

Le bassin d'Ecoteaux (Vaud, Suisse) : témoin de trois cycles glaciaires quaternaires

Autor(en): **Pugin, André / Bezat, Evelyne / Weidmann, Marc**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band(Jahr): **86(1993)**

Heft 2

Erstellt am: **Apr 2, 2013**

Persistenter Link: **<http://dx.doi.org/10.5169/seals-167246>**

Nutzungsbedingungen

Mit dem Zugriff auf den vorliegenden Inhalt gelten die Nutzungsbedingungen als akzeptiert. Die angebotenen Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre, Forschung und für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und unter deren Einhaltung weitergegeben werden. Die Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern ist nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung des Konsortiums der Schweizer Hochschulbibliotheken möglich. Die Rechte für diese und andere Nutzungsarten der Inhalte liegen beim Herausgeber bzw. beim Verlag.

SEALS

Ein Dienst des *Konsortiums der Schweizer Hochschulbibliotheken*
c/o ETH-Bibliothek, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz

retro@seals.ch

<http://retro.seals.ch>

P 82 45

Le bassin d'Ecoteaux (Vaud, Suisse): Témoin de trois cycles glaciaires quaternaires¹⁾



Par ANDRÉ PUGIN²⁾, EVELYNE BEZAT³⁾, MARC WEIDMANN⁴⁾ et WALTER WILDI⁵⁾

ABSTRACT

The Ecoteaux quaternary basin (Vaud, Western Switzerland) is characterized by a sedimentary record of at least three glacial cycles:

(1) The Lower Ecoteaux Formation starts with a lodgement till, followed by glaciolacustrine and lacustrine sediments. The inversed palaeomagnetic remanence of the sediments indicates an age older than 730 000 years. The top of the formation is cut by glacial erosion.

(2) The Upper Ecoteaux Formation starts again with till and develops through a glaciolacustrine sequence into temperate deltaic lacustrine sediments. In the latter, three climatic fluctuations are indicated by the palynologic record. The magnetic remanence of the sediments has a normal orientation. The temperate tree pollen are untypical of the Eemian interglacial, and are therefore most probably older than the last interglacial.

(3) These Early to Middle Pleistocene sedimentary sequences are cut by the tills of the Würm glaciation.

The Ecoteaux Formation indicates the presence of a lake of unknown shape, with a watertable at about 800 m above sealevel, during the Early to Middle Pleistocene.

RÉSUMÉ

Le bassin d'Ecoteaux (Vaud, Suisse occidentale) comporte des sédiments quaternaires issus de trois cycles glaciaires:

(1) La Formation inférieure d'Ecoteaux est composée à sa base par un ensemble morainique (*lodgement till*), suivi de dépôts glaciolacustres, puis lacustres. Le sommet de cette séquence est tronqué par une érosion glaciaire. La rémanence magnétique inverse des sédiments indique un âge plus ancien que 730 000 ans.

(2) La base de la Formation supérieure d'Ecoteaux est de nouveau constituée par une moraine, suivie de dépôts deltaïques glaciolacustres, puis lacustres. Dans ces derniers, les pollens indiquent trois fluctuations climatiques importantes. L'âge de cette formation est plus jeune que la dernière inversion magnétique du champ terrestre; le contenu palynologique parle en faveur d'un âge antérieur à l'Eémien.

(3) Ces dépôts du Pléistocène inférieur à moyen sont profondément recoupés par l'érosion due aux passages des glaciers wurmiens, entre autres, qui ont déposé leurs moraines et modelé le relief.

Les Formations d'Ecoteaux témoignent de la présence d'un lac avec un plan d'eau à environ 800 m d'altitude, au Pléistocène inférieur à moyen.

¹⁾ Projets FNRS n° 21-26266.89 (W. Wildi) et 31-30224.90 (P. Hainard), sondages et traitement sismique subventionnés par le Service hydrologique et géologique national, Berne

²⁾ Travail élaboré au Département de Géologie et Paléontologie, Maraîchers 13, 1211 Genève 4. Adresse actuelle: Glaciated Basin Research Group, Dept. of Geology, Univ. of Toronto, Scarborough Campus, Scarborough, Ont. M1C 1A4, Canada

³⁾ Musée et Jardin Botanique Cantonal, Av. de Cour 14, 1007 Lausanne

⁴⁾ Sentier du Molard 3, 1805 Jongny

⁵⁾ Département de Géologie et Paléontologie, Maraîchers 13, 1211 Genève 4

1. Introduction

1.1. Situation géologique du bassin d'Ecoteaux

A la frontière entre les cantons de Vaud et de Fribourg, le bassin quaternaire d'Ecoteaux se situe dans la vallée de la Broye, là où cette rivière qui coulait vers le S dessine un coude prononcé pour se diriger définitivement vers le N (fig. 1). Entre Ecoteaux, Maraçon, la Broye et Palézieux, la morphologie de surface est caractérisée par des reliefs

