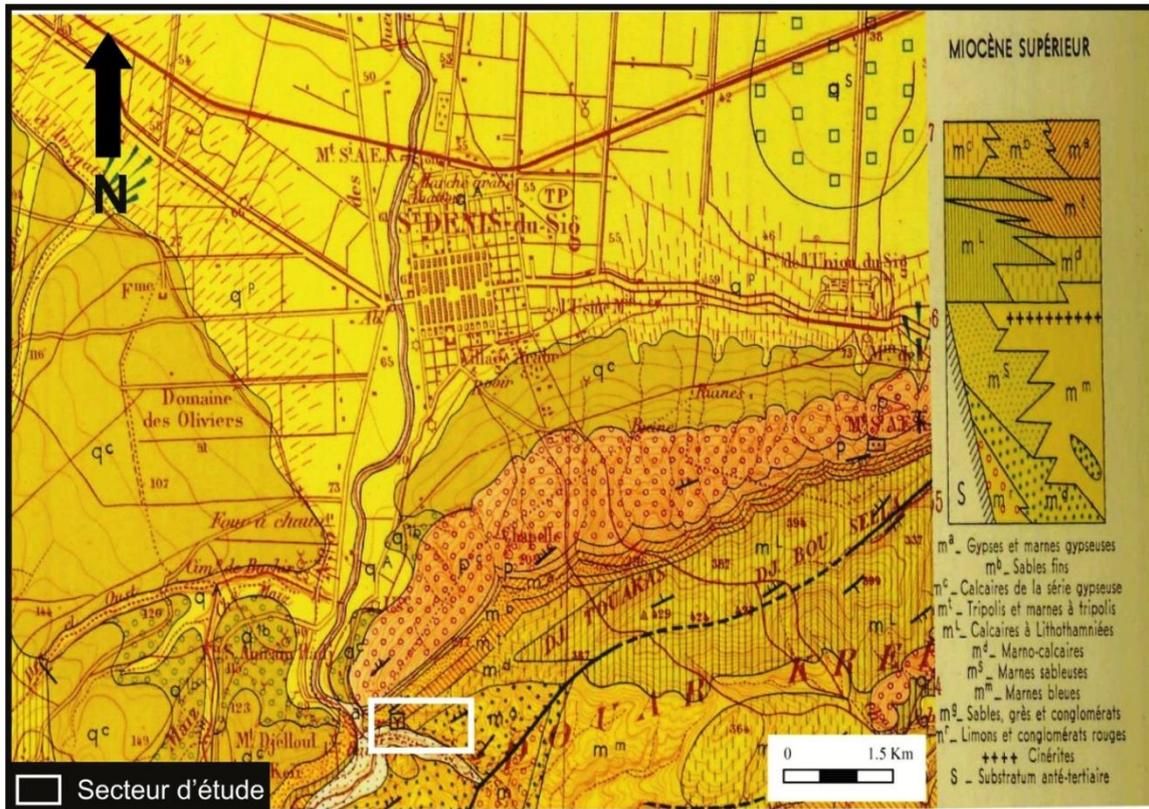


Fig. 5 : Carte géologique de la région de Sig (Mascara).

IV- Historique des travaux

- En 1957, **Perrodon** propose une synthèse stratigraphique et paléogéographique pour les bassins néogènes sublittoraux de l'Algérie Nord-occidentale.

- **Saint-Martin** (1987) a étudié les constructions récifales du Miocène supérieur avec comme exemple dans région de Sig Hammar Semoumet.

- **Mansour B. (1993)** a fait une étude sur la série diatomitique messénienne de Sig ou il a abordé la systématique des diatomées et leurs implications paléoécologiques.

- **Poignant et Moissette** (1992) ont fait une étude sur les foraminifères benthiques des intercalations marneuses de la série diatomitique du Messinien d'Algérie (coupe de Sig ; Dj. Toukaes).

- **Neurdin-Trescartes** (1992) a établi une étude sédimentologique en définissant des séquences types rencontrées dans le bassin Néogène du Chéelif.

- **Mansour et al.** (1995) ont fait l'enregistrement par les associations de diatomées, des environnements messiniens : l'exemple de la coupe de Sig (bassin du Chelif-Algerie).

- **Rouchy et al.** (2007) ont fait une comparaison des dépôts post-gypseux de la marge sud du bassin (Djebel Touakas, Sahaouria, El Ghomri), et ceux du centre du bassin (Djebel Meni, Oued el Aicha).

- **Chatri** (2020) a fait une étude biostratigraphie de la série du Miocène supérieur de HammarSemoummet (région de Sig, Bassin du Bas Chéelif) et identifier des biozones a partir de l'analyse biostratigraphique des associations de foraminifères planctonique.

IV-Méthodologie de travail

1-Sur le terrain

Une coupe géologique détaillée a été réalisé au niveau de Chabet En Naga. Ce levé a été complété par un échantillonnage systématique des sédiments meubles où 9 échantillons ont été prélevés.

L'échantillonnage consiste à creuser aussi profond que possible pour accéder à des sédiments frais non contaminés par les eaux de ruissèlement. Le sédiment prélevé est mis dans un sac en plastique étiqueté (nom de la coupe et numéro de l'échantillon) et porté sur le levé de coupe.

2-Au laboratoire

Au laboratoire, le travail a effectué en deux étapes :

2.1- Préparation des échantillons

2.2- Analyse des échantillons (détermination des foraminifères).

2.1- Préparation des échantillons :

Les sédiments bruts sont trempés dans l'eau pendant 24 à 48 h pour faciliter leur désagrégation. Ensuite les sédiments désagrégés sont passés à travers un tamis métallique de maille 100 µm sous un filet d'eau continu. Afin d'éviter toute contamination, le tamis est brossé et trempé dans une solution de bleu de méthylène pendant quelques minutes après chaque utilisation.



Déflocculation du sédiment



Tamis trempé dans une solution de bleu de méthylène



tamisage

Fig. 6 : Les étapes de préparation et de lavages des échantillons.

Le résidu obtenu après chaque lavage est mis dans une coupelle en porcelaine, puis placé dans une étuve à 60° C pour séchage. Après séchage, le résidu est stocké dans une capsule comportant le nom de la coupe et le numéro de l'échantillon.

2.2- La détermination des foraminifères :

La détermination des foraminifères a nécessité la consultation d'ouvrages et documents spécialisés. Cette opération nécessite l'utilisation d'une loupe binoculaire et une plaquette à fond noir quadrillé. Les travaux de détermination ont été faits sous la direction de Mr. Belhadji A. Maître-assistant à l'université d'Oran Mohamed Ben Ahmed.

Chapitre II
Litho-bio-stratigraphie

I-Introduction

La coupe de Chabet En Naga se distingue surtout par son accès facile, ces affleurements bien dégagés et la diversité de ces facies. Cette coupe a été levée pour compléter les études précédentes.

L'étude des prélèvements effectués, de façon systématique, ont pour objectif de suivre l'évolution des assemblages des foraminifères benthiques afin apporter des précisions paléocéologiques et paléoenvironnementales.

II- Coupe de Chabet En Naga

1-Localisation

Cette coupe a été levée à environ 2 km au sud-ouest de la ville de Sig, sur le flanc Nord de l'anticlinale de Djebel Touaka en amont de l'ancien barrage (Fig.7).

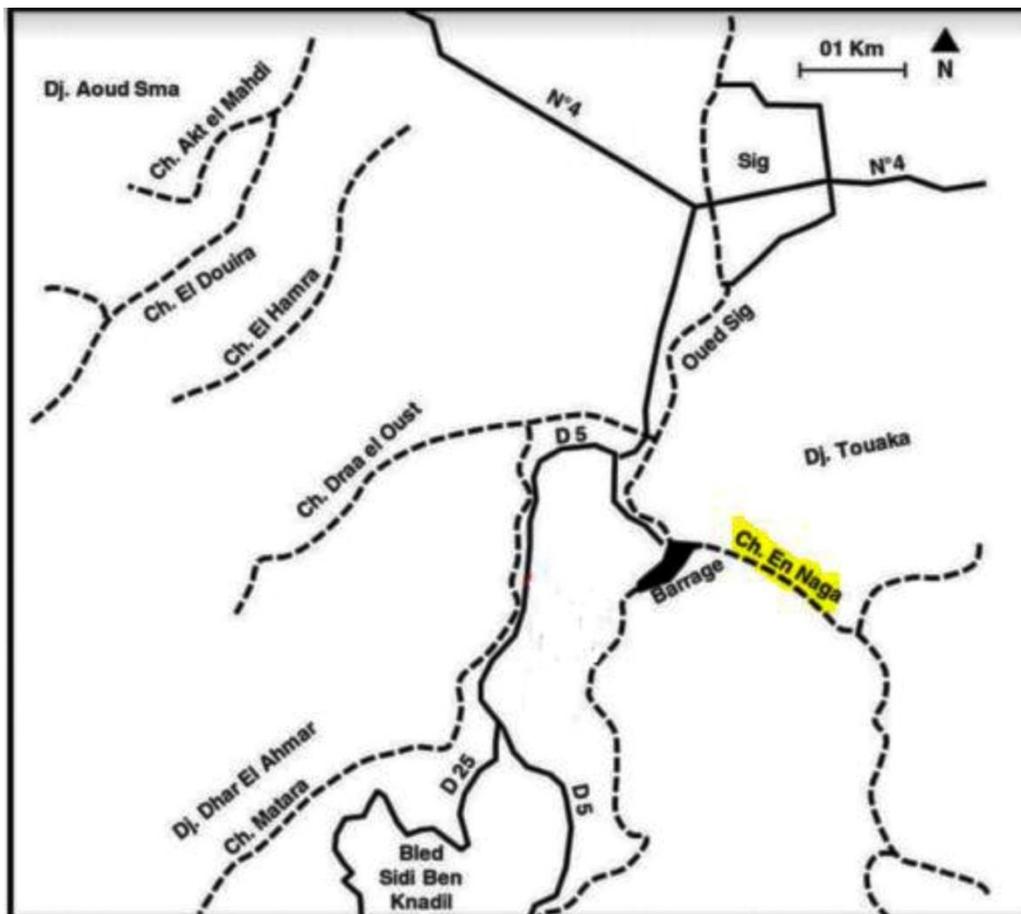


Fig.7 : Localisation la coupe de Chabet En Naga (Saint-Martin, 1987).

2-Description lithologique

La coupe levée ne concerne que les deux formations connus sous les noms de Formation des marno-calcaire et Formation diatomitique (fig.8).

