

Livret Guide

Le site géologique de Tercis (Landes, France)

Ride anticlinale diapirique de Tercis-Angoumé
Bassin Aturien

Point stratotypique global de la limite Campanien-Maastrichtien
Série maastrichtienne
Passage Crétacé-Paléogène
Site archéologique et écologique



Comité Français de Stratigraphie / Groupe Français du Crétacé
Excursion des 6 et 7 Septembre 2002

Organisateur: E. Masure (GFC)

Guide: G.S. Odin (CNRS, UPMC)

(Unité de Géochronologie et Sédimentologie Océanique, UPMC, Paris; FR 32 CNRS)

AVERTISSEMENT: Le site géologique de Tercis est un site de référence protégé sous la responsabilité de la commune; son accès est strictement réglementé. Les prélèvements de macrofaune restent la propriété du site et doivent être impérativement retournés après étude; de nouvelles contributions à la connaissance seront appréciées.
Les visiteurs autorisés doivent être assurés et s'engager à dégager la commune de toute responsabilité pour les incidents survenus pendant la visite.

A- Ride anticlinale diapirique de Tercis-Angoumé

L'affleurement géologique de Tercis est lié à un phénomène tectonique qui remonte à la surface des couches qui, sans cela, se situeraient entre 2 et 4 km sous la surface. Les couches dures du Crétacé forment un relief dépassant de 30 à 40 mètres les plaines environnantes.

En Aquitaine, Tercis est situé à la limite nord de la montagne pyrénéenne, dans la zone sous pyrénéenne, entre la zone Nord-pyrénéenne, plissée et charriée, au Sud et le Seuil landais, peu tectonisé, au Nord. C'est un domaine de plis O-E décollés au niveau de la semelle triasique, parfois cassés et injectés d'argile (Tercis), de gypse (Pouillon) de sel (Dax) du Trias Supérieur.

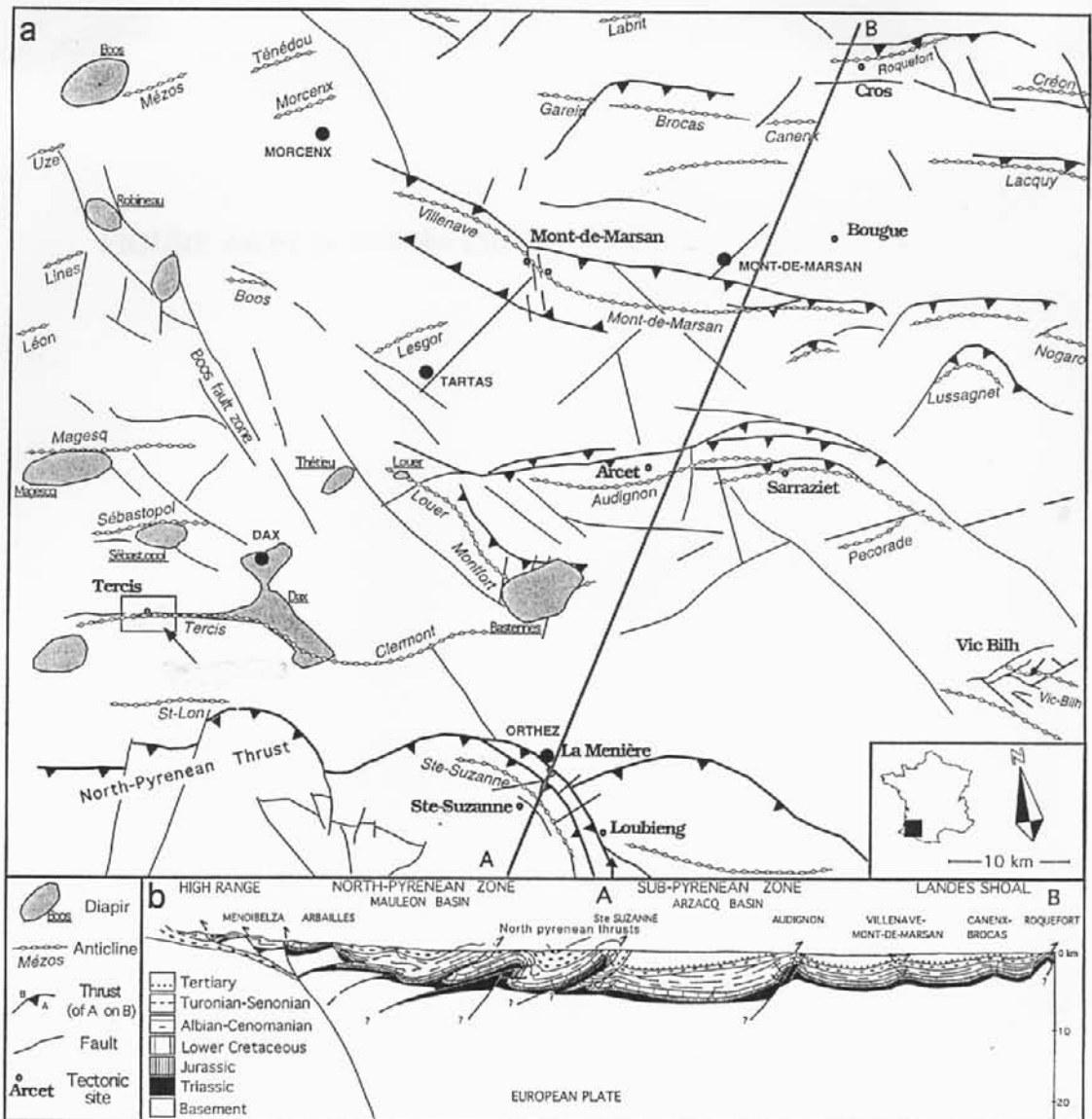


Figure: Cadre tectonique de la ride anticlinale de Tercis-Angoumé (dédié des travaux du Groupe ECORS, 1988; repris de Rocher, in GSO 2001)

La carte géologique établie en 1975 donne le cadre des terrains affleurant dans le site et les environs. Les couches aisément visibles actuellement comprennent le Trias au sommet de la ride, argileux, de couleur rouge dominante et qui détermine la présence de points d'eau stagnante au sud du site géologique. Dans le site lui-même, seul le Crétacé Supérieur est distinct avec des niveaux cénomaniens (argile blanche à huîtres), turoniens-coniaciens (faciès de calcaire à lentilles de rudistes) mais surtout le Campanien et le Maastrichtien. Le Paléogène est présent au Nord du site mais des couches mieux accessibles sont présentes sur le territoire d'Angoumé de l'autre côté du fleuve.

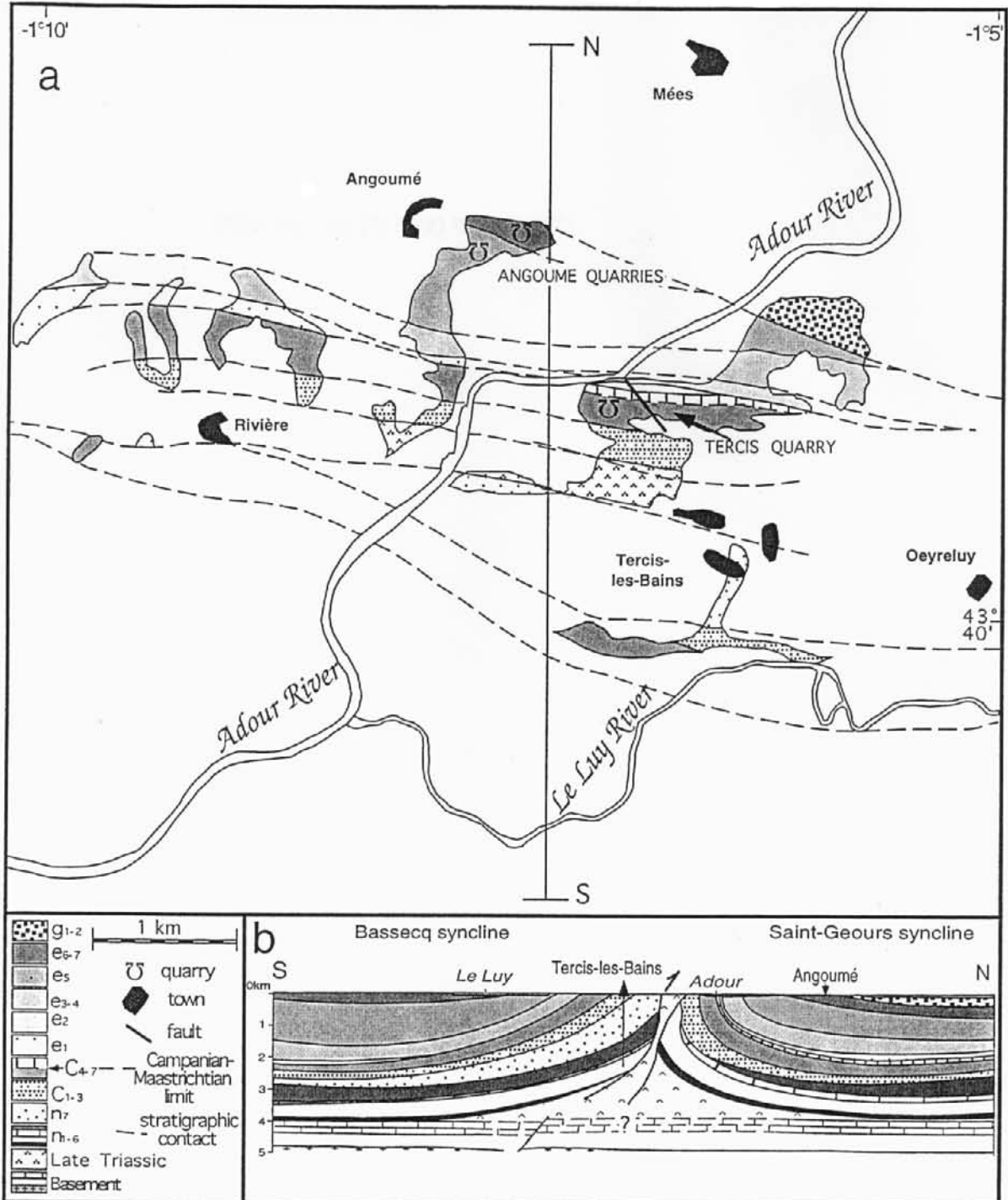


Figure: Carte géologique et section au niveau du Site Géologique de Tercis (document original: Kieken, 1975; complété et repris de Rocher, 2000). Sur le site lui-même, on a distingué le Campanien du Maastrichtien qui ont, pour l'essentiel, le même faciès (faciès aturien), un calcaire de plate-forme externe à Pithonelles (un microfossile).

B- Bassin Aturien



Figure: Situation paléogéographique simplifiée du Site Géologique de Tercis; blanc: bassin océanique; grisé: mer épicontinentale; grisé dense: continent (Repris de Bilotte et al., 2000)

Au Crétacé Supérieur, le Site Géologique de Tercis est dans un golfe constituant le Bassin Aturien, au Nord des Pyrénées actuelles. Latitudinalement, ce bassin est à la limite nord du Domaine Téthysien (un océan circumterrestre à l'époque), très proche du Domaine Boréal où la craie se déposait ce qui a permis des échanges de faunes entre ces deux unités paléogéographiques; c'est très intéressant au plan stratigraphique car, jusqu'ici, les corrélations biostratigraphiques fines se sont révélées difficiles entre ces 2 domaines par manque de fossiles communs. Longitudinalement, ce bassin est un diverticule de l'Océan Atlantique à la partie la plus occidentale de l'Europe; ceci va permettre d'envisager des corrélations à la fois avec les bassins d'Europe plus à l'Est et avec ceux d'Amérique, à l'Ouest. En bref, la Bassin Aturien et Tercis se situent au carrefour d'échanges marins N-S et O-E. Plus encore, le Sud de l'Aquitaine comprend, avec des interstratifications, tous les faciès depuis le bassin profond et la plate-forme externe jusqu'aux faciès lacustres et continentaux où se déposaient des restes de Vertébrés ce qui va permettre d'envisager des corrélations localement précises entre ces dépôts continentaux très rarement bien situés par rapport aux échelles marines.

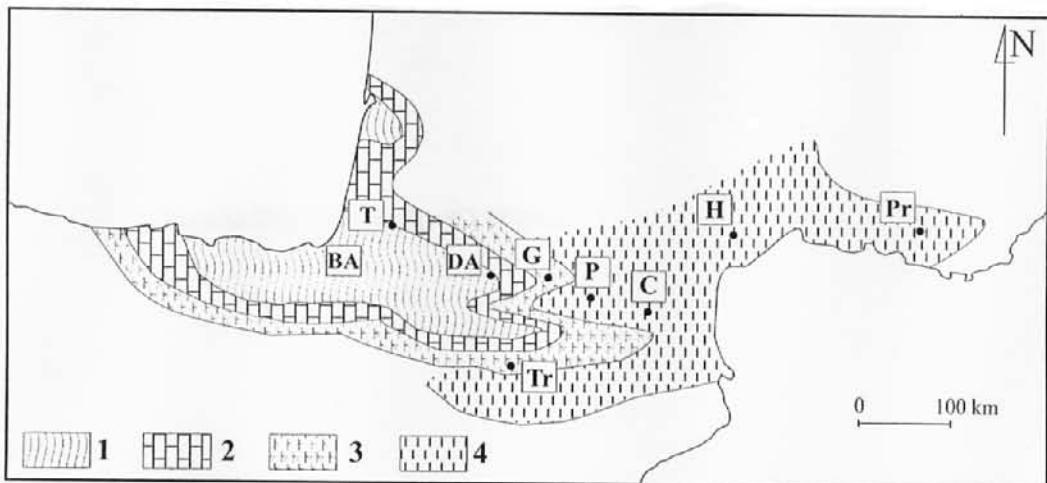


Figure: Domaines de dépôt supposés au Crétacé Supérieur dans l'ensemble Aquitaine-Pyrénées-Provence. 1= faciès marin profond; 2= plate-forme carbonatée; 3= faciès de transition (marin-continental) au Maastrichtien; 4= faciès continental pour les dépôts plus jeunes que le Santonien supérieur-Campanien. BA: Bassin Aturien; C: Corbières; DA: Dômes annexes des Petites Pyrénées; G: Vallée de la Garonne; H: Hérault; P: Plantaurel; Pr: Provence; T: Tercis; Tr: bassin de Tremp. (Repris de Laurent et al., 2000).

