



HAL
open science

**ETUDE MAGNETOSTRATIGRAPHIQUE DU SITE
DE CA' BELVEDERE DI MONTE POGGIOLO
(FORLI, ITALIE), ET DE SON CONTEXTE
STRATIGRAPHIQUE.**

Jean Gagnepain, Lan Hedley, Jean-Jacques Bahain, Jean-Jacques Wagner

► **To cite this version:**

Jean Gagnepain, Lan Hedley, Jean-Jacques Bahain, Jean-Jacques Wagner. ETUDE MAGNETOSTRATIGRAPHIQUE DU SITE DE CA' BELVEDERE DI MONTE POGGIOLO (FORLI, ITALIE), ET DE SON CONTEXTE STRATIGRAPHIQUE.: PREMIERS RESULTATS. Carlo Peretto. IL PIÙ ANTICO POPOLAMENTO DELLA VALLE PADANANEL QUADRO BELLE CONOSCENZE EUROPEE MONTE POGGIOLO, Jaca Book, pp.319-329, 1994. halshs-00409158

HAL Id: halshs-00409158

<https://shs.hal.science/halshs-00409158>

Submitted on 6 Aug 2009

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

IL PIÙ ANTICO POPOLAMENTO
DELLA VALLE PADANA
NEL QUADRO DELLE CONOSCENZE
EUROPEE
MONTE POGGIOLO

a cura di
Carlo Peretto

Amministrazione Provinciale
di Forlì

Jaca Book

ETUDE MAGNETOSTRATIGRAPHIQUE DU SITE DE CA' BELVEDERE DI MONTE POGGIOLO (FORLI, ITALIE), ET DE SON CONTEXTE STRATIGRAPHIQUE. PREMIERS RESULTATS

Jean Gagnepain, Ian Hedley, Jean-Jacques Bahain, Jean-Jacques Wagner

Introduction

Dans le but d'insérer le site paléolithique inférieur de Ca' Belvedere dans un cadre chronostratigraphique, une étude de magnétostratigraphie fut entreprise sur le site lui-même, sur les formations sous-jacentes constituées d'argiles gris-bleues plio-pléistocènes, et sur les formations de «sables jaunes» quaternaires de Monte Vescovado (cf. fig. 1); ces derniers pouvant être un faciès hétéropique de la formation de Monte Poggiolo dans laquelle est englobée l'industrie paléolithique. Nous présentons ici les premiers résultats obtenus, cette étude étant encore en cours d'analyse.

Echantillonnage et méthodologie

Tous les échantillons furent prélevés à l'aide d'outils en bronze, non magnétiques, dans des petits cubes de plastique de 2,5 cm de côté (dimensions intérieures). Chaque échantillon est orienté et coordonné dans l'espace selon trois axes et replacé sur les coupes stratigraphiques levées préalablement. La direction fut mesurée à la boussole, l'horizontalité établie au niveau à bulle. Il est à noter que pour la carotte III de Monte Poggiolo (argiles gris-bleues) la direction nous étant inconnue, nous ne travaillerons que par rapport au plan horizontal, donc avec l'inclinaison magnétique du vecteur champ.

Suite à la phase de prélèvement, deux séries de mesures de l'ARN (Aimantation Rémanente Naturelle) furent effectuées au laboratoire de pétrophysique du département de minéralogie de l'Université de Genève (Suisse). La première série de mesures fut réalisée avec un magnétomètre à «fluxgate» de marque Molspin, la deuxième, après un

Jean Gagnepain, Ian Hedley, Jean-Jacques Bahain, Jean-Jacques Wagner

stockage en champ nul, avec un magnétomètre cryogénique plus sensible de type SQUID, à trois axes (Cryogénic Consultants), et à refroidissement à l'azote et hélium liquides. Pour toutes les coupes étudiées, les deux mesures furent très proches.

Cependant, l'ARN est souvent la somme de plusieurs aimantations d'origine différente. L'aimantation que nous recherchons est l'ARD (Aimantation Rémanente Détritique ou de Dépôt) qui existait à l'époque de la mise en place du sédiment, et qui représente la direction du Champ Magnétique Terrestre (CMT), au moment de la mise en place du sédiment, ou peu après. A cette aimantation «primaire» peuvent se surimposer des aimantations parasites secondaires, comme l'ARV (Aimantation Rémanente Visqueuse) due à l'action du champ magnétique terrestre, ou l'ARC (Aimantation Rémanente Chimique), liée dans notre cas à des phénomènes pédogénétiques, cette ARC pouvant être très difficilement différenciable de l'ARD, et détruire totalement celle-ci, comme c'est le cas dans certains niveaux supérieurs de Ca' Belvedere.

Afin de tenter de détruire l'ARV, pour retrouver l'ARD, nous pratiquons ensuite une désaimantation en champ alternatif, en appliquant un courant d'intensité croissante, selon les trois axes de l'échantillon avec le champ géomagnétique compensé par les grandes bobines de Helmholtz. Suite à cette opération, l'échantillon est remesuré aux différentes intensités appliquées, avec le minispin ou le magnétomètre cryogénique.

Le gisement de Ca' Belvedere di Monte Poggiolo

L'industrie lithique est englobée dans un dépôt formé de galets dans une matrice argilo-sableuse plus ou moins meuble selon les niveaux. C'est cette dernière, susceptible d'avoir enregistré l'Aimantation Rémanente Détritique (ARD), que nous avons prélevée et analysée.

Introduction

Dans la formation de Monte Poggiolo, nous sommes confrontés à un important phénomène de pédogénèse, qui a affecté à un degré plus ou moins avancé toutes les couches prélevées. Nous distinguerons trois ensembles dans ces prélèvements:

a) Le sol rouge fersiallitique, où le processus pédogénétique a été total, entraînant une dissolution des éléments calcaires et des lessivages. Dans ce niveau on peut supposer que l'ARD a été totalement détruite et que l'aimantation qui sera mesurée sera une ARC liée à la pédogénèse.

b) Les couches 101 à 106, très riches en carbonates provenant du lessivage des horizons supérieurs. Ces couches correspondent à un horizon B d'accumulation, ou horizon illuvial. Ici également, surtout pour les couches 101 à 104, l'ARC risque d'être importante, et l'ARD difficilement retrouvable.

Etude magnetostratigraphique du site de Ca' Belvedere Di Monte Poggiolo

c) Les couches 107-108. Celles-ci correspondent au taux minimal d'accumulation de carbonates, c'est-à-dire aux niveaux où l'influence de la pédogénèse est la plus faible. Et même si l'ARC s'est plus ou moins surimposée à l'ARD, il sera peut-être possible dans ces deux ensembles de retrouver, après désaimantation en champ alternatif, une aimantation plus ancienne que l'ARC, et qui pourrait être l'ARD, ou une composante qui lui est proche.

Mesures de l'ARN et désaimantation en champ alternatif

a) *Le sol fersiallitique.* La mesure de l'ARN (Fig.2), nous indique des polarités franchement positives, avec une inclinaison de l'ordre de + 60 degrés, et une déclinaison globalement nord, comprise entre 320 et 360 degrés. Ces valeurs, très proches des valeurs actuelles, semblent situer la phase pédogénétique nettement dans Brunhes, plus récent que 0,73 Ma. Il est à noter que l'intensité d'ARN ou aimantation est ici environ 10 à 20 fois plus élevée que dans les autres horizons du gisement. Ceci est dû vraisemblablement à la néoformation de minéraux secondaires ferromagnétiques.

