

Biozonation des Foraminifères planctoniques du Crétacé supérieur de Tunisie centro-septentrionale

A. Rami⁽¹⁾, D. Zaghbib-Turki⁽²⁾ et M. Saadi⁽³⁾

(1) Centre Régional des Métiers de l'Éducation et de la Formation, Région Fès-Boulemane,
B.P. 49, Fès, Maroc.
abdourami11@hotmail.com

(2) Université de Tunis El Manar, Faculté des Sciences de Tunis, Département de Géologie, Campus universitaire 2092,
Tunis, Tunisie.
dalila.zaghbib@fst.rnu.tn

(3) Université Mohamed V, Faculté des Sciences de Rabat, Département de Géologie, Laboratoire d'océanologie,
géodynamique et génie géologique, Rabat, Maroc.
mohamedsaadi41@yahoo.fr

RÉSUMÉ

Les séries du Crétacé supérieur étudiées dans les différentes régions de la Tunisie centro-septentrionale ont livré une microfaune particulièrement riche en Foraminifères planctoniques. La richesse et la bonne conservation de ces microfossiles, nous a permis d'établir une biozonation détaillée de l'intervalle Albien p.p. (Vraconien)-Maastrichtien.

L'échelle de zonation établie contient les principaux fossiles marqueurs de Foraminifères planctoniques (15 zones et 5 sous-zones) du Crétacé supérieur adoptés par nos prédécesseurs dans d'autres régions méditerranéennes. Certains, fossiles index, de cette biozonation sont identifiés à l'échelle planétaire.

Mots clef: Biozone, Foraminifères planctoniques, séries, Crétacé supérieur, Tunisie

Biozonación de los foraminíferos planctónicos del Cretácico superior del Túnez centro-septentrional

RESUMEN

Las series del Cretácico superior estudiadas en las diferentes regiones del norte y centro de Túnez registran una microfauna particularmente rica en foraminíferos planctónicos. La riqueza y la buena conservación de estos microfósiles nos ha permitido establecer una biozonación detallada del intervalo Albiense p.p. (Vraconiense)-Maastrichtiense.

La escala de la biozonificación establecida contiene los principales marcadores fósiles en foraminíferos planctónicos (15 zonas y 5 subzonas) del Cretácico superior adoptados por nuestros predecesores en otras regiones mediterráneas. Algunas especies, fósiles guía, de este biozonación se identifican a nivel mundial.

Palabras clave: Biozona, foraminíferos planctónicos, series, Cretácico superior, Túnez

VERSIÓN ABREVIADA EN CASTELLANO

Introducción y metodología

El estudio bioestratigráfico de los foraminíferos planctónicos de las series del Cretácico superior que afloran en tres sectores (Sector A: Bargou-Jebibina-Enfida, sector B: Mejez el Bab-Heidous y sector C: Hédil) ubicados en el centro y norte de Túnez (Figura 1) nos ha permitido establecer una escala zonal del intervalo Vraconiense-Maastrichtiense (Tabla I).

Trece secciones geológicas se han levantado en los afloramientos cretácicos superiores dentro de los tres sectores estudiados:

- Siete secciones en el sector A: tres cortes en la región de Bargou y cuatro en la región de Jebibina-Enfida;
- Cinco cortes en el sector B: cuatro secciones en la zona de Mejez el Bab y una en la región de Heidous;
- Un corte en el sector C: en la región de Hédil.

En el terreno, la selección de los cortes en las diferentes regiones estudiadas siempre ha sido precedida por un estudio preliminar realizado con la ayuda de hojas topográficas o geológicas a escala 1:50 000 y de fotografías aéreas a escala 1:12 500 de dichas regiones. Nuestra selección se limita a cortes completos para un intervalo dado del Cretácico superior los cuales presentan un mejor afloramiento no afectado por la tectónica tardía. En las 13 secciones estudiadas, la serie del Cretácico superior se ha muestreado a razón de una muestra cada dos metros como promedio. Indicar que en las zonas en las que se aprecian cambios de facies, el muestreo se ha realizado con un intervalo significativamente menor (con una media de una muestra cada diez centímetros) dentro de los intervalos de los límites de pisos, con el fin de realizar un análisis bioestratigráfico detallado. Las litologías más blandas (margas y arcillas) han sido lavadas y levigadas. La serie de tamices empleados se compone de las siguientes mallas: 500 μm , 250 μm , 100 μm y 63 μm . Los diferentes levigados se han secado a la estufa, la microfauna ha sido clasificada y determinada con una lupa binocular. Las rocas carbonatadas se han preparado sobre lámina delgada, las cuales han sido estudiadas bajo microscopio óptico con el fin de determinar las microfacies y de reconocer la fauna en sección. Las especies de foraminíferos se han observado y fotografiado al microscopio electrónico de barrido para determinar e ilustrar su forma y microestructura. Con el fin de establecer una biozonación del intervalo Vraconiense-Maastrichtiense basada en Foraminíferos planctónicos, hemos aplicado las biozonas como han sido definidas por diversos autores británicos y americanos (Blow, W.H., 1969. Se distinguen:

- La «Zona de Rango Total» (T.R.Z.), biozona que corresponde a la duración total de la existencia de un biomarcador;

- La «Zona de Rango Parcial» (P.R.Z.), biozona definida como el intervalo de tiempo, incluyendo el biomarcador, entre la extinción de un fósil o un grupo de fósiles y la primera aparición de otro fósil u otro grupo de fósiles;

- La «Zona de Intervalo» (I.Z.), biozona correspondiente al intervalo de tiempo entre la aparición de un biomarcador de zona o de un grupo de fósiles y la aparición o la extinción de otro fósil o grupo de fósiles.

La selección de áreas, la calidad de alguno de los afloramientos de la serie del Cretácico Superior y su riqueza en foraminíferos planctónicos nos ha permitido establecer una escala de biozonación continua para el intervalo Vraconiense-Maastrichtiense. Los principales marcadores de biozonación empleados en el dominio del Tethys (Sigal, J., 1977; Bellier, J.P., 1983; Premoli Silva, I. and Sliter, W.V., 1995; Robaszynski, F. & Caron, M., 1995; Rami et al., 2013) están presentes. Algunos de estos biomarcadores tienen una amplia distribución geográfica, por lo que han sido destacados por la mayor parte de autores que han estudiado las series del Cretácico superior en diferentes regiones del mundo (Bollí, H., 1966; Pessagno, E.A., 1967; Douglas, R.G., 1969; Postuma, J.A., 1971; Barr, F.T., 1972; Moullade, M., 1974; Van Hinte J.E., 1976; Linares Rodríguez, D., 1977).

Resultados y conclusiones

Se ha establecido la biozonación del intervalo Vraconiense-Maastrichtiense en base a foraminíferos planctónicos. El intervalo en cuestión se ha dividido en quince zonas y cinco subzonas. Así, se distinguen (Tabla I):

- La zona Planomalina buxtorfi GANDOLFI (T.R.Z), definida por la presencia de la especie marcadora, Planomalina buxtorfi, y característica del Vraconiense.

- La zona Thalmanninella brotzeni SIGAL (I. Z.), limitada en su base por la primera aparición de la especie indicadora de la zona, Thalmanninella brotzeni, y a techo por la primera aparición de Rotalipora cushmani MORROW, está encuadrada en el Cenomaniense inferior.

- La zona Rotalipora cushmani MORROW (T.R.Z.), se define con la presencia de la especie Rotalipora cushmani y caracteriza el Cenomaniense medio y superior. La especie Rotalipora montsalvensis MORNOD aparece en la base; pudiendo ser abundante en la parte inferior de esta zona y apareciendo antes que R. cushmani. Por esta razón, hemos considerado a R. montsalvensis como un indicador de subzona dentro de la zona de R. cushmani, marcando el Cenomaniense medio.

- La zona Whiteinella archaeocretacea PESSAGNO (P.R.Z.), corresponde al período comprendido entre la extinción de todos los Rotalipóridos y la aparición de Helvetoglobotruncana helvetica BOLLÍ. Marca la transición Cenomaniense-Turonense.

- La zona Helvetoglobotruncana helvetica *BOLLI* (T.R.Z.), definida por la presencia del biomarcador Helvetoglobotruncana helvetica. Como se ha definido aquí, esta biozona indica el Turoniense inferior y medio. Dentro de la misma, destacamos que se pueden encontrar muchas otras especies, en concreto del género Marginotruncana, en particular Marginotruncana marianosi *DOUGLAS*, que se limita a la parte superior de esta biozona. Admitimos que *M. marianosi* tiene valor de indicador de subzona, caracterizando la parte superior de la zona de Helvetoglobotruncana helvetica.

- La zona Marginotruncana schneegansi *SIGAL* (P.R.Z.), comprende entre la extinción de Helvetoglobotruncana helvetica y la aparición de Dicarinella primitiva *DALBIEZ*, caracteriza el Turoniense superior.

