

## LE PRINCIPALI ASSOCIAZIONI A MAMMIFERI DEL PLIOCENE DELL'ITALIA CENTRALE(\*\*)

## INDICE

RIASSUNTO	pag. 429
ABSTRACT	" 429
PREMESSA	" 429
INQUADRAMENTO CLIMATICO E PALEOAMBIENTALE	" 430
LE MAMMOLOFAUNE DEL RUSCINIANO	" 435
LE MAMMALOFAUNE DEL VILLAFRANCHIANO INFERIORE E MEDIO	" 436
a) Faune riferite con dubbio al Villafranchiano inferiore	" 436
b) Unità faunistica di Triversa	" 437
c) Unità faunistica di Montopoli	" 438
d) Unità faunistiche di Saint Vallier e di Senèze	" 439
OSSERVAZIONI	" 440
RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	" 441

## RIASSUNTO

Durante il Pliocene, il succedersi e l'alternarsi delle associazioni a grandi mammiferi può essere messo in relazione a variazioni climatiche globali, rilevabili sia in ambiente marino che continentale. I cambiamenti faunistici, tuttavia, sono il frutto di una serie di singoli bioeventi, spesso non facilmente discriminabili gli uni dagli altri. Del resto, anche le principali fasi di deterioramento climatico, classicamente collocate intorno ai 3.1, 2.5 e 1.6 milioni di anni, risultano da un insieme di oscillazioni più o meno complesse.

In Italia centrale, le faune a mammiferi riferibili al Rusciano non sono molto frequenti ed i giacimenti sono localizzati principalmente nei bacini lacustri della Toscana (bacino del Casino, Val di Pugna). Prevalgono forme forestali, adattate a condizioni di clima caldo umido. Le faune riferibili all'Unità Faunistica di Triversa (Villafranchiano inferiore), più avanzate, sono caratterizzate da una minor componente forestale e dalla comparsa di forme adattate a condizioni climatiche meno calde e relativamente più aride. In Italia centrale, mammiferi appartenenti a questa unità sono segnalati in Toscana (Valdarno, San Giusto, Arcille, Barga e Pieve Fosciana, Ponte d' Elsa, Spicchio, ?Sarzanello e Ponzano di Magra etc.) e forse in Umbria (ligniti di Spoleto). Il passaggio alla successiva unità faunistica (U.F. di Montopoli) è segnato da una drastica riduzione degli ambienti forestali, con conseguente diffusione di forme adattate ad ambienti aperti, più o meno aridi. In Italia centrale possono essere riferiti a questa unità, oltre alla fauna classica di Montopoli (Toscana), alcuni resti provenienti dal Valdarno e, forse, dal bacino Tiberino. La successiva Unità faunistica, (U.F. di Saint Vallier), caratterizzata da un ridotto contingente di nuove forme, ma da un più avanzato grado evolutivo di quelle persistenti, è assai scarsamente rappresentata in Italia centrale. La fine del Villafranchiano medio (U.F. di Senèze) è

caratterizzata dalla comparsa di alcune forme, che saranno elementi tipici delle successive associazioni del Villafranchiano superiore. In Italia centrale può essere considerata rappresentativa di questa unità l'associazione di Costa San Giacomo (Lazio).

## ABSTRACT

During the Pliocene, the mammal faunal assemblages are characterized by several dispersal events, that may be related to important climatic global changes. Actually, these changes in the faunal assemblages are not very sharp break and they result from several bioevents, chronologically separate, but that can not be kept quite distinct one from the others.

In the Central Italy, the Ruscian faunas are scantily represented (e.g. Casino, Val di Pugna, Montichiello). The transition from Ruscian to Early Villafranchian faunas (Triversa Faunal Unit) is marked by several changes and the forestal forms become less important in the associations. The faunas of the Triversa Unit appear more advanced and enriched by several taxa as compared with the Ruscian assemblage. In Central Italy, the associations of Barga and Pieve Fosciana, Ponte d' Elsa, Spicchio, San Giusto, Arcille, ? Sarzanello and Ponzano di Magra, some remains from the Upper Valdarno, and, perhaps, from Spoleto lignites may be referred to this Unit. The transition to Montopoli Faunal Unit is marked by a sharp break, very significant also from an ecological point of view. The warm and predominantly forest assemblages disappeared and the Montopoli faunas are indicative of a more open, parkland environment. In Central Italy, the Montopoli fauna, Laiatico elephant and some remains from the Valdarno and, perhaps, Tiberino basin may be referred to this Unit. In the next Faunal Unit, the Saint Vallier one, the new immigrants are few and the taxa are similar but generally showing more derivate features than those of the Montopoli Unit. The Saint Vallier Unit is poorly represented in Central Italy. At the end of the Middle Villafranchian, the beginning of Senèze Faunal Unit is indicated by the arrivals of some bovines, *Sus strozzi*, *Panthera gombaszoegensis* and *Canis* aff. *etruscus*. In the Central Italy, the Costa San Giacomo assemblage may be referred to this Unit.

PAROLE CHIAVE: Mammalia, Pliocene, Italia Centrale, Biostratigrafia, Paleoambiente.

KEY WORDS: Mammalia, Pliocene, Central Italy, Biostratigraphy, Environment.

## PREMESSA

Nell'ambito delle faune continentali, ed in particolare di quelle a vertebrati, le condizioni di deposizione degli orizzonti fossiliferi, di giacitura e di conservazione dei reperti fanno sì che i fossili continentali abbiano una distribuzione puntiforme e altamente discontinua, sia nel tempo che nello spazio. I criteri sui

(\*)Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi "La Sapienza", Roma.

(\*\*)Lavoro eseguito con il contributo finanziario MURST 60%, Ricerca d'Ateneo dell'Università "La Sapienza" (assegnazioni 1990-91-92) dal titolo "Biostratigrafia dell'Italia centrale", coordinatore A. FARINACCI.

quali si costruiscono biostratigrafia marina e continentale risultano pertanto diversi. Nel caso delle faune continentali, è quanto mai raro poter disporre di lunghe sequenze stratigrafiche, riconoscere limiti fisici fra le associazioni, verificare il principio della sovrapposizione ed applicare, quindi, i metodi della biostratigrafia classica; anche le definizioni delle biozone risulta compromessa. Nel caso delle faune continentali a vertebrati, infatti, la "biostratigrafia" viene spesso realizzata considerando successioni di "bioeventi" e basandosi sul grado evolutivo dei singoli taxa presenti nelle associazioni. Si ottengono così, più che delle sequenze biostratigrafiche, delle sequenze evolutive, le cui informazioni temporali sono basate in gran parte su ipotesi filogenetiche. Bisogna inoltre considerare che fra due associazioni poste in sequenza evolutiva, e quindi "biostratigraficamente" successive, può intercorrere un lasso di tempo significativo, per il quale non si ha alcuna informazione. In questo intervallo temporale possono essere compresi una serie di bioeventi non sincroni, che tuttavia spesso non possono essere discriminati gli uni dagli altri, né posti in successione temporale ed i cui effetti sono riconoscibili solo nelle variata composizione delle nuove, più recenti, associazioni. Mentre in ambiente pelagico, ad esempio, la distinzione tra FAD e FOD, LAD e LOD sono in genere di scarso significato, la distanza tra i due eventi può diventare rilevante nel caso delle faune a mammiferi.

Quindi, anche se le correlazioni fra le faune vengono effettuate sulla base dei taxa presenti, non è detto che associazioni di differenti località, che contengono le stesse forme siano strettamente isocrone. Bisogna tuttavia considerare che se gli stessi bioeventi e le stesse successioni evolutive sono riconoscibili in aree diverse, è legittimo pensare che il diacronismo sia contenuto.

Per la biocronologia continentale a mammiferi, è stato ampiamente usato il termine "Faune Locali" ad indicare associazioni provenienti da un determinato giacimento e relative ad un certo intervallo cronologico, in genere breve. Tali faune locali, riunite in base alla presenza di taxa caratteristici, vengono a costituire le "Unità Faunistiche", elementi base delle "Età" a Mammiferi. Si è a lungo discusso sul significato di queste entità e sui criteri per una corretta utilizzazione delle stesse in termini di successione temporale (cf. DE GIULI *et alii*, 1984, 1988; GUERIN, 1990; LINDSAY & TEDFORT, 1990; STEININGER *et alii*, 1990; con bibliografie). DE GIULI *et alii* (1988) hanno posto in evidenza come le associazioni di mammiferi fossili abbiano i requisiti formali per rappresentare biozone di associazione (ce-nozone). L'art. 48 del North American Stratigraphic Code fa osservare, infatti, come alcune unità biostratigrafiche possono essere rappresentate solo dai loro fossili, conservati in normale successione stratigrafica, fossili che rappresentano da soli la roccia dell'unità biostratigrafica.

#### INQUADRAMENTO CLIMATICO E PALEOAMBIENTALE

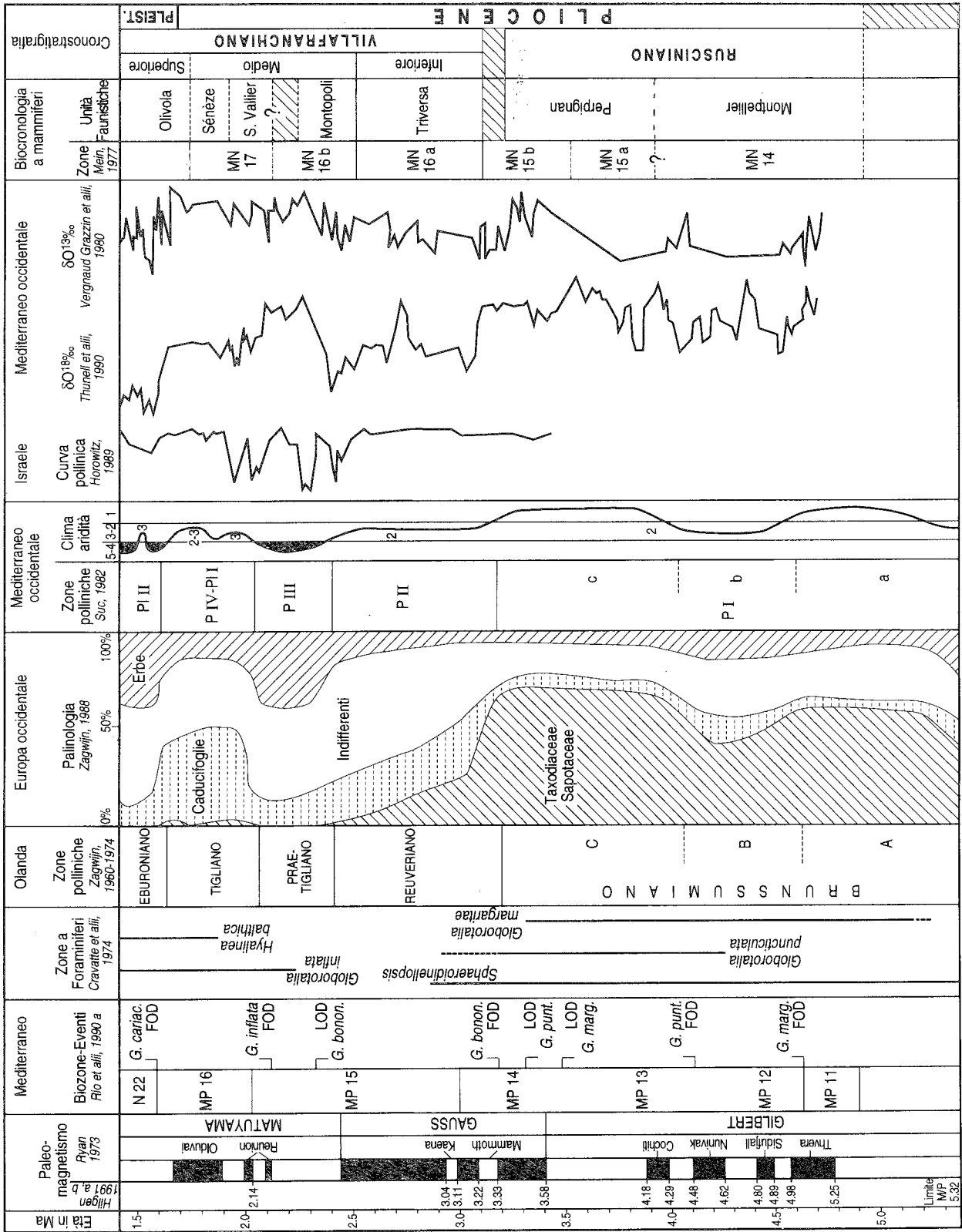
Le mammalofaune plioceniche italiane, così come quelle dell'Europa occidentale, sono contraddistinte da un marcato rinnovamento. Virtualmente scomparse le forme di origine africana che avevano caratterizzato alcune associazioni mioceniche, gli elementi faunistici

pliocenici mostrano chiare affinità euroasiatiche. L'avvicendamento delle mammalofaune, sul quale si basa la scansione biocronologica, può, in genere, essere messo in relazione con variazioni climatiche che, pur con diverse oscillazioni, sono riscontrabili sia in ambiente marino che continentale.

Durante il Pliocene inferiore, in un intervallo temporale compreso all'incirca tra 5,3 e 3,5 m.a. (BERGGREN *et alii*, 1985a,b; HILGEN, 1991a; LAGERIES & HILGEN, 1991), in parte equivalente alla zona a *Globorotalia margaritae* s.l. (*sensu* CRAVATTE *et alii*, 1974; SUC, 1984)<sup>(1)</sup> ed al Brussumiano della palinologia olandese (ZAGWIJN, 1988 e precedenti), prevalgono condizioni climatiche relativamente calde e umide; i foraminiferi pelagici indicano condizioni termiche stabili ed i molluschi la persistenza di ambienti di tipo subtropicale (VALLERI *et alii*, 1988 con bibliografia). Alcuni dati relativi al nannoplacton indicherebbero condizioni di clima stabile agli inizi del Pliocene, ma già un certo raffreddamento e varie fluttuazione tra i 4,3 ed i 3,8 m.a. (NN13 e NN14) (MULLER 1990)<sup>(2)</sup>. A partire dal Pliocene inferiore, tuttavia, nel Mediterraneo le oscillazioni termiche appaiono più pronunciate che in ambiente oceanico, con variazioni cicliche del bilancio delle acque; le oscillazioni del delta C<sup>13</sup> tra 4.6 e 3.5 m.a., indicherebbero, inoltre, marcata stagionalità (VERGNAUD GRAZZINI *et alii*, 1990). Vari dati tenderebbero quindi ad indicare, per il Pliocene inferiore (MPL 2/3) del Mediterraneo occidentale, condizioni di clima instabile (THUNELL *et alii*, 1990). Il quadro vegetazionale, inoltre, mostra come un certo gradiente latitudinale caratterizzi l'area mediterranea fin dal tardo Miocene (COMBOURIER NEBOUT & VERGNAUD GRAZZINI, 1991 con bi-

<sup>(1)</sup>Il limite Miocene/Pliocene, fatto tradizionalmente coincidere con il ripristino delle condizioni di "mare aperto" nel Mediterraneo, è stato datato a circa 5.35 m.a. (BERGGREN *et alii*, 1985a,b); in ambiente marino tale limite viene fatto grosso modo coincidere con i limiti tra N17 e N18, tra NN11b e NN12, correlati approssimativamente con la transizione tra "Chron 5" e "Gilbert" della scala paleomagnetica (cf. STEININGER *et alii*, 1990). Le correlazioni tra bioeventi in ambiente oceanico e mediterraneo e di questi con i dati paleomagnetici e magnetostratigrafici, non sono, tuttavia, di facile attuazione. Nell'area mediterranea, per il limite Miocene/Pliocene (Messiniano/Zancleano) è stata recentemente indicata un'età di circa 4.8/4.9 m.a. (cf. CHANNEL *et alii*, 1988, 1990 a,b; RIO *et alii*, 1990a; ZIINDERVELD *et alii*, 1986, 1991). La distribuzione temporale dei foraminiferi planctonici dell'area mediterranea presenta un certo provincialismo, tuttavia i singoli eventi possano considerarsi all'incirca sincroni in area mediterranea e negli oceani, con l'eccezione di un marcato diacronismo che riguarda proprio il FAD di *G. margaritae*. La comparsa di *G. margaritae* nel Mediterraneo (usata come marker del limite in ambiente oceanico e già datata a 5.30 m.a. nel Mediterraneo da RIO *et alii*, 1984) è attualmente fatta coincidere da CHANNEL *et alii* (1990a) con l'evento di Thvera, la cui età è stimata a circa 4.65 m.a., sensibilmente diacronica, quindi con il FAD della specie nell'Atlantico. Il LAD di *G. margaritae* in ambiente oceanico, stimato a circa 3.5 m.a., è per contro all'incirca coincidente con il LOD nel Mediterraneo (cf. CHANNEL *et alii*, 1990a; RIO *et alii*, 1984). Secondo STEININGER (in STEININGER *et alii*, 1990) il posizionamento del limite Messiniano/Zancleano dell'area mediterranea non deve necessariamente implicare una revisione del limite Miocene/Pliocene su scala mondiale.

<sup>(2)</sup>La maggior parte delle datazioni riportate nel testo si riferiscono a calibrazioni e correlazioni effettuate con la scala paleomagnetica. Recentemente, per vari eventi paleomagnetici, sono state proposte nuove datazioni, che in genere tendono ad un globale invecchiamento dei singoli episodi (cf. HILGEN, 1991a,b; LAGERIES & HILGEN, 1991; SHACKLETON *et alii*, 1990; ZIINDERVELD *et alii*, 1991). Le datazioni riportate nel testo si riferiscono a quelle indicate dagli autori di volta in volta citati, ed hanno pertanto valore indicativo.



bliografia). Nel Mediterraneo nord occidentale, infatti, si estendono dense foreste umide e paludose, dominate dalle Taxodiaceae, simili alle attuali foreste sclerofile della Cina. Il clima è caldo-umido, a forte piovosità estiva, ma senza pronunciati ritmi stagionali; sono riconoscibili anche deboli fluttuazioni meno umide (SUC, 1984; ZAGWIJN, 1988). Più a Sud (Calabria, Sicilia) (BERTOLDI *et alii*, 1989), per contro, in un intervallo compreso all'incirca tra 4.18 e 3,8-3,6 m. a., è già presente una vegetazione di tipo mediterraneo in condizioni climatiche calde, ma con estati secche e pronunciata stagionalità. Anche in Nord Africa, intorno a 3,9 m.a., si hanno condizioni di aridità (POKRAS & MIX, 1987). Nelle mammalofaune prevalgono, comunque, elementi di clima tropicale-subtropicale. E' tuttavia da segnalare l'arrivo in Europa, agli inizi del Pliocene, dei muridi *Celadesia*, *Trilophomys* e *Promimomys*, primo vero arvicolide (MN 14, MEIN, 1977; *Promimomys-Ruscinomys* stage, Montpellierano *sensu* FEJFAR & HEINRICH, 1988; Rusciniense inferiore *sensu* AGUSTI, 1988), cui seguirà, con la comparsa del genere *Mimomys*, una radiazione esplosiva degli arvicolidi (MN 15, MEIN, 1977; *Mimomys-Ruscinomys* stage, Rusciniense *sensu* FEJFAR & HEINRICH, 1988; Rusciniense medio e superiore *sensu* AGUSTI, 1988). E' difficile poter stabilire se tale bioevento possa essere correlato con l'oscillazione temperata che separa i due "optima" di caldo umido del Brussumiano (P1 b, ZAGWIJN, 1988 e precedenti).

Un sensibile cambiamento nella struttura e nella composizione delle foreste caratterizza, attorno a 3.2 m.a., il settore nordoccidentale del Mediterraneo: *Quercus* diviene l'essenza dominante, mentre *Alnus* è tipico degli ambienti più umidi. Questo evento può essere correlato con il passaggio, nelle serie polliniche olandesi, tra Brussumiano, fase caldo-umida in cui predominano elementi terziari, e Reuveriano, fase in cui gli elementi terziari sono ancora relativamente abbondanti, predominano condizioni calde o temperate calde, ma sono riconoscibili anche alcuni intervalli freschi. Il quadro vegetazionale dell'area mediterranea nordoccidentale è abbastanza complesso e nelle associazioni floristiche esistono variazioni altitudinali e latitudinali; si assiste, comunque, ad una sensibile riduzione delle essenze umide ed all'aumento di quelle tipiche di ambiente mediterraneo, indizio questo dell'instaurarsi, anche in questo settore, di un clima meno caldo, con ritmi stagionali ed estati secche (ROUSSEAU *et alii*, 1992; SUC, 1982, 1984). In Italia meridionale, per contro, questa variazione climatica, che dovrebbe coincidere tra l'altro con il FOD di *Globorotalia bononiensis* ed un certo raffreddamento delle acque (THUNELL *et alii*, 1990), porta a condizioni alquanto diverse. I dati pollinici, infatti, indicano un aumento dell'umidità ed una riduzione del divario stagionale (BERTOLDI *et alii*, 1989). Ancora più a Sud, in Israele, si hanno condizioni di clima temperato fresco, che, inizialmente umido, tende a divenire più secco (HOROWITZ, 1989). Al di là delle variazioni locali o latitudinali della vegetazione e del clima, nell'ambito dell'area mediterranea si hanno vari indizi di un raffreddamento di non forte intensità riportabile a circa 3.2-3.0 m.a. Attorno a queste date, infatti, nel Mediterraneo immigrano *Globorotalia bononiensis* e *Globorotalia crassaformis*, scompaiono *Globoquadrina* e *Sphaerodinellopsis*, si estinguono vari foraminiferi bentonici e molluschi di affinità tropicale (VALLERI *et alii*, 1988, con bibliografia).

L'intervallo compreso tra 3.2 e 3.1 m.a., corrisponderebbe, nel Mediterraneo, ad un periodo di transizione tra "Pliocene preglaciale" e "Pliocene glaciale", caratterizzato da un progressivo aumento del delta O<sup>18</sup> (VERGNAUD GRAZZINI *et alii*, 1990, THUNELL *et alii*, 1990); i dati relativi al delta O<sup>18</sup> e al delta C<sup>13</sup> indicano, attorno a 3.1 m.a., una diminuzione della temperatura delle acque superficiali (e/o un incremento dei ghiacci continentali) (THUNELL *et alii*, 1990); un'importante fase di arricchimento del delta O<sup>18</sup> è riscontrabile anche tra 3.1 e 2.5 m.a., questa fase è caratterizzata da fluttuazioni che indicherebbero un marcato contrasto stagionale (VERGNAUD GRAZZINI *et alii*, 1990). Nell'Atlantico un raffreddamento delle acque superficiali è segnalato intorno a 3.2 m.a. e depositi glaciali sono datati attorno 3.1 m.a. (MC DOUGALL & WENSINK, 1966; THUNELL & WILLIAMS, 1983)<sup>(3)</sup>. Questo deterioramento climatico è meno intenso e prolungato di quello che si verificherà intorno a 2.5 m.a. (cf. nel testo) e non comporterebbe l'instaurarsi di depositi permanenti di ghiaccio nell'emisfero Nord (BERTOLDI *et alii*, 1989; RIO *et alii*, 1990b; BONADONNA & ALBERDI, 1987a con bibliografie).

Anche le faune a mammiferi si rinnovano e tale evento segna il passaggio dalle faune rusciniense, in cui sopravvivono elementi di tradizione miocenica, a quelle villafranchiane<sup>(4)</sup> ("Leptobos event", AZZAROLI, 1983b). In Europa occidentale si diffondono, fra gli altri, vari carnivori fra cui la forma di origine orientale *Acinonyx pardinensis*, leporidi con caratteri relativamente moderni, cervidi di media mole con architettura

<sup>(3)</sup>Recentemente SHACKLETON & HALL (1990), riconoscono, nell'Oceano Indiano, tra due episodi freddi, un massimo di temperatura delle acque che datano a 3.25 m.a. Le analisi sono effettuate su foraminiferi planctonici (cf. nota 7).

<sup>(4)</sup>Il termine Villafranchiano fu introdotto da PARETO (1865) per i resti raccolti nei depositi lacustri dei dintorni di Villafranca d'Asti (Piemonte) (U.F. di Triversa, AZZAROLI, 1977, 1983a), nell'"étage Villafranchien" furono incluse anche le faune di Montopoli e del Valdarno inferiore (Toscana). L'unità biocronologica "Villafranchiano", basata esclusivamente su associazioni a grandi mammiferi, fu successivamente estesa a comprendere anche forme del Valdarno superiore (Toscana) ed il termine Villafranchiano è stato in genere usato dai paleontologi dell'Europa occidentale (prevalentemente italiani, francesi e svizzeri) ad indicare associazioni comprendenti quasi esclusivamente taxa attualmente estinti (proboscidi, equidi, cervidi e bovidi di grande mole). Le "faune villafranchiane", suddivise in sei unità faunistiche da AZZAROLI (1977), vennero così a coprire un notevole intervallo temporale che comprende sia il Pliocene superiore (Unità faunistiche di Triversa, Montopoli e Saint Vallier, AZZAROLI, 1977, 1983a e Senèze, TORRE *et alii*, 1992) che il Pleistocene inferiore (Unità Faunistiche di Olivola, Matassino, Farneta, AZZAROLI, 1977, 1983a). Nella biocronologia proposta da FAHBUDSCH (1976) il Villafranchiano corrisponde alle biozone MN16 e MN17. Recentemente il termine Villafranchiano è stato introdotto anche nella scala biocronologica dei micromammiferi, nell'ambito della quale viene tuttavia utilizzato con diversa accezione (stadio a *Borsodia-Dolomys*, cf. FEJFAR & HEINRICH, 1981, 1982, 1983, 1988; FEJFAR & HORACEK, 1983); secondo FEJFAR & HEINRICH (1990) il termine Villafranchiano non può essere usato per la biocronologia a micromammiferi e lo stadio a *Borsodia-Dolomys* viene in realtà a coincidere con il Villaniano, di cui sarebbe sinonimo più giovane. La corrispondenza fra scale biocronologiche basate su grandi e piccoli mammiferi non risulta chiara anche per le notevoli disparità di opinioni espresse dagli studiosi di micromammiferi circa la tassonomia e la filogenesi delle singole forme e quindi circa le suddivisioni cronologiche su di queste fondate (cf. *inter alios* AGUSTI, 1988; AZZAROLI, 1991a; CHALINE, 1988; CHALINE & FARJANEL, 1992; CHALINE & LAURIN, 1986; CHALINE *et alii*, 1993; FEJFAR & HEINRICH, 1988, 1990; MASINI & TORRE, 1990b) (cf. "Addenda", nel testo).

tura dei palchi anche complessa, caprini e leptobovini brachiodonti e di mole non rilevante (*Leptobos stenometopon*)<sup>(5)</sup>. Alcuni generi, già segnalati nel Rusciniario, sono presenti con forme più evolute, persistono *Anancus arvernensis*, "*Mammut*" *borsoni* e *Tapirus arvernensis*, mentre si riduce sensibilmente l'area di diffusione di *Hipparion*. Le mammalofaune, pur con variazioni locali, indicano nel loro insieme condizioni di clima meno caldo e copertura forestale meno densa rispetto alle fasi precedenti. Tra gli arvicolidi, del resto, si può osservare come nei molari delle forme dello stadio a *Borsodia* e *Dolomys*, correlato con la biozona MN 16 (inizi a circa 3.5 m.a., Villafranchiano inferiore, *sensu* FEJFAR & HEINRICH, 1988) si abbia la comparsa di una struttura differenziata dello smalto (FEJFAR & HEINRICH, 1988)<sup>(6)</sup>.

Un ancor più netto rinnovamento, sia nella flora che nella fauna, si ha in corrispondenza del marcato deterioramento climatico che, si realizza all'incirca tra 2.6/2.5 (grosso modo stadi 100, 98, 96 di RAYMO *et alii*, 1989) e 2.3 m.a. L'entità del fenomeno, che pare interessa l'intero globo terrestre, è rilevante sia in ambiente marino che continentale e dovrebbe corrispondere, fra l'altro, all'instaurarsi nell'emisfero boreale dei cicli glaciali con crescita permanente dei ghiacci, come dimostrato, tra l'altro, dai dati isotopici e dai dati sedimentologici relativi all'aumento degli apporti eolici (cf. *inter alios* ALBERDI *et alii*, 1983; ARIAS *et alii*, 1979; ARIAS *et alii*, 1980; BEARD *et alii*, 1982; BONADONNA & ALBERDI, 1987a; DODONOV, 1987; HOROWITZ, 1989; KUKLA, 1991; KUKLA & ANN, 1989; LIU TUNSGSHENG *et alii*, 1985; MCKENZIE *et alii*, 1990; REA & SCHAEDEER, 1985; RIO *et alii*, 1990b; RONAI, 1985; SHACKLETON *et alii*, 1984; STIP *et alii*, 1967; SUC, 1982, 1984; SUC & ZAGWIJN, 1983; THUNELL & WILLIAMS, 1983; VALLERI *et alii*, 1988; VERGNAUD GRAZZINI *et alii*, 1990; ZAGWIJN, 1985, 1988, 1992 con bibliografie). Secondo vari autori (cf. *inter alios* BONADONNA & ALBERDI, 1987a; GIBBARD *et alii*, 1991; HOROWITZ, 1989; KUKLA, 1991; ROUSSEAU *et alii*, 1992; ZAGWIJN, 1992 con bibliografie), la variazione climatica sarebbe tale da giustificare una collocazione del limite Plio/Pleistocene in corrispondenza di questo evento, che secondo AZZAROLI (1991b), corrisponde al "ciclo marino dell'Acquataversa" (fase erosiva dell'Acquataversa, (AMBROSETTI *et alii*, 1972, ARIAS *et alii*, 1979). Recentemente, BONADONNA *et alii* (1990) riconoscono questo episodio freddo, calibrato a circa 2.4 m.a., nella sequenza sedimentaria di Valle Ricca (Roma), dove, poco al di sotto del limite Gauss/Matuyama, è riconoscibile un even-

to erosivo, collegabile con una regressione marina (Acquataversa), di età di poco più vecchia di 2.5 m.a. Secondo BONADONNA *et alii* (1990), la fase erosiva dell'Acquataversa segna l'inizio di un nuovo ciclo sedimentario in cui si ha la comparsa eterocrona di alcuni "ospiti nordici" (*Artica islandica*, *Globorotalia inflata*, *Cytheropteron testudo*). Tale ciclo è chiuso da una fase erosiva (Aulla), datata a circa 1.8-1.6 m.a., riconoscibile anche al tetto della serie di Valle Ricca (Roma).

L'instaurarsi di un clima più freddo è, tuttavia, graduale e gli effetti non appaiono sincroni nei diversi ambienti. Nelle serie polliniche olandesi, il raffreddamento è rilevabile come un momento di deforestazione che porta alle fasi a tundra del Pretigliano (SUC & ZAGWIJN, 1983; ZAGWIJN, 1985). L'inizio del Pretigliano, calibrato attorno a 2.3 m.a. (MONTFRANS, 1971; ZAGWIJN, 1985, 1988), è preceduto da varie oscillazioni più fresche riconoscibili anche nelle sequenze polliniche del Reuveriano (ZAGWIJN, 1985). Nel Bacino di Bresse (Francia), già intorno a 2.7 m.a., si riscontra un aumento delle oscillazioni termiche che culmina a 2.5 e 2.4 m.a. con punte negative, in corrispondenza delle quali declinano le forme arboree e si estendono le steppe ad *Artemisia* (ROUSSEAU *et alii*, 1992). Nel Mediterraneo nordoccidentale, un cambio della vegetazione sembra si verifichi intorno a 2.3 m.a. (poco prima del FOD di *Globorotalia inflata*), quando è rilevabile una fase steppica (che può essere posta in relazione con la fase fredda a tundra del Pretigliano dell'Olanda), cui consegue il definitivo affermarsi, anche in quest'area, di una vegetazione di tipo mediterraneo (SUC, 1984; ZAGWIJN, 1988). Una vegetazione di tipo montano è presente nella Pianura Padana (LONA, 1962) e nell'area adriatica un clima relativamente arido favorisce l'estendersi delle zone aperte con conseguente riduzione della copertura boschiva (SUC, 1984). Nel Mediterraneo sud centrale, all'instaurarsi della calotta glaciale nell'emisfero Nord, all'incirca intorno a 2.4 m.a., corrisponde un alternarsi di condizioni umide (glaciali) e secche (interglaciali) (BERTOLDI *et alii*, 1989). In Italia centrale, le analisi polliniche relative alla sequenza limosa argillosa di Castelnuovo dei Sabbioni (Valdarno superiore), mostrano una fase fredda, correlabile con il raffreddamento dei 2,-2,6 m.a., che segue le condizioni caldo umide iniziali; un addolcimento climatico è rilevabile al tetto della sequenza (ALBIANELLI *et alii*, 1993). Nelle sequenze analizzate da BERTOLDI *et alii* (1989) in Italia meridionale, non si hanno dati specifici in merito all'intervallo tra 2.4 e 1.9 m.a., ma, analizzando associazioni polliniche immediatamente precedenti e seguenti tali date, non si rileva una sensibile variazione nella composizione ed organizzazione delle associazioni; sembrerebbe, pertanto, che, contrariamente a quanto si verifica nei settori settentrionali, il raffreddamento non abbia determinato una variazione permanente della vegetazione. Le sequenze polliniche del Semaforo e di Vrica (Crotone, Calabria) mostrano, tuttavia, una progressiva riduzione delle Taxodiaceae (soprattutto di *Sequoia*) con declino definitivo degli ambienti forestali intorno a 2,03 m.a., quando è documentata una significativa estensione di *Artemisia*. (COMBURIU NEBOUT & VERGNAUD GRAZZINI, 1991). COMBURIU NEBOUT (1993) riconosce, in tale sezione, quattro cambi della vegetazione (passaggio da foreste decidue a foresta subtropicale umida, a foreste a conifere di tipo montano, a praterie steppe con pre-

<sup>(5)</sup>*Leptobos* sp. è già segnalato a Layna (Spagna) (Rusciniario superiore, MN15b) (AGUIRRE *et alii*, 1981).

<sup>(6)</sup>Secondo FEJFAR & HEINRICH, (1988) la comparsa del cemento è da ricercare tra gli arvicolidi di questo "stadio". AGUSTI (1988), fa osservare peraltro, come gli arvicolidi spagnoli della zona a *Mimomys stehlini* (*Mimomys* cf. *M. minor*, *Mimomys* (*Kislangia*) *cappetai*, MN16, Villafranchiano inferiore, AGUSTI, 1988), manchino di cemento. Nella linea di *Mimomys* il cemento comparirebbe attorno a 2.5 in *M. polonicus* (cf. CHALINE, 1988). E' opportuno far presente che AGUSTI *et alii* (1993) ritengono la perdita delle radici, che caratterizzerà gli arvicolidi a partire dal sottogenere *Allophaiomys*, un processo pedomorfico che si realizza, già nel tardo Pliocene, in popolazioni di *Mimomys* ed in particolare nella specie iberica di nuova istituzione *M. oswaldoreigi*. Gli Autori, inoltre, considerano "*Kislangia*" un possibile genere a se stante; *Kislangia cappetai* e *Kislangia rex* apparterrebbero a due linee separate distinte, rispettivamente iberica e dell'Europa centrale.

valenza di vegetazione erbacea), che l'Autore pone in relazione con l'inizio delle glaciazioni nell'emisfero settentrionale (stadi isotopici 96-90 di RAYMO *et alii*, 1990). Nel Mediterraneo sudorientale (Israele), un sensibile deterioramento climatico è riconoscibile già intorno a 2.5 m.a. e nell'intervallo tra 2.5 e 2.1 m.a. sono rilevabili delle oscillazioni (HOROWITZ, 1989) che potrebbero essere poste in relazione con la variazione del volume dei ghiacci, come rilevabile dalle curve isotopiche sia del Nord Atlantico che del Nord Pacifico (SHACKLETON *et alii*, 1984; REA & SCHAEFER, 1985)<sup>(7)</sup>.

In ambiente marino, nell'area mediterranea, si osservano inoltre, per un lungo intervallo, tra 2.7 e 2.1 m.a. circa, sensibili variazioni nella composizione del nannoplacton, dei molluschi marini e dei foraminiferi bentonici, con scomparsa o riduzione delle forme indicatrici di acque calde ed aumento di quelle di acque temperate-fredde, a confermare fluttuazioni della temperatura delle acque (RIO *et alii* 1990b; SPROVIERI, 1986; VALLERI *et alii*, 1988, con bibliografia; VAN DER ZWAAN, 1983 in TORRE, 1987). Nell'area mediterranea occidentale, un sensibile decremento nei discoasteridi è rilevabile attorno a 2.5 m.a. (MULLER, 1990; RIO *et alii*, 1990c) ed una forte oscillazione positiva del delta O<sup>18</sup> è rilevabile a circa 2.46 m.a.; tra 2.67 e 2.46 m.a. circa le oscillazioni positive appaiono frequenti e di forte intensità (VERGNAUD GRAZZINI *et alii*, 1990); varie indicazioni di un raffreddamento climatico si riscontrano inoltre a circa 2.7 e 2.1 m.a. (THUNELL *et alii*, 1990); oscillazioni con un aumento del delta O<sup>18</sup> sono riscontrabili anche nell'intervallo tra 2.25 e 2.03 m.a. (COMBOURIEU NEBOUT & VERGNAUD GRAZZINI, 1991; VERGNAUD GRAZZINI *et alii*, 1990). Nell'area mediterranea si avrebbero pertanto indicazioni di varie fluttuazioni termiche negative, in parte diacroniche con quelle dell'area oceanica, che comunque concorrono ad indicare come sia in atto una variazione climatica destinata a modificare sensibilmente i vari ecosistemi. E' da osservare, inoltre, che il valore del rapporto Sr<sup>87</sup>/Sr<sup>86</sup>, stabile tra 4.5 e 2.4 m.a., aumenta, con deboli fluttuazioni, proprio a partire da tale data (MC KENZIE *et alii*, 1990).

Le variazioni climatiche ed ambientali favoriscono il rinnovo delle mammalofaune ed il mutare delle associazioni caratterizza, seppur in tempi non sincroni e coinvolgendo diverse forme, tutto il vecchio mondo, dal Sud Africa (PARTRIDGE, 1985; WESSELMAN, 1985), all'America del Nord, al Sud America (TONNI *et alii*, 1992), al subcontinente indiano (AZZAROLI, 1985; AZZAROLI & NAPOLEONE, 1982; LINDSAY *et alii*, 1980), alla Russia (SCHANZER, 1982), all'Asia (FLYNN *et alii*, 1991; SCHER, 1987, 1992) (cf. anche BONADONNA & ALBERDI, 1987a, con bibliografia). In Siberia, ad esempio, in un intervallo compreso all'incirca tra 2.5 e 2.0 m.a., l'associazione di Kutuyak ("Fauna di Kolyma") indica ambienti di tundra arida e clima freddo, come dimostrato anche dai dati sedimentologici (SCHER, 1987).

Fra i grandi mammiferi dell'Europa occidentale scompaiono gli elementi di tradizione pliocenica più strettamente legati all'ambiente forestale (*Ursus mini-*

*mus*, "*Mammuth*" *borsoni*, *Tapirus arvernensis*, *Sus minor*), si diffondono forme adattate a spazi aperti, in primo luogo gli equidi del genere *Equus* e gli elefanti della linea mammutina, compaiono i grandi cervidi del genere *Eucladoceros* (*E. falconeri*), gli antilopini del genere *Gazella* e, fra i leptobovini, si diffonde la forma brachiodonte, di piccola taglia *Leptobos elatus*, mentre *Leptobos stenometopon* è presente con forme più avanzate; non sembra si registrino, per contro, sostanziali variazioni fra i carnivori. Questa rapida serie di bioeventi, che corrisponderebbe fra l'altro alla seconda radiazione di *Miomys* (STEININGER *et alii*, 1985), segna il passaggio tra la associazione dell'Unità Faunistica di Triversa (*sensu* AZZAROLI, 1977, 1983a) (MN16a) e quelle dell'Unità Faunistica di Montopoli (*sensu* AZZAROLI, 1977, 1983a) (MN16b). Anche se questo rinnovo coinvolge forse un minor numero di forme rispetto al passaggio tra faune rusciniiane e villafranchiane, la sua importanza dal punto di vista paleocologico e paleoambientale è assai rilevante e significativa. Tale somma di bioeventi ("*Elephant - Equus*" event, AZZAROLI, 1983b; LINDSAY *et alii*, 1980) rientra, quindi, nel quadro del cambiamento globale che consegue al sensibile deterioramento climatico che si manifesta nell'emisfero boreale tra i 2.6 e 2.3 m.a. e porta all'instaurarsi di quelle oscillazioni "glaciali" che caratterizzeranno poi il Pleistocene (BONADONNA & ALBERDI, 1987a; KUKLA, 1991; SHACKLETON, 1987; ZAGWIJN, 1992 con bibliografie).

In Europa occidentale, ed in Italia in particolare, nelle associazioni mammaliane successive (Unità Faunistica di Saint Vallier, *sensu* AZZAROLI, 1977, 1983a; MN17, MEIN, 1977), il rinnovamento è meno marcato e riguarda per lo più il livello evolutivo dei singoli taxa e un loro avvicendamento nell'ambito di singole linee filetiche, mentre sono relativamente pochi i nuovi immigrati (*Viretailurus schaubi*, *Ursus etruscus* e *Gallgoral meneghini*) (AZZAROLI *et alii*, 1988a; TORRE *et alii*, 1992).

Dopo la fase fredda del Pretigliano (nell'ambito della quale sono rilevabili nel Mediterraneo meridionale anche oscillazioni calde e aride, HOROWITZ, 1989), segue un intervallo, il Tigliano della palinologia olandese (tra 2.2 e 1.7 secondo ZAGWIJN, 1974), classicamente definito come uno stadio interglaciale caldo, con varie oscillazioni (ZAGWIJN, 1963). Indicazioni di clima mite si hanno per la Pianura Padana (GASPERI *et alii*, 1982, in TORRE 1987), mentre, in Italia meridionale, le piante erbacee, indicatrici di ambienti aperti, decrescono all'incirca tra 1.8 e 1.63 m.a. (COMBOURIEU NEBOUT & VERGNAUD GRAZZINI, 1991). Dati recenti indicano, tuttavia, come il Tigliano sia da considerarsi uno stadio complesso in cui è presente almeno una fase boreale (ZAGWIJN, 1992). E' forse in corrispondenza di questa fase che in Europa si verifica un certo rinnovo della fauna con l'arrivo di nuove forme (*Libralces*, *Procampoceras*, *Megalovis*, *Leptobos etruscus*, *Sus strozzi* ed in seguito di *Panthera gombaszogensis* (= *Panthera toscana*) e *Canis*) che caratterizzano l'unità faunistica più recente del Villafranchiano medio (Unità di Sènèze, *sensu* TORRE *et alii*, 1992)<sup>(8)</sup>. Nel-

(7)E' da osservare che i dati isotopici relativi ai foraminiferi planctonici dell'Oceano Indiano, non indicano variazioni di rilievo intorno a 2.4 m.a. La non concordanza con i dati relativi ai foraminiferi bentonici è interpretata da SHACKLETON & HALL (1990) come dovuta ad un aumento di variabilità della temperatura delle acque profonde.

(8)AZZAROLI *et alii* (1988b) puntualizzano alcuni dati che renderebbero dubbio l'inserimento cronostratigrafico della fauna di Sènèze (diversa interpretazione dei dati paleomagnetici, sequenze polliniche che presentano analogia con quelle del Tigliano olandese etc.) e ipo-

l'area mediterranea si hanno indicazioni di deboli fluttuazioni termiche negative precedenti il limite Plio/Pleistocene in epoca non più recente di circa 2.0 m.a. (cf. *inter alios* RIO *et alii*, 1990c, THUNELL *et alii*, 1990); nel Tirreno i discoasteridi sono peraltro assenti tra i 2 e 1.6 m.a. (MULLER, 1990).

Alle oscillazioni mediamente temperate del Tigliano, fa seguito un progressivo deterioramento climatico che determina un ulteriore momento di deforestazione e l'estendersi di ampie distese aperte ed aride che, nell'Europa nord occidentale rivestono il carattere di steppa e di tundra (Eburoniano della palinologia olandese, ZAGWIJN, 1963). Anche l'Eburoniano si presenta tuttavia come "fase complessa", all'interno della quale sono riconoscibili oscillazioni meno rigide (ZAGWIJN, 1992). La transizione tra le maggiori "fasi" vegetazionali non si presenta quindi netta ed anche il rinnovo delle mammalofaune tra Villafranchiano medio e superiore appare graduale (CALOI & PALOMBO, nel volume<sup>(9)</sup>).

In corrispondenza del limite Plio/Pleistocene come definito nella sezione di Vrica (AGUIRRE & PASINI, 1985), alcuni dati climatologici e paleontologici sembrano indicare, per l'ambiente oceanico, un raffreddamento di minor entità rispetto a quello dei "2.5" m.a., contrariamente a quanto rilevabile nell'area mediterranea (cf. *inter alios* BONADONNA & ALBERDI, 1987; KUKLA, 1991; PELOSIO *et alii*, 1980; RAYNO *et alii*, 1990; RIO *et alii*, 1990b; THUNELL *et alii*, 1990; ZAGWIJN, 1992 con bibliografie). Nell'area tirrenica, comunque, le prime fasi del Pleistocene sono caratterizzate da una certa riduzione nella produttività del fitoplacton e un aumento del delta O<sup>18</sup>, che suggerisce un nuovo incremento di aridità (VERGNAUD GRAZZINI *et alii*, 1990), come dimostrato anche dell'estendersi, in Italia meridionale, delle steppe ad *Artemisia*. (COMBOURIEU NEBOUT & VERGNAUD GRAZZINI, 1991). Vari dati concorrerebbero ad indicare per il Mediterraneo occidentale una fase di raffreddamento all'incirca in corrispondenza del limite Pliocene/Pleistocene, ad esempio i dati relativi al delta O<sup>18</sup> e C<sup>13</sup> nei foraminiferi planctonici (VERGNAUD GRAZZINI *et alii*, 1990; THUNELL *et alii*, 1990), ai foraminiferi bentonici (SPROVIERI & HASEGAWA, 1990), al nannoplacton (MULLER, 1990, RIO *et alii*, 1990a). In corrispondenza del limite Pliocene/Pleistocene, nel Mediterraneo diventano, inoltre, dominanti i foraminiferi planctonici "freddi" (RIO *et alii*, 1990c); il FAD di *G. oceanica* e il FCO di *G. pachyderma* sono peraltro all'incirca sincroni in ambiente oceanico e nel Mediterraneo (cf. CHANNEL *et alii* 1990a). All'incirca in coincidenza del limite Pliocene/Pleistocene, pare si realizzi, inoltre, un significativo cambio di vege-

tazione nel Mediterraneo sud centrale, i cui effetti sono peraltro riconoscibili anche nella Pianura Padana (BERTOLDI *et alii*, 1989; LONA & BERTOLDI, 1973); ulteriori indizi di deterioramento climatico sono rilevabili per il bacino padano (PELOSIO *et alii*, 1980). Nella sequenza di Montevarchi (Valdarno superiore), l'alternarsi di fasi relativamente calde e fresche a tasso di umidità variabile, si chiude con un forte incremento delle piante erbacee ed una diminuzione delle essenze termofile; questo episodio è da correlare con l'inizio dell'Eburoniano dell'Europa nord occidentale (ALBIANELLI *et alii*, 1993). Il più marcato raffreddamento, che caratterizza il settore mediterraneo, sarebbe da porsi in relazione anche alle variazioni nell'assetto paleogeografico dell'area, determinate dall'apertura del Tirreno meridionale e dall'ulteriore sollevamento del settore appenninico (cf. BERTOLDI *et alii*, 1989).

E' del resto indubbio come, in un momento grosso modo coincidente con la fine dell'evento di Olduvai<sup>(10)</sup>, sia già in atto in Europa occidentale quel rinnovamento faunistico che caratterizza le associazioni mammaliane tipiche del Villafranchiano superiore (Unità Faunistiche di Olivola, Tasso e Farneta, *sensu* AZZAROLI, 1977, 1983a).

## LE MAMMALOFAUNE DEL RUSCINIANO

In Italia, nel Pliocene inferiore i giacimenti a mammiferi sono ancora rari, le due faune più interessanti provengono entrambe dalla Toscana. Nel Bacino del Casino (Siena), i livelli superiori del secondo ciclo lacustre, discendenti sui precedenti (Messiniano superiore/Pliocene inferiore, LAZZAROTTO & SANDRELLI, 1979), hanno fornito abbondanti resti di vertebrati, la maggior parte dei quali proviene da uno strato torboso soprastante il livello lignitico dell'antica Cava del Casino, che a sua volta giace su depositi gessosi riferiti al Messiniano (AZZAROLI, 1980; DE GIULI *et alii*, 1984; KOTSAKIS, 1986). L'associazione ha carattere peculiare in rapporto alle altre faune plioceniche italiane, per altro più recenti, ed appare nettamente rinnovata rispetto alle faune tardo mioceniche o di transizione al Pliocene. Unico elemento arcaico è rappresentato da un ippopotamo exaprotodonte, *Hexaprotodon pantanelli*, sconosciuto nelle associazioni dell'Unità Faunistica di Montpellier (MN14) e legato filogeneticamente a quelle forme che, nel Miocene superiore, si espandono dall'Africa in Europa con migrazione transmediterranea (THOMAS *et alii*, 1982). Secondo AZZAROLI (1980), l'ippopotamo del Casino discenderebbe da *Hexaprotodon siculus* del Turoliano di Gravitelli (Sicilia).

tizzano l'esistenza di due orizzonti, il più antico riferibile al Villafranchiano medio, il più recente al tardo villafranchiano (Unità Faunistica di Farneta, *sensu* AZZAROLI, 1977, 1983a).

Anche se appare indubbia l'opportunità di individuare una nuova Unità Faunistica per le faune a "carattere misto" tardi-medio-villafranchiane (vedi ad es. Chilnac, Le Coupet, Costa San Giacomo, Tegelen e forse Senèze), si auspica una migliore definizione dell'Unità stessa, dopo la completa revisione della fauna di Senèze. <sup>(9)</sup>Secondo BERTOLDI (1990), lo studio palinologico dei giacimenti continentali dell'Italia centro-settentrionale consente di seguire l'evoluzione paleofloristica attraverso varie fasi: Macchiana (tardo Rusciniense), Pretiberiana (Villafranchiano inferiore), Tiberiana (Villafranchiano inferiore finale), EC ad *Eucommia* e *Celtis*, che indica l'inizio del Pleistocene inferiore, e post EC, priva di relitti terziari, del Villafranchiano superiore.

<sup>(10)</sup>Si ricorda che la fine dell'evento di Olduvai, prima datata a 1.67 m.a. è attualmente portata a 1.79 (HILGEN, 1991b). Si ricorda, altresì, che lo stratotipo e della sezione di Vrica, cade in Olduvai (AGUIRRE & PASINI, 1985); il limite Plio-Pleistocene è attualmente datato a 1,81 m.a. (ZUIDERVELD *et alii*, 1991) e quindi l'inizio del Pleistocene dovrebbe corrispondere ancora ad un breve momento di polarità normale. Analisi paleomagnetiche condotte su sedimenti della sequenza fluvio-lacustre di Montevarchi (Valdarno superiore), dimostrano come la fauna di Matassino (U.F. di Olivola; Villafranchiano superiore), si collochi poco al di sopra dell'intervallo magnetico di Olduvai, o nell'escursione inversa alla sommità di questo intervallo; il limite Villafranchiano inferiore / Villafranchiano medio cadrebbe quindi o nella parte sommitale di Olduvai, o poco al di sopra del limite superiore di questo intervallo (ALBIANELLI *et alii*, 1993; TORRE *et alii*, 1993).

Nella fauna, inoltre, sono abbondantemente rappresentati un suide (*Sus* cf. *S. minor*), il tapiro (strettamente affine a *Tapirus arvernensis*), e dei piccoli cervidi a corna ben sviluppate; una mandibola di provenienza incerta viene ascritta da MAJOR (1875) a "*Cervus elsanus*" (*Euprox (Cervus) elsanus* in RUSTIONI, 1992). Sono inoltre presenti "*Prolagus elsanus*"<sup>(11)</sup> e due specie di bovidi, una delle quali avvicinata dubitativamente a *Parabos cordieri* (= *Parabos* sp. in AZZAROLI *et alii*, 1988a). Il primate, avvicinato con dubbio a *Mesopithecus monspessulanus* (*Mesopithecus* sp. in RUSTIONI, 1992), non compare in alcuni degli elenchi faunistici piú recenti (AZZAROLI *et alii*, 1988a). È segnalato infine un *Hipparion*, che, secondo ALBERDI & BONADONNA (1990a), potrebbe appartenere al gruppo di forme dai due autori indicate come "morfotipo 4", corrispondenti al gruppo di *Hipparion crassum* s.l.. Al morfotipo 4 sarebbero ascrivibili gli ipparioni dell'area mediterranea, caratterizzati da dentatura brachiodonte con morfologia conservativa, arti corti e tozzi, simili a quelli dei cavalli del Sud America di ambiente montano (EISENMANN & SONDAAR, 1989). Questo gruppo comprenderebbe, per ALBERDI & BONADONNA (1990a), forme del Ventiano superiore (*sensu* ALBERDI & BONADONNA, 1990b) e del Rusciniano (tra 5.5 e 4.0 m.a.); secondo EISENMANN & SONDAAR (1989), *H. crassum*, tipicamente rappresentato a Perpignan, sarebbe caratteristico della zona MN15. L'associazione del Casinò suggerisce la presenza di un'ampia copertura forestale e clima caldo e piuttosto umido. Queste condizioni dovrebbero corrispondere all'instaurarsi di quella fase climatica, indicata come Brunsumiano nella palinologia olandese, che vede l'estendersi delle foreste umide in Europa sud occidentale (ZAGWIJN, 1988). La fauna del Casinò sembrerebbe ascrivibile al Rusciniano; ROOK (*vide* RUSTIONI, 1992), tuttavia, la considera piú antica. L'associazione ha nel suo insieme un carattere moderno, se confrontata con le tipiche faune turolicane, anche se la persistenza di un esaprotodonte la fa considerare piú arcaica rispetto a quella classica di Montpellier (AZZAROLI, 1990; AZZAROLI *et alii*, 1988a; DE GIULI *et alii*, 1984; RUSTIONI, 1992).

Piú recente sarebbe, per contro, la fauna di Val di Pugna (Siena). Già segnalata da CAPELLINI (1872), questa associazione proviene da depositi marini, che secondo DE GIULI *et alii* (1984) potrebbero essere riferiti alla zona a *Globorotalia punctulata* pro parte (Zanclano superiore, MP 13)<sup>(12)</sup>. La fauna comprende sia mammiferi continentali (proboscidi, *Anancus* cf. *A. arvernensis*, rinoceronti *Stephanorhinus* cf. *S. megarhinus*, *Sus minor*, *Alephis lyrix*), che marini (il sirenide *Metaxitherium gervasi*) (AZZAROLI, 1975; AZZAROLI *et alii*, 1988a; CUSCANI POLITI, 1979; DE GIULI *et alii*, 1984; KOTSAKIS, 1986). Un cranio di *M. gervasi* è stato recentemente recuperato a Ruffolo (Siena) in depo-

siti sabbiosi litorali facenti parte dello stesso orizzonte fossilifero da cui provengono i resti di Val di Pugna (CANOCCHI, 1987). Il bovide (*A. lyrix*) è tipico dell'U.F. di Perpignan (MN 15); il sirenide, per dimensioni, caratteri cranici e della dentatura, è chiaramente piú evoluto di *Metaxitherium serresi* di Montpellier, dal quale presumibilmente deriva (CANOCCHI, 1987). L'associazione di Val di Pugna può quindi essere considerata di età piú recente rispetto a quella del Casinò ed è pertanto ascrivibile al Rusciniano superiore (U. F. di Perpignan, MN 15) (AZZAROLI *et alii*, 1988a; KOTSAKIS, 1986 con bibliografie). FONDI & PACINI (1974) descrivono alcuni resti di un sirenide provenienti da livelli argillosi affioranti a San Quirico d' Orcia (Siena) ed attribuiti al Pliocene inferiore. I due autori riferiscono il sirenide a *Metaxitherium foresti*, specie del Pliocene superiore, considerando tuttavia *M. gervasi* sinonimo piú recente di *M. foresti*. Le due specie risultano in realtà distinte; i resti di San Quirico d' Orcia potrebbero appartenere ad un maschio di *M. foresti*, ma l'attribuzione è in contrasto con la presunta età dei sedimenti; sono quindi necessari altri dati per una precisa attribuzione sistematica e cronologica di questo sirenide (CANOCCHI, 1987).

Al Rusciniano andrebbe riferita anche la fauna di Montichiello (Siena), comprendente scarsi resti di rinoceronte, anaco e tapiro (RUSTIONI, 1992).

#### LE MAMMALOFAUNE DEL VILLAGRANCIANO INFERIORE E MEDIO

Le faune villafranchiane sono ben rappresentate in Italia centrale; le piú note e diversificate sono quelle del Villafranchiano superiore della Toscana, ma anche le associazioni piú antiche, se pur meno ricche, rivestono notevole interesse. AZZAROLI (1977) propone la suddivisione del Villafranchiano in sei Unità Faunistiche (Triversa, Montopoli, Saint Vallier, Olivola, Tasso, Farneta), delle quali le tre piú antiche appartengono sicuramente al Pliocene (vedi nota 10). Nell'accezione originale, l'U.F. del Triversa (Piemonte) e l'U.F. di Montopoli (Toscana), rappresenterebbero il Villafranchiano inferiore mentre il Villafranchiano medio, all'epoca non riconosciuto in Italia, era tipicamente rappresentato dall'U.F. di Saint Vallier (Francia). Recentemente, TORRE *et alii* (1992) introducono l'Unità Faunistica di Senezze (vedi nota 8) per le faune a carattere globalmente piú evoluto rispetto a quello dell'associazione di Saint Vallier (VIRET, 1954), ma meno avanzato rispetto a quelle riferite all'Unità faunistica di Olivola (AZZAROLI, 1977, 1983a). L'unità di Senezze dovrebbe essere caratterizzata, come già detto, dall'arrivo in Europa di *Libralces*, *Procaptoceas*, *Megalovis*, *L. etruscus*, *Sus strozzii*, dalla presenza di *L. furtivus*, cui si associano, in epoca successiva, *P. gombaszogensis* (Tegelen, Olanda) e forme affini a *Canis etruscus* (Costa San Giacomo, Anagni, Lazio).

a) *Faune riferite con dubbio al Villafranchiano inferiore*  
Nel piccolo bacino lacustre lignitifero di Sarzana in Val di Magra (Toscana), alcuni resti di mammiferi sono stati segnalati nelle località di Sarzanello e Ponzano di Magra. Nella prima è presente, accanto a cervidi indeterminati, un tapiro che GUERIN & EISENMANN (1982) riferiscono alla specie vallesiana *Tapirus priscus*. Per RUSTIONI (1992), i resti sono troppo scarsi e non

<sup>(11)</sup>L'ocotonide del Casinò fu considerato da MAJOR (1899) appartenente ad una nuova specie per la quale fu proposto il nome "*Prolagus elsanus*". La descrizione fornita appare insufficiente, ma il campione sul quale la specie fu istituita è andato perduto. LOPEZ MARTINEZ & THALER (1975) ritengono, pertanto, la specie non valida.

<sup>(12)</sup>Le correlazioni tra zone MN 13-MN 15, zone polliniche, zone a foraminiferi e dati paleomagnetici non sembrano ancora chiaramente definite (cf. *inter alios* CRAVATTE *et alii*, 1974; DE GIULI *et alii*, 1984; SUC, 1982, 1984; TORRE, 1987; VALLERI *et alii*, 1988; ZAGWIJN, 1988), ma vari dati indicano per l'U. F. di Montpellier e di Perpignan una possibile correlazione con la biozona a *G. margheritae* e *G. punctulata*, e con la transizione alla biozona successiva.



consentono una attribuzione specifica. L'età della fauna di Ponzano (*U. cf. U. minimus*, *T. arvernensis*, *Stephanorhinus jeanvireti*, *Sus cf. S. minor*), è controversa e non è da escludere un riferimento al Villafranchiano inferiore (U.F. di Triversa) piuttosto che al Rusciniario (cf. AZZAROLI, 1980; FEDERICI, 1973; KOTSAKIS, 1986; SENESI, 1991 in RUSTIONI, 1992).

Alcuni resti di mammiferi di vecchie collezioni toscane, senza esatta indicazione della provenienza stratigrafica, potrebbero provenire dai depositi dei piccoli laghi che caratterizzano la prima fase lacustre (Castelnuovo dei Sabbioni) del bacino del Valdarno superiore, ed essere pertanto ascrivibili all'U.F. di Triversa (TORRE *et alii*, in stampa).

Potrebbero forse essere riferiti al Villafranchiano inferiore o medio anche i resti di mastodonte e di macairodonte (*Homotherium crenatidens* forma arcaica) di Sammezzano (Valdarno superiore) (SARDELLA, comunicazione orale)<sup>(13)</sup>.

Nel bacino Tiberino, nei pressi di Spoleto, alcuni resti di vertebrati sono stati rinvenuti in argille lignitifere, attualmente non affioranti, facenti parte del ciclo lacustre pliocenico, che precede l'impostazione del più esteso bacino lacustre pleistocenico. L'associazione comprende oltre a "*Mammuth*", *Anancus* e *Tapirus* anche un castoride (*Castor* sp.) (KOTSAKIS, 1986). L'appartenenza di questa associazione al Villafranchiano è possibile anche se non si può escludere, su base faunistica, un riferimento al Rusciniario. L'età pliocenica è confermata dalla fauna e dalla flora dei livelli all'incirca coevi di Cava Toppetti (Todi) (BASILICI, 1992; CARBONI *et alii*, 1992) (cf. nel testo). Durante la deposizione dei sedimenti di questo ciclo, il clima doveva essere caldo umido, di tipo tropicale, con presenza di foreste paludi e specchi lacustri. Questi dati vengono confermati dalle associazioni di molluschi dulcicoli (ESU *et alii*, 1992) e dall'alta frequenza di pollini di Taxodiaceae nella cava di Montesanto (Todi) (FOLLIERI, 1977). Nello stesso bacino, a Dunarobba si trova la nota foresta a conifere (*Taxodioxyllum gypsaceum*, BIONDI & BRUGIAPAGLIA, in stampa *vide* BASILICI, 1992), i cui tronchi, in posizione di vita, sono radicati in sedimenti palustri e ricoperti da deposito fluvio-palustri, riferiti da BASILICI (1992) al Pleistocene inferiore (Unità di Santa Maria di Ciciliano). E' da osservare, tuttavia, che nelle fessure dei tronchi è presente un'associazione a gasteropodi pulmonati presumibilmente riferibili al Villafranchiano inferiore (CARBONI *et alii*, 1992).

Nella valle del Farfa, nei pressi di Roma, vari resti di vertebrati sono segnalati in marne lignitifere e ligniti ritenute in parte correlabili con la biozona a *Globorotalia crassaformis* s.l. (cf. CALOI & PALOMBO, 1988 con bibliografia). La maggior parte delle specie, presumibilmente proveniente da più orizzonti, indica un generico Villafranchiano superiore; da sottolineare, tuttavia, la segnalazione di *A. arvernensis* e *T. arvernensis* a Castel San Pietro (AZZAROLI, 1980; KOTSAKIS, 1986 con bibliografia). La provenienza del tapiro da questo orizzonte non è, tuttavia, del tutto certa; MAXIA (1948) segnala a Castel San Pietro solo il gonfoteride ed un rinoceronte; il tapiro proverrebbe, per contro, da Ne-

ra Montoro (RUSTIONI, 1992). Nell'area di Castel San Pietro, inoltre, non affiorerebbero livelli lignitici di età pliocenica, ma più recenti (Pleistocene inferiore basale, comunicazione orale di O. Girotti).

#### b) Unità faunistica di Triversa

Elementi caratteristici dell'U.F. di Triversa (AZZAROLI, 1977, 1983a) (MN 16a, MEIN, 1977; G2, AGUILAR & MICHEAUX, 1984)<sup>(14)</sup> sono segnalati in varie località della Toscana, forse in Umbria, mentre, come si è detto, sono dubbie le segnalazioni nel Lazio (AZZAROLI, 1980; CALOI & PALOMBO, 1988; DE GIULI *et alii*, 1984; KOTSAKIS, 1986, 1992). Le faune del Valdarno superiore (Argille di Meleto, prima fase lacustre del Gruppo di Castelnuovo dei Sabbioni, ABBATE, 1993; ALBIANELLI *et alii*, 1993; AZZAROLI & LAZZERI, 1977; TORRE *et alii*, 1993) e della Garfagnana (bacini lacustri di Barga e Pieve Fosciana, TORRE R. *et alii*, 1993) sono caratterizzate dalla persistenza di elementi rusciniari (*T. arvernensis* e *Sus minor*) che si associano a forme nuove quali *S. jeanvireti*, che sostituisce il più tozzo e massiccio *Stephanorhinus megarhinus* e forse i leptobovini che dovrebbero rimpiazzare le "antilopi" rusciniarie *Parabos* e *Alephis*<sup>(15)</sup>. Fra le forme immigrate è da segnalare *Pseudodama*. Il genere compare in Europa agli inizi del Villafranchiano con due forme di probabile origine comune, ma appartenenti a due distinte linee filetiche: *Pseudodama lyra*, più avanzata per struttura dei palchi, presente in Italia, e *Pseudodama pardinensis* del Massiccio centrale francese (AZZAROLI, 1992). *Anancus arvernensis* è in genere frequente, sono segnalati l'istrice e dei felidi, facenti presumibilmente parte del contingente di carnivori di grande mole che fa la sua comparsa in Europa proprio agli inizi del Villafranchiano.

Dalle Argille di Meleto, lignitifere alla base, della miniera di Gaville, proviene uno scheletro incompleto di *Ursus minimus* (BERZI, 1966). Questa specie, forse discendente da *Ursus rusciniensis*, adattata ad ambiente forestale con parziali attitudini arboricole, fa verosimilmente parte del gruppo degli orsi neri, legato a *Ursus bockhi* del Pliocene inferiore dell'Europa dell'Est (RUSTIONI & MAZZA, 1992). Tale gruppo scompare in Europa, senza lasciare discendenti, in coincidenza del deterioramento climatico dei "2.5" m.a. e tornerà a fare la sua comparsa solo con il Pleistocene medio. I dati relativi alla flora dei livelli soprastanti le ligniti, sono in accordo con i dati paleoambientali deducibili dalle associazioni mammaliane di Gaville e Santa Barbara ("*M.*" *borsoni*, *A. arvernensis*, *T. arvernensis*, *S. jeanvireti*, *L. cf. L. stenometopon*, *U. minimus*), che indicano la presenza di foreste umide e clima relativamente caldo.

Dai sedimenti argillosi salmastri affioranti a San Giusto (Empoli, Valdarno inferiore), provengono due mandibole di arvicolidi, una della quale costituisce il tipo della specie *Mimomys stehlini* (KORMOS, 1931). La posizione filogenetica e tassonomica di questa forma

<sup>(14)</sup>Lo stratotipo del Villafranchiano, secondo OPDYKE & LINDSAY (in STEININGER *et alii*, 1990), sarebbe correlabile con la parte inferiore di Matuyama.

<sup>(15)</sup>I resti del bovide rinvenuti in associazione ad un rinoceronte e all'orso nella miniera di Santa Barbara, sono stati riferiti a *Leptobos* cf. *L. stenometopon* da RUSTIONI (1987), ma, secondo MASINI (1989), il loro stato di conservazione non consente una attribuzione specifica e forse neppure generica.

<sup>(13)</sup>Anche se, come già detto, nella sequenza sedimentaria di Montevarchi (Valdarno superiore) sembra documentata la presenza di livelli tardo pliocenici (ALBIANELLI *et alii*, 1993), non è attestata l'esistenza di un orizzonte riferibile al Villafranchiano inferiore.

e l'inserimento cronostratigrafico del sito sono stati oggetto, in passato, di diverse interpretazioni. Secondo CHALINE (1977) ad esempio, il giacimento di San Giusto sarebbe attribuibile al Septimariano superiore (MN 16 inferiore), Arondelli all'Arondelliano (MN 16 medio); per BARTOLOMEI (1980), San Giusto sarebbe riferibile allo Csarnotiano (*sensu* Kretzoi) e Arondelli alla base del Villaniano. Secondo CHALINE (CHALINE, 1988; CHALINE & LAURIN, 1986 con bibliografie), *Mimomys stehlini* farebbe parte della linea filetica *Mimomys occitanus* - *Mimomys savini*, nell'ambito della quale rappresenterebbe una forma più arcaica rispetto a *Mimomys polonicus*, specie a cui andrebbe ascritto uno dei due arvicolidi di Arondelli (Piemonte) (U.F. di Trivera). Ne consegue che secondo CHALINE (1988), le due località, San Giusto e Arondelli, appartenerebbero a due "biozone" distinte: rispettivamente, biozona a *M. stehlini*, correlata dal paleontologo francese con il Reuveriano (età da 3.0 a 2.5 m.a. in CHALINE, 1988), e biozona a *M. polonicus*, correlata con il Pretigliano (tra 2.5 e 2.3 m.a. in CHALINE, 1988) (cf. anche CHALINE & LAURIN, 1986). Quest'ultima correlazione appare in contrasto con i dati paleomagnetici: alla Fornace RDB (Arondelli), i due episodi inversi ed il breve intervallo a polarità normale fra essi compreso, sono stati infatti riferiti agli eventi di Kaena e Mammot (LINDSAY *et alii*, 1980). Secondo FEJFAR & HEINRICH (1982), per contro, *M. stehlini* e *M. polonicus* appartenerebbero a due linee filetiche distinte (attribuite rispettivamente ai sottogeneri *Cseria* e *Hintonia*), entrambe presenti ad Arondelli con le forme *Mimomys (Cseria) stehlini minor* (= *Mimomys gracilis* in MICHAUX, 1970) e *Mimomys (Hintonia) hajnackensis*, meno evoluto di *M. polonicus*. CHALINE & FARJANEL (1992), ritenendo il nome "*stehlini*" ambiguo, lo sostituiscono con "*hajnackensis*" (vedi conferenza di Rohanov, Cecoslovacchia, 1987), e riferiscono i giacimenti di San Giusto e Arondelli rispettivamente alle biozone a *M. occitanus hajnackensis* (tardo Reuveriano 3.5 e 2.5 m.a., MN 15/3) e a *M. pliocaenicus polonicus* (Pretigliano, tra 2.5 e 2.3 m.a., MN 16/1). Recentemente, CHALINE *et alii* (1993), riconoscono nell'ambito di *Mimomys*, tre linee caratterizzate da parallelismo evolutivo (*Mimomys capettai* - *Mimomys rex* (cf. nota 6); *Mimomys minor* - *Mimomys medasensis*; *Mimomys occitanus* - *Mimomys ostamosensis* - *M. savini* - *Arvicola terrestris*), e confermano il riferimento dell'arvicolide di San Giusto alla biozona a *M. occitanus hajnackensis*. FEJFAR & HEINRICH (1988), per contro, considerano i giacimenti di San Giusto e Arondelli all'incirca coevi e li ascrivono al "*Borsodia-Dolomys stage*" (zona a *M. hajnackensis*, MN 16a). MASINI & TORRE (1990a) condividono l'interpretazione filogenetica di FEJFAR & HEINRICH; ritengono, inoltre, che l'arvicolide di San Giusto sia comparabile, per grado evolutivo, a *M. stehlini minor*, confermandone in tal modo il riferimento all'U.F. di Trivera. L'orizzonte da cui provengono le due mandibole sarebbe, peraltro, correlabile con la parte alta della formazione delle "Argille Azzurre", i cui livelli superiori sono stati riferiti alla biozona a *Globorotalia crassaformis* s.l. (BOSSIO *et alii*, 1981; MASINI & TORRE, 1990a).

VALLERI *et alii* (1990) segnalano il palco di un piccolo cervide in un orizzonte di argille laminate carboniose, facente parte della porzione inferiore di una sequenza sedimentaria pliocenica affiorante a Ponte d'Elsa (Val d'Elsa, Siena). Le associazioni polliniche ed i

molluschi indicano condizioni temperate calde, con almeno un episodio xerico, che dovrebbero precedere il raffreddamento climatico dei 3.2/3.0 m.a. (VALLERI *et alii*, 1990). I resti vengono riferiti da AZZAROLI (1992) al nuovo genere ed alla nuova specie *Pseudodama lyra*, presente anche a Spicchio (Empoli). L'Autore segnala a Ponte d'Elsa anche *Croizetoceros* cf. *C. ramossus*, ritiene i livelli di provenienza correlabili con l'orizzonte a *Mimomys stehlini* di San Giusto (MASINI & TORRE, 1990a) e riferibili all'U.F. di Trivera.

Nel bacino di Baccinello, ad Arcille, è segnalata una faunula proveniente da un orizzonte di argille torbose, soprastante argille plioceniche a *Globorotalia punctulata* (ALESANDRELLO, 1984; TORRE, 1987). Questa fauna, inizialmente considerata rusciana superiore da HÜRZELER & ENGESSER (1976), fu in seguito riferita, se pur ipoteticamente, all'U.F. di Trivera (DE GIULI *et alii*, 1984). L'attribuzione a questa Unità è controversa e la possibilità o meno di una correlazione con l'associazione di Arondelli, dipende, anche in questo caso, dalle contrastanti opinioni espresse in passato circa la posizione tassonomica degli arvicolidi presenti nei due giacimenti. L'arvicolide di Arcille fu inizialmente attribuito a *M. cf. M. stehlini* (HÜRZELER & ENGESSER, 1976), specie a cui è stato in genere riferito anche in seguito. Secondo CHALINE (1977) e quanti condividevano le sue ipotesi filogenetiche, il giacimento di Arcille, come pure San Giusto, dovrebbe essere più antico di quello Arondelli<sup>(16)</sup>. Recentemente MASINI & TORRE (1990a) riferiscono l'arvicolide di Arcille a *M. haynackensis*, considerandolo analogo, per livello evolutivo, alla forma di Arondelli (= *Mimomys polonicus* in MICHAUX, 1970). Sarebbe pertanto confermato il riferimento dell'orizzonte fossilifero di Arcille all'U.F. di Trivera. La fauna di Arcille comprende, inoltre, *Blarinoides mariae*, *Prolagus* sp., carnivori indeterminati e scarsissimi resti di due muridi. Il muride di maggior mole sarebbe comparabile o apparterebbe alla linea filetica di *Antrachomys lorenzi* (genere endemico, presente negli orizzonti V1, V2 e V3 di Baccinello, ENGESSER, 1989, ROOK, 1991), quello di mole minore potrebbe appartenere al genere *Apodemus* (ENGESSER, 1989).

Nelle vicinanze di Arcille, a Puntolungo, in sabbie soprastanti le argille plioceniche, ROOK (1987-1988) segnala scarsi resti di *Hipparion*; non si hanno elementi certi per un'attribuzione biostratigrafica dei resti. Il genere *Hipparion* non è segnalato in Italia in associazioni appartenenti all'U.F. di Trivera, anche se persiste in Europa anche in associazioni più tarde (Roccaneyra, età più recente di 2.35 m.a., paleomagnetismo corrispondente a Matuyama, cf., per la discussione, BRQUAND *et alii*, 1990 con bibliografia).

#### c) Unità faunistica di Montopoli

Nel Valdarno inferiore, nei pressi di Montopoli (Pisa) MAJOR, nel 1880, raccolse svariati resti di mammiferi in una tasca continentale entro molasse di *facies* litorale, al tetto della locale serie marina plioceni-

<sup>(16)</sup>Secondo CHALINE (1977) e BARTOLOMEI (1980), ad esempio, Arcille e San Giusto sarebbero coevi e quindi anche Arcille sarebbe più antico di Arondelli, mentre per FEJFAR & HEINRICH (1988, 1990) i tre giacimenti di Arcille, San Giusto e Arondelli sarebbero coevi ("*Borsodia-Dolomys stage*" FEJFAR & HEINRICH (1988) e "*Borsodia-Villanya superzone*" FEJFAR & HEINRICH (1990), zona a *M. hajnackensis*, MN 16a).

ca. DE GIULI *et alii* (1984), ritengono che i livelli con fauna marina e salmastra, pur non contenendo fossili significativi, siano attribuibili alla biozona a *G. crassaformis*, dal momento che, nel Valdarno inferiore, la fase regressiva pliocenica inizierebbe poco dopo la comparsa di questa specie e che, in tutta la Toscana, non sono noti affioramenti riferibili alla biozona a *Globorotalia inflata*. In base ai dati paleomagnetici (LINDSAY *et alii*, 1980), l'orizzonte a mammiferi di Montopoli dovrebbe essersi depositato in una fase immediatamente successiva all'inversione Gauss/Matuyama e quindi avere un'età prossima a 2.5 m.a. L'associazione di Montopoli (DE GIULI & HEINTZ, 1974a,b), rappresentativa dell'omonima unità (AZZAROLI, 1977, 1983a), è caratterizzata, fra l'altro, dalla comparsa di due nuovi elementi faunistici, provenienti dell'Europa orientale ed ecologicamente legati ad ambienti aperti di savana e/o prateria: l'elefante di steppa *Mammuthus (Archidiskodon) meridionalis gromovi* e il grande equide stenonoide ad arti snelli *Equus cf. E. livezovensis*; sono inoltre presenti, fra gli altri, *Gazella borbonica* ed il cervide di media mole *Eucladoceros falconeri*. Scompaiono, per contro, le forme più strettamente legate ad ambienti umidi e forestali di tipo tropicale, quali ad esempio *Ursus minimus*, "*Mammut*" *borsoni*, *Tapirus arvernensis*, *Sus minor*. Questo rinnovo faunistico è indubbiamente di per sé indizio di variazioni climatiche che consentono l'estendersi di aree aperte a discapito delle zone forestali e che, come si è visto, si realizzano, con varie oscillazioni, intorno a 2.5/2.3 m.a. Vari dati tenderebbero a comprovare questo quadro, anche se non sempre le indicazioni cronologiche sono attendibili e/o trovano concordi i veri autori. A Rincon 1 (Spagna) (MN 16b), ad esempio, elefante, cavallo e gazzella sono segnalati in depositi lacustri, per i quali si hanno indicazioni di condizioni di clima arido e deteriorato (ALBERDI *et alii*, 1983; LEONE, 1985); per il giacimento è stata indicata un'età di circa 2.6/2.7 m.a. in base a dati paleomagnetici relativi al giacimento di Fuensanta e per correlazioni con siti per i quali si hanno datazioni assolute (AGUIRRE, 1990; AGUSTI, 1988). A Roca Neyra (Massiccio Centrale francese), *Equus* compare in associazione ad *Hipparion* in livelli a polarità magnetica inversa (Matuyama, BIQUAND *et alii*, 1990). Analoghe indicazioni paleomagnetiche si hanno anche per il giacimento di Les Etouaires (Massiccio Centrale francese) (BIQUAND *et alii*, 1990), la cui fauna, a carattere più arcaico senza elefante e cavallo, presenta tuttavia maggiori analogie con quella di Vialette (Massiccio Centrale francese), per la quale si hanno controverse indicazioni di età, ma che comunque cade in Gauss (cf. BIQUAND *et alii*, 1990 con bibliografia). *Equus* e *Mammuthus* compaiono rispettivamente nei giacimenti di Valdeganga I e II (Valle della Jucar, Spagna) in associazioni riferite entrambe, in base all'associazione a micromammiferi, alla biozona MN 16b da MEIN *et alii* (1978) (zona a *Mimomys capetai* AGUIRRE, 1990; AGUSTI, 1988; AGUSTI & MOYA SOLA, 1992)<sup>(17)</sup>. Tenendo conto dei dati paleomagnetici relativi alla Fornace R.D.B. (U.F. di Triversa) (LINDSAY *et alii*, 1980), al giacimento di Les Etouaires (U.F. di Triversa) (BIQUAND *et alii*, 1990) e a quello di Mon-

topoli (LINDSAY *et alii*, 1980), sembrerebbe che le associazioni dell'U. F. di Triversa non siano state interessate da variazioni di rilievo per un periodo di tempo relativamente lungo e che, per contro, il cosiddetto "*Equus-Elephant event*" (LINDSAY *et alii*, 1980) si sia verificato in Europa occidentale in tempi assai rapidi.

L'importanza del cambiamento faunistico che si realizza tra le associazioni dell'U.F. di Triversa e quelle di Montopoli, entrambe ascritte al Villafranchiano inferiore (AZZAROLI, 1977), appare rilevante soprattutto se si tiene conto del contesto climatico e paleoambientale in cui tale rinnovo si verifica e che ne è in parte causa. Questo bioevento sembra di maggior rilevanza rispetto a quello rilevabile al passaggio tra l'U.F. di Montopoli e quella di Saint Vallier (Villafranchiano medio, *sensu* AZZAROLI, 1977, MN 17, MEIN, 1977), in cui sono presenti, a livello generico, all'incirca gli stessi taxa e le forme di nuova comparsa spesso si differenziano dalle precedenti per un più alto livello evolutivo nell'ambito della stessa linea filetica, anche se non mancano nuovi immigrati. Sembrerebbe pertanto opportuno, come già fatto rilevare da DE GIULI *et alii* (1984), non riferire le due Unità, di Triversa e di Montopoli, alla stessa "Superunità" (cf. anche LOPEZ *et alii*, 1982). La fauna di Montopoli ("*P.*" *perrieri*, *A. pardinensis*, *N. megamastoides*, *A. arvernensis*, *M.m. gromovi*, *S. jeanvireti*, *Equus cf. E. livezovensis*, *Pseudodama cf. P. lyra*; *C. ramosus*, *Procapreolus cusanus*, *L. cf. L. stenometopon*, *G. borbonica*; AZZAROLI, 1992; DE GIULI & HEINTZ, 1974a,b; MASINI *et alii*, in stampa) non ha equivalenti per varietà di forme rappresentate. In Italia centrale possono essere forse riferiti all'U.F. di Montopoli gli scarsi resti, per lo più proboscidiati, rinvenuti in varie località toscane: Dianella, Sant'Andrea in Percussina, Marti presso Montopoli, San Miniato, Montelupo, San Regolo, Capannoli, Valle della Pesa Laiatico (AZZAROLI 1980, DE GIULI *et alii*, 1984, KOTSAKIS, 1986). In quest'ultima località, sita nei pressi di Montopoli, uno scheletro incompleto di *M. m. gromovi* è stato rinvenuto in livelli marini e salmastrici di età un poco più antica rispetto a quella dell'orizzonte fossilifero di Montopoli (AZZAROLI, 1980; AZZAROLI *et alii*, 1988b).

Recentemente, BASILICI (1992), segnala a Cava Toppetti (Todi, bacino Tiberino) un equide di grande mole, *Equus cf. E. livezovensis*, nonché "*Pseudodama pardinensis*" (presumibilmente *Pseudodama cf. P. lyra*) in livelli riferiti all'Unità di Ponte Naja, di probabile età pliocenica superiore (Pliocene medio, *sensu* RIO *et alii*, 1994; cf. Addenda).

#### d) Unità faunistiche di Saint Vallier e di Senèze

Per vario tempo si è ritenuto che il Villafranchiano medio, inteso come U.F. di Saint Vallier (AZZAROLI, 1977, 1983a), non fosse rappresentato in Italia. Nell'ultimo lustro, sono state individuate in Italia centrale alcune località, che hanno fornito resti di vertebrati che potrebbero essere riferiti al Villafranchiano medio (AZZAROLI *et alii*, 1988a,b; MASINI *et alii*, in stampa; TORRE *et alii*, 1992). Gli elementi caratteristici di questo intervallo temporale sono costituiti o da nuove specie appartenenti a linee filetiche già rappresentati nell'U.F. di Montopoli, ma presenti con forme a più alto livello evolutivo (quali ad esempio: *Mammuthus meridionalis* - più affine alle forme del Villafranchiano superiore che a quelle del Villafranchiano inferiore, ma ancora relativamente arcaico - *Stephanorhinus etruscus*,

<sup>(17)</sup>A Valdeganga II è segnalato anche *Sus strozzi*, che dovrebbe caratterizzare associazioni più recenti; secondo MEIN (1990), la fauna di Valdeganga II sarebbe fra le più recenti della biozona MN16.

*Equus stenonis*, *Pseudodama philisi*, *Croizetoceros ramosus* - presente con sottospecie più evolute rispetto a *C. r. ramosus* -, *Eucladoceros tegulensis*, *Leptobos* gruppo *Leptobos merlai*-*Leptobos furtivus*, peraltro segnalato anche nell'unità precedente), nonché specie di nuova immigrazione (quali *Galgogoral meneghini*, *Vitailurus schaubi* e ursidi primitivi del gruppo di *Ursus etruscus* = *U. aff. U. etruscus*, in MAZZA & RUSTIONI, 1992), cui si associano, in tempi differenziati verso la fine del Villafranchiano medio, elementi considerati caratteristici delle associazioni del Villafranchiano superiore, quali *Sus strozzi*, *Leptobos etruscus*, *Panthera gombaszoegensis* e, limitatamente all'Italia, *Canis aff. C. etruscus*. Nella fauna permangono elementi arcaici, quali *G. borbonica* e *Nyctereutes megamastoides* nonché *A. arvernensis*, la cui presenza è dubbia agli inizi del Villafranchiano superiore (U.F. Olivola, AZZAROLI, 1977, 1983a), mentre non sono più segnalati *P. cusanus*, *Cervus perrieri* e *Arvernoceros ardei*. Sembra pertanto giustificato distinguere, nell'ambito del Villafranchiano medio due complessi faunistici, di cui il più recente, Unità Faunistica di Sénéze (*sensu* TORRE *et alii*, 1992), caratterizzato dal primo manifestarsi di quel rinnovo faunistico che potrà, con la scomparsa degli elementi arcaici e l'arrivo di altri immigrati, alle faune delle Unità Faunistiche di Olivola (peraltro forse ancora pliocenica, cf. AZZAROLI & MAZZA, 1992; TORRE *et alii*, 1993) e del Tasso, tipicamente rappresentate dalle associazioni del Villafranchiano superiore del Valdarno.

Nell'Italia centrale l'associazione più rappresentativa è quella di Costa San Giacomo (Anagni, Valle del Sacco), che proviene da un livello siltoso giallo, sovrastante un orizzonte di argille grige a molluschi dulcicoli e sottostante i livelli calcarei concrezionati e i travertini di chiusura del ciclo (BIDDITTU *et alii*, 1979). La fauna, non studiata in dettaglio, è caratterizzata dalla presenza di forme quali *M. meridionalis*, *E. stenonis*, *Pseudodama* sp. e *G. meneghini* in parte avvicinati per livello evolutivo alle forme cospecifiche di Saint Vallier e Tegelen, dalla persistenza di specie che si estinguono con il Villafranchiano medio (*N. megamasoides*, *G. borbonica*) e dalla comparsa di *G. torticornis*, di un suide affine a *Sus strozzi*, nonché di un canide affine a *C. etruscus*. Questa specie non è segnalata nel Villafranchiano medio europeo e manca anche nei siti di Chilhac e Le Coupet (Francia) (per i quali è stata stimata un'età non più antica o uguale a 1.9 m.a.; BOEUF, 1986, 1990; BOUT, 1970; MASINI & TORRE, 1990b, TORRE, 1987), che, per la presenza di elementi di nuova immigrazione (*S. strozzi*, *L. etruscus*) possono essere considerate fra le più recenti del Villafranchiano medio e quindi riferibile all'Unità Faunistica di Sénéze.

Possono essere inoltre ascritti al Villafranchiano medio, alcuni resti isolati appartenenti a forme tipiche quali *Leptobos merlai* proveniente dai dintorni di Castel Viscardo (MASINI, 1989) (Unità Faunistica di Saint Vallier, *sensu* TORRE *et alii*, 1992), nonché le faunule di Valle Catenaccio e Colleparado (Lazio) (MASINI *et alii*, in stampa); in questi due ultimi casi, i dati sono troppo scarsi per una attribuzione certa all'una o all'altra delle due Unità Faunistiche del Villafranchiano medio. Sono presumibilmente riferibili all'U.F. di Saint Vallier/Sénéze, alcuni resti, di vecchie collezioni, appartenenti a forme plioceniche e provenienti da località del Valdarno superiore, in cui non affiorano sedimenti del-

la prima fase lacustre del Valdarno, ma solo del gruppo di Montevarchi (TORRE *et alii*, in stampa). Da segnalare, in quanto indicativa di un raffreddamento climatico, anche l'associazione tardo villaniana di Rivoli Veronese (SALA *et alii*, 1994), nella quale è documentata, fra i micromammiferi, un'importante fase di espansione di forme steppiche, provenienti dall'Est.

## OSSERVAZIONI

Le associazioni a mammiferi del Pliocene dell'Italia centrale si mantengono piuttosto stabili per intervalli anche relativamente lunghi e hanno fasi di rinnovo che sembrano coincidere con le variazioni climatiche. I dati attualmente disponibili dimostrano come, nel corso del Pliocene, le oscillazioni termiche, anche se di minor ampiezza rispetto a quelle del Pleistocene, siano frequenti e come fattori locali rendano spesso difficili e dubbie la definizione e la correlazione dei singoli bioeventi. Il progredire delle conoscenze e l'acquisizione di nuovi dati tendono a dimostrare, inoltre, come gli avvicindamenti faunistici non si realizzino in genere per la sostituzione pressoché contemporanea di un numero rilevante di forme, quanto per il sommarsi di singoli bioeventi, anche relativamente vicini nel tempo, ma distinti gli uni dagli altri. La scansione temporale di questi singoli avvenimenti necessita di ulteriori dati, dal momento che la comparsa/scomparsa di alcuni taxa non sembra sincrona nei diversi giacimenti europei. Non sempre soddisfacenti sono, inoltre, le datazioni assolute e le correlazioni con la scala paleomagnetica, mentre l'influenza di fattori locali, specie in area mediterranea, rende difficile una correlazione con le varie oscillazioni termiche della scala isotopica. Il progressivo variare delle associazioni consente, comunque, di individuare una successione di faune con taxa caratteristici; queste forme probabilmente giungono e si diffondono in Europa ed in Italia in più fasi, che verosimilmente coprono tempi relativamente lunghi, per i quali non è ancora possibile, allo stato attuale delle conoscenze, una ben precisa definizione cronologica. Sembra tuttavia possibile riconoscere due intervalli temporali relativamente lunghi, separati da una fase di rinnovamento, nell'ambito dei quali le faune non sembrano subire variazioni notevoli (Rusciano e Villafranchiano basale). Segue un'importante variazione globale del clima, degli ambienti, della flora e delle faune (Unità Faunistica di Montopoli), in corrispondenza della quale sarebbe forse opportuno porre il limite fra Villafranchiano inferiore e medio. Nel corso del Villafranchiano medio, così inteso, in relazione all'accentuarsi delle oscillazioni climatiche, si realizza una progressiva variazione ed un arricchimento delle faune che consente la distinzione delle tre Unità Faunistiche di Montopoli, Saint Vallier e Sénéze, che già prelude alle associazioni del Villafranchiano superiore.

## ADDENDA

Dopo la presentazione del manoscritto, si è presa visione della pubblicazione di Rio *et alii* 1994 - *The Gelesian Stage: a proposal of new chronostratigraphic Unit of the Pliocene series*. Riv. It. Paleont. Strat., 100(1), 103-124, nella quale viene proposta una tripartizione del Pliocene con l'istituzione del piano Gelesiano (Pliocene superiore) (limite Pliocene medio/Pliocene, età di circa 2.586 m.a., stadio isotopico 103 di RAYMO *et alii*, 1990).

Nel corso del Convegno "Il significato del Villafranchia-

no nella stratigrafia del Plio-Pleistocene" [Peveragno (CN)-Villafranca (AT), 20-24 giugno 1994], sono stati presentati numerosi e significativi dati, analitici e di sintesi, ai quali, per motivi editoriali, non è possibile in questa sede dare il dovuto rilievo. Si rimanda pertanto a CARRARO F. Ed. (*Revisione del Villafranchiano dell'area-tipo di Villafranca d'Assti*) per i dati relativi all'area tipo di Villafranca; AA.VV. (*Riassunti delle Comunicazioni*) per quelli relativi ad altre regioni italiane ed euroasiatiche. In particolare a TORRE *et alii*, per il riferimento all'evento di Kaena dell'associazione di Santa Barbara; ad AMBROSETTI & BASILICI per il riferimento della Foresta di Dunarobba all'Unità di Fosso Bianco (Pliocene s.l.); a ZANCHETTA *et alii*, per la segnalazione di *Sus strozii*, in associazione a *E. stenorhis* cf. *E. stenorhis vireti*, nel Valdarno inferiore (?U.F. di Senèze); a VISLOBOKOVA *et alii* e RADULESCO & SAMSON rispettivamente per la segnalazione del genere *Equus* in giacimenti del Kazakistan e della Transbaikalia (biozona MN 16a) e di una nuova specie mammutina, *Mammuthus rumanus* (*nomen nudum*), in Romania (età circa 3 milioni di anni).

#### RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- A.A.P.G. (1983) - *North American Stratigraphic Code*. A.A.P.G. Bull., 67, 841-875.
- ABBATE E. (1983) - *Schema stratigrafico della successione neoutocotona del Valdarno Superiore e del Bacino di Arezzo*. In "I depositi fluovio-lacustri del Valdarno Superiore" Guida all'escursione del Gruppo Informale "Sedimentologia" del C.N.R. Firenze, 1-6.
- AGUILLAR J.P. & MICHAUX J. (1984) - *Le gisement à micromammifères du Mont Hélène (Pyrénées orientales): apports à la connaissance de l'histoire des environnements continentaux. Implications stratigraphiques pour le Pliocène du Sud de la France*. Paléobiol. contin., 14 (2), 19-31.
- AGUIRRE E. (1990) - *Villafranchian Faunal Record of Spain*. Quaternary International, 8, 711.
- AGUIRRE E., SORIA D. & MORALES J. (1981) - *Accumulated bones in a Pliocene cave in Cerro Pelado*. Spain Nat. Geogr. Res. Rep., 13, 69-81.
- AGUIRRE E. & PASINI G. (1985) - *The Pliocene-Pleistocene Boundary*. Episodes, 8 (2), 116-120.
- AGUSTI J. (1988) - *Continental mammal Units of the Plio-Pleistocene from Spain*. Mem. Soc. Geol. It., 31 (1986): 167-173.
- AGUSTI J., CASTILLO C. & GALLOBART A. (1993) - *Heterochronic evolution in the late Pliocene-Early Pleistocene arviculids of Mediterranean area*. Quaternary International, 19, 51-56.
- AGUSTI J. & MOLA SOLA S. (1992) - *Mammalian dispersal events in the Spanish Pleistocene*. Courier Forsch. Inst. Senckenberg., 153, 69-77.
- ALBERDI M.T. & AGUIRRE E. (1977) - *Round table on magnetostratigraphy of the West Mediterranean Neogene*. Trab. Neogeno-Quaternario, 7, 1-47.
- ALBERDI M.T., ARIAS C., BIGAZZI G., BONADONNA F.P., LEONE G., LOPEZ N., MICHAUX J., MORALES J., ROBLES F. & SORIA Y.D. (1983) - *Nuevo yacimiento de moluscos y vertebrados del Villafranchiense de la cuenca del Júcar (Albacete, España)*. Coll. "Le Villafranchien Méditerranéen", Lille, 9-10 déc. 1982, 1, 255-271.
- ALBERDI M.T. & BONADONNA F.P. (1983) - *El Equus stenorhis Cocchi como indicador biostratigráfico en Italia y España*. Quad. Lab. Geol. Laxe, 5, 169-187.
- ALBERDI M.T. & BONADONNA F.P. (1988) - *Equidae (Perissodactyla, Mammalia): extinctions subsequent to the climatic Change*. Rev. Espanola Paleont., 3, 39-43.
- ALBERDI M.T. & BONADONNA F.P. (1990a) - *Climatic changes and presence of Hipparion in the Mediterranean area*. Paléobiol. contin., 17, 281-290.
- ALBERDI M.T. & BONADONNA F.P. (1990b) - *Is the Ventian a real stratigraphic stage?*. Mediterranean, Ser. Geol., 6, 27-32.
- ALBIANELLI A., BERTINI A., MAGI M., NAPOLEONE G. & SAGRI M. (1993) - *Il bacino plio-pleistocenico del Valdarno superiore: evoluzione tettonico sedimentaria, paleomagnetismo e paleoclimatologia*. AIQUA, Conv. "Le conche intermontane", Roma, 13-15 settembre 1993, Riassunti delle Comunicazioni. 3-4.
- ALESSANDRELLO A. (1984) - *Le faune a micromammiferi di Arcille (Grosseto): correlazione coi sedimenti del Pliocene marino*. Tesi di laurea inedita. Università degli studi di Firenze. 1-73.
- AMBROSETTI P., AZZAROLI A., BONADONNA F.P. & FOLLIERI M. (1972) - *A scheme of Pleistocene chronology for the Tyrrhenian side of Central Italy*. Boll. Soc. Geol. Ital., 91, 169-184.
- CARBONI M.G., AMBROSETTI P., CONTI M.A., PARISI G., KOTSAKIS T. & NICOSIA U. (1977) - *Neotettonica e cicli sedimentari plio-pleistocenici nei dintorni di Città della Pieve (Umbria)*. Boll. Soc. Geol. It., 96, 605-635.
- AMBROSETTI P., CONTI M.A., ESU D., GIROTTI O., LA MONICA G.B. & PARISI G. (1987) - *Il Pliocene e il Pleistocene inferiore del bacino del Fiume Tevere nell'Umbria meridionale*. Geogr. Fis. Din. Quatern., 10, 10-33.
- ARIAS C., AZZAROLI A., BIGAZZI G. & BONADONNA F.P. (1980) - *Magnetostratigraphy and Pliocene-Pleistocene Boundary in Italy*. Quaternary Res., 13, 65-74.
- ARIAS C., AZZAROLI A., BIGAZZI G., BONADONNA F.P., COLALONGO M.L., DE GIULI C., ESU D., FICCARELLI G., PASINI G., PELOSIO G., RAFFI S., RIO D., RUGGIERI G., SARTONI S., SPROVIERI R. & TORRE D. (1982) - *Integrated biostratigraphic marine and continental scheme of Pliocene-Pleistocene of Italy*. INQUA Congr., Moskwa.
- ARIAS C., BIGAZZI G., BONADONNA F.P. & URBAN B. (1979) - *Tentative correlation among Quaternary series of Central and Southern Europe*. Acta Geol. Acad. Sc. Hungaricae, 22, 81-88.
- AZZAROLI A. (1970) - *Villafranchian correlations based on large mammals*. Giornale di Geologia, 35 (1967) (1), 11-131.
- AZZAROLI A. (1975) - *Remarks on the Pliocene Suidae of Europe*. Z. Sugetierk., 40 (6), 355-367.
- AZZAROLI A. (1977) - *The Villafranchian stage in Italy and the Plio-Pleistocene boundary*. Giorn. Geol., 41 (1975) (1-2), 61-79.
- AZZAROLI A. (1980) - *Mammiferi terrestri del Pliocene*. In AAVV "I Vertebrati Fossili Italiani" Catalogo della Mostra, Verona 1980, 195-198.
- AZZAROLI A. (1983a) - *Remarques sur les subdivisions chronologiques du Villafranchien*. Coll. "Le Villafranchien Méditerranéen", Lille, 9-10 déc. 1982, 1, 7-14.
- AZZAROLI A. (1983b) - *Quaternary mammals and the "end-Villafranchian" dispersal event - a turning point in the history of Eurasia*. Palaeogeogr., Palaeoclim., Palaeoecol., 44, 117-139.
- AZZAROLI A. (1985) - *Provinciality and Turnover Events in Late Neogene and Early Quaternary Vertebrate faunas of the Indian Subcontinent*. In GUPTA V.J. *et alii* (Eds.) "Geology of Western Himalayas (Contributions to Himalayan Geology)", 3, 27-38.
- AZZAROLI A. (1990) - *Paleogeography of terrestrial vertebrates in the Perityrhenian area*. Palaeogeogr., Palaeoclim., Palaeoecol., 77, 83-90.
- AZZAROLI A. (1991a) - *Some problems of mammalian stratigraphy for the Pleistocene of Western Europe*. I.U.Q.S. Special Proc. Rev. Rep., XIII INQUA Congres, August 2-9. 1991, Beijing, China, 130-143.
- AZZAROLI A. (1991b) - *Major events at the transition from early to middle Pleistocene*. Il Quaternario, 4 (1a), 5-11.
- AZZAROLI A. (1992) - *The cervid genus Pseudodama n.g. in the Villafranchian of Tuscany*. Palaeontogr. Ital., 79, 1-41.
- AZZAROLI A., DE GIULI C., FICCARELLI G. & TORRE D. (1982) - *Table of the stratigraphic distribution of terrestrial mammalian faunas in Italy from the Pliocene to the early middle Pleistocene*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 5, 55-58.
- AZZAROLI A., DE GIULI C., FICCARELLI G. & TORRE D. (1988 a) - *Mammalian succession of the Plio-Pleistocene of Italy*. Mem. Soc. Geol. It., 31 (1986), 213-218, Roma.
- AZZAROLI A., DE GIULI C., FICCARELLI G. & TORRE D. (1988 b) - *Late Pliocene to early Mid-Pleistocene Mammals in Eurasia: Faunal Succession and Dispersal events*. Palaeogeogr., Palaeoclim., Palaeoecol., 66, 77-100.
- AZZAROLI A. & LAZZERI L. (1977) - *The lakes of Upper Valdarno*. Centro di Studi per la Geologia dell'Appennino, publ. 26, 1-4.
- AZZAROLI A. & MAZZA P. (1992) - *The cervid genus Eucladoceros in the early Pleistocene of Tuscany*. Palaeontogr. Ital., 29, 43-100.
- AZZAROLI A. & NAPOLEONE G. (1982) - *Magnetostratigraphic investigation of the Upper Sivaