

Les formations quaternaires de la Côte entre Bougy et Begnins (VD)

Autor(en): **Arn, Robert**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles**

Band (Jahr): **75 (1980-1981)**

Heft 358

PDF erstellt am: **24.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-277785>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

BULLETIN N° 251 des Laboratoires de Géologie, Minéralogie, Géophysique
et du Musée géologique de l'Université de Lausanne

Les formations quaternaires de la Côte entre Bougy et Begnins (VD).

PAR

ROBERT ARN¹

INTRODUCTION

Dès le 19^e siècle, de nombreux géologues et naturalistes se sont penchés sur l'étude des graviers de la Côte et des charbons du Signal de Bougy. Ces derniers ont été découverts en 1858 par A. MORLOT (1858). Retrouvés en 1906 par A. JEANNET, ils n'ont plus été visibles pendant plus de 50 ans. Un petit glissement de terrain les a mis au jour en 1978 et m'a permis d'effectuer les prélèvements nécessaires à une analyse pollinique et à une datation C₁₄. Ils sont aujourd'hui à nouveau presque entièrement recouverts par la végétation.

HISTORIQUE

JEANNET a fait un excellent historique des études menées dans cette région, jusqu'en 1920. Je ne citerai donc que les publications parues depuis cette date:

JEANNET (1923), corrèle les alluvions de la Côte avec la Hochterrasse (graviers de fonte de la grande glaciation, Riss selon le schéma conventionnel). Il considère comme würmienne, la moraine qui les surmonte et qui forme les hauteurs de Bougy. Ce sont les fluctuations du glacier würmien qui ont donné lieu aux dépôts des charbons et des graviers interstratifiés dans cette moraine. Cet auteur distingue encore une moraine plus récente (oscillation de Laufen p. ex.) tapissant le versant de la Côte jusqu'à une altitude ne dépassant pas 600 m.

KILIAN et REVIL (1917) réinterprètent les résultats d'AEERHARDT (1903) et considèrent les alluvions de la Côte comme graviers de progression du glacier würmien qui déposa sa moraine par dessus. Ils voient ensuite un interstade (Bois de la Bâtie) suivi d'une dernière glaciation (néo-würmien) d'extension ouest, limitée au bassin genevois.

¹ Faculté des Sciences, Collège propédeutique, Lausanne-Dorigny.

JOUKOWSKY (1923), révisé la stratigraphie du quaternaire lémanique en faisant appel à une publication de PENCK (1922). Cet auteur supprime les notions d'oscillation de Laufen et d'Achen. Tous les dépôts rapportés à celles-ci sont à placer dans l'interglaciaire Riss-Würm. Il en résulte que le néoglaciale d'AEERHARDT ou le néowürmien de KILIAN doivent être considérés comme würmiens et que ce que l'on appelait Würm doit être placé dans le Riss. JOUKOWSKY corrèle de ce fait les graviers de la Côte avec les Deckenschotter. A noter que KILIAN maintient son point de vue dans une note publiée à la fin de la même année (1923).

LAGOTALA (1926) reprend et étaye les idées de KILIAN et d'AEERHARDT. Il fixe d'autre part les limites de l'extension du néowürmien à : Aubonne – Mont-sur-Rolle – Gilly – Vinzel – Genolier.

FALCONNIER (1931) ne fait pas de distinction entre le Würm et le Néowürm. Il considère les alluvions de la Côte comme des moraines latérales rissiennes remaniées lors de la fonte et recouvertes lors de la dernière glaciation.

JOUKOWSKY (1931) revient sur ses idées de 1923, et corrèle les alluvions de la Côte avec les graviers sous-morainiques genevois.

GAGNEBIN (1937) pense que les graviers de la Côte se sont déposés sur les flancs du glacier würmien lors de son avance. Le glacier, poursuivant son chemin vers l'Ain, aurait ensuite passé par dessus ses alluvions.

VERNET (1956) date ces dépôts de la progression würmienne ou du retrait rissien. En 1973, il fournit un âge C_{14} de $\geq 35\ 000$ pour un échantillon de lignite du Signal de Bougy, prélevé par JEANNET et conservé au musée géologique de Lausanne (réf.: GIF-sur-Yvette N° 1192).

SITUATION

La Côte forme un relief singulier, qui apparaît telle une gigantesque terrasse sur les pentes douces de la rive droite lémanique, entre Lausanne et Genève. Cet accident topographique est limité au N et à l'E par l'Aubonne, à l'W par la Sérine, au NW par le vallon sec de Prévondavaux, et au S par la banquette lémanique.

Le soubassement rocheux est formé par la molasse chattienne qui est affleurante dans le haut de la zone viticole de la Côte. Elle est visible également localement dans le lit de l'Aubonne et dans celui de la Sérine. Le reste de la région est recouvert par la moraine rhodanienne qui semble atteindre une épaisseur considérable sur les hauteurs de la Côte (plateaux de Burtigny et d'Essertines-sur-Rolle). Le terrain étudié comprend le versant forestier de la Côte, depuis la région du Moulin à Colet (W Begnins) jusqu'à la ferme de la Bossenat (E du Signal de Bougy).

Cartes nationales 25 000	Marchairuz 1241
	Morges 1242
	Nyon 1261

METHODES

Analyse pétrographique

Des prélèvements de 100 galets ont été effectués dans la plupart des formations graveleuses et morainiques décrites. Il faut avant tout s'assurer de la non-altération du dépôt. Puis, à partir d'un point choisi si possible au centre de la formation, tous les galets environnants, supérieurs à 3 cm et inf. à 12 cm de diamètre, sont récoltés jusqu'à l'obtention du nombre 100. Ils sont ensuite lavés et déterminés, puis répartis dans les 4 classes suivantes :

- Roches sédimentaires alpines
- Roches ignées et métamorphiques alpines
- Roches molassiques
- Roches jurassiennes

Chaque classe est ensuite pesée, et les résultats sont donnés en % par rapport au total des roches alpines.

Analyse pollinique

Les préparations polliniques ont été faites selon la méthode du Prof. MAX WELTEN (Univ. Berne) qui diffère de la marche à suivre classique par l'emploi de HF à chaud et par deux traitements supplémentaires aux liqueurs denses $ZnCl_2$ et glycérine 75°C.

DESCRIPTION DES AFFLEUREMENTS

Signal de Bougy

Les pentes SE du Signal de Bougy sont aujourd'hui boisées et recouvertes par endroits de ronciers épais.

Les affleurements septentrionaux, non visibles actuellement ont été décrits par JEANNET (1923) lors de travaux de captage des sources communales de Bougy-Villars à 660 m. Dans une première fouille, il notait la présence d'un lit d'argiles charbonneuses de 10 cm compris entre une moraine de fond inférieure et des graviers supérieurs lavés et ocreux à la base (coord. 517 090/148 830). Les mêmes dépôts sont observés plus au NE, dans une seconde fouille, à 645 m environ (coord. 517 200/148 900).

Il subsiste aujourd'hui quelques petites ravines tout au haut du coteau dans lesquelles les coupes suivantes ont été observées (voir fig. 1):

SIGNAL DE BOUGY

Pt. 707,0 à 40 m. →

NE

700

695

690

685

680

675

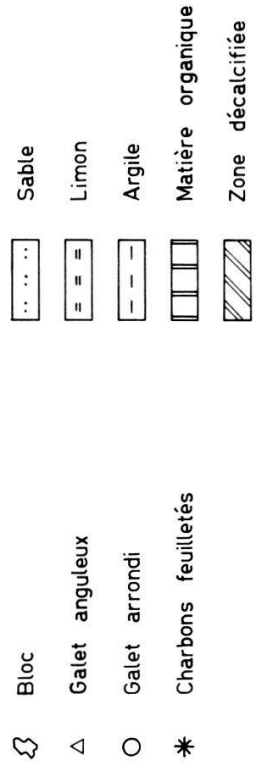
ALTITUDE

b

a

c

d



10 m.

Fig. 1. - Coupes schématiques de la partie supérieure du versant SE du Signal de Bougy.

- a) Au NE, coord. 516 890/148 690, un petit glissement de terrain a dégagé, de haut en bas :
- Des graviers moyens à matrice sablo-argileuse, contenant quelques galets vaguement striés, visibles sur environ 1 mètre.
 - 70 cm de graviers fins (maximum 5 cm), très sableux, bien triés, avec d'abondants dépôts d'oxydes métalliques. Ce sont les graviers ocreux de JEANNET qui culminent ici à 686 m.
 - 205 cm de limons argileux décalcifiés, tourbeux au sommet, appelés «charbons du Signal de Bougy». (La description lithologique détaillée a été faite sous analyse pollinique p.99).
 - Une moraine de fond typique, visible sur près de 3 mètres, décalcifiée et altérée sur 1,6 m.
- b) 20 m au SW de cette première coupe, le quaternaire affleure sur plus de 20 m de hauteur, jusqu'au sommet de la colline; de haut en bas :
- 5,5 m de moraine de fond passablement limoneuse à sa base.
 - 11,3 m de graviers à matrice sablo-argileuse parfois abondante, contenant des galets peu roulés et souvent striés. Cette formation est lardée de lentilles décimétriques de sable plus ou moins limoneux. Elle comprend à sa base 40 cm de graviers ocreux.
 - 30-40 cm de limons bruns décalcifiés, tourbeux au sommet.
 - 100 cm de limons sablo-graveleux légèrement calcaires.
 - 70 cm de limons bruns décalcifiés.
 - la moraine de fond décalcifiée visible sur 1,5 m.
- c) 70 m au SW, les graviers affleurent à partir d'un mètre sous le sommet et sur 9,5 m. A part les lentilles de sable toujours présentes ils contiennent des niveaux de limons jaunes décalcifiés, dont l'un atteint plus de 40 cm d'épaisseur. Ce matériel d'apparence lehmique a livré quelques radicules, mais aucun pollen.
- A 690 m, on retrouve les graviers ocreux dont l'épaisseur atteint ici 1,2 m; puis de haut en bas :
- 40 cm de sables limoneux gris-jaune calcaires.
 - 1,5 m de moraine de fond altérée, grise réagissant à HCl de façon progressive en allant vers le haut.
 - la moraine de fond jaune et altérée, visible sur 4 m et décalcifiée sur 2,8 m.
- d) 25 m au SW, le flanc oriental de la ravine sise au SE du Restaurant du Signal montre la coupe suivante, de haut en bas :
- les graviers mal triés cités plus haut et visibles ici sur environ 3 m.
 - un niveau de 50 cm de graviers fins à matrice argilo-limoneuse calcaire abondante.
 - la moraine de fond altérée, épaisse de 4,6 m et décalcifiée sur 2,8 m.
 - 9,6 m de graviers très mal triés, anguleux et striés, à matrice argilo-limoneuse compacte vers le haut, mieux triés et plus sableux vers le bas.

- 55 cm d'un limon argileux brun foncé, décalcifié, contenant quelques galets. La base de ce niveau est marquée par des accumulations ocre et brun-noir, qui font penser à un horizon d'accumulation pédologique. L'examen pollinique d'un échantillon n'a révélé aucun pollen.
- des graviers à matrice sablo-limoneuse visibles sur 10 cm.
- à 650 m environ, un petit affleurement de graviers anguleux mal triés.
- de 640-645 m, une moraine de fond à fort pourcentage d'éléments cristallins affleure au bord du chemin inférieur. Elle est visible également un peu plus à l'E, à l'emplacement de la ciblirie.

Signalons encore :

- A la verticale de la coupe c, à 644 m, une moraine de fond calcaire visible sur 3 m et sous-jacente à un banc de sable.
- Au N du Signal de Bougy, dans la corne E du Bois de Petit Devens, quelques mètres de graviers plus ou moins altérés affleurant au sommet d'une ancienne gravière. Les galets sont assez anguleux et souvent striés. Ils sont recouverts par une moraine altérée de 1 à 1,5 m d'épaisseur. L'état de l'altération de ce matériel fausse notablement le résultat de l'analyse pétrographique (voir fig. 2).
- Au SW des coupes décrites, les affleurements sont rares: quelques bancs de graviers cimentés, plus ou moins en tassement, visibles sur 1 à 2 m², et dont les relations avec les formations citées plus haut ne sont pas claires. Un niveau de 3 m d'épaisseur de limons argileux jaunes contenant de petits bancs centimétriques de sables cimentés affleure aux coord. 516 585/148 560. Ces limons sont placés entre deux couches de graviers sableux, couleur rouille, à une altitude d'environ 673 m. Un comptage pollinique a dénombré :

4 <i>Pinus</i>	11 <i>Sinapis</i> type
2 <i>Picea</i>	4 graminées
1 <i>Alnus</i>	1 chenopodiacée
1 <i>Betula</i>	3 indéterminées.

Le versant SE du Signal de Bougy montre donc de haut en bas :

- une moraine de fond supérieure coiffant le Signal, mais absente de l'emplacement du restaurant,
- environ 10 m de graviers supérieurs à galets anguleux et mal triés,
- un niveau repère de graviers ocreux d'épaisseur variable,
- des limons plus ou moins sableux contenant des niveaux tourbeux à leur sommet,
- une moraine de fond altérée et décalcifiée,
- des graviers inférieurs visibles sur près de 10 m,
- une moraine de fond intermédiaire,
- une moraine de fond inférieure séparée de la précédente par des graviers.

Toutes ces formations accusent un pendage apparent moyen de 2° vers le NE. Le pendage réel pourrait être plus élevé et en direction du N comme l'a relevé JEANNET.

No de référence *	Formation	R. sédimentaires alpinnes	Ophiolites R. ignées et métamorph. alpines	Total	R. molassiques
1	Moraine supérieure	35,8	2,6	64,2	16,2
1	Moraine supérieure	35,0	1,6	65,0	17,0
20	Graviers supérieurs	39,1	5,8	60,9	19,2
20	Graviers supérieurs	39,6	0,6	60,4	19,7
-	Graviers ocreux	17,5	2,1	82,5	27,5
2	Moraine infraposée aux lignites	45,0	-	54,8	9,7
2	Moraine infraposée aux lignites	39,3	6,9	60,7	9,1
21	Graviers inférieurs	40,3	0,8	59,7	5,7
21	Graviers inférieurs	42,9	-	57,1	6,2
3	Moraine intermédiaire	31,4	-	68,6	15,1
4	Moraine inférieure	27,4	0,4	72,6	11,1
4	Moraine inférieure	26,7	1,4	73,3	10,2
22	Graviers des Petits Devens	55,1	-	44,9	16,4
22	Graviers des Petits Devens	44,2	-	55,8	12,1
5	Moraine, lit du Roju, 630 m.	40,7	3,4	59,3	23,5

* voir fig.9

Fig. 2. – Données pétrographiques des formations quaternaires du Signal de Bougy.

Relations des moraines du Signal du Bougy avec les graviers de la Côte

L'affleurement le plus oriental des graviers de la Côte se situe au N de Bougy, ancien lieu-dit de chez Callin (coord. 516 250/148 425).

L'emplacement est marqué par une ancienne gravière. La base de la formation doit se situer vers 620 m et son sommet est à 645 m. A l'extrémité E du front de taille N, affleure un matériel type moraine de fond, brun-jaunâtre, visible sur 1 à 2 m d'épaisseur et superposé aux graviers. Sa composition pétrographique est la suivante :

Roches sédim. alpines	54,2%
Roches ignées et métam. alpines	45,8%
Molasse	324,8%

JEANNET l'avait déjà signalé et y avait noté la présence de débris de bois à la base. Il n'est pas exclu qu'il s'agisse de matériel glissé.

Environ 40 m à l'E, une résurgence d'eau a dégagé entre 632 et 638 m une formation de sables limoneux et de limons argileux jaune-orange, très indurés et en place. L'examen pollinique d'un échantillon a montré :

16 <i>Pinus</i>	2 graminées
13 <i>Abies</i>	1 indéterminée
1 <i>Picea</i>	

Les pollens d'*Abies* sont altérés et pourraient être remaniés. Ces sables appartiennent à une espèce de terrasse d'environ 40 m de long, coiffée par 2 m de limons argileux gris à galets striés. Ces derniers ont une composition pétrographique très proche de celle de la moraine inférieure du Signal :

Roches sédim. alpines	37%
Roches ignées et métam. alpines	63%
Molasse	80%

Ces limons gris à galets n'ont pourtant rien d'une moraine de fond. Il s'agit plutôt d'un mélange de matériel éluvial et glissé provenant d'une ou de plusieurs moraines placées plus haut. Il me paraît difficile de préciser la relation de ces sables avec les graviers. A l'E de ces affleurements, le bas du versant est constitué de glissements de terrain plus ou moins superficiels et stabilisés.

