

Contribution à l'étude des gisements volcano-lacustres à Diatomées de la région de Rochessauve et de Saint-Bauzile (Ardèche)

par Aline EHRLICH*.

PLANCHE V.

Sommaire. — Une étude systématique et paléoécologique des flores de Diatomées du Miocène supérieur de la bordure nord-est du massif du Coiron renseigne sur les conditions de leur dépôt ; elle apporte en outre des précisions paléogéographiques relatives à deux lacs distincts, à la Montagne d'Andance et au Ranc-Le Combier.

A quelques kilomètres au SE de Privas (Ardèche), sur la bordure nord-est du massif volcanique du Coiron, des sédiments à Diatomées affleurent sur une hauteur de plusieurs dizaines de mètres et à des niveaux identiques dans plusieurs localités. Ces sédiments étaient considérés jusqu'ici comme contemporains et déposés dans un même grand lac de barrage volcanique au Miocène supérieur. Dans le présent travail, nous chercherons à en préciser les conditions de dépôt par l'étude systématique et paléoécologique des flores de Diatomées.

Nous chercherons aussi à vérifier si deux affleurements, actuellement discontinus, distants de 5 km, étaient en continuité avant l'érosion pliocène : en effet, si nous les trouvons caractérisés par des flores semblables ayant évolué de façon comparable, nous pourrions conclure à une origine commune très probable. Dans le cas contraire, les deux gisements se sont sans doute formés indépendamment.

I. POSITION GÉOGRAPHIQUE ET STRATIGRAPHIQUE DES GISEMENTS ÉTUDIÉS.

1. Les gisements du Ranc et du Combier, situés sous le basalte des digitations nord-est du Coiron, dans les communes d'Alissas et de Rochessauve, ont retenu depuis longtemps déjà l'attention des chercheurs ; leur flore fossile, très riche,

a été signalée pour la première fois en 1803 par Faujas de Saint-Fond puis décrite par l'abbé Boulay en 1887. En 1958, P. Grangeon a publié une étude détaillée de cette flore qu'il place à la fin du Miocène. Des ossements d'*Hipparion gracile* KAUP, *Sus major* GERV. et *Tragocerus amaltheus* WAGN., trouvés dans la carrière du Combier, confirment l'âge miocène supérieur des dépôts. Les Diatomées du gisement du Ranc ont été décrites par le Frère Héribaude en 1902, mais cet auteur ne précise pas le niveau où ses échantillons ont été prélevés et donne seulement une liste des espèces observées. Enfin la stratigraphie des gisements a été exposée par P. Grangeon [1960]¹ dans un travail très clair auquel nous nous référons ici.

Il existe au Ranc deux niveaux distincts de diatomite, situés respectivement aux altitudes 360-375 m et 435-480 m. La diatomite inférieure repose sur 20 à 30 m d'un conglomérat dont les éléments volcaniques et calcaires sont liés par un ciment constitué en partie par une ancienne vase à Diatomées. Ce conglomérat

* Lab. de géologie (S. P. C. N.), Fac. des sciences de Paris. Note présentée à la séance du 21 mars 1966.

1. Je tiens à exprimer ici toute ma reconnaissance à M. P. Grangeon qui m'a fait connaître les gisements diatomifères de l'Ardèche et qui a eu la gentillesse de m'accompagner sur le terrain.

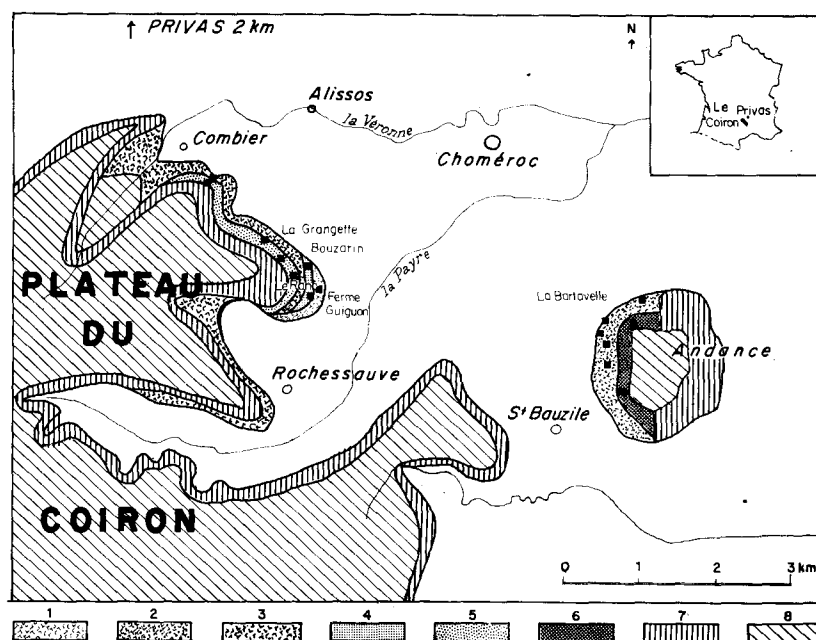


FIG. 1. — Schéma géologique des digitations nord-est du massif du Coiron et de la Montagne d'Andance (Ardèche) (d'après P. GRANGEON).

1 : conglomérat du Ranc ; 2 : brèches et tufs bréchiforme ; 3 : pépérite ; 4 : diatomite inférieure du Ranc-Le Combier ; 5 : diatomite supérieure du Ranc-Le Combier ; 6 : diatomite d'Andance ; 7 : basalte miocène ; 8 : basalte post-pliocène ; en blanc : substratum jurassique et crétacé.

Les carrés noirs indiquent l'emplacement des prélèvements effectués.

repose directement sur les marnes valanginiennes de la plaine de Chomérac. La diatomite inférieure, très argileuse à sa base, est séparée de la diatomite supérieure par 80 m environ de brèches volcaniques plus ou moins compactes. La diatomite supérieure, puissante de plus de 30 m, est exploitée depuis le début du siècle dans les carrières de la Grangette et du Combier (Société Amand et Entreprise Boutillon). Elle est limitée à son toit par une coulée de basalte dont les éboulis masquent la partie supérieure des gisements.