- La zona Dicarinella primitiva *DALBIEZ* (I.Z.), biozona determinada por el intervalo entre la primera aparición de la especie indicadora en la base y la primera aparición de Dicarinella concavata *BROTZEN* a techo. Indicativa del Coniaciense inferior.

- La zona Dicarinella concavata *BROTZEN* (I.Z.), comienza con la aparición de la especie indicadora y termina con la aparición de Dicarinella asyétrica *SIGAL*, se encuadra en el Coniaciense superior.

- La zona Dicarinella asyétrica *SIGAL* (T.R.Z.), definida por la presencia de la especie indicadora de la biozona, corresponde al Santoniense. Dentro de la misma aparecen en sucesión las especies Sigalia carpatica *SALAJ*, Sigalia decoratissima de *KLASZ* y Marginotruncana manauensis *GANDOLFI*, las cuales determinan tres subzonas correspondientes al Santoniense bajo, medio y superior respectivamente.

- La zona Globotruncana arca *CUSHMAN* (I.Z.), limitada en su base por la primera aparición de la especie indicadora y a techo por la aparición de Globotruncana ventricosa *WHITE*, define el Campaniense inferior.

- La zona Globotruncana ventricosa *WHITE* (I.Z.), marcada en base por la primera aparición del indicador de la biozona, a techo se registra la primera aparición de Radotruncana calcarata *CUSHMAN*, caracteriza el Campaniense medio.

- La zona Radotruncana calcarata *CUSHMAN* (T.R.Z.), definida por la presencia del biomarcador, Radotruncana calcarata (originalmente conocida como Globotruncana calcarata). Determina el Campaniense superior.

- El área Globotruncana falsostuarti *SIGAL* (P.R.Z.), limitada en su base por la extinción de Radotruncana calcarata y a techo por la primera aparición de Gansserina gansseri *BOLLI*. Consideramos que esta biozona determina el Campaniense superior.

- La zona Gansserina gansseri *BOLLI* (I.Z.), definida entre la primera aparición del fósil índice (muro) y la primera aparición de Abathomphalus mayaroensis *BOLLI* (techo), comprende entre el Campaniense terminal a muro y el Maastrichtiense basal a techo.

- La zona Abathomphalus mayaroensis *BOLLI* (T.R.Z.), definida por la presencia de este biomarcador, marca el Maastrichtiense superior.

Introduction

La présente étude intéresse trois secteurs qui sont du sud vers le nord (figure 1):

- Secteur A: Bargou et Jebibina-Enfida;
- Secteur B: Mejez el Bab-Heidous;
- Secteur C: Hédil.

Dans les trois secteurs, treize coupes géologiques ont été levées dans les affleurements du Crétacé supérieur:

- Sept coupes dans le secteur A: trois coupes dans la région de Bargou et quatre coupes dans la région de Jebibina-Enfida;
- Cinq coupes dans le secteur B: quatre coupes dans la région de Mejez el Bab et une coupe dans la région de Heidous
- Une coupe dans le secteur C: coupe dans la région de Hédil.

“Le but de cette étude est d’établir une biozonation de l’intervalle vraconien-maastrichtien basée sur les Foraminifères planctoniques”.

Dans ce travail, nous avons appliqué les biozones, comme elles ont été définies par les auteurs anglais et américains (Blow W. H., 1969; Stainforth *et al.*, 1975). Ainsi, on distingue:

- La «Total Range-Zone» (T. R. Z.): est une biozone qui correspond à la durée totale d’existence d’un marqueur. C’est la zone de distribution totale du fossile indicateur;
- La «Partial Range-Zone» (P. R. Z.): est une biozone définie comme l’intervalle de temps, comprenant le fossile marqueur, compris entre l’extinction d’un fossile ou d’un groupe de fossiles et la première apparition d’un autre fossile ou d’un autre groupe de fossiles;
- L’«Interval-Zone» (I. Z.): est une biozone qui correspond à l’intervalle de temps compris entre l’apparition du fossile marqueur de zone ou d’un



Figure 1. Cadre structural des secteurs étudiés (d'après Perthuisot V., 1978).

Figura 1. Cuadro estructural de los sectores de estudio (según Perthuisot V., 1978).

groupe de fossiles et l'apparition ou l'extinction d'un autre fossile ou d'un groupe de fossiles.

Pour le choix des zones, la qualité de certains affleurements des séries du Crétacé supérieur et leur richesse en foraminifères planctoniques nous ont permis d'établir une échelle de biozonation continue pour l'intervalle Vraconien-Maastrichtien. Les principaux marqueurs de la biozonation adoptée dans le domaine téthysien (Sigal J., 1977; Chitta N., 1979; Salaj J., 1980; Wonders A. AH., 1980; Bellier J. P., 1983; Gargouri-Razgallah S., 1983; Caron M., 1985; Sigal J., 1987; Rami A., 1992; Maâmouri et al., 1994; Premoli Silva I. and Sliter W. V., 1995; Robaszynski F. and Caron M., 1995; Rami et al., 1996a; Rami A., 1998; Rami et al., 2013; etc.) sont présents. Certains de ces marqueurs ont une large répartition géographique, de telle sorte qu'ils ont été mis en valeur par la plupart des auteurs ayant étudié des séries du Crétacé supérieur dans différentes régions du monde (Bolli H., 1966; Pessagno E. A., 1967; Douglas R. G., 1969; Postuma J. A., 1971; Barr F. T., 1972; Moullade M., 1974; Van Hinte J.E., 1976; Linares Rodriguez D., 1977; etc.).

Discussion: biozones adoptées (Tableau I)

- Zone à *Planomalina buxtorfi* GANDOLFI= «Total-Range-Zone» (T. R. Z.)

Elle est définie par l'extension totale de l'espèce indicatrice de zone, *Planomalina buxtorfi*. Comme elle a été adoptée par nos prédécesseurs (Chitta N., 1979; Gargouri-Razgallah S., 1983; Zghal I., 1994; Premoli Silva I. and Verga D., 2004), la zone à *Planomalina buxtorfi* caractérise le Vraconien. Elle a été utilisée dans un sens plus restreint que sa définition originale (Postuma J. A., 1971). Elle correspond aussi aux zones LC18 et LC19 de Van Hinte J. E. (1976) et à la partie inférieure de la zone à *Rotundina stephani* de Salaj J. (1980). Nous avons identifié la zone à *Planomalina buxtorfi* dans la région de Mejz el Bab (Rami et al., 1995; Rami et al., 1997c; Rami A., 1998), dans la région de Bargou (Rami A., 1992; Rami et al., 1993; Rami et al., 1997a; Rami A., 1998) et dans la région de Jebibina (Rami et al., 1996b; Rami et al.,

Ages en M.A. 65	Etages	Zone et sous zones des Foraminifères planctoniques
70.6	Maastrichtien	<i>Abrarophalus mayaroensis</i>
		<i>Gauzterina gauzteri</i>
	Campanien	<i>Globotruncana falsostuarti</i>
		<i>Radotruncana calcarata</i>
		<i>Globotruncana ventricosa</i>
83.5		<i>Globotruncana arca</i>
85.8	Santonien	<i>Dicarinella asymetrica</i> / <i>Marginotruncana manauensis</i>
		<i>Sigalia decoratissima</i> / <i>Sigalia carpatica</i>
88.6	Coniacien	<i>Dicarinella concavata</i>
		<i>Dicarinella primitiva</i>
93.6	Turonien	<i>Marginotruncana schneegeusti</i>
		<i>Helvetoglobotruncana helvetica</i> / <i>Marginotruncana marianoti</i>
99.6	Cénomanién	<i>Whiteinella archaeocretacea</i>
		<i>Rotalipora cushmani</i> / <i>Rotalipora montalveruzi</i>
		<i>Thalmaninella brotzeni</i>
99.6	Albien p.p. (Vraconien)	<i>Planomalina buxtorfi</i>

Tableau 1. Biozonation du Crétacé supérieur basée sur les Foraminifères planctoniques. L'échelle numérique des étages (d'après Gradstein et al., 2008).

Tabla 1. Biozonación del Cretácico superior basado en foraminíferos planctónicos. La escala numérica de los pisos según Gradstein et al. (2008).

1997a; Rami A., 1998, Rami et al., 2014). Dans ces régions, l'espèce *Planomalina buxtorfi* se trouve en association essentiellement avec *Parathalmanninella appenninica* RENZ, *Muricohedbergella planispira* TAPPAN, *Muricohedbergella delrioensis* CARSEY, *Claviohedbergella simplex* MORROW et *Praeglobotruncana stephani* GANDOLFI. Notons que l'espèce *Planomalina buxtorfi* disparaît avant l'apparition de *Thalmanninella brotzeni* SIGAL qui marque le début du Cénomaniens.