Lithologiquement, la relation des moraines du Signal avec les graviers de la Côte n'est donc pas claire. Il y a évidemment deux possibilités :

- 1) Les moraines du Signal sont superposées aux graviers (Conclusions de JEANNET).
- 2) Les graviers de la Côte sont plaqués contre le versant morainique et donc plus récents que les moraines du Signal.

SIGNAL DE BOUGY

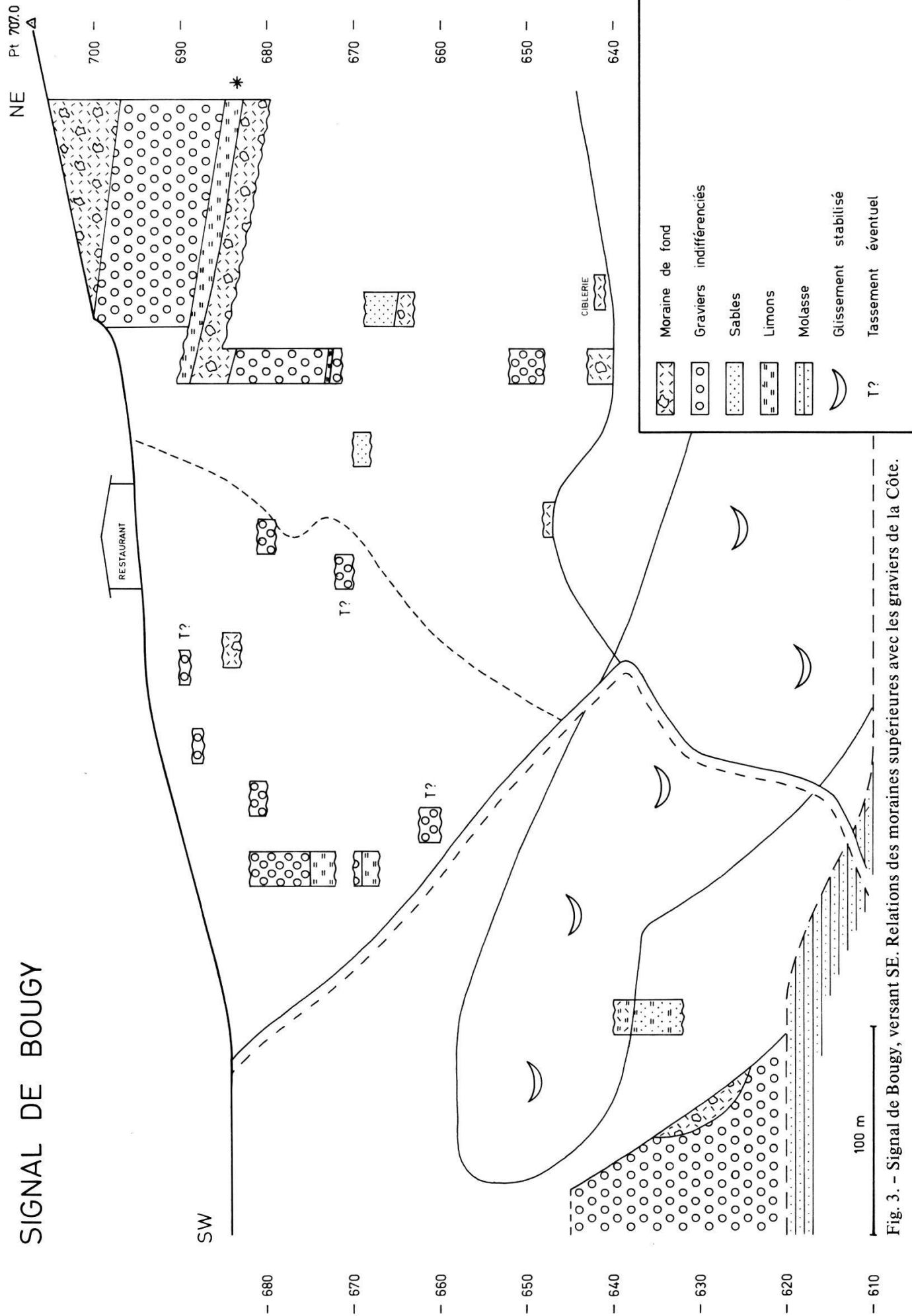


Fig. 3. - Signal de Bougy, versant SE. Relations des moraines supérieures avec les graviers de la Côte.

De Bougy à Bugnaux

Une dizaine de mètres à l'W de chez Callin, les graviers de la Côte affleurent naturellement en bancs cimentés jusqu'à environ 640 m. La base est assez grossière, avec des galets atteignant un diamètre proche de 20 cm. Le contact avec le soubassement n'est pas visible. Aucune strie n'a pu être observée (les calcaires étant légèrement redissous en surface, ce n'est pas significatif). En dessus de 640 m, il y a encore 5 m de graviers non cimentés, plus fins et plus anguleux. (Composition pétrographique: voir fig. 5). Trois arguments observables sur cet affleurement sont en faveur de la conception de graviers de progression; de bas en haut, ces graviers sont:

- de moins en moins triés
- de moins en moins arrondis
- de plus en plus enrobés dans une matrice sablo-limoneuse.

Cette formation graveleuse peut se suivre jusqu'au lieu-dit le Croset (E de Bugnaux). Le versant est jalonné de bancs cimentés à des altitudes variant entre 625 et 635 m. Là où ils n'affleurent pas, la présence des graviers est souvent attestée par un aspect un peu plus séchard de la végétation.

Les contacts avec la molasse et la moraine supérieure ont été observés aux endroits suivants: (Voir fig. 6).

- Le ravin marquant la limite de district à l'W de Bougy (*Ravin 550*)
- Le petit vallon situé au S de *Le Châble*
- 300 m à l'W, le ravin du *Chanet*
- Le versant E de la *ruine 663*
- Les pentes dominant la route qui relie Mont-sur-Rolle à Essertines, à partir du pt 602 (E de *Le Croset*)

C'est ce dernier emplacement qui offre les plus belles coupes. Dans la partie W le passage des graviers bien roulés et triés (graviers de la Côte au sens strict) à la moraine supérieure semble se faire progressivement, par l'intermédiaire d'une dizaine de mètres de graviers plus anguleux, souvent striés, à matrice plus limoneuse, et ayant une composition pétrographique hybride.

La moraine de fond est très épaisse. Dans le ravin du Châble, elle atteint plus de 30 m et comprend au moins deux épisodes séparés par un banc de graviers et de sables limoneux de 2 à 3 m. Elle peut aussi apparaître unique et homogène comme en rive gauche du ruisseau de Famolens, où un glissement de terrain l'a dégagée entre 660 et 685 m (514 475/147 850). Il n'est pas exclu que cette moraine, ou l'un de ses épisodes, soient plaqués contre le versant.

TARTEGNIN

- | | |
|----------------------|---------------------|
| ○ Bloc | ▤ Sable |
| △ Galet anguleux | ▥ Limon |
| ◦ Galet arrondi | ▧ Argile |
| ⊖ Mollusques | ▨ Matière organique |
| * Analyse pollinique | ▩ Zone décalcifiée |
| | ☾ Glissement |