2. Les gisements de la Montagne d'Andance sont situés dans la commune de Saint-Bauzile, à 5 km environ à l'E du Ranc (fig. 2). La Montagne d'Andance forme un petit massif bien individualisé sur les marnes crétacées, bien qu'elle semble avoir été séparée par l'érosion de la digitation nord-est du Coiron. Le sommet du massif (552 m) est constitué par un plateau basaltique, déprimé en son centre, et qui recouvre des dépôts volcano-lacustres, épais de 120 m environ, jadis accumulés dans une vallée pré-éruptive creusée dans les marnes valanginiennes.

Ces dépôts, véritables diatomites à certains niveaux, ne sont connus que depuis peu. P. Grangeon [1960] en a le premier étudié la stratigraphie, puis D. Brice [1963] en a décrit la flore fossile, apparentée à celle du Ranc. Les formations sédimentaires affleurent à deux niveaux qui correspondent à ceux des diatomites inférieure et supérieure du Ranc : vers 360 m, argiles à Diatomées juste au-dessus des marnes valanginiennes (près de La Bartavelle) ; de 440 à 480 m, puissante masse de diatomite, activement exploitée dans une vaste carrière appartenant à la Société de carbonisation et charbons actifs (C. E. C. A.)².

Les deux niveaux sont séparés par des « pépérites », sorte de conglomérat volcanique de formation sous-lacustre dont le ciment est partiellement constitué par des frustules de Diatomées brisées.

En fait, cette description sommaire ne s'applique qu'à la partie occidentale de la Mon-

2. Je tiens à remercier M. Blaes, directeur des exploitations du Sud-Est de la C. E. C. A., qui m'a facilité l'accès de la carrière de la Montagne d'Andance.

tagne d'Andance, dont le flanc oriental est constitué par une épaisse coulée de lave basaltique, reposant directement sur la surface topographique pré-éruptive. D'après P. Grangeon, cette coulée (qualifiée d'inférieure par opposi-

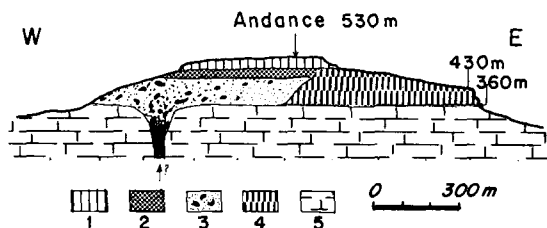


FIG. 2. — Coupe de la Montagne d'Andance (Ardèche) (d'après P. GRANGEON).

1 : basalte du plateau ; 2 : diatomite supérieure exploitée par la C. E. C. A. ; 3 : formation pépéritique ; 4 : basalte miocène (coulée barrage) ; 5 : marnes valanginiennes.

tion à celle du sommet de la montagne) a barré le cours d'une ancienne rivière dont la vallée de direction W-E a été transformée en un vaste lac de barrage. Dans ce lac se sont déposés « outre la diatomite et les argiles à Diatomées de la Montagne d'Andance, la diatomite inférieure et supérieure du Ranc, les brèches et les tufs bréchiformes dont l'ensemble est conservé sous les basaltes des digitations du Ranc et du Combiér ».

II. PRINCIPAUX CARACTÈRES DES SÉDIMENTS A DIATOMÉES DANS LES GISEMENTS ÉTUDIÉS. — L'aspect macroscopique des sédiments et leur mode de stratification sur le terrain présentent de très nombreuses variations, non seulement d'un gisement à l'autre, mais même d'un point à l'autre d'un même gisement. Il serait trop long de donner ici une description détaillée des gisements étudiés, les variations constatées étant dans la plupart des cas directement ou indirectement liées à des manifestations volcaniques locales.

Les roches étudiées sont soit des argiles à Diatomées, diversement colorées, soit des diatomites vraies, ou tripolis, légères, poreuses, de teinte assez claire à l'état sec. Les diatomites sont rarement pures, plus généralement associées à du carbonate de calcium, à de l'argile et à des sables et sablons en proportions variables. A la base de la plupart des gisements considérés, la diatomite est nettement feuilletée : l'alternance de fins feuillets clairs et sombres donne à la roche un aspect varvé qui est peut-être dû au rythme saisonnier de la sédimentation. Dans la

partie supérieure des gisements, au contraire, la diatomite, plus claire, est plutôt massive, homogène, plus ou moins poudreuse.

Le mode de stratification est tantôt horizontal, tantôt oblique ; en certains points même on peut noter des stratifications entrecroisées et des plissements et involutions dans la diatomite varvée (ex : à Bouzarin et dans la partie supérieure du Combiér) ; ces phénomènes sont sans doute liés à des glissements sous-lacustres déterminés par des ébranlements du fond du lac, eux-mêmes consécutifs à une activité volcanique ou sismique locale. D'autres faits mettent également en évidence le lien étroit entre les manifestations du volcanisme et la sédimentation lacustre. On observe notamment dans la diatomite de nombreuses intercalations de lits de projections et de scories volcaniques ; ces intercalations s'observent à tous les niveaux dans les gisements du Ranc et du Combiér ; elles sont plus rares à Andance ; on observe aussi des intrusions de laves basaltiques dans les couches de diatomite dont la stratification est ainsi dérangée.

Rappelons enfin un dépôt de type spécial : celui dans lequel une ancienne boue à Diatomées est entrée dans la constitution du ciment qui a lié entre eux les matériaux volcaniques, projections et débris de laves, en un conglomérat bréchiforme ; par exemple, conglomérat inférieur du Ranc et pépérite d'Andance : au Ranc il s'agit sans doute d'apports allochtones dans une grande coulée boueuse, alors qu'à Andance, d'après P. Grangeon, la pépérite s'est formée sur place par suite de l'activité d'un volcan sous-lacustre.

III. LES DIATOMÉES DES GISEMENTS DU RANC, DU COMBIÉR ET DE LA MONTAGNE D'ANDANCE.

1. *Méthodes d'étude.* Nous avons analysé une quarantaine d'échantillons prélevés aux divers points indiqués sur la carte (fig. 1). Pour chaque échantillon, 2 g de sédiment sec ont été traités par HCl à chaud puis par H₂O₂ bouillant pour détruire la matière organique qui aurait pu subsister dans les frustules. Après défloculation des argiles, lavages répétés et décantations successives à l'eau distillée, les frustules en suspension dans l'eau ont été déposés à l'aide d'une pipette sur une lamelle circulaire fine, séchés lentement puis montés dans une résine d'indice de réfraction $n = 1,66$ (Clearax).