Les valeurs après désaimantation restent les mêmes. L'ARV se détruit aisément, mais nous ne retrouvons fort logiquement que l'ARC. Toute aimantation antérieure a été totalement détruite. Sur la figure 3, nous constatons que l'aimantation décroît normalement avec l'augmentation du champ appliqué (3a), et que la composante horizontale se rapproche de l'origine d'une manière linéaire (3b), de même que la composante verticale positive (3b), ce qui dénote une aimantation stable, positive et de direction nord.

b) *Les couches 101 à 106.* Les valeurs de l'ARN (Fig.4) montrent deux tendances.

Les couches supérieures 101-104 ont des directions d'ARN proches de celles du sol rouge, de + 40° à + 70° pour l'inclinaison et majoritairement nord pour la déclinaison. Cet horizon, très enrichi en carbonates secondaires, dénote une influence très marquée de la pédogénèse, et donc, probablement, une ARC très forte.

Pour les couches 105-106, les valeurs de l'inclinaison sont beaucoup plus faibles, pouvant descendre jusqu'à + 15°, alors que dans le même temps on remarque que la déclinaison évolue jusqu'à prendre des valeurs nettement est ou ouest. Il se produit là un changement par rapport aux horizons supérieurs 101-104. Le taux des carbonates est plus faible dans ces niveaux, et l'ARC par conséquent moins marquée. Il semble que dans ces deux couches 105-106, l'ARD (?) n'ait pas été totalement effacée, et on est en droit de supposer l'existence de deux composantes distinctes dans cet horizon. Il faut aussi y noter la baisse significative de l'intensité magnétique, où les valeurs sont environ deux fois plus faibles que plus haut. Ceci indique également une influence moins marquée de la pédogénèse et une réduction du taux de minéraux néoformés ferromagnétiques.

Les variations des valeurs de l'inclinaison et de la déclinaison après désaimantation ne sont pas significatives. En effet, l'inclinaison soit reste stable autour de + 60°, soit

décroit légèrement de 60° à 40° ; quant à la déclinaison, elle semble se stabiliser autour de 320° . Cette constatation est surtout valable pour les couches supérieures. Il semble donc que dans ces horizons de la partie sommitale de la fouille de Ca' Belvedere, l'ARD ou toute aimantation antérieure à la pédogénèse, ne soit plus identifiable. Sur la courbe de la figure 5a, représentant l'évolution de la composante verticale positive (Pos. Vert. Comp.) on note l'existence d'au moins deux composantes, une principale positive, et une négative moins marquée. Ces observations sont concordantes avec celles déjà notées dans l'étude de l'ARN, à savoir la présence dans ces sédiments de deux composantes opposées.

c) *La couche 107.* Celle-ci montre le taux de carbonates le plus faible, et l'évolution géochimique pédogénétique la moins marquée. Elle est donc la plus susceptible d'avoir conservé une aimantation anté-ARC. Elle a des valeurs d'inclinaison négatives (-10° ; -20°) et des directions du vecteur champ fossile au sud (150° ; 170°) (Fig.3). L'intensité magnétique est dans ce cas également, relativement faible. Ces résultats sont donc totalement différents de ceux relevés dans le sol fersiallitique (sol rouge) et dans les horizons carbonatés supérieurs. La composante négative déjà soupçonnée dans les mesures des couches 105-106, est ici confirmée.

Ces valeurs de l'ordre de -20° pour l'inclinaison, et globalement sud pour la déclinaison sont non seulement confirmées par les désaimantations, mais de surcroît l'inclinaison passe de -20° à -50° . Dans cette strate, la composante principale est donc négative-sud, et la secondaire, positive-nord, arrive à être éliminée plus ou moins totalement. L'aimantation primaire aurait donc des valeurs de l'ordre de -50° pour l'inclinaison, et de N270-N180 pour la déclinaison. Toutefois, si les résultats obtenus ne sont pas suffisants pour retrouver avec exactitude les valeurs du vecteur champ magnétique terrestre fossile qui existait lors de la mise en place de ces dépôts, ils prouvent l'existence d'une composante négative, ce qui constitue une information chronologique très importante.

d) *La couche 108.* Dans ces strates inférieures, sous-jacentes à la couche 107, l'intensité reste faible, l'inclinaison devient très légèrement positive (5° à 30°), mais la déclinaison montre une grande dispersion, avec des directions nord et d'autres sud. Là encore, il est logique de supposer deux composantes dans ces échantillons, une positive-nord (ARC et/ou ARV), et une qui serait négative-sud (ARD?).

Après désaimantation, l'existence de deux composantes distinctes et opposées, est très nette (Fig. 5b). Sur la courbe d'évolution de la composante verticale positive, on note le début de destruction d'une composante négative (et l'on obtient à une certaine intensité des valeurs inverses), puis une composante positive, et de nouveau une composante négative. L'aspect parfois «anarchique» de la courbe, est du à des problèmes de réaimantations, entraînés vraisemblablement par l'instabilité de l'une des deux composantes pendant la désaimantation.

Conclusions

Le point le plus important de cette étude est la mise en évidence de deux composantes principales, l'une positive (environ $+60^\circ$) et de direction nord, l'autre négative (de l'ordre de -50°) et de direction sud. On peut logiquement penser que l'ARV (Visqueuse) a des valeurs du même ordre que l'aimantation positive. Cette dernière, comme nous l'avons vu dans l'étude du sol rouge, est selon toute vraisemblance l'ARC, liée au processus pédogénétique. La seconde, négative-sud, est plus ambiguë à définir. Il est possible qu'elle soit l'ARD, c'est-à-dire l'aimantation qui existait lors de la formation du dépôt, mais elle peut également être une composante acquise postérieurement. Cependant, quelle que soit sa nature (ARD ou aimantation secondaire), elle prouve que la formation de Ca' Belvedere di Monte Poggiolo existait déjà lorsque le champ magnétique terrestre possédait des valeurs inverses, négatives-sud. Ceci est une donnée chronologique très importante, puisque la logique tend à donner un âge plus ancien que 0,73 Ma à ce site, date qui correspond à la limite géomagnétique Brunhes-Matuyama, (Mankinen et Dalrymple, 1979). En effet, les données liées à l'étude de l'industrie lithique (Antoniazzi *et al.*, 1988) et la pédostratigraphie (Cremaschi et Peretto, 1986), nous obligent à éliminer la possibilité d'une attribution à l'épisode négatif de Blake (114.000 ans), beaucoup trop récent. Quant aux autres épisodes inverses, comme Levantin à 0,3 Ma par exemple, leur existence reste très aléatoire en Europe et ils représentent des intervalles de temps très brefs.

En conclusion à cette étude magnétostratigraphique préliminaire du gisement, nous pouvons dire que la pédogénèse s'est produite à une date plus récente que 0,73 Ma (et sûrement beaucoup plus récente) et que la formation de Ca' Belvedere di Monte Poggiolo, englobant l'industrie lithique, a un âge supérieur à 0,73 Ma, sans qu'il nous soit possible à l'heure actuelle de l'approcher avec plus de précision.