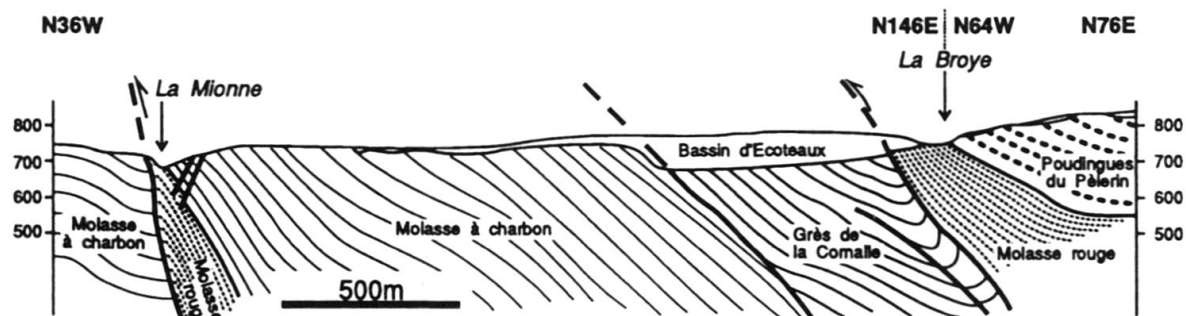
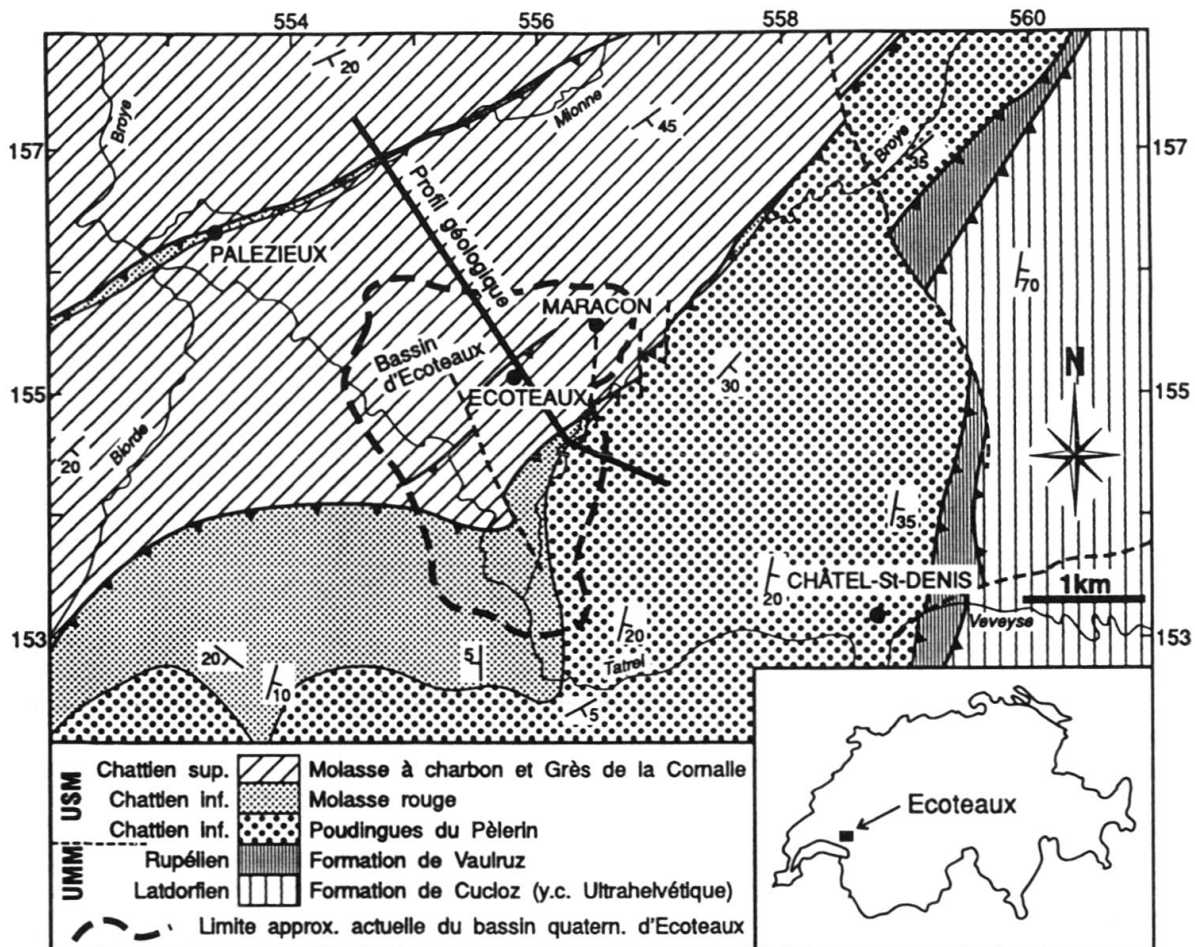


Fig. 1: Situation géologique du bassin quaternaire d'Ecoteaux. a) esquisse cartographique montrant la situation du bassin quaternaire par rapport aux unités géologiques; b) profil géologique dans la Molasse subalpine de la Haute-Broye, passant par le bassin quaternaire d'Ecoteaux (tiré de Weidmann et al., sous presse).

glaciaires, notamment des drumlins, des vallums et placages morainiques, et un important glissement de terrain tardi- et postglaciaire (fig. 2). Ce dernier s'exprime, dans la pente qui se suit du village d'Ecoteaux jusqu'à la Broye, par des niches d'arrachement en amont et des bourrelets frontaux le long de la rivière, montrant des couches redressées à la verticale.

Sous la couverture glaciaire wurmienne affleurent localement des dépôts glaciolacustres. Il s'agit de graviers deltaïques au SW et au S de Maraçon et de sédiments sablo-limoneux finement stratifiés et fortement compactés le long du ruisseau de la Crottaz (fig. 2). Ces derniers montrent des structures de glissements synsédimentaires (*slumps*) et des intercalations riches en matière organique dispersée, en macrorestes de végétaux (fruits, feuilles) avec de rares coquilles de mollusques. Ce sont ces dépôts, définis ici comme la Formation d'Ecoteaux, qui remplissent une vaste dépression creusée dans la Molasse: le bassin d'Ecoteaux.