Nous précisons que la zone à *Planomalina buxtorfi* est signalée aussi bien dans le domaine téthysien (Postuma J. A., 1971; Moullade M., 1974; Van Hinte J. E., 1976; Sigal J., 1977; Wonders A. AH., 1980; Bellier J. P., 1983; Sigal J., 1987; Robaszynski F. and Caron M., 1995; Rami A., 1998; Rami et al., 2013; Rami et al., 2014) que dans le domaine boréal (Van Hinte J. E., 1976).

– Zone à *Thalmanninella brotzeni* SIGAL = «Intervalle-Zone» (I. Z.)

La zone à *Thalmanninella brotzeni* est limitée à sa base par la première apparition du fossile indicateur de zone, *Thalmanninella brotzeni* et à son sommet par la première occurrence de *Rotalipora cushmani* MORROW. Cette zone a été définie pour la première fois par Bolli H. (1966), mais dans un sens restreint puisque entre sa zone à *R. brotzeni* et la première apparition de *R. cushmani* s'intercale sa zone à *R. reicheli*. Elle est du Cénomaniens inférieur (Moullade M., 1974; Sigal J., 1977; Groupe T. E. F. P., 1979 (1); Caron M., 1985; Sigal J., 1987; Ayyed et al., 1996) et correspond à la zone à *R. appenninica* de Douglas R. G. (1969), à la zone UC1 de Van Hinte J. E. (1976) et à la zone à *R. globotruncanoides* de Robaszynski F. and Caron M. (1995). Cette zone à *Thalmanninella brotzeni* est reconnue dans la région d'Enfida (Rami et al., 1996b; Rami A., 1998), dans la région de Bargou (Rami A., 1992; Rami et al., 1993; Rami et al., 1997a; Rami A., 1998) et dans la région de Mejez el Bab (Rami et al., 1995; Rami et al., 1997c; Rami A., 1998). Le fossile de zone est associé à la plupart des espèces citées dans la zone sous-jacente, hormis *Planomalina buxtorfi*.

Il est à noter que la zone à *Thalmanninella brotzeni* est reconnue aussi par nos prédécesseurs dans plusieurs localités du monde, en Tunisie (Chitta N., 1979; Salaj J., 1980; Bellier J. P., 1983; Rami A., 1998; Rami et al., 2013; Rami et al., 2014), en Egypte (Ayyad et al., 1996), en domaine téthysien (Moullade M., 1974; Sigal J., 1977; Groupe T. E. F. P., 1979 (1); Sigal J., 1987; Rami A., 1998; Rami et al. 2013; Rami et al., 2014), en domaine boréal (Groupe T. E. F. P., 1979 (1)), en Amérique du Nord (Bolli H., 1966), etc.

– Zone à *Rotalipora cushmani* MORROW (T. R. Z.)

Elle est définie par l'extension totale de l'espèce *Rotalipora cushmani*. Comme l'ont adoptée d'autres auteurs (Sigal J., 1977; Bellier J. P., 1983; Sigal J., 1987), la zone à *Rotalipora cushmani* caractérise le Cénomaniens moyen et supérieur. Cette zone est définie à l'origine par Bolli H. (1966). Elle correspond à la zone à *Rotalipora* (7b et la partie inférieure de 7a) de Dalbiez F. (1956), à la zone UC2 et UC3 de Van Hinte J. E. (1976). Nous avons reconnu la zone à *Rotalipora cushmani* dans la région de Mejez el Bab, dans la région de Bargou et dans les régions de Jebibina-Enfida. Dans la plupart de ces régions, l'espèce *Rotalipora montsalvensis* MORNOD apparaît dès la base de la zone à *Rotalipora cushmani*; elle peut être abondante dans la partie inférieure de cette zone et s'éteint bien avant *R. cushmani*. Pour cette raison, nous avons considéré *R. montsalvensis* comme indicatrice de sous-zone de la zone à *R. cushmani* pour marquer le Cénomaniens moyen (sous-zone à *R. montsalvensis* MORNOD). En revanche, (Chitta N., 1979) a signalé que dans la région de Tebourouk (Tunisie), l'espèce *R. montsalvensis* peut-être rare. D'ailleurs, l'auteur a signalé des *Rotalipora* qu'il laisse en nomenclature ouverte (*Rotalipora* sp.) et les rapproche de *R. montsalvensis*. Le même auteur a signalé en même temps, que les exemplaires qu'elle a étudiés diffèrent de l'holotype par leurs loges moins étirées et moins nombreuses au dernier tour. Pour Salaj J. (1980), l'espèce *R. montsalvensis* est un fossile de zone caractérisant la partie supérieure du Cénomaniens moyen et la partie inférieure du Cénomaniens supérieur. Quant à Bellier J. P. (1983), il a émis beaucoup de réserves envers les individus qu'il a rapportés à l'espèce *R. montsalvensis*. Il signale que cette espèce est rare, voire absente, dans la plupart des coupes qu'il a étudiées. Pour ce dernier auteur, la sous-zone à *R. montsalvensis*, dont l'indicateur apparaît avant *R. cushmani*, caractérise la partie supérieure de la zone à *Thalmanninella brotzeni*. En outre, nous notons que dans la plupart des régions étudiées, si l'espèce *R. montsalvensis* est contemporaine à la partie inférieure de la zone à *R. cushmani*, l'espèce *Parathalmanninella appenninica* RENZ apparaît déjà dans la zone à *Planomalina buxtorfi* et disparaît dans la partie inférieure de la zone à *R. cushmani*, comme l'espèce *Thalmanninella brotzeni*. Dans la partie supérieure de la zone apparaît l'espèce *R. deecke* FRANKE.

Nous signalons que la zone à *R. cushmani* est reconnue aussi bien dans le domaine téthysien (Barr F. T., 1972; Van Hinte J. E. 1976; Sigal J., 1977, Groupe T. E. F. P., 1979 (1), Wonders A. AH., 1980, Ayyad et al., 1996; Rami A., 1998; Rami et al. 2013; Rami et al.,

2014) que boréal (Groupe T. E. F. P., 1979 (1); Sigal J., 1977; Sigal J., 1987).

- Zone à *Whiteinella archaeocretacea* PESSAGNO = «Partiel-Range-Zone (P. R. Z.)

La zone intervallaire à *Whiteinella archaeocretacea* correspond à l'intervalle compris entre l'extinction de toutes les Rotalipores et l'apparition de *Helvetoglobotruncana helvetica* BOLLI. Elle marque le passage Cénomanién-Turonien comme elle a été adoptée par plusieurs auteurs (Groupe T. E. F. P., 1979 (1); Robaszynski et al., 1980; Maamouri et al., 1994; Robaszynski F. and Caron M., 1995; Rami A., 1998; Soua M., 2011; Zaghib-Turki D. et Soua M., 2013). Nous la considérons équivalente de la zone à *Whiteinella aprica* LOEBLICH et TAPPAN de Bellier J. P. (1983) et à la zone à *Whiteinella paradubia-W. aprica* de Sigal J. (1987). Nous l'avons reconnue dans la région de Mejez el Bab, là où nous avons pu préciser les limites de cette zone (Rami et al., 1995; Rami et al., 1997c; Rami A., 1998; Rami et al., 2013), dans la région de Bargou (Rami A., 1992; Rami et al., 1993; Rami et al., 1997a; Rami A., 1998; Rami et al., 2013; Rami et al., 2014) et dans la région de Jebibina-Enfida (Rami et al., 1996b; Rami et al., 1997b; Rami A., 1998; Rami et al., 2013; Rami et al., 2014). Dans cette zone à *Whiteinella archaeocretacea*, de nombreuses autres espèces du même genre s'épanouissent. Ceci a amené certains auteurs (Schijfsma E., 1955; Sigal J., 1955; Lehmann R., 1962; Sigal J., 1987) à l'appeler zone à «grosses globigérines». En outre, nous remarquons que dans la même zone apparaissent les premiers représentants de *Dicarinella hagni* SCHEIBNEROVA.

Aussi bien en domaine téthysien que boréal, l'espèce *Whiteinella archaeocretacea* est retenue par plusieurs auteurs comme marqueur du passage Cénomanién-Turonien (Groupe T. E. F. P., 1979 (1); Robaszynski et al., 1980; Robaszynski F. and Caron M., 1995; Rami A., 1998; Rami et al. 2013; Rami et al., 2014, parmi d'autres).

- Zone à *Helvetoglobotruncana helvetica* BOLLI (T. R. Z.)