Étant donné la finesse de structure des Diatomées, les observations ont été faites avec un objectif à immersion d'ouverture focale 1,40.

GISEMENT	LE RANC-COMBIER							MONTAGNE D'ANDANCE				
	Conglomérat	Diat. inf.		Diatomite sup.				Barta- velle	Pépe- rite	Carr. S. W.	Carr. N.	Carr. N.
		Ferme Guigon	Bouza- rin	Ranc	Gran- gette	Comb. inf.	Comb. sup.					
Altitude (m)	350	365	370	470	455	450	460	350	365	455	475	478
<i>Melosira arenaria</i> MOORE.....										R	X	
<i>M. granulata</i> (EHR.) RALFS.....								R				R
<i>M. undulata</i> (EHR.) KÜTZ.....		X	X	R				X		X	X	
<i>Cyclotella andancensis</i> n. sp.....	X							TC	C	M		R
<i>C. iris</i> BRUN et HÉRIB.....				M	M	M	M					
<i>C. iris</i> var. <i>cocconeiformis</i> HÉRIB.....				TC	TC	C	C					
<i>C. iris</i> var. <i>ovalis</i> HÉRIB.....				TC	TC		X					
<i>C. manguini</i> n. sp.....	X	M	M									
<i>C. meneghiniana</i> KÜTZ. var. <i>pluripunctata</i> n. var.....	C											
<i>C. perforata</i> HÉRIB.....	X	M	M	X								
<i>Diatoma elongatum</i> AGARD.....											TC	
<i>Opephora martyi</i> HÉRIB.....		X	AC	X	X						X	
<i>Fragilaria construens</i> GRUN.....		X	X					X		X	AC	X
<i>F. construens</i> var. <i>venter</i> GRUN.....	X	AC	AC		X		R	C	X			
<i>F. pinnata</i> EHR.....		X	X	R		R		X				
<i>F. harrissonii</i> W. SM.....		R	R					X				
<i>F. brevistriata</i> GRUN.....	X	R	X					AC				
<i>Synedra ulna</i> (NITZSCH.) EHR.....		X								X		
<i>Cocconeis placentula</i> (EHR.).....	R	X	X		R					X		
<i>C. placentula</i> var. <i>euglypta</i> (EHR.) CL.....		X	X					X	R		R	
<i>C. placentula</i> var. <i>lineata</i> (EHR.) CL.....		X								X		
<i>Achnanthes lanceolata</i> BRÉ. var. <i>elliptica</i> CL.....		R		X						R		
<i>Rhoicosphenia curvata</i> (KÜTZ.) GRUN.....										R		
<i>Frustulia</i> aff. <i>vulgaris</i> THW.....		TR										
<i>Gyrosigma attenuatum</i> (KÜTZ.) RABH.....		X	R									
<i>Diploneis ovalis</i> (HILSE) CL.....			X								X	
<i>Navicula anglica</i> RALFS.....		R										
<i>N. cryptocephala</i> KÜTZ. var. <i>veneta</i> (KÜTZ.) GRUN.....	R		X							AC	AC	X
<i>N. radiosa</i> KÜTZ.....		X				TR				R	X	
<i>N. scutelloides</i> W. SM.....	X	X	X		R		TR	X	X	X	X	R
<i>N. similis</i> KRASSE.....		R									C	
<i>N. tuscula</i> (EHR.) GRUN.....		X	X					X				
<i>N. reinhardti</i> GRUN.....										R		
<i>Pinnularia borealis</i> EHR.....		R	R									
<i>P. microstauron</i> (EHR.) CL.....		R	R									
<i>Amphora ovalis</i> KÜTZ.....										X	X	
<i>A. ovalis</i> var. <i>pediculus</i> KÜTZ.....		R	R							X		
<i>Cymbella aspera</i> (EHR.) CL.....								X	X	X	AC	X
<i>C. helvetica</i> KÜTZ.....			R							X	X	X
<i>C. leptoceros</i> (EHR.) GRUN.....		X								R		R
<i>C. aff. parva</i> (W. SM.) CL.....		X	X					X			C	TC
<i>C. aff. prostrata</i> (BERK.) CL.....		X	X					X			X	X
<i>C. sinuata</i> GREG.....			R					R				
<i>C. turgida</i> (GREG.) CL.....	R										X	
<i>Gomphonema parvulum</i> (KÜTZ.) GRUN.....									R		X	
<i>Epithemia hyndmanii</i> W. SM.....		AC	X								AC	R
<i>E. reichelti</i> FRICKE.....			R									
<i>E. sores</i> KÜTZ.....		X	X				TR				X	X
<i>E. turgida</i> (EHR.) KÜTZ.....		X	X					X		X	C	C
<i>E. zebra</i> (EHR.) KÜTZ. var. <i>saxonica</i> (KÜTZ.) GRUN...						R						R
<i>Rhopalodia gibba</i> (EHR.) O. MÜLL.....		X	R	R					R	R	C	
<i>R. gibba</i> var. <i>ventricosa</i> GRUN.....		R			R						R	
<i>R. gibberula</i> (EHR.) O. MÜLL.....		R	R									
<i>Hantzschia amphioxys</i> (EHR.) GRUN.....		X								X	X	
<i>Nitzschia</i> sp.....		R	R					X	X		R	
<i>N. sinuata</i> (W. SM.) GRUN. var. <i>tabellaria</i> GRUN.....	TR	R	X	R		TR						
<i>Cymatopleura elliptica</i> (BRÉB.) W. SM.....			TR									
<i>Surirella</i> sp.....		R										

TABL. 1. — Inventaire systématique des Diatomées.

Abréviations de fréquence : TR : observé un seul exemplaire ; R : seulement quelques exemplaires dans la préparation ; X : ça et là dans la préparation ; AC : espèce assez communément représentée ; C : espèce communément représentée ; TC : espèce abondante ; M : espèce dont l'abondance est si grande qu'elle constitue la trame de la roche.