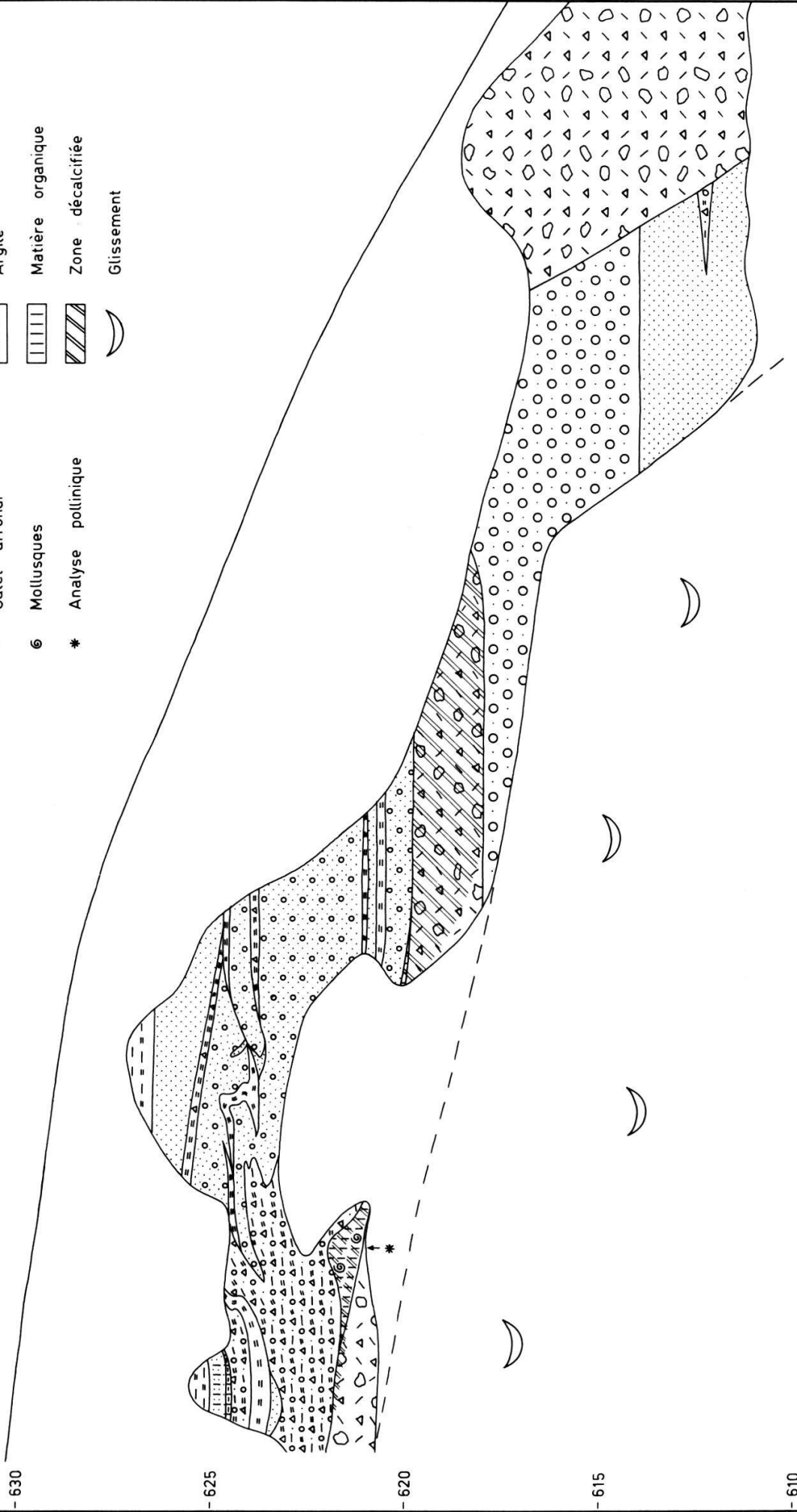


Fig. 4. - Extrémité NE de la gravière de Tartegnin.

5 m

Tartegnin (voir fig. 4).

La gravière de Tartegnin se situe quelque 600 m au N du village. Cette ancienne exploitation est en grande partie recouverte par des glissements de terrain, des éboulis et un remblai artificiel. L'extrémité E a été un peu épargnée :

Dominant les éboulis, affleurent 3 m d'un sable légèrement limoneux contenant à mi-hauteur une lentille d'argile caillouteuse (quelques galets striés) qui doit s'apparenter à une coulée de boue.

Par-dessus viennent 4 m de graviers moyens à petits, assez bien triés et roulés, à matrice sablo-limoneuse ferrugineuse. Ces deux premières formations sont tranchées à l'E par une moraine de fond.

Les graviers sont également recouverts par une moraine de fond nettement discordante, de 1,5 m d'épaisseur, altérée sur tout son profil et entièrement décalcifiée sur ses 40 cm supérieurs. Le sommet de cette moraine est souligné par un niveau de 7 cm de limons organiques passant à 10 cm de limons jaunes. Le tout est coiffé par 6 m de graviers très fins, entrecoupés de nombreux lits de sables et de limons jaunes contenant des galets striés isolés. Vers le haut et l'W, cette formation a été par endroits profondément déformée par des contraintes subhorizontales qui peuvent relever d'un glacier ou de la gravité. Ce matériel est fortement compacté. On peut la suivre encore 10 m en direction de l'W. A cet endroit, les limons organiques sous-jacents atteignent plus d'un mètre d'épaisseur. Ils sont partiellement décalcifiés sur toute leur hauteur. De petits galets anguleux sont présents surtout aux deux extrémités du profil. J'y ai récolté quelques brindilles charbonneuses et aplaties, ainsi que de nombreux mollusques écrasés. M^{me} F. BURRI a bien voulu les déterminer; pour environ 80 kilos de matériel, ce sont:

- *Arianta arbustorum* L. variété ancienne, en grande quantité
- *Iphigena lineolata* Held., 2 individus
- *Cochlicopa lubrica* Müller, 1 individu

Ces limons organiques ont fait l'objet d'une analyse pollinique (voir plus loin). Ils reposent sur une moraine de fond peu ou pas altérée à cet endroit, mais que l'on peut sans aucun doute corréliser avec la moraine altérée présente quelques mètres plus à l'E. Cette moraine s'épaissit considérablement en direction de l'W où elle affleure encore à 640 m. Elle est à l'origine des glissements qui ont empâté la gravière.

Les graviers et les sables inférieurs affleurent encore épisodiquement au centre et à l'W de la gravière, à des altitudes variant entre 610 et 618 m. A relever la présence abondante de calcaires jurassiens dans un prélèvement effectué à l'W dans les graviers.

De Gilly à Begnins

Aucun affleurement de graviers n'est visible entre Tartegnin et Gilly. Ils sont soit recouverts, soit, comme je le pense, absents.

Au NW de *Gilly*, deux grosses gravières ont entaillé le débouché de la Combe de Bursins. Elles montrent toutes deux, de haut en bas:

- Une moraine de fond typique, grise, visible sur plus de 20 m.
- 14 m de graviers à galets plus anguleux, légèrement striés, à matrice sablo-limoneuse contenant quelques rares galets jurassiens.
- 3 m de graviers mal triés, mais relativement bien lavés, contenant des galets jurassiens et de nombreux blocs dépassant souvent le m³. 90% de ces blocs sont de provenance jurassienne, le reste est alpin. Ce même niveau présente par endroits des stratifications obliques sur toute sa hauteur.
- 18 m de graviers sableux bien triés, arrondis, en stratification de type fluviale. Je n'y ai pas observé de galets jurassiens.

Au N de Vinzel, au lieu-dit *la Chaponnière*, le chemin d'accès et l'excavation d'une maison en construction ont dégagé de haut en bas:

- Environ 20 m de graviers sableux. Le sommet est bien trié et roulé, la base l'est beaucoup moins; elle est assez grossière (diamètre maximum: 20 cm) et riche en galets molassiques.
- 3 m de sables contenant quelques petits galets.
- 1 m environ de graviers moyens mal triés en contact avec la molasse bigarrée.

Au N. de *Luins*, le contact Molasse-graviers se situe à 563 m (coord. 510 090/144 710). Une douzaine de mètres de graviers à matrice sablo-limoneuse y est visible. Les galets sont un peu plus anguleux vers le haut. La présence de galets jurassiens est à relever.

L'affleurement le plus occidental des graviers de la Côte se situe dans le lit de la Sérine, 30 m à l'W du *Moulin à Colet* (W Begnins) où l'on peut observer le contact avec la molasse à 520 m; 200 m au N, une belle coupe en rive gauche montre de haut en bas:

- Une moraine de fond grise visible sur 7 m.
- 25 m de graviers anguleux et striés, à matrice sablo-limoneuse abondante. La base de ce niveau est constituée par quelques mètres de graviers très grossiers (jusqu'à 60 cm de diam.).
- 14 m de graviers sableux moyens à fins, bien triés et roulés.
- Environ 3 m de sables (visibles dans une galerie) contenant quelques lits graveleux.

Les galets jurassiens sont présents dans les 2 formations graveleuses.

Les graviers affleurent encore localement sur les deux flancs du vallon de la Sérine, au N de cet emplacement. Le dernier banc se situe sur le versant gauche, 300 m au NE de la Pierre à Granfer (coord. 508 075/144 900) entre 550 et 560 m.