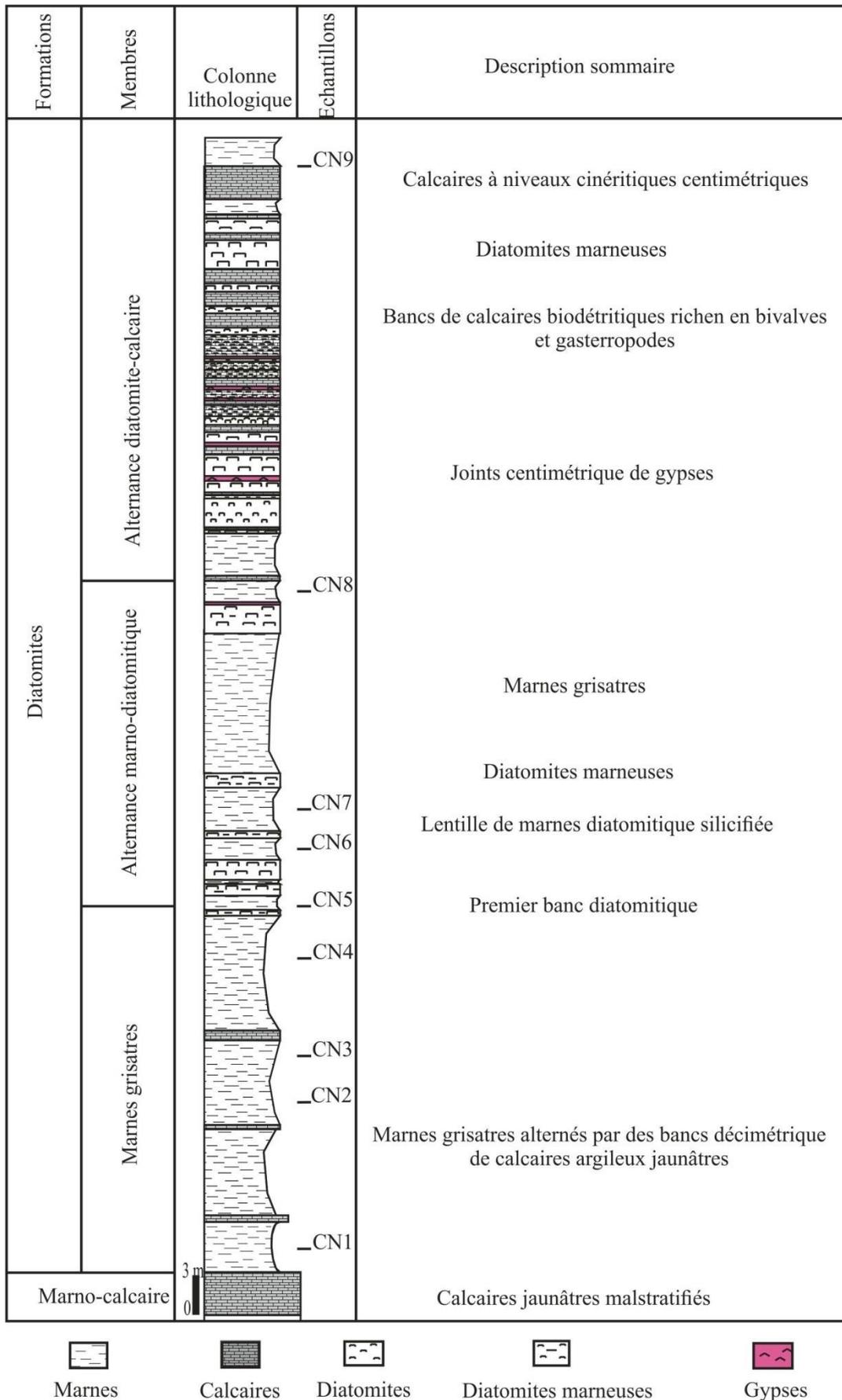


Fig. 8 : Colonne lithostratigraphique de Chabet En Naga (Dj. Touakes)

2.1-Formation marno calcaire :

Seule la partie terminale de cette formation a été étudiée dans le but de caractériser le passage à la formation diatomitique sus-jacente. Il s'agit de 3 m de calcaire argileux assez compacte de couleur jaunâtre à aspect mal stratifié (Fig.10).



Fig. 9 : La limite entre la formation marno-calcaires et la formation diatomitiques.
1 : Formation marno-calcaire ; **2 :** Formation diatomitique

2.2-Formation diatomitique:

Cette formation (77, 50 m) de teinte claire et de nature lithologique très diversifiée, comporte des marnes, des diatomites et des calcaires avec également quelques niveaux gypseux. La répartition des faciès a permis de reconnaître 3 membres :

Membre 1 : Marnes grises

Ce premier membre (25 m) est formé essentiellement par des marnes ou s'alternent des bancs calcaires. Les niveaux marneux de couleur grisâtre deviennent plus clairs dans la partie supérieure de ce membre. D'ordre métrique (3 à 8 m), ces niveaux sont stratocroissants. Trois bancs de calcaires argileux jaunâtres, d'ordre décimétrique, caractérisent ce membre.

Membre 2: Alternance marno-diatomitique

Il s'agit d'une alternance (22 m) entre des niveaux marneux parfois marno-diatomitique et de bancs de diatomites (0,4 à 1 m). Les niveaux marneux grisâtre à blanchâtres sont le plus souvent laminés. Les bancs de diatomites, d'ordre métrique (1 à 3

m), sont de couleur blanchâtre. Ils sont le plus souvent légers et finement laminés avec parfois quelques niveaux très durs silicifiés. Un niveau cinéritique caractérise la partie sommitale de ce membre.



Fig. 10 : Marnes diatomitiques silicifiées en lentille.

Membre 3 : Alternance diatomites calcaires

Ce dernier (30.50 m) comporte, en plus des faciès du membre précédent, des niveaux de calcaires. Les marnes, d'épaisseur décimétrique à métrique, sont le plus souvent d'aspect laminitique et renferment des débris de coquilles de bivalves (Fig.12). Les niveaux diatomitiques purs analogues à ceux du membre sous-jacent sont moins importants avec des épaisseurs d'ordre métrique. Les bancs calcaires décimétriques sont de couleur gris à

blanchâtre et accusent un épaissement progressif. Ils sont également fossilifères avec la présence de bivalves, gastéropodes. Ce membre se termine par un banc calcaire relativement épais (2 m) ou s'intercale plusieurs niveaux cinéritiques centimétriques. Des niveaux gypseux centimétriques ont été également observés dans ce membre (Fig. 13).

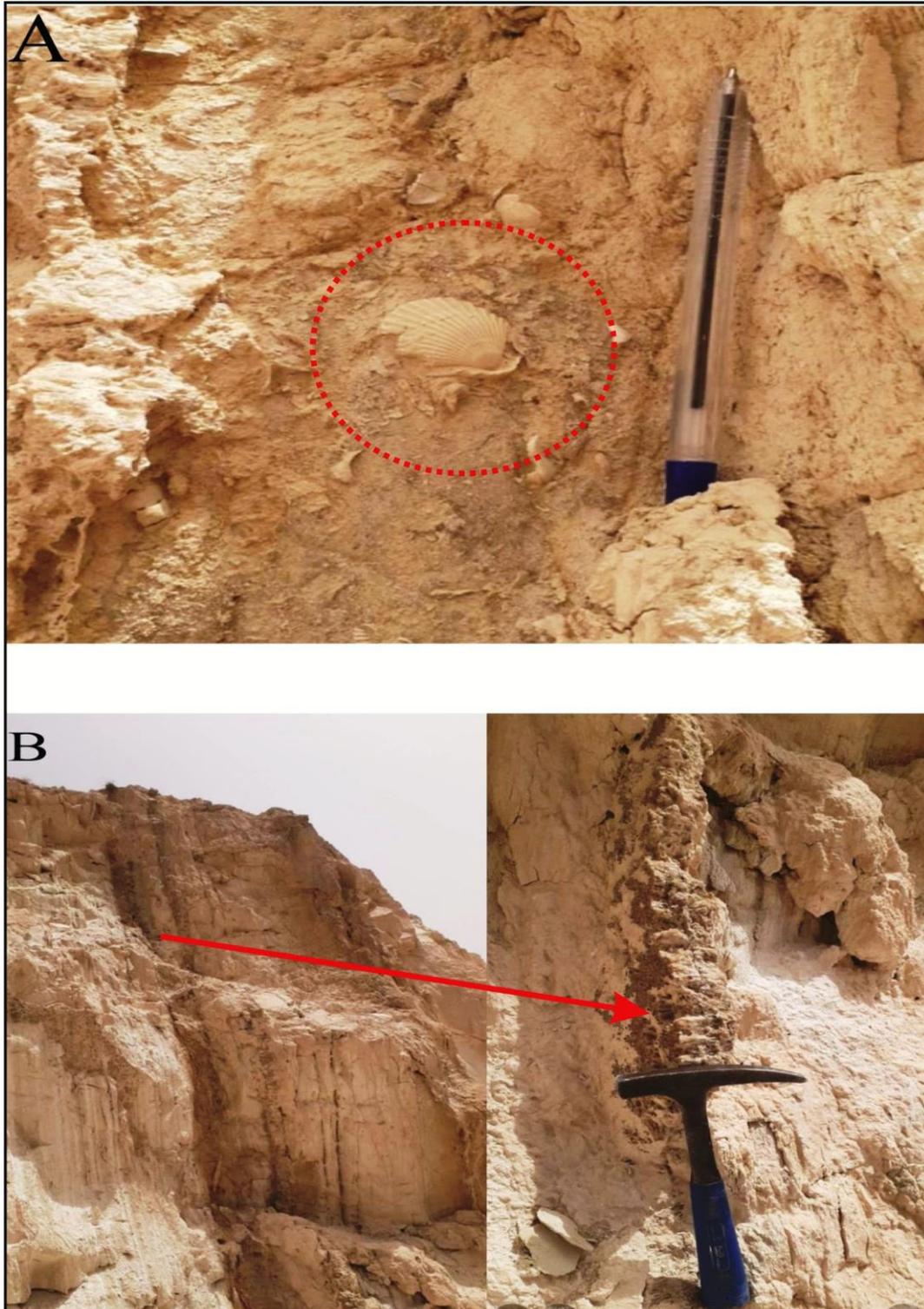


Fig.11 : Photos montrant les facies et la faune du membre 3 (formation diatomitique).
A : Bivalves ; B : Niveaux gypseux.



Fig.12 : Calcaires a niveaux cinéritiques (Sommet Membre 3)

III- Corrélation entre les coupes Chabet En Naga et Hammar Semoummet (Chatri, 2020):

La corrélation de la coupe levée au niveau de Chabet En Naga avec celle de Hammar Semoummet (Chatri, 2020), situé à environ 3 Km au sud-ouest, a permis de relever les points suivants :

1- Formation marno-calcaires :

Les marno-calcaires de Chabet En Nagas se distinguent de ceux de Hammar Semoummet par une épaisseur moins importante, des niveaux marneux peu développés, une stratification moins marquée et l'absence de toute évolution séquentielle. Egalement la macrofaune est relativement moins abondante.

2- Formation diatomitique :

Dans les deux coupes, cette formation succède à la précédente sans aucune discontinuité apparente. La formation diatomitique de Chabet En Naga est marquée par les mêmes membres que celle de Hammar Semoummet mais avec des épaisseurs moins importantes. Les niveaux diatomitiques sont plus importants au niveau de Hammar Semoummet. On note également la réduction des bancs calcaires du premier membre de trois dans la coupe de Chabet En Naga à un dans celle de Hammar Semmoumet.