Le bassin d'Ecoteaux se trouve à cheval sur deux écaïles de la Molasse subalpine d'âge oligocène; la plus interne comprend de la Molasse rouge relativement tendre et érodable surmontée des Poudingues du Pèlerin plus résistants et déterminant des reliefs plus escarpés; l'autre écaïlle est presque exclusivement faite de Molasse à charbon. Toutes deux sont isoclinales, les couches sont faiblement ondulées et plongent vers les Alpes de 20 à 30° (fig. 1). Des perturbations locales ne s'observent qu'en liaison avec les plans de chevauchement séparant les écaïles: rebroussement des couches, replis, écrasement (Fasel 1986 et Weidmann, sous presse).

1.2. Historique des recherches

La présence du bassin quaternaire d'Ecoteaux, ainsi que la nature de son remplissage, sont restés méconnus jusqu'à une date récente. La première carte géologique publiée (Gagnebin 1922) ne figure dans la région d'Ecoteaux-Maraçon que du glaciaire rhodanien indifférencié avec des vallums morainiques méridiens; les beaux affleurements de glaciolacustre ancien du ruisseau de la Crottaz (fig. 2, 555.6/155.2) sont rapportés par Gagnebin à la Molasse à charbon chattienne, ce qui peut à la rigueur s'expliquer par la compaction prononcée subie par ces sédiments.

Dans sa monographie du bassin de la Broye, Parriaux (1981, fig. 21) a repris la carte géologique de Gagnebin (1922), tout en signalant (p. 99) les graviers deltaïques de Maraçon recouverts par la moraine wurmienne, ainsi que la présence entre Ecoteaux et Palézieux d'une «profonde dépression remplie de moraine de fond» que lui révèlent des sondages électriques.

C'est Bucher (1985) qui a le premier reconnu la véritable nature des sédiments quaternaires d'Ecoteaux et qui les a cartographiés, mais sans les étudier particulièrement.

Lors de l'établissement de la feuille Châtel-St-Denis de l'Atlas géologique de la Suisse au 1:25000 (Weidmann et al., sous presse), l'un de nous a cartographié à nouveau la région et a abordé l'étude des sédiments quaternaires anciens. Des essais d'analyse palynologique (B. Ammann, Berne) ont alors révélé des flores variées témoignant de climats contrastés. Deux fragments de bois provenant respectivement de la base et du sommet apparents de la série affleurante ont été datés par la méthode du C14:

sommet	555.650/155.550	(B-5041)	> ou = à 49 000 ans BP
base	555.365/154.670	(B-5042)	> ou = à 54 000 ans BP

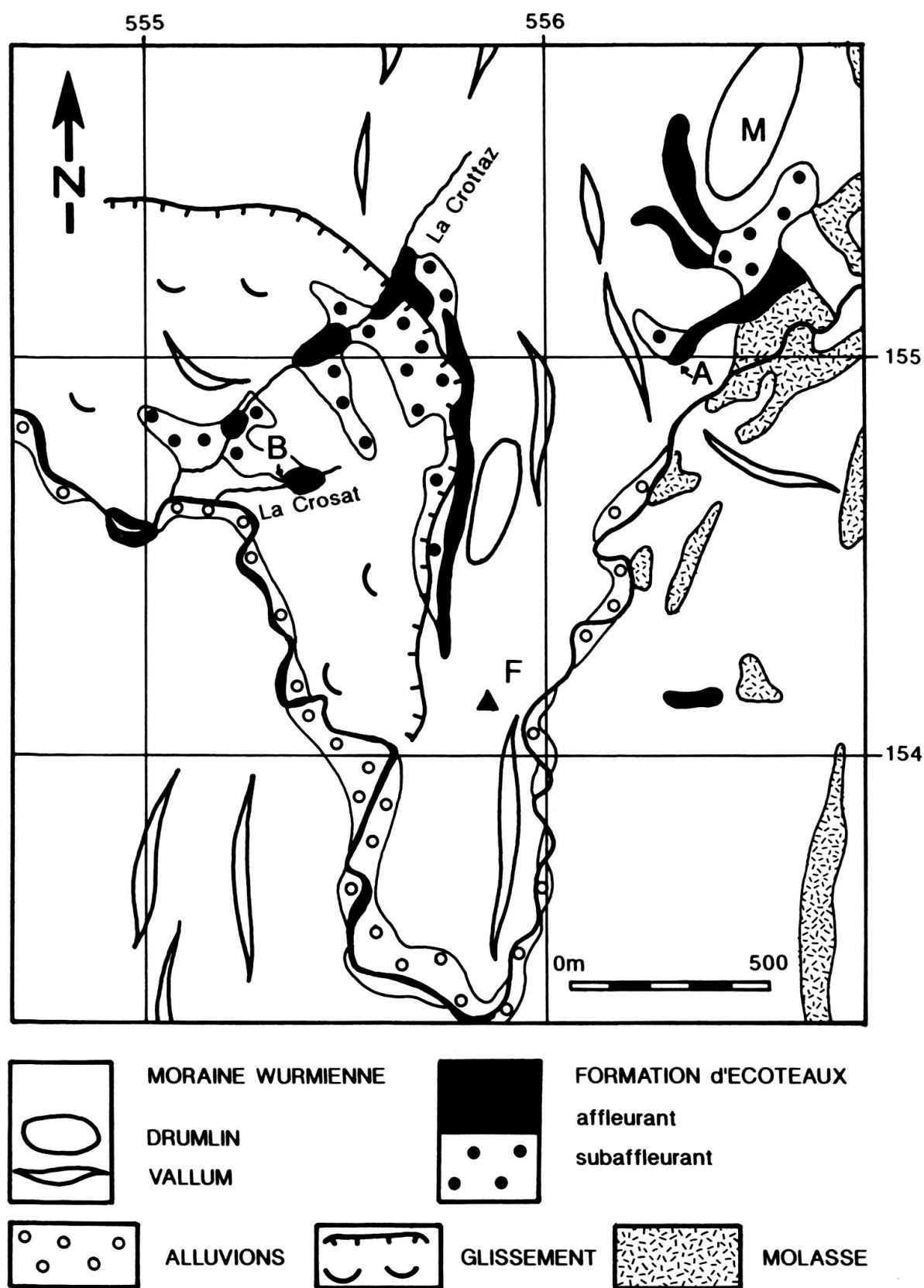


Fig. 2: Carte géologique et morphologique simplifiée du bassin d'Ecoteaux.