No de référence	Formation	R. sédimentaires alpines	Ophiolites R. ignées et métamorph. alpines	Total	R. molassiques	R. jurassiennes
23	Graviers de la Côte, Bougy	28,1	-	71,9	6,1	-
23	" " , Bougy	23,2	3,4	76,8	11,8	-
24	" " , Ravin 550	25,3	3,0	74,7	10,8	-
25	" " , Le Croset	14,6	3,1	85,4	5,7	-
25	" " , Le Croset	17,5	2,6	82,5	9,5	-
26	" " , Tartegnin	43,1	3,8	56,9	156,4	11,3
27	" " , Gilly	37,1	3,4	62,9	7,5	-
27	" " , Gilly	36,3	-	63,7	20,5	-
28	" " , La Chaponnière	52,6	-	47,4	22,5	-
28	" " , La Chaponnière	49,5	-	50,5	24,6	-
29	" " , Luins	53,2	-	46,8	37,4	1,7
30	" " , Moulin à Colet	50,8	0,9	49,2	22,6	2,4
30	" " , Moulin à Colet	58,3	-	41,7	27,0	1,5
6	Moraine, Ravin 550	36,2	3,5	63,8	129,9	-
6	" , Ravin 550	43,4	1,1	56,6	94,9	-
7	" de l'Est, Tartegnin	46,0	-	54,0	93,5	-
8	" supérieure, Le Châble	56,0	-	44,0	275,0	-
9	" , Le Croset	63,0	-	37,0	175,4	-
10	" , Tartegnin	63,2	-	36,8	231,5	-
10	" , Tartegnin	57,8	-	42,2	200,3	-
11	" , Flon de Vincy	61,3	-	38,7	240,7	-
12	" , Gilly	67,7	-	32,3	55,5	-
12	" , Gilly	68,1	-	31,9	76,1	-
13	" , Moulin à Colet	64,4	-	35,6	48,1	-

Fig. 5. - Données pétrographiques des formations quaternaires de la Côte.

En résumé, à l'instar de la formation graveleuse qui s'étend de Bougy à Bugnoux, celle que l'on rencontre entre Gilly et Begnins passe graduellement à une moraine de fond. Les altitudes de dépôt sont cependant différentes (voir fig. 10). D'autre part, les galets jurassiens sont rares ou absents du dépôt oriental et assez fréquents dans l'occidental. C'est un premier argument en faveur de la dissociation de ces deux formations.

Lieu	km*	Sommet des graviers - Contact avec la molasse	Passage des graviers arrondis aux graviers anguleux	Sommet des graviers - Contact avec la moraine
Bougy	0.0	(620)	640	?
Ravin 550	0.42	615	635	649
Le Châble	0.77	620	(635)	647
Chanet	1.0	612	632	?
Ruine 663	1.63	608	(630)	?
Le Croset	2.16	608	625	634
Tartegnin	3.31	(600)	-	618
Gilly	5.65	540	558	575
La Chaponnière	6.80	535	?	?
Luins	7.57	563	?	?
Monlin à Colet	9.50	520	543	568

* Distance horizontale à partir de la gravière de Chez Collin (Bougy).
() Non observé.

Fig. 6. - Données altitudinales des graviers de la Côte.

ANALYSES POLLINIQUES

Les résultats sont donnés en % de la somme des AP + NAP, cypéracées non comprises.

Signal de Bougy (voir fig. 7)

La description lithologique détaillée des couches organiques est la suivante, sous les graviers ocreux :

15 cm limon argileux jaune (190-205)

17 cm tourbe argileuse brun-noir (173-190)

- 4 cm argile limono-organique brun-beige (169-173)
- 7 cm tourbe argilo-limoneuse brun-noir (162-169)
- 22 cm argile limono-organique brun foncé (140-162)
- 18 cm limon argileux gris avec matière organique (122-140)
- 4 cm limon argilo-tourbeux (118-122)
- 12 cm limon argileux gris avec matière organique (106-118)
- 9 cm limon argileux organique brun foncé (97-106)
- 5 cm tourbe argilo-limoneuse brun-noir (92-97)
- 4 cm limon argilo-organique brun foncé (88-92)
- 12 cm limon sablo-organique brun foncé à tache de Fe₂O₃ (76-88)
- 14 cm limon sableux, léger. organ., tacheté (62-76)
- 32 cm limon sablo-organique brun foncé, tacheté (30-62)
- 30 cm sable limoneux, jaune-gris, tacheté (0-30)

La flore ancienne du Signal de Bougy est caractérisée par une dominance des herbacées avec une proportion de graminées atteignant plus de 60%. Les arbres et arbustes sont surtout représentés par le pin et l'épicéa, et dans une moindre mesure par le bouleau, le saule, le chêne et l'aulne. A noter la présence d'*Ephedra* que l'on rencontre actuellement dans les milieux secs et continentaux. La végétation environnante devait donc revêtir l'aspect d'une steppe partiellement boisée de conifères.

Le milieu de sédimentation s'apparente à un marais de pente, comme en témoigne l'abondante proportion de pollens de *Carex* et l'inclinaison des couches. L'alimentation en eau a dû être par moments assez importante pour permettre l'existence de certaines mousses déterminées par les botanistes du début du siècle :

- *Cratoneuron commutatum* (Hedwg.) Roth, déterminée par C. MEYLAN
- *Calliergon sarmentosum* (Wahlemb.) Kindbg. observée par H. GAMS.

D'après ces deux auteurs cités par JEANNET (1923) p. 520-521, la première espèce vit plutôt en eau vive, la seconde est une mousse submergée des eaux froides.

Il est possible qu'une partie des pollens d'épicéa soient remaniés, notamment dans le haut du diagramme où les pics ne sont pas en parfaite concordance. La présence de cette espèce est en tout cas attestée par la détermination d'un cône (O. HEER 1872) récolté par A. MORLOT. Il existe deux possibilités principales de dater ce dépôt :

- a) D'après M. WELTEN (1979), la présence de *Picea* et l'absence d'*Abies* associées à une forte proportion de graminées placent ce type de spectre dans le Würm précoce (Frühwürm).
Si l'on se réfère aux travaux de G. WOILLARD (1977), la position chronologique peut être précisée dans les interstades d'Ognon II ou III. (Equivalent de l'Odderade ou de la fin du Brörup).
- b) Les analyses de A. BRUN (1977), dans les formations quaternaires des Drances, ont montré la présence de *Picea* et d'*Abies* dans des dépôts

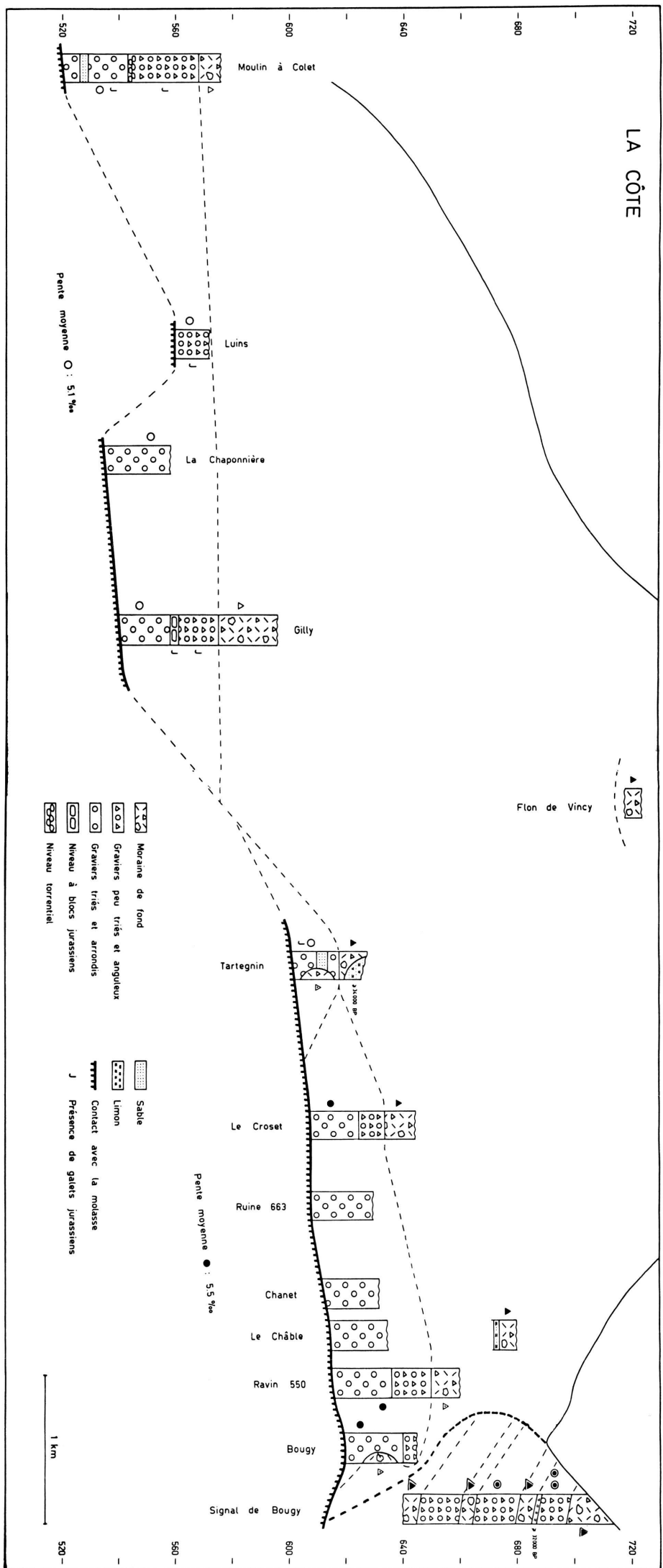


Fig. 10. - Coupes schématiques des formations quaternaires de la Côte, corrélations et interprétations proposées.

