

# Étude géologique du cordon littoral III à Yverdon-les-Bains

Autor(en): **Wohlfarth-Meyer, Barbara**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **78 (1986-1987)**

Heft 371

PDF erstellt am: **14.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-278917>

## **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.

## Etude géologique du cordon littoral III à Yverdon-les-Bains

PAR

BARBARA WOHLFARTH-MEYER<sup>1</sup>

Avec une annexe palynologique de A.-M. SCHNEIDER

*Résumé.* – Plusieurs coupes ont été relevées et étudiées dans une tranchée de canalisation ouverte en ville d'Yverdon-les-Bains, sur la rive sud-ouest du lac de Neuchâtel. Les niveaux mis en évidence appartiennent à l'époque de La Tène (II<sup>e</sup> siècle avant J.-C.) et surtout au cordon littoral III.

Les argiles limoneuses lacustres constituent la base de la séquence étudiée, datées par analyse palynologique du Subboréal/Subatlantique. Les graviers et sables du cordon littoral sont conservés sur une épaisseur de 30 à 100 cm. Les niveaux de l'époque de La Tène reposent directement sur le cordon.

*Summary.* – *Geological studies at beach ridge III of Yverdon-les-Bains*

Yverdon-les-Bains lies at the southwest end of lake Neuchâtel, in western Switzerland. In the old town of Yverdon several profiles have been investigated in a construction pit.

The outcrops showed deposits of La Tène age (2nd Century BC) and sediments of an old beach ridge.

The base of the profiles consist of silty clays; they are interpreted as limnic sediments and must have been deposited during the Subboreal/Subatlantikum (according to pollen analysis).

The sediments of the overlying beach ridge are up to 100 cm thick and consist of gravel and coarse sand. The layers of La Tène age lie directly upon the beach ridge.

*Zusammenfassung.* – *Geologische Untersuchungen am Strandwall III von Yverdon-les-Bains*

In der Altstadt von Yverdon-les-Bains, am Südwestufer des Neuenburgersees konnten in einem Kanalisationsgraben mehrere Profile aufgenommen und bearbeitet werden; neben la tènezeitlichen Ablagerungen waren hier vorallem die Sedimente des Strandwalles III aufgeschlossen.

<sup>1</sup> Seminar für Ur- und Frühgeschichte der Universität Basel. Ältere und Naturwissenschaftliche Abteilung – Petersgraben 9-11 – CH-4051 Basel.

Die Basis der Grabenprofile bestand aus siltigen Tonen, die als Seeablagerungen gedeutet werden. Palynologische Untersuchungen stellen diese Tone in den Zeitraum Subboreal/Subatlantikum. Die Ablagerungen des strandwalles sind 30-100 cm mächtig und bestehen aus Schottern und Sanden. Die la tènezeitlichen Besiedlungsschichten liegen direkt dem Strandwall auf.

## 1. INTRODUCTION

Une importante fouille pour canalisations a été ouverte en hiver 1983-84 aux abords de la vieille ville d'Yverdon-les-Bains dans la rue des Philosophes et la rue des Jordils (fig. 1). L'essentiel de la coupe a été l'objet d'une analyse archéologique, qui a mis en évidence des niveaux remontant à l'époque de La Tène, avec un matériel archéologique très remarquable (CURDY et KLAUSENER 1985). La tranchée a également touché certaines parties du cordon littoral yverdonnois N° III (d'après KASSER 1975, p. 56). Sept profils ont pu faire l'objet d'une étude géologique (WOHLFARTH 1985), avec l'accord et le soutien financier de la Section des monuments historiques et archéologie de l'Etat de Vaud. Le but premier de cette étude était de répondre à diverses questions intéressant les archéologues. Il s'agissait de la genèse du cordon littoral, du milieu sédimentaire dans lequel s'étaient déposées les formations sous-jacentes et sus-jacentes, et enfin du niveau du lac à l'époque de La Tène.

### 1.1 *Morphologie générale*

La ville d'Yverdon-les-Bains est établie à l'extrémité nord-est de la plaine de l'Orbe, qui s'allonge au pied du versant sud du Jura, du Mormont, près de La Sarraz, au lac de Neuchâtel. Les coteaux molassiques tertiaires du plateau bordent la plaine de part et d'autre. Sa largeur varie de 2 km au sud à 4 km au nord. De nombreuses petites rivières et ruisseaux drainent les versants molassiques et les pentes du Jura, se rassemblent dans la plaine et s'écoulent vers le lac de Neuchâtel par un réseau aujourd'hui largement canalisé. Les cours d'eau de l'ouest à l'est sont: La Brine, Le Bey, le Canal occidental, Le Mujon et La Thièle, le Canal oriental et le Buron.

### 1.2 *La géologie des environs d'Yverdon (fig. 2)*

Les formations régionales les plus anciennes apparaissent au Mont-Chamblon, au sud-ouest d'Yverdon. Ce sont des calcaires et marnes calcaires du Crétacé moyen et inférieur (JORDI 1955); à l'est comme à l'ouest de la plaine de l'Orbe on rencontre la molasse d'eau douce inférieure et la molasse marine supérieure (JORDI 1955; JÄCKLI 1950). La plaine de l'Orbe constitue le secteur sud-ouest de l'important surcreusement du sillon subjurassien (selon KELLERHALS et TRÖHLER 1976), dépression occupée actuellement par

Yverdon-les-Bains VD

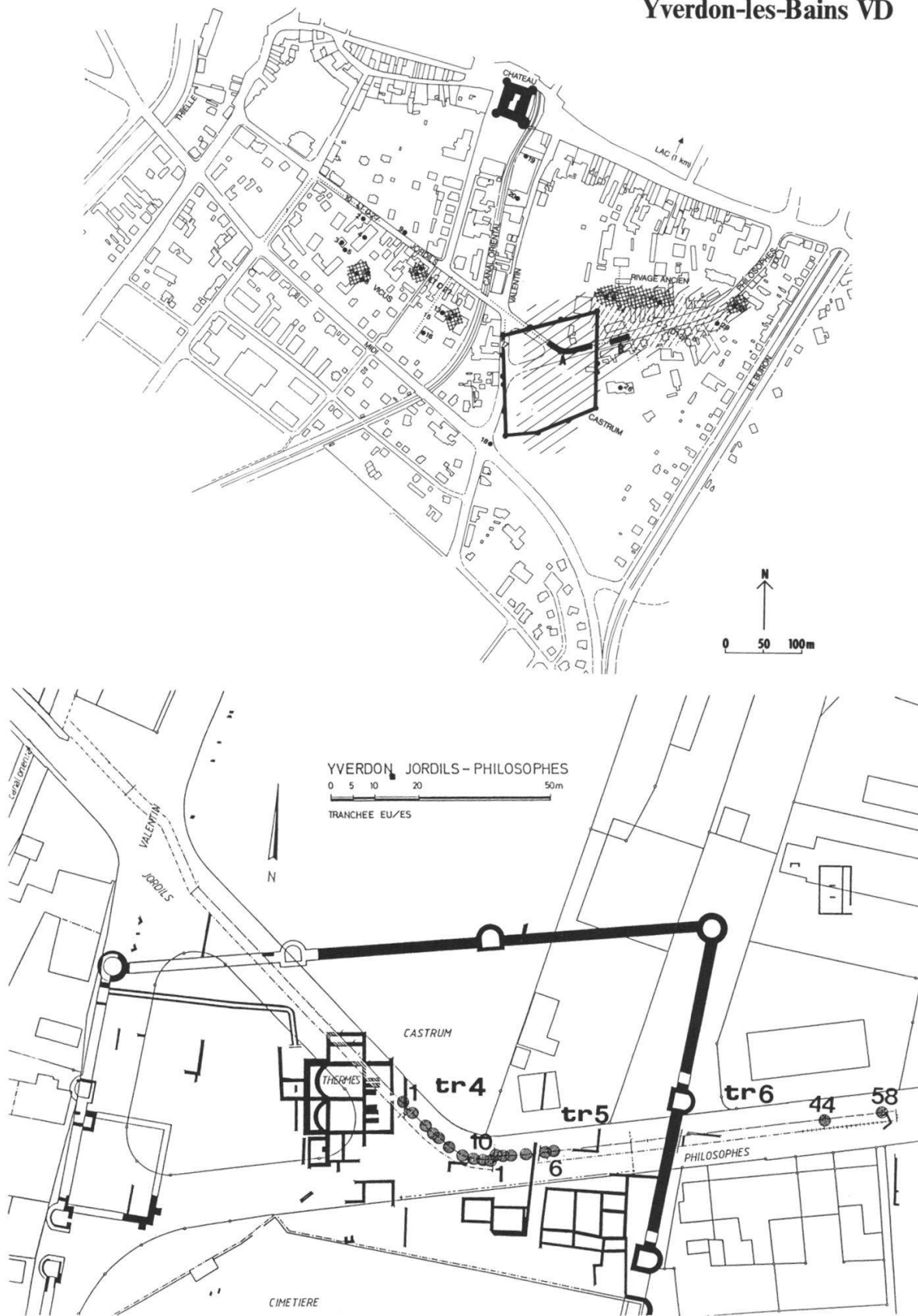


Figure 1. – Emplacement des tronçons étudiés et profils analysés (A-B). tr 4: 1-10; tr 5: 1-6; tr 6: 44, 58. En noir: castrum et vestiges romains. Hachuré: extension du site archéologique.

les deux grands lacs subjurassiens de Neuchâtel et de Bienne. La formation du sillon peut s'expliquer pour une part par la situation tectonique régionale. D'autre part, on pourrait évoquer une érosion profonde lors de l'anté-pénultième glaciation (Mindel (?), au sens classique du terme). Des mouvements récents de la croûte terrestre peuvent également entrer en ligne de compte (MEYER-WOHLFARTH 1986; SCHLÜCHTER 1979). Les dépôts glaciaires du nord-est de la plaine de l'Orbe sont mal connus. Pour l'essentiel il s'agit de la moraine de fond de la dernière glaciation, recouvrant largement le plateau molassique à l'est de la plaine de l'Orbe. JORDI (1955, p. 73) identifie des «graviers fluvio-glaciaires» aux environs de La Brine et émet l'hypothèse qu'il s'agit «de graviers d'un barrage glaciaire», charriés par le glacier ou par des masses de glace morte abandonnées au pied du Jura.

Après que le glacier du Rhône se fut retiré du plateau suisse, la plupart des auteurs admettent qu'un «lac de Soleure» s'étendait de Soleure à La Sarraz (entre autres BECKER 1972, PETCH 1970, ZIMMERMANN 1963, BECK 1957, RUMEAU 1954, RAMSEYER 1952, JÄCKLI 1950, LÜDI 1935, MÜHLBERG 1910, FAVRE 1883). Les dernières observations géologiques faites dans la vieille ville de Soleure et dans le Grand-Marais au nord-ouest du lac de Neuchâtel nous donnent à penser que ce lac de Soleure ne peut guère avoir existé dans l'extension et aux niveaux supposés (MEYER-WOHLFARTH 1986, 1987). L'image que nous proposons serait plutôt celle de plusieurs lacs isolés et de larges plaines alluviales occupant les diverses gouttières de surcreusement. Mais aucune étude géologique détaillée n'a encore été effectuée pour l'évolution de la plaine de l'Orbe aux temps tardiglaciaires et postglaciaires.

Les analyses polliniques faites par GAILLARD (1985) dans le Marais de Rances, à l'ouest d'Yverdon, ont délimité une séquence allant du Dryas ancien au Boréal.

Des études géologiques faites à Yverdon – La Villette ont pu mettre en évidence d'anciens glissements de terrains holocènes, dont les phases successives de mouvement sont en étroite relation avec les fluctuations du niveau lacustre (GABUS, WEIDMANN et WEIDMANN 1975). Lors des fouilles archéologiques à Yverdon-les-Bains, garage Martin et avenue des Sports, des analyses palynologiques ont montré des couches tardi- et postglaciaires avec un hiatus de 5000 ans (LIESE-KLEIBER 1976, 1977).

Les reliefs des cordons littoraux tardifs et postglaciaires caractérisent la zone de l'agglomération historique d'Yverdon-les-Bains, courant parallèlement à la rive sud-ouest du lac de Neuchâtel et s'étirant d'ouest en est, des Tuileries et de Montagny jusqu'au Buron (fig. 2).