Comme nous avons été amenée à enrichir certains échantillons ou au contraire à éliminer dans d'autres des amas de frustules mal désagrégés, nous n'avons pas établi pour les préparations étudiées des évaluations quantitatives absolues de fréquence d'espèces observées. Dans le tableau 1, nous avons dressé la liste complète des espèces et variétés rencontrées en précisant leur fréquence relative aux divers niveaux.

2. *Espèces critiques*. Nous nous attacherons seulement ici à la description des espèces caractéristiques des principaux niveaux. Toutes appartiennent au genre *Cyclotella* Kütz. et sont des formes archaïques éteintes.

— *Cyclotella perforata* HÉRIBAUD (Pl. V, fig. 1-5).

1903. *Cyclotella perforata* HÉRIBAUD [t. II, p. 34, pl. X, fig. 35].

Les *Cyclotella* du Ranc (ferme Guigon et Bouzarin) répondent bien à l'espèce *C. perforata* décrite par Héribaudo dans le gisement de Joursac (Cantal). Notons cependant les variations très nombreuses portant sur :

a) la taille : le diamètre de la face valvaire est compris entre 4 et 18 μ , mais il y a 2 fréquences maximales, l'une vers 5-6 μ , l'autre vers 10-12 μ .

b) longueur et disposition des stries : les stries, lisses et robustes, 10-12/10 μ , sont généralement alternativement longues et courtes ; les plus courtes occupent 1/3 du rayon, les plus longues, flexueuses et renflées à leur extrémité, 3/4 du rayon. (Pl. V, fig. 2). Il existe cependant des exemplaires, même de grande taille dont les stries sont toutes courtes et régulièrement disposées (Pl. V, fig. 1) ;

c) l'aire centrale porte toujours une perforation excentrique, mais celle-ci peut être de diamètre variable (d'une fraction de micron à 1 μ et davantage).

— *Cyclotella manguini* nov. sp. (Pl. V, fig. 6-8). Holotype : éch. Ranc 9 (Pl. V, fig. 7) ; coll. Ehrlich, lab. de géol. (S. P. C. N.), Paris. Petite espèce de diamètre variable, de 5 à 18 μ . La face valvaire est striée sur les 4/5 du rayon. Les stries, 12-13/10 μ , sont de longueur très inégale. Les stries les plus longues sont ondulantes vers le centre (1 sur 3 ou 4) et leurs extrémités viennent aboutir à une aire centrale réduite mais bien délimitée, circulaire, portant une perforation bien apparente, de position généralement centrique. La surface striée de la valve est bombée tandis que le centre en est légèrement déprimé.

Par la disposition de ses stries, cette espèce pourrait être au premier abord confondue avec *C. temperi* HÉRIB. (in Héribaudo [1902, pl. VIII, fig. 23]). En fait, elle s'en distingue par sa taille plus petite et surtout par l'absence d'une striation très fine sur le bord marginal de la valve, striation peu apparente sur la figure de Héribaudo mais qui s'observe bien sur les *C. temperi* de La Bourboule qui ont servi de type à cette espèce.

Cyclotella manguini rappelle également, par certains caractères, *C. perforata* à laquelle elle est toujours associée dans le gisement du Ranc ; elle s'en distingue cependant par son aire axiale plus réduite, par ses stries plus serrées et de longueur plus inégale, et par la position centrique de la perforation. Notons pourtant qu'il existe de nombreux intermédiaires entre les deux espèces.

Nous dédions cette *Cyclotella* du Ranc à notre maître, E. Manguin, spécialiste des Diatomées au Muséum d'histoire naturelle de Paris.

— *Cyclotella iris* BRUN et HÉRIBAUD (Pl. V, fig. 14-19).

1893. *Cyclotella iris* BRUN et HÉRIBAUD in Héribaudo [p. 224, pl. VI, fig. 1-4].

1900. *C. iris* BRUN et HÉRIBAUD in Schmidt [pl. 222].

1902. *C. charetoni* HÉRIBAUD [t. I, p. 22, pl. VIII, fig. 30].

1903. *C. kützingiana* var. *gemmatula* HÉRIBAUD [t. II, pl. X, fig. 36].

1908. *C. charetoni* var. *gemmatula* HÉRIBAUD [t. III, p. 25, pl. XIV, fig. 31].

A notre avis, les trois dernières formes décrites par Héribaudo sont équivalentes de *C. iris* d'Andance.

Espèce très polymorphe, de taille variable, généralement grande (diamètre de 15 à 50 μ), de forme circulaire ou, le plus souvent, à tendance elliptique. Les stries, en général robustes, 9-12/10 μ , légèrement ondulantes, atteignent pour la plupart (plus de 2 sur 3) l'aire centrale, bien développée. Elles portent à leur base un renflement allongé, ayant l'apparence d'une chambre. Dans certains exemplaires, les stries sont toutes courtes (1/3 de rayon) et régulières, dans d'autres, les stries les plus longues occupent 2/3 du rayon ; il est fréquent de constater une légère bipolarité dans leur disposition. L'aire centrale, généralement large, peut être un peu allongée en ellipse (Pl. V, fig. 15 et 17), elle est irrégulièrement parsemée d'aréoles plus ou moins apparentes. Les valves sont dissociées pour la plupart et toutes les préparations observées montrent la présence de larges bandes connectives.

On peut distinguer deux variétés :

— *C. iris* var. *cocconeiformis* HÉRIB. (Pl. V,

fig. 19), petite variété ovalo-elliptique dont le grand axe mesure environ $14\ \mu$ et le petit $8\ \mu$, et dont la striation robuste, courte et régulière délimite une aire centrale elliptique allongée; les caractères de cette variété sont constants.

— *C. iris* var. *ovalis* HÉRIB. (Pl. V, fig. 18), variété moins bien définie que la précédente, tant par sa taille (15 à $40\ \mu$) que par sa forme en ellipse plus ou moins renflée. La disposition des stries montre une bipolarité bien marquée; l'aire centrale est irrégulièrement elliptique.