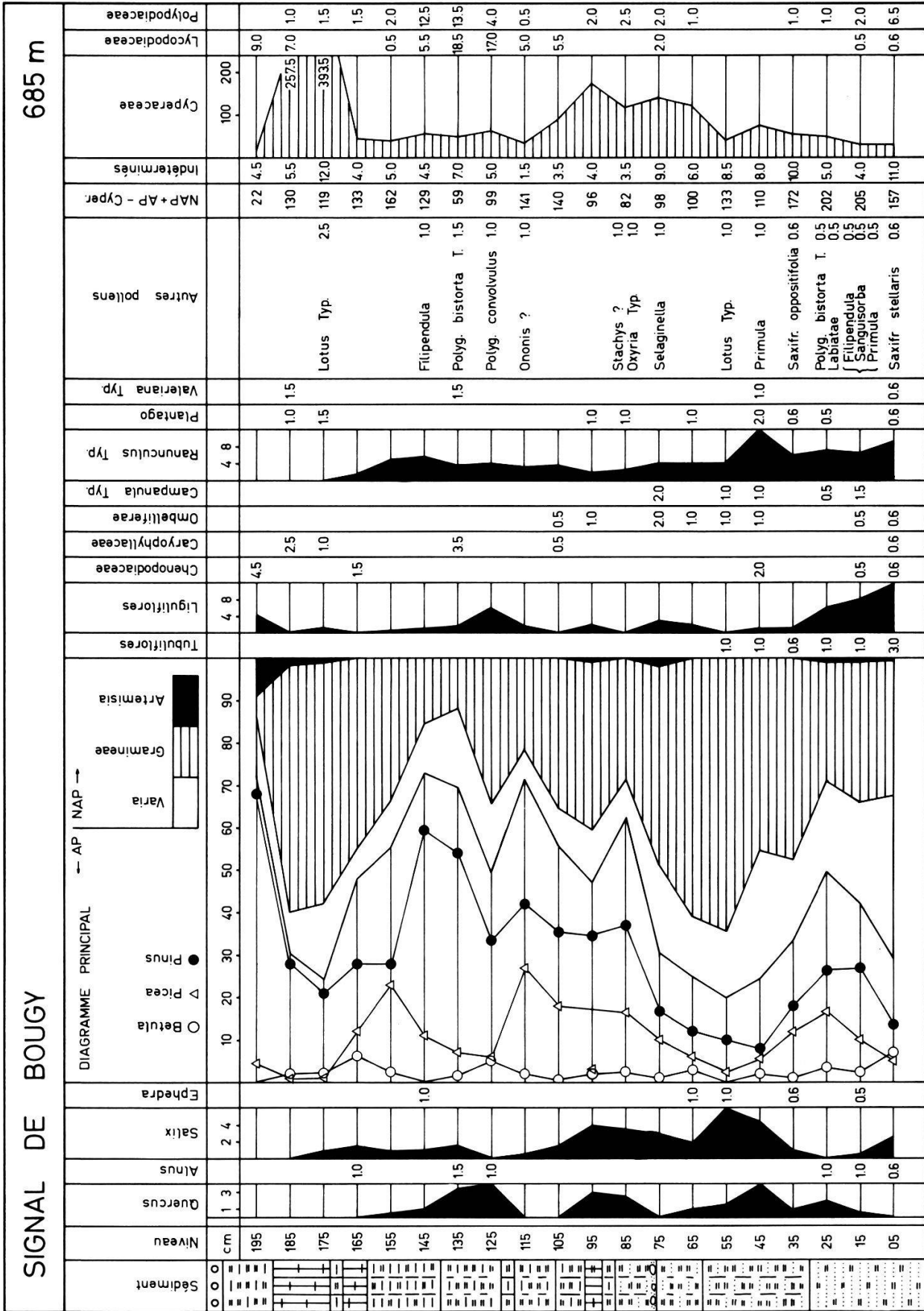


Fig. 7. - Diagramme pollinique de l'interstade du Signal de Bougy.

beaucoup plus récents. Le diagramme du sondage du Royal (Evian) notamment, daté au C₁₄ de 25 200 BP, possède un spectre présentant de fortes analogies avec celui du Signal de Bougy. Dans ce dernier, certaines espèces telles que *Abies* et *Corylus* sont cependant absentes, et *Artemisia* a été compté en quantité bien moindre.

A propos de la décarbonatation du profil, H. SPALTENSTEIN m'a communiqué oralement qu'elle peut intervenir relativement rapidement et profondément (quelques centaines d'années) pour autant que le milieu reste humide tout au long de l'année. Il semble donc que ce fait ne soit pas un critère permettant de préciser la durée de la période interstadiale ou interglaciale.

Tartegnin (voir fig. 8).

Le spectre pollinique obtenu ici montre une forte dominance des herbacées (graminées et liguliflores surtout). Le seul arbre dénombré est le Pin, présent en faibles quantités, avec un pic atteignant 36,5%. Le caractère steppique de la végétation est donc encore plus accusé qu'au Signal de Bougy. Un tel profil peut être placé dans le Würm moyen, ou lors des oscillations qui ont précédé le retrait final würmien. La pauvreté en espèces arborescentes ne permet pas de donner plus de précisions.

L'étude des mollusques ne cerne pas davantage l'âge de ces dépôts. M^{me} BURRI me communique que si les trois espèces déterminées ont comme point commun la recherche d'une certaine humidité, leurs habitats diffèrent quelque peu: *Arianta arbustorum* est une espèce semi-forestière, *Iphigena lineolata* affectionne le milieu forestier, et *Cochlicopa lubrica* peut s'adapter à de nombreux biotopes.

Ces trois mollusques sont communs dans les dépôts anciens. *Arianta arbustorum* a été autrefois particulièrement répandue. Actuellement, elle ne se rencontre qu'exceptionnellement en dessous de 700 m.

M^{me} BURRI me signale d'autre part la présence de granulations calcaires de *Lumbricus terrestris* L. qui attestent la présence d'un sol non forestier.

Le paysage de steppe semble donc se confirmer. Quelques bosquets de pins devaient subsister, notamment sur l'emplacement du prélèvement.

Ce dernier devait de plus être marqué par une petite résurgence d'eau lui donnant un caractère palustre peu prononcé.

ANALYSES DU C₁₄

Signal de Bougy

J.P. VERNET a remis en 1970 au Centre des Faibles radioactivités de Gif-sur-Yvette un échantillon prélevé par JEANNET et conservé au Musée géologique de Lausanne. La date obtenue est $\geq 35\ 000$ BP. (Réf. GIF 1192).

Tartegnin

Un échantillon prélevé en 1980 a été daté par Lyon de ≥ 34000 BP (Ly-2060). Cet âge écarte une des propositions polliniques (Würm tardif) et place ce dépôt dans le Würm moyen.

INTERPRETATIONS

Les pourcentages des différentes classes pétrographiques ont été reportés sur deux graphiques à 2 dimensions, avec en abscisse les % des roches ignées et métamorphiques par rapport au total des roches alpines, et en ordonnée les % des roches molassiques, par rapport à ce même total. Ce mode de représentation laisse au lecteur l'avantage de pouvoir juger de l'importance relative du cristallin et du sédimentaire alpin, en faisant abstraction de la fraction molassique. Cette dernière a en effet plus de chances d'être liée à des facteurs locaux masquant la véritable identité d'une moraine (voir fig. 9).