### 1.3 *Historique de l'analyse des cordons*

Les premières recherches relatives aux cordons littoraux yverdonnois remontent au milieu du siècle passé et n'ont cessé depuis. JAYET (1984) a

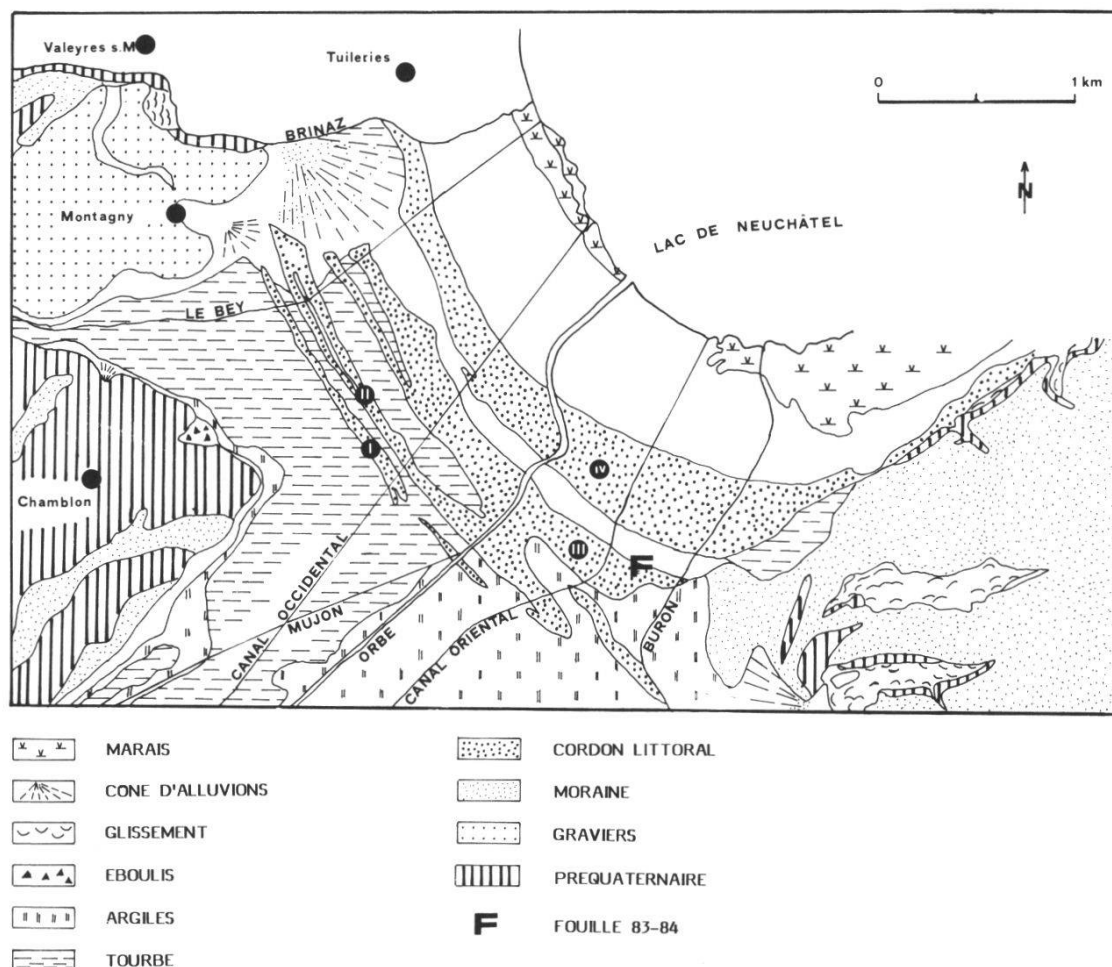


Figure 2. – Carte géologique des environs d'Yverdon-les-Bains, dessinée d'après JORDI (1955).

donné les premières descriptions détaillées de leur situation topographique, de leur structure et genèse probable. Il les définit comme des « dunes », nées de l'action des vagues du lac et marquant les différentes phases de retrait du lac de Neuchâtel. Pour LÜDI (1935), il s'agit aussi de cordons dunaires et il compare les formations yverdonnoises à celles que l'on observe entre Ins et Gampelen, sur la rive nord-est du lac de Neuchâtel. Il les décrit comme des dépôts liés aux phases d'inondation. JÄCKLI (1950) détermine les dunes yverdonnoises comme étant des cordons littoraux. Il distingue quatre formations différentes qui se subdivisent encore dans leur partie nord.

JORDI (1955) démontre que les graviers qui ont édifié les cordons ont été amenés par les cours de La Brine et du Buron, puis répartis par le flux des vagues du lac. KASSER (1975) recense sept cordons (PY, zero, I, II, IIIa, IIIb et IV) attribués chronologiquement aux divers niveaux hauts du lac de Neuchâtel, entre 9000 BC et 100 BC, selon le diagramme des variations des niveaux lacustres de LÜDI (1935). Les investigations archéologiques sur la rive sud-est du lac de Neuchâtel ont localisé des sédiments littoraux déposés vers 430,00 m d'altitude, qui ont pu être datés du Préboréal par le radiocarbone ( $8090 \pm 150$  BC, date non calibrée) (VITAL et VORUZ 1984).

Les cordons sont d'un grand intérêt pour les archéologues, car ils ont été le siège successif des divers états de l'agglomération yverdonnoise au cours des temps.

Selon KASSER (1975) la partie orientale du cordon III est occupée depuis la fin de l'époque de La Tène et aux temps des romains. Du VI<sup>e</sup> au XII<sup>e</sup> siècle, l'occupation est concentrée vers l'ancienne église Notre-Dame, dans la zone du Castrum romain tardif (KASSER 1975, p. 56, fig. 13–16 et p. 87, fig. 19–20). Au XIII<sup>e</sup> siècle (vers 1270), la ville médiévale est édiflée plus au nord-ouest sur le cordon IV (KASSER 1975, p. 87, fig. 21–22).

## 2. LES COUPES DE LA CANALISATION EU-ES

### 2.1 *Les profils du tronçon 4*

#### a) *Profil 3*

De haut en bas on trouve (fig. 3):

- 40 cm de sable brun foncé avec galets, charbon de bois et céramique;
- (V): 5 cm de sable beige avec galets jusqu'à 3 cm de diamètre;
- (V): 10 cm de sable beige;
- (IVb): 35 cm de sable brun foncé avec galets, charbon de bois et céramique fragmentée;
- 10 cm de sable beige avec galets jusqu'à 3 cm de diamètre;
- (IVa): 35 cm de sable brun foncé à gris-brun avec galets, charbon de bois et céramique fragmentée;
- (III): séquence de 40 cm de graviers à stratification oblique, à matrice sableuse grossière (galets jusqu'à 8 cm de diamètre) alternant avec des niveaux sableux grossiers, beiges, pauvres en galets;
- (II):
  - 55 cm de graviers brun rouge (galets jusqu'à 8 cm de diamètre avec une matrice sableuse grossière peu importante);
  - 3–5 cm de sable moyen brun foncé, riche en matières organiques;
  - 25 cm (au moins) de graviers beiges à matrice sableuse grossière (galets jusqu'à 5 cm de diamètre).

#### b) *Profil 5*

De haut en bas on distingue (fig. 4):

- (V): 5–15 cm de sable grossier à moyen gris foncé avec galets jusqu'à 4 cm de diamètre;
- 5 cm de sable grossier à moyen beige clair;
- (IVb):
  - 55 cm de limon gris foncé légèrement sableux et peu argileux, avec quelques galets (jusqu'à 10 cm de diamètre). Tessons de céramique, charbon de bois et os;
  - lentilles de 5 cm d'épais de sable grossier beige avec galets jusqu'à 3 cm de diamètre;
- (IVa): 20 cm de limon gris foncé, légèrement sablonneux et peu argileux, avec galets jusqu'à 4 cm de diamètre, charbon de bois, fragments de céramique et d'os;

YVERDON 1984 tronçon 4

Profil 3

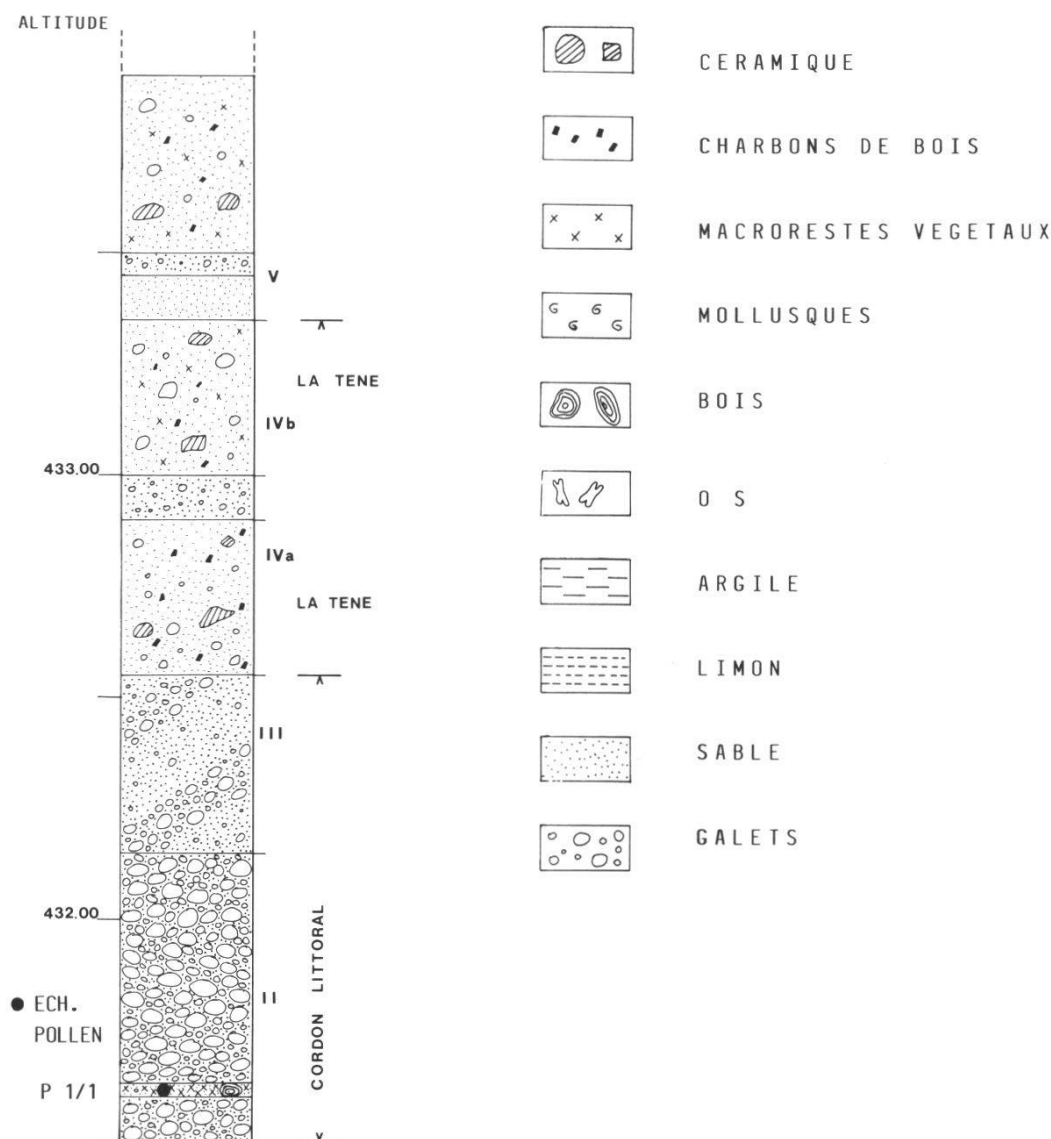


Figure 3. – Profil 3, tronçon 4; les formations du cordon littoral apparaissent à la base du profil.