Ces premières données ont ainsi confirmé l'ancienneté des sédiments, leur étendue et leur complexité. Une étude plus élaborée s'imposait donc et elle a été réalisée avec la participation de l'Institut de Géophysique de l'Université de Lausanne (Prof. D. Chappelier et Prof. R. Olivier) et des Instituts de Botanique des Universités de Berne (Prof. B. Ammann) et de Lausanne (Prof. P. Hainard).

Dans un premier temps, la configuration générale du bassin fut précisée par la gravimétrie et des sondages électriques et sismiques. Simultanément, une étude sédimentologique et une nouvelle cartographie détaillée furent réalisées. Un forage stratigraphique, dont la série nous servira de coupe de référence, a été ensuite implanté au sud du village d'Ecoteaux (coord. 555.84/154.13), là où la sismique réflexion permettait de présager la présence des dépôts lacustres sous une faible couverture morainique wurmienne. Il a été entièrement carotté et s'est terminé à 75 m de profondeur dans le substratum molassique.

Le présent travail rend compte de l'état actuel de nos connaissances géologiques sur le bassin d'Ecoteaux. Le développement des méthodes de sondage en sismique réflexion a fait l'objet d'une première analyse (Pugin & Rossetti 1992); d'autres recherches plus poussées en géophysique et en palynologie donneront lieu à de futures publications.

2. Données stratigraphiques, sédimentologiques et palynologiques

2.1. Description lithologique et interprétation sédimentologique du forage d'Ecoteaux

Le forage stratigraphique a été effectué au cours du mois de janvier 1991. En laboratoire, les carottes ont été sciées, décrites et échantillonnées en vue des analyses suivantes: palynologie, granulométrie, calcimétrie, direction et intensité du champ magnétique, susceptibilité magnétique.

Les carottes coupées sont conservées au Musée de Géologie à Lausanne.

Le profil du forage est décrit de bas en haut (fig. 3):

Molasse:

- (1) 75–71 m: *alternances décimétriques de grès fin et de marnes silteuses ou charbonneuses*. Interprétation: Molasse d'eau douce inférieure.

Formation inférieure d'Ecoteaux:

- (2) 71–69 m: *sur les grès de la Molasse, dont la surface supérieure porte des stries glaciaires, reposent des diamictes massives ou stratifiées avec des intercalations de sables gris-beige*. Interprétation: c'est un «lodgement till» comportant des dépôts de chenaux infraglaciers et des sédiments liés à la fonte de la glace («melt out»);
- (3) 69–55 m: *varves plurimillimétriques à centimétriques avec des galets lâchés. Ces dépôts montrent une alternance de limons argileux gris-sombre et de sables beige-brun avec parfois de petits lits de sable jaune qui drapent le limon; quelques structures de glissements affectent ces niveaux. Les galets proviennent essentiellement des Préalpes médianes et des nappes des Flyschs; du matériel rhodanien est présent, mais dans une faible proportion seulement*. Interprétation: les varves sont de type annuel; les niveaux limoneux correspondraient à l'hiver, le sable jaune à des sédiments éoliens et