*Individualisation des différents groupements pétrographiques.**Graviers*

- g₀) Les graviers du Signal de Bougy (20, 21 et 22) peuvent d'emblée être écartés puisqu'il s'agit de matériel anguleux et strié en formations relativement peu importantes et reflétant la composition des moraines qui leur sont liées.
- g₁) Dans cette catégorie sont groupés les graviers contenant plus de 70% de matériel cristallin (23, 24, 25).
- g₂) Comprend les graviers contenant moins de 55% de matériel cristallin (28, 29, 30).
- g₃) Est représenté par les graviers de Targegnin (26) qui contiennent plus de 100% de galets molassiques et une forte proportion de galets jurassiens.

Il reste à placer les graviers de Gilly (27), qui sont pétrographiquement assez proches de g₁, mais qui se rattachent altitudinalement à g₂. Il est possible qu'ils soient constitués en partie de matériel remanié provenant de g₁ (et notamment des graviers très quartzeux de Le Croset).

Moraines de fond

- m₃) Moraines contenant plus de 50% de cristallin et plus de 50% de molasse (6 et 7).
- m₁) Moraines contenant plus de 50% de cristallin et moins de 50% de molasse (1, 2, 3, 4 et 5).

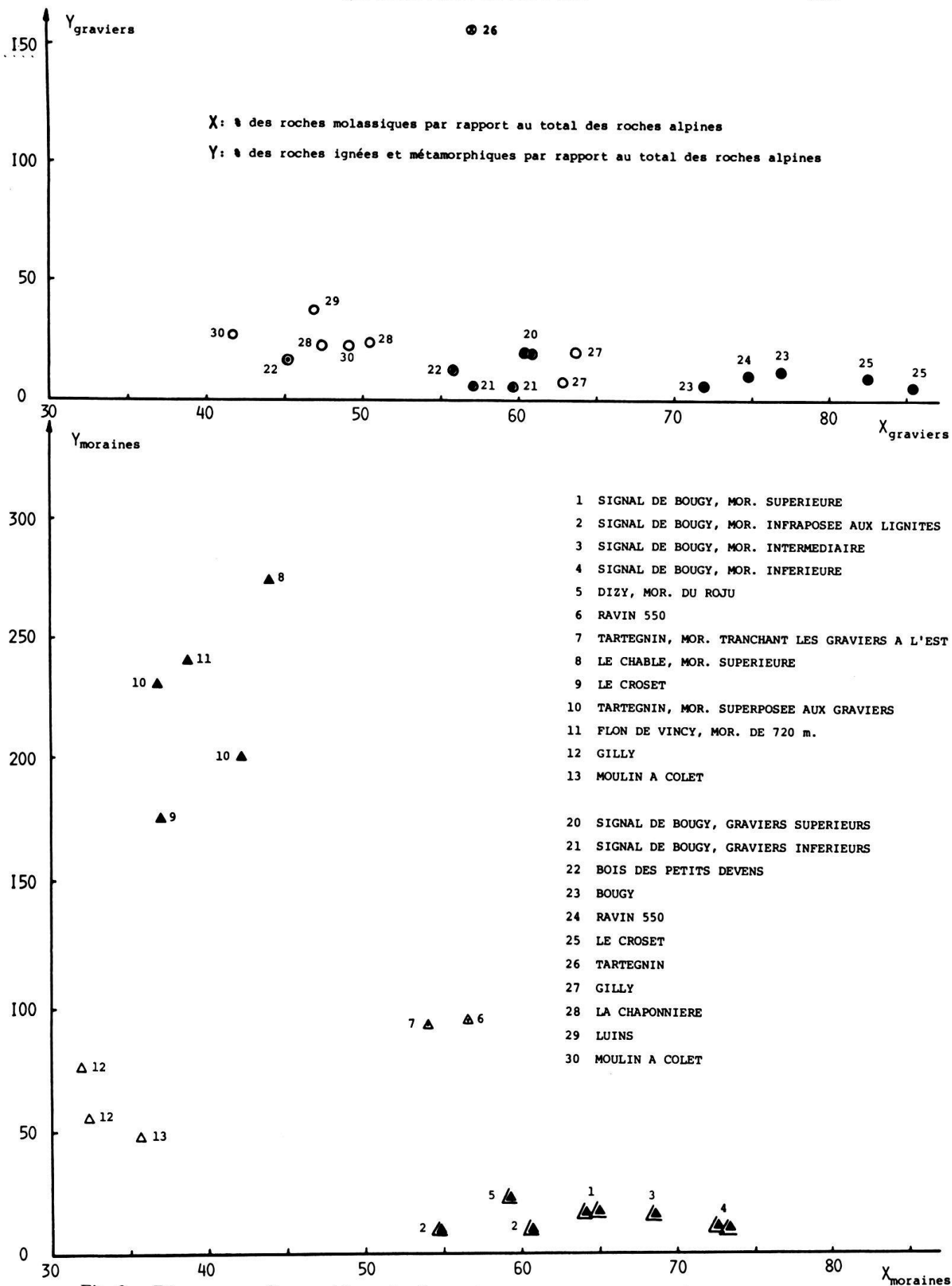


Fig. 9. - Diagramme pétrographique des formations quaternaires de la Côte.

m_{2a}) Moraines contenant moins de 45% de cristallin et plus de 150% de molasse (9, 10 et 11).

m_{2b}) Moraines contenant moins de 45% de cristallin et moins de 100% de molasse (8, 12 et 13).

Si l'on peut sans trop se risquer, séparer les moraines m₁ des moraines m₂, il en va autrement de la distinction entre m_{2a} et m_{2b}, ainsi qu'entre m₁ et m₃, puisqu'elle est basée sur leur contenu en galets molassiques. Dans le premier cas, il y a des arguments d'ordre lithologique qui semblent déterminants (voir plus loin Tartegnin).

Dans le second, les choses sont moins claires: m₃ peut en effet être considéré comme un pôle plus molassique de m₁ ou comme un hybride entre m₁ et m_{2a}. L'individualisation de m₃ n'est donc pas certaine.

Hypothèses de travail proposées (voir fig. 10)

1) Je considère les moraines m_{2a} et m_{2b} comme étant les plus récentes, pour les raisons suivantes:

- Elles ne sont nulle part recouvertes d'une autre moraine.
- Elles renferment un interstade daté polynologiquement du Würm moyen (Tartegnin).
- Elles représentent de loin les dépôts les plus abondants de toute la région.

2) La moraine m₃ est contemporaine de la moraine m_{2a} malgré une différence pétrographique notable.

Je n'ai en effet observé aucune lacune lithologique importante dans la coupe de Le Croset. Comme à l'ancienne gravière de Bougy, les graviers passent graduellement à la moraine. Les graviers de Le Croset appartenant à la même formation que ceux de Bougy, leurs moraines respectives doivent donc être du même âge.

Les graviers orientaux (g₁) sont ainsi liés à la moraine m_{2a}. Ils sont donc plus récents que les moraines du Signal (m₁) et doivent être considérés comme un placage important du versant de Bougy.

De Bougy à Bugnoux (g₁)

L'interprétation des dépôts de cette région a déjà été faite plus haut.

L'absence des calcaires jurassiens dans cette formation mérite d'être soulignée. Elle implique une origine des graviers strictement rhodanienne. A cette époque, les émissaires fluvio-glaciaires du Jura devaient donc rejoindre le cours d'eau périglaciaire en aval de Le Croset, soit dans la région de Tartegnin, en passant par le plateau d'Essertines, soit vers Begnins, en empruntant le vallon de Prévondavaux, puis celui de la Sérine.

Tartegnin

Les graviers de Tartegnin (g_3) se distinguent nettement de g_1 et g_2 . Sans parler de leur composition pétrographique, ils sont plus fins, plus sableux et passent brusquement à la moraine de fond supérieure. Ils sont cependant en position lithologique identique à g_1 , sur le même plancher molassique. Leur âge est donc probablement peu éloigné de celui de g_1 , vraisemblablement plus ancien.

La moraine (m_{2a}) de Tartegnin porte un interstade daté de $\geq 34\,000$, plus précisément du Würm moyen (Hengelö p.ex.). Ce matériel limoneux et sableux porte les traces d'une forte compaction qui implique la présence d'en tout cas un glacier par-dessus. Il ne subsiste rien des dépôts laissés par ce glacier, si ce n'est éventuellement la moraine tranchant les graviers à l'E. Ils ont donc dû glisser ou être érodés. Il n'y a guère d'autres possibilités que de les rattacher à m_{2b} , puisque les autres moraines sont admises comme plus anciennes que m_{2a} (hypothèse n° 1).