La zone à *Helvetoglobotruncana helvetica* est définie par l'extension totale de ce fossile marqueur de zone. Cette zone est originellement définie sous le nom de «*Globotruncana*» *helvetica*, indépendamment et simultanément par deux auteurs (Sigal J., 1955; Dalbiez F., 1955); par la suite (Bolli H., 1966) a fixé ses limites d'une manière plus nette. Telle qu'elle a été définie ici, la zone à *Helvetoglobotruncana helvetica* indique le Turonien inférieur et moyen comme l'a adoptée Sigal

J. (1977 et 1987). Pour Bellier J. P. (1983), Robaszynski F. and Caron M. (1995) et Premoli Silva I. and Verga D. (2004), cette zone se termine un peu avant la fin du Turonien moyen. Cependant Postuma J. A. (1971), a retenu la zone à *Helvetoglobotruncana helvetica* pour marquer la plus grande partie du Turonien. Nous avons reconnu cette zone à *Helvetoglobotruncana helvetica* dans la région de Mejez el Bab (Rami et al., 1995; Rami et al., 1997c; Rami A., 1998; Rami et al., 2013), dans la région de Bargou (Rami A., 1992; Rami et al., 1993; Rami et al., 1997c; Rami A., 1998; Rami et al., 2013; Rami et al., 2014) et dans la région de Jebibina-Enfida (Rami et al., 1996b; Rami et al., 1997a; Rami A., 1998; Rami et al., 2013; Rami et al., 2014). Dans cette zone, nous remarquons que de nombreuses autres espèces s'épanouissent notamment celles du genre *Marginotruncana*, particulièrement *Marginotruncana marianosii* DOUGLAS qui est cantonnée à la partie supérieure de cette zone. Nous admettons donc que *M. marianosii* a la valeur d'indicateur de sous-zone caractérisant la partie supérieure de la zone à *Helvetoglobotruncana helvetica*. Pour Bellier J. P. (1983), bien qu'il admette que *M. marianosii* est un fossile marqueur de sous-zone, il signale que la disparition de ce fossile se fait bien après celle de *Helvetoglobotruncana helvetica*; chose que nous ne confirmons pas par le matériel que nous avons étudié. Dans la région de Kalaât Senan (Tunisie), Gonzalez-Donoso et Linars (in Robaszynski et al., 1990) ont observé des *Sigalitruncana* sp. aff. *marianosii* dans la partie médiane du Turonien moyen. Dans d'autres régions de la Tunisie, cette espèce est fréquente dans le Turonien supérieur (El Amri Z., 2008). En outre, nous signalons que l'espèce *M. marianosii* a été mentionnée dans plusieurs régions du monde, en Californie par Douglas R. G. (1969), à Madagascar par Caron M. (1974), dans les Alpes bavares par Weidich K. F. (1984), dans les Pyrénées par Bilotte et al. (1989), dans le domaine vocontien au SE de France par Grosheny et al. (1992), etc.; et elle a été admise comme étant un marqueur de la partie supérieure du Turonien moyen. Ainsi, nous retenons que l'espèce *M. marianosii* présente un grand intérêt pour les corrélations puisqu'elle appartient aussi bien à la province téthysienne qu'à la province pacifique. C'est également dans cette zone, particulièrement dans sa partie terminale qu'apparaît *Marginotruncana schneegansi* SIGAL.

Nous notons encore que la zone à *Helvetoglobotruncana helvetica* est reconnue mondialement: en Amérique du Nord (Douglas R. G., 1969), en domaine téthysien (Postuma J. A., 1971; Barr F. T., 1972; Van Hinte J. E., 1976; Sigal J., 1977; Robaszynski et al., 1980; Wonders A. AH., 1980; Salaj

J., 1980; Bellier J. P., 1983; Sigal J., 1987; Robaszynski F. and Caron M., 1995; Rami A., 1998; Rami et al. 2013; Rami et al., 2014) et en domaine boréal (Van Hinte J. E., 1976; Groupe T. E. F. P., 1979 (1)).

– Zone à *Marginotruncana schneegansi* SIGAL (P. R. Z.)

La zone d'intervalle à *Marginotruncana schneegansi* est comprise entre l'extinction de *Helvetoglobotruncana helvetica* et l'apparition de *Dicarinella primitiva* DALBIEZ. Pour Dalbiez F. (1956) à qui nous devons la définition originale de cette zone, la considère comme marqueur du Coniacien inférieur. Elle correspond à la zone à «*Globotruncana sigali*» de Barr F. T. (1972) et de Wonders A. AH. (1980). Comme l'a considérée Bellier J. P. (1983), la zone à *M. schneegansi* est du Turonien supérieur. Pour d'autres auteurs (Groupe T. E. F. P., 1979 (1); Salaj J., 1980; El Amri Z. et Zaghib-Turki D., 2005 et El Amri Z., 2008), la zone à *Marginotruncana schneegansi* correspond à la plus grande partie du Turonien supérieur. Nous avons reconnu cette zone dans la région de Mejez el Bab (Rami et al., 1995; Rami et al., 1997c; Rami A., 1998), dans la région de Bargou (Rami A., 1992; Rami et al., 1993; Rami et al., 1997a; Rami A., 1998) et dans la région de Jebibina-Enfida (Rami et al., 1996b; Rami et al., 1997a; Rami A., 1998). Au sein de cette zone, les représentants du genre *Marginotruncana* sont abondants et diversifiés, parmi lesquels: *M. renzi* GANDOLFI, *M. pseudolinneiana* PESSAGNO et *M. coronata* BOLLI. D'autres espèces apparaissent, notamment *Hedbergella flandrini* PORTHULT, *Marginotruncana marginata* REUSS. Pour Salaj J. (1980), cette dernière espèce est inconnue dans le Turonien et le Coniacien de la Tunisie. Selon le même auteur, cette espèce ne débute que dans le Santonien supérieur et se poursuit dans le Campanien inférieur. Cependant, il l'a signalée dans le Turonien inférieur de l'Europe du Sud. Concernant la disparition de *M. marginata*, nous notons qu'elle se fait effectivement au Campanien inférieur de la zone à *Globotruncana arca*.

Nous retenons que la zone à *Marginotruncana schneegansi* est reconnue à l'échelle de la Téthys (Groupe T. E. F. P., 1979 (1); Rami A., 1998; Rami et al. 2013).

– Zone à *Dicarinella primitiva* DALBIEZ (I. Z.)

C'est une zone déterminée par l'intervalle compris entre la première occurrence de l'espèce indicatrice de zone à la base et la première apparition de *Dicarinella concavata* BROTZEN au sommet. Ainsi,

nous conservons le sens original de la zone, comme il a été défini par Caron M. (1978). Cette zone indique le Coniacien inférieur comme elle a été retenue par (Caron M., 1978; Caron M., 1985; Premoli Silva I. and Verga D., 2004 et El Amri Z., 2008) et correspond à la zone Co1 de Porthault B. (1974). Pour Salaj J. (1980), la zone à *Dicarinella primitiva* (utilisée pour cet auteur comme sous-zone de la zone à *Globotruncana angusticarinata*) représente la partie supérieure du Coniacien inférieur ainsi que la plus grande partie du Coniacien supérieur. Vu la rareté de l'espèce *D. primitiva* dans le matériel qu'il a analysé, Bellier J. P. (1983) l'a désignée comme une sous-zone pour marquer la partie supérieure de la zone à *Marginotruncana schneegansi* du Turonien supérieur. Pour Robaszynski et al. (1990), l'espèce *D. primitiva* apparaît dans la partie terminale du Turonien moyen. Wonders A. AH. (1980) a adopté la zone à *Dicarinella primitiva* pour indiquer tout le Coniacien. Pour El Amri Z. et Zaghib-Turki D. (2005) et El Amri Z. (2008), c'est avec cette zone que démarre le Coniacien. Nous l'avons reconnue dans la région de Mejez el Bab (Rami et al., 1995; Rami et al., 1997c; Rami A., 1998), dans la région de Bargou (Rami A., 1992; Rami et al., 1993; Rami et al., 1997a; Rami A., 1998) et dans la région de Jebibina (Rami et al., 1996b; Rami et al., 1997a; Rami A., 1998). Comme dans la biozone de l'intervalle sous-jacent, l'association des Foraminifères est dominée par les représentants du genre *Marginotruncana*

Ailleurs, la zone à *D. primitiva* est reconnue aussi bien en domaine téthysien que boréal (Groupe T. E. F. P., 1979 (1); Wonders A. AH., 1980; Rami A., 1998; Rami et al. 2013).

– Zone à *Dicarinella concavata* BROTZEN (I. Z.)

Cette zone d'intervalle débute par l'apparition de l'espèce indicatrice de zone et se termine avec l'apparition de *Dicarinella asymetrica* SIGAL. Elle est définie à l'origine par Sigal J. (1955) mais dans un sens plus large, comparable à la majeure partie de la zone à *Globotruncana ventricosa* de Dalbiez F. (1955). Telle qu'elle a été définie ici, cette zone à *Dicarinella concavata* indique le Coniacien supérieur, et correspond à la zone à *Globotruncana concavata concavata* de Barr F. T. (1972) et à la zone Co2 de Porthault T. B. (1974). Cependant, Bellier J. P. (1983) a retenu la zone à *Dicarinella concavata* pour indiquer tout le Coniacien. Nous avons reconnu cette zone, avec son fossile index, dans toutes les régions étudiées. Nous remarquons que, dans cette zone, les Foraminifères planctoniques sont diversifiés, aussi bien sur le plan générique (*Dicarinella* et *Marginotruncana* parmi les genres dominants, *Rosita*, *Archaeoglobigerina*,

Heterohelix, *Pseudoguembelina*, *Pseudotextularia*, etc.) que sur le plan spécifique. En outre, c'est dans cette zone qu'apparaissent de nouveaux taxons: *Rosita fornicata* DALBIEZ, *Archaeoglobigerina cretacea* D'ORBIGNY, *A. blowi* PESSAGNO et *Sigalia deflaensis* SIGAL.