En fait, il existe tous les intermédiaires entre l'espèce type, circulaire, qui peut déjà montrer une tendance à la bipolarité, et la variété *ovalis*.

Les grandes Cyclotelles, caractéristiques des gisements de diatomite supérieure du Ranc — La Grangette — Le Combiér, sont identiques aux *C. iris* décrites par Héribaudeau dans le gisement d'Auxillac (Cantal). Elles sont identiques aussi à d'autres Cyclotelles fossiles du Cantal que Héribaudeau a décrites tantôt sous le nom de *C. charetoni* HÉRIB. et variétés, tantôt sous celui de *C. kützingiana* var. *gemmatula* HÉRIB., etc.

En fait, l'examen attentif d'un grand nombre de préparations de diatomites du Cantal (de la collection Tempère et Peragallo) nous incite à penser que toutes ces grandes Cyclotelles, très polymorphes, peuvent être ramenées à une espèce unique, *C. iris*. Notons d'ailleurs que la distinction entre *C. iris* et *C. charetoni* repose essentiellement sur un caractère qui n'est, nous semble-t-il, qu'un artefact: d'après J. Héribaudeau en effet, *C. iris* présente des stries dichotomiques; en réalité la dichotomie n'est qu'apparente: ce sont les espaces interstries et non les stries elles-mêmes qui paraissent ramifiés et qui montrent des points de brillance à leur confluence, c'est-à-dire à l'extrémité des stries.

Cyclotella iris du Ranc correspond bien aux grandes Cyclotelles caractéristiques de nombreux gisements miocènes et pliocènes du Cantal.

— *Cyclotella andancensis* nov. sp. (Pl. V, fig. 11-13). Holotype: éch. And. 10 (Pl. V, fig. 11); coll. Ehrlich, lab. de géol. (S. P. C. N.), Paris. Petite espèce de diamètre compris entre 8 et $16\ \mu$, plus souvent entre 10 et $14\ \mu$. La face valvaire, circulaire, est finement striée sur les $4/5$ du rayon. Les stries, 14 à $16/10\ \mu$, sont légèrement ondulantes vers le centre, de longueur inégale, groupées en secteurs. L'aire centrale, de position légèrement excentrique, est réduite; elle est assez irrégulière et parsemée de ponctuations plus ou moins apparentes. Sur de nombreux exemplaires, on observe sur le bord marginal de courtes lignes d'ombre réparties toutes les

4 ou 5 stries à la base des espaces interstries. Valve bombée, déprimée dans la zone centrale.

Cette Cyclotelle, très abondante dans les gisements de la Montagne d'Andance, rappelle par certains côtés *C. iris* dont elle n'est peut-être qu'une variété à stries plus fines, plus irrégulières, groupées en faisceaux autour d'une aire centrale très réduite. Cependant, contrairement à ce qu'on observe chez *C. iris*, le disque valvaire est toujours bien circulaire et on ne note aucune tendance à la bipolarité dans la disposition des stries. Ces différences nous incitent à placer les Cyclotelles de la Montagne d'Andance dans une espèce nouvelle, *C. andancensis*, d'après le nom du gisement qui les renferme.

Il faut noter que *C. andancensis* est une espèce très polymorphe; les variations portent sur la longueur des stries, sur l'étendue de l'aire axiale et sur le diamètre du disque valvaire qui peut exceptionnellement atteindre $20\ \mu$ (Pl. V, fig. 12).

— *Cyclotella meneghiniana* KÜTZ. var. *pluripunctata* nov. var. (Pl. V, fig. 9 et 10). Holotype: éch. Ranc 25 (Pl. V, fig. 9); coll. Ehrlich, lab. de géol. (S. P. C. N.), Paris. Par la robustesse de ses stries marginales ($8-9/10\ \mu$) régulièrement disposées autour d'une aire axiale circulaire, cette *Cyclotella* peut être rapportée à l'espèce *C. meneghiniana* KÜTZ.

Cependant elle diffère de l'espèce par la présence de ponctuations grossières, irrégulièrement réparties sur l'aire centrale du disque valvaire. Le diamètre du disque varie de 7 à $16\ \mu$. Aucune Cyclotelle ponctuée de ce type n'ayant à notre connaissance été signalée à ce jour, nous rangerons les formes décrites ci-dessus, trouvées dans le conglomérat du Ranc, dans la variété nouvelle *pluripunctata*.

Il est intéressant de noter que nous avons trouvé une Cyclotelle tout à fait semblable dans les formations diatomifères du Mont-Charay (Ardèche), d'âge miocène, où elle abonde à certains niveaux.

IV. SIGNIFICATION PALÉOÉCOLOGIQUE ET PALÉOGÉOGRAPHIQUE DES ESPÈCES DE DIATOMÉES.

a) De l'examen des préparations, il ressort que chaque sédiment est caractérisé par un très petit nombre de formes nettement dominantes (généralement une forme unique ou bien deux), accompagnées d'une faible proportion de formes secondaires variées (en général moins de 5%). Les formes dominantes de la majorité des préparations appartiennent à un genre unique, *Cyclotella*, dont l'enchevêtrement des frustules cons-

titue généralement la trame de la roche ; cependant les espèces diffèrent significativement d'un niveau à l'autre.

Comme nous l'avons déjà mentionné dans le chapitre précédent, les espèces de *Cyclotella* caractéristiques des gisements étudiés sont toutes des formes fossiles, inconnues dans les eaux actuelles, et dont l'aire de répartition semble avoir été assez limitée. Elles n'ont été décrites à notre connaissance que dans quelques gisements à Diatomées du Cantal, par exemple à Joursac, Neussargues, Fauouilhoux, etc. [Héribaud, 1903], gisements considérés comme miocènes mais que R. Rey et S. Durand [1964], dans un travail récent, estiment être respectivement pliocènes supérieurs et villafranchiens. Elles n'ont pas été signalées hors de France, à l'exception de *C. iris* trouvée dans une diatomite d'Égypte.

Étant donné le caractère endémique de ces *Cyclotella* éteintes, il est délicat, en l'état actuel de nos connaissances, de chercher à tirer des conclusions d'ordre paléoécologique de leur répartition.