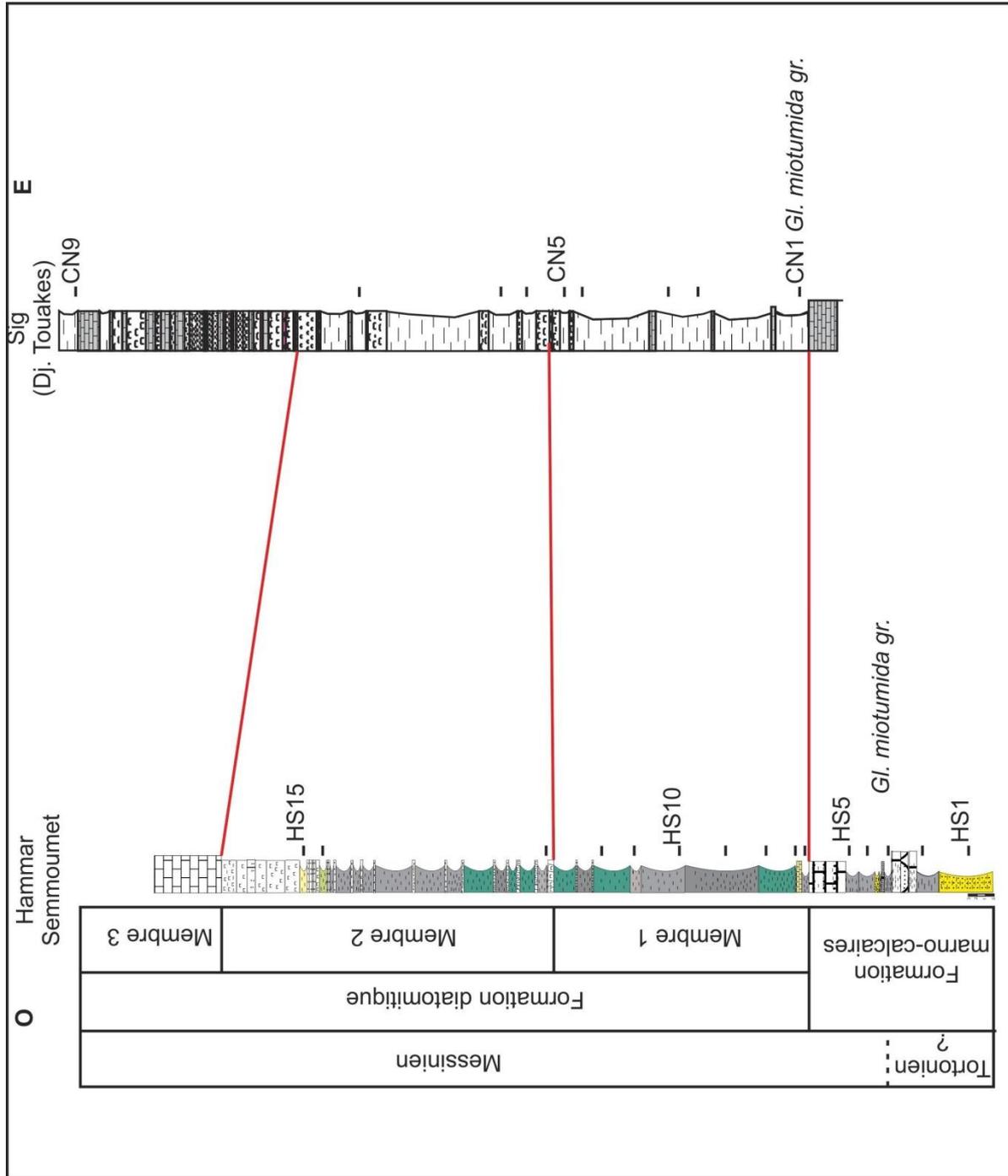


Fig. 13 : Corrélation lithogéobiostratigraphie entre les coupes de Sig et Hammar Semmoumet

IV- Assemblages planctoniques et attribution biostratigraphique**1-Assemblages planctonique**

Dans les marno-calcaires aucun échantillon n'a été prélevé en raison du caractère compact du faciès. Par contre dans la formation diatomitique 9 échantillons ont été prélevés. Ces niveaux sont caractérisés par des assemblages de foraminifères planctoniques très diversifiées formés par *Globigerina bulloides*, *Gn praebulloides*, *Globigerinoides obliquus*, *Gs extremus*, *Gs trilobus*, *Gs sacculifer*, *Globorotalia miotumida*, *Gl. méditerranéenne*, *Gl. conomiozea*, *Nq acostaensis*, *Nq incompta*, *Orbulina universa*, *Or. suturalis*, *Hastegerina siphonifera*.

2-Attribution biostratigraphique**2.1- Formation des marno-calcaire :**

Cette formation, au moins partiellement, peut être attribuée au Messinien par corrélation avec la coupe de Hammar Semmoumet ou l'espèce marqueur *Globorotalia miotumida* gr a été identifié dans la plus part des prélèvements (Chatri, 2020).

2.2- Formation diatomitique

Dans l'échantillon **CN1** l'assemblage de foraminifères planctonique renferme la plus part des espèces appartenant au groupe *G. Imiotumida* gr. (*Gl. miotumida*, *Gl. conomiozea*, *Gl. mediterranea*). Ces taxons identifiés précédemment par Poignant et Moissette (1992) indique également le Messinien.

Chapitre III
Paléoécologie

I- Introduction :

L'évolution paléocéologique et paléoenvironnementale des terrains néogène dans le bassin du Chélif est basée essentiellement sur l'évolution des foraminifères benthiques. Leur grande capacité de fossilisation fait des foraminifères benthiques d'excellents indicateurs paléocéologiques et paléoenvironnementaux. Leur utilisation comme indicateurs des changements environnementaux nécessite une très bonne connaissance de leurs préférences écologiques.

Afin d'avoir des précisions paléocéologiques et paléoenvironnementales sur les terrains du Miocène supérieur de Chabet En Naga et Hammar Semoumet, Une analyse des assemblages de foraminifères benthiques issues des prélèvements a été entreprise.

II- Ecologie des principales formes benthiques

Uvigerina : Ces formes sont plus fréquentes dans les milieux où la productivité de surface est importante et dans les zones d'*upwilling*. Le genre *Uvigerina* est principalement endobenthique, parfois épibenthique, libre, froid, vivant en substrats vaseux de l'étage bathyal et tolère les conditions écologiques instable, riche en nutriments et moins oxygénées.

Cibicidoïdes : Ils sont considérées comme de bons marqueurs de bathymétrie des grandes profondeurs (Van der Zwaan et al., 1999; Van Hinsbergen et al., 2005). Ils sont aussi de bons indicateurs de zones de faible productivité et donc de faible flux organique (Altenbach et Sarthein, 1989 *in* Griveau, 2007).

Rectuvigerina : Ces formes toléreraient une baisse de l'oxygénation et préfèrent l'abondance des éléments nutritifs (Van der Zwaan, 1982).

Elphidium : Ce groupe caractérise les milieux marins littoraux et tolère l'augmentation de la salinité (Van Der Zwaan ,1982 ; Murray, 1991).

Heterolepa : Ces spécimens épibenthique prolifèrent sur les substrats durs. Ils se retrouvent dans les eaux marines tempérées à froides de la plate forme continentale et de l'étage bathyal (Murray, 1991). Ces formes sont de bonnes indicatrices de bonne oxygénation (Rögl et Spezzaferri, 2003)

Gyroidinoïdes : Les formes de ce genre sont caractéristiques des zones bathyales profondes et abyssales.

Brizalina : Elles caractérisent généralement les zones bathyales (Cheoh et al., 2005) et montrent une grande tolérance à la baisse de salinité et la déficience des eaux en oxygène (Van der zwaan, 1982). Elles préfèrent des environnements riches en nutriments.

Bolivina : Pour Van der Zwaan (1982), les *Bolivines* sont tolérantes à l'augmentation de la salinité et à leur déficience en oxygène. Elle préférerait également les environnements riches en nutriments.

III. Méthodologie

Les analyses quantitatives des foraminifères benthiques ont été effectuées sur une fraction de résidu pris de façon aléatoire. Pour chaque échantillon 200 individus ont été comptés pour déterminer la proportion de chaque genre.

IV. Analyse quantitative

1- Répartition verticale des foraminifères benthique de Chabet En Naga

Les échantillons prélevés dans intercalations marneuses de la formation diatomitique montrent la présence d'associations de foraminifères benthiques assez diversifiées.

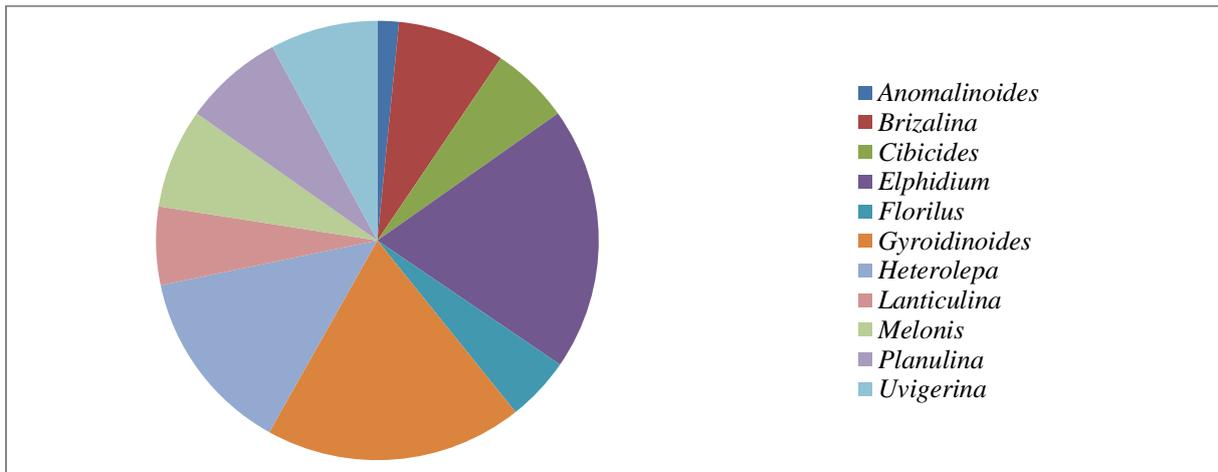


Fig.14 : Représentation graphique des principaux constituants de l'assemblage benthique de l'échantillon CN1 (coupe de Chabet En Naga).

- L'échantillon CN1 effectué, à la base du premier membre marneux, a livré la population suivante :

Gyroidinoïdes (19%), *Elphidium* (19%), *Heterolepa* (14%), *Brizalina* (8%), *Uvigerina* (8%), *Melonis* (7%), *Planulina* (7%), *Lenticulina* (6%), *Cibicides* (6%), *Florilus* (5%), *Anomalinoïdes* (2%).