- (III): 25 cm de sable grossier – gravillons beiges avec quelques galets (jusqu’à 3 cm de diamètre). A sa limite supérieure, on trouve de nombreux galets qui vont jusqu’à 8 cm de diamètre;
- (II): 50 cm (au moins) d’une séquence où alternent des galets gris (jusqu’à 5 cm de diamètre) à matrice sableuse grossière et des lits de galets rougeâtres (jusqu’à 3 cm de diamètre) sans matrice interstitielle.

c) Profil 6

De haut en bas on distingue (fig. 5)

- (V): 15 cm de sable grossier gris clair, avec quelques galets (jusqu’à 4 cm de diamètre);



## YVERDON 1984 tronçon 4

## Profil 5

ALTITUDE

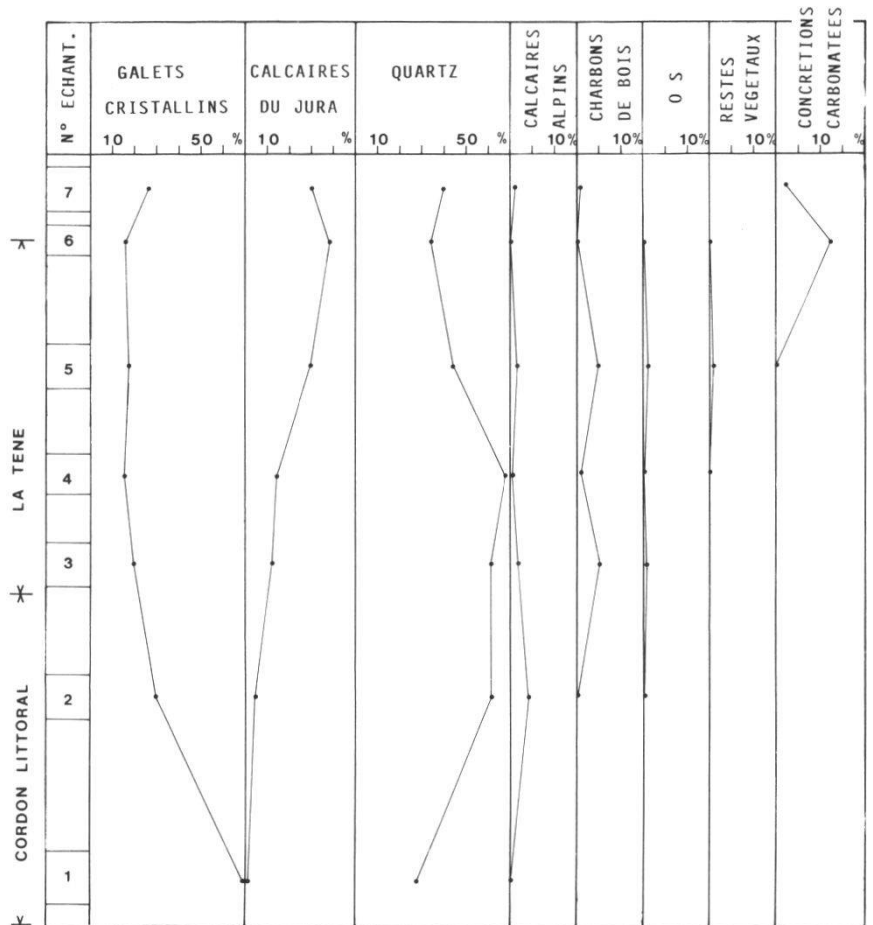
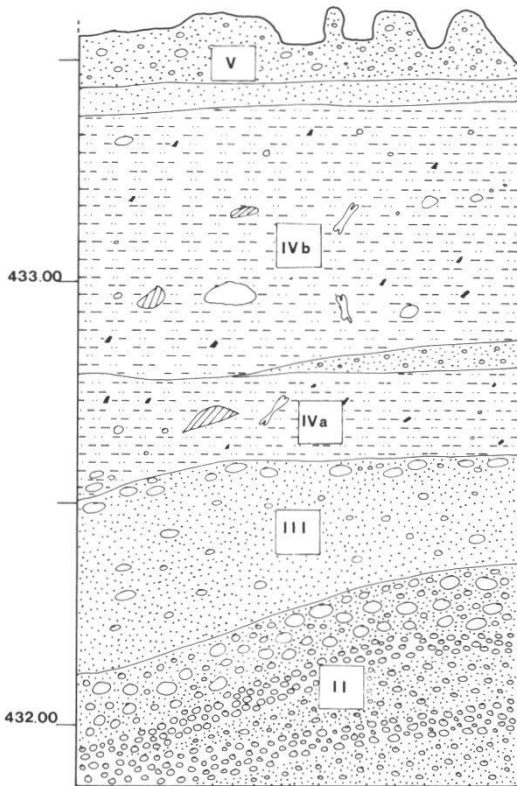


Figure 4. – Profil 5, tronçon 4; les graviers et sables du cordon littoral occupent le bas du profil, par-dessus viennent les niveaux de l'époque de La Tène. Le diagramme donne l'analyse de la fraction sableuse grossière (0,5–1,0 mm  $\varnothing$ ). Légende: voir fig. 3.

- (IV): 25–35 cm de limon gris foncé sableux et faiblement argileux, avec quelques galets (jusqu'à 13 cm de diamètre);
- (III): 8–14 cm de sable grossier beige avec quelques galets (jusqu'à 4 cm de diamètre), charbon de bois, fragments d'os et de céramique;
- (IIc): 20–35 cm de sable grossier, gravillonneux, gris-beige, avec galets jusqu'à 5 cm de diamètre; on y trouve intercalées des lentilles limono-sableuses légèrement indurées, contenant des galets jusqu'à 4 cm de diamètre;
- (IIb): 33–50 cm de sable grossier – gravillons gris avec galets jusqu'à 6 cm de diamètre. Les galets sont disposés en formation serrée, en dépôt tendant à l'horizontale;
- (IIa): 28–40 cm d'une alternance à stratification oblique de sable fin rouge-brun avec galets (jusqu'à 5 cm de diamètre) et de sable grossier gris avec galets jusqu'à 5 cm de diamètre. Les galets sont fréquemment recouverts d'une croûte ferrugineuse;
- (I): 20 cm (au moins) d'argile limoneuse beige à brun clair avec macrorestes végétaux, fragments de mollusques et charbon de bois.

YVERDON 1984 tronçon 4

Profil 6

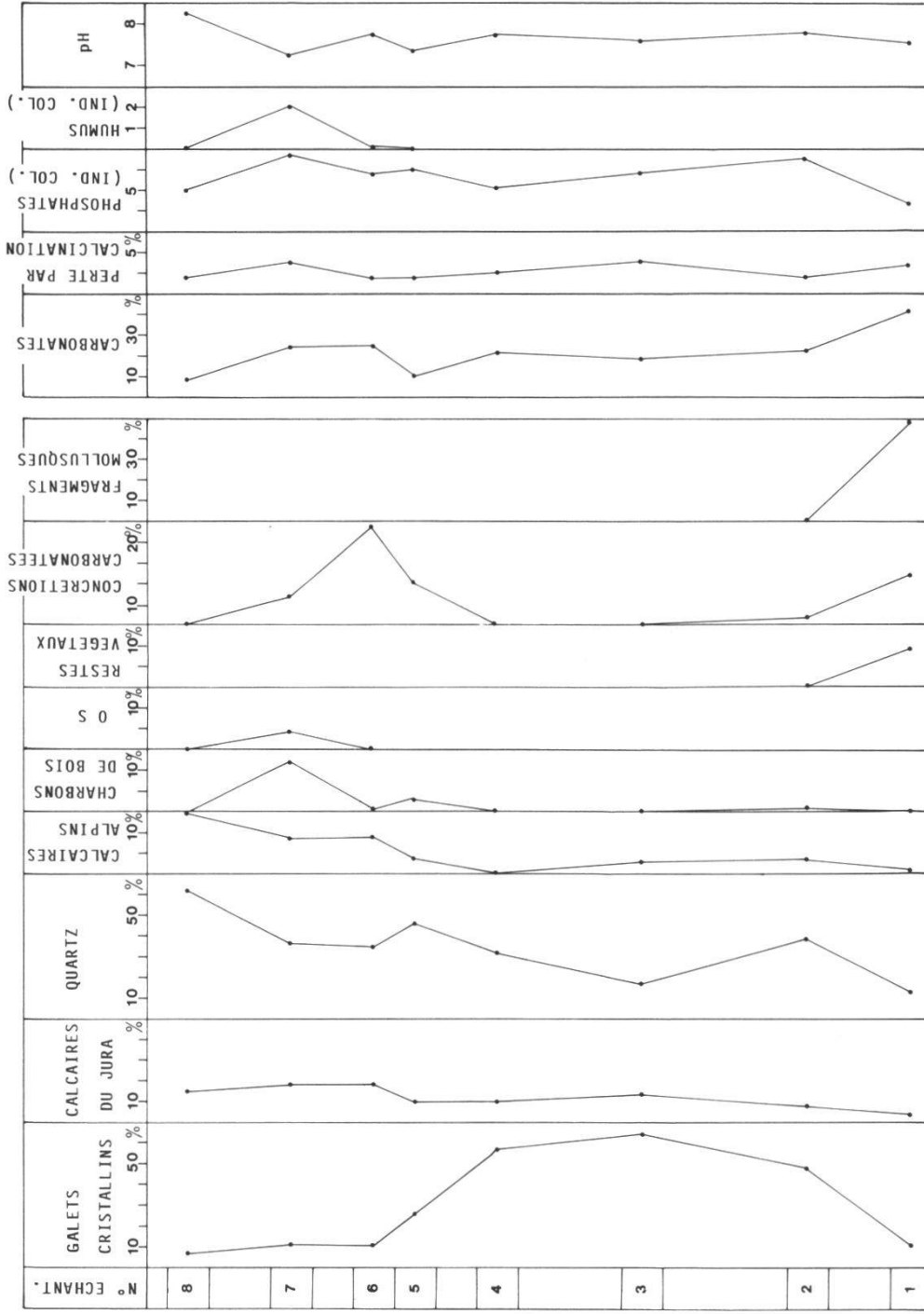
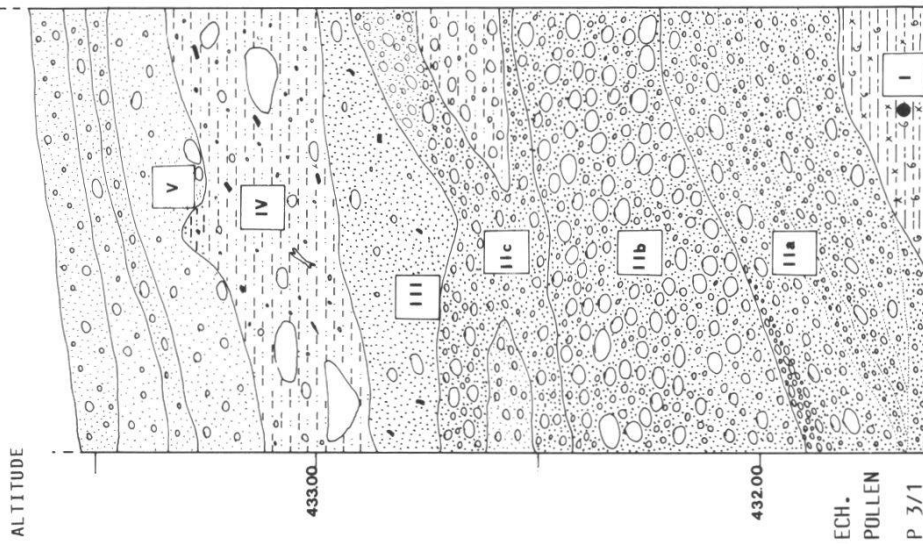


Figure 5. — Profil 6, tronçon 4. Les sédiments lacustres sont transgressés par les formations du cordon littoral, elles-mêmes surmontées par les niveaux de l'époque de La Tène. Le diagramme donne l'analyse de la fraction sableuse grossière (0,5–1,0 mm  $\phi$ ) et les analyses chimiques. Légende: voir fig. 3.

## d) Profil 8

De haut en bas on trouve (fig. 6):

- (Vb): 0–15 cm de sable grossier gris-vert avec galets jusqu'à 4 cm de diamètre;
- (Va): 10 cm de sable grossier beige avec galets (jusqu'à 3 cm de diamètre);
- (IV) 42 cm de limon sableux gris-vert avec quelques galets et fragments de mollasse (jusqu'à 8 cm de diamètre), des lentilles sableuses beiges, des fragments de bois, de charbon de bois, d'os et des macrorestes végétaux;
- (IIId): 40 cm de sable grossier beige avec des limites supérieures et inférieures très irrégulières; les galets sont plus petits à la partie supérieure (jusqu'à 3 cm de diamètre) qu'à la partie inférieure (jusqu'à 6 cm de diamètre);
- (IIc): 6 cm de sable moyen gris-vert;
- (IIb): 6–7 cm de sable fin gris-beige avec galets jusqu'à 4 cm de diamètre, mollusques, macrorestes végétaux et concrétions carbonatées; entre IIb et IIc se dépose un niveau limoneux gris-vert de 2 cm d'épaisseur;
- (IIa): 23 cm de sable grossier gris-beige à gris-vert, avec galets jusqu'à 4 cm de diamètre;
- (I): 30–35 cm (au moins) d'argile limoneuse brun sombre contenant du bois, du charbon de bois et des mollusques; sur elle repose une argile limoneuse jaune.