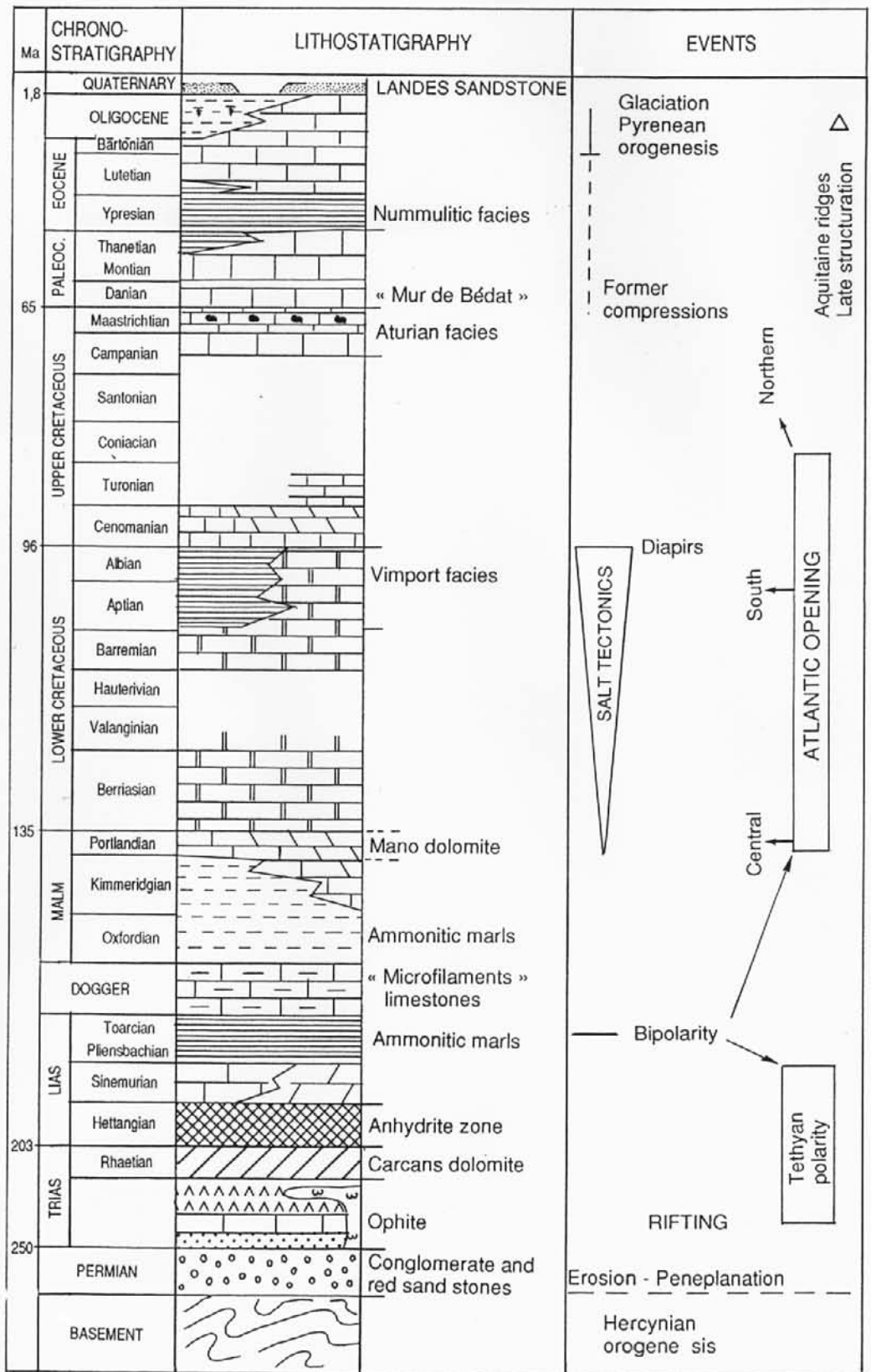


Figure: Lithostratigraphie et chronologie des événements post-hercyniens majeurs reconnus dans les environs de Tercis.
(Repris de Bilotte et al., 2000)

La série sédimentaire, reconstituée d'après des observations en sondage notamment, comprend de nombreuses couches qui n'ont pas été amenées à la surface par le processus d'injection diapirique conçu pour la première fois dans la région. D'autres couches décelées autrefois (Crétacé inférieur, Poignant, 1964) ne sont plus accessibles. Une absence de dépôt existe durant la période ayant précédé le Campanien de la section principale (fronts de carrière).

La série antérieure à la grande carrière moderne est visible dans la partie sud du site. Elle montre, durant le Crétacé Supérieur, un passage net du faciès côtier (argile claire à huîtres), au faciès marin ouvert. Ce changement de faciès se lit, entre autres, dans la morphologie des huîtres: des huîtres vraies épaisses dans l'argile claire (faciès côtier peu profond), une huître de type *Arctostrea* allongée et "en peigne" vers le niveau -5 (*Rastellum* sp., milieu marin peu profond localement), une huître lisse depuis la base de l'Unité Hontarède (pseudodonte de portion externe de la plate-forme).

Le faciès de l'unité Lacave (Turonien-Coniacien) est remarquable avec la présence de restes de rudistes en lentilles minces (rarement en position de vie) alliée à une faune d'eau claire, chaude, peu profonde, comprenant des petits oursins du genre *Nucleopygus* (au moins 3 espèces).

La présence du bivalve *Neithea aequicostata* et des oursins ?*Polydiadema* sp. et surtout *Mecaster cenomanensis* (Néraudeau & Odin, 2001) signe un âge cénomanien pour l'argile claire.

A la base du faciès à rudistes (Unité Lacave) la faune de petits oursins (très difficiles à dégager) comprend *Phymosoma regulare*, *Globator ovulum* et le micraster *Periaster conicus*; ces 3 espèces indiquent le Turonien. Au sommet de la même Unité, des brachiopodes sont présents avec *Rhynchonella baugasii* qui existe ailleurs dans le Coniacien (Gaspard & Odin, 2001).

Immédiatement au dessus, un double banc de calcaire lithographique indique que l'on s'éloigne du faciès à rudistes vers la mer ouverte; le grain devient très fin, des verdissements (glauconie) suggèrent la présence de légers arrêts de dépôt. Dans et autour de ces calcaires lithographiques, des ossicules d'astéries sont présents; semblables à ceux de Charente (*Metopaster chilipora*), ils suggèrent déjà un âge campanien moyen (Villier & Odin, 2001)

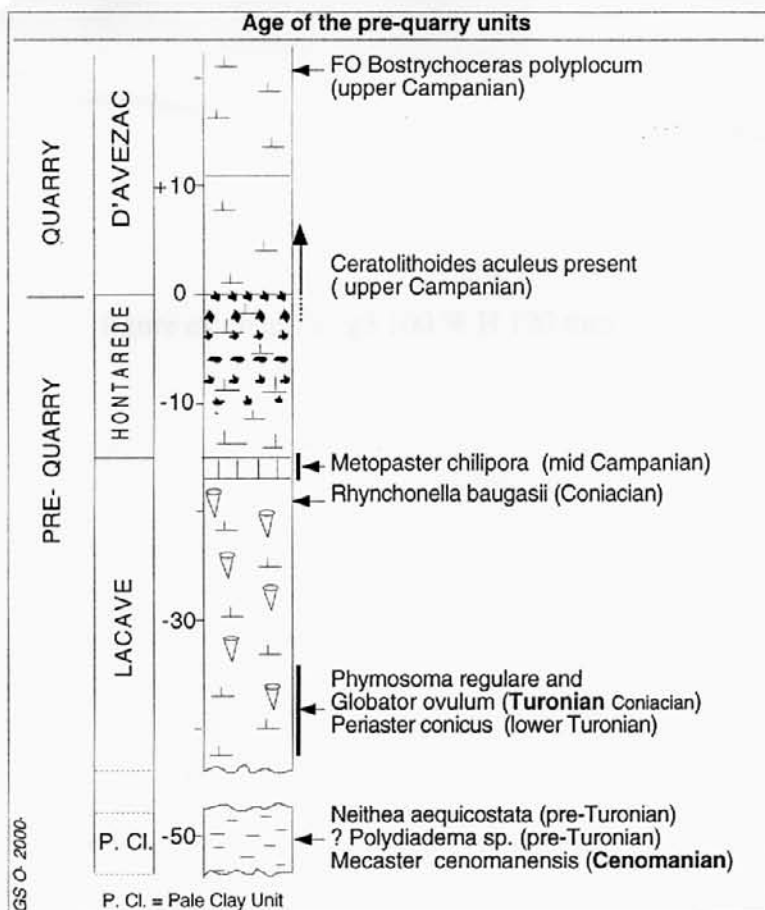


Figure: La succession précédant la section principale, faciès et âge (Repris de Odin, 2001c).

C- Point stratotypique global de la limite Campanien-Maastrichtien

1. Le site

Le Site Géologique de Tercis comprend une surface de plus de 30 ha; elle fut cédée en 1997 par les Ciments Français à la Municipalité de Tercis pour en faire un site culturel à la suite de la fermeture du Centre de broyage d'Angoumé en 1993. Cette cession fut obtenue par l'animateur du Groupe de Travail Maastrichtien; elle était nécessaire à la sauvegarde d'un patrimoine dont le caractère exceptionnel venait d'être mis en évidence par les études entreprises depuis 1992. La demande fut bien accueillie par les responsables fonciers de l'entreprise ce qui nous vaut de pouvoir visiter un domaine initialement voué à la remise en état paysagère.

La distribution lithologique sur le site fut établie par le cimentier (1978) à la suite d'une centaine de sondages horizontaux et verticaux; ceci permet de reconnaître l'emplacement approché des formations étudiées en détail par le Groupe de Travail sur les fronts de carrière situés à l'Est.

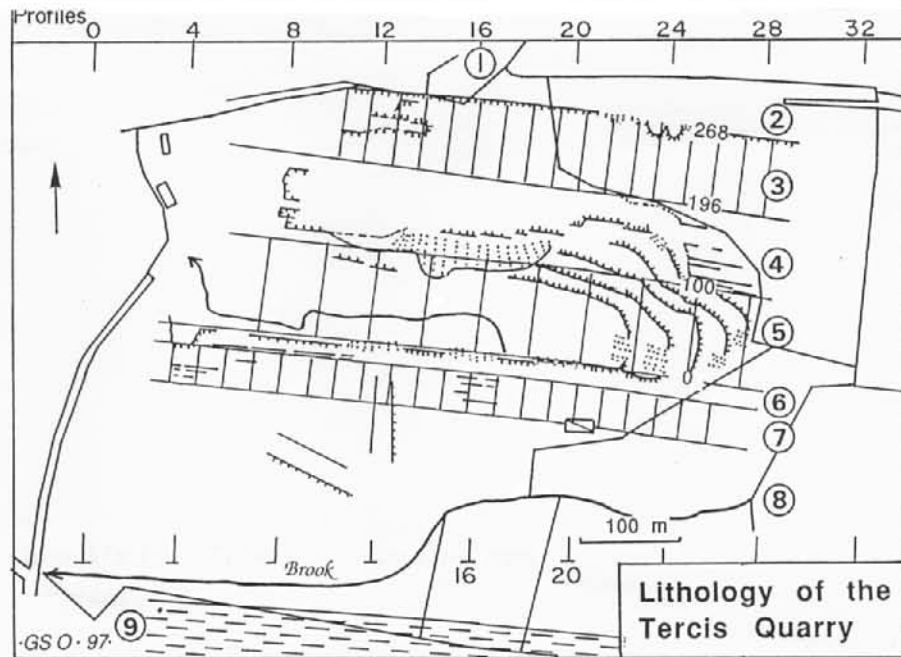


Figure: Carte de la lithologie du Site Géologique de Tercis (d'ap. l'étude industrielle). La succession comprend, de la base au sommet: 9: Argiles du Trias; 8: marne; 7: calcaire tendre; 6: calcaire dur (à la base, Unité Lacave, au sommet, Unité Hontarède); 5: calcaire: Unité d'Avezac; 4: calcaire à silex clair à la base, foncé au-dessus (Unité Les Vignes); 3: calcaire tendre (Unité Bédard); 2: calcaire et marne du Paléogène; 1: alluvions. Noter le lieu des profils signalés dans le tableau ci-dessous. (Repris de Odin, 2001a)

Les couches étant partout pratiquement verticales sur le site, on peut noter qu'il y a un épaissement sensible de l'Est vers l'Ouest (tableau ci-dessous); cet épaissement n'est pas synchrone pour les différentes unités. En conséquence et compte tenu de la difficulté de mesurer précisément les épaisseurs de bancs, le repérage des couches sur l'ensemble du site a été fait en niveaux (espacés d'environ 1 m), marqués sur les affleurements, subdivisés en dixièmes et mesurés indépendamment pour les différentes parties du site.

N° du Profil	0	4	8	12	16	20	24	28	32
Unit 5	103	103	103	102	101	97	94	93	nd
Unit 4	105	100	96	92	91	90	89	87	85
total: 5+4	208	203	199	194	192	187	183	180	-

Tableau: Épaisseurs des unités rapportées dans le document industriel d'après les sondages systématiques.

2. Lithostratigraphie, chimio- et magnéto-stratigraphie

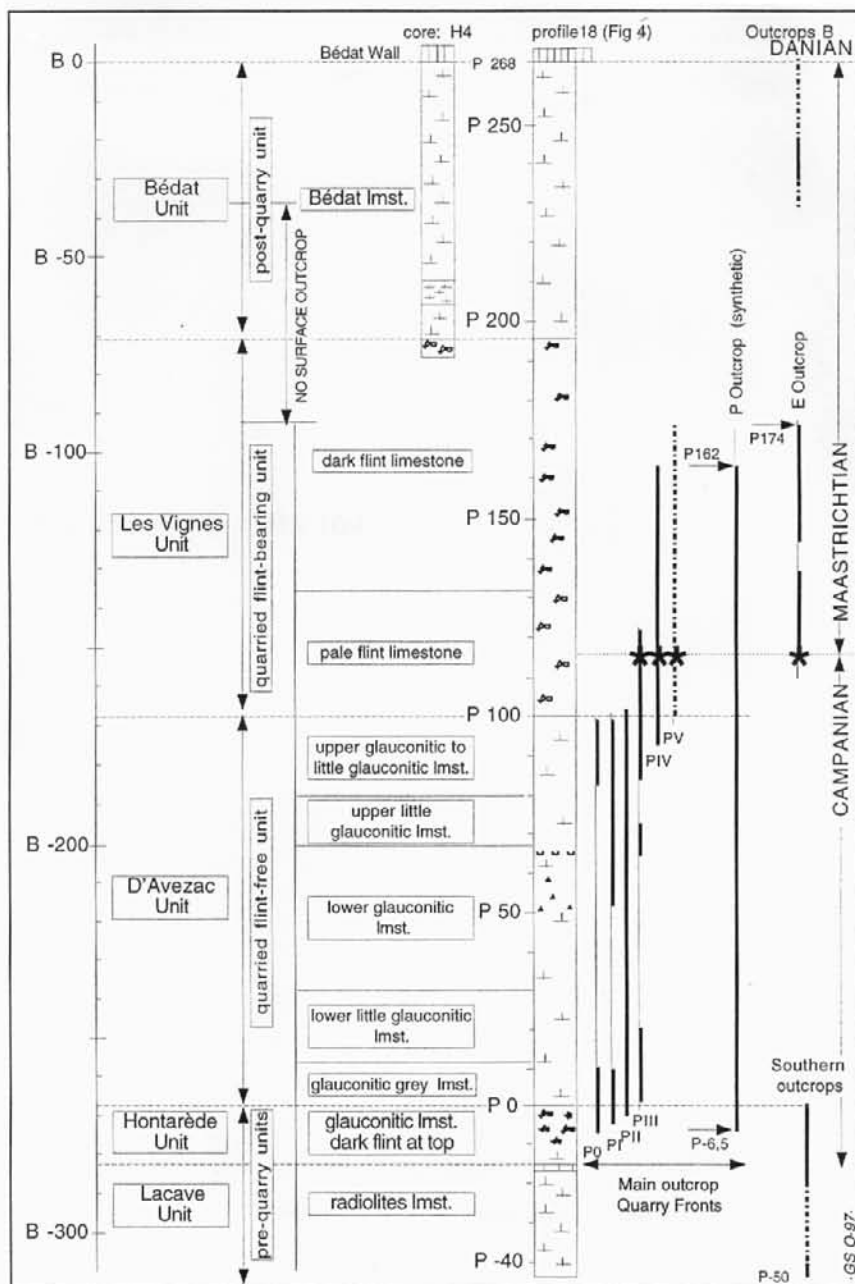


Figure: Succession schématique des couches campaniennes et maastrichtiennes du Site Géologique de Tercis. Noter que la limite d'Étage peut être observée sur 4 affleurements distincts. (Repris de Odin, 2001a).

Les couches ont été mesurées au sol et sur prises de vues aériennes afin de déceler les problèmes tectoniques éventuels. La série étudiée en détail a été subdivisée en 5 Unités. La carrière comprend 6 paliers au front est depuis le fond (P0) jusqu'au sommet (PV). Chacun a été marqué à la peinture, en attendant des moyens plus esthétiques, afin de relever les coordonnées précises des prélèvements. Au NO, l'affleurement a été nommé E (entrée) et coté indépendamment avec l'équivalence niveau E 0 \approx P 114.1 sur le palier III (Odin & Lamaurelle, 2001); les affleurements sud ont été repérés par rapport au dernier lit à silex noir de l'Unité Hontarède (cote 0).

La schéma lithologique ci-dessus note une épaisseur de plus de 300 m de dépôts dont 280 en continu depuis la base de l'Unité Hontarède jusqu'au Paléogène. La lithologie est extrêmement homogène avec seulement 2 critères de variation: présence/absence de silex et présence \pm rare de glauconie qui ont permis l'essentiel de la subdivision lithologique (Odin & Odin, 1994).