Nous rappelons, qu'en domaine téthysien, la zone à *D. concavata* a été reconnue par plusieurs auteurs (Sigal J., 1977; Linares Rodriguez D., 1977; Groupe T. E. F. P., 1979 (1); Groupe T. E. F. P., 1984; Rami A., 1998; El Amri Z. et Zaghbib-Turki D., 2005; El Amri Z., 2008; Rami et al., 2013 et El Amri et al., 2014).

– Zone à *Dicarinella asymetrica* SIGAL (T. R. Z.)

La zone à *Dicarinella asymetrica* est définie par l'extension totale de l'espèce indicatrice de zone. Elle diffère de la zone à *Globotruncana carinata* de Postuma J. A. (1971) qui est limitée au Santonien supérieur. Comme il a été signalé par Bellier J. P. (1983), cette zone est du Santonien et correspond exactement à la zone à *Globotruncana bulloides* VOGLER adoptée par Pessagno E. A. (1967) et à la zone à *Globotruncana coronata* BOLLI admise par Douglas R. G. (1969). Au sein de cette zone sont apparues successivement; *Sigalia carpatica* SALAJ et SAMUEL, *Sigalia decoratissima* de KLASZ et *Marginotruncana manaurensis* GANDOLFI. Comme l'a adopté Bellier J. P. (1983), ces espèces déterminent des sous-zones respectivement du Santonien inférieur, moyen et supérieur, et qui sont caractérisées comme suit:

* Sous-zone à *Sigalia carpatica* SALAJ et SAMUEL (I. Z.)

Comme l'ont conçue ses auteurs (Salaj J. and Samuel O., 1966; Salaj J., 1980), cette zone est déterminée par l'intervalle compris entre la première apparition du taxon repère (cette apparition se fait simultanément avec celle de *Dicarinella asymetrica*) et celle de *Sigalia decoratissima*.

* Sous-zone à *Sigalia decoratissima* de KALSZ (I. Z.)

Elle s'étend depuis la première apparition du taxon-guide, jusqu'à celle de *Marginotruncana manaurensis*. Cette sous-zone est définie à l'origine par Salaj J. and Samuel O. (1966) sous le nom de sous-zone à *Gublerina decoratissima*. Ses limites inférieure et supérieure sont précisées respectivement par Salaj J. (1970) et Maâmouri A. L. and Salaj J. (1974). En revanche Salaj J. (1980) a considéré la sous-zone à *Sigalia decoratissima* comme zone à part pour indiquer le Santonien moyen. Pour notre part, nous conservons, le rang de sous-zone à *Sigalia decoratissima*, le Santonien couvre l'ensemble de la zone à *Dicarinella asymetrica*, comme l'ont adoptée

Bellier J. P. (1983); Groupe T. E. F. P. (1984) et Caron M., (1985). Dans cette sous-zone, nous notons particulièrement la prolifération et la diversification des genres *Sigalia* et *Ventilabrella* représentés notamment par: *Sigalia bipartita* de KLASZ, *Ventilabrella eggeri* CUSHMAN et *V. glabrata* CUSHMAN.

* Sous-zone à *Marginotruncana manaurensis* GANDOLFI (I. Z.)

Elle est comprise entre la première apparition du taxon indicateur et celle de *Globotruncana arca* CUSHMAN. Elle correspond à la partie supérieure de la zone à *Globotruncana fornicata manaurensis* admise par Gandolfi R. (1955), Salaj J. (1970), Salaj J. (1975) et Salaj J. (1980); et seulement à la partie inférieure de la zone à *Globotruncana convexa* - *Globotruncana manaurensis* de Sigal J. (1987). Au sein de cette sous-zone, nous remarquons essentiellement l'apparition des premiers représentants de *Globotruncanita stuartiformis* DALBIEZ et de *G. elevata* BROTZEN.

Nous avons pu mettre en évidence la zone à *Dicarinella asymetrica* avec ses trois sous-zones, dans les régions à série complète du Crétacé supérieur, telles que la région de Jebibina (Rami et al., 1996b; Rami et al., 1997a; Rami, 1998; Rami et al., 2013; Rami et al., 2014) et les régions de Mejez et Bab et Bargou (Rami A., 1992; Rami et al., 1993; Rami et al., 1995; Rami et al., 1996b; Rami et al., 1997a; Rami et al., 1997c; Rami A., 1998; Rami et al., 2013; Rami et al., 2014). Ailleurs, cette zone à *Dicarinella asymetrica* a été signalée à l'échelle de la Téthys (Groupe T. E. F. P., 1984; Caron M., 1985; Robaszynski F. and Caron M., 1995; Rami A., 1998; Rami et al., 2013; Rami et al., 2014; El Amri et al., 2014).

– Zone à *Globotruncana arca* CUSHMAN (I. Z.)

Elle est limitée à sa base par la première occurrence de l'espèce indicatrice de zone et à son sommet par l'apparition de *Globotruncana ventricosa* WHITE. Cette zone du Campanien inférieur est définie par Salaj J. and Samuel O. (1963). Elle correspond à peu près à la zone à *Globotruncana arca arca* s.s. de Salaj J. (1980) et à la « concurrent zone » à *Globotruncana arca/Globotruncanita elevata* d'El Amri et al. (2014). Elle correspond également à la majeure partie de la zone à *Globotruncanita elevata* de Bellier J. P. (1983). Etant donné que l'espèce *Globotruncanita elevata* apparaît dans le Santonien supérieur (zone à *Dicarinella asymetrica* associée à *Marginotruncana manaurensis*), nous ne l'avons pas retenue comme marqueur du Campanien inférieur. Pour certains auteurs (Douglas R. G., 1969), la zone à *Globotruncana arca* couvre tout le Campanien. Nous précisons

que les formes qui sont les précurseurs de l'espèce *Globotruncana arca*, apparaissent dans la partie terminale de la zone à *Dicarinella asymetrica* (Rami A. and Zaghib-Turki D., 1995). Nous avons reconnu la zone à *Globotruncana arca* dans toutes les régions étudiées (Rami A., 1992; Rami et al., 1993; Rami et al., 1996b; Rami et al., 1997a; Rami et al., 1997c; Rami A., 1998; Rami et al. 2013; Rami et al. 2014). Dans cette zone, les représentants du genre *Globotruncana* se diversifient et deviennent fréquents (*Globotruncana linneiana* d'ORBIGNY, *G. mariei* BANNER et BLOW, *G. bulloides* VOGLER, *G. orientalis* EL NAGGAR et *G. caliciformis* de LAPPARENT, etc.). En revanche, les quatre espèces du genre *Marginotruncana*: *M. marginata* REUSS, *M. sinuosa* PORTHAULT, *M. tarfayaensis* LEHMANN et *M. undulata* LEHMANN) qui persistent dans la zone à *Globotruncana arca* se sont éteintes avant la fin de cette zone. En outre, aucune espèce du genre *Sigalia* signalée dans les niveaux sous-jacents n'a atteint le sommet de cette zone. C'est dans la partie supérieure de la même zone qu'apparaît l'espèce *Contusotruncana patelliformis* GANDOLFI.

Ailleurs, la zone à *G. arca* est signalée aussi en Europe (Salaj J. and Samuel O., 1966) et en Amérique du Nord (Douglas R. G., 1969).

– Zone à *Globotruncana ventricosa* WHITE (I. Z.)

La zone à *Globotruncana ventricosa* est marquée à sa base par la première apparition de l'indicateur de zone et à son sommet par celle de *Radotruncana calcarata* CUSHMAN. Elle a été définie à l'origine par Dalbiez F. (1955). Elle marque la partie moyenne du Campanien (Linares Rodriguez D., 1977; Wonders A. AH., 1980; Groupe T. E. F. P., 1984; Caron M., 1985; El Amri Z., 2008; El Amri et al., 2014). Elle correspond en partie à la zone à *Globotruncanella subspinosa* PESSAGNO admise par Bellier J. P. (1983). Nous n'avons pas pris en considération la zone à *G. subspinosa*, parce que les représentants de cette espèce ne sont pas fréquents dans le matériel que nous avons étudié. En revanche, l'espèce *Globotruncana ventricosa* est abondante de telle sorte que nous avons pu reconnaître sa zone dans toutes les régions étudiées (Rami A., 1992; Rami et al., 1993; Rami et al., 1996b; Rami et al., 1997a; Rami et al., 1997c; Rami A., 1998; Rami et al. 2013; Rami et al. 2014). Dans cette biozone nous retenons particulièrement l'apparition de *Globotruncana rugosa* MARIE, *G. rosetta* CARSEY, *Globotruncanella insignis* GANDOLFI et celle de *Globotruncanella subspinosa*.