YVERDON 1984 tronçon 4

## Profil 8

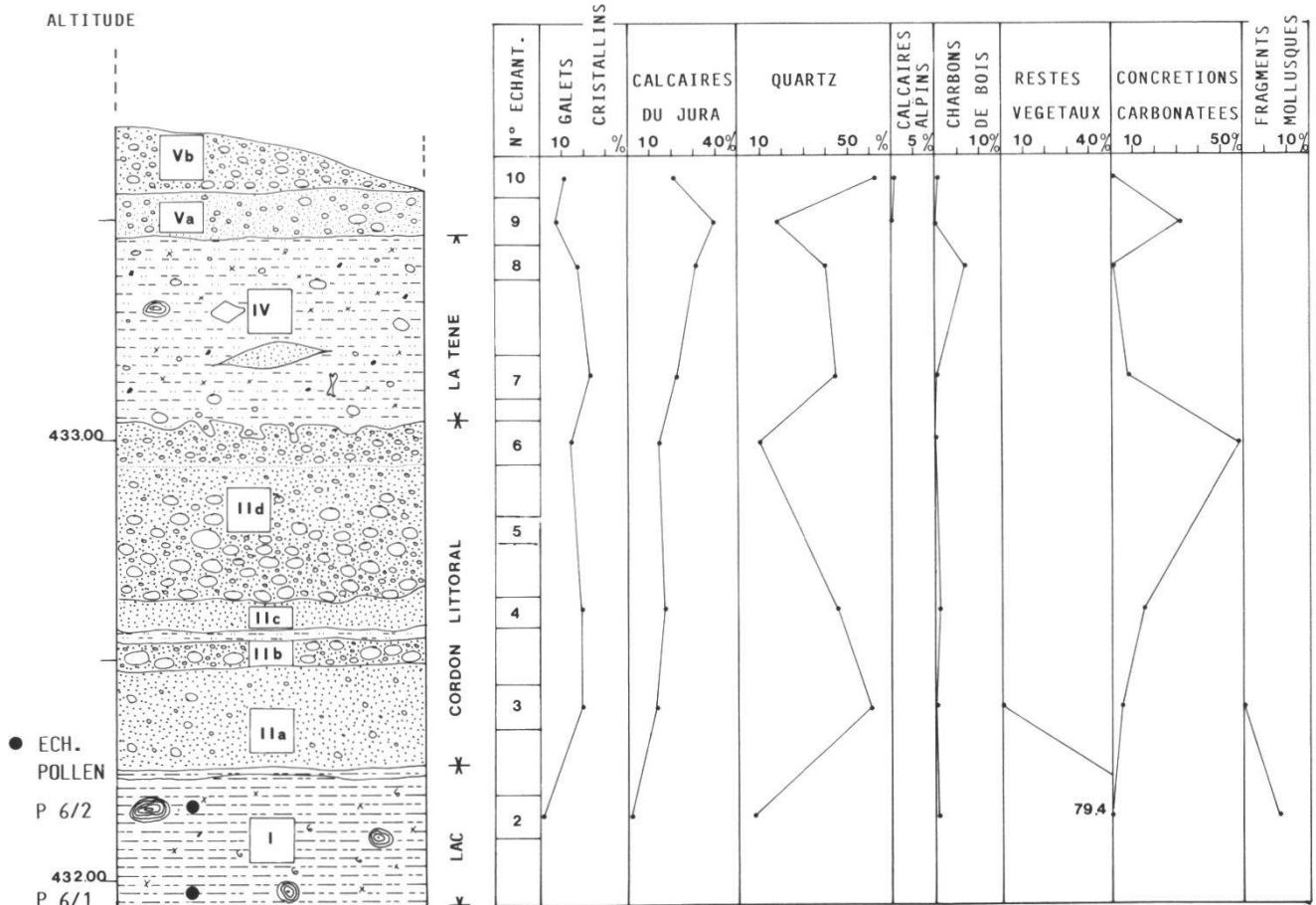


Figure 6. – Profil 8, tronçon 4. Légende: voir fig. 3.

e) Profil 9

De haut en bas on trouve (fig. 7):

- (IV): 35 cm de sable grossier gris avec galets jusqu'à 6 cm de diamètre;
- (Vc): lentilles sablonneuses de 2-6 cm d'épaisseur de sable grossier beige avec galets jusqu'à 2 cm;
- (Vb): 2 cm de sable grossier gris avec galets jusqu'à 2 cm;
- (Va): 7 cm de sable grossier beige avec galets jusqu'à 3 cm;
- (IV): 53 cm de limon à sable fin brun foncé, avec galets jusqu'à 4 cm de diamètre, charbon de bois, fragments de céramique et d'os;
- (IIId): 30 cm de sable grossier avec galets jusqu'à 4 cm; la densité des galets augmente vers le haut;
- (IIa): 4 cm de limon gris foncé, avec sable fin, mollusques, concrétions carbonatées et une dent;  
6 cm de sable fin beige;  
27 cm de sable fin gris-vert;  
4 cm de sable grossier gris-vert avec charbon de bois et fragments de mollusques;
- (I): 27 cm (au moins) d'argile limoneuse brune très riche en matières organiques, avec fragments de mollusques.

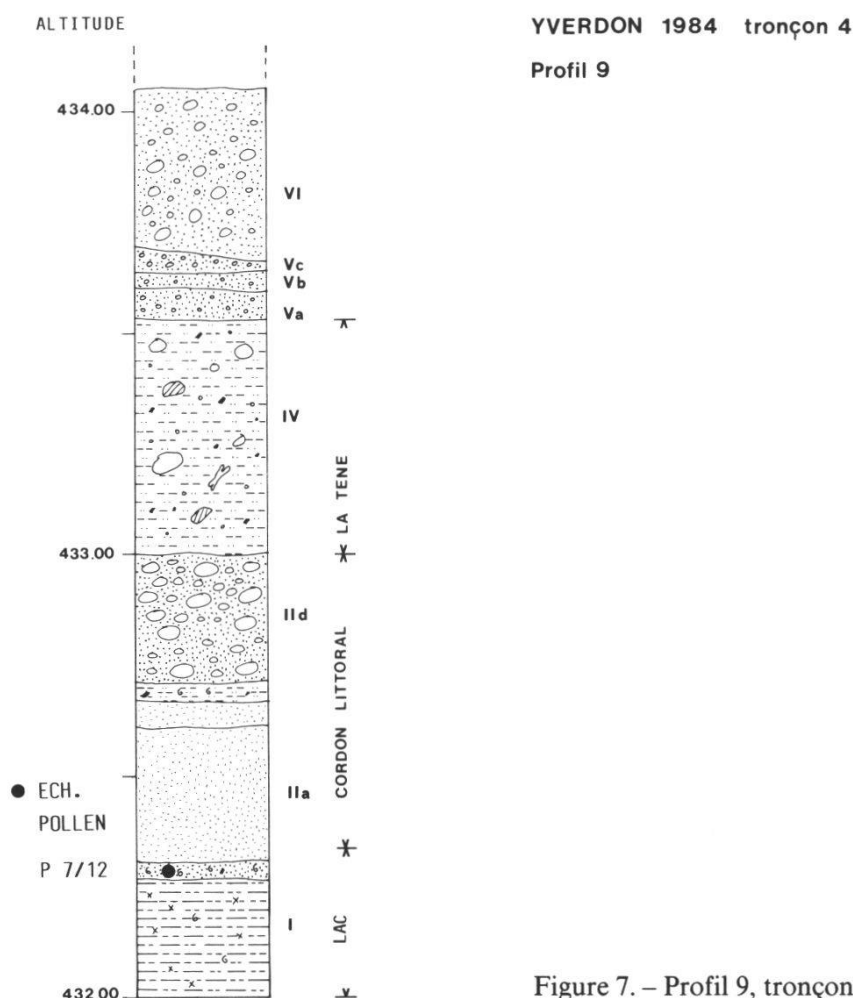


Figure 7. – Profil 9, tronçon 4. Légende: voir fig. 3.

## 2.2 Les profils du tronçon 6

## a) Profil vers le mètre 44.00

De haut en bas on trouve (fig. 8):

- (IX): 0–20 cm de limon sableux et argileux gris foncé avec nombreux restes d'ossements, charbon de bois et galets jusqu'à 3 cm de diamètre;
- (VIII): 0–5 cm d'argile gris-jaune;
- (VII): 0–25 cm de sable grossier jaune avec galets jusqu'à 3 cm de diamètre; lentilles argileuses;
- (VI): 0–8 cm de sable grossier jaune avec galets jusqu'à 3 cm de diamètre;
- (V): 4 cm de sable moyen brun clair avec restes organiques, petits galets de quartz jusqu'à 5 cm de diamètre et charbon de bois;
- (IV): 10 cm de sable moyen riche en matières organiques avec des galets jusqu'à 3 cm de diamètre, macrorestes végétaux et charbon de bois;
- (III): 40–50 cm de limon argileux gris-brun avec des galets parfois anguleux (jusqu'à 10 cm de diamètre), charbon de bois, macrorestes végétaux, restes de bois et nombreux fragments de mollusques;
- (II): 5–15 cm de limon argileux gris-brun avec quelques galets (jusqu'à 4 cm de diamètre) et fragments de bois;
- (I): 15 cm (au moins) de sable grossier blanc jaunâtre avec concrétions ferrugineuses.

## YVERDON 1984 tronçon 6

PROFIL VERS M. 44.00

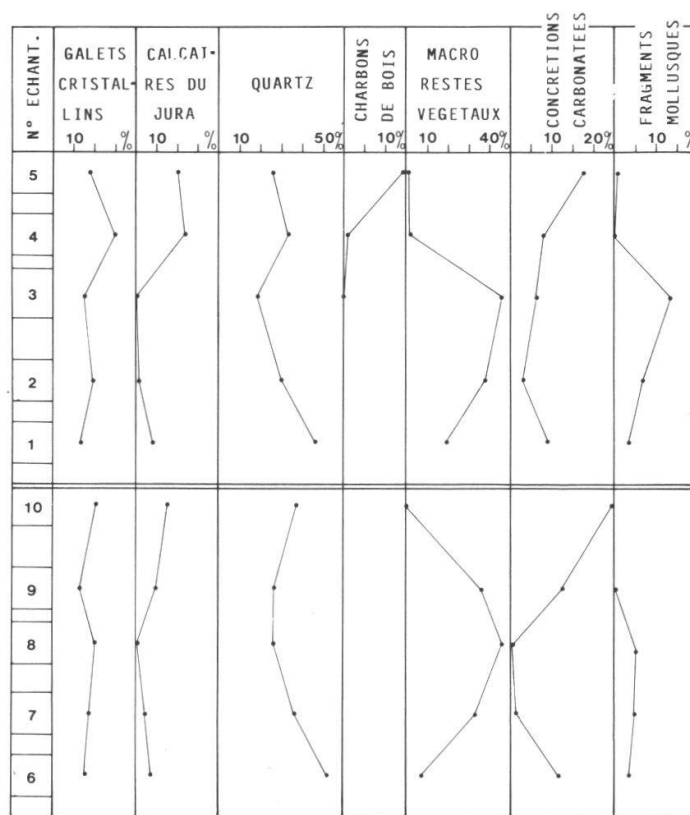
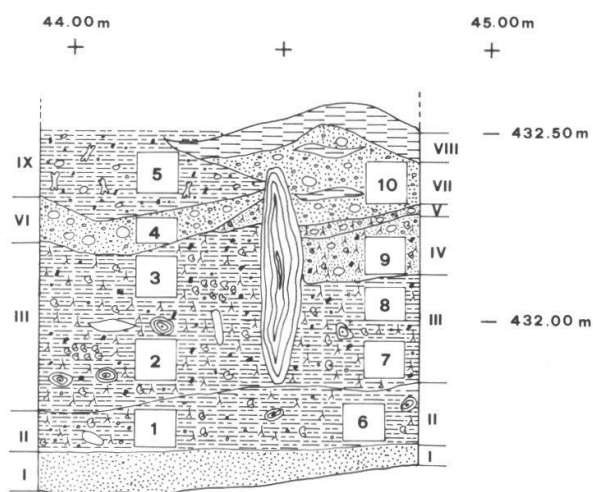


Figure 8. – Profil près du m 44,00, tronçon 6. Diagramme de la fraction sableuse grossière (0,5–1,0 mm).

b) *Profil vers le mètre 58.00* (fig. 9)

- (VIII): 7 cm de limon brun foncé avec galets jusqu'à 3 cm de diamètre, charbon de bois et macrorestes végétaux;
- (VII): 25 cm d'argile limoneuse brun foncé avec galets jusqu'à 4 cm de diamètre, macrorestes végétaux et charbon de bois;
- (VI): 45 cm d'argile grise avec galets jusqu'à 5 cm de diamètre et charbon de bois;
- (Va): 3 cm de limon gris;
- (V): 7–10 cm de sable gris clair à blanc avec galets jusqu'à 3 cm de diamètre;
- (IV): 30–40 cm d'argile sableuse rouge brunâtre avec galets jusqu'à 4 cm de diamètre, nombreux restes de bois et de charbon de bois; elle repose sur un nattage d'écorce et de baguettes;
- (III): environ 30 cm d'argile brune avec de petits galets de quartz (jusqu'à 0,5 cm de diamètre), fragments de mollusques, macrorestes végétaux et restes de bois;
- (IIIa): prisme d'argile grise dans la couche III;
- (II): 0–10 cm de sable grossier blanc jaunâtre avec traces d'oxydation ferrugineuse;
- (I): 10 cm (au moins) de galets gris jusqu'à 10 cm de diamètre.

### 2.3 *Analyses sédimentologiques et chimiques*

Les profils 5, 6, 8, 9, m 44,00 et 58,00 ont été échantillonnés en vue d'analyses sédimentologiques et chimiques. L'examen sédimentologique consiste en analyses granulométriques (profils 6, 8, m 55,00) et en analyses de la fraction sableuse grossière (profils 5, 6, 8, 9, m 44,00 et m 58,00). Des échantillons de 20 kg ont été prélevés dans les niveaux du cordon littoral riches en galets; pour les sédiments plus fins, un kilo par échantillon a suffi.

Pour l'analyse de la fraction sableuse grossière, appelée également analyse optique (WOHLFARTH-MEYER 1987, BROCHIER et JOOS 1982), l'échantillon est tamisé et la fraction 0,5 à 1 mm est l'objet d'un comptage à la loupe binoculaire. Pour les échantillons d'Yverdon, on a distingué les catégories suivantes: galets ou graviers cristallins; calcaires du Jura; calcaires alpins; quartz; charbon de bois; fragments osseux; macrorestes végétaux; concrétions carbonatées et fragments de mollusques. Cent cinquante à deux cents éléments ont été décomptés pour chaque échantillon et les pourcentages des diverses fractions sont représentés graphiquement. Les analyses chimiques ont mesuré la teneur en carbonates, la perte par calcination, le pH, la teneur en phosphates et la coloration humique.

La courbe granulométrique de l'échantillon 1 du profil 6 (argiles limoneuses, voir fig. 5) révèle des sédiments limono-argileux. Les échantillons du profil 6 (échantillon 3, voir fig. 5), profil 8 (échantillon 5, voir fig. 6) et du profil du m 58,00 (échantillon 11, voir fig. 9) sont caractérisés par un pourcentage élevé de matériel sableux et graveleux, reflétant la texture assez grossière du cordon littoral (fig. 10).

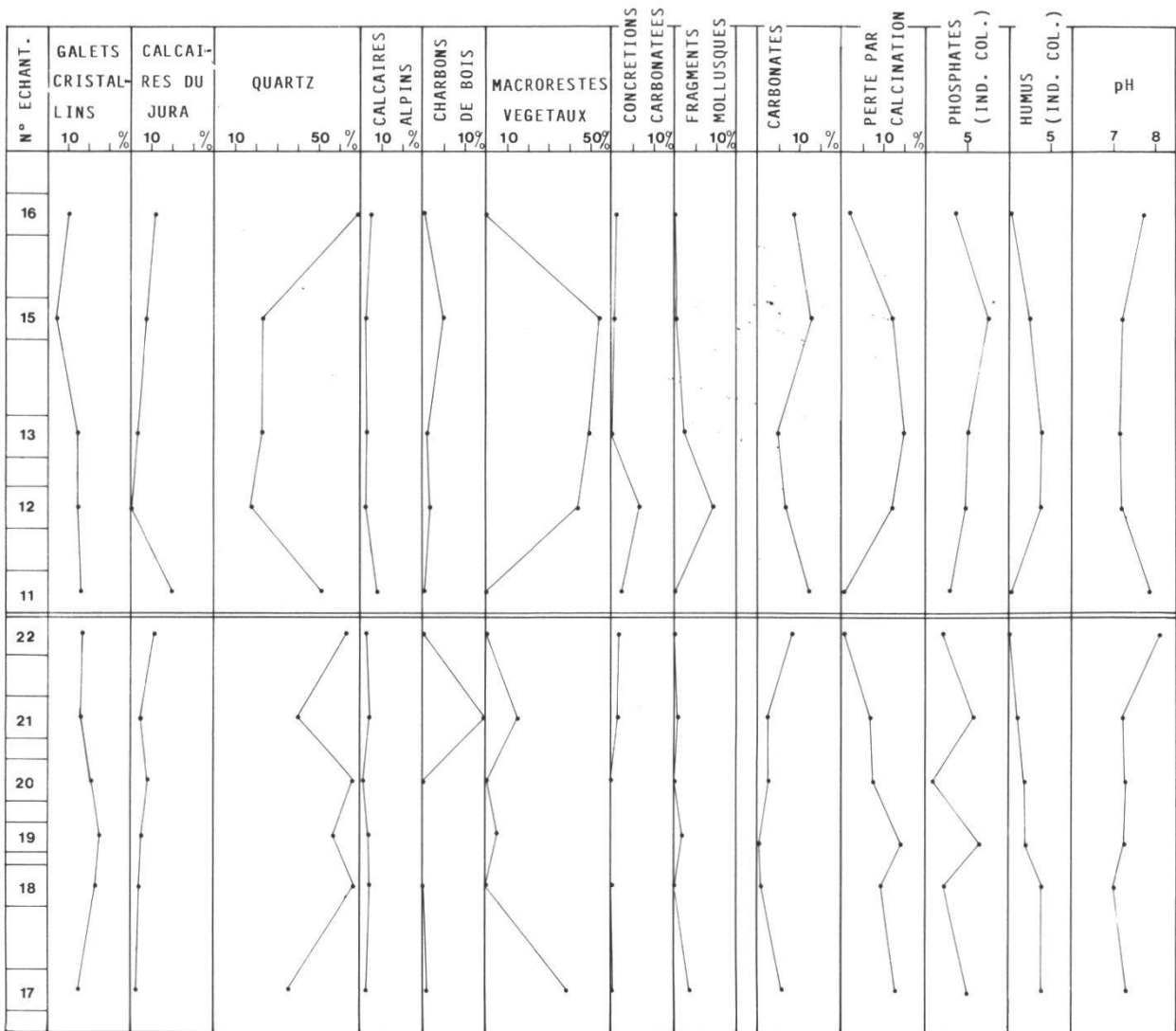
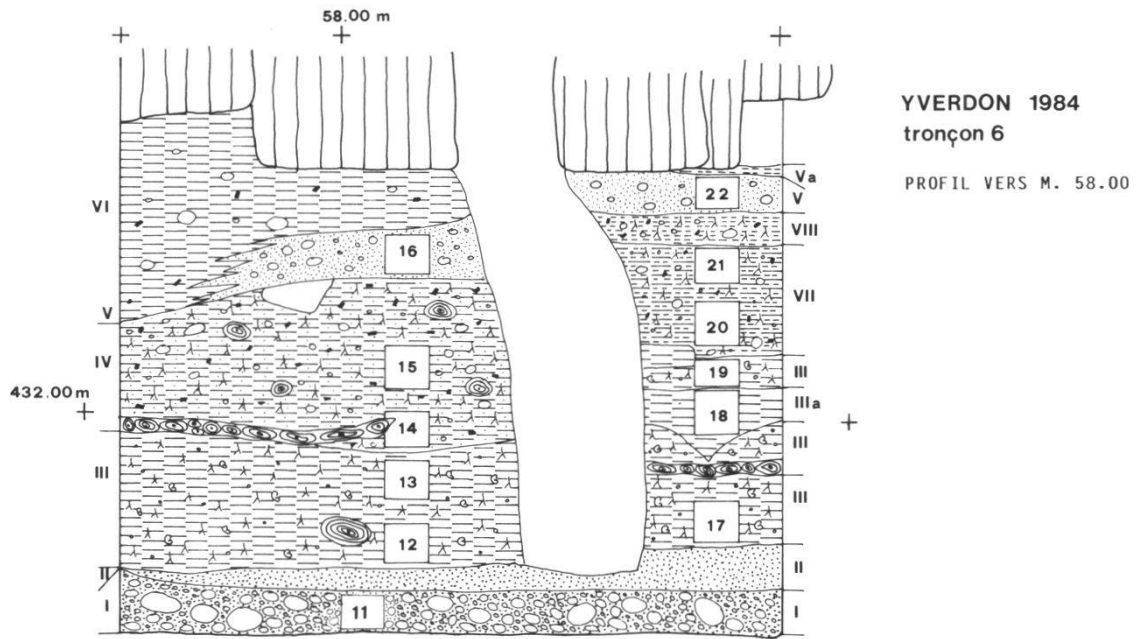


Figure 9. – Profil près du m 58,00, tronçon 6. Le diagramme présente l'analyse de la fraction sableuse grossière et les analyses chimiques. Au centre de la coupe, une structure de bois de l'époque de La Tène a pu être prélevée lors des investigations. Légende: voir fig. 3.

YVERDON 1984

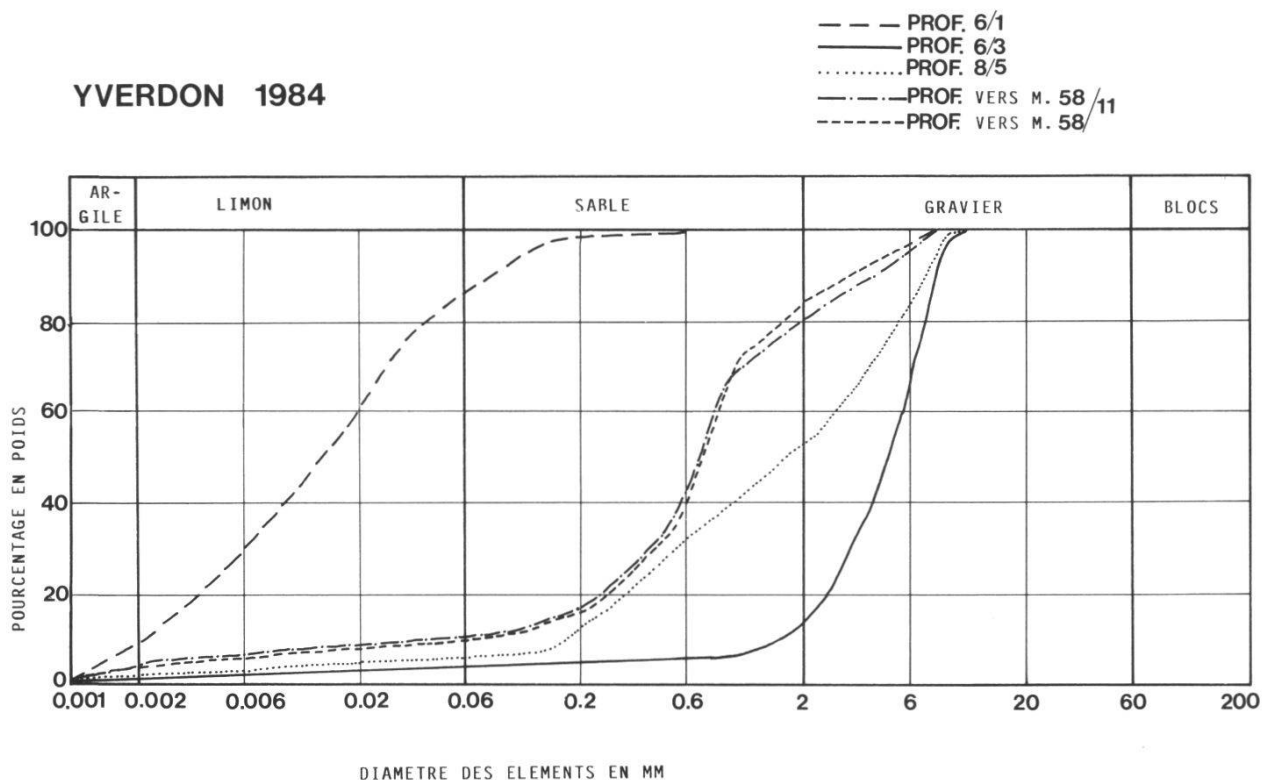


Figure 10. – Courbes granulométriques des sédiments lacustres limono-argileux et des échantillons du cordon littoral.