Une information chimostratigraphique a été recherchée; elle serait susceptible de donner des arguments sur l'environnement et les corrélations au moins régionales. Pour les éléments en trace, l'interprétation reste à établir si toutefois ces signaux sont significatifs; les variations des teneurs en manganèse sont en accord avec le signal délivré par la glauconie pour l'interprétation en termes de séquences de dépôt. L'étude des isotopes légers a été entreprise à Bordeaux et reste à publier. Pour les isotopes du strontium, les écailles de Poissons ont livré un signal perturbé. Pour la matière organique, l'étude d'un ensemble fossile de vers et de reste organiques a montré qu'il s'agissait de bois brûlé par un feu de forêt ayant servi de radeau à des organismes marins vivant sur les épaves.

L'investigation magnétostratigraphique a été partiellement positive mais les résultats actuellement connus ont été obtenus dans le cadre d'une thèse "modèle récent" et n'ont donc pas réuni les meilleures conditions d'investigation. On peut considérer que la séquence océanique peut être appliquée à Tercis soit d'après l'information analytique soit par l'intermédiaire d'une corrélation au moyen des microfossiles planctoniques cohérente avec un taux de sédimentation très régulier.

2. Biostratigraphie

2.1. Variété des restes fossiles

Microfossiles					
Algues unicellulaires	(organiques)		rare		(§ 2.2.)
	Pithonelles et Calcisphères		omniprésentes		(ch. B1b)
Pollen	(grains)		localement commun		(§2.3, ch. C1)
Dinoflagellés	(kystes organiques)		communs à absents		(§2.4, ch.C2)
Nannofossiles calcaires	(éléments du test)		omniprésents		(§2.5, ch.C3)
Foraminifères benthiques	(tests)		très communs		(§2.6, ch. C4)
	planctoniques (tests)		communs		(§2.6, ch. C5)
Spongiaires Silicisponges	(spicules)		communs (U. Les Vignes)		(§2.7)
Brachiopodes	(micro-formes)		dispersés		(§2.8, ch. D1)
Crustacés Décapodes	(articles de pattes)		rare		(§2.9)
	Ostracodes (carapaces)		communs		(§2.9, ch.C6)
Echinodermes Ophiures	(ossicules)		communs		(§2.10, ch.C7)
	Autres Classes (microrestes)		présents		(§2.10, cf. macrof.)
Vertébrés Requins	(écailles, dents)		dispersés		(§2.11, ch. D8)
	Poissons osseux (écailles...)		dispersés		(§2.11, ch. D9)
Autres microfossiles			rare		(§2.12)
Macrofossiles					
Plantes	supérieures (débris carbonneux)		rare	n.d.	(§ 3.2, ch. B2c)
Spongiaires Calcisponges	(billes)		communes	100a	(§ 3.3)
	Silicisponges (empreintes ou silix)		communes	014a	(§ 3.3)
Coraux solitaires	(squelette)		dispersés	020a	(§ 3.4)
Brachiopodes	(coquilles)		peu communs	180c	(§ 3.5, ch. D1)
Bryozoaires	(colonies)		occasionnels	n.d.	(§ 3.6)
Vers Annélides	(tubes, terriers)		localement	n.d.	(§ 3.7)
Gastéropodes	(moulages)		peu communs	060b	(§ 3.8.1, ch. D2)
Lamellibranches Inocérames	(moulages, coquille)		très communs	127d	(§ 3.8.2, ch. D3a)
	Rudistes (en récif)		localement	n.d.	(§ 3.8.2)
	Autres: huîtres, coques...		localement	160a	(§ 3.8.2, ch. D3b)
Céphalopodes Ammonites	(moulages)		peu communs	452*d	(§ 3.8.3, ch. D4)
	Baculites (moulages)		localement	060 a	(§ 3.8.3, ch. D4)
	Nautiles (moulages)		dispersés	025a	(§ 3.8.3)
Crustacés Décapodes	(articles, appendices)		exceptionnels	001a	(§ 3.9)
	Cirripèdes (plaques)		exceptionnels	001a	(§ 3.9)
Echinodermes Astérides	(ossicules)		communs	445d	(§ 3.10, ch. D5)
	Echinides (tests, piquants)		très communs	405c	(§ 3.10, ch. D6)
	Crinoïdes (ossicules)		communs	416c	(§ 3.10, ch. D7)
Vertébrés Requins	(dents)		très rares	014b	(§ 3.11, ch. D8)
	Poissons osseux (él. du squelette)		communs	n.d.	(§ 3.11, ch. D9)
	Reptiles (ossements)		exceptionnels	002a	(§ 3.11, ch. D10)
				2479	

Tableau: Groupes fossiles observés sur le Site Géologique de Tercis. Les groupes expertisés sont inscrits en gras. Certains groupes sont présents à la fois sous forme de micro- et de macrofossiles. (Repris de Odin, 2000b).

La caractéristique majeure du site géologique de Tercis est la variété des groupes fossiles présents (tableau ci-dessus). Ils sont généralement très difficiles à prélever sans outillage spécial et ni abondants (sauf les éponges et les inocérames localement), ni parfaitement préservés (sauf les dinoflagellés, le pollen et les spores), ni esthétiquement intéressants (sauf de rares ammonites).

2.2. Microfossiles

Chaque groupe de microfossiles a été étudié par 2 à 4 experts ou groupes d'experts, ce qui fait du site de Tercis l'un des seuls au monde pour lesquels on dispose d'une information complète avec une incertitude estimée d'après la reproductibilité des résultats. Une signification réelle peut ainsi être tirée aux fins de corrélation en tenant compte des problèmes taxonomiques communs usuellement occultés dans la plupart des études. Malgré cet effort de la communauté scientifique, tous les groupes mériteraient des compléments d'étude.

La variété et l'abondance des restes n'est pas homogène tout le long de la section mais la plupart des groupes sont présents de part et d'autre de la limite Campanien-Maastrichtien. Parmi les 10 groupes expertisés, 4 (dinoflagellés, nannofossiles calcaires, foraminifères planctoniques, foraminifères benthiques permettent d'établir une zonation continue et un autre (microbrachiopodes) pourrait donner des indications stratigraphiques précises.

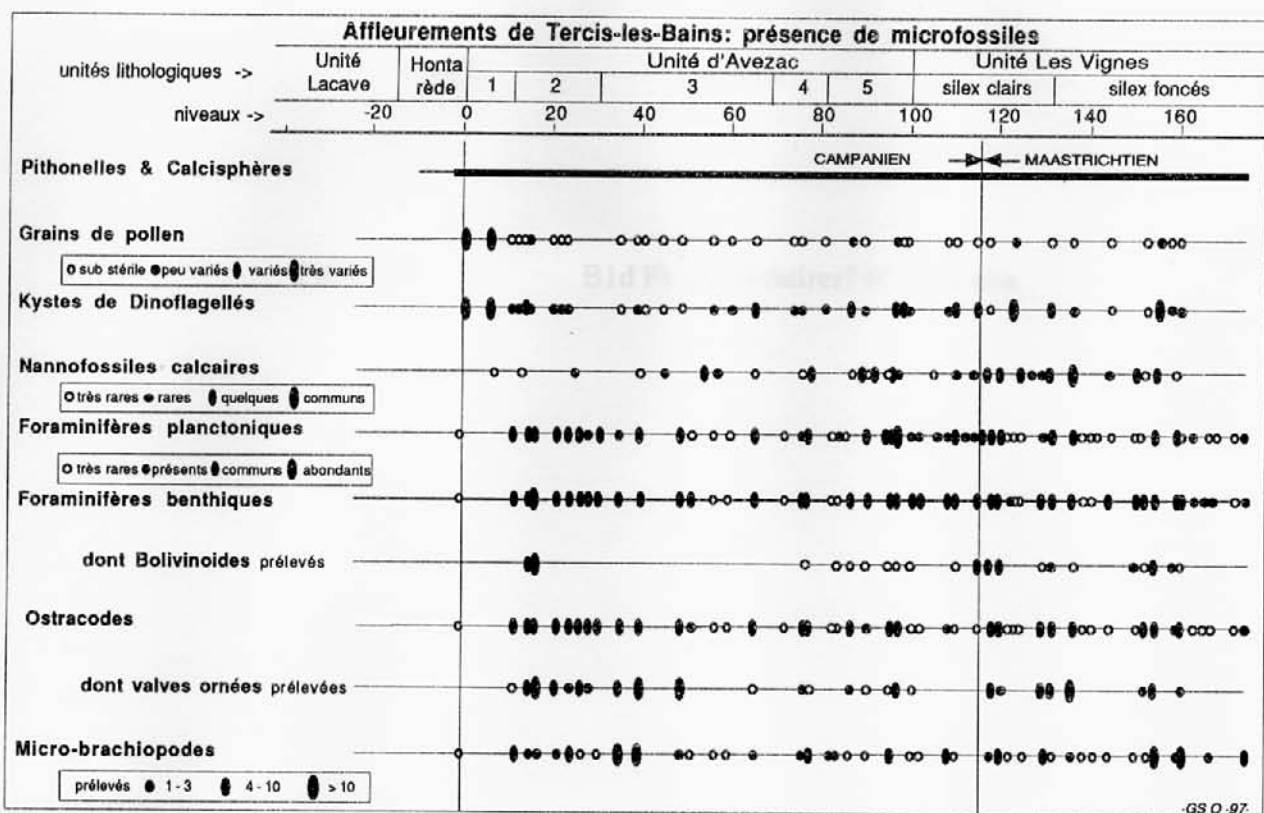


Figure: Présence de microfossiles dans les sédiments de Tercis-les-Bains. Les abondances pour les Foraminifères, Ostracodes, micro-Brachiopodes sont déduites de nos tris en lavage. La variété en kystes de Dinoflagellés et grains de pollen sont d'après les déterminations de E. Antonescu et A. Siegl-Farkas. L'abondance en nannofossiles calcaires est schématisée d'après les observations de K. von Salis; celle sur les ostracodes d'après Odin & Damotte. (Repris de Odin, 2000b).

2.3. Macrofossiles

Sur les 10 groupes de macrofossiles expertisés, 2 (ammonites, échinides) ont permis de proposer une zonation; 4 autres (brachiopodes, inocérames, astérides, requins) ont fourni des éléments stratigraphiquement utiles et leur connaissance devrait être améliorée par des récoltes complémentaires ce qui dicte une protection effective du site et la nécessité de combiner toute récolte future avec la collection du Groupe de Travail.

2.4. Bilan de la biostratigraphie

A la suite des déterminations rassemblées de 1995 à 2000, un peu plus de 900 espèces de fossiles ont été identifiées sur le site. Il serait possible d'accroître significativement ce nombre par une extension des recherches vers les niveaux du Maastrichtien non basal (simplement abordés jusqu'ici) ainsi que par l'étude de groupes seulement approchés (éponges, bryozoaires, holothuries, ophiures).

L'examen des signaux biologiques indique que l'évolution s'est accélérée à deux reprises: l'une autour de la cote moyenne 97,5 et l'autre autour de la cote moyenne 115,5. C'est cette dernière accélération qui a été choisie pour localiser la limite Campanien-Maastrichtien car elle inclut le niveau d'apparition de l'ammonite *Pachydiscus neubergicus* (Odin, 1996b). Cependant, le principe du repérage par un marqueur clé (rare sur place et aussi rare, voire diachrone, ailleurs) a conduit le Groupe de Travail à préférer un niveau localisé par la moyenne des cotes de 12 signaux considérés comme très significatifs et choisis autour d'un niveau guide selon un principe proposé par Odin (1996a).

Ce principe prend en compte un événement préféré qui sert de guide pour l'horizon autour duquel on note tous les événements proches; c'est l'ensemble des positions de ces événements qui conduit à localiser le niveau auquel le point stratotypique est fixé sans plus se référer à un marqueur particulier. C'est ainsi, plus évidemment, le point plutôt qu'aucun marqueur qui fixe la limite dans la localité type. Cette procédure originale (Odin, 2002) encourage à considérer l'utilisation effective de marqueurs multiples et se libère de la contrainte de marqueurs mythiques; l'idée a été agréée par une majorité des membres votants de la Commission de décision.

		Tercis (vi-1999)		Rügen chalk *	
		genera	species	genera	species
Microfossils					
Algae	unicellular	few	nd	nd	nd
?	Pithonellids	01	02	4	6
Pollen	incertae sedis	02	02	-	-
Spores	Pteridophyta	06	13	-	-
Pollen	Gymnospermae	06	08	-	-
Pollen	Angiospermae	55	>120	-	-
Diatoms,	Radiolarians	00	00	7	>20
Dinoflagellates/Acristarchs		82	145	39	68
Calcareous nannofossils		69	>150	31	62
Benthic foraminifera		40	>70	90	234
Planktonic foraminifera		27	125	10	18
Crustaceans	Ostracods	31	53	64	137
Echinoderms	Ophiuroids	12	20	18	37
	Holothurians	03	04	22	43 **
TOTAL		331	708	285	625
Macrofossils					
Plant remains		nd	nd	nd	nd
Sponges		nd	many	13	21
Corals		nd	few	05	06
Brachiopods		11	21	20	35
Bryozoans		nd	nd	86	244
"Worms"		nd	nd	13	18
Scaphopods		-	-	01	02
Gastropods		23	25	-	-
Bivalves	Inoceramids	08	20	01	04
	Others	18	>29	32	61
Cephalopods	Ammonites	25	>47	07	17
	Nautlroids	nd	nd	01	04
	Coleoids	00	00	02	>5
Crustaceans	Decapods	nd	few	02	>5
	Cirripeds	01	01	05	13
Echinoderms	Asteroids	08	16	10	19
	Echinoids	23	45	22	33
	Crinoids	04	07	09	20
Vertebrates	Sharks	07	08	>4	>9
	Other fishes	03	>3	>4	>6
	Reptilians	02	02	>2	>2
Ichnofossils	+others	-	-	>19*	>32
TOTAL		133	224	268	556

* after Reich M. & Frenzel P., 1999; ** after Reich M., 1999.

Tableau: Nombre de genres et d'espèces identifiées dans le Site Géologique de Tercis. Une comparaison est faite avec les affleurements contemporains de l'île de Rügen (Mer Baltique au NE de l'Allemagne) réputés pour leur richesse. L'information sur Tercis est valide à la date de Juin 1999 (Repris de Odin, 2001b).

Biohorizons centered near level 100 (mean level ≈97.5)		
Dinoflagellate	LO <i>Chatangiella?</i> <i>robusta</i>	102.8 ±7.2
	LO <i>Xenascus ceratioides</i>	91.1 ±4.5
	LO <i>Palaeohystrichophora infusorioides</i>	≈97.7 (or below)
	LO genus <i>Subtilisphaera</i>	97.5 ±0.5
Nannofossils	LO nannoconids	90.5 ±1.5
Planktonic foraminifera	(FO <i>Gt. stuarti</i>)	92.5 ±3.1
Benthic foraminifera	(FO <i>Bolivinoidea</i> 5 lobes > 4)	107.4 ±7.4
	FOs <i>Coleites reticulosus</i> / <i>Epistominella alata</i> (retic.)	104 ±6 / 96.4 ±0.8
	FO <i>Gavelinopsis</i> aff. <i>ventricosus</i>	99.6 ±2.4
	(also restricted occurrence of dominant <i>Bolivinoidea</i> with 4 lobes: ≈98)	
Inoceramids	FO genus <i>Trochoceras</i>	≤ 97.7
Echinoids	LO <i>Micraster aturicus</i>	≈ 94.3
Ammonites	LO of <i>N. helicinum</i>	≥ 102.5
	LO <i>Nostoceras hyatti</i> II (Küchler)	≥ 103.5
	FO <i>Hoploscaphites pumilus</i>	≤ 94.2
	FO intermediate form <i>P. perfidus-neubergicus</i>	≤ 97.5
Biohorizons centered near level 116 (mean level ≈115.5)		
Dinoflagellate	LO <i>Corradinisphaeridium horridum</i>	112.4 ±2.4
	LO <i>Raetiaedinium truncigerum</i> (≈ <i>R. evittigratum</i>)	118.6 ±3.8
	FO <i>Alterbidinium minus</i>	118.6 ±3.8
Planktonic foraminifera	FO <i>Contusotruncana contusa</i>	116.5 ±0.3
	FO <i>Rugoglobigerina scotti</i>	116.2 ±0.5
Benthic foraminifera	(FO <i>Bolivinoidea</i> 5 lobes > 4)	107.4 ±7.4
	LO <i>Gavelinella clementiana</i>	115.5 ±0.7
Ammonites	LO <i>Nostoceras</i> (<i>N.</i>) <i>approximans</i>	≥ 113
	LO <i>Nostoceras hyatti</i> & allied forms (<i>N.</i> sp 2)	≥ 114.1
	FO <i>Hoploscaphites</i> cf? <i>constrictus</i>	≤ 116.8
	FO <i>Pachydiscus neubergicus</i>	≤ 116.1
	FO <i>Didymoceras cylindraceum</i>	≤ 111 ±3
	LO <i>Pachydiscus perfidus</i> + intermediate form <i>perfidus-neubergicus</i>	≥ 117.5

Tableau: Liste des bio-horizons suggérant un accroissement des changements évolutifs autour des niveaux 97,5 et 115,5 dans la succession de Tercis (Repris de Odin, 2000c).

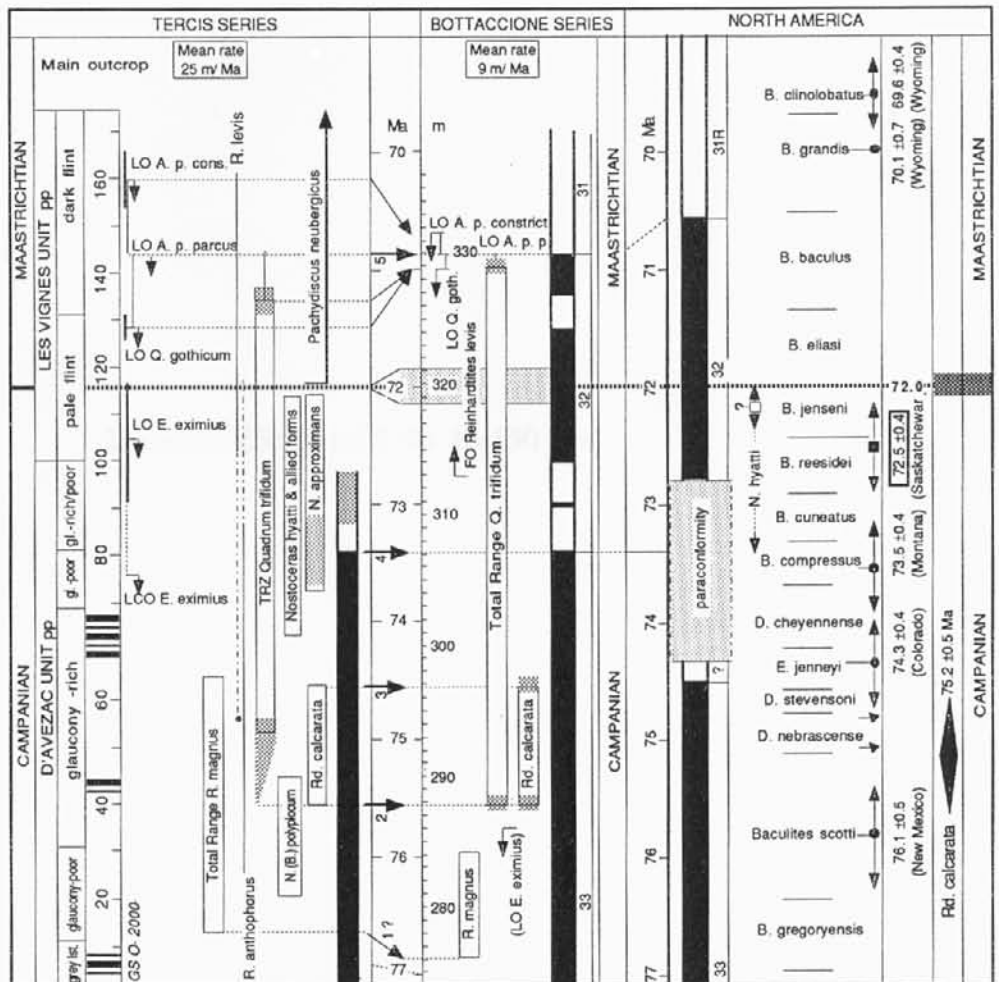


Figure: Âge de la limite d'Étage déduit d'après l'âge mesuré de la disparition probable de *Nostoceras hyatti* en Amérique du Nord (âge clé mesuré au Saskatchewan où *N. hyatti* est absente mais non les *Baculites* qui servent régionalement à la corrélation fine). Les autres âges dans la colonne Tercis (Ma) sont calculés d'après le taux moyen de sédimentation déduit de la durée des Étages, des rythmes de dépôt et adaptés en fonction des ralentissements de dépôt constatés par la nature des glauconies. (Repris de Odin, 2001d).

3. Âge des couches de Tercis

L'âge numérique des couches de Tercis aurait pu être abordé grâce à la découverte de traces discrètes d'activité volcanique et la mise en oeuvre d'une datation géochronologique mais les moyens ont manqué. On s'est donc tourné vers des âges obtenus en Amérique du Nord (figure ci-dessus) sur des couches synchrones de celles renfermant une ammonite déterminée aussi à Tercis (*Nostoceras hyatti*). Par la combinaison d'un âge mesuré et d'une corrélation par une zone de baculites renfermant localement l'ammonite *N. hyatti*, un âge de $72,0 \pm 0,5$ Ma est proposé pour la limite d'Étage à Tercis. Cet âge est en bon accord avec les autres informations obtenues sur le site.

Un rythme de dépôt remarquablement constant, à période métrique, est décelable dans les alternances argile calcaire/calcaire comme dans l'espacement des lits à silex dans les unités Hontarède, d'Avezac et Les Vignes. Il est interprété comme résultant du cycle astronomique de 40 ka (taux de dépôt après compaction de 2,5 cm/ka; Odin & Amorosi, 2001; voir dessous § D). L'âge de 73 Ma est donc localisé 25 m au-dessous et celui de 71 Ma, 25 m au-dessus de la limite. De proche en proche, on estime que la série exposée dans la grande carrière moderne comprend des couches déposées entre 77 et 70 Ma; ces dernières précèdent de 5 Ma la catastrophe planétaire pendant laquelle divers groupes d'êtres vivants ont disparu avec les dinosaures.

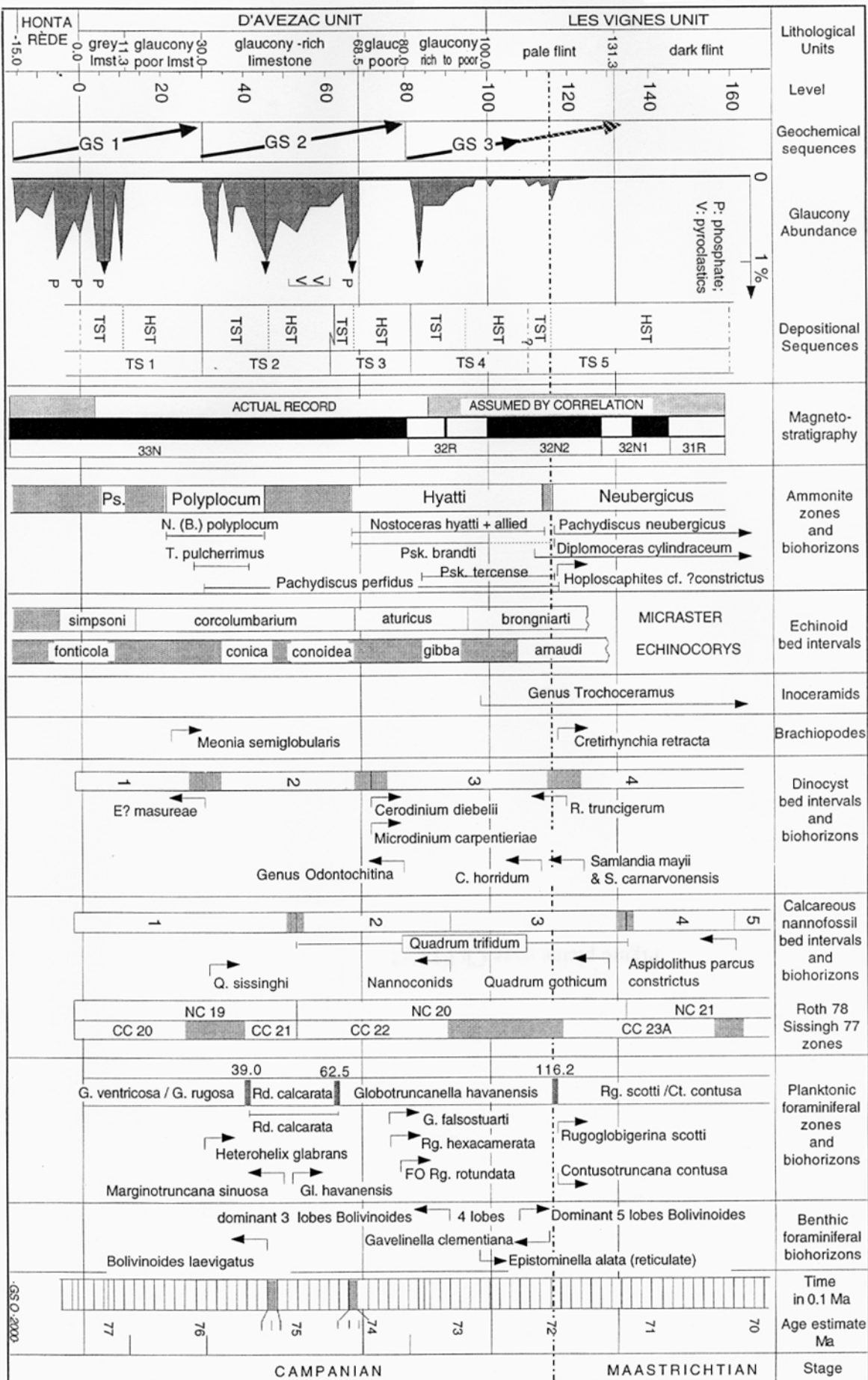
C'est cet intervalle de dépôt qu'il serait essentiel de pouvoir mettre à jour sur le site prochainement pour une étude détaillée complémentaire.

4. Stratigraphie intégrée de la limite Campanien-Maastrichtien du site de Tercis

La figure de la page suivante (reprise de Odin, 2001c) donne un sommaire des principales observations ou déductions recueillies sur le site de Tercis autour de la limite Campanien-Maastrichtien. On notera que l'abondance maximale de glauconie est de 3 % (au niveau 45) avec une stade d'évolution modéré qui n'implique pas un arrêt de dépôt très prolongé. Les séquences de dépôt ne sont qu'une "interprétation" des teneurs en glauconie complétées d'indications cohérentes des teneurs en Mn et de la fréquence de certains fossiles. La magnétostratigraphie est, pour partie, une extrapolation de la séquence bien connue des Apennins par corrélation au moyen des microfossiles.

Les informations biostratigraphiques sont très simplifiées et basées sur des observations directes faites par un ou plusieurs experts. Pour les kystes de dinoflagellés et les nannofossiles calcaires, les intervalles lithologiques (1, 2, 3, 4) sont définis par les bio-horizons indiqués en regard. L'incertitude de localisation de ces bio-horizons n'est pas représentée pour simplifier la figure mais est connue d'après les comparaisons entre diverses études. Les abréviations pour les ammonites N. (B.): *Nostoceras* (*Bostrychoceras*); Ps.: *Pseudoxybeloceras* spp.; Psk.: *Pseudokossmaticeras*; T.: *Trachyscaphites*; et pour les dinoflagellés C.: *Corradinisphaeridium*; E.?: *Exochosphaeridium*; R.: *Raetiaedinium*; Foraminifera Rd.: *Radotruncana*.

On notera enfin que grâce à l'étude très détaillée, on peut non seulement constater la succession des événements mais aussi estimer avec grande probabilité leur chronologie avec une échelle de temps ce qui est exceptionnel pour une succession de cet âge et sur plus de 7 Ma de durée.



GS 0-2000

D- Série maastrichtienne

La succession maastrichtienne est entièrement présente sur le site de Tercis d'après les éléments de connaissance disponibles: la base est visible sur environ 60 m d'épaisseur et le sommet sur un peu moins de 40 m sous le Mur de Bédât. Entre les deux affleurements, il manque environ 50 m d'après les observations aériennes.

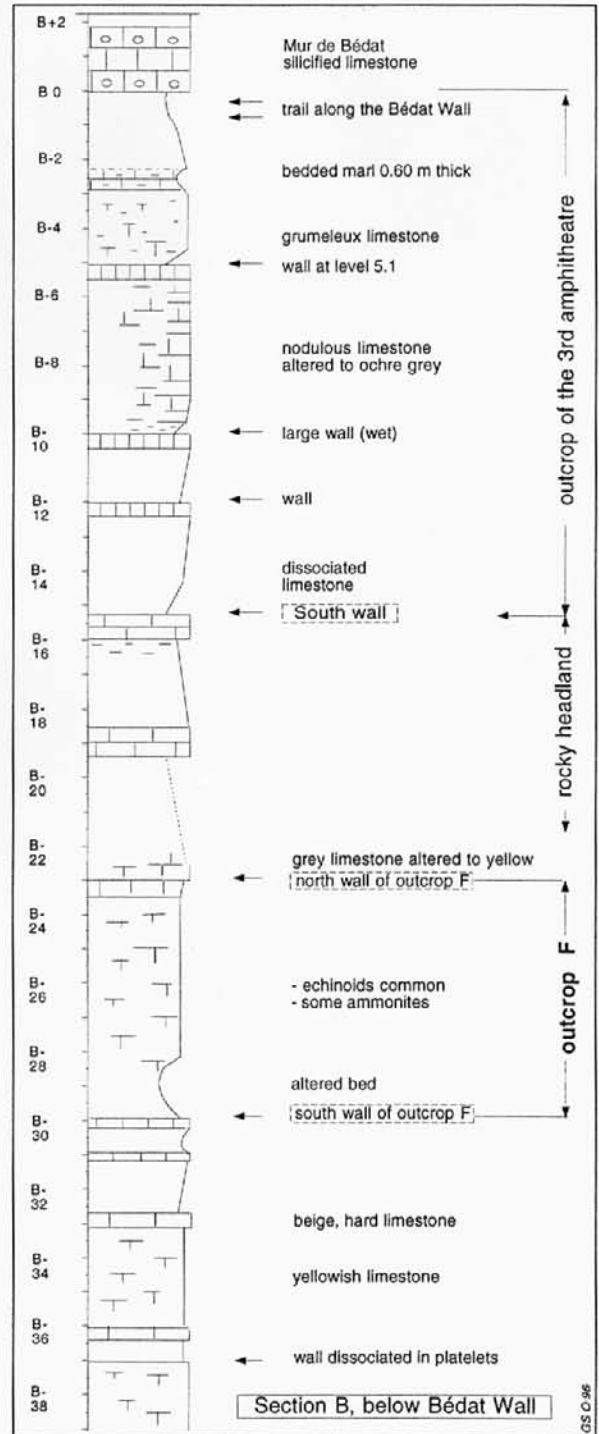
En tout, le Maastrichtien serait donc épais de 150 m pour 7 Ma soit un taux moyen de 21 m/Ma. Compte-tenu des probables ralentissements et de la périodicité métrique observée à la base qui, si l'hypothèse d'une causalité astronomique est correcte doit correspondre soit à 20 ka (mouvement circulaire de l'axe terrestre = précession) soit à 40 ka (changement d'inclinaison de l'axe terrestre = obliquité), la dernière hypothèse est la plus probable et milite pour un taux proche de 25 m/Ma aux endroits complets.

La description de la partie supérieure (soit les derniers 2 Ma) a été réalisée par Odin (1996a) et est reproduite à côté de ce texte. Jusqu'ici, très peu de temps a pu être consacré à cette portion du site et l'étude reste à organiser dans des affleurements escarpés et instables.

Parmi les microfossiles, les dinoflagellés et le pollen paraissent moins bien préservés qu'au dessous, les nannofossiles et les foraminifères sont présents voire plus aisés à étudier que dans les couches dures plus anciennes.

Parmi les macrofossiles, les échinides ne sont pas rares et constituent le groupe dominant; les inocérames n'ont pas été observés mais l'on sait qu'ils ont disparu avant la fin du Maastrichtien. Les ammonites existent et 15 spécimens ont été récoltés dont le plus jeune, une *Baculites*, provient de 15 m sous la limite supérieure de l'Étage.

En bref, les 2/3 de l'Étage Maastrichtien restent à étudier sur le site de Tercis; ce sont les plus intéressants du point de vue de l'évolution des espèces avant le cataclysme de la fin de l'Étage. Le site recèle donc encore beaucoup d'information; un grand progrès sera possible si des moyens sont obtenus pour réaliser une tranchée de liaison entre la grande carrière et le Mur de Bédât et remettre au jour les affleurements des petites exploitations anciennes.



E- Passage Crétacé-Paléogène

Le passage du Système Crétacé au Système Paléogène est situé à la base du Mur de Bédât: un banc silicifié particulièrement dur, riche en fossiles non dégageables. Dessous, les foraminifères observés en lames minces sont ceux du Secondaire (gros globotruncanides), dessus, ce sont ceux du Tertiaire (petites globigérines et spéciens du type *Morozovella marginodentata*) avec quelques exemplaires remaniés des couches plus anciennes dans les premiers dm. La faune d'oursins se renouvelle aussi et fut décrite dès 1836 par de Grateloup.

L'étude détaillée des couches paléogènes n'a pas été entreprise par le Groupe de Travail et notre connaissance sur le site se fonde d'abord sur les observations de Boulanger (Boulanger & Lézaud, 1965; Boulanger, 1968) complétées par quelques lames mines de vérification.

Les couches paléogènes sont plus faciles à examiner au Nord, sur le territoire d'Angoumé. On y voit notamment un calcaire à Nummulites abondantes.

F- Site archéologique et environnement de barthes

Le Site Géologique de Tercis a été institué pour protéger un patrimoine géologique exceptionnel et développer une connaissance qui n'est disponible que dans ce site au monde.

Il renferme (ou a renfermé) aussi des témoignages de la vie de l'homme depuis la préhistoire dont l'étude exhaustive serait très fructueuse.

De plus, le site constitue, au carrefour entre les landes au Nord et la Chalosse au Sud, un milieu biologique actuel remarquablement exceptionnel par son relief et par son substrat carbonaté dans un paysage généralement peu accidenté et de substrat siliceux. Au confluent du Luy et de l'Adour, le site est inséré, autre spécificité, dans un environnement de plaines alluviales partiellement inondables qui, régionalement, sont nommées barthes et ont un intérêt écologique et économique spécifique. Ces divers aspects peuvent faire l'objet de visites en fonction du temps dont on disposera.

1. Préhistoire (repris de Normand et al., 2000)

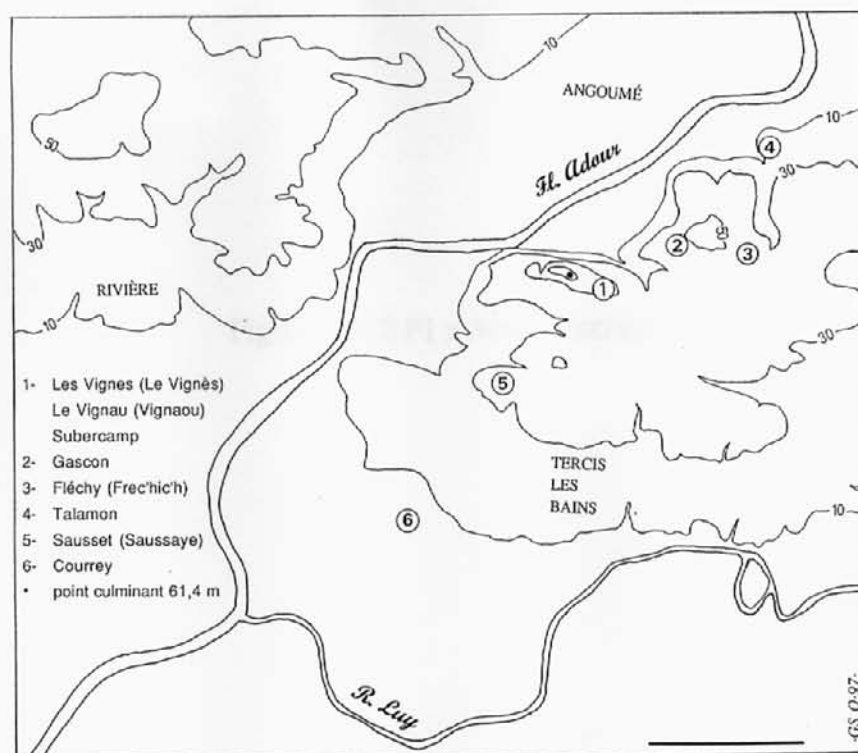


Figure 1. Sites préhistoriques de plein air autour de l'anticlinal de Tercis-Angoumé. Noter leur disposition en majorité sur les hauteurs. Les courbes de niveau (altitudes en mètres) ont été remises là où l'on suppose qu'elles étaient avant l'exploitation de la Grande Carrière des Ciments Français. Echelle: 1 km.

Tercis et spécialement le site situé en partie au niveau de la grande carrière moderne est le site de plein air le plus important du SO de la France qui est riche en gisements. Tercis offre l'exemple d'un territoire possédant deux atouts majeurs pour l'homme préhistorique qui fréquentait la vallée inférieure de l'Adour: 1- une position géographique privilégiée où des coteaux permettaient d'observer non seulement la vallée de l'Adour au confluent de ce fleuve et du Luy mais aussi une large partie de la plaine landaise en direction de l'Ouest, tout en offrant de larges pentes orientées vers le Sud; 2- une matière première probablement abondante et de bonne qualité. Ces atouts expliquent que ce territoire ait attiré des groupes humains pendant des centaines de millénaires.

A la fin du siècle dernier, lorsque les recherches sur la préhistoire landaise se sont mises en place, Tercis a tout de suite attiré les érudits locaux dont le premier à nous avoir laissé un témoignage fut R. Pottier (1872) qui mentionnait la découverte d'objets taillés par l'Homme préhistorique. A sa suite, bien d'autres vinrent récolter un très abondant matériel lithique, (1982, 1983), Ch. Normand est intervenu aux Vignes pour deux fouilles de sauvetage autorisées par la direction de la Société des Ciments Français, propriétaire des terrains et le Ministère de la Culture (Normand, 1984).

La majorité des séries lithiques récoltées présente des mélanges évidents d'objets appartenant à plusieurs périodes de la Préhistoire.

L' Acheuléen moyen ou supérieur (autour de 600.000 ans à environ 200.000 ans avant notre ère) a fourni les plus anciennes traces de présence humaine: un trièdre, de rares bifaces, parfois en quartzite et des racloirs. Ces pièces possèdent toutes une patine profonde et sont fréquemment marquées par des oxydes de fer.

Les ensembles attribués au Moustérien (autour de 200.000 ans à environ 35.000 avant notre ère) sont mieux représentés: quelques bifaces évoquent le Moustérien de tradition acheuléenne et des racloirs, le Moustérien de type Quina. Ces attributions doivent être faites avec prudence car ces pièces ont toujours été rencontrées mélangées dans un contexte stratigraphique perturbé (labours, coulées de solifluxion de la couche 2b).

Durant le Paléolithique supérieur, divers groupes humains sont venus fréquemment, abandonnant sur place une très grande quantité d'objets sous forme de concentrations disséminées tout au long de l'anticlinal de Tercis. Plusieurs cultures lithiques de cette période sont représentées à l'exception très probable du Châtelperronien et du Magdalénien. De très nombreux outils, principalement certains grattoirs (grattoirs carénés et grattoirs à museau) et des burins (burins busqués et burins des Vachons) ont été rangés dans l'Aurignacien (autour de 35.000 ans à environ 26.000 ans avant notre ère) mais ceci reste à préciser, seul l'Aurignacien supérieur semblant probable.

La présence du Gravettien (autour de 28.000 ans jusqu'à environ 20.000 ans avant notre ère) est attestée par la découverte de plusieurs burins de Noailles et de pointes de La Gravette. Une grande quantité d'objets, notamment des lames de très bonne qualité et souvent de grande longueur (jusqu'à 25 cm) mais aussi des burins multiples sur troncature, ont été considérés comme appartenant à une phase évoluée de cette industrie.

Le Solutréen (autour de 20.000 ans à environ 16.000 ans avant notre ère) a été décrit sur le site de Sausset.

On peut se demander si, après le départ des Solutréens, l'attraction du territoire de Tercis n'a pas marqué une pause de plusieurs milliers d'années. En effet, parmi les ensembles lithiques signalés jusqu'à présent, aucun ne se place apparemment durant la longue période qui va voir disparaître les derniers peuples de chasseurs-cueilleurs et leur remplacement par les agriculteurs-éleveurs du Néolithique au sens large. Mais tout le territoire de Tercis n'a pas été exploré.

Des occupations correspondant probablement au Néolithique et/ou à l'Âge du Bronze ont laissé des vestiges qui ont surtout été mentionnés par les premiers prospecteurs: haches en pierre polie, armatures de flèches, tessons de céramique, etc...

A l'Âge du Fer, un habitat, sans doute fortifié, a été implanté au "Vignès" (fragments de céramiques et un objet en fer). Les observations de Ch. Normand au fur et à mesure de la destruction de cet habitat (de l'exploitation de la carrière) ont permis de constater qu'il y avait, le long du côté sud et apparemment sans interruption sur plus de 35 m, une sorte de fossé rempli de morceaux de charbon de bois. Certains, de grande dimension, de section circulaire et comportant des clous très oxydés, faisaient penser aux restes d'une structure en bois (palissade?). A proximité, les tessons formaient localement une couche de plusieurs centimètres d'épaisseur.

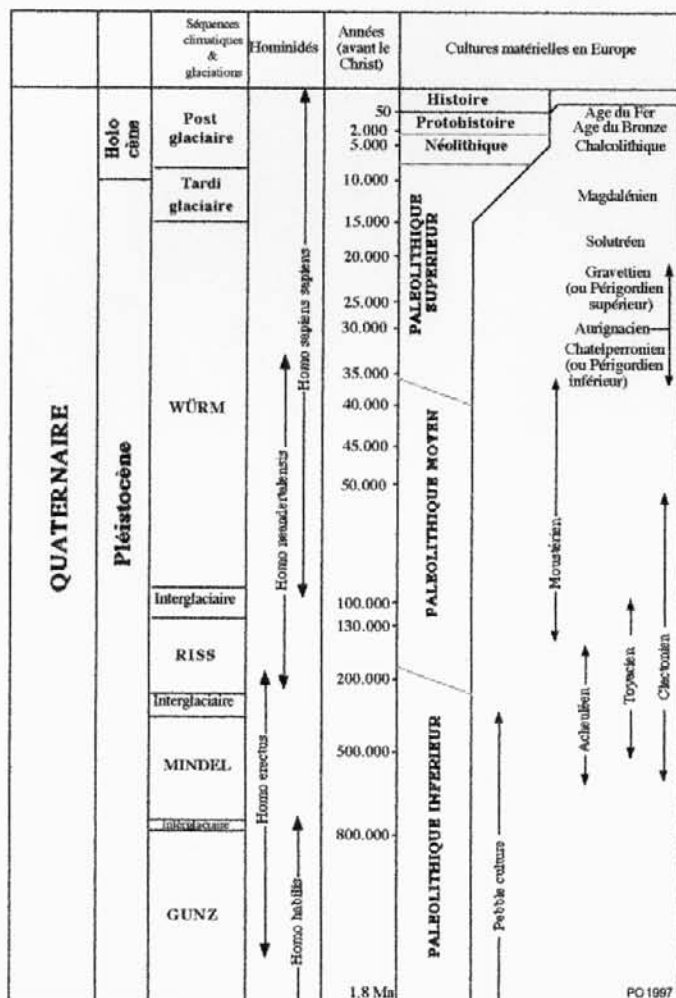


Tableau des séquences géologiques, archéologiques et climatiques contemporaines au genre Homo.

La seconde interprétation serait que l'originalité de certains ensembles serait la traduction d'une appartenance à des industries particulières peu ou pas connues dans la région. Autrement dit, Tercis aurait été fréquenté par des groupes humains n'ayant pas laissé de trace dans les autres sites inventoriés.

Malgré la destruction d'une grande partie du patrimoine par l'exploitation, rien n'interdit d'espérer découvrir prochainement de nouveaux gisements archéologiques à Tercis tant sont étendues les zones non explorées. En considérant le seul ensemble des Vignes, plusieurs indices probants indiquent que tout le potentiel archéologique n'a pas été détruit. À l'Est de la zone exploitée, des terrains existent sur une surface de plusieurs hectares notamment autour des maisons du Vignaou et de Subercamp. Il serait profitable d'envisager d'en fouiller certains. La recherche en Préhistoire a très certainement un avenir à Tercis.

2. Écologie

Pour le règne animal, le site géologique est très spécifique régionalement pour les gastéropodes (grande variété d'espèces à coquilles, plutôt rares dans la Région).

Par la suite, d'imposants murs de terre furent aménagés sur le même emplacement. Ceux-ci déterminaient un ensemble fortifié, assez spectaculaire, en forme de quadrilatère régulier. À l'heure actuelle, seule subsiste une faible partie du talus est et du fossé qui le séparait du reste du promontoire.

La grande masse des objets archéologiques observés forme un ensemble hétérogène où se mêlent aussi bien des bifaces acheuléens que des grattoirs aurignaciens. Plusieurs séries d'objets présentent des caractères originaux rencontrés nulle part ailleurs en Aquitaine.

Cette originalité peut s'interpréter de deux façons. La première est que les activités et les comportements seraient liés au contexte particulier de Tercis, notamment l'abondance de la matière première concentrée par l'altération météorique de couches verticales et, probablement, un dégagement par l'activité fluviale. Normand (1992-1993) a évoqué l'hypothèse d'"ateliers d'apprentissage" de la taille. Cet apprentissage serait dénoté par la présence de pièces apparemment non fonctionnelles et le faible investissement technologique mis dans le débitage et le façonnage de la matière première entraînant une "rentabilité" faible de ces actions. D'autres circonstances peuvent avoir joué notamment la volonté délibérée de limiter cet investissement pour privilégier la simplicité et la rapidité dans cette taille.

Le milieu des barthes qui borde le site géologique est un lieu riche pour les amateurs d'oiseaux (c'est un site traditionnel de chasse au gibier d'eau) tandis que la ride anticlinale elle-même a servi de lieu de chasse aux oiseaux migrateurs.

La liste des espèces d'oiseaux des barthes de l'Adour (d'après Hippolyte & Grisser, 1991) est impressionnante.

Accenteur mouchet, aigle botté, aigrette garzette, alouette des champs, balbuzard pêcheur, barge à queue noire, bécasse des bois, bécasseau variable, bécassine de marais, bécassine sourde, bergeronnette des ruisseaux, bergeronnette grise, bergeronnette printanière, blongios nain, bondrée apivore, bouscarle de Cetti, bouvreuil pivoine, bruant des roseaux, bruant zizi, busard cendré, busard d'Europe, busard des roseaux, busard saint martin, buse variable, canard siffleur, canard chipeau, canard colvert, canard souchet, chardonneret élégant, chevalier aboyeur, chevalier arlequin, chevalier cul-blanc, chevalier gambette, chevalier guignette, chevalier sylvain, chouette effraie, chouette hulotte, cigogne blanche, cigogne noire, cisticole des jones, corneille noire, coucou gris, courlis cendré, courlis corlieu, échasse blanche, engoulevent d'Europe, étourneau sansonnet, faucon crécerelle, faucon hobereau, faucon pèlerin, fauvette à tête noire, fauvette des jardins, fauvette grisette, foulque macroule, geai des chênes, gobemouche gris, gobemouche noir, goéland brun, goéland cendré, goéland leucophée, grand cormoran, grèbe castagneux, grimpeur des jardins, grive draine, grive litorne, grive mauvis, grive musicienne, gros-bec, grue cendrée, guêpier d'Europe, guifette moustac, guifette noire, héron bihoreau, héron cendré, héron crabier, héron pourpré, hirondelle de cheminée, hirondelle de fenêtre, hirondelle de rivage, huppe fasciée, hypolaïs polyglotte, linotte mélodieuse, loriot d'Europe, martin-pêcheur, martinet noir, merle noir, mésange à longue queue, mésange bleue, mésange charbonnière, mésange huppée, mésange nonnette, mésange rémiz, milan noir, milan royal, moineau domestique, moineau friquet, mouette pygmée, mouette ricuse, oie cendrée, petit gravelot, phragmite des joncs, pic épeiche, pic épeichette, pic vert, pie bavarde, pie-grièche à tête rousse, pie-grièche écorcheur, pie-grièche grise, pigeon colombin, pigeon ramier (palombe), pinson des arbres, pinson du Nord, pipit des arbres, pipit farlouse, pipit spioncelle, pluvier doré, pouillot fitis, pouillot véloce, poule d'eau, pygargue à queue blanche, roitelet triple bandeau, rollier d'Europe, rossignol philomène, rouge-gorge, rouge-queue à front blanc, rouge-queue noir, rousserolle effarvate, sarcelle d'hiver, sarcelle d'été, serin cini, sítelle torchepot, sterne hansel, tarin des aunes, torcol fourmilier, tournepierre à collier, tourterelle des bois, tourterelle turque, traquet motteux, traquet pâte, traquet turier, troglodyte mignon, vanneau huppé.

Dans les environs du site, la présence des hérons cendrés, aigrettes garzettes et cigognes blanches sont les plus spectaculaires. Les passages sont aussi remarquables puisque le site semble être un lieu de repère sur les itinéraires suivis par ces migrateurs.

Pour le règne végétal, le site géologique fait l'objet de visites spécialisées en botanique (universités, sociétés mycologiques, naturalistes). L'intérêt botanique présente trois caractères: 1- la diversité des milieux: pelouses, landes, rochers, karst, forêt humide, marais...; 2- une forêt riche, comportant des espèces d'affinités montagnardes liées à la fraîcheur de la proximité de l'Adour et de l'exposition au Nord, et 3- la présence d'éléments d'intérêt patrimonial: population d'arabette alpine occupant la falaise au bord de l'Adour déjà citée par Blanchet (1891), à protéger pour les Landes. Avec l'arabette, deux autres espèces (*Geranium lucidum* et *Ulmus scabra*) auraient été charriées jusque là par l'Adour depuis les Pyrénées Vivant (1998). En outre, J. J. Lazare (communication personnelle) observe une bonne représentation, dans la partie nord, du groupement d'ourlet forestier nitrophile humide du *Gaio aparine-Urticea urticae*, habitat à protéger inscrit à l'Annexe 1 de la Directive communautaire 92/43 "Habitats". Les orchidées sont présentes avec une dizaine d'espèces dont le dactylorhiza tacheté, les ophrys bécasse et araignée, les orchis à fleurs lâches et orchis mâle et le sérapias langue (toutes à fleurs violacé), la céphalanthère à longues feuilles (fleurs blanches), la listéra ovale (fleurs verdâtres). Vivant (1998) attire l'attention sur la présence d'espèces naturalisées d'origine nord américaine (*Cyperus vegetus*, *Stenactis annua*) ou sud-américaine (*Aster squamatus*, *Gamochaetapurpurea* observée depuis peu, ainsi que du classique "Roseau des pampas"). Plusieurs inventaires ont été réalisés; celui de Laporte-Cru & Cahuzac (2000) comprend un peu plus de 300

taxons dont une douzaine de fougères et une vingtaine de mousses et hépatiques qui soulignent la richesse de la forêt fraîche croissant au Nord du site. Les champignons sont aussi présents (le site abrite en particulier la grande *Amanita ovoidea*, calcicole et très rare dans la région: Vivant, 1998) mais une étude exhaustive ce groupe manque encore.

Au pied du site se situent les barthes dans lesquelles on a cité la présence de la marciée à quatre feuilles (Fougère d'eau) et de l'angélique à fruits variés. Depuis une quarantaine d'années, nous avons observé le bel hibiscus rose qui croît dans les barthes autour de Dax, le long des fossés d'irrigation et drainage (les esteys) de la zone basse pâturée. Dans la commune voisine de Mées a été inauguré récemment (1998) un site sur tourbières de 20 ha, dont 8 accessibles par un cheminement en partie sur caillebotis comportant des panneaux explicatifs. Ce site où croissent les droseras est préservé sous l'égide de la municipalité, du Conservatoire régional des espaces naturels d'Aquitaine et de l'Office National des Forêts.

Le site géologique de Tercis s'insère donc dans un ensemble écologique varié dont chaque élément renforce l'intérêt des autres; le volet botanique mérite attention; une distribution approximative des milieux a été proposée par Laporte-Cru & Cahuzac (2000).

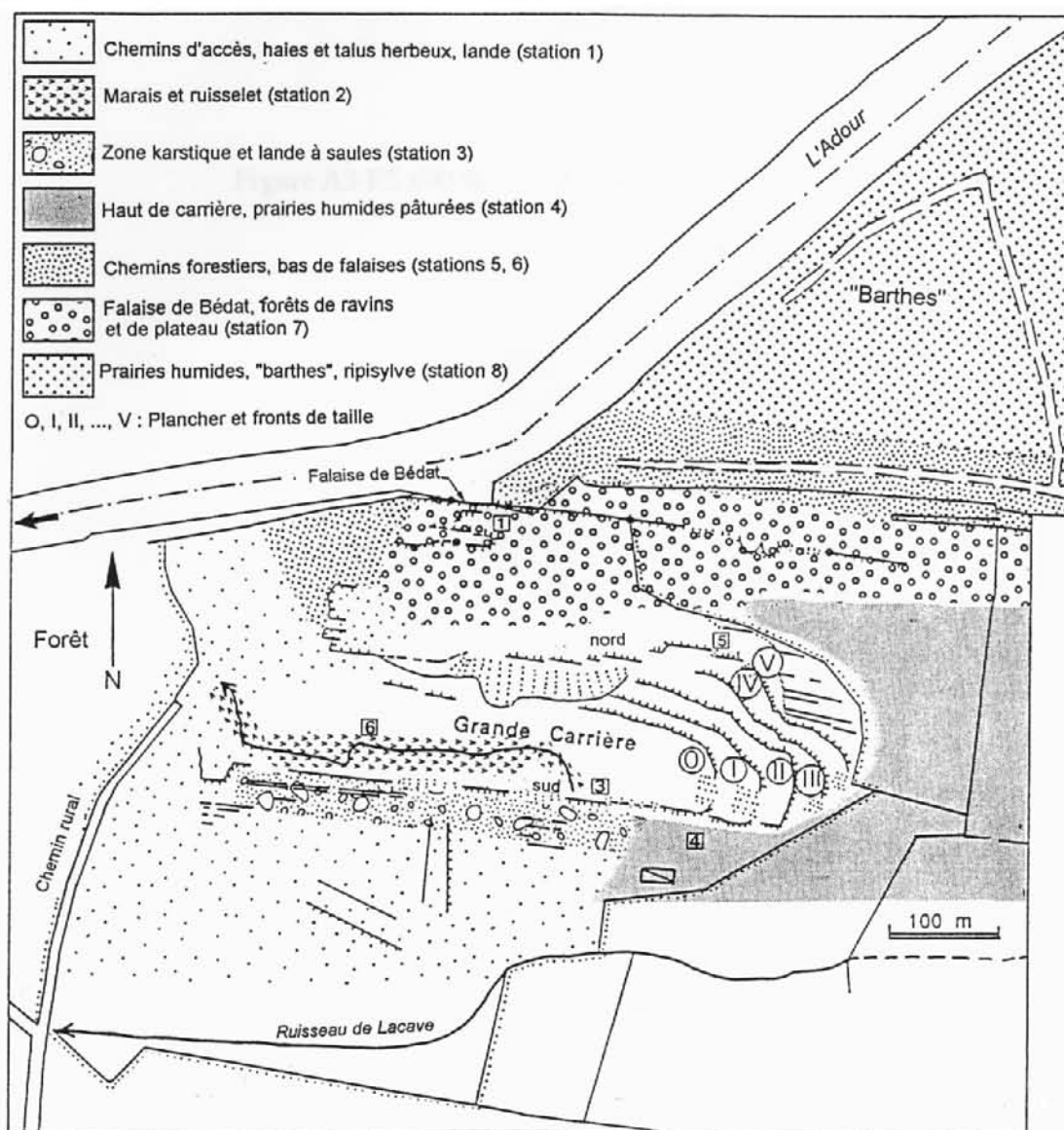


Figure Distribution des biotopes dans et autour du site Géologique de Tercis (Repris de Laporte-Cru & Cahuzac, 2000)

Information postérieure à la réalisation de la Monographie

La monographie sur la limite Campanien-Maastrichtien a été publiée en Juillet 2001 sous l'égide de l'Union Internationale des Sciences géologiques et avec le soutien financier - de l'Association des Géologues du Sud-Ouest; - de Ciments Calcia (Italcementi Group); - du Conseil Général des Landes; - du Conseil Régional de la Région Aquitaine; -de l'Université Pierre et Marie Curie Paris; -de la commune de Tercis.

Le point stratotypique global a été proposé et voté par le Groupe de Travail Maastrichtien (G. S. Odin, IX-1999), puis par la sous commission de stratigraphie du Crétacé (P.F. Rawson, VI-2000), enfin par la Commission Internationale de Stratigraphie (XII-2000); la décision a été ratifiée par l'Union Internationale des Sciences Géologiques (Odin & Lamaurelle, 2001b).

Une étude complémentaire des inocérames du site de Tercis a été entreprise en 2000 avec la collaboration de Irek Walaszczyk. La récolte a été portée à près de 400 spécimens. A partir de ce nouveau matériel et par comparaison avec une étude contemporaine effectuée aux Etats Unis et en Pologne sur les même niveaux. On a noté que la répartition de nombreux inocérames marqueurs est souvent limitée à un horizon de quelques mètres. Ces horizons se retrouvent dans le même ordre suggérant une corrélation temporelle (travaux en préparation). La limite d'étage a été encadrée par plusieurs événements dont un changement de taille conséquent des spécimens alors que la faune se renouvelait. Ce groupe fossile devient ainsi aussi significatif que celui des ammonites pour localiser la limite; il permet, en outre, des corrélations directes avec la Pologne et le bassin du Western Interior.

Les étoiles de mer : un groupe d'intérêts biostratigraphiques

L. Villier
Université de Rennes

Le squelette des étoiles de mer est constitué d'une multitude de plaques (ossicules). Après la mort des individus, les ligaments qui attachaient les plaques se dégradent et les ossicules sont dispersés par les courants ou les animaux nécrophages. Monocristaux de calcite, les ossicules se fossilisent facilement et résistent à l'altération, il en résulte que les fossiles de plaques dissociées sont visibles à l'affleurement. Ils se rencontrent fréquemment dans les séries des plates-formes du secondaire et du tertiaire, depuis les dépôts de plage jusqu'à ceux du talus. Plusieurs types de plaques sont différenciés sur le corps et certains d'entre eux permettent d'identifier l'espèce à partir d'un seul élément. La fréquence des taxons varie en fonction du milieu (température, disponibilité de la nourriture, nature du substrat).

A Tercis, 400 ossicules ont été récoltés et la plupart sont identifiables jusqu'au niveau de l'espèce. Sur l'ensemble de la section, la faune change de façon sensible. La succession dans le temps des espèces permet de reconnaître trois associations distinctes. La première association (unités Lacave et Hontarède) est caractérisée par *Metopaster chilipora*, *Metopaster* sp. A et *Hadranderaster* sp. A. La seconde association, relativement pauvre, comprend, entre les cotes 15 et 80, *Nymphaster tethysiensis* (espèce nouvellement décrite d'après les fossiles de Tercis) et *Crateraster quinqueloba*. Au-dessus, la troisième association comprend, outre les deux espèces précédentes, *Pycinaster magnificus*, *Stauranderaster* sp. A et *Metopaster tercensis*. Cette dernière espèce, commune dans presque tous les niveaux entre les cotes 80 et 160, a aussi été définie à Tercis en raison de la qualité et de l'abondance du matériel (Villier, 2001).

Des études antérieures sur la marge nord du Bassin d'Aquitaine (thèse de Breton 1992; D.E.A de Villier 1997) ont reconnu une grande diversité d'étoiles de mer dans les couches de même âge qu'à Tercis. En particulier, les deux espèces définies à Tercis sont présentes en Charente, dans la région type du Campanien, où elles avaient été laissées en nomenclature ouverte. Ces deux espèces, complétées du reste de la faune, se répartissent de la même façon dans les deux successions stratigraphiques.

Les astérides permettent donc une corrélation biostratigraphique entre les deux régions. La transition entre *M. chilipora* et *Metopaster* sp. A est un événement marqueur de la limite entre le Campanien 2 et le Campanien 3 en Charente. L'apparition de *Nymphaster tethysiensis* et de *Metopaster tercensis* et de *Stauranderaster* sp. A. constituent des jalons successifs corrélables avec une précision de l'ordre du Ma et qui permettent d'approcher la limite Campanien-Maastrichtien dans les deux régions par les niveaux inférieurs.

Cette étude a montré que les étoiles de mer sont un groupe fossile prometteur et déjà opérationnel. A Tercis, un échantillonnage plus complet, incluant en particulier les ossicules de petite taille (2 à 5 mm) permettrait d'affiner les corrélations biostratigraphiques et de proposer des interprétations paléo-écologiques de la série.

Un autre groupe fossile d'intérêt remarquable à Tercis : les dinoflagellés

Par E. Masure
 Université P. & M. Curie, Paris
 FRE 2400 CNRS, UPMC, MNHN

Les dinoflagellés sont des algues unicellulaires planctoniques, à paroi cellulosique ou calcaire. Pour 90%, ils prolifèrent en plein océan et/ou le long des côtes et sont à l'origine des eaux rouges, lors de leur floraison annuelle. Pour 10%, ils peuplent les eaux douces. Ils se distinguent des autres algues par la présence de deux flagelles, d'un squelette périphérique, la thèque, formé de plaques distribuées en série latitudinale, la tabulation (Fig. 1), d'un très gros noyau dont les chromosomes restent toujours condensés lors du cycle mitotique et d'un pigment photosynthétique rouge orangé, la péricidine.

Ils possèdent un cycle de vie complexe qui comprend une phase végétative mobile à plusieurs stades et une phase non mobile avec un stade enkysté (Fig. 2). La paroi du kyste en dinosporine, très résistante, est le témoin fossile des dinoflagellés. La morphologie du kyste, caractère de reconnaissance du taxon, rappelle la tabulation de la thèque et celle de la famille auquel il appartient.

Fig. 2. Cycle simplifié des dinoflagellés potentiellement fossilisables, d'après Evitt, 1985

Les dinokystes (abréviation pour kyste de dinoflagellés) ont une répartition stratigraphique qui s'échelonne du Trias moyen à l'Actuel. Ils sont dégagés des roches sédimentaires par un traitement aux acides chlorhydrique et fluorhydrique.

A Tercis, des dinokystes ont été observés tout au long de la série étudiée dans la carrière et leur état de préservation est excellente. Ils ont fait l'objet de l'attention de cinq spécialistes.

Au Crétacé supérieur, la situation géographique du Sud-Ouest de la France est stratégique, car située entre les domaines boréal et téthysien. Le stratotype historique du Campanien des Charentes (Masure, 1983) et le stratotype de limite du Campanien/ Maastrichtien à Tercis contiennent des taxa observés au Limbourg (Slimani, 1995) et en Téthys (Corradini, 1973).