Monte Vescovado, les «Sables Jaunes»

Introduction

Cette formation sableuse pléistocène, appelée «Sables Jaunes», marine de faible bathymétrie, littorale ou infralittorale, est donnée par tous les auteurs comme postérieure au «Santernien» (Vai, 1988), c'est-à-dire plus récente que 1,4-1,3 Ma. Il faut noter la présence de fossiles de grands vertébrés retrouvés dans cette formation: *Mammuthus aff. meridionalis*, *Dicerorhinus etruscus*, *Bison cfr. schoentensacki*, *Hippopotamus* sp. (Azzaroli et Berzi, 1970; Marabini *et al.*, 1987; Giusberti et Peretto, 1987; Giusberti, 1989). Cette faune fut attribuée au Villafranchien supérieur (Azzaroli et Berzi, 1970) ou à l'Epivillafranchien (Giusberti, 1989).

L'âge de cette formation est très discuté, avec des attributions chronologiques pouvant aller de l'Emilien (1,3-1,1 Ma) (Antoniazzi, 1987) au «Milazzien» (Ruggieri et Selli, 1949; Vai, 1984) (Le «Milazzien» peut être placé dans une fourchette d'âge de 0,7-0,3 Ma). Ce problème est de plus compliqué par la possible existence de deux cycles sédimentaires au sein de cette formation (Ricci Lucchi *et al.*, 1982, Vai, 1988). L'étude de ces «Sables Jaunes», et leur attribution chronologique, est motivée par le fait qu'ils peuvent être hétéropiques avec la formation de Monte Poggiolo (Cremaschi, in: Peretto e Prati, 1983; Cremaschi 1985), ou appartenir au même cycle sédimentaire régressif, et donc avoir des âges très proches.

C'est dans cette optique que nous avons prélevé et analysé des échantillons provenant de la sablière de Monte Vescovado, située à 2 km à l'ouest du gisement de Ca' Belvedere (cf. fig. 1).

Ces prélèvements réalisés sur une colonne de 5 m de hauteur furent effectués sur les sables jaunes quartzo-feldspathiques peu cimentés, et sur des strates argileuses ou limono-sableuses vers le sommet de la section. Nos analyses correspondraient donc à la partie supérieure de la formation, jusqu'au contact discordant avec des niveaux remaniés actuels ou sub-actuels (présence de briques).

Il faut noter dans les horizons inférieurs de la sablière d'importants niveaux de graviers et galets, qui peuvent indiquer la base des «Sables Jaunes», comme c'est le cas à la «Cava Salita» d'Oriolo (Marabini *et al.*, 1987).

Notre but dans un premier temps est de déterminer si l'aimantation rémanente de ces dépôts est positive ou négative, ce qui situerait les «Sables Jaunes» de Monte Vescovado dans le Pléistocène soit moyen, soit inférieur, c'est-à-dire plus récent ou plus ancien que 0,73 Ma.

Analyses, résultats

Les mesures de l'ARN, avant et après le stockage en champ nul, montrent des valeurs similaires. L'intensité magnétique est toujours relativement faible.

a) ARN, *inclinaison*. Tout d'abord on remarque la très forte dispersion des valeurs de l'inclinaison. Ceci montre une assez médiocre fidélité de l'enregistrement magnétique, et rendra très difficile, voire impossible, la détermination précise des valeurs des composantes du vecteur champ, fossilisé dans ces échantillons. Toutefois, en faisant une analyse d'ensemble de ces résultats, on constate que 75-80% des valeurs sont négatives, et que les valeurs positives se situent surtout dans les niveaux inférieurs de la section analysée, là où la fidélité d'enregistrement est la plus mauvaise.

Il paraît donc évident d'attribuer une inclinaison négative à ces dépôts, mais il est possible qu'il existe une composante positive dans les niveaux inférieurs.

b) ARN, *déclinaison*. Contrairement aux résultats de l'inclinaison, ceux de la déclinaison montrent une bonne homogénéité, avec des valeurs sud. Le fait que la déclinaison

soit au sud, confirme l'aimantation négative observée pour l'inclinaison. Il apparaît donc, que l'aimantation rémanente des échantillons de Monte Vescovado soit négative-sud.

c) *desaimantations*. La désaimantation des échantillons est encore en cours d'étude, mais les premiers résultats obtenus, sur les échantillons pilotes, confirment les conclusions tirées de l'étude de l'ARN, à savoir des valeurs d'inclinaison négatives, et de déclinaison sud.

Conclusion

Il ressort donc de ces premiers résultats l'attribution d'une aimantation négative-sud aux «Sables Jaunes» de Monte Vescovado. Comme ce fut le cas à Ca' Belvedere di Monte Poggiolo, il n'est pas possible d'affirmer avec certitude qu'il s'agit de l'ARD. Cependant, l'observation détaillée de ces formations ne semble pas mettre en évidence des phénomènes géochimiques importants, ayant affecté les sédiments postérieurement à leur dépôt. Le sol rouge fersiallitique lessivé, dit «Paléosol de Collecchio» (Cremaschi, 1978), visible au sommet des «Sables Jaunes», est ici tronqué, et n'apparaît pas sur la coupe étudiée, même s'il est observable en d'autres points de la sablière. Le sommet de la colonne échantillonnée semble se situer à environ 5m sous ce paléosol. Des premières désaimantations, il ressort que l'ARV se détruit assez facilement. Il est donc probable que cette composante négative-sud soit très proche de l'ARD.

Ces conclusions nous incitent par conséquent à placer les «Sables Jaunes» de Monte Vescovado dans le Pléistocène inférieur, c'est-à-dire à une date plus antique que 0,73 Ma. Ces nouvelles données associées aux travaux antérieurs confèrent à cette formation un âge compris entre 1,3 et 0,73 Ma pour cette localité (soit un âge post-Santermien).

La magnétostratigraphie établie dans les séries de Stirone, Crostolo, Tiepido et Santerno, indiquent toutes l'épisode positif de Jaramillo (0,9-0,95 Ma) au sommet des «Sables Jaunes», ou une aimantation inverse (Bucha *et al.* 1975; Kukla *et al.* 1979; Salloway 1983). Nos résultats sont donc en accord avec toutes ces données.

De plus, celles fournies par l'étude des mollusques marins (Posenato, in Peretto et Prati 1987) dans la localité de San Biagio, à la base de la formation des «Sables Jaunes», donne un âge plus vieux que 1,1-1,2 Ma, ce qui est en accord avec les conclusions de Raffi (1986), qui, constatant l'absence des milieux boréaux du second flux de faunes froides en Méditerranée, indique que «les sédiments du Pléistocène marin affleurant dans la plaine du Pô, seraient antérieurs à cette date».

Une datation par ESR a été également effectuée sur les «Sables Jaunes» de Monte Vescovado (Yokoyama, dans ce livre). Celle-ci a donné un âge de $1,29 \pm 0,53$ Ma, qui s'intègre parfaitement avec la polarité inverse que nous avons mise en évidence.

En conclusion, nous pouvons attribuer les «Sables Jaunes» de Monte Vescovado au

Jean Gagnepain, Ian Hedley, Jean-Jacques Bahain, Jean-Jacques Wagner

Pléistocène inférieur, à une date comprise entre 1,3 et 0,73 Ma. En tenant compte des autres renseignements fournis par la magnétostratigraphie plaçant l'épisode de Jaramillo au sommet de cette formation, on pourrait réduire cette fourchette d'âge à 1,3 et 0,95 Ma. Cependant, s'il paraît probable que les «Sables Jaunes» sont dans le Pléistocène inférieur, depuis le Stirone jusqu'à Monte Vescovado, l'âge du sommet de cette unité peut être variable, car on ne peut exclure la possibilité de diachronisme dans cette formation, et il faut rappeler que la partie sommitale de la coupe étudiée a été tronquée par des phénomènes érosifs, avec développement d'un sol. Nous proposerons donc une fourchette d'âge de 0,73 à 1,3 Ma.