Tout au plus peut-on estimer que le milieu dans lequel elles se sont si bien épanouies était en partie comparable à celui dans lequel se développent les *Cyclotelles* de nos jours. Or on sait que la plupart des espèces de *Cyclotella* actuelles vivent à l'état libre, isolé, dans la zone pélagique des eaux lacustres ; la plupart sont planctoniques, mais on en connaît aussi qui vivent en bordure de l'eau, mêlées à des formes littorales. Elles sont généralement aquadulcicoles, plus rarement d'habitat saumâtre. Les *Cyclotelles* actuelles sont peu exigeantes et se contentent de milieux oligotrophes ; elles font partie des premières formes végétales qui peuplent les eaux des lacs récemment installés.

Dans les préparations étudiées, les *Cyclotella*, nettement dominantes, sont presque toujours accompagnées par d'autres Diatomées appartenant à des genres divers. Mises à part quelques grandes *Melosira arenaria* et *M. undulata* il est intéressant de noter l'absence presque totale d'autres formes circulaires, en particulier l'absence de petites *Melosira* généralement si fréquentes dans les dépôts lacustres fossiles.

Les genres les mieux représentés du groupe des Pennates sont les *Fragilaria*, *Cocconeis*, *Navicula*, *Cymbella*, *Epithemia*. La plupart des espèces observées vivent encore de nos jours dans les eaux douces et leur écologie nous est assez bien connue. Ce sont surtout des formes littorales, benthiques libres (ex. : *Navicula*, certaines *Fragilaria*) ou bien fixées (ex. : *Cymbella*) et épiphytiques (ex. : *Cocconeis* et *Epithemia*).

Les formes benthiques et épiphytiques ne sont nettement dominantes par rapport aux formes planctoniques que dans un seul groupe de préparations, correspondant aux échantillons prélevés dans la partie supérieure du tripoli d'Andance, sur le flanc nord.

Toutes les Diatomées Pennates observées sont des espèces aquadulcicoles ou oligohalobes ; aucune n'est de caractère franchement marin ni même saumâtre. Ce fait semble indiquer que malgré l'abondance des apports volcaniques, certainement très favorables au développement en masse des Diatomées, il n'y a pas eu dans les eaux du lac une minéralisation anormale, du moins en ce qui concerne les ions Na, Mg et Cl ; cela plaide contre l'hypothèse d'éventuelles venues hydrothermales. Par ailleurs on sait que certaines formes de Diatomées, telles les *Cocconeis*, *Epithemia*, *Navicula tusculea*, etc., sont alcaliphiles et même alcalinobiontes et se développent toujours dans les eaux dont le pH est supérieur à 7-8. La présence constante de telles espèces dans nos gisements et l'absence totale d'*Eunotia* et d'autres espèces acidophiles nous permet donc d'avancer que tout au long de l'histoire du ou des lacs à Diatomées, les eaux étaient de réaction alcaline, ce qui est d'ailleurs conforme à la nature basique des laves et projections volcaniques émises dans la région.

b) Après avoir passé en revue les caractères communs à l'ensemble des échantillons, il nous faut à présent insister sur les différences constatées dans la flore diatomique, d'un niveau à l'autre et d'un gisement à l'autre. Les différences, nous l'avons déjà dit, portent essentiellement sur les espèces dominantes, caractéristiques de chaque niveau, c'est-à-dire sur les *Cyclotella*. Rappelons que si, au premier abord, ces espèces se distinguent nettement les unes des autres, au point de ne pouvoir faire de confusion entre deux niveaux, elles présentent néanmoins à l'intérieur du groupe des variations nombreuses et continues ; même les caractères que nous considérons comme spécifiques sont peu constants.

Le polymorphisme constaté de façon très générale semble traduire des conditions particulières d'épanouissement des espèces, une sorte d'explosion des formes peut-être imputable à des mutations répétées. Il s'agit là d'un caractère archaïque, inconnu chez les espèces actuelles dont les caractères sont beaucoup plus stables.

Comme on peut le voir dans le tableau 2, les sédiments examinés se répartissent en cinq

LOCALITÉ	GISEMENT	NIVEAU	ESPÈCES CARACTÉRISTIQUES
Le Combier	Carrière	Diat. sup.	<i>Cyclotella iris</i> BRUN et HÉRIB. et var.
La Grangette	Carrière	Diat. sup.	
Le Ranc		Diat. sup.	
	Bouzarin	Diat. inf.	<i>Cyclotella perforata</i> HÉRIB.
	Ferme Guigon	Diat. inf.	<i>Cyclotella manguini</i> n. sp.
		Conglomérat	<i>Cyclotella manguini</i> n. sp. <i>Cyclotella meneghiniana</i> var. <i>pluripunctata</i> n. var.
Montagne d'Andance	Carrière N	Diat. sup.	<i>Cymbella</i> aff. <i>parva</i> (W. SM.) CL. <i>Epithemia hyndmannii</i> W. SM., etc.
	Carrière SW	Diat. sup.	<i>Cyclotella andancensis</i> n. sp.
		Pépérite	
	La Bartavelle	Argiles inf. à Diat.	

TABL. 2. — Répartition des gisements et des espèces de Diatomées caractéristiques.

grands groupes d'après leurs espèces dominantes.

Nous constatons que :

1) les gisements du Ranc — ferme Guigon et ceux de Bouzarin, distants de 500 m, sont caractérisés par les mêmes espèces de *Cyclotella* sur toute leur hauteur. Il en est de même des trois gisements de diatomite supérieure du Ranc, de la Grangette et du Combier, distants entre eux de plus de 2 km. Il semble donc que l'on soit bien en droit de parler, pour chacun de ces niveaux, d'un lac unique dans lequel les sédiments se sont déposés.

2) la flore du conglomérat de base diffère essentiellement de celle de la diatomite sus-jacente par la présence de *C. meneghiniana* var. *pluripunctata*. *C. manguini* est commune au conglomérat et à la diatomite inf. du Ranc, de même que *C. perforata*, qui n'est que faiblement représentée dans le conglomérat. Peut-être le ciment

à Diatomées du conglomérat résulte-t-il d'un mélange de boues : les *C. meneghiniana* var. proviendraient d'un ancien lac de la région dont les eaux et la vase se seraient déversées alentour lors d'une phase volcanique explosive entraînant avec elles projections et scories. On peut alors imaginer l'arrivée de cette coulée boueuse à gros éléments dans un ancien lac du Ranc, dans lequel se développaient déjà les *C. manguini* qui caractérisent les gisements de diatomite inférieure.