L'échantillon CN3 prélevé dans la partie médiane des marnes grisâtres montre relativement les mêmes formes avec toutefois l'introduction des espèces du genre *Ammonia*

(4%) et la disparition de *Planulina*. Cet échantillon se distingue par une augmentation des pourcentage de *Brizalina* (24%), *Heterolepa* (23%), *Uvigerina* (17%), *Cibicides* (11%), la réduction des taux de *Elphidium* (9%), *Gyroidinoides* (4%) et des taux plus ou moins constants pour *Lenticulina* (5%), *Florilus* (3%), *Melonis* (1%), *Anomalinoïdes* (1%).

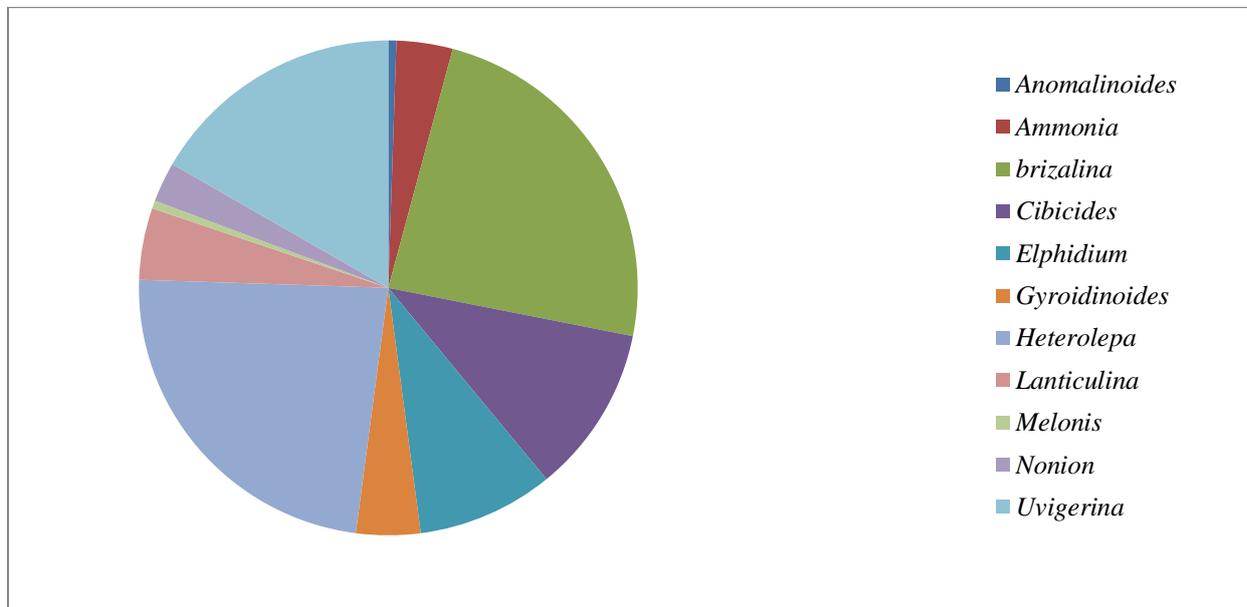


Fig.15 : Représentation graphique des principaux constituants de l'assemblage benthique de l'échantillon CN3 (coupe de Chabet En Naga).

Le prélèvement CN5 exécuté, à la base du deuxième membre juste après le premier banc diatomitique, montre un assemblage similaire aux précédents mais s'individualise par le retour avec de fort pourcentage de *Gyroidinoides* (29%), l'apparition de *Stilostomela* (2%), *Bulimina* (2%) et la disparition d'*Ammonia*. Les autres composants se présentent avec des taux assez stables: *Uvigerina* (20%), *Heterolepa* (18%), *Lenticulina* (14%), *Brizalina* (6%), *Anomalinoïdes* (3%), *Elphidium*(3%), *Nonion* (2%) *Stilostemela* (2%), *Bulimina* (2%), *Melonis* (1%), *Cibicides* (1%).

L'échantillon CN8 prélevé dans la partie supérieure de ce second membre est caractérisé par de grands changements. Son assemblage est dominé en grande partie par *Brizalina* avec un taux dépassant les 60% et *Uvigerina* (17%). Il se distingue également par la disparition d'*Anomalinoïdes*, *Bulimina* et *Melonis*. Les autres constituants sont représentés par de faible taux : *Stilestemela* (4%), *Heterolepa* (4%), *Gyroidinoides* (4%), *Cibicides* (4%), *Nonion* (3%), *Elphidium* (3%), *Lenticulina* (2%).

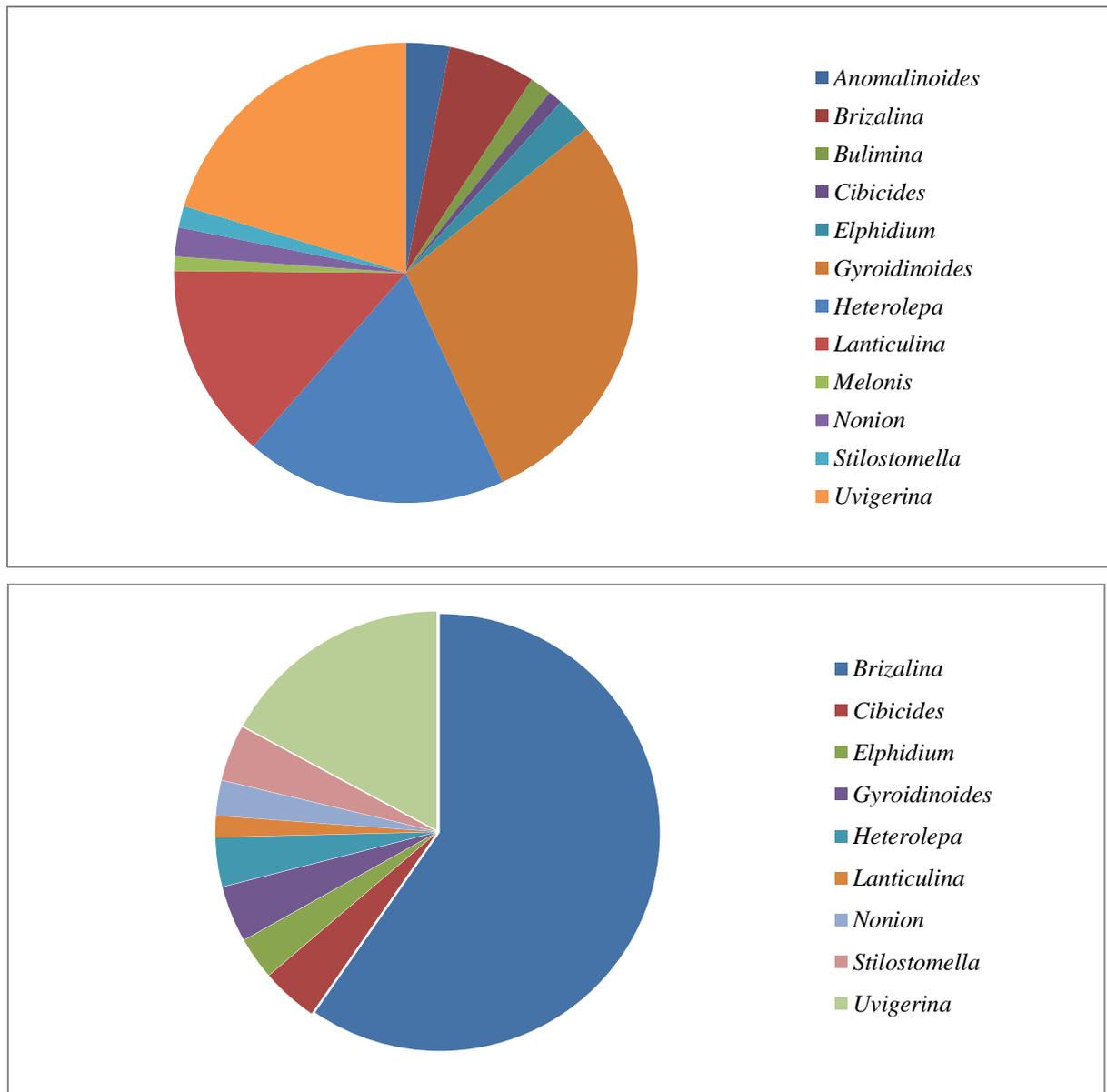


Fig.16 : Représentation graphique des principaux constituants de l'assemblage benthique des échantillons CN5 et CN8 (coupe de Chabet En Naga).

Le dernier échantillon CN9 effectué au sommet du membre 3 se distingue un assemblage caractérisé par le retour en force d'*Elphidium* (34%) et *Cibicides* (20%) et introduction de *Neoconorbina* (13%). *Brizalina* (12%) et *Uvigerina* (2%) ont subi une chute considérable par rapport à l'échantillon précédent. Les autres composants sont représentés qu'en faibles fréquences : *Heterolepa* (6%), *Bulimina* (4%), *Uvigerina* (2%), *Ammonia* (2%), *Anomalinoïdes* (2%), *Melonis* (1%), *Nonion* (1%), *Gyroidinoïdes* (1%).

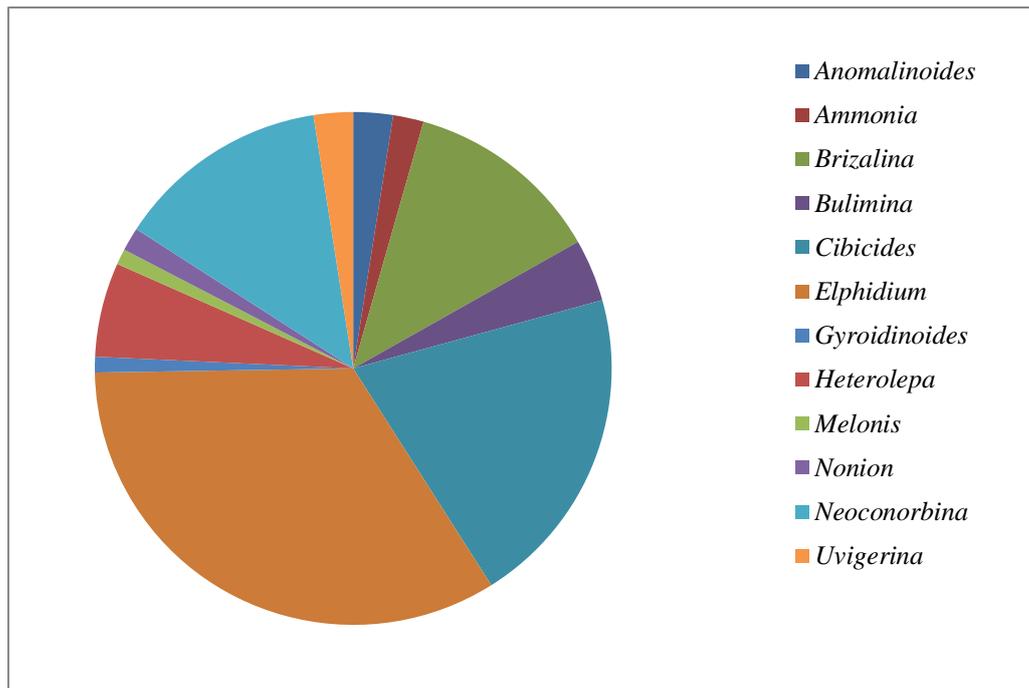


Fig.17 : Représentation graphique des principaux constituants de l'assemblage benthique de l'échantillon CN9 (coupe de Chabet En Naga).