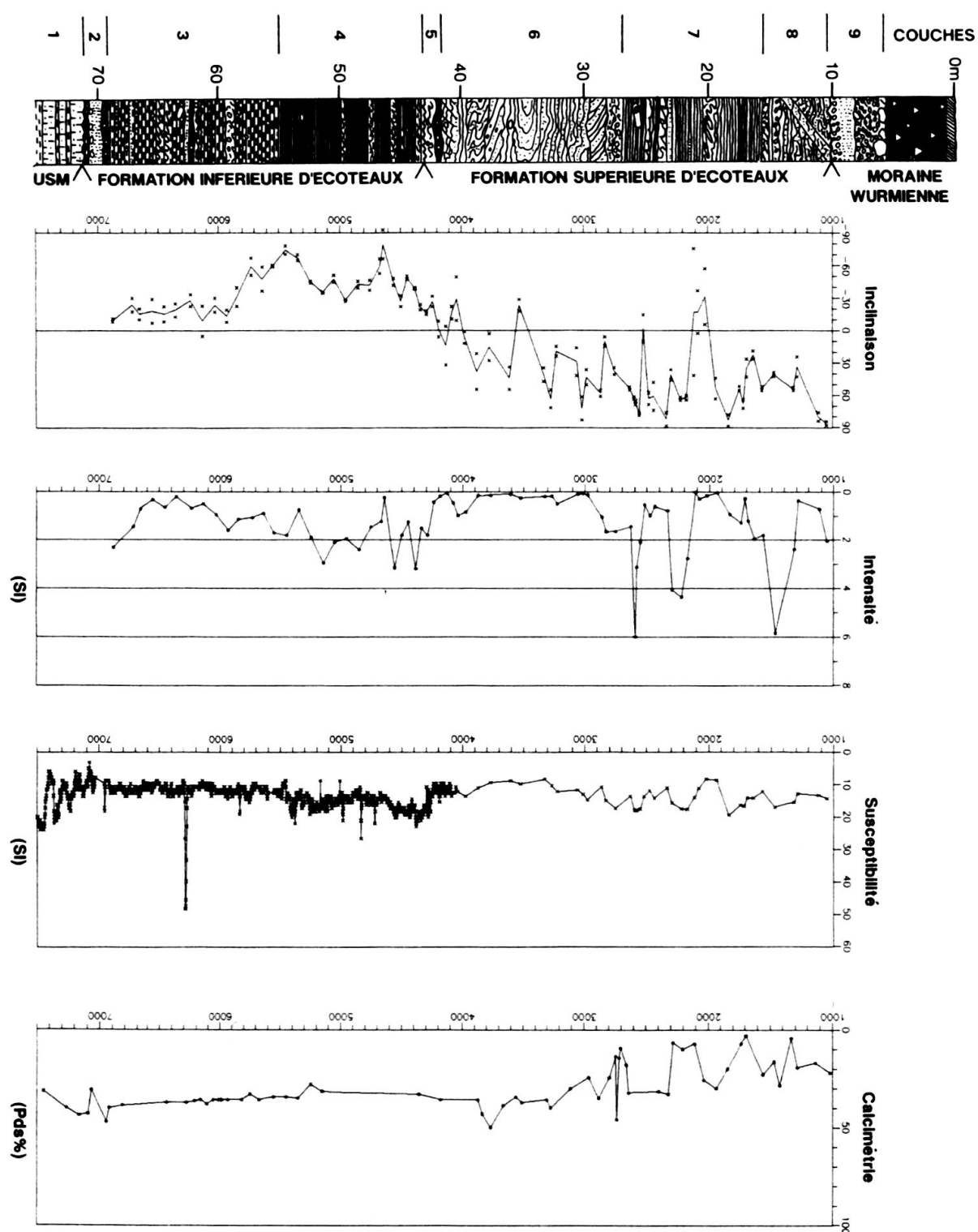


Fig. 3: Forage stratigraphique d'Ecoteaux : lithologie, calcimétrie, paléomagnétisme. Les chiffres de la colonne de gauche (1 à 10) se réfèrent aux ensembles de couches décrits en détail dans le texte.

le sable beige-brun à des turbidites lacustres résultant de la fonte en été. Ces sédiments se sont formés dans un climat de type désertique froid.

- (4) 55–43 m: *laminites millimétriques sableuses et limoneuses brun-beige sans cyclicité reconnaissable. La base comporte encore quelques galets lâchés. Des bioturbations sous forme de pistes de vers sont visibles vers le haut de la couche; le sommet est tronqué.* Interprétation: la disparition du système varvé et l'apparition de bioturbations indique un relatif réchauffement du climat. L'érosion sommitale est le résultat du passage d'un glacier.

Formation supérieure d'Ecoteaux:

- (5) 43–41,5 m: *mélange sédimentaire cisailé, composé de matériel repris des sédiments inférieurs.* Interprétation: il s'agit d'un mélange infraglaciaire dû à l'action du glacier sur son soubassement non consolidé.
- (6) 41,5–27 m: *sable limoneux gris plissé, formant des plis métriques à plurimétriques, galets lâchés vers le bas.* Interprétation: ce sont des sédiments glaciolacustres qui ont glissé sur le talus du relief remodelé par le passage du glacier.
- (7) 27–15,5 m: *limons sableux gris sombre, très bioturbés, contenant du bois et des feuilles. Les structures de glissement sont moins fréquentes.* Interprétation: alternances de niveaux turbiditiques et de niveaux de décantation lacustres.
- (8) 15,5–10,5 m: *sables limoneux gris plus grossiers, cisailés, contenant du bois.* Interprétation: ces sables turbiditiques lacustres ont été cisailés par le passage d'un glacier.

Moraine wurmienne:

- (9) 10,5–5,5 m: *diamicte graveleuse et sableuse, composée d'un matériel essentiellement rhodanien.* Interprétation: sédiments transportés dans des chenaux torrentiels à la base du glacier wurmien.
- (10) 5,5–0 m: *niveau à blocs et diamicte limoneuse massive; till basal du glacier wurmien du Rhône.*

2.2. Calcimétrie

L'évolution de la courbe calcimétrique montre les mêmes grandes subdivisions stratigraphiques que celles qui sont indiquées par l'analyse lithostratigraphique (fig. 3). Au-dessus de la diamicte recouvrant la Molasse (couches 1 et 2), la teneur en CaCO_3 diminue légèrement en motant dans la Formation inférieure d'Ecoteaux. Un changement très net souligne la base de la Formation supérieure d'Ecoteaux, où commencent des fluctuations importantes des teneurs en carbonates.

2.3. Paléomagnétisme

La susceptibilité et l'intensité du champ magnétique montrent des tendances très différentes selon la formation considérée (fig. 3). On observe que les mesures donnent des valeurs plus homogènes pour la Formation inférieure d'Ecoteaux que pour la Formation supérieure. Un changement important se manifeste de 42 à 43 m, correspondant à un mélange sédimentaire glaciaire au contact entre les deux formations.

L'inclinaison du champ magnétique rémanent terrestre montre une polarité inverse pour la Formation inférieure d'Ecoteaux et une polarité normale pour la Formation supérieure. Les grandes variations observées dans cette dernière unité sont corrélables avec les nombreuses structures de glissements synsédimentaires («slumps»).

2.4. Palynologie

Les rares pollens de la Formation inférieure d'Ecoteaux témoignent, dans l'état actuel des recherches, d'un climat steppique froid. Un certain réchauffement est pourtant observable dès 55 m, au passage entre les couches 3 varvée et 4 bioturbée. Aux environs de 44 m de profondeur, soit au sommet de la couche 4, les pins et les saules nuancent une végétation dominée encore par les herbacées (graminées, chénopodes et armoises).