3) dans les gisements de la Montagne d'Andance, sur le flanc sud-ouest, la flore ne présente pas de changement significatif entre les niveaux inférieur et supérieur de diatomite ; la sédimentation lacustre s'est poursuivie de façon à peu près continue, même pendant la période correspondant à la formation de la pépérite : *C. andancensis* caractérise les argiles à Diatomées inférieures, la diatomite de la grande

carrière sur le flanc sud-ouest et les pépérites, bien que dans ces dernières les Diatomées soient peu abondantes.

4) au Ranc et au Combier, la flore diatomique accuse des changements radicaux entre les niveaux de diatomites inférieure et supérieure,

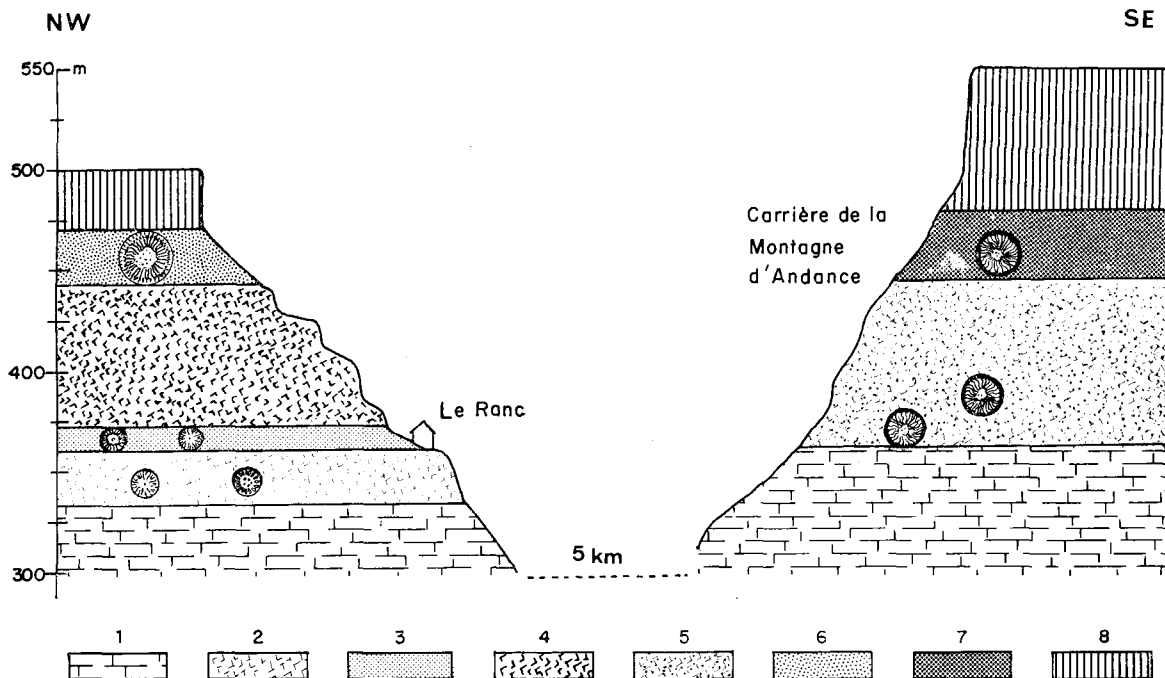


FIG. 3. — Coupe schématique des formations volcano-lacustres du Ranc-Le Combier et de la Montagne d'Andance (Ardèche) avec leurs *Cyclotella* caractéristiques.

1 : marnes valanginiennes ; 2 : conglomérat du Ranc à *Cyclotella manguini* et *C. meneghiniana* var. *pluripunctata* ; 3 : diatomite inférieure du Ranc à *C. manguini* et *C. perforata* ; 4 : brèches et tufs bréchiformes ; 5 : pépérite d'Andance à *C. andancensis* ; 6 : diatomite supérieure du Ranc à *C. iris* ; 7 : diatomite supérieure de la Montagne d'Andance à *C. andancensis* ; 8 : basalte.

avec disparition totale des anciennes espèces dominantes et brusque apparition de formes nouvelles. Tout se passe comme si l'épisode volcanique au cours duquel se sont formées les brèches et tufs bréchiformes intermédiaires avait entraîné la brutale disparition du lac à *C. manguini* et que les dépôts à *C. iris* s'étaient formés dans un lac nouveau, installé sur l'emplacement de l'ancien (à moins évidemment que la température très élevée consécutive à la chute de projections incandescentes dans le lac n'ait provoqué pour un temps l'anéantissement de toute forme de vie dans ses eaux). Peut-être aussi ces changements de flore sont-ils dus à des variations climatiques : on sait, d'après les espèces de plantes subtropicales trouvées dans le tripoli inférieur du Ranc-Bouzarin (*Eughardtia*, *Cinnamomun*, *Sapindus*, etc.), que le climat était chaud au début du Miocène supérieur. Il est possible que le climat se soit refroidi par la suite et que la flore à *Cyclotella iris* corresponde à des eaux moins chaudes.

5) les espèces qui caractérisent la partie la plus élevée de la diatomite supérieure sur le flanc nord de la Montagne d'Andance diffèrent fondamentalement de celles qui caractérisent le flanc sud : ce sont en grande majorité des *Cymbella* et des *Epithemia*, espèces épiphytes qui indiquent la proximité du rivage. Rappelons qu'elles dominent dans les échantillons prélevés entre 475 et 478 m d'altitude juste en dessous de la coulée basaltique supérieure, alors que les échantillons de la grande carrière (flanc sud-ouest) ont été prélevés vers 460 m.