Dans l'intervalle du Campanien supérieur au Maastrichtien inférieur 14 bioévénements affectent les dinokystes ; neuf disparitions définitives (Last Occurrence) et cinq apparitions formelles (First Occurrence) ont été enregistrées (Fig. 3). L'ordre de ces événements se retrouve dans d'autres sections et en particulier dans les stratotypes historiques du Campanien (Charente) et du Maastrichtien (Limbourg). Au cours du Campanien supérieur les disparitions successives de *Exochosphaeridium* ? *masureae*, *Palaeohystrichophora infusurioides*, du genre *Odontochitina*, de *Xenascus ceratioides* s'observent à l'échelle des deux domaines. La limite est marquée par la disparition (LO) de *Corradinisphaeridium horridum* et le renouvellement et l'apparition de plusieurs taxa du genre

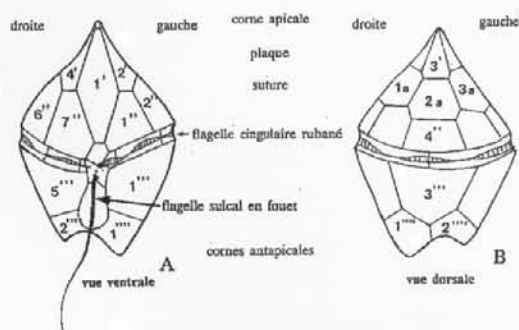
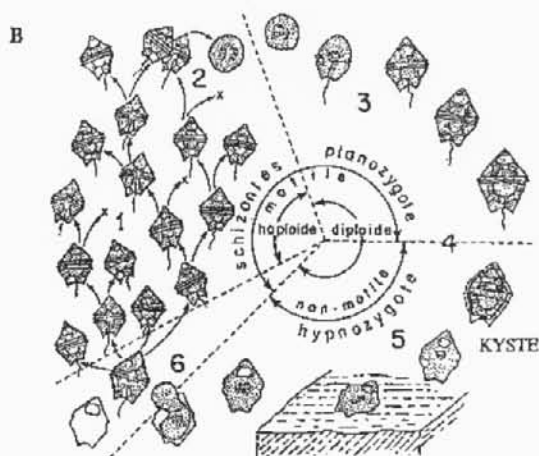


Fig. 1. Morphologie de la cellule planctonique d'un dinoflagellé



Alterbidinium. Le renouvellement se poursuit au cours du Maastrichtien inférieur. Ce groupe d'apparitions constitue un précieux marqueur chronostratigraphique.

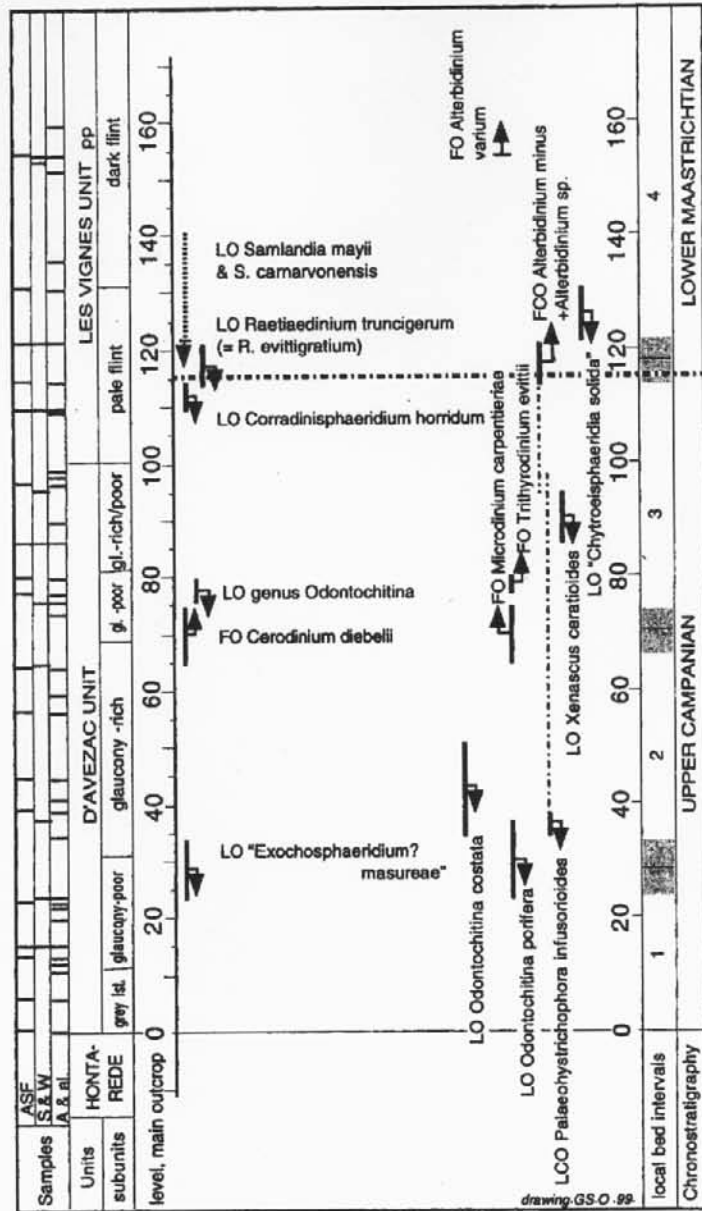


Fig. 3. La clé des événements des dinoflagellés de la section de Tercis d'après Antonescu et al. 2001

Les espèces de deux domaines se côtoyant à Tercis, les corrélations à très longues distances entre l'Hémisphère Nord et l'Hémisphère Sud de l'Amérique à l'Australie sont possibles.

Cette étude exhaustive des kystes de dinoflagellés montre l'efficacité de ce groupe pour caractériser les séries Campanien-Maastrichtien et ses potentialités bio et chronostratigraphique.

Références :

- CORRADINI, D. 1973. - Non-calcareous microplankton from the Upper Cretaceous of the northern Apennines. *Bollettino della Società Paleontologica Italiana*, v.11, p.119-197.
- EVITT, W.R. 1985. - Sporopollenin dinoflagellate cysts : their morphology and interpretation. American association of Stratigraphic Palynologists Foundation, p. 1-333.
- MASURE, E. 1983. - In NEUMANN, M., PLATEL, J.T. (Coordonnateurs), ANDREIEFF, P., BELLIER, J.P., DAMOTTE, R., LAMBERT, B., MASURE, E., MONCIARDINI, C., NEUMANN, M., & PLATEL, J.P., 1983. Le Campanien stratotypique: étude lithologique et micropaléontologique. *Géologie Méditerranéenne*, X, n° 3-4, p. 41-57.
- SLIMANI, 1995. - Les dinokystes des craies du Campanien au Danien à Halembye, Turnhout (Belgique) et à Beutenaken (Pays-Bas) : Biostratigraphie et systématique. Thèse non publiée, Ph. D., Univ. Gent : 1-180.

Bibliographie

Les résultats du Groupe de Travail Maastrichtien ont été rassemblés dans la monographie:

- Odin G. S., rédacteur, 2001. The Campanian - Maastrichtian stage boundary: characterisation at Tercis les Bains (France): correlation with Europe and other continents. IUGS Special Publication (monograph) Series, 36; Developments in Palaeontology and Stratigraphy Series, 19, Elsevier Sciences Publ. Amsterdam, xxviii + 881 pp.
- Antonescu E., Foucher J.-C., Odin G. S., Schioler P., Siegl-Farkas A. & Wilson G.J., 2001. in Monographie, chapitre C2d.
- Bilotte M., Odin G.S. & Vrielynck B., 2001. in Monographie, chapitre A4.
- Boulanger D. & Lézaud L., 1965. Sur la transgression du Paléocène moyen sur le flanc nord de la ride de Tercis (Landes). C. R. Acad. Sci., Paris, 260: 3716-3719.
- Boulanger D., 1968. Révision du Nummulitique de la Chalosse, du Béarn et du bas Adour. Thèse Etat, Univ. P. & M. Curie, Paris, III L'anticlinal de Tercis-Bénesse: 184-209.
- Gaspard D. & Odin G. S., 2001. in Monographie, chapitre D1.
- Grateloup J. de, 1836. Mémoire de géo-zoologie sur les oursins fossiles (Echinides) qui se rencontrent dans les terrains calcaires des environs de Dax. Actes Soc. linnéenne Bordeaux, 8: 1-88, 2 pl.
- Kieken, M., 1975. St Vincent de Tyrosse: notice explicative. Carte géologique de la France 1/50.000, 975-976. Bur. Rech. géol. minier., Publ., Orléans: 1-46.
- Laporte-Cru & Cahuzac B., 2001. in Monographie, chapitre A3.
- Laurent Y., Bilotte M., Le Loeuff J., Buffetaut E. & Odin G.S., 2001. in Monographie, chapitre D10.
- Néraudeau D. & Odin G.S., 2001. in Monographie, chapitre D6.
- Normand Ch, 1984. Fouilles de sauvetage au lieu-dit "Les Vignes" à Tercis. in: Arambourou et al., Recherches de Préhistoire dans les Landes en 1983. Bull. Soc. Borda, Dax, 393: 193-219.
- Normand Ch., 1992-1993. Un atelier de taille de pièces à dos à Tercis. Archéologie des Pyrénées occidentales et des Landes, 12: 27-51.
- Normand Ch., Odin P.L. & Odin G.S., 2001. in Monographie, chapitre A3.
- Odin G. S., 1996a. Le site de Tercis (Landes). Observations stratigraphiques sur le Maastrichtien. Arguments pour la localisation et la corrélation du Point Stratotype Global de la limite Campanien-Maastrichtien. Bull. Soc. géol. France, 167, 5: 637-643.
- Odin G. S. (rédacteur et J. M. Hancock, E. Antonescu, M. Bonnemaïson, M. Caron, W. A. Cobban, A. V. Dhondt, D. Gaspard, J. Ion, J. W. M. Jagt, W. J. Kennedy, M. Melinte, D. Néraudeau, K. von Salis & P. D. Ward), 1996b. Definition of a Global Boundary Stratotype Section and Point for the Campanian/Maastrichtian boundary. Bull. Inst. roy. Sci. Nat. Belg., Sci. Terr., 66 (supp.): 111-117.
- Odin G. S., 2001a. in Monographie, chapitre B1a.
- Odin G. S., 2001b. in Monographie, chapitre B1d.
- Odin G. S., 2001c. in Monographie, chapitre F1.
- Odin G. S., 2001d. in Monographie, chapitre E5c.
- Odin G. S., 2002. Définition d'une limite multicritère; stratigraphie du passage Campanien-Maastrichtien du Site Géologique de Tercis (Landes, SW France). C. R. Geosc. 334, 409-414.
- Odin P., 1997. Projet pour la mise en valeur du site de la grande Carrière de Tercis (Landes): propositions pour son intégration dans le cadre de l'éco-développement touristique du Val d'Adour. Mémoire Maîtrise Géographie, Univ. Paris I: 1-161.
- Odin G. S. & Amorosi A., 2001. in Monographie, chapitre B1c.
- Odin G. S. & Lamaurelle M.A., 2001a. in Monographie, chapitre A5.
- Odin G. S. & Lamaurelle M.A., 2001b. The global Campanian-Maastrichtian stage boundary at Tercis les Bains, Landes, SW France. Episodes, 4: 229-238.
- Odin G. S. & Odin P., 1994. Première description d'une coupe dans la localité aturienne de Tercis (Landes): contribution à l'étude de la limite Campanien-Maastrichtien. Géol. France, 2: 31-37.
- Poignant A.F., 1964. Révision du Crétacé inférieur en Aquitaine occidentale et méridionale. Thèse, Univ. Paris: 1-317.
- Pottier R., 1872. Etude préhistorique sur les environs de Dax (Landes). in: Matériaux pour l'Histoire primitive et naturelle de l'Homme, 7, 2: 236-243.
- Rocher M., 2001. in Monographie, chapitre A6.
- Villier, 2001. in Monographie chapitre D5b.
- Villier L. & Odin G. S., 2001. in Monographie, chapitre D5a.
- Vivant J., 1998. Excursion botanique dans la grande carrière de Tercis. Bull. Soc. mycol. landaise, Mont-de-Marsan, 19: 24-28.

Planches photographiques

(Prises de vues par l'auteur du guide sauf indication contraire)

Planche I

1- Vue aérienne du Site Géologique de Tercis vers l'Est. La grande carrière moderne est longue de 400 m. La dénivellation du Mur de Bédât (30 m) est visible au coin haut gauche du cliché (flèches). Le lieu du Point Stratotypique Global est indiqué par une étoile sur le palier IV. Noter que l'ensemble de l'Étage Maastrichtien est compris entre le niveau de ce point et le Mur de Bédât.

2- Ammonite *Pachydiscus neubergicus* specimen n° 185, niveau 154.9; x2/3.

3- Foraminifère benthique *Bolivinoïdes* gr. *miliaris*, niveau 97.2; x80 (cliché G. Tronchetti)

4 & 5. Foraminifère planctonique *Rugoglobigerina* cf. *scotti* (forme primitive), niveau 116.8; x200 (cliché J. Arz & E. Molina)

6- Ammonite *Diplomoceras cylindraceum* specimen n°160, niveau 131.4; x0.2.

7- Ammonite *Hoploscaphites pumilus* specimen n°187, niveau ≈162.9; x1.

8- Ammonite *Nostoceras hyatti* de Tercis, spécimen de Musée ex Hancock & Kennedy (1993); x1.

9- Dinoflagellé *Samlandia mayii*, niveau 80.6; x500 (cliché E. Antonescu)

10- Foraminifère benthique *Gavelinella clementiana*, niveau 77.2; x65 (cliché G. Tronchetti)

11- Dinoflagellé *Corradinisphaeridium horridum*, niveau 97.7; x250 (cliché E. Antonescu)

12- Dinoflagellé *Rhaetiaedinium truncigerum*, niveau 114.8; x500 (cliché E. Antonescu)

45-46- Foraminifère planctonique *Contusotruncana contusa*, échantillon B -6.9; x100 (cliché J. Ion)

Planche II

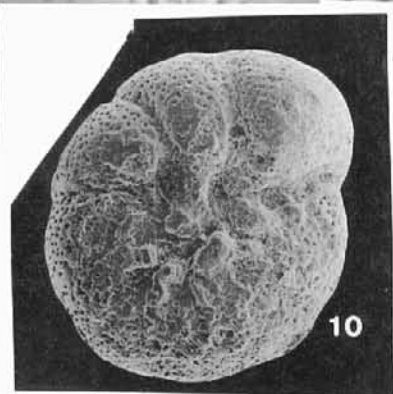
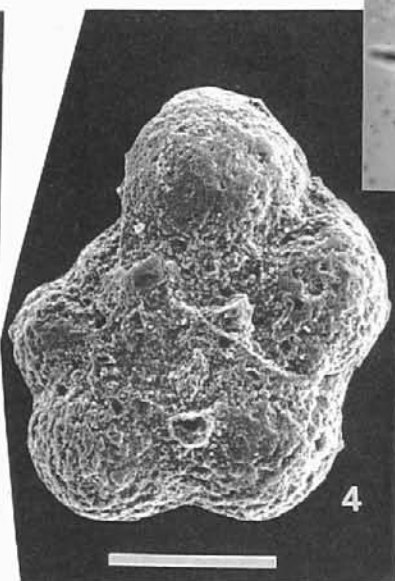
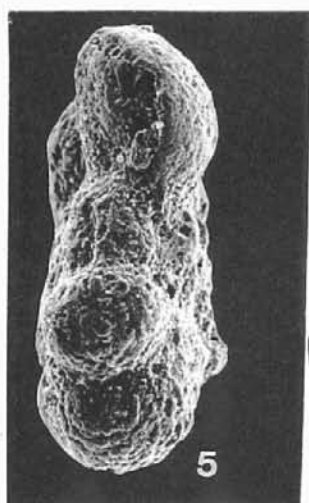
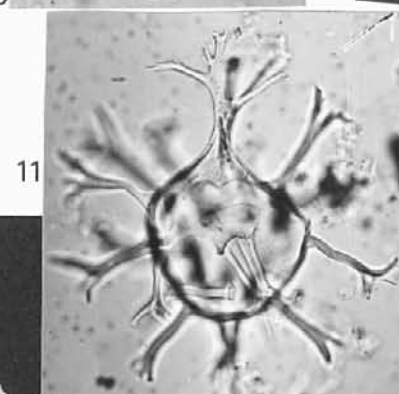
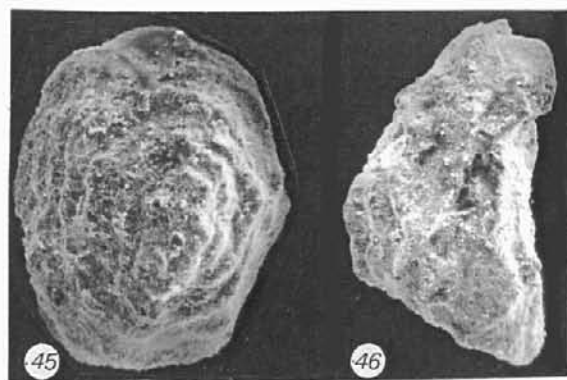
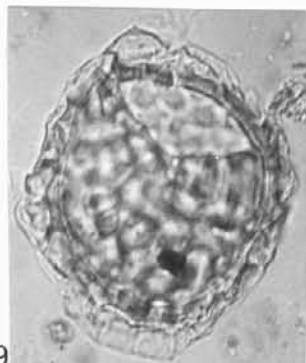
13- Vue générale de la carrière depuis le palier 0. Le lieu du Point Stratotypique Global est noté par une étoile sur le palier IV

14- Vue du palier IV. Les cercles de droite à gauche montrent les niveaux 114, 116, 118, 120 et 122. L'étoile indique le lieu du Point Stratotypique Global au niveau 115.2. Noter les coupures lithologiques aux niveaux 114.0 et 120.0 ainsi que l'homogénéité et la continuité entre ces coupures.