2- Assemblages benthiques de Chabet En Naga

L'évolution verticale des foraminifères benthiques de la formation diatomitique de la coupe de Chabet En Naga a permis de reconnaître trois assemblages :

Premier assemblage

Il concerne le membre inférieur et la partie inférieure du deuxième membre (CN1, CN3 CN5). Les formes dominantes dans cette intervalle sont *Gyroidinoïdes* (19 à 29%), *Heterolepa* (14 à 23%), *Uvigerina* (8 à 20%). Ces formes prolifèrent dans les étages bathymétriques circalittoral à bathyal donc on est dans un milieu profond. L'augmentation de leurs pourcentages indique très probablement un approfondissement du milieu. La diminution des taux des formes littorales telle que *Elphidium* (19 à 3%) et *Florilus* (5 à 2%) confirme une certaine augmentation de la bathymétrie. Les pourcentages assez importants du genre *Heterolepa* et l'absence des formes indicatrices de stress témoignent d'un milieu marin à salinité normale et bien oxygéné. En conclusion, cet assemblage se développe dans un étagement marin probablement circalittoral à salinité normale et bien oxygéné.

Deuxième assemblage

L'échantillon CN8, prélevé dans la partie sommitale du second membre, est caractérisé par la surabondance de *Brizalina* (60%) et *Uvigerina* (17%). Le développement de ces deux groupes indique l'enrichissement du milieu en matière organique. Ceci-ci peut entraîner une

augmentation de salinité et un manque d'oxygène. La réduction des taux des autres groupes peut être rattachée non seulement à ces conditions défavorables mais aussi à une réduction bathymétrique. Les faciès du troisième membre confirment cette hypothèse. Ce deuxième assemblage caractérise également un étagement bathymétrique circalittoral mais les conditions de salinité et d'oxygénation sont moins favorables.

Troisième assemblage

L'échantillon CN9 réalisé dans la partie terminale du troisième membre se distingue par l'abondance d'*Elphidium* (34%), *Cibicides* (20%) et *Neoconorbina* (13%). Les formes de ces deux genres sont caractéristiques des milieux littoraux. *Neoconorbina* est forme très sensible au stress. Donc cet assemblage indique un milieu marin probablement infralittoral à salinité et oxygénation normale.

En conclusion, la succession verticale des assemblages de foraminifères benthique traduit une évolution d'un étagement marin assez profond circalittoral vers un milieu marin infralittoral moins profond. Les conditions de salinité et d'oxygénation sont assez bonnes dans l'ensemble des assemblages.

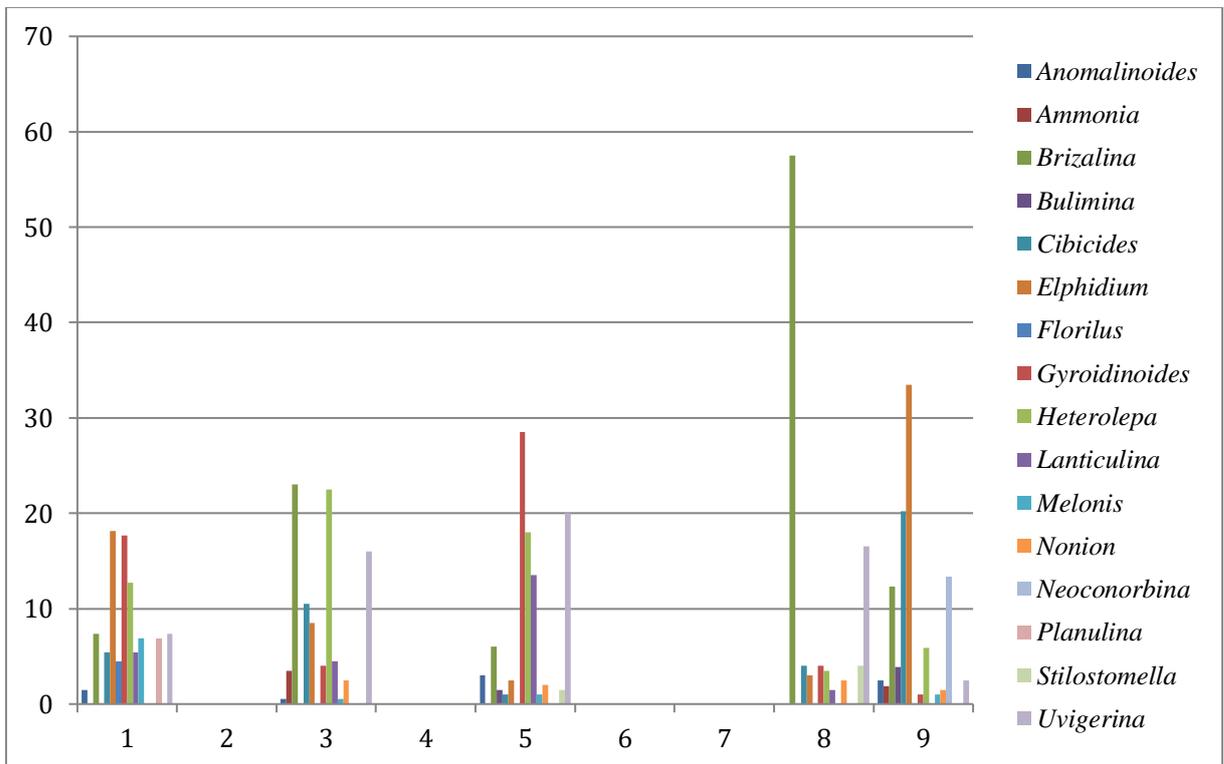


Fig. 18 : Histogramme des assemblages benthiques de la coupe Chabet En Naga.

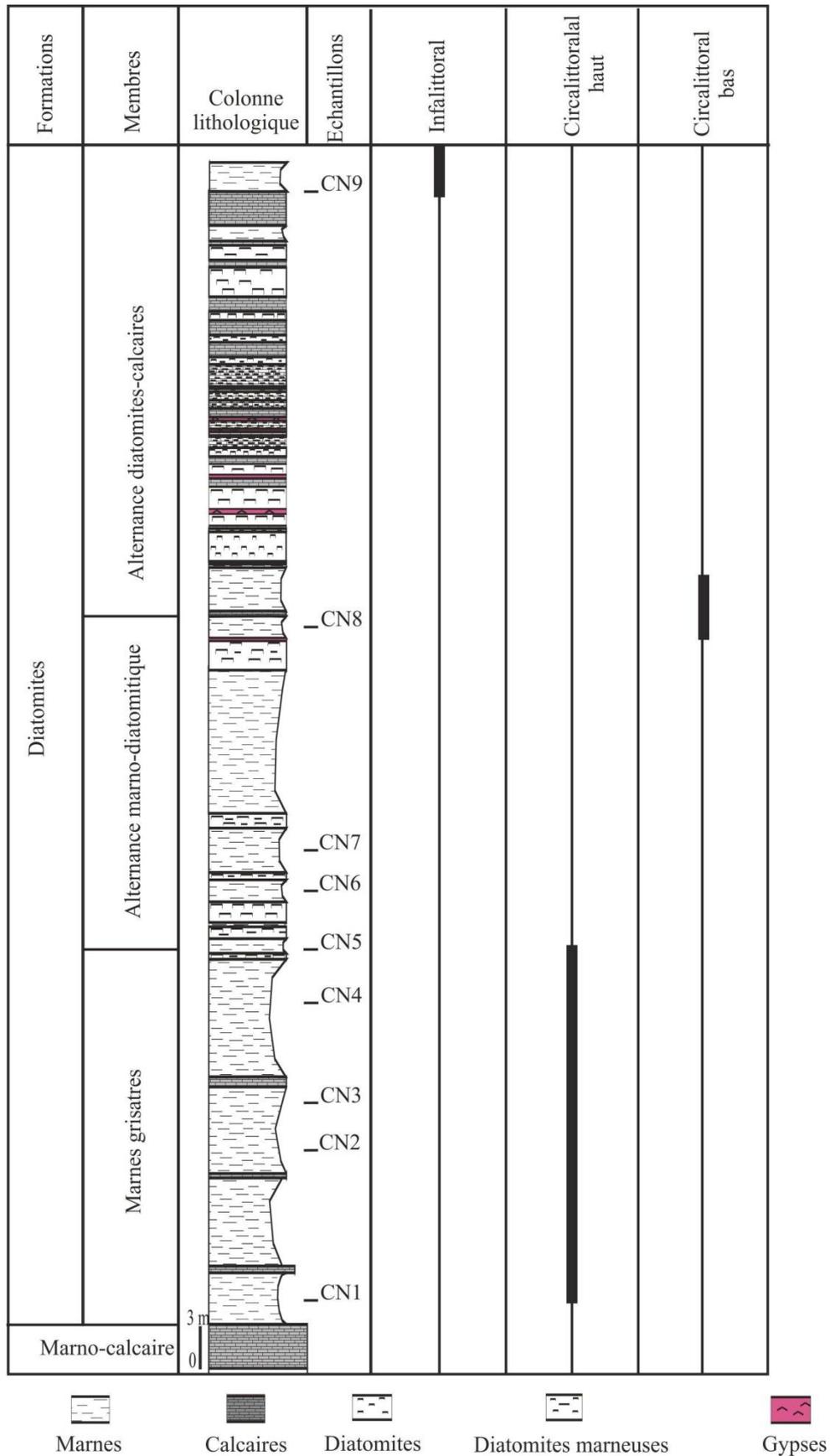


Fig.19 : L'évolution des environnements messiniens de la formation diatomitique de Chabet En Naga.

3- Répartition verticale des foraminifères benthique de Hammar Semmoumet :

Les niveaux échantillonnés dans les marnes de la coupe de Hammar Semmoumet comportent des associations de foraminifères benthiques riches et bien diversifiées.

L'échantillon **HS2** prélevé dans la partie inférieure de la formation des marno-calcaires se distingue par une population diversifié et assez équilibré formé par :

Elphidium (17%), *Astegerinata* (16%), *Heterolepa* (15%), *Cibicides* (13%), *Brizalina* (10%), *Uvigerina* (8%), *Gyroidinoides* (7%), *Plannulina* (6%), *Siphonina* (3%), *Lenticulina* (3%), *Nonion* (2%), *Pullenia* (1%).