L'analyse de la fraction sableuse grossière révèle les caractères suivants (fig. 4 à 9):

- les galets cristallins sont prédominants dans la partie basse de la séquence, dans la zone du cordon. Cette dominance est plus nette dans les profils 5 et 6 que dans les profils 8, m 44,00 et m 55,00;
- les galets calcaires du Jura sont sporadiques dans le bas des profils et augmentent légèrement vers le haut, dans les couches de La Tène et dans les niveaux postérieurs;
- les quartz sont bien représentés dans tous les profils; les calcaires d'origine alpine sont au contraire rares ou totalement absents;
- les fragments de charbon de bois sont discrètement présents dans tous les profils. Leur proportion augmente nettement dans les niveaux de l'époque de La Tène;
- les fragments d'os n'apparaissent que dans les niveaux de La Tène des profils 5 et 6;
- les macrorestes végétaux sont fréquents à la base des profils 6 et 8 (couche I); on en observe une concentration dans la partie centrale des deux profils m 44,00 et m 58,00, dans des niveaux limono-argileux et un peu sableux;
- des concrétions carbonatées sont associées exclusivement au niveau de La Tène des profils 6 et 8. Dans le profil 8, les sédiments inférieurs et su-



périeures de la couche archéologique présentent un accroissement des concrétions;

- de même que les macrorestes, les fragments de mollusques ne sont conservés qu'à la base des profils 6 et 8 (couche I). Dans les profils m 44,00 et m 58,00, on les trouve surtout dans la zone médiane;
- seuls deux échantillons ont été analysés dans le profil 9 (fig. 7); le N° 12 contenait des restes de mollusques abondants, des fragments de charbon de bois roulés, des concrétions carbonatées et des composés minéraux. Dans le N° 13 prédominent les concrétions et les composés minéraux, à côté de rares fragments de mollusques et de charbon de bois. La fraction grossière supérieure à 1 mm contient par contre une importante proportion de charbon de bois et de fragments osseux, dont une partie d'une dent d'ovicapridé (communication orale du D<sup>r</sup> J. Schibler).

Les analyses chimiques se révèlent pauvres en renseignements, car les variations des carbonates, de la perte par calcination, des phosphates et du pH sont très faibles (fig. 5, 9).

### 3. INTERPRÉTATION DES PROFILS

#### 3.1 *Les profils du secteur 4*

La partie inférieure de la séquence est constituée de sédiments limono-argileux brun foncé, avec fragments de mollusques et restes de plantes (couche I, fig. 5–7). Le sommet de ces argiles est partiellement érodé (fig. 5). La texture de ces argiles limoneuses caractérise un dépôt lacustre dans un milieu à faible turbulence. L'abondance des restes végétaux et la présence de fragments de bois témoignent en faveur d'une zone littorale peu éloignée de la rive. L'examen palynologique de ces dépôts les rattache chronologiquement au Subboréal/Subatlantique (voir la contribution de A.-M. SCHNEIDER à la fin de l'article).

Sur ces argiles se déposent des sables dans le profil 9 (fig. 7) et des graviers grossiers à stratification parfois oblique dans les profils 3, 5, 6 et 9 (fig. 3–6). La granulométrie de ces formations atteste une forte augmentation de la turbulence du milieu aquatique, conduisant au dépôt de graviers bien triés. L'absence de matrice interstitielle dans les graviers du profil 5 caractérise même une très forte turbulence épisodique. Ce type de dépôt se produit par écoulement des eaux à grande vitesse, où tout le matériel fin est emporté en suspension (SMITH 1974: «open work gravel»). Les signes de turbulence des eaux diminuent vers le haut du complexe de sédiments (couche II), où ne se déposent plus que des sables avec peu ou pas de galets. Dans certains profils (fig. 5, 6) la surface de ces niveaux est très irrégulière, ce qui pourrait résulter des activités humaines à l'époque de La Tène.

L'ensemble des sédiments de la couche II fait partie du cordon littoral III (d'après KASSER 1975). Par cordon littoral, nous désignons les dépôts

qui se forment sur une rive ou une plage, en limite du milieu lacustre et terrestre. Les matériaux constituant la plage (sables et galets) sont mis en mouvement par les vagues, notamment lors des fortes tempêtes et sont redéposés sous forme de reliefs allongés parallèlement à la rive (PETTIJOHN, POTTER et SIEVER 1972).

Les cordons signalent donc la position approximative des rives et marquent ainsi les phases de régression du lac, sans donner pour autant un niveau précis pour le plan d'eau. Le cordon III est conservé aujourd'hui sur une hauteur variant entre 30 cm et 1 m.

Le niveau sous-jacent du cordon III est la couche I, sédiments limono-argileux qui ont été partiellement érodés, mais qui ne peuvent avoir fourni les matériaux du cordon. Ces formations lacustres argileuses ont donc été obligatoirement recouvertes par des sables et graviers qui, remaniés par l'action des vagues, ont formé les cordons littoraux proprement dits. Les sables de la couche IIa (profil 9, fig. 7) peuvent être considérés comme des restes probables de ces formations primitives. On peut penser que ces sables et graviers ont été charriés par les affluents locaux (le Buron, l'Orbe, le Mujon, le Bey, la Brine) et qu'ils appartenaient auparavant à des sédiments pléistocènes meubles.

Les niveaux de l'époque de La Tène (IV) sont constitués de sédiments limoneux et sableux, où l'on trouve de gros galets isolés, des lentilles sablonneuses et des restes anthropiques comme de la céramique, des os et des fragments de charbon de bois.

Nous reviendrons plus en détail au chapitre 4 sur les arguments qui nous font attribuer les lentilles sableuses de la couche archéologique à une origine fluviale plutôt qu'à une transgression lacustre.

Les horizons de La Tène sont recouverts par des sables, dans les profils 5, 6, 8 et 9 (fig. 4-7). Ces dépôts ne présentent aucune structure caractéristique et il est difficile de préciser leur genèse. Le transport de ces matériaux parfois grossiers peut toutefois être attribué avec une grande probabilité à l'Orbe et au Buron, à la faveur d'une crue temporaire.

### 3.2 *Les profils du tronçon 6 (fig. 8, 9)*

Une interprétation détaillée de l'ensemble de la coupe dû à la canalisation n'est malheureusement pas possible, car les données font défaut entre les tronçons 4 et 6. Nous avons essayé de reconstituer une partie du tronçon 5 à l'aide des observations archéologiques faites par le service cantonal (fig. 12). Cette tentative n'a pu dépasser le profil 6. Une corrélation des profils des sections 4 et 5 avec ceux du secteur 6 reste aléatoire.

A la base des deux profils (m 44,00 et m 58,00) on trouve des dépôts à granulométrie grossière qui ressemblent beaucoup à ceux du cordon III (voir également fig. 10). Leur limite supérieure culmine cependant à 1,30 m plus bas que ceux du cordon visible dans les profils des secteurs 4 et 5

YVERDON

EU-ES 1983-84 TRONÇON 4, m. 4 - m. 23

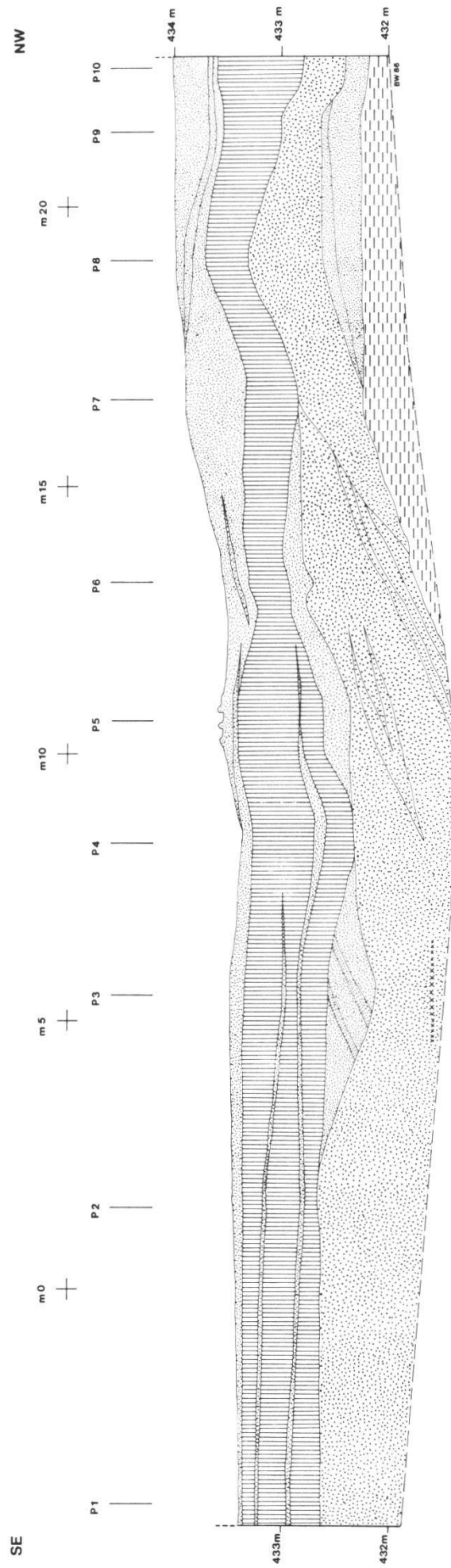


Figure 11. – Coupe transversale schématique NW-SE. Tranchée de la canalisation, tronçon 4. Légende: voir fig. 12.

(fig. 11, 12). Comme les profils du secteur 6 se poursuivent en direction du nord-est, il est possible que nous nous trouvions en bordure du cordon du côté lac, précisément à la hauteur de la rive, où il prend une configuration aplatie.

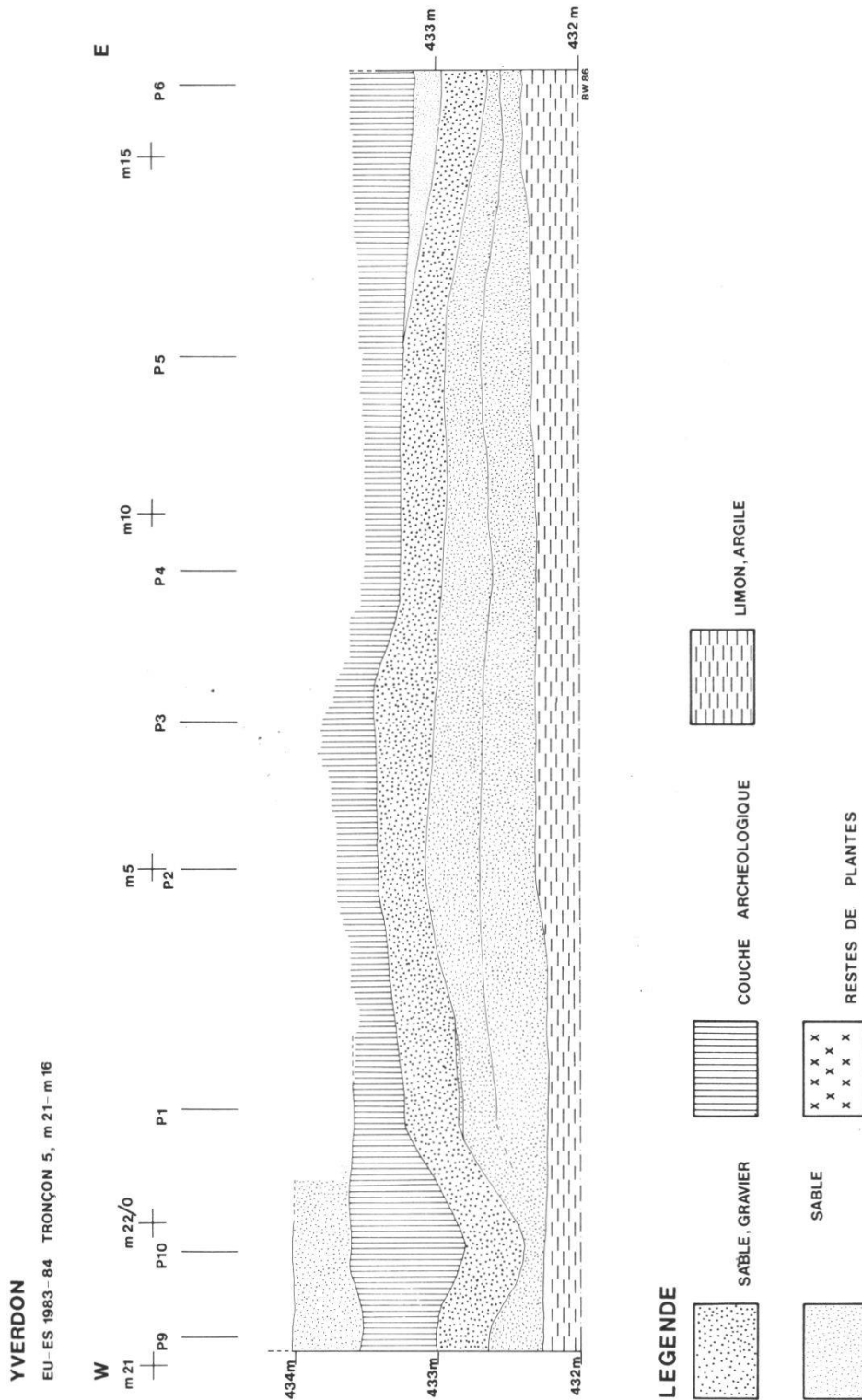


Figure 12. – Coupe schématique W-E, dans une partie du tronçon 5 de la tranchée de canalisation. D'après les relevés de M. Klausener.