La Formation supérieure d'Ecoteaux admet elle aussi une séquence de réchauffement qui aboutit au développement de taxons thermophiles, contrairement à la précédente, davantage tronquée par l'érosion glaciaire (Planche 1). Une augmentation très nette du nombre de pollens par lame traduit, de manière caractéristique, la transition sédimentaire entre les couches 6 à sables limoneux plissés et 7 à limons sableux gris-sombre.

La forêt à pins (*Pinus*) de nature subarctique-boréale, disparaît brusquement aux alentours de cette limite. Un hiatus, lié sans doute à la diamicte observée au sommet de l'horizon 6, sépare cette période froide de la phase de réchauffement qui lui succède. Cette dernière (zone pollinique locale 2a) est déterminée par un énorme développement du sapin blanc (*Abies*) qui couvre, par moment, jusqu'à 60 % du spectre et dont la suprématie masque une apparition timide de l'aulne (*Alnus*) et de la chênaie mixte composée principalement de l'orme (*Ulmus*) et du chêne (*Quercus*). Le caractère tempéré de cette zone transparaît distinctement tout de même, au travers des indicateurs de chaleur et d'humidité que sont l'if (*Taxus*), le buis (*Buxus*) et le gui (*Viscum*).

Dans le courant de la phase suivante (2b), on assiste sans doute à une nouvelle péjoration climatique. Les pourcentages d'*Abies* chutent au détriment du pin, qui réapparaît massivement, et de l'épicéa (*Picea*) dont l'expansion avait déjà commencé lors de la période précédente.

Le retour en force des thermophiles intervient durant la séquence ultérieure (zone pollinique locale 2c). Les conifères, épicéa et sapin blanc tapissent les versants mal exposés et émaillent la forêt caducifoliée à noisetier (*Corylus*), orme, aulne et chêne. Bien représentés aussi, les tilleuls (*Tilia*), frênes (*Fraxinus*) et érables (*Acer*) voisinent avec des genres plus rares tels *Carya* et *Pterocarya*, qui ne poussent plus actuellement spontanément dans nos régions. Le charme (*Carpinus*) enfin, bien que minoritaire, se maintient tout au long de la séquence, atteignant par endroits 4%. *Taxus*, *Buxus* et *Vitis*, se développent rapidement. Dès la phase suivante toutefois, on assiste à la décroissance, au profit des conifères, de ces essences qui ne réapparaîtront par la suite que sporadiquement et en faible quantité.

Plusieurs fluctuations du spectre pollinique affectent la zone pollinique locale 3, par ailleurs fortement influencée par l'épicéa et le pin. Des oscillations, marquées par une chute brutale des pollens arboréens (AP) au profit des herbacées (NAP), graminées et cypéracées en tête, jalonnent ce nouvel épisode froid. Les importantes variations du spectre pollinique, qui ne transparaissent que faiblement au fil des observations sédimentologiques, reflètent peut-être les apports différentiels dus tant à la rivière alimentant le

bassin d'Ecoteaux qu'à des perturbations d'origine turbiditique. L'apparition conjointe et simultanée de genres tolérant bien le froid (armoïse, chénopodes) et de taxons thermophiles, prêche en faveur d'un certain mélange sédimentaire. La tendance générale de l'ensemble de cette séquence confirme tout de même un certain refroidissement.

Dans la zone pollinique locale 4, on assiste à une reprise de l'expansion des taxons thermophiles et seul le développement réduit d'*Abies* et de *Corylus* distingue cette période des séquences chaudes précédentes.

Trois phases tempérées caractérisent donc les couches 7 et 8 (zones polliniques 2a, 2c, 4). Ces épisodes, au cours desquels se déploient la chênaie mixte et les autres taxons thermophiles, sont séparés par des phases de péjorations climatiques; les conifères, pins et épicéas prennent alors la relève.

2.5. Macrofaunes récoltées dans les affleurements de surface

Deux affleurements appartenant, d'après leur composition pollinique, à la partie inférieure de la Formation supérieure d'Ecoteaux ont fourni des mollusques aquatiques déterminés par F. Burri. Vu l'état de déformation par compaction, seule la détermination des genres peut être considérée comme fiable.

Gisement A (fig. 2, coord. 556.36/155.05): *Lymnea*, *Pisidium*, *Bithynia*;

Gisement B (fig. 2, coord. 555.40/154.68):

dans slump: *Discus*, *Lymnea*, *Valvata*, *Bithynia*, *Anisus*, *Pisidium*, ainsi que des oogones de characées et des valves d'ostracodes.

3. Environnements de dépôt et cycles climatiques

La Formation inférieure d'Ecoteaux témoigne d'un environnement de dépôt qui a évolué d'un milieu glaciaire très érosif (contact entre couches 1 et 2) vers un milieu glaciolacustre (intervalle 3); un certain réchauffement se marque vers le haut de cette formation (intervalle 4). Le contact entre la Formation inférieure et la Formation supérieure d'Ecoteaux est érosif. La Formation supérieure indique de nouveau un passage d'un milieu glaciaire (intervalle 5) à un milieu glaciolacustre (intervalle 6), puis lacustre, avec trois épisodes tempérés chauds (intervalles 7 et 8), attestés par la composition pollinique (zones 2a, 2c et 4). Les reliefs wurmiens burinent profondément ces couches.

Les témoins de trois épisodes glaciaires majeurs sont en conséquence préservés dans le bassin: le dernier correspond au maximum wurmien, alors que les deux précédents doivent être beaucoup plus anciens.