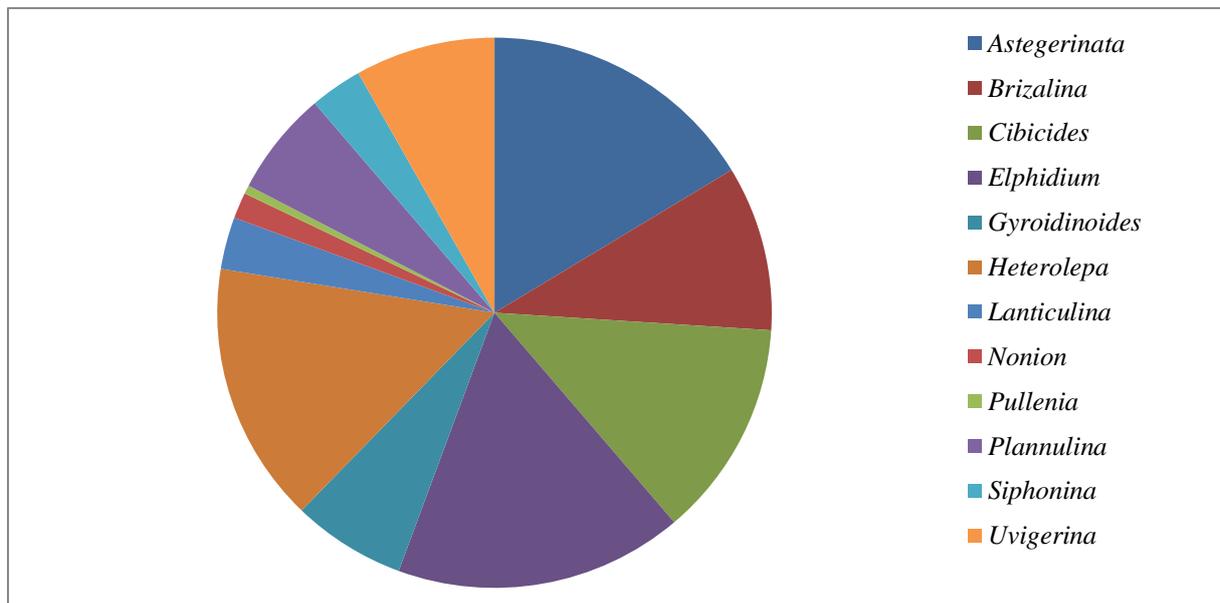


Fig. 20 : Représentation graphique de l'assemblage benthique de l'échantillon **HS2** (coupe de Hammar Semmoumet).

Le prélèvement **HS5** effectué dans la partie supérieure de la formation des marno-calcaires est caractérisé par : l'introduction des espèces des genres *Spirolectamina*, *Melonis*, *Anomalinoides*, et la disparition de *Plannulina*, *Pullenia* et *Nonion*. Les principaux constituants sont *Heterolepa* (22%), *Astegerinata* (13%), *Brizalina* (12%), *Cibicides* (10%), *Elphidium* (10%), *Gyroidinoides* (9%), *Lenticulina* (7%), *Uvigerina* (7%), *Anomalinoides* (4%), *Spirolectamina* (3%), *Siphonina* (2%), *Melonis* (1%).

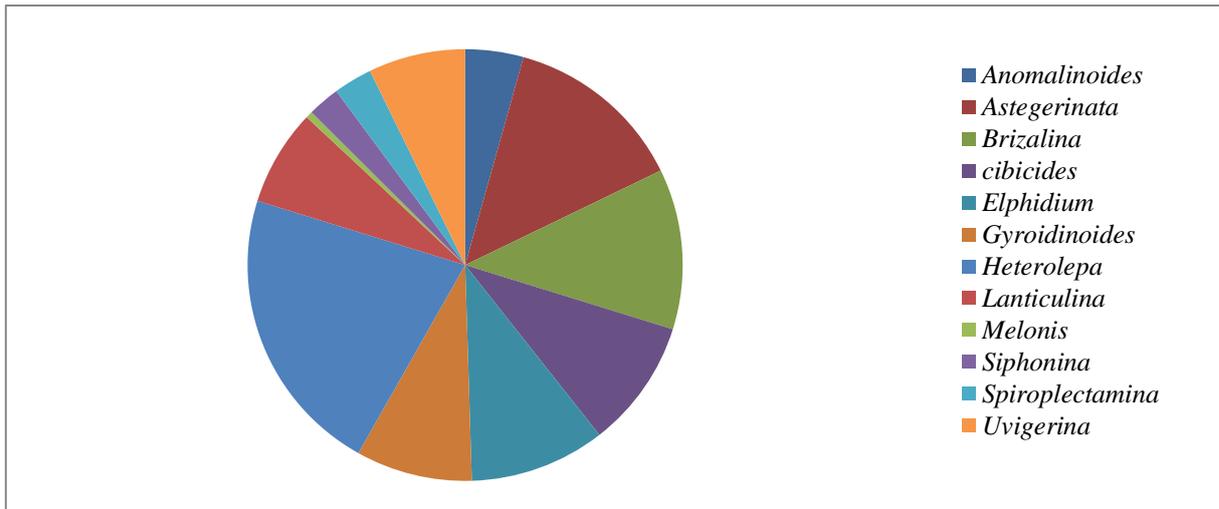


Fig. 21 : Représentation graphique de l'assemblage benthique de l'échantillon **HS5** (coupe de Hammar Semmoumet).

L'échantillon **HS9** prélevé dans le premier membre de la formation diatomitique voit la disparition de *Spirolectamina*, *Siphonina*, *Anomalinoïdes*, l'apparition de *Bulimina* et le retour de *Pullenia*. Il est composé par la population suivante :

Heterolepa (26%), *Brizalina* (21%), *Cibicides* (11%), *Uvigerina* (8%), *Gyroidinoïdes* (6%), *Melonis* (5%), *Bulimina* (4%), *Elphidium* (4%), *Lenticulina* (4%), *Pullenia* (4%), *Astegerinata* (4%), *Nonion* (3%).

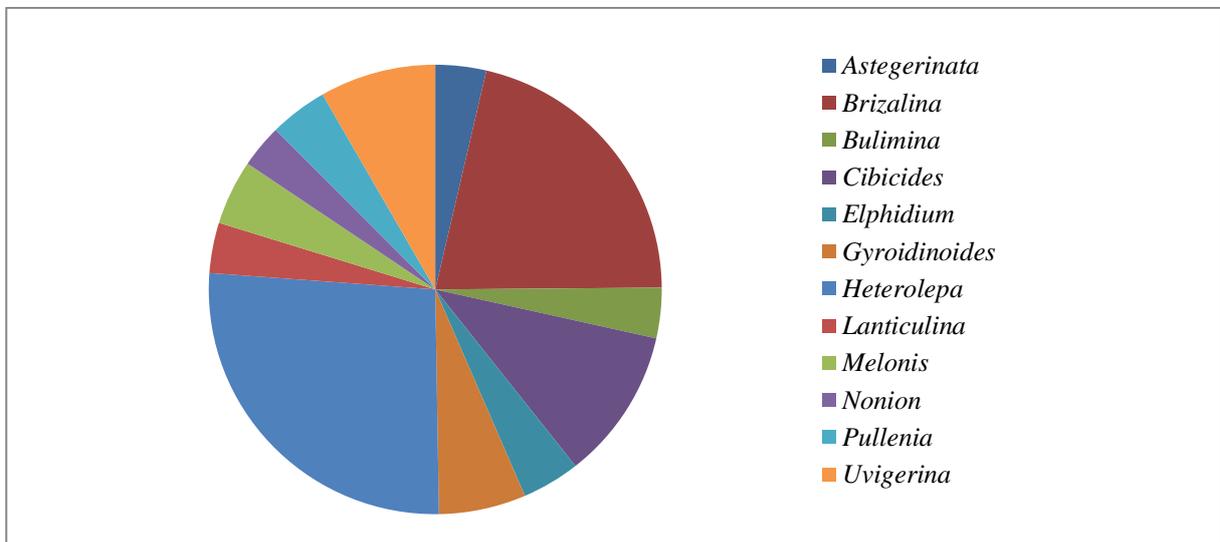


Fig. 22 : Représentation graphique de l'assemblage benthique de l'échantillon **HS9** (coupe de Hammar Semmoumet).

L'échantillon **HS11** prélevé toujours dans le premier membre mais dans sa partie supérieure montre l'apparition d'*Ammonia*, la disparition de *Nonion*, *Rectuvigerina* et le retour de *Spirolectamina*. Il renferme les genres suivant :

Heterolepa (25%), *Brizalina* (24%), *Uvigerina* (12%), *Lenticulina* (9%) *Gyroidinoides* (8%), *Bulimina* (5%), *Melonis* (5%), *Pullenia* (4%), *Cibicides* (4%), *Spirolectamina* (3%), *Ammonia* (1%), *Astegerinata* (1%), *Elphidium* (1%).

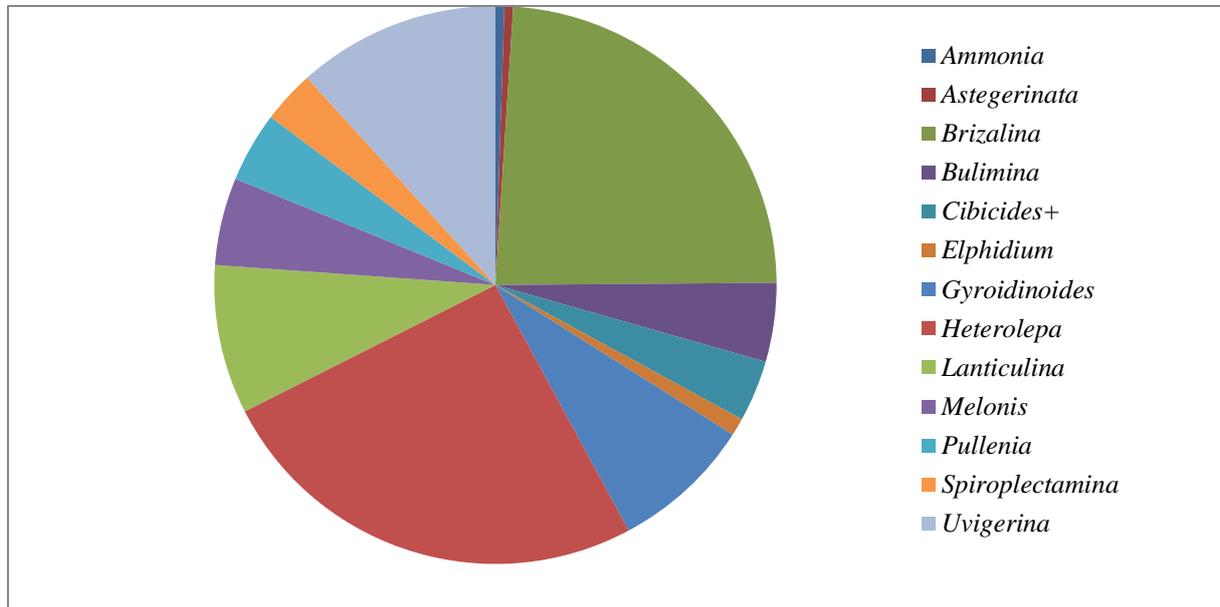


Fig. 23 : Représentation graphique de l'assemblage benthique de l'échantillon **HS11** (coupe de Hammar Semmoumet).