Les dépôts sableux grossiers et graveleux sont recouverts par des sédiments limono-argileux qui contiennent de nombreux fragments de charbon de bois et restes de bois (couche II et III du profil m 44,00; couche III, IV, VII et VIII). La corrélation entre les profils m 44,00 et m 58,00 s'est avérée très difficile, car la zone séparant les deux profils a été perturbée par des constructions en bois de l'époque de La Tène (CURDY et KLAUSENER 1985).

La partie inférieure (couche II-III du profil m 44,00 et couche III du profil m 58,00) s'est déposée dans un milieu aquatique stable et calme. Des structures en bois ont été implantées pendant, ou peu après cette sédimentation. Il en est résulté un changement du régime sédimentaire à gauche et à droite de cette intervention: le profil du m 44,00, à droite de l'intervention, montre la mise en place de sables grossiers avec galets, contenant des fragments de charbon de bois et des restes de plantes, alors que ce sont des argiles et des argiles limoneuses qui se déposent vers le m 58,00. Ce complexe est surmonté dans les deux profils par des sables grossiers avec galets (couches VI et VII dans le profil du m 44,00; couche 5 au profil du m 58,00). Par-dessus viennent des argiles pures et des argiles limoneuses (couche VII, IX du profil m 44,00; couche VI du profil m 58,00). Ces dépôts signifient un retour des conditions de sédimentation calme, à faible turbidité.

Comme nous l'avons déjà proposé au chapitre 3.1, nous attribuerons les lentilles sableuses que l'on observe dans les niveaux de La Tène, ainsi que les niveaux sus-jacents, à des crues et débordements temporaires du Buron ou de l'Orbe, plutôt qu'à une transgression lacustre. Les deux profils des m 44,00 et 58,00 présentent également des éléments qui peuvent évoquer des crues ou débordements momentanés du Buron, cours d'eau le plus proche à l'est du site: les matériaux limono-argileux à forte teneur organique au milieu du profil pourraient fort bien s'être déposés dans un bras mort de la rivière.

Une partie des structures en bois peut avoir été érigée comme protection contre les débordements périodiques du cours d'eau. Les graviers et sables grossiers que l'on observe à la partie supérieure du profil et les argiles qui viennent par-dessus évoquent une brève remontée des eaux inondant la berge (?): c'est un matériel grossier qui se dépose tout d'abord, puis des sédiments plus fins, quand la compétence du cours d'eau faiblit.

#### 4. DISCUSSION ET DATATION

Les figures 11 et 12 donnent la coupe schématique des deux sections de la tranchée de canalisation. Une corrélation de ces coupes avec les profils du tronçon 6 n'est que partiellement possible. Le bas de la partie sud-est du tronçon 4 et de l'ensemble du tronçon 5 est constitué par des argiles limoneuses; l'analyse palynologique les rattache au Subboréal/Subatlantique (voir la contribution de A.-M. SCHNEIDER, chap. 5).

Le niveau supérieur des argiles est à une altitude située entre 432 et 432,40 m, dans le tronçon 4; leur sommet est nettement érodé et l'épaisseur à l'origine ne peut être connue. Leur nature indique une sédimentation lacustre proche de la rive; les eaux étaient peu profondes et de faible turbulence, ce qui pourrait aussi correspondre à une zone protégée des vagues. L'ignorance de l'épaisseur réelle des argiles et le manque de données sur les variations latérales du faciès excluent une appréciation exacte du niveau du lac. Il est toutefois certain que le plan d'eau était à une altitude supérieure à 432,40 m.

En discordance érosive sur les argiles limoneuses (tronçon 4) viennent des sables et graviers (fig. 11 et 12), qui font partie du cordon littoral III. Les sables et galets qui appartiennent à la base des profils m 44,00 et m 58,00 (tronçon 6) sont à mettre en relation avec la formation du cordon. Avant cet événement, des sables et graviers ont dû être déposés sur la côte (par les cours du Buron, de l'Orbe, du Mujon, du Bey et de la Brine). Ils ont été repris par le mouvement des vagues du lac lors de fortes tempêtes et re-déposés sous forme de cordons littoraux.

Le cordon III est épais de 30 cm à 1,00 m dans cette zone; il marque un stade de régression du lac; lors de la fondation du cordon, le niveau du lac devait être inférieur à 433 m (sommet du cordon). On ne peut donner qu'une indication approximative, car la séquence stratigraphique n'a pu être observée latéralement.

Les niveaux d'occupation de l'époque de La Tène centrés sur le cordon lui-même se suivent dans toutes les coupes. Dans la partie nord-ouest du tronçon 4, on observe des intercalations sableuses discontinues, en lentilles; le tronçon 6 révèle divers aménagements et constructions en bois, dont la fonction n'est pas évidente (CURDY et KLAUSENER 1985).

Lors de l'édification du cordon littoral, le niveau du lac devait être inférieur à 433 m. Le temps qui s'est écoulé entre sa formation et l'occupation helvète est incertain. Nous pouvons conclure cependant que le cordon III s'est formé après le dépôt des argiles limoneuses inférieures (Subboréal/Subatlantique) et avant la mise en place des niveaux datés de l'époque de La Tène (datations dendrochronologiques 161/158 BC, 173/172 BC, CURDY et KLAUSENER 1985, p. 236).

La formation des niveaux de La Tène n'est marquée par aucune trace indiscutable d'action lacustre; il en résulte que la cote d'altitude du plan d'eau à cette époque ne peut être donnée qu'approximativement (inférieure à 433 m, en considération de la position du cordon). La proximité des cours de l'Orbe et du Buron nous incite à attribuer aux crues épisodiques de ces rivières l'apport des débits et lentilles sableuses qui s'intercalent dans le complexe anthropique. La texture sédimentaire des niveaux La Tène dans le tronçon 6 (profils près du m 44,00 et m 58,00) évoque un dépôt dans des eaux calmes ou dormantes, comme celles d'un bras mort d'une rivière.

Les graviers, sables et argiles que l'on rencontre au-dessus de l'épisode d'occupation correspondent aux phénomènes vus ci-dessus, et ils peuvent être interprétés comme des apports des crues épisodiques du ou des cours d'eau voisins.

## 5. ANNEXE: ANALYSE PALYNOLOGIQUE

PAR ANNE-MARIE SCHNEIDER<sup>1</sup>

*Laboratoire:* La méthode de Frenzel, améliorée par BASTIN (1971), d'enrichissement pollinique des sédiments minérogènes a été appliquée à tous les échantillons.

*Somme pollinique:* Tous les pollens sont inclus dans la somme de base, à l'exception des plantes aquatiques et des spores de *Filicinae*.

*Présentation des résultats* (fig. 13 et tableau 1): Seules les espèces significatives au niveau de l'interprétation de la chronozone sont représentées (fig. 13). Les pourcentages de toutes les herbacées recensées figurent dans le tableau 1.

*Sédiments et situation des échantillons:* Se référer à B. WOHLFARTH-MEYER, pp. 326-333.

### *Description des spectres* (fig. 13)

P1.1: L'aulne domine. Le hêtre est largement représenté, ainsi que la chênaie mixte, le noisetier et le bouleau. Le sapin blanc, l'épicéa et le pin sont là de manière discrète. Il reste à noter la participation importante du peuplier. Du côté des NAP (Non arboreal pollen), seules les *Cyperaceae*, les *Poaceae* et les *Cerealia* obtiennent des valeurs respectables.

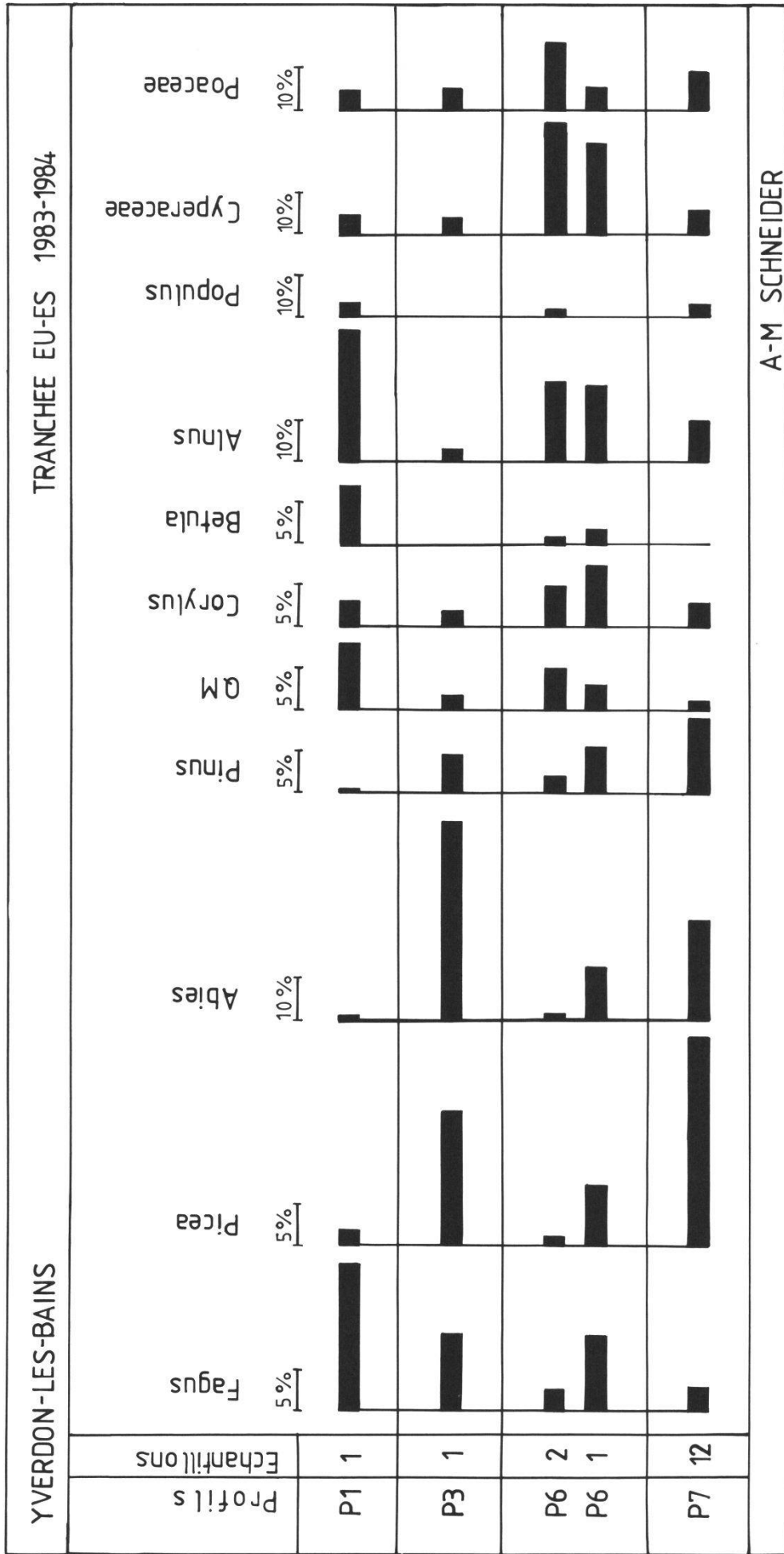
P3.1: Le sapin blanc et l'épicéa dominant. Le hêtre vient en second plan. Le pin est assez bien représenté. La chênaie mixte, le noisetier, le bouleau, l'aulne et le peuplier sont relégués à l'arrière-plan. Les *Cyperaceae* et les *Poaceae* sont les dominantes des NAP. Les plantes aquatiques sont présentes.