Pour expliquer la présence d'une flore littorale épiphytique dans le tripoli supérieur du flanc nord nous pouvons invoquer deux hypothèses ;

— le lac à *C. andancensis* a évolué progressivement vers le stade marécage, avant d'avoir été définitivement envahi et recouvert par la coulée de basalte du plateau ;

— le flanc nord de la Montagne d'Andance

représente la bordure septentrionale du lac ; notons que dans cette hypothèse l'emplacement nord du rivage est conforme à celui que P. Grangeon attribue à la vallée prééruptive, allongée d'Ouest en Est et dont le barrage par la coulée basaltique inférieure a entraîné la formation du lac.

Un échantillonnage plus complet nous permettra peut-être dans l'avenir de préciser l'une de ces deux possibilités.

6) les espèces dominantes de la Montagne d'Andance diffèrent totalement de celles des gisements du Ranc et du Combier. Or les unes et les autres sont planctoniques.

Il paraît difficile d'imaginer que, dans un même lac, des espèces planctoniques différentes aient pu peupler à une même période deux points de la zone pélagique distants de 5 km sans que des échanges, des mélanges soient intervenus. Des études faites sur des Diatomées actuelles de lacs alpins et aussi sur celles des grands lacs africains ont montré qu'à une même époque la répartition des espèces de même écologie est à peu près uniforme sur des milliers de kilomètres carrés, et que par exemple une même espèce de *Melosira* peut caractériser l'ensemble du limnoplanton de tout un lac. Dans ces conditions, le dépôt des diatomites du Ranc et de celles d'Andance dans un seul et même grand lac de barrage nous paraît peu probable. Sans doute le lac à Diatomées d'Andance s'est-il formé en arrière de la coulée barrage du basalte inférieur, mais celui du Ranc, malgré des analogies frappantes (en particulier la correspondance des altitudes d'un gisement à l'autre), doit avoir

une origine différente qui reste à être déterminée ; rappelons que l'on connaît en Ardèche d'autres gisements de sédiments à Diatomées miocènes, vraisemblablement déposés dans des lacs de barrage volcanique dont l'origine exacte n'est pas encore élucidée, car l'érosion intense du Pliocène a déblayé une grande partie des roches encaissantes (ex : Charay).

CONCLUSION. — Notre étude, outre qu'elle nous a permis d'établir la liste des espèces de Diatomées de gisements pour la plupart inédits, a précisé en les confirmant, mais aussi en les modifiant légèrement, les conclusions paléogéographiques de P. Grangeon relatives au lac unique entre le Ranc, le Combier et Andance.

Au Ranc, comme à Andance, les Diatomées observées indiquent un milieu lacustre, sans doute peu profond (présence constante d'un petit nombre de formes benthiques); de salinité très faible à nulle, de pH alcalin. Alors qu'à Andance la sédimentation s'est poursuivie de façon continue de la base des argiles à Diatomées jusqu'à l'arrivée de la coulée de basalte du plateau, et qu'elle est caractérisée par une même espèce, au Ranc on peut distinguer trois phases bien distinctes, avec interruption complète de la sédimentation diatomique sur une hauteur de 80 m environ, entre la diatomite inférieure, et la diatomite supérieure. De plus, notre étude a mis en évidence la différence des flores entre les gisements de la Montagne d'Andance et ceux du Ranc-Combier qui ne semblent pas s'être formés dans un même lac.

Bibliographie.

- BRICE D. (1963). — Recherches sur la flore mio-pliocène de la Montagne d'Andance (Coiron, Ardèche). Dipl. Ét sup. Fac. libre des Sciences, Lille, 86 p., 16 pl.
- DURAND S. et REY R. (1963). — Les formations à végétaux de Joursac (Cantal) peuvent être datées du Villafranchien par l'analyse pollinique. *C. R. Ac. Sc.*, t. 257, p. 2692-2693.
- (1964). — Le dépôt de diatomite de Sainte-Reine (Cantal) débute au Pliocène supérieur et permet de déceler les traces du refroidissement prétiligien, *Ibid.*, t. 259, p. 1978-1980.
- GRANGEON P. (1958). — Contribution à l'étude de la paléontologie végétale du Massif du Coiron, Ardèche, *Mém. Soc. Hist. nat. Auvergne*, n° 6, 301 p., 43 pl., 7 pl. h.-t.
- (1960). — Contribution à l'étude des terrains tertiaires, de la tectonique et du volcanisme du massif du Coiron. Grenoble, Impr. Allier, 284 p., 20 pl.
- HÉRIBAUD J. (1893). — Les Diatomées d'Auvergne. Clermont-Ferrand, 255 p., 6 pl.
- (1902). — Les Diatomées fossiles d'Auvergne., Clermont-Ferrand et Paris, 79 p., 2 pl.
- (1903). — *Id.* (2^e Mémoire). Clermont-Ferrand et Paris, 155 p., 4 pl.
- (1908). — *Id.* (3^e Mémoire). Paris, Klincksieck édit., 70 p., 2 pl.
- HUSTEDT F. (1930). — *Bacillariophyta*. In *Die Süßwasserflora Mitteleuropas*, H. 10, 466 p. Iena.
- SCHMIDT A. (1872-1944). — Atlas der Diatomaceenkunde. Leipzig, Aschersleben.

LÉGENDE DE LA PLANCHE V.

Cyclotella caractéristiques des gisements diatomifères du Ranc-Le Combier
et de la Montagne d'Andance (Ardèche).

- FIG. 1 à 5. — *Cyclotella perforata* HÉRIB. Le Ranc-Bouzarin, diatomite inférieure.
FIG. 6 à 8. — *Cyclotella manguini* nov. sp. Le Ranc-Bouzarin, diatomite inférieure.
FIG. 9 et 10. — *Cyclotella meneghiniana* KÜTZ. var. *pluripunctata* nov. var. Le Ranc, conglomérat inférieur.
FIG. 11 à 13. — *Cyclotella andancensis* nov. sp. Montagne d'Andance, grande carrière SW.
FIG. 14 à 17. — *Cyclotella iris* BRUN et HÉRIB. Le Combier, diatomite supérieure.
FIG. 18. — *Cyclotella iris* var. *ovalis* HÉRIB. Le Combier, diatomite supérieure.
FIG. 19. — *Cyclotella iris* var. *cocconeiformis* HÉRIB. Le Combier, diatomite supérieure.
-