Le dernier échantillon **HS15** effectué dans la partie supérieure du deuxième membre de la formation diatomitique se distingue par l'apparition de *Florilus* et la disparition d'*Astegerinata*, *Bulimina*, *Elphidium*, *Melonis*, *Pullenia*, *Spirolectamina*. Il comporte les taxons suivants :

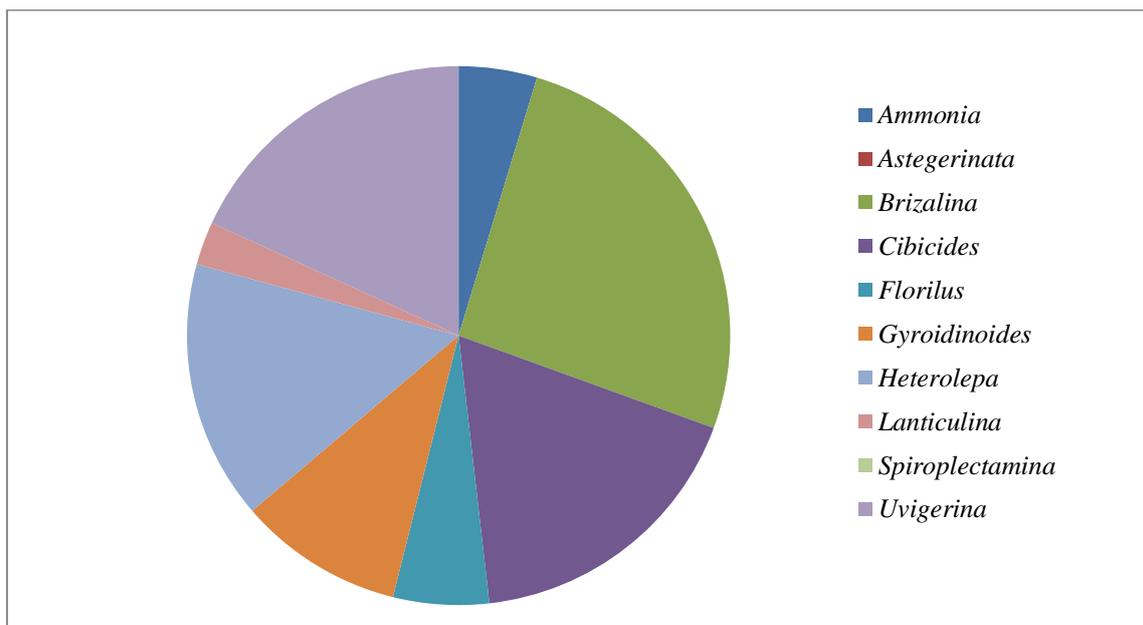


Fig. 24 : Représentation graphique de l'assemblage benthique de l'échantillon **HS15** (coupe de Hammar Semmoumet).

Brizalina (26%), *Uvigerina* (18%), *Cibicides* (18%), *Heterolepa* (16%), *Gyroidinoides* (10%), *Florilus* (6%), *Ammonia* (5%), *Lenticulina* (3%).

4- Assemblages benthique de Hammar Semmoumet

L'évolution verticale des foraminifères benthique de Hammar Semmoumet montre la présence de trois assemblages :

Premier assemblage

Il a été identifié dans la partie supérieure de la formation des marno-calcaires (HS2 HS5). Il se distingue par une population bien diversifiée et assez équilibrée dominée légèrement par *Elphidium* (17 à 10%), *Astegerinata* (16 à 13%), *Heterolepa* (15% à 22%), *Cibicides* (13 à 10%). Ces formes caractérisent les étagements littoraux et de plateforme. La réduction des formes moins profondes (*Elphidium*, *Astegerinata*) et l'augmentation des formes plus profondes (*Heterolepa*, *lenticulina*, *Anomalinoïdes*) indiquent un accroissement de la bathymétrie. L'absence des formes indicatrices de stress témoigne de conditions d'oxygénation et de salinité normale.

Cet assemblage indique un étagement bathymétrique circalittoral subissant un approfondissement régulier avec des conditions de salinité et d'oxygénation normales.

Deuxième assemblage

Cet assemblage établi dans le premier membre de la formation diatomitique de Hammar Semmoumet (HS9 - HS11) montre la dominance de *Heterolepa* (26%), *Brizalina* (24%) et l'augmentation des taux de *Lenticulina* (9%), *Gyroidinoides* (8%) et la rareté des formes à caché littoral (*Elphidium*, *Nonion*). Ceci traduit la poursuite de l'approfondissement du milieu. Les forts taux des *Brizalina* et *Uvigerina* indiquent des apports de matière organique assez importants. Tous ces indices convergent vers un milieu marin à étagement circalittoral haut avec des conditions de salinité et d'oxygénation normale malgré la présence de la matière organique.

Troisième assemblage

L'échantillon **HS15** est caractérisé par un assemblage dominé par *Brizalina* (26%), *Uvigerina* (18%), *Cibicides* (18%), *Heterolepa* (16%). Ces formes sont similaires à ceux de l'assemblage précédent. Cependant on note le retour des formes peu profondes telle que *Florilus* (6%), *Ammonia* (5%) qui témoignent probablement de réduction bathymétrique.

Ces taxons indiquent un étagement bathymétrique circalittoral avec probablement une tendance vers le retour à des conditions littorales peu profondes. Les conditions de salinité et d'oxygénation sont normales.

En conclusion, les trois assemblages de foraminifères benthiques identifiés dans la coupe de Hammar Semmoumet indiquent un étagement bathymétrique circalittoral avec tendance vers l'approfondissement puis un retour vers des bathymétries moins profondes.

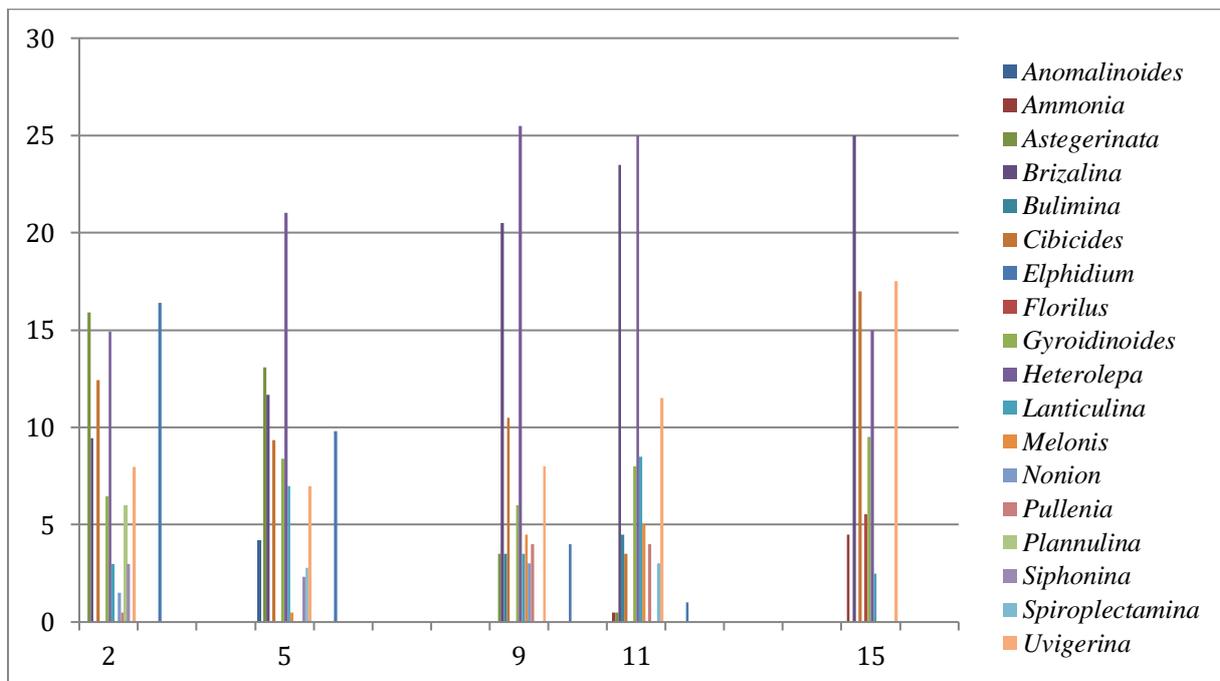


Fig. 25 : Assemblages des foraminifères benthiques de Hammar Semmoumet.

5- Comparaison paléocéologique et paléoenvironnementale entre les coupe de Chabet En Naga et Hammar Semmoumet

L'étude paléocéologique de foraminifères benthiques de Chabet En Naga et Hammar Semmoumet a montré beaucoup de similitudes. Cependant, les assemblages de la coupe de Hammar Semmoumet sont plus diversifiés indiquant une position plus distale de cette coupe. L'importance des épaisseurs dans cette coupe par rapport à celle de Chabet En Naga confirme cette hypothèse.

Dans les deux coupes, on passe d'un étagement moins profond circalittoral bas vers un étagement circalittoral haut dans les membres 1 et 2. Dans la partie sommitale du deuxième membre un retour vers des conditions plus littorales et enclenché.