P6.1: L'aulne est majoritaire. Le sapin blanc et l'épicéa sont abondants, ainsi que le hêtre et le noisetier. La chênaie mixte et le bouleau se situent à l'arrière-plan. Les *Cyperaceae* et les plantes aquatiques sont extrêmement bien représentées.

P6.2: Les taxons arborés chutent. L'aulne domine encore. L'épicéa, le sapin blanc et le pin ont fortement régressé, ainsi que le hêtre. Le noisetier et le bouleau diminuent. Le peuplier est présent. Les *Cyperaceae*, les *Poaceae* et les plantes aquatiques sont en augmentation.

P7.12: L'épicéa et le sapin blanc dominant largement ce spectre. L'aulne et le pin voisinent autour des 10%. Le hêtre, le noisetier et le peuplier se

<sup>1</sup> Musée botanique cantonal, 14 bis, av. de Cour, 1007 Lausanne.



A-M SCHNEIDER

Figure 13. - Analyse palynologique: spectres relatifs simplifiés.



PROFILS	P7	P6	P6	P3	P1
=====					
ECHANTILLONS	12	1	2	1	1
=====					
ARBRES	79	68	43	86	80
RUBIACEAE		0,1	0,6		
FILIPENDULA ULMARIA			0,1		
MENTHA-TYPE		0,3	0,1		
POLYGONUM BISTORTA					0,2
-----					
SPARGANIUM	2	1,6	2	0,2	
TYPHA				0,2	
-----					
POTAMOGETON	0,6		1,9		
NYPHEA			0,1		
MYRIOPHYLLUM				0,2	
LEMNA		0,1			
-----					
CEREALIA	0,6	0,1	0,9	0,4	2,2
SECALE					0,3
PLANTAGO LANCEOLATA		0,8	1,4	0,2	0,3
POLYGONUM CONVULVULUS			0,1		
RUMEX SP.		0,1	0,1		
URTICA			0,1		
POLYGONACEAE					0,2
ARTEMISIA	0,6	0,3	1		0,2
PLANTAGO MAJOR/MEDIA		0,1	0,2		
CHENOPODIACEAE		0,3			
HELIANTHEMUM		0,5			
BRASSICACEAE					0,8
POTENTILLA-TYPE		1,0			
FABACEAE					0,6
CARYOPHYLLACEAE		0,5			0,2
THALICTRUM		0,5	0,1		0,3
-----					
APIACEAE		0,3	1		0,2
CICHORIACEAE		0,8	1,2	0,9	0,8
ASTERACEAE	0,6	0,7	0,6	1,3	
ROSACEAE		0,1	0,4		0,3
RANUNCULACEAE	0,6	2,4	3,8	0,2	
DIPSACACEAE			0,2		
CENTAUREA JACEA	1		0,1		
-----					
VITIS			0,1		0,2
HUMULUS	0,6		0,3		0,2
-----					
FILICINAE	6	4	1	0,9	2,5
-----					
INDETERMINATA	12	11	15	9,5	4,6
=====					
SOMMES POLLINIQUES	155	569	1036	433	634
-----					

Tableau 1. – Tableau des pourcentages des Herbacées.

maintiennent autour des 3%. La chênaie mixte est presque inexistante. Les *Poaceae*, les *Cyperaceae* et les plantes aquatiques sont largement présentes.

### *Chronozone*

L'analyse pollinique révèle des spectres datant du Subboréal/Subatlantique, zones VIII/IX, selon la terminologie couramment employée en Suisse (FIRBAS 1949), sans pouvoir préciser davantage. La présence en des pourcentages déjà élevés de l'épicéa (*Picea excelsa*) n'est pas antérieure à cette époque. Les faibles pourcentages de l'orme (*Ulmus scabra*), du frêne (*Fraxinus excelsior*), et du tilleul (*Tilia cordata*), et la dominance du sapin (*Abies alba*) sur la chênaie mixte (*Quercetum mixtum*) sont aussi significatives. De plus, des taxons tels que le lierre (*Hedera helix*), le gui (*Viscum album*) et le houx (*Ilex aquifolium*) disparaissent presque totalement des diagrammes durant cette période (FIRBAS 1949, WEGMÜLLER 1966). L'importance du hêtre (*Fagus silvatica*) et la présence du charme (*Carpinus betulus*) n'excluent pas le Subatlantique. La période romaine est d'emblée écartée par l'absence ou les très faibles pourcentages de la vigne (*Vitis*), du noyer (*Juglans regia*) et du châtaignier (*Castanea sativa*).

Les fluctuations observées d'un échantillon à l'autre ne permettent pas de situer plus précisément dans le temps ces spectres polliniques. En effet, les écarts observés dans les pourcentages sont provoqués d'une part par l'accumulation différentielle des pollens à ballonnets dans la zone du rivage, puisque ces trois taxons (l'épicéa, le sapin blanc et le pin) réagissent en parallèle dans chaque niveau (HOPKINS 1950). D'autre part, les participations excessives de l'aulne et des *Cyperaceae* dans certains échantillons font également voyager les pourcentages des autres taxons. Malgré cela, ces résultats sont en accord avec ceux obtenus dans le Moyen-Pays romand (GAILLARD 1981).

### *Environnement*

La forte participation de taxons colonisant les rivages, depuis l'aulne et le peuplier, en passant par les *Cyperaceae* et les plantes de la ceinture aquatique telles que *Typha latifolia*, *Sparganium sp.*, *Myriophyllum sp.*, et *Potamogeton sp.* nous placent à proximité d'une zone d'atterrissement, de bas-marais. La présence humaine est surtout attestée par les forts pourcentages des *Cerealia* et de *Plantago lanceolata*.

## 6. REMERCIEMENTS

Mes remerciements s'adressent à M. D. Weidmann pour m'avoir donné la possibilité d'étudier ces divers profils, pour le financement des analyses et pour la traduction du manuscrit. Ma gratitude va également à MM. R. Loat, de l'Institut de géographie de

l'Université de Berne, à S. Scandella et G. Scherer, du Laboratoire de préhistoire de l'Université de Bâle auxquels je suis redevable de l'exécution des diverses analyses.

#### 7. BIBLIOGRAPHIE

- BASTIN B., 1971. – Recherches sur l'évolution du peuplement végétal en Belgique durant la glaciation de Würm. Thèse. *Acta Geographica Lovaniensia*. Vol. 9. Louvain. Belgique.
- BECK H. P., 1957. – Glazialmorphologische Untersuchungen in der Gegend von Solothurn. Thèse Univ. Fribourg. 77 p.
- BECKER F., 1972. – Géologie de la région du lac de Morat entre la vallée de la Sarine et le lac de Neuchâtel. Thèse Univ. Fribourg. 195 p.
- BROCHIER J.-L. et JOOS M., 1982. – Un élément important du cadre de vie des Néolithiques d'Auvernier-Port: le lac. Approche sédimentologique. *Cahiers d'Archéologie Romande* 25, *Auvernier* 5: 43-67.
- CURDY P. et KLAUSENER M., 1985. – Yverdon-les-Bains VD – un complexe céramique du milieu du II<sup>e</sup> siècle avant J.-C. *Archéologie suisse* 8/4: 236-240.
- FAVRE A., 1883. – Un ancien lac postglaciaire de Soleure. *Arch. sc. nat. phys. nat.* 3<sup>e</sup> pér. 10: 411-412, 532.
- FIRBAS F., 1949. – Spärt- und Nascheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen. G. Fisher, Jena.
- GABUS J., WEIDMANN D. et WEIDMANN M., 1975. – Anciens niveaux lacustres et glissements de terrain à Yverdon – La Villette. *Bull. soc. vaud. sc. nat.* N° 215, 72.5: 217-229.
- GAILLARD M.-J., 1981. – Etude palynologique de l'évolution tardi- et postglaciaire de la végétation du Moyen-Pays romand (Suisse). Thèse. Faculté des Sciences de l'Université de Lausanne.
- GAILLARD M.-J., 1985. – Late-Glacial and Holocene environments of some ancient lakes in the Western Swiss Plateau. Dans LANG, G. (Ed.) *Swiss lake and mire environments during the last 15,000 years*. *Diss. Bot.* 87: 273-336.
- HOPKINS J.-S., 1950. – Differential flotation and deposition of coniferous and deciduous tree pollen. *Ecology* 31: 633-641.
- JÄCKLI H., 1950. – Untersuchungen in den nacheiszeitlichen Ablagerungen der Orbe-Ebene zwischen Mormont und Yverdon. *Eclogae geol. helv.* 43. 1: 1-12.
- JAYET M.-A., 1864. – Notice sur la plaine de l'Orbe. *Bull. soc. vaud. Sc. nat.* 1864: 190-311.
- JORDI H., 1955. – Geologie der Umgebung von Yverdon. Jurafuss und mittelländische Molasse. *Mat. carte géol. Suisse, N. S., 99<sup>e</sup> livr.*
- KAENEL G. et CURDY P., 1985. – Yverdon-les-Bains VD, de La Tène à l'époque augustéenne. *Archéologie suisse* 8/4: 245-250.
- KASSER R., 1975. – Yverdon. Histoire d'un sol et d'un site avec la cité qu'ils ont fait naître. Eburdonum I. Série de travaux publiée par l'Institut d'archéologie yverdonnoise. Yverdon, 154 p.
- KELLERHALS P. et TRÖHLER B., 1976. – Grundlagen für die siedlungswasserwirtschaftliche Planung des Kantons Bern. Hydrogeologie Seeland. WEA Bern, 149 pp.
- LIESE-KLEIBER H., 1976. – Pollenanalytische Untersuchungen. La fouille du garage Martin – 1973. *Cahiers d'Archéologie romande* 8: 145-160.
- LIESE-KLEIBER H., 1977. – Pollenanalytische Untersuchungen der spätneolithischen Ufersiedlung, Avenue des Sports in Yverdon am Neuenburgersee/Schweiz. *ASSPA* 60: 7-41.
- LÜDI W., 1935. – Das Grosse Moos im Westschweizerischen Seeland und die Geschichte seiner Entstehung. *Veröff. Geobot. Inst. Rübel* 11. 344 p.
- MEYER-WOHLFARTH B., 1986. – Das jüngere Quartär im Westschweizer Seeland. Teil I. *Rev. de Paléobiol.* (à paraître).
- MEYER-WOHLFARTH B., 1987. – Das jüngere Quartär im Westschweizer Seeland. Teil II. *Rev. de Paléobiol.* (à paraître).

- MÜHLBERG F., 1910. – Bemerkungen über den diluvialen Seen von Solothurn. *Eclogae geol. helv.* 11: 732-733.
- PETCH M., 1970. – Contribution à l'étude hydrogéologique de la plaine de l'Orbe. *Géophysique* 11.
- PETTIJOHN F.-J., POTTER P. E. et SIEVER R., 1972. – Sand and sandstones. Springer Verlag Heidelberg, 618 p.
- RAMSEYER R., 1952. – Geologie des Wistenlacherberges (Mont-Vully) und der Umgebung von Murten (Canton de Fribourg). *Eclogae geol. helv.* 45.2: 165-217.
- RUMEAU J.-L., 1954. – Géologie de la région de Payerne. Crépin-Leblond, Paris, 108 p.
- SCHLÜCHTER C., 1979. – Übertiefte Talabschnitte im Berner Mittelland zwischen Alpen und Jura (Schweiz). *Eiszeitalter und Gegenwart* 29: 102-113.
- SMITH N. D., 1974. – Sedimentology and bar formation in the Upper kicking Horse River, a braided outwash stream. *J. geol. vol.* 82: 205-223.
- VITAL J. et VORUZ J.-L., 1984. – Une nouvelle stratigraphie lacustre à Yverdon. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.* N° 365, vol. 77.1: 51-71.
- WEGMÜLLER S., 1966. – Über die spät- und postglaziale Vegetations-geschichte des südwestlichen Jura. *Beitr. Geobot. Landesaufen, Schweiz*, 48. 143 p.
- WOHLFARTH B., 1985. – Die «cordons littoraux» von Yverdon-les-Bains – ein Vorbericht zu den geologisch-sedimentologischen Untersuchungen. *Archéologie suisse* 8.4: 241-244.
- WOHLFARTH-MEYER B., 1987. – Optische Untersuchungen zu den Kesslerloch-Bohrungen. *Rev. de Paléobiol.* (à paraître).
- ZIMMERMANN H.-W., 1963. – Die Eiszeit im zentralen Mittelland (Schweiz). *Mitt. natf. Ges. Solothurn* 21: 10-143.

*Manuscrit reçu le 13 mars 1987.*