Il est à noter qu'en domaine téthysien la zone à *G. ventricosa* est assez répandue (Linares Rodriguez D., 1977; Wonders A. AH., 1980; Groupe T. E. F. P., 1984;

Caron M., 1985; Robaszynski F. and Caron M., 1995; Rami A., 1998; Robaszynski et al., 2000; Rami et al. 2013; El Amri et al., 2014; Rami et al., 2014).

– Zone à *Radotruncana calcarata* CUSHMAN (T. R. Z.)

La zone à *Radotruncana calcarata* (initialement appelée *Globotruncana calcarata*) est caractérisée par l'extension totale de l'espèce indicatrice de zone. Cette zone a été définie, pour la première fois, par Herm D. (1962). Elle détermine le Campanien supérieur, comme l'ont admis Bolli H. (1966); Postuma J. A. (1971); Linares Rodriguez D. (1977); Wonders A. AH. (1980); Bellier J. P., (1983); Groupe T. E. F. P., (1984); Caron M., (1985) et Sigal J. (1987). Concernant l'attribution chronostratigraphique de cette zone, Robaszynski F. and Caron M. (1995) évoquent une controverse. Dans leur travail, ces auteurs admettent que le Campanien supérieur ne se limite pas à la zone à *Radotruncana calcarata*, mais doit encore englober la zone à *Globotruncanella havanensis*, la zone à *Globotruncana aegyptiaca* et une partie de la zone à *Gansserina gansserina*. Ces dernières ont été d'ailleurs admises comme marqueurs du Maastrichtien inférieur et moyen par tous les autres auteurs précédents, ainsi que dans leurs travaux antérieurs. Leur proposition a été discutée lors du deuxième symposium international sur les limites des étages crétacés, organisé à Bruxelles en 1995 et a été retenue ultérieurement notamment par Premoli Silva I. & Sliter W. V. (2004), Premoli Silva I. & Verga D. (2004) et El Amri et al. (2014).

Quant à Li et al. (1999), ils signalent que, dans leur coupe levée dans les alternances marno-calcaires qui coiffent la barre supérieure de la Formation Abiod du secteur d'Ellès, *Radotruncana calcarata* continue dans la zone à *Globotruncanella havanensis* et *Globotruncana aegyptiaca* qu'ils attribuent au Campanien supérieur. Nous précisons que dans ce secteur d'Ellès (observation DZT et confirmée par El Amri Z., 2008) comme ailleurs en Tunisie (Bellier J. P., 1983; Rami A., 1998; Robaszynski et al., 2000; Rami et al. 2013; Rami et al., 2014, parmi d'autres), ce fossile marqueur de zone ne dépasse nullement les alternances moyennes de la Formation Abiod.

Nous avons reconnu la zone à *Radotruncana calcarata* dans les régions de Jebibina, Enfida, Heidous et Hedil. Dans cette zone apparaissent les espèces suivantes: d'abord *Globotruncana aegyptiaca* NAKKADY, ensuite *G. falsostuarti* SIGAL (contrairement à ce qu'il a été mentionné par Robaszynski F. and Caron M., 1995), avec *Contusotruncana plummerae* GANDOLFI, *Rugoglobigerina macrocephala*

BRONNIMANN, *R. hexacamerata* BRONNIMANN, *R. scotti* BRONNIMANN, *Heterohelix dentata* STENESTAD, *Muricohedbergella holmdelensis* OLSSON et *Hedbergella monmouthensis* OLSSON. Dans la partie supérieure de cette même zone s'ajoutent *Rugoglobigerina pennyi* BRONNIMANN et *Pseudotextularia elegans* RZEHA.

– Zone à *Globotruncana falsostuarti* SIGAL (P. R. Z.)

Cette zone est limitée à sa base par l'extinction de *Radotruncana calcarata* et à son sommet par la première apparition de *Gansserina gansseri* BOLLI. Elle a été définie à l'origine par Salaj J. and Samuel O. (1966). Selon, ces derniers auteurs, la zone à *Globotruncana falsostuarti* est limitée à sa base par les premières apparitions du fossile index. Dans notre matériel, les premières occurrences de *G. falsostuarti* se font déjà dans la partie supérieure de la zone à *Radotruncana calcarata*. Comme, elle a été évoquée par plusieurs auteurs (Salaj J., 1980; Bellier J. P., 1983; Groupe T. E. F. P., 1984; Sari B., 2009), Nous considérons que cette zone détermine encore le Campanien supérieur. Nous l'avons reconnue dans toutes les régions étudiées (Rami A., 1992; Rami et al., 1993; Rami et al., 1996b; Rami et al., 1997a; Rami et al., 2013; Rami et al., 2014). Quant à son âge, elle a été considérée initialement du Maastrichtien inférieur (Salaj J., 1980; Bellier J. P., 1983; Groupe T. E. F. P., 1984). Elle couvre les zones de *Globotruncanella havanensis* et *Globotruncana aegyptiaca* de Robaszynski et al. (1995 et 2000), admises encore du Campanien supérieur. Dans la partie inférieure de cette zone apparaissent: *Globotruncanita pettersi* GANDOLFI, *G. angulata* TILEY, *Globotruncanella pshadae* KELLER, *G. petaloidea* GANDOLFI, *Rugoglobigerina rotundata* BRONNIMANN, *Globotruncana dupeublei* CARON, *Planoglobulina carseyae* PLUMMER, *P. multicamerata* de KLASZ et *P. riograndensis* MARTIN. Dans la partie supérieure de cette même zone apparaissent: *P. acervulinoides* EGGER, *Contusotruncana contusa* CUSHMAN, *C. walfischensis* TODD, *Globotruncana esnehensis* NAKKADY, *Racemiguembelina textulariformis* WHITE, *Gublerina acuta* de KLASZ, *G. cuvillieri* KIKOINE, *G. glaessneri* BRONNIMANN, *Globotruncanella havanensis* WOORWIJK, *Rugoglobigerina milanensis* SMITH et PESSAGNO et *Gansserina wiedenmayeri* GANDOLFI. En outre, nous notons particulièrement l'extinction de *Marginotruncana manaurensis* et de *Globotruncana calciformis*.

Nous précisons encore que, dans le matériel analysé, les représentants de *Globotruncana falsostuarti* abondent dans l'intervalle compris entre l'extinction de *Radotruncana calcarata* et l'apparition de

Gansserina gansseri.

– Zone à *Gansserina gansseri* BOLLI (I. Z.)

Cette zone est limitée à sa base par la première occurrence du fossile index et à son sommet par la première occurrence d'*Abathomphalus mayaroensis* BOLLI, comme elle a été définie par Bolli H. (1966). Elle a été considérée caractérisant le Maastrichtien moyen (Bolli H., 1966; Postuma J. A., 1971; Barr F. T., 1972; Linares Rodriguez D., 1977; Salaj J., 1980; Bellier J. P., 1983; Groupe T. E. F. P., 1984; Caron M., 1985; Sigal J., 1987; etc.). En revanche, d'autres auteurs comme Robaszynski F. and Caron M. (1995), Robaszynski et al. (2000), Chacon et al. (2004) et Sari B. (2009) admettent que la partie inférieure de la zone à *Gansserina gansseri* est du Campanien terminal et que sa partie supérieure est du Maastrichtien basal. C'est cette dernière proposition que nous adoptons dans le présent travail comme l'ont fait Premoli Silva I. et Verga D. (2004) ainsi que El Amri et al. (2014). Nous avons reconnu cette zone dans les régions de Hédil, Jebibina et Enfida (Rami et al., 1996b; Rami et al., 1997a; Rami et al., 2013; Rami et al., 2014). Dans la partie inférieure de cette zone apparaît *Contusotruncana plicata* WHITE et dans sa partie supérieure apparaissent *Pseudotextularia intermedia* de KLASZ et *Racemiguembelina powelli* SMITH et PESSAGNO, puis *Globotruncanita conica* WHITE et *Racemiguembelina fructicosa* EGGER.

– Zone à *Abathomphalus mayaroensis* BOLLI (T. R. Z.)

La zone à *Abathomphalus mayaroensis* est définie par l'extension totale du fossile marqueur de zone. Elle indique le Maastrichtien supérieur comme elle a été adoptée par d'autres auteurs (Bolli H., 1966; Postuma J. A., 1971; Barr F. T., 1972; Van Hinte J. E., 1976; Linares Rodriguez D., 1977; Wonders A. AH., 1980; Salaj J., 1980; Bellier J. P., 1983; Premoli Silva I. & Sliter W. V., 1995; Premoli Silva I. & Verga D., 2004; parmi d'autres). Nous avons reconnu cette zone dans la région de Hédil, là où notre étude a touché la série du Maastrichtien supérieur. Cette zone contient en outre: *Pseudoguembelina hariaensis* NEDERBRAGHT, *P. palpebra* BRONNIMANN et BROWN et *P. kempensis* ESKER.