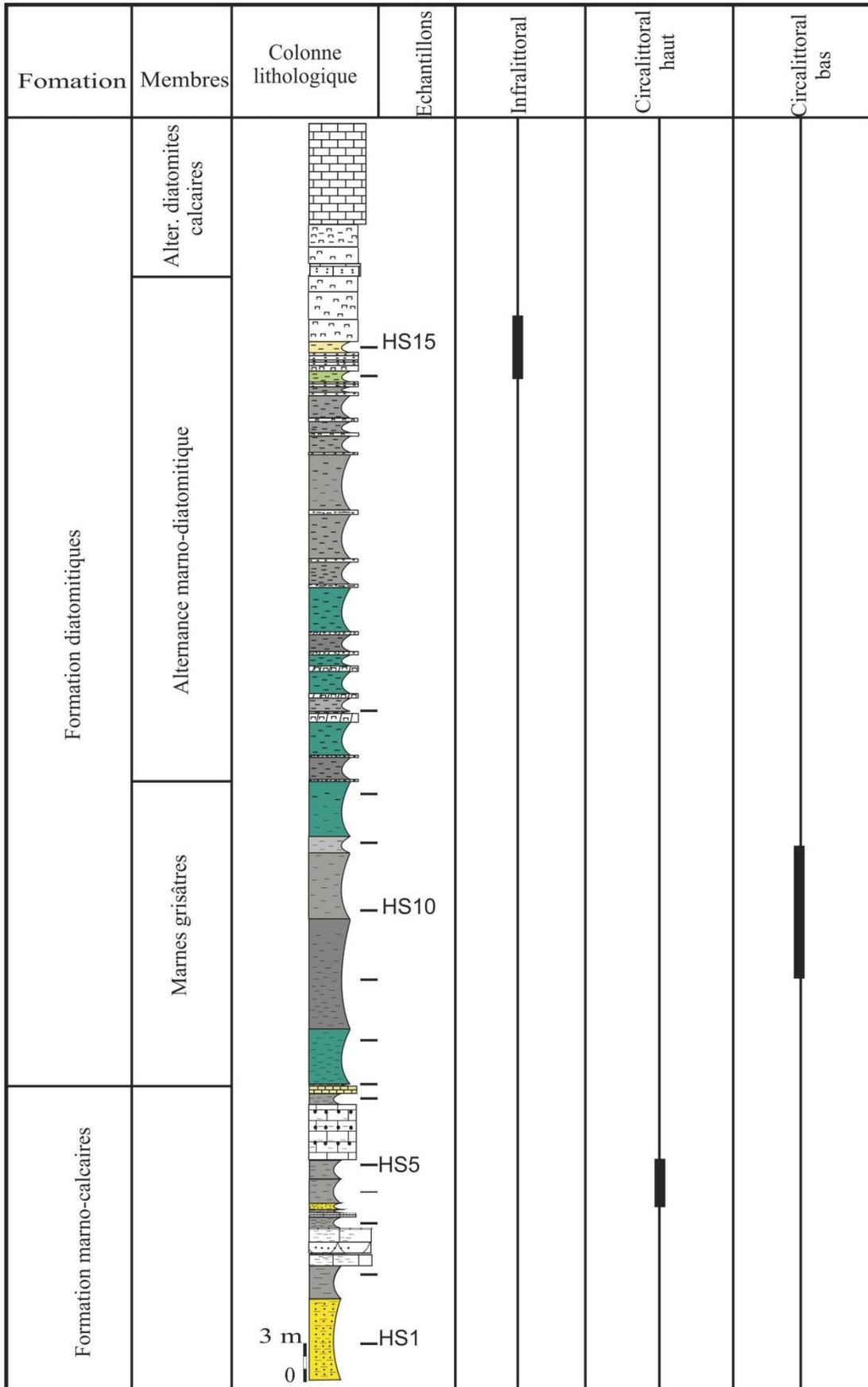


Fig.26 : Evolution des environnements messiniens de la formation diatomitique de Hammar Semmoumet.

Conclusion générale

Conclusion générale

Pour une réactualisation des données sur la formation diatomitique messinienne de la région de Sig, extrémité ouest des monts des Beni Chougrane, deux coupes géologiques (Chabet En Naga et Hammar Semoummet) ont été étudiées.

Cette formation succède sans aucune discontinuité à une formation de nature marno-calcaire. L'évolution verticale des faciès a permis le découpage de cette formation en trois membres. Le premier formé essentiellement par des marnes grisâtres ou s'intercale trois bancs de calcaires argileux. Le second voit l'introduction dans ces marnes de diatomites sous forme de lentille ou en bancs. Le dernier comporte en plus des faciès précédents des calcaires biodétritiques. Il renferme également des niveaux centimétriques de gypses et de cinérites. Cette formation est plus importante dans la coupe de Hammar Semoummet.

La présence des taxons marqueurs *Globorotalia miotumida* gr. (*Gl. miotumida*, *Gl. conomiozea*, *Gl. mediterranea*) dans le premier membre de cette formation a permis son attribution au Messinien. Ces données confirment les attributions de Poignant et Moissette (1992) et Chatri (2020).

L'analyse quantitative des foraminifères benthiques des deux coupes a permis la définition de trois assemblages assez bien diversifiés. Ces assemblages caractérisent un milieu marin de plateforme ouverte marqué par un accroissement de la bathymétrie allant de l'étage circalittoral haut à l'étage circalittoral bas suivi par un retour vers l'étagement infralittoral. Ces assemblages indiquent également de bonnes conditions d'oxygénation et de salinité. Le développement des formes endobenthiques à partir du deuxième membre atteste de l'importance des apports en nutriment probablement d'origine marine.

Références bibliographiques

Chatri R. (2020) - Lithostratigraphie et Biostratigraphie de la série Miocène supérieur de Hammar Semoumet (Béni Chougrane, Bassin du Chéelif).

Cheoh J.M, Bassey C.E, Agyingi C.M (2005) – Biostratigraphie des foraminifères et interprétation paléoenvironnementale du puits opolo-i dans le delta du Niger, Nigeria. Afr. J. of Sci. and Techn. (AJST). Vol. 6, No. 2, pp. 1 – 11.

Delteil J. (1974) - Tectonique de la chaîne alpine en Algérie d'après l'étude du Tell oriental (Monts de la Mina, Beni Chougrane, Dahra). *Th. Doct. Etat*, Univ. Nice, p., 10 pl., 110. Fi.

Griveau C. (2007) – Influence des conditions écologiques sur la composition isotopique du test de foraminifères benthiques actuels. *PhD thesis*. Univ. Alger, 326p.

Mansour B. (1993) - La série diatomitique messénienne de Sig : étude systématique des diatomées et implications paléoécologiques. *Th. Mag.*, univ Oran, Algérie, 148p. (inédites).

Mansour et al. (1995)- Enregistrement, par les associations de diatomies, des environnements messiniens : l'exemple de la coupe de Sig (bassin du Chéelif-Algérie). [Record of Messinian environmental conditions from diatom assemblages : the example of the Sig section (Chelif Basin-Algeria)]. *GEOBIOS*, 28, 3 : 261-279 .

Neurdin-Trescartes J. (1992) -Le remplissage sédimentaire du bassin néogène du Chéelif, modèle de référence de bassin intra-montagneux. *Thèse Doct. Etat. Sci.*, Université de Pau et des pays de l'Adour, France, T. I et II, 605p. (inédit).

Murray J.W. (1991) – Ecology and paleoecology of benthic foraminifera Longman Sc. Tech., Harlow, 1-397.

Perrodon A. (1957) - Etude géologique des bassins néogènes sub-littoraux de l'Algérie occidentale. *Publ. Serv. Carte géol. Algérie*. Alger, Bull. n° 12, 382p. 93 Fig., 4 pl. h.t. 8 ph.

Poignant A. & Moissette P. (1992) - Foraminifères benthiques des intercalations marneuses d'une série diatomitique du Messinien d'Algérie. Benthic foraminifera from interbedded marls in a diatomaceous series from the Messinian of Algeria. *N. Jb. Géol. Palaont. Mh.*, h. 11, pp 657-674.

Rogl F. et Spezzaferri S. (2003) - Foraminiferal paleoecology and biostratigraphie of the Mülbach section (Gaindorf Formation, Lower Badenian) lower Austria. Ann. Naturhist. Mus. Wien, 104 (A), 23-75, Wien. N'est pas dans le texte

Rouchy J. M. (1982) - La genèse des évaporites messiniennes de Méditerranée : un bilan. Bull. Cent. Rech. Prod. 4, pp 511-545.

Rouchy et al. (2007) - The end of the Messinienne salinity crisis : Evidence from the Chelifbassin (Algeria).Paleogeog.Paleoclima.Paleoec.254, pp.386-417.

Saint-Martin J-P. (1987) - Les formations récifales coralliennes du Miocène supérieur d'Algérie et du Maroc. Aspects paléoécologique et paléogéographiques. Th Doc Etat, Univ. D'Aix-Marseille. 499 p, 163 fig, 48 tabl, 68 pl.

Van der zwaan G.j. (1982) - Paleoecology of late Miocene Mzditerranean foraminifera. Utrecht Micropaleont. Bull., 25, 1-155.

Van der zwaan G.J., Duijnste I.A.P., Den dulk M., Ernst S.R., Jannink N.T., and Kouwenhoven T.J. (1999) - benthic foraminifers: proxies or problems? A review of paleoecological concepts, Ear. Sci. Rev., 46 (1-4), 213-235.

Van hinsbergen D.J.J., Kouwenhoven T.J., Van der zwaan G.J. (2005) - Paleobathymetry in the backstripping procedure: Correction for oxygenation effects on depth estimates. Palaeogeog., Palaeoclim., Palaeoec. 221, 245– 265.

LISTES DES FIGURES

Fig.1 : Situation géographique du bassin du Bas Chéelif.....	1
Fig.2 : Situation géographique des monts des Beni Chougrane.....	2
Fig.3 : Situation géographique de Sig.....	3
Fig.4 : Carte géologique de Bassin du Bas Chélif ex : Monts des Dahra (Perrodon, 1957, modifiée).....	4
Fig.5 : Carte géologique de la région de Sig (Mascara.....	5
Fig.6 : Les étapes de préparation et de lavages des échantillons.....	7
Fig.7 : Localisation la coupe de Chabet En Naga.....	8
Fig.8 : Colonne lithostratigraphique de la coupe de Chabet En Naga (Dj. Touakes).....	9
Fig.9 : La limite entre la formation marno-calcaires et la formation diatomitiques.....	10
Fig.10 : Marnes diatomitiquessilicifiès en lentille.....	11
Fig.11 : Photos montrant les facies et la faune du membre 3 (formation diatomitique).....	12
Fig.12 : Calcaires a niveaux cinéritiques (Sommet Membre 3).....	13
Fig.13 : Corrélations lithobiostratigraphie entre les coupes de Chabet En Naga et Hammar Semmoumet.....	14
Fig.14 : Représentation graphique des principaux constituants de l'assemblage benthique des échantillons CN1 (coupe de Chabet En Naga).....	17
Fig.15 : Représentation graphique des principaux constituants de l'assemblage benthique des échantillons CN3 (coupe de Chabet En Naga).....	18
Fig.16 : Représentation graphique des principaux constituants de l'assemblage benthique des échantillons CN5 et CN8 (coupe de Chabet En Naga).....	19
Fig.17 : Représentation graphique des principaux constituants de l'assemblage benthique de l'échantillon CN9 (coupe de Chabet En Naga).....	20
Fig.18 : Histogramme des assemblages benthiques de la coupe Chabet En Naga.....	21
Fig.19 : L'évolution des environnements messiniens de la formation diatomitique de Chabet En Naga.....	22
Fig.20 : Représentation graphique de l'assemblage benthique de l'échantillon HS2 (coupe de HammarSemmoumet).....	23
Fig.21 : Représentation graphique de l'assemblage benthique de l'échantillon HS5 (coupe de HammarSemmoumet).....	24
Fig.22 : Représentation graphique de l'assemblage benthique de l'échantillon HS9 (coupe de Hammar Semmoumet).....	24

Fig. 23 : Représentation graphique de l'assemblage benthique de l'échantillon HS11 (coupe de Hammar Semmoumet).....	25
Fig. 24 : Représentation graphique de l'assemblage benthique de l'échantillon HS15 (coupe de Hammar Semmoumet).....	25
Fig. 25 : Assemblages des foraminifères benthiques de Hammar Semoumnet.....	27
Fig.26 : Evolution des environnements messiniens de la formation diatomitique de Hammar Semmoumet.....	28