15- Ammonite *Pseudokossmaticeras tercense* specimen n°20, niveau 94.5; x1 (cliché C. Abrial). C'est une des espèces définies à Tercis.

16- Inocérame du genre *Trochoceramus*, niveau 98.2; x2/3. Noter le caractère générique: double ornementation (stries perpendiculaires).

17- Ammonite *Phylloceras surya* specimen n°201, niveau 115.8; x1 (cliché C. Abrial).





La limite Campanien – Maastrichtien en Tunisie centrale Comparaison avec Tercis

Par Francis Robaszynski

Faculté Polytechnique de Mons, Belgique

Francis.Robaszynski@fpms.ac.be

En Tunisie centrale, entre El Kef et Kasserine, la région de Kalaat Senan forme un relief culminant à 1271 m au sommet de l'éperon nummulitique de la Table de Jugurtha. Les oueds qui entaillent les flancs de ces reliefs exposent de belles coupes du Crétacé à L'Eocène. Le Crétacé supérieur est composé de près de 2500 m de marnes admettant plusieurs barres calcaires : la Fm Bahloul (\cong 20 m, Cénomano-Turonien), le Mb Bireno (\cong 100 m, Turonien inférieur) et la Fm Abiod, tripartite, avec 2 barres calcaires encadrant des marnes intermédiaires à *Bostrychoceras polyplacum*, *Globotruncana falsostuarta* et *Globotruncanita calcarata*. C'est au sein de la barre supérieure, ou Mb Ncham, que se place la limite entre les étages Campanien et Maastrichtien.

Au point de vue de la **lithologie**, le Mb Ncham est une barre de près de 200 m, constituée par l'empilement de bancs massifs de calcaire micritique blanc-gris, à calcisphères et foraminifères planctoniques, de 0,50 m à 2 m d'épaisseur, séparés par des interbancs cm à dm de calcaire marneux. La sédimentation paraît tout à fait continue : il n'y a aucun indice apparent de hiatus ou de diastrophisme (pas de hardground ni de perforation, ni de surface d'érosion).

Le contenu **paléontologique**, bien qu'assez difficile à dégager, est diversifié et comprend surtout : des traces fossiles de *Zoophycos*, des fragments de tiges de crinoïdes, des oursins réguliers et de plus rares irréguliers, de très nombreux inocérames plats (parfois de grande taille : 10-15 cm) et des ammonites de petite taille (quelques cm).

La **limite** Campanien – Maastrichtien a été appréhendée en suivant l'opinion adoptée au terme du Symposium de Bruxelles 1995 : « The appearance of the ammonite *Pachydiscus neubergicus* seems to be the only criterion which obtained a consensus » (Odin in Rawson *et al* edit. « Cretaceous Stage Boundaries ». Inst. Roy. Sc. nat. Belg., Sc. Terre, vol.66, suppl.).

L'essentiel des **biomarqueurs** permettant de caractériser la limite provient des ammonites, des foraminifères planctoniques et des nannofossiles calcaires (fig.1).

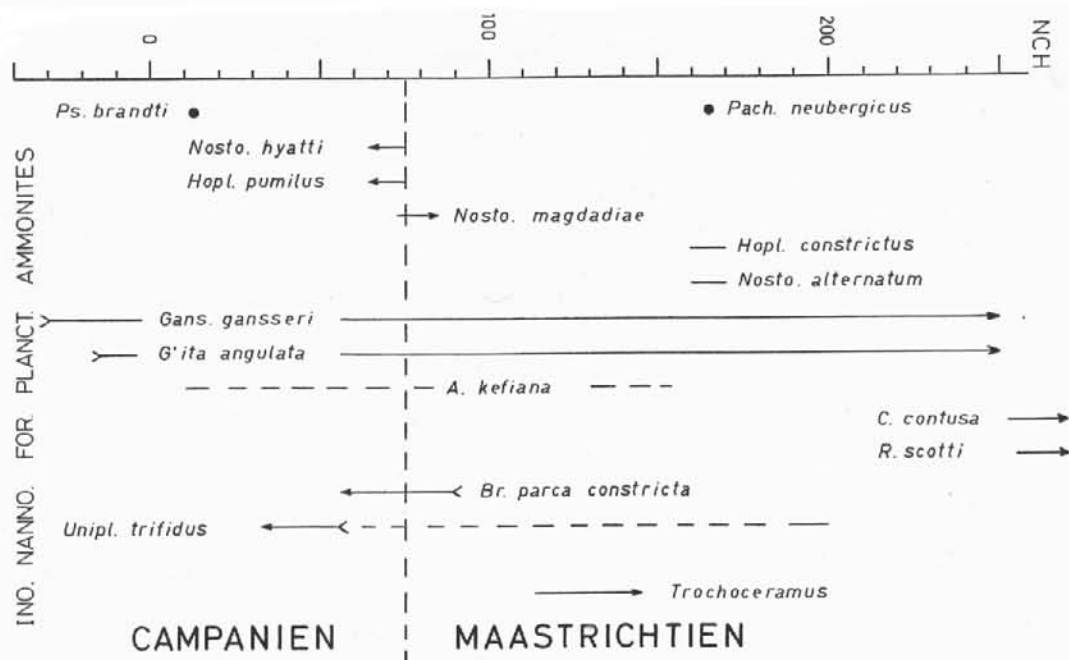


Fig.1 – Sélection de bio-marqueurs au voisinage de la limite Campanien – Maastrichtien dans la région de Kalaat Senan (Tunisie centrale). Echelle en mètres.

La succession des bioévénements est la suivante, du haut vers le bas :

- FO *Rugoglobigerina scotti*
- FO *Contusotruncana contusa*
- LO *Uniplanarius trifidus*
- Présence de *Pachydiscus neubergicus*
- FO *Hoploscaphites constrictus* et *Nostoceras alternatum*
- LO *A. kefiana*
- FO *Trochoceras*
- LO *Broinsonia parca constricta* MAASTRICHTIEN
- FO *Nostoceras magdadiae*

- LO *Nostoceras hyatti* et *Hoploscaphites pumilus*
- LO *Pseudokosmaticeras brandti*
- FO *Archaeoglobitruncana kefiana* CAMPANIEN
- FO *Globotruncanita angulata*
- FO *Gansserina gansseri*



Fig.2 – Aspect à l’affleurement des bancs calcaires où s’effectue le passage Campanien – Maastrichtien à l’Oued Ncham (NCH 72-75 avec *N. hyatti* = Campanien terminal et *N.aFF..magdadiae* = Maastrichtien). Noter l’allure continue de la sédimentation en alternances : calcaire – interbanc plus marneux.

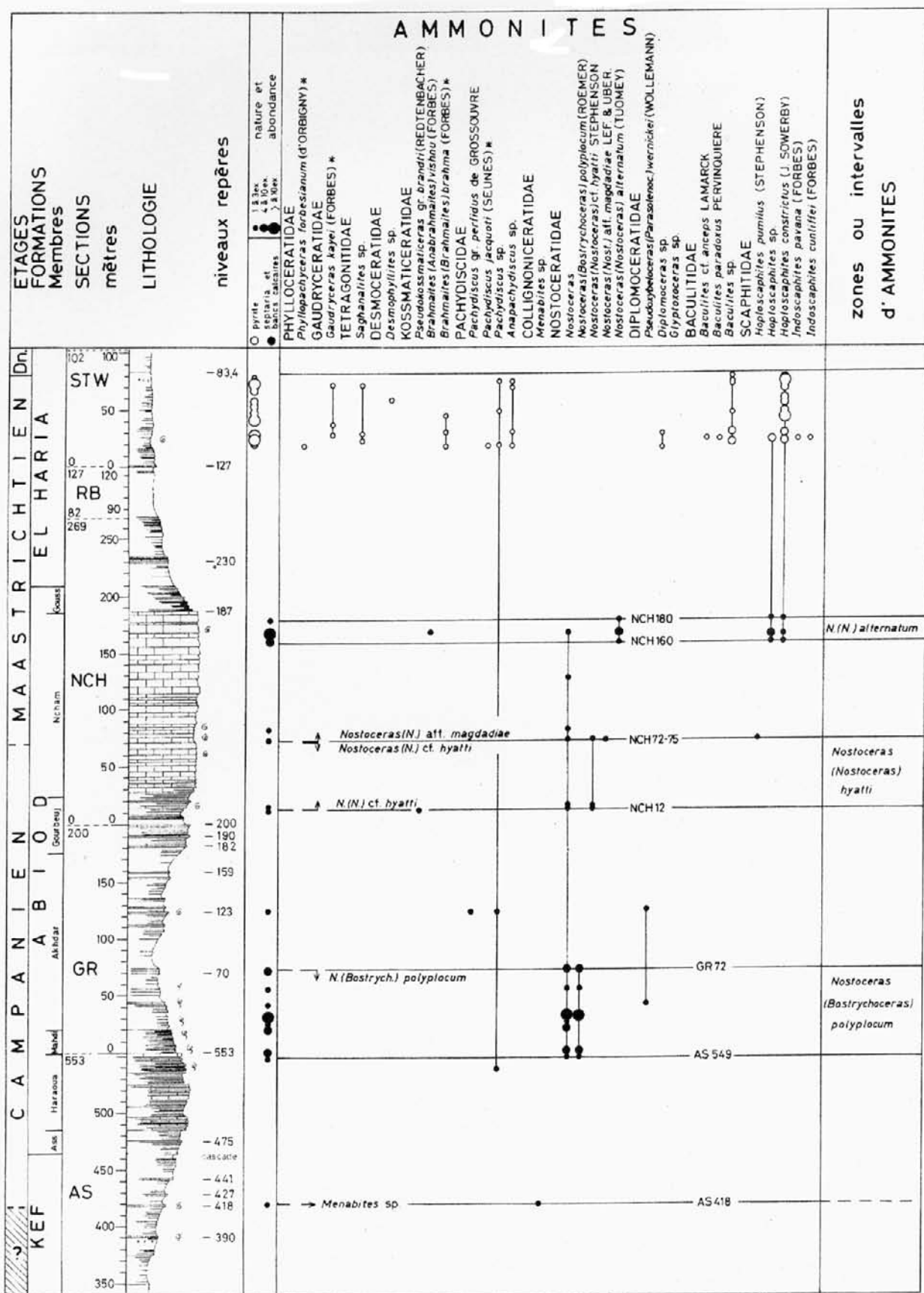


Fig.3 - Répartition verticale des genres et espèces d'ammonites dans le Campanien - Maastrichtien de la région de Kalaat Senan (selon F. Amédro in Robaszynski et al., 2000).

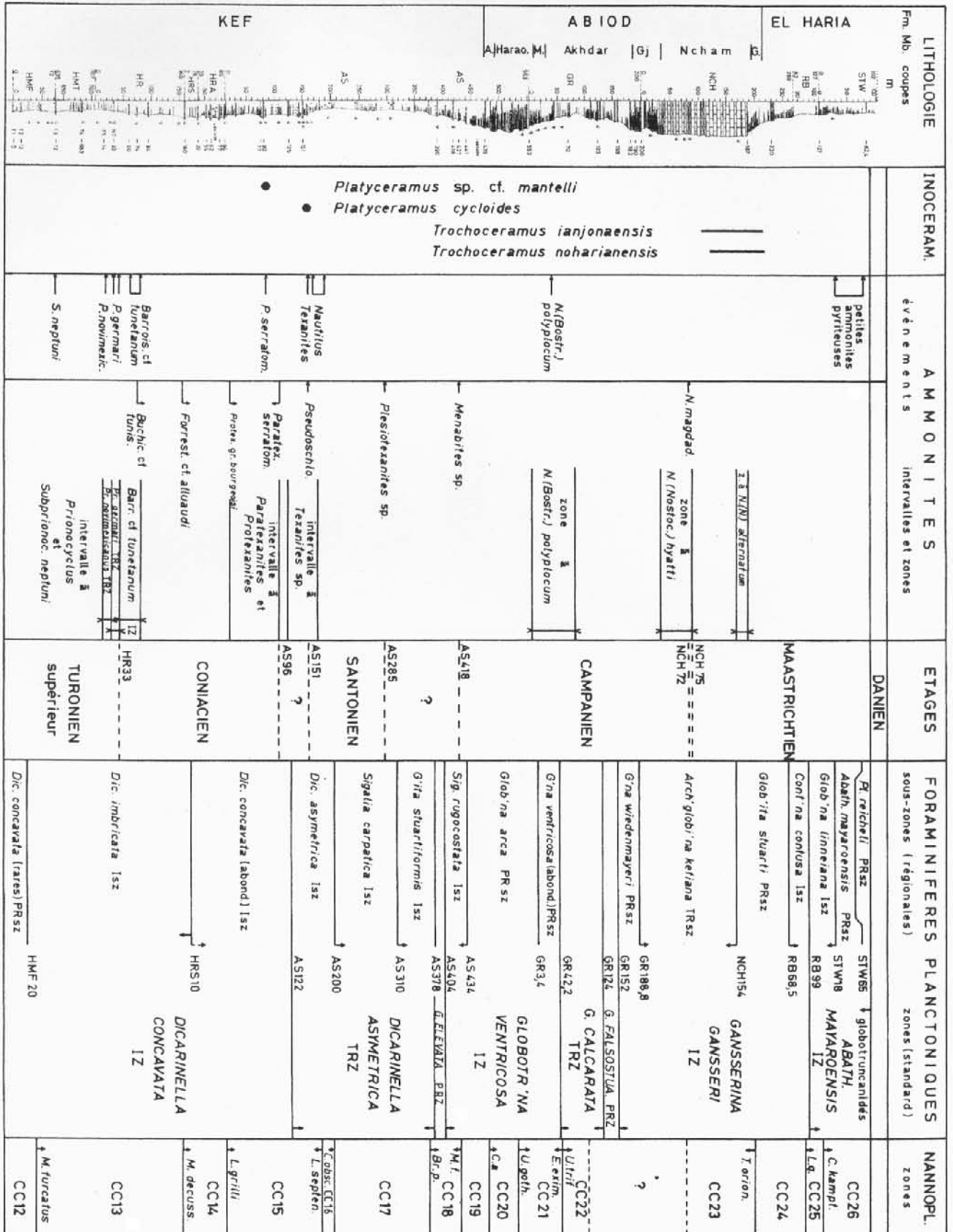


Fig.4 – Principaux résultats biostratigraphiques relatifs au Crétacé supérieur de la région de Kalaat Senan. ZONES d'ammonites, de foraminifères planctoniques et de nannofossiles.