Conclusion

Une biozonation de l'intervalle Vraconien-Maastrichtien basée sur les foraminifères planctoniques a été établie. L'intervalle en question a été subdivisé en

quinze zones et cinq sous-zones. Dans cette biozonation, on retient, pour la première fois en Tunisie, la conception de la sous-zone à *Rotalipora montsalvensis* pour marquer le Cénomaniens moyen et la sous-zone à *Marginotruncana marianosi* pour indiquer la partie supérieure de la zone à *Helvetoglobotruncana helvetica* du Turonien inférieur à moyen.

Acknowledgements

La traducción al castellano del resumen y la versión abreviada ha sido realizado por María Isabel Reguera García del Instituto Geológico y Minero de España.

References

- Ayyad, S. N. Abed, M. M. et Zied A., 1996. Biostratigraphy and correlation of Cretaceous rocks in Gebel Arif El-Naga, northeastern Sinai, Egypt, based on planktonic Foraminifera. *Cretaceous Research*, 17, 263-291.
- Barr, F. T., 1972. Cretaceous biostratigraphy and planktonic Foraminifera of Lybya. *Micropaleontology*, 18, 1-46.
- Bellier, J. P., 1983. *Foraminifères planctoniques du Crétacé supérieur de Tunisie septentrionale. Systématique, biozonation, utilisation stratigraphique de l'Albien au Maastrichtien*. Thèse d'état, Université Pierre-et-Marie-Curie-Paris VI, 250 p.
- Bilotte, M. Debroas, E. J. Magne, J. et Sánchez-Ríos, A., 1989. Première mention de *Marginotruncana marianosi* (Douglas, 1969) (*Foraminiferida, Globigerinacea*) dans le Turonien des Pyrénées (France-Espagne); intérêt biostratigraphique. *Bulletin de la Société géologique de France*, (8), 4, 885-889.
- Blow, W. H. 1969. Late Middle Eocene to recent planktonic Foraminiferal biostratigraphy. *Proceedings of the First International Conference of Planktonic Microfossils, Genève*, 1967, 199-421.
- Bolli, H. 1966. Zonation of Cretaceous to Pliocene marine sediments based on planktonic Foraminifera. *Boletín informacion Asociacion Venezolana de Geologia Mineralogia y Petrografia*, 9 (1), 3-32.
- Caron, M., 1985. Cretaceous planktonic Foraminifera. In.: H. M. Bolli et al. Eds., *Plankton stratigraphy*. Cambridge University Press Cambridge, 17-86.
- Chacón, B. Martín-Chivelet, J. Gräfe, K. U. 2004. Latest Santonian to latest Maastrichtian planktonic foraminifera and biostratigraphy of the hemipelagic successions of the Prebetic Zone (Murcia and Alicante provinces, south-east Spain). *Cretaceous Research*, 25, 585-601.
- Chitta, N. 1979. *Contribution à l'étude micropaléontologique du Crétacé (Aptien-Cénomaniens) de la région de Téboursook (Tunisie septentrionale)*. Thèse 3^{ème} cycle, Université Pierre-et-Marie-Curie-Paris VI, 161 p., 16 pl.
- Dalbiez, F. 1955. The genus *Globotruncana* in Tunisia. *Micropaleontology*, 1 (2), 161-171.
- Douglas, R. G. 1969. Upper Cretaceous planktonic Foraminifera in northern California. Part. I, Systematics. *Micropaleontology*, 15 (2), 151-209.
- El Amri, Z. 2008. *Étude micropaléontologique, biostratigraphique et paléocéologique des foraminifères planctoniques du Turonien terminal-Campanien de la Tunisie centrale et septentrionale*. Thèse de Doctorat, Université de Tunis II, Faculté des Sciences de Tunis, 253 pp., 16 pl.ht.
- El Amri, Z. Sherif, F. et Zaghbib-Turki, D., 2014. Santonian planktonic foraminiferal biostratigraphy of the northern Tunisia. *Geologica Croatica. Journal of the Croatian Geological Survey and the Croatian Geological Society*, 67 (2), 111-126.
- El Amri, Z. et Zaghbib-Turki, D., 2005. Caractérisation biostratigraphique du passage Coniacien-Santonien dans la région d'Ellès et El Kef (Tunisie septentrionale). *Journal of Iberian Geology*, 31 (1), 99-111.
- El Amri, Z. et Zaghbib-Turki, D., 2014. Santonian-Campanian biostratigraphy of the Kalaat Senan area (west-central Tunisia). *Turkish Journal of Earth Sciences*, 23, 184-203.
- Gandolfi, R. 1955. A *Globotruncana* fauna from the Pecan Gap Chalk of Texas. *Micropaleontology*, 1, 257-259.
- Gargouri-Razgallah, S. 1983. *Le Cénomaniens de Tunisie centrale: étude paléontologique, stratigraphique, micropaléontologique et paléogéographique*. Thèse d'Etat, Université. Claude Bernard Lyon I, 215 p., 39 pl.
- Gradstein, F. M. Ogg, J. G. and Kranendonk, M. V. (2008)- On the Geologic Time Scale 2008. *International Commission on Stratigraphy (ICS)*.
- Grosheny, D. Tronchetti, G. and Schaaf, A. 1992. Présence de *Sigalitruncana marianosi* (DOUGLAS, 1969) (Foraminiferida) dans le Turonien du domaine vocontien (SE France). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Paris*, 315, 2, 773-776.
- GRUPE DE TRAVAIL EUROPEEN DES FORAMINIFERES PLANCTONIQUES: GRUPE T. E. F. P., 1979. Atlas de Foraminifères planctoniques du Crétacé moyen (Mer boréale et Téthys). *Cahiers de Micropaléontologie*, 185 pp.; 2, 181 pp.
- GRUPE DE TRAVAIL EUROPEEN DES FORAMINIFERES PLANCTONIQUES: GRUPE T. E. F. P., 1984. Atlas des Globotruncanidae du Crétacé supérieur. *Revue de Micropaléontologie*, 305 pp.
- Herm, D. 1962. Stratigraphische und mikropaläontologische Untersuchungen der Oberkreide im Lattengebirge Nierental. *Bayerische Akademie der Wissenschaften, Mathematische-Naturwissenschaftliche Klasse*, 104, 119.
- Lehmann, R. 1962. Etude des Globotruncanidés du Crétacé supérieur de la province de Tafaya (Maroc occidental). *Notes du Service géologique du Maroc*, 21, 156, 133-159.
- Li, L., Keller, G. et Stinnesbeck, W. 1999. The Late Campanian and Maastrichtian in northwestern Tunisia: palaeoenvironmental inferences from lithology, macrofauna and benthic foraminifera. *Cretaceous Research*, 20, 231-252.
- Linares Rodríguez, D. 1977. Foraminiferos planctónicos del Cretacico superior de las Cordilleras béticas (Sector