Dans le secteur d'Ecoteaux et de Maraçon, la Formation d'Ecoteaux correspond aux dépôts d'un ancien delta lacustre dont les foresets ont été reconnus en sismique dans la région du sondage stratigraphique (Pugin & Rossetti 1992), et aussi à l'affleurement sous la moraine wurmienne dans la colline de Maraçon. Si on considère la composition du matériel graveleux, et en tenant compte du fait que l'alimentation du bassin persistait pendant les périodes chaudes et froides, on peut penser que le delta était alimenté par un cours d'eau drainant un bassin versant local, comparable à celui de l'actuelle Veveyse. Les dépôts deltaïques montrent des traces de passages de glaciers aux sommets de la Formation inférieure et de la Formation supérieure d'Ecoteaux.

4. Essai de datation des sédiments du bassin d'Ecoteaux

La Formation inférieure d'Ecoteaux a conservé une rémanence magnétique inverse, ce qui indique qu'elle s'est déposée, soit durant la période de Matuyama, c'est à dire antérieurement à 730 000 ans B.P. (Mankinen & Dalrymple 1979), soit pendant une période d'inversion encore plus ancienne. En ne considérant que les inversions, on pourrait encore formuler l'hypothèse que les sédiments inverses appartiennent à l'excursion magnétique de Blake qui a eu lieu au cours de l'Eémien ; mais cette hypothèse ne peut pas être retenue car cet événement s'est déroulé pendant une période climatique tempérée, ce qui n'est pas le cas pour nos sédiments à polarité inverse.

La Formation supérieure d'Ecoteaux, ayant une rémanence normale serait, quant à elle, postérieure à Matuyama, ou appartiendrait à la période de Jaramillo (900 000–970 000 ans B.P.). Sa configuration pollinique, où se relaient épisodes tempérés et phases de refroidissement, rappelle celle du Holstein (Welten 1982, 1988). La rencontre de genres typiques de cette époque, tels *Taxus*, *Buxus* et *Pterocarya*, ainsi que la diminution d'*Abies* lors du dernier optimum (zone 4), plaident en faveur de cette comparaison chronostratigraphique.

Le contenu pollinique permet quelques comparaisons avec d'autres sites de l'avant-pays alpin :

- La présence de *Pterocarya* fait apparaître une similitude avec les Jaberg-Seetone de Schlüchter (1988) et Welten (1988, diagramme 15) et avec le sondage de Grandson-Vinaigre (Welten 1988, diagramme 13) ; néanmoins, la variabilité de certains éléments, tel *Fagus*, permet des doutes concernant la corrélation entre ces sites.
- La même difficulté se présente dans la comparaison avec le gisement de «La Côte» dans le Vercors, qui a fourni une séquence interglaciaire crayeuse comportant une flore tempérée à *Pterocarya*, en plus d'un pourcentage important de *Fagus*, et jusqu'à 60% d'*Abies*. De Beaulieu & Monjuvent (1985, p. 79) proposent une corrélation avec l'Holsteinien typique (Menke 1968, Müller 1974), en soulignant également la présence de *Buxus*, *Taxus* et *Vitis*.
- Dans le bassin de la Wurzach (sud de l'Allemagne), des sédiments interglaciaires attribués au Holstein contiennent également *Pterocarya* et *Fagus* (revue et bibliographie dans Hantke 1978, p. 292 et suiv.).
- Les formations les plus proches du point de vue des composants majeurs du contenu pollinique sont les séquences de Meikirch, attribuées au Holstein I et II par Welten (1982, diagrammes 1 a et 1 b). Néanmoins, *Pterocarya*, présente à Ecoteaux, n'a pas été trouvée à Meikirch.

Malheureusement, l'absence en Suisse de points de comparaison avec un interglaciaire antérieur (Cromer ou autre) ne permet pas pour l'instant de trancher. En outre, l'existence de trois phases chaudes au sein de la Formation supérieure d'Ecoteaux, ainsi que la présence de grains de pollen particuliers, actuellement en cours d'étude, vont à l'encontre de notre comparaison avec le Holstein. Si ces divergences ne résultent pas de remaniements sédimentaires et de particularités locales, peut-être devons-nous supposer l'existence d'un interglaciaire très ancien, antérieur à la glaciation du Mindel.

5. Conclusions

La cuvette creusée dans le substrat molassique doit son existence de toute évidence à l'action d'un glacier, qui a néanmoins dû suivre un linéament tectonique (Pugin & Rossetti 1992). Au Pléistocène inférieur, un lac s'est installé dans cette dépression. Son plan d'eau a atteint un niveau légèrement supérieur à 800 m, ce qui correspond à l'altitude des sommets des actuelles collines environnantes. Cependant, entre notre région et le Jura, aucun relief continu n'atteint une telle altitude; vers l'ouest, le bassin d'Ecoteaux est ouvert sur la cuvette lémannique. Il est en conséquence difficile de préciser quelle était l'extension du lac, et où se trouvait son barrage frontal. Dans tous les cas, les reliefs au nord et à l'ouest du site d'Ecoteaux ont subi une érosion importante, après la disparition du lac dans lequel s'est déposé la Formation supérieure d'Ecoteaux. Cette érosion peut être attribuée, du moins en partie, au passage des glaciers du Pléistocène supérieur; toutefois, on ne peut exclure que d'autres cycles glaciaires soient intervenus, mais n'ont pas laissé de témoins entre la Formation supérieure d'Ecoteaux et la moraine wurmienne.

La Formation inférieure d'Ecoteaux constitue un repère clef pour comprendre l'évolution du relief de l'avant-pays des Alpes avant la dernière inversion du champ magnétique terrestre. D'autres sédiments qui pourraient être éventuellement corrélés avec la Formation inférieure d'Ecoteaux sont les «Deckenschotter» de l'est et du nord de la Suisse (Schlächter 1989) et certains loess dans la vallée du Rhin (Zollinger 1991, Schlächter 1992). Les «Deckenschotter» et la Formation inférieure d'Ecoteaux, déposés dans des cuvettes élevées par rapport aux vallées glaciaires du Pléistocène supérieur, témoignent d'un relief encore peu buriné par les glaciers alpins, relief probablement antérieur à l'installation du réseau de drainage actuel (voir aussi Hantke 1978, p. 266–309).

En tenant compte de sa position morphologique toujours élevée, la Formation supérieure d'Ecoteaux se situe dans un contexte très similaire à celui de la Formation inférieure. Cette situation pose cependant le problème de l'état d'avancement de l'érosion des vallées principales de l'avant-pays alpin. En effet, tous les gisements attribués actuellement au Holstein (voir chapitre 4) indiquent que les vallées étaient déjà bien creusées, même si leur fond était encore situé la plupart du temps audessus des niveaux de base actuels.

Remerciements

Nous remercions le Fonds national suisse pour la recherche scientifique et le Service hydrologique et géologique national de leur soutien financier. Nous avons bénéficié, lors de nos travaux de terrain, d'un accueil chaleureux par la population locale et de l'aide des autorités de la Commune d'Ecoteaux, et particulièrement de M. le Syndic R. Dapples. B. Ammann et P. Hainard ont encadré les recherches palynologiques. Nous devons à D. Chapellier le logging du sondage, à R. Olivier les études gravimétriques préalables et à F. Burri l'examen des débris de mollusques. L'analyse paléomagnétique a été réalisée avec l'aide de I. Hedley dans les laboratoires du Département de Minéralogie de l'Université de Genève. J. Metzger s'est chargé de la mise au net de la première figure. G. Monjuvent et M. Burri ont critiqué le manuscrit et leurs remarques ont contribué à son amélioration.

BIBLIOGRAPHIE

- BEAULIEU, J. L. DE & MONJUVENT, G. 1985: Données actuelles sur la formation interglaciaire de Pompillon (Pléistocène moyen). Val de Lans en Vercors (Isère, France). Bull. assoc. française étude du Quaternaire 22–23, 75–83.
- BUCHER, H. 1985: Géologie de la région d'Oron. Diplôme Inst. géol. Univ. Lausanne, inédit, 1–75.

- FASEL, J.-M. 1986: Sédimentologie de la Molasse d'eau douce subalpine entre le Léman et la Gruyère. Thèse Fac. Sci. Univ. Fribourg, Quick-Print, Fribourg, 1–142.
- GAGNEBIN, E. 1922: Carte géologique des Préalpes bordières entre Montreux et Semsales et du Mont Pèlerin. Comm. géol. Suisse, carte spéciale no 99, 1 : 25 000.
- HANTKE, R. 1978: Das Eiszeitalter, vol. 1. Ott, Thun.
- MANKINEN, E. A. & DALRYMPLE, G. B. 1979: Revised geomagnetic polarity time scale for the interval 0–5 m.y. B.P. J. Geophys. Res. B2, 84, 615–626.
- MENKE, B. 1968: Beiträge zur Biostratigraphie des Mittelpleistozäns in Norddeutschland. Heyniana 18, 35–42.
- MÜLLER, H. 1974: Pollenanalytische Untersuchungen und Jahresschichtenzählungen an der holstein-zeitlichen Kieselgur von Münster-Breloh. Geol. Jb. (A) 21, 107–140.
- PARRIAUX, A. 1981: Contribution à l'étude des ressources en eau du bassin de la Broye. Thèse EPF-Lausanne, no 393, 1–386.
- PUGIN, A. & ROSSETTI, S. 1992: Acquisition of land based high resolution seismic profiles in glacial basins, two case studies in the Alpine foreland of Switzerland. *Eclogae geol. Helv.* 85, 491–502.
- SCHLÜCHTER, C. 1988: Exkursion vom 11. Oktober 1987 der Schweizerischen Geologischen Gesellschaft im Rahmen der SNG-Jahrestagung in Luzern: ein eiszeitgeologischer Überblick von Luzern zum Rhein – unter besonderer Berücksichtigung der Deckenschotter. *Eclogae geol. Helv.* 81, 249–258.
- 1989: A non-classical summary of the quaternary stratigraphy in the Northern Alpine Foreland of Switzerland. *Bull. Soc. neuchâteloise géogr.* 32–33, 143–157.
- 1992: Glacial response to climate change; the Alpine Quaternary record. Abstract 172. ass. gén. Acad. Suisse Sci. Nat., Bâle.
- WEIDMANN, M. (sous presse): Notice explicative de la feuille 92 Châtel-St-Denis de l'Atlas géologique de la Suisse au 1 : 25 000. Serv. hydrol. géol. nat., Berne.
- WEIDMANN, M., HOMEWOOD, P., MOREL, R. et al. (sous presse): Feuille 92, Châtel-St-Denis de l'Atlas géologique de la Suisse au 1 : 25 000. Serv. hydrol. géol. nat., Berne.
- WELTEN, M. 1982: Pollenanalytische Untersuchungen im Jüngeren Quartär des nördlichen Alpenvorlandes der Schweiz. *Mat. Carte géol. Suisse* 156, 1–174.
- 1988: Neue pollenanalytische Ergebnisse über das Jüngere Quartär des nördlichen Alpenvorlandes der Schweiz (Mittel- und Jungpleistozän). *Mat. Carte géol. Suisse* 162, 1–40.
- ZOLLINGER, G. 1991: Zur Landschaftsgenese und Quartärstratigraphie am südlichen Oberrheingraben – am Beispiel der Lössdeckschichten der Ziegelei in Allschwill (Kanton Basel-Landschaft). *Eclogae geol. Helv.* 84, 739–752.

Manuscript reçu le 20 octobre 1992

Révision acceptée le 12 janvier 1993