Les argiles gris-bleu de Monte Poggiolo

Introduction

Dans la formation des argiles gris-bleu, appelées également argiles azurées, nous avons prélevé plus de 700 échantillons couvrant la totalité d'une carotte de 17 m, exception faite des 3,5 m supérieurs sableux, meubles, et donc non prélevables.

En 1988, une campagne de forages non destructifs fut entreprise à Monte Poggiolo, afin d'avoir une bonne connaissance du substratum sur lequel reposent en discordance les sédiments archéologiques. Plusieurs de ces forages furent réalisés à une distance très proche du gisement de Ca' Belvedere, et c'est l'un de ceux-ci, la carotte n° III, que nous avons étudié.

Celle-ci montre dans les 13,5 m inférieurs des argiles bleues finement litées à passées locales plus limono-sableuses, qui augmentent en fréquence vers le sommet. L'examen visuel de ces argiles, n'a pas permis de mettre en évidence de lacunes significatives dans la sédimentation. Les derniers 3,5 m de la carotte III sont constitués de sables moyens et grossiers.

Il faut noter que ces forages ne sont pas orientés, et nous ne pouvons par conséquent mesurer que la seule inclinaison magnétique.

Resultats

Dans l'étude de l'ARN de cette carotte, nous remarquons deux phases très différentes (Fig.6). De la base jusqu'à 13,70 m, l'inclinaison est très variable, avec des valeurs négatives pouvant atteindre -60° . Le log de l'intensité présente les mêmes caractéristiques, avec des valeurs souvent très fortes par rapport aux niveaux supérieurs. Nous avons donc dans la base du forage une phase très instable du champ magnétique, avec deux composantes distinctes. Par contre, dans la fraction analysée supérieure à 13,70 m, et jusqu'à environ 4 m, l'aimantation est franchement positive, l'intensité très

Etude magnetostratigraphique du site de Ca' Belvedere Di Monte Poggiolo

stable avec des valeurs faibles, et l'inclinaison oscille en moyenne entre des valeurs de $+30^\circ$ à $+60^\circ$. Nous sommes ici dans une période positive du champ fossile (confirmée par tous les échantillons pilotes désaimantés) et chronologiquement importante. Sur la figure 6, nous ne présentons que les 6 m inférieurs, la partie sommitale étant en continuité monotone avec la section positive supérieure à 13,70 m.

Dans le cadre du programme de désaimantation encore en cours, nous avons réalisé la désaimantation d'une quinzaine d'échantillons pilotes, en champ alternatif, jusqu'à des valeurs de champ appliqué de 400 Oe. Les résultats obtenus aux valeurs moyennes de 200 Oe ne montrent pas de variations significatives, l'écart d'inclinaison entre les valeurs ARN et celles après nettoyage en champ alternatif n'excédant pas 10° . Ces échantillons pilotes furent choisis dans les deux phases, stable et instable, et dans la section inférieure, sur des données négatives et positives. Nous pouvons donc supposer que la courbe d'inclinaison après nettoyage sera très proche de celle de l'ARN dont nous disposons actuellement.

Une autre constatation s'impose à l'examen de ce log: il s'agit de l'existence d'une oscillation régulière des valeurs, surtout dans la portion supérieure à 13,70 m, entre 30° et 60° , et se répétant en moyenne tous les 5 ou 10 centimètres. Ce phénomène pourrait être un reflet de la variation séculaire (variation lente du champ magnétique), cette variation étant estimée dans le Pléistocène à environ 1000-1500 ans (Turner *et al.*, 1982; Turner et Lyons, 1986). Si l'on suppose cette variation égale à une durée de 1000 ans au minimum, avec une amplitude de 10 cm, nous obtenons donc un taux de sédimentation de 10 cm/1000 ans, valeur assez commune et en accord avec les résultats obtenus dans des bassins sédimentaires marins de relativement faible bathymétrie, comme c'est le cas pour ces argiles bleues de Monte Poggiolo. Par conséquent, en admettant un tel taux de sédimentation, la période positive supérieure à 13,70 m représenterait une durée minimale de 100.000 ans.

Pour conclure, nous observons deux phases distinctes dans cette carotte III, phases décrites ci-dessus. Les données recueillies d'après l'étude des variations de l'intensité et de l'inclinaison nous incitent à penser que la base de la carotte III correspond à une phase d'inversion de polarité magnétique, avec une période négative inférieure, passant à une période positive jusqu'au sommet de la section analysée. En effet, sur un échantillonnage fin, on note très souvent, lors d'un changement de polarité une instabilité temporaire des composantes horizontale et/ou verticale et des variations importantes de l'intensité, avant la stabilisation définitive du champ magnétique selon une polarité donnée, ce qui est le cas dans la carotte III de Monte Poggiolo.

Interpretation

Après avoir mis en évidence le passage d'une polarité inverse à une polarité normale, il nous reste maintenant à identifier ce changement de polarité. Attendu que ces

Jean Gagnepain, Ian Hedley, Jean-Jacques Bahain, Jean-Jacques Wagner

argiles sont données dans la littérature comme étant plio-pléistocènes et, en tenant compte des contextes stratigraphiques et géomorphologiques, il semble que nous n'ayons que trois possibilités d'attribution pour ce changement de polarité, qui sont soit la base de l'événement positif d'Olduvai, soit la base de celui également normal de Jaramillo (tous deux dans l'époque négative de Matuyama), ou alors il peut s'agir de la limite géomagnétique de Brunhes-Matuyama. Ce qui, chronologiquement, nous donne des âges respectifs de 1,82; 0,95 ou 0,73 Ma pour le niveau de 13,70 m qui semble être le début de la phase positive.

Pour tenter de trouver une solution à cette triple alternative, il nous est nécessaire de nous appuyer sur d'autres résultats, soit paléomagnétiques, soit fournis par d'autres disciplines.

Nous avons vu que la période normale, sur la base de l'extrapolation de la variation séculaire, avait une durée probable supérieure à 100 000 ans. Cette première donnée, si elle est vérifiée, exclut l'alternative Jaramillo dont la durée n'est que de 50.000 ans, mais accepte Olduvai (200.000 ans environ) et naturellement Brunhes (730.000 ans).

Les résultats de la magnétostratigraphie que nous avons obtenus sur les unités sous-jacentes aux argiles bleues, c'est-à-dire les «Sables Jaunes» de Monte Vescovado et la formation de Monte Poggiolo analysée à Ca' Belvedere, ont placé ces deux localités dans l'époque de Matuyama. Ceci exclut la limite Brunhes-Matuyama dans la carotte III. De même, les données paléomagnétiques dans les sections du Stirone, Crostolo, Tiepido et Santerno, ont reconnu les argiles bleues de Santerno comme étant la partie inférieure de Matuyama, ont identifié Jaramillo au sommet des «Sables Jaunes», et la limite Brunhes-Matuyama plus haut dans les séries (Bucha *et al.*, 1975; Kukla *et al.*, 1979; Salloway, 1983). Ces constatations nous amènent à exclure les alternatives Brunhes-Matuyama et Jaramillo. Par contre, les déterminations de Matuyama inférieur dans les argiles gris-bleu à Santerno et à la base de la carotte III à Monte Poggiolo sont concordantes.

Une tentative de datation par la méthode de résonance de spin électronique (ESR) sur une coquille marine de la base de la carotte III a donné une première fourchette d'âge de 1,20-1,88 Ma (Yokoyama dans ce livre). On constate que seule l'hypothèse d'Olduvai entre dans cet intervalle de temps.

L'étude des mollusques de San Biagio, à la base des «Sables Jaunes» et au contact avec les argiles bleues, a donné une date supérieure à 1,1-1,2 Ma (Posenato, in Peretto e Prati, 1987). Si le sommet des argiles est plus ancien que cette date, la phase positive de la carotte III ne peut être que Olduvai.

Pour conclure, nous constatons que la seule hypothèse qui soit en accord avec toutes ces données est celle de la base d'Olduvai. Le niveau à 13,70 m de la carotte III, aurait donc un âge de 1,82 Ma.

Conclusion

Les premiers résultats de cette étude magnétostratigraphique, portant sur le site paléolithique inférieur de Ca' Belvedere, sur les formations des «Sables Jaunes» de Monte Vescovado et sur les argiles gris-bleues de Monte Poggiolo, sont résumés en figure 7.

Nous constatons que les attributions chronologiques de chaque formation sont concordantes, avec la présence possible d'Olduvai dans les argiles, et celle de Matuyama moyen ou supérieur dans les «Sables Jaunes» et à Ca' Belvedere. Les polarités obtenues sont cohérentes avec celles des études magnétostratigraphiques antérieures effectuées sur les «Sables Jaunes», les argiles gris-bleu, et les niveaux de graviers supérieurs.

Toutes les formations étudiées apparaissent dans l'époque de Matuyama, et seraient donc plus anciennes que 0,73 Ma, et les observations de Raffi (1986) et Posenato (in Peretto et Prati, 1987), qui concluent en s'appuyant sur l'étude des mollusques, que les sédiments du Pléistocène marin affleurant dans la plaine du Pô seraient tous antérieurs à 1,1-1,2 Ma, trouvent ici confirmation.

Enfin, les résultats obtenus à Ca' Belvedere et Monte Vescovado n'infirment pas la possible contemporanéité de la formation anthropique de Monte Poggiolo et des «Sables Jaunes», mais celle-ci reste toutefois à démontrer sur la base de données plus précises.

RIASSUNTO

a cura della redazione

Nel quadro di un programma di ricerche sul sito del Paleolitico inferiore di Ca' Belvedere di Monte Poggiolo, è stato intrapreso uno studio paleomagnetico sul sito stesso e sulle formazioni che lo inquadrano stratigraficamente e geograficamente, in particolare sulle Argille Azzurre plio-pleistoceniche e sulle «Sabbie Gialle» del Pleistocene.

Sulla base dei primi risultati di questo studio, sembra che tutte le formazioni studiate rientrino nella fase inversa Matuyama, con la possibilità della presenza alla base della serie, in una carota effettuata nelle Argille Azzurre, dell'episodio geomagnetico positivo di Olduvai (1,82 my). Per le «Sabbie Gialle» di Monte Vescovado e per la pudinga a matrice argilloso-sabbiosa, contenente l'industria su ciottolo di Ca' Belvedere, è stata messa in evidenza una componente inversa. Quest'ultima sarebbe quindi più antica di 0,73 my, data corrispondente al limite geomagnetico Brunhes-Matuyama.

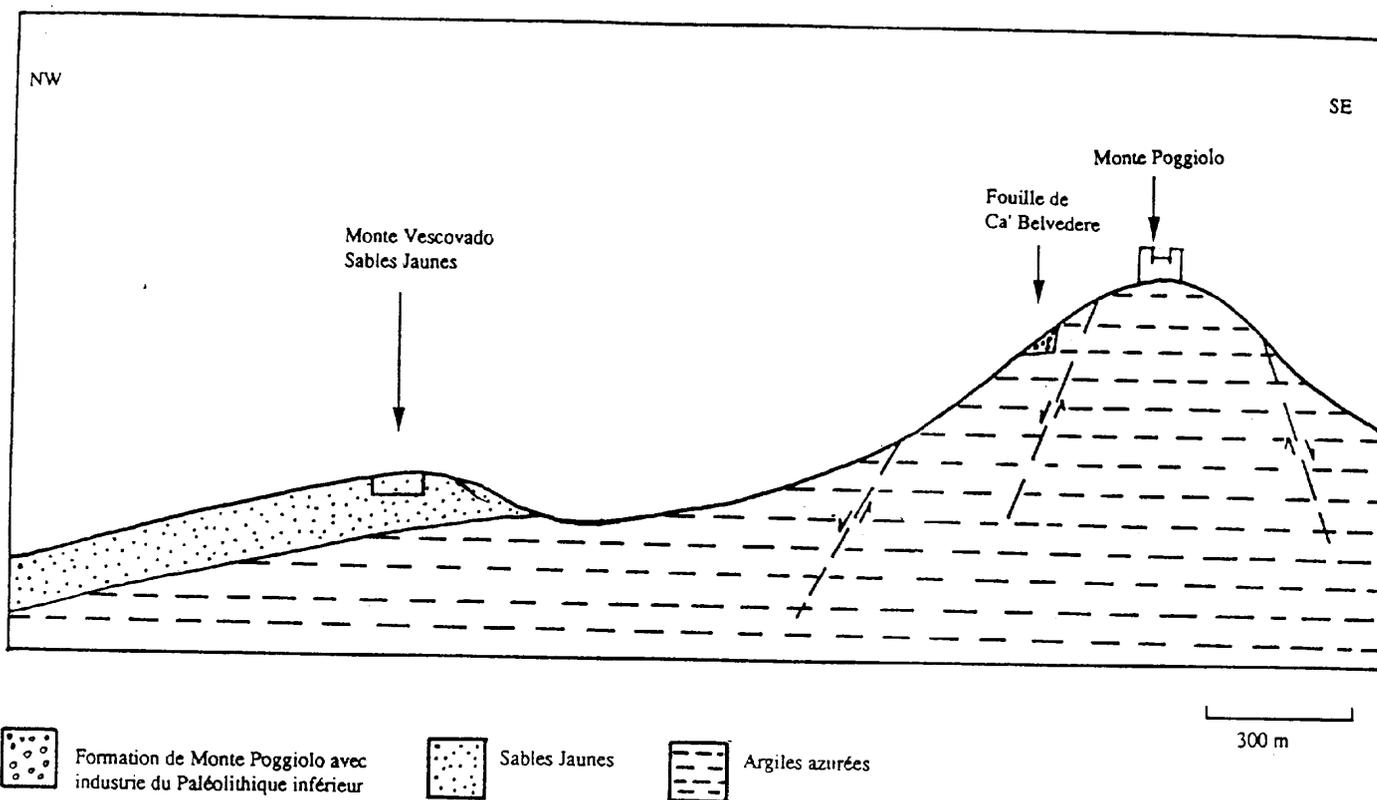


Fig. 1. Schéma structural synthétique, montrant les positions stratigraphiques relatives des différentes formations étudiées.

Z (cm)

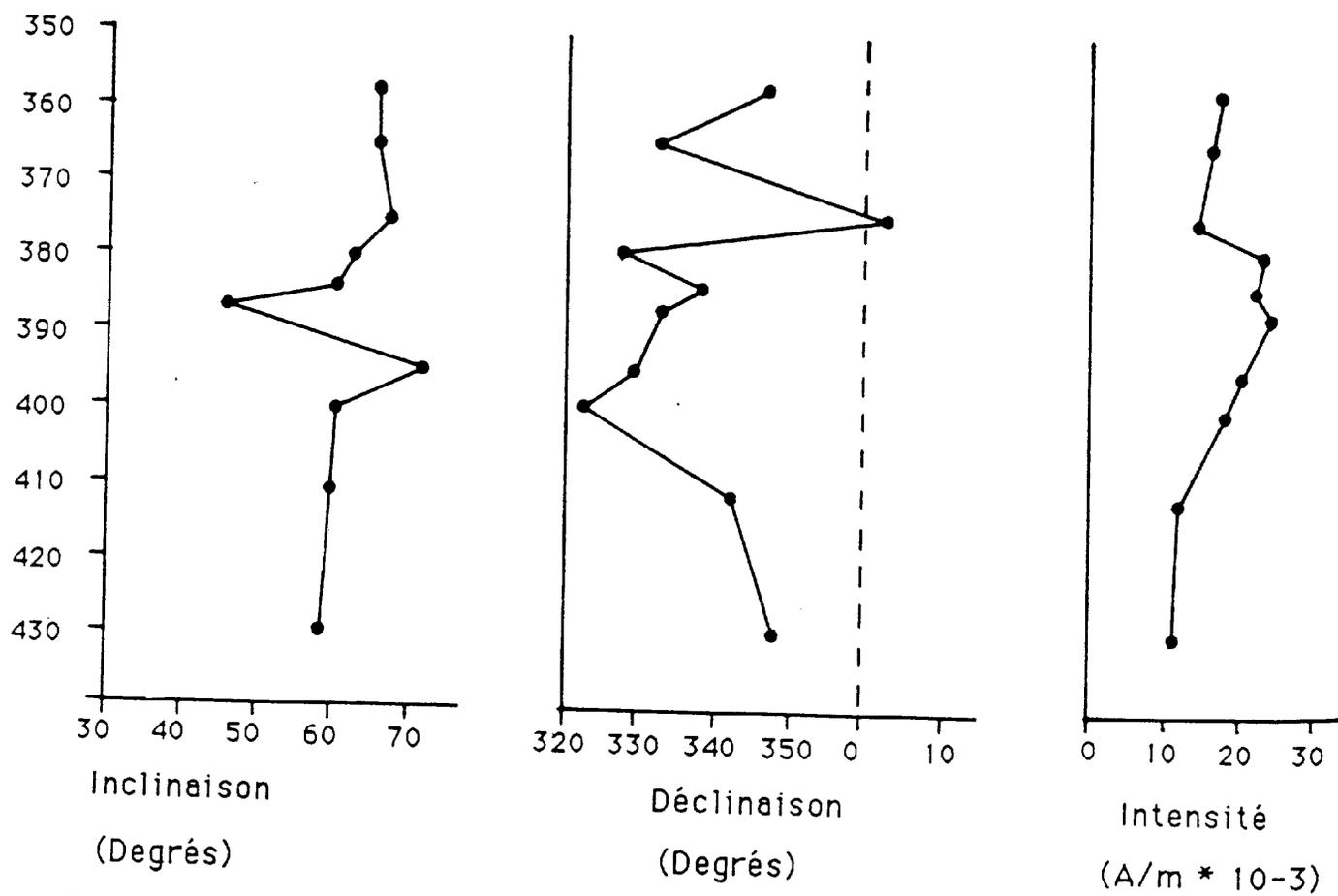
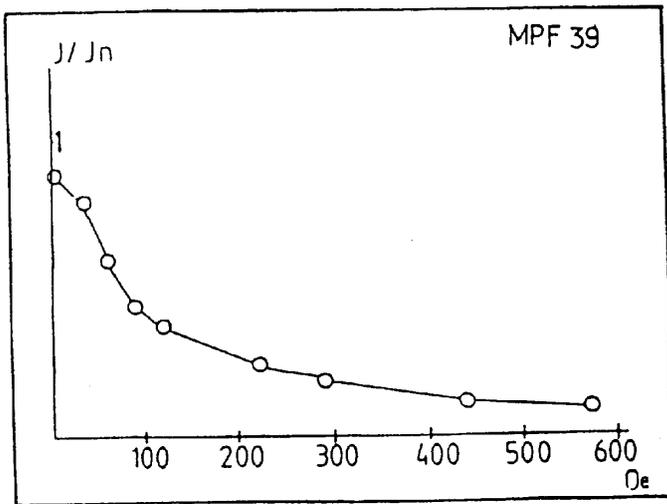
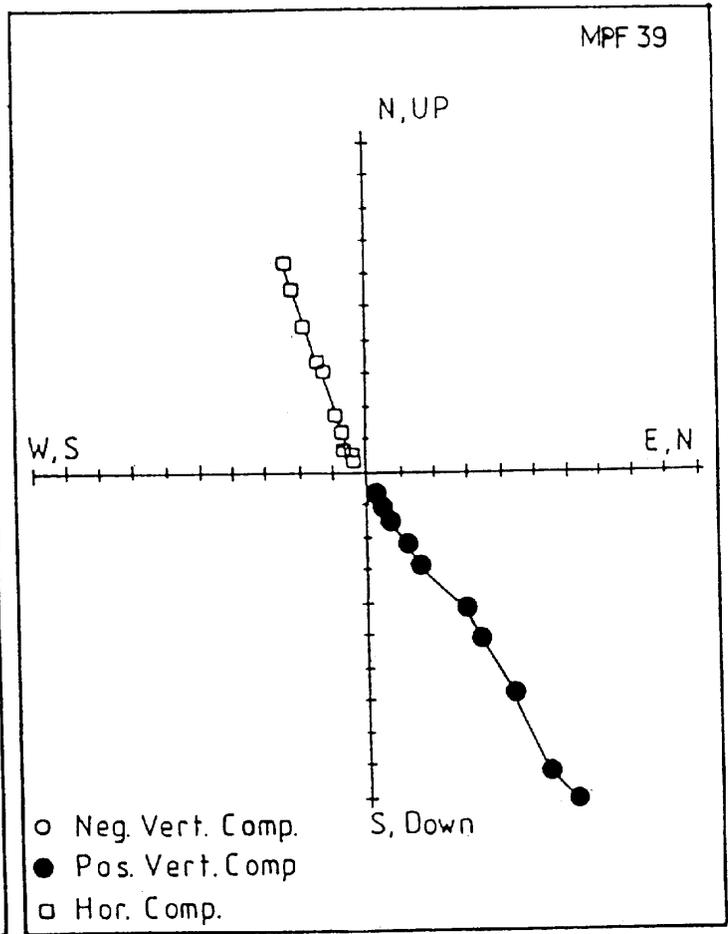


Fig. 2. Ca' Belvedere, sondage 1984, sol fersiallitique, mesure de l'ARN.



3a



3b

Fig. 3. Ca' Belvedere, fouille 1988, sol rouge. Courbes de désaimantation en champ alternatif; 3a: valeurs en O_e .

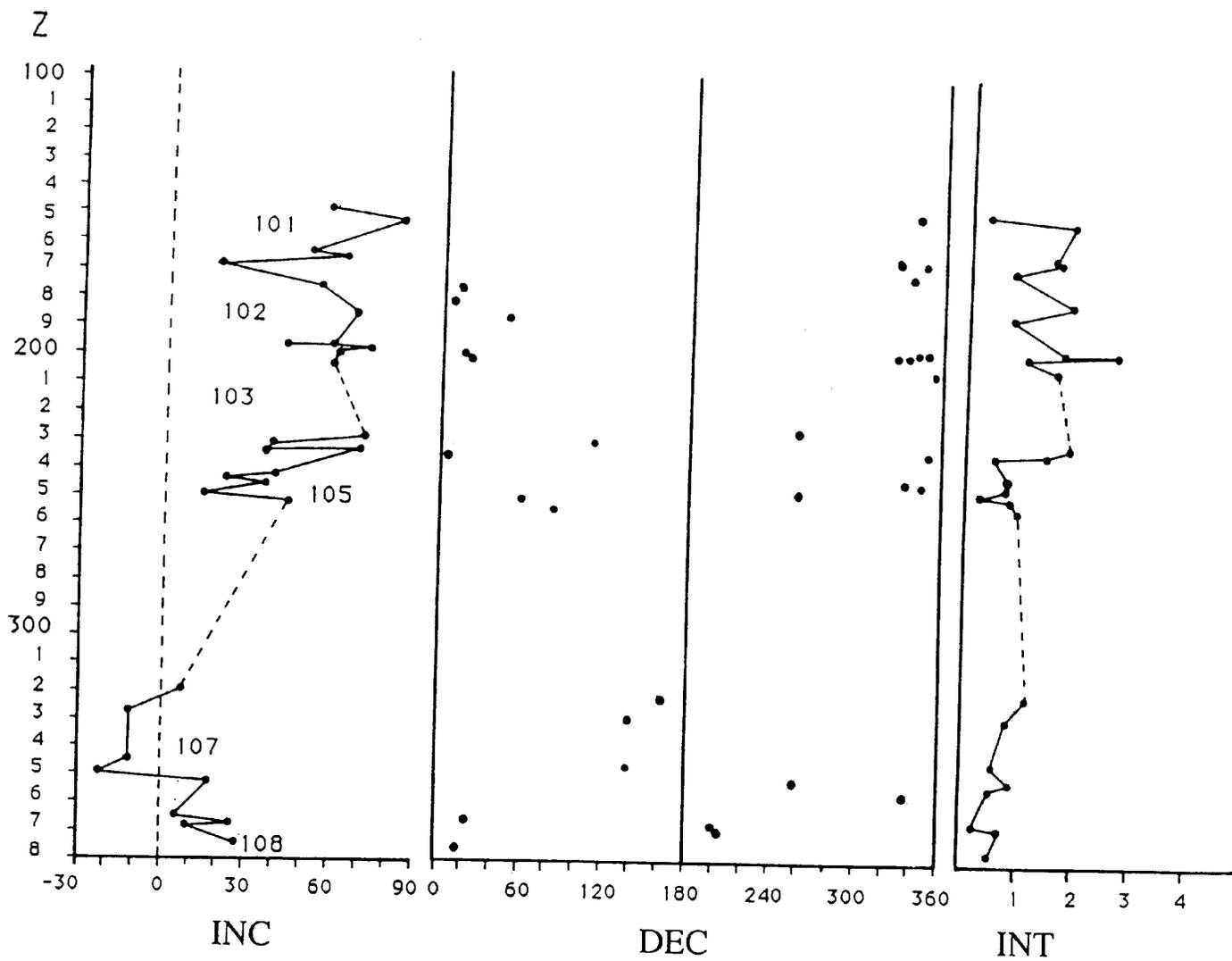


Fig. 4. Ca' Belvedere, sondage 1984, mesure de l'ARN; 101, 102, ecc. numéros de couches; Z: profondeur en cm. par rapport au niveau zéro de la fouille; INC: inclinaison en degrés; DEC: déclinaison en degrés; INT: intensité en $A/m^2 \cdot 10^{-3}$.

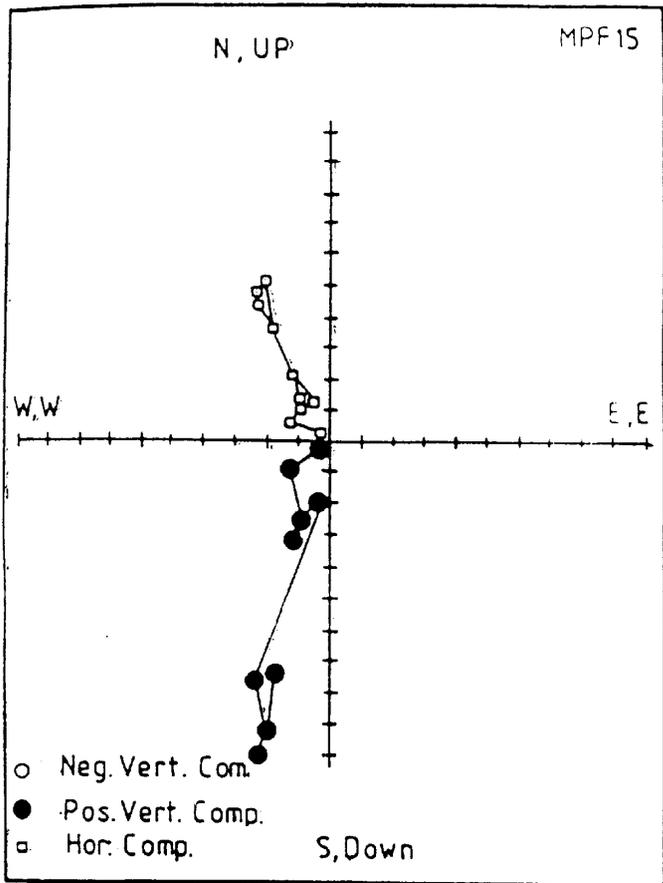


FIG.5a

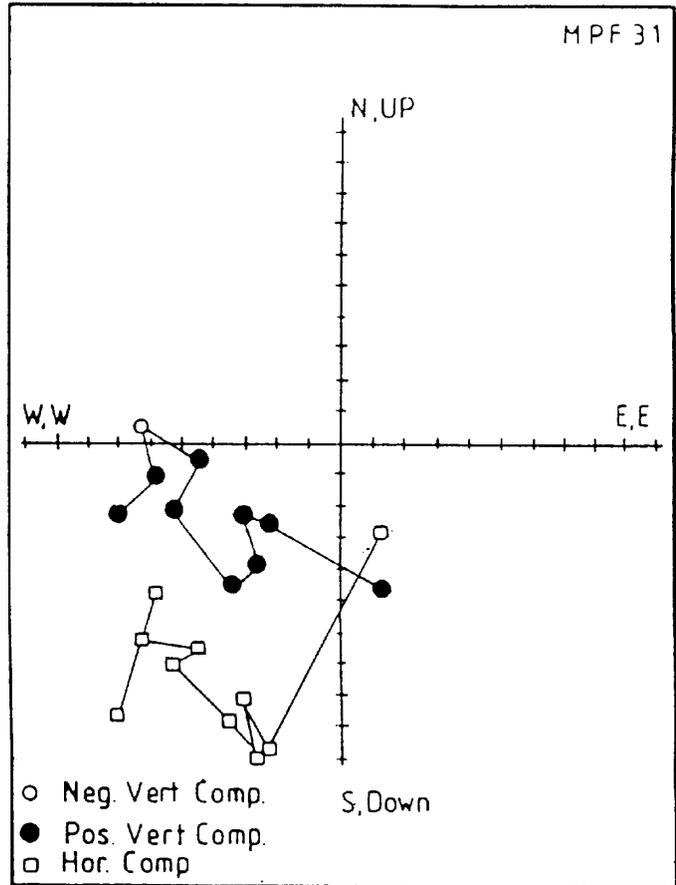


FIG.5b

Fig. 5. Ca' Belvedere, courbes de désaimantation des échantillons MPF15 (couches 103, Fig. 5a) et MPF31 (couche 108, Fig. 5b).

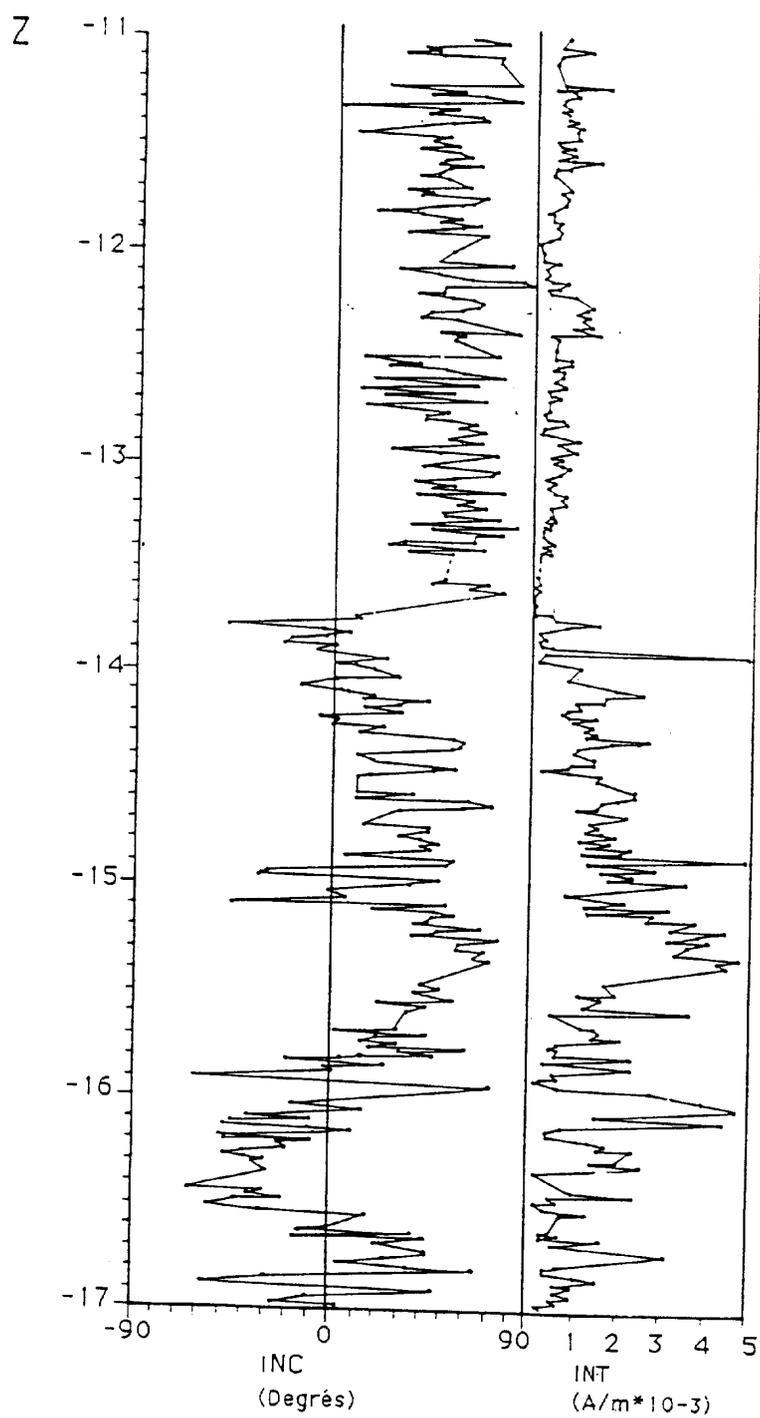


Fig. 6. Courbes d'ARN, inclinaison et intensité de la Carotte III de Monte Poggiolo. Argiles Azurées; Z: profondeur en mètres.

SE

NW

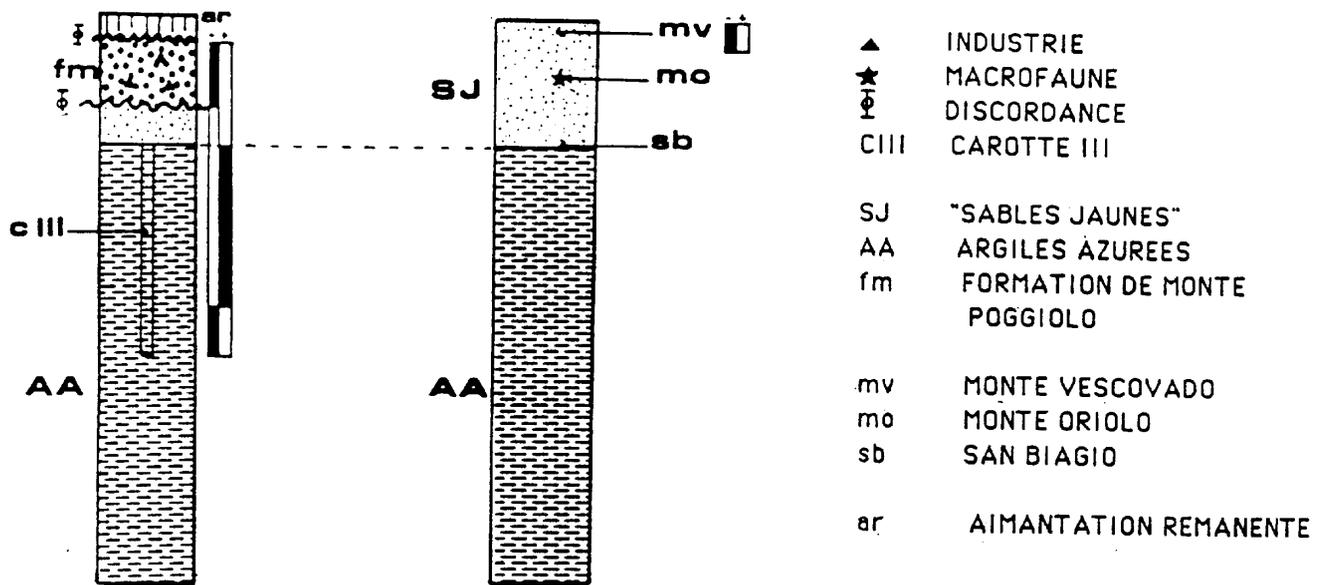


Fig. 7. Tableau récapitulatif des formations et sites étudiés et figuration des polarités magnétiques obtenues.