- central). *Publicaciones del Departamento de Geología, Universita de Malaga*, Malaga, 410 pp.
- Maamouri, A. L. and Salaj, J. 1974. Les *Ventilabrellinae* et les *Pseudotextulariinae* deux nouveaux taxons de la famille des *Heterohelicidae* CUSHMAN, 1927 emend. Actes du VIème Coll. Afric. de Micropaléontologie-Tunis 1974, *Annales de Minéralogie et Géologie, Tunis*, 28, 1978, 103-109.
- Maamouri, A. L. Zaghbib-Turki, D. Matmati, M. F. Chikhaoui, M. et Salaj, J. 1994. La formation Bahloul en Tunisie centro-septentrionale: variations latérales, nouvelle interprétation en terme de stratigraphie séquentielle. *Journal of African Earth Sciences*, 18, 1, 37-50.
- Moullade, M. 1974. Zones de Foraminifères du Crétacé inférieur mésogéen. *Comptes-rendus de l'Académie des Sciences, Paris*, 278, 1813-1816.
- Perthuisot, V. 1978. Dynamique et pétrogenèse des extrusions triasiques en Tunisie septentrionale. Thèse Sciences, *Travaux du Laboratoire de Géologie, Presse de l'Ecole Normale Supérieure, Paris*, 312 p.
- Pessagno, E. A. 1967. Upper Cretaceous planktonic Foraminifera from the Western Gulf Coastal Plain. *Palaeontologia americana*, 5 (37), 243-244.
- Porthault, B. 1974. *Le Crétacé supérieur de la «Fosse vcontienne» et des régions limitrophes (France Sud-Est)*. *Micropaléontologie, stratigraphie, paléogéographie*. Thèse Sc. Nat. Lyon, 370 pp.
- Postuma, J. A. 1971. *Manuel of planktonic Foraminifera*. Elsevier Publishing Compagny, Amsterdam, 420 pp.
- Premoli Silva, I. Sliter, W. V. 1995. Cretaceous planktonic foraminiferal biostratigraphy and evolutionary trends from the Bottaccione section, Gubbio, Italy. *Palaeontographia Italica*, 82, 1-89.
- Premoli Silva, I. Verga, D. 2004. Pratical manual of Cretaceous planktonic foraminifera. In: Verga D., Rettori R. (Eds), *International School on planktonic foraminifera, 3rd Course: Cretaceous*, Universities of Perugia and Milan, Tipografia Pontefelcino, Perugia (Italy), p. 283.
- Rami, A. 1992. *Précisions biostratigraphiques et milieu de dépôt des séries du Crétacé supérieur du flanc nord-ouest du Jebel Bargou (Tunisie centrale)*. D. E. A., Université-Tunis II, Faculté des Sciences de Tunis, 81 pp., 4 pl.
- Rami, A. 1998. *Stratigraphie, micropaléontologie et environnements de dépôt du Crétacé supérieur de la Tunisie centro-septentrionale*. Thèse de Doctorat, Université-Tunis II, Faculté des Sciences de Tunis, 277 p., 22 pl.
- Rami, A. El Ouardi, H. et Zaghbib-Turki, D. 1995. Analyse biostratigraphique et contrôle tectonique des séries vracono-coniaciennes de la région de Mejez el Bab (Tunisie septentrionale). *3ème Congrès National des Sc. de la Terre, Tunis-Tunisie*, 1995, résumé, p. 132.
- Rami, A. et Zaghbib-Turki, D. 1995. The Santonien-Campanien boundary in eastern and northern Tunisia based on planktonic Foraminifera. *Second Internat. Symp. on Cretaceous Stage Boundaries, Brussels-Belgique*, 1995, résumé p. 96.
- Rami, A., Zaghbib-Turki, D., El Hanbali, M., et Rahhali I., 1996a. Précision biostratigraphique du Campano-Maastrichtien de la région de Tanger (Rif marocain). *13ème Colloque des Bassins Sédimentaires Marocains, Marrakech-Maroc*, 1996, résumé, pp. 173.
- Rami, A. Zaghbib-Turki, D. et El Ouardi, 1997c. Biostratigraphie (Foraminifères) et contrôle tectono-sédimentaire du Crétacé supérieur dans la région de Mejez el Bab (Tunisie septentrionale). *Géologie Méditerranéenne*, XXIV, 1-2, 101-123.
- Rami, A. Zaghbib-Turki, D. et Maamouri A. L., 1993. Précisions biostratigraphiques des séries du Crétacé supérieur du flanc nord-ouest du Jebel Bargou (Tunisie centrale). *14th Regional Meeting of Sedimentology, Marrakech-Maroc*, 277.
- Rami, A. Zaghbib-Turki, D. Maamouri A. L. et Saadi, M., 1996b. Biostratigraphie et contrôle tectonique des séries albo-maastrichtiennes de la Tunisie centro-orientale (régions de Jebibina et Enfida). *17th Regional African European Meeting of Sedimentology*. I. A. S., Sfax-Tunisie, 1996, résumé, 222-223.
- Rami, A. Zaghbib-Turki, D. et Saadi, M. 2013. Biostratigraphie des Foraminifères et environnement de dépôt du Crétacé supérieur de la Tunisie centro-septentrionale. Hommage au Professeur Michel Durand-Delga, journées scientifiques, mardi 3 et Mercredi 4 Décembre 2013, *Académie des Sciences, Paris, France*, résumé, p. 48.
- Rami, A. Zaghbib-Turki, D. et Saadi, M. 2014. Biozonation basée sur les Foraminifères planctoniques de l'intervalle Vraconien-Maastrichtien de la Tunisie centro-orientale. *RIV3P5, 15 au 17 Mai 2014, Faculté des Sciences, Université Mohamed 1er, Oujda, Maroc*, résumé, p. 36.
- Rami, A. Zaghbib-Turki, D. Saadi, M. et Turki, M. M. 1997a. Biostratigraphie des Foraminifères et contrôle tectonique des séries du Crétacé supérieur dans la région de Bargou-Jebibina (Tunisie centrale et centro-orientale). *14ème Colloque des Bassins Sédimentaires*. Kénitra-Maroc, résumé, p. 103.
- Rami, A. Zaghbib-Turki, D. Saadi, M. et Turki, M. M. 1997b. Analyse biostratigraphique et tectono-sédimentaire du Crétacé supérieur de Tunisie centro-orientale (jebels Nassir, Ejehaf et Fadloun). *Les Marges téthysiennes d'Afrique du Nord*, Paris-France, 1997, résumé, p. 76.
- Robaszynski, F. et Caron, M. 1995. Foraminifères planctoniques du Crétacé: Commentaire de la zonation Europe-Méditerranée. *Bulletin de la Société géologique de France*, 166, 6, 681-692.
- Robaszynski, F. Caron, M. Dupuis, C. Amedro, F. González-Donoso, J. M. Linares, D. Hardenbol, J. Garter, S. Calandra, F. et Deloffre, R. 1990. A tentative integrated stratigraphy in the Turonian of central Tunisia: Formations, zons and sequential stratigraphy in the Kalaat Senan area. *Bulletin des Centres de Recherche Exploitation-Production Elf-Aquitaine*, 14, 213-384.
- Robaszynski, F. González-Donoso, J. M. Linares, D. Amedro, F. Caron, M. Dupuis, C. Dhondt, A. V. Gartner, S. 2000. Le Crétacé supérieur de la région de Kalaat Senan, Tunisie centrale. Lithobiostratigraphie intégrée: zones d'ammonites, des foraminifères planctoniques et de

- nannofossiles du Turonien supérieur au Maastrichtien. *Bulletin des centres de Recherches Exploration-Production. Elf-Aquitaine*, 22, 359-490.
- Salaj, J. 1980. Microbiostratigraphie du Crétacé et du Paléogène de la Tunisie septentrionale et orientale (Hypostratotypes tunisiens). *Geologicky Ustrav Dionyza Stura, Bratislava*, 238 pp.
- Salaj J. et Samuel, O. 1963. Mikrobiostratigrafia strednej a vrchnej kriedy z vychodnej casti bradlového pasma. *Geologije Prace*, 300, 93-112. Bratislava.
- Salaj, J. and Samuel, O. 1966. Foraminifera der Westkarpathen-Kreide. *Geologicky Ustrav Dionyza Stura,, Bratislava*, 291 pp.
- Sari, B. 2009. Planktonic Foraminiferal biostratigraphy of the Coniacian-Maastrichtian sequences of the Bey Daglari autochthon, western Taurides, Turkey; thin section zonation. *Cretaceous Research*, 30, 1103-1132.
- Schijfsma, E. 1955. La position stratigraphique de *Globotruncana helvetica* BOLLÉ en Tunisie. *Micropaleontology*, 1, 321-334.
- Sigal J. 1955. Notes micropaléontologiques nord-africaines. I - du Cénomanién au Santonien: zones et limites en faciès pélagique. *Comptes-rendus sommaires de la Société géologique de France*, 157-160.
- Sigal J. 1977. Essai de zonation du Crétacé méditerranéen à l'aide des Foraminifères planctoniques. *Géologie Méditerranéenne*, 4, 2, 99-108.
- Sigal J. 1987. Une échelle zonale du Crétacé méditerranéen et quelques réflexions suscitées par son établissement, particulièrement à propos du Danien. *Revue Micropaléontologie*, 30, 1, 32-51.
- Soua, M. 2011. *Le Passage Cénomanién-Turonien en Tunisie: Biostratigraphie, Chimiostratigraphie, Cyclostratigraphie séquentielle*. Thèse de Doctorat, Université de Tunis El Manar, Faculté des Sciences de Tunis, 420 p, 73 fig., 16 pl.ht.
- Stainforth, R. M. Lamb J. L. Luterbacher H. Beardj H. and Jeffords R.M. 1975. Cenozoic planktonic Foraminiferal zonation and characteristics of index forms. *University of Kansas, Paleontological Contributions*, 62.
- Van Hinte J. E. 1976. A Cretaceous time scale. *American Association of Petrolaeum Geologists Bulletin*, 60, 498-516.
- Wonders, A. H. 1980. Middle and Late Cretaceous planktonic Foraminifera of the western mediterranean area. *Utrecht Micropalaeontology Bulletin*, 24, 136 pp.
- Zaghib-Turki, D. et Soua M. 2013. High resolution biostratigraphy of the Cenomanian-Turonian interval (OAF2) based on planktonic foraminiferal bioevents in North-central Tunisia. *Journal African Earth Sciences*, 78, 93-108.
- Zghal, I. 1994. *Etude microbiostratigraphique du Crétacé inférieur de la Tunisie du centre ouest (régions de Kasserine-Sbeitla et de Tadjerouine)*. Thèse 3ème cycle, University Tunis, 392 pp., 43 fig., 42 pl. ht.

Recibido: febrero 2014

Revisado: octubre 2014

Aceptado: junio 2015

Publicado: julio 2016