De Gilly à Begnins (g_2)

A l'instar de g_1 , cette formation relève d'un dépôt de bordure de progression glaciaire. Le glacier a ensuite transgressé sur ses graviers et a déposé sa moraine (m_{2b}).

L'épisode glaciolacustre de Gilly mérite quelques commentaires: la présence de blocs de 1 à 2 m³ peut difficilement s'expliquer autrement que par transport sur un iceberg. Or, pour transporter 2 m³ de roche d'une densité de 2,7, il faut au minimum 54 m³ de glace! Ces blocs étant en majorité de provenance jurassienne, quel cours d'eau assez important pour laisser passer 54 m³ a pu amener ces blocs d'un glacier jurassien jusqu'à la bordure du glacier du Rhône? La réponse est dans l'acceptation d'un englacement du Jura déjà suffisamment prononcé, soit pour libérer une grande quantité d'eau de fonte, soit pour amener une langue glaciaire à proximité du glacier du Rhône, en amont de Gilly.

La présence notable de matériel jurassien dans la coupe de Begnins est probablement liée à l'apport d'une ancienne Sérine, émissaire du Jura se joignant à la rivière périglaciaire.

CONCLUSION

Les graviers de la Côte peuvent être dissociés en deux formations fluvioglaciaires recouvertes chacune d'une moraine de fond et séparées par un interstade de Weichselian moyen (Tartegnin).

La formation occidentale (de Gilly à Begnins) semble être la plus récente. Il est possible qu'elle soit liée à une extension rhodanienne restreinte (Néowürm de KILIAN, 1917). La moraine qui y est associée n'a en effet pas été rencontrée dans la région à une altitude dépassant 650 m.

La formation orientale (de Bougy à Le Croset) est un peu plus ancienne (plus de 34 000 BP). Elle est plaquée contre le versant morainique du Signal de Bougy dans lequel quatre épisodes glaciaires ont pu être distingués. Les deux derniers sont séparés par un interstade du Weichselian précoce.

J'ai tenté de corrélérer mes résultats avec les chronologies établies par: W. H. ZAGWIJN (1974), - G. WOILLARD (1977), - A. BRUN (1977).

(Voir fig. 11).

J'adresse mes plus vifs remerciements à Monsieur le professeur MARCEL BURRI, dont les conseils avisés m'ont permis de mener à bien cette étude, ainsi qu'à Madame FRANÇOISE BURRI qui a bien voulu se charger de la détermination des mollusques.

L'institut de Botanique systématique et de Géobotanique dirigé par Monsieur le professeur PIERRE VILLARET a aimablement mis son laboratoire à disposition.

Ce travail a été réalisé grâce à l'aide financière du Fonds national suisse de la recherche scientifique, (requête N° 2.010 - 0.78).

BIBLIOGRAPHIE

- AEBERHARDT, B. 1903. - Etude sur les alluvions anciennes des environs de Genève. *Eclogae geol. Helv.* 7, 271-286.
- BERSIER, A. 1943. - Rapport géologique sur les lignites interglaciaires de Bougy-Féchy. *Archives géol. suisses*, Berne.
- BRUN, A. 1966. - Révision de la stratigraphie des dépôts quaternaires dans la basse vallée de la Dranse (Haute-Savoie). *Rev. Géogr. phys. Géol. dyn.* 8/5.
- 1977. - Données floristiques et paléoclimatologiques du pléistocène supérieur dans le Chablais (Haute-Savoie). Résultats synthétiques et Chronostratigraphie. *Bull. Assoc. franç. pour l'étude du quater.* 52.
- BURRI, M. 1963. - Le quaternaire des Dranses (Savoie). *Mém. Soc. vaud. Sc. nat.* 13.
- FALCONNIER, A. 1931. - Etude géologique de la région du Col du Marchairuz. Thèse, Genève.
- 1951. - Feuille 25 de l'Atlas géologique de la Suisse au 1:25 000, avec notice (Les Plats, Marchairuz, Arzier, Gimel). Commission géol. suisse.
- GAGNEBIN, E. 1937. - Les invasions glaciaires dans le bassin du Léman. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.* 59, 335-416.
- HEER, O. 1858. - Les charbons feuilletés de Durnten et d'Uznach. Traduit de l'allemand par C.-Th. Gaudin. *Arch. Sc. Genève*, tirage à part, 13-14.
- 1872. - Le monde primitif de la Suisse, Trad. franç. par Isaac Remole, 657.
- JEANNET, A. 1923. - Les charbons feuilletés de la Suisse occidentale. *Beitr. Geol. Schweiz, geotech. Ser. Liefg.* 8, 500-526.

Chronologie relative proposée	Chronologies établies		
	W.H. ZAGWIJN	G. WOILLARD	A. BRUN
m2b Moraine recouvrant les graviers occidentaux	Weichselian supérieur	Lanterne 3	Néowürm maximum Interstade de Stonnex (23000 BP) Néowürm Congl. des Drances (26000 BP ?)
g2 Graviers occidentaux	Hengelö ou Upton Warren	Charbon ou Pile	
m2a =m3 Moraine recouvrant les graviers orientaux	Oscillations du Weichselian moyen	Lanterne 2	Mésowürm
g1 Graviers orientaux			
m1 Moraine supérieure du SB	Odderade	Ognon 3	-----
g3 Graviers de Tartegnin			
m1 Interstade du SB	Oscillations du Weichselian précoce	Lanterne ┌ Stadal 3 └ Stadal 2 └ Stadal 1	-----
m1 Moraine altérée du SB			
m1 Moraine interméd. du SB			
m1 Moraine inférieure du SB			Lacune -----

SB = Signal de Bougy

Fig. 11. - Corrélatons possibles avec la chronologie proposée.

- JOUKOWSKY, E. 1923. – L'âge des dépôts glaciaires des environs du plateau genevois. *C.R. séances Soc. Phys. Hist. nat. Genève*, 40/2, 49-52.
- 1928. – La cimentation des graviers quaternaires. Une hypothèse de travail. *C.R. Soc. Phys. Hist. nat. Genève*, 45/2, 86-89.
- 1931. – Sur quelques postulats de la glaciologie quaternaire. *Arch. Sc. phys. Hist. nat. Genève*, 5^e périod. 13, 109-120.
- KILIAN, W. & REVIL, J. 1917. – Etudes sur la période pléistocène dans la partie moyenne du bassin du Rhône. *Ann. Univ. Grenoble*, 21/3.
- KILIAN, W. 1923. – Sur les dépôts glaciaires des environs de Genève. *C.R. séances Soc. géol. France*, 15, 179.
- LAGOTALA, H. 1926. – Contribution à l'étude des dépôts quaternaires du bassin du Lac de Genève. Livre jubil. publ. à l'occasion du cinquantième de la Soc. géol. de Belgique, Liège, 123-139.
- MEYER DE STADELHOFEN, C. 1975. – Atlas des résistivités électriques apparentes du Moyen-Pays vaudois. Cahier d'aménagement régional 15.
- MORLOT, A. 1858. – Sur le terrain quaternaire du bassin du Léman. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.* 6, 101-108.
- PENCK, A. 1922. – Die Terrassen des Isartales in den Alpen. *Sitzber. preuss. Akad. Wiss.*, 39, 184.
- VERNET, J.P. 1956. – La géologie des environs de Morges. Thèse, Genève.
- 1973. – Feuille 62 de l'*Atlas géologique de la Suisse* au 1:25 000, avec notice. (1242 Morges). Commission géol. suisse.
- WELTEN, M. 1979. – Gletscher und Vegetation im Lauf der letzten hunderttausend Jahre. (Vorläufige Mitteilung). *Verh. schweiz. natf. Ges.* 158.
- WOILLARD, G. 1974. – Exposé des recherches palynologiques sur le Pléistocène dans l'Est de la Belgique et dans les Vosges lorraines. *Trav. Lab. Palynol. Phytosoc. Univ. Louvain*.
- 1977. – Végétation et climat des derniers 140 000 ans dans la tourbière de la Grande Pile (N.E. France). *Palaeoecology of Africa*, 10/11.
- ZAGWIJN, W.H. 1961. – Vegetation, climate and radiocarbon datings in the Late Pleistocene of the Netherlands. Part. I: Eemian and Early Weichselian. *Meded. geol. Sticht. n.s.*, 14.
- 1974. – Vegetation, climate and radiocarbon datings in the Late Pleistocene of the Netherlands. Part. II: Middle Weichselian. *Meded. Rijks geol. Dienst*, 25/3.

Manuscrit reçu le 12 juin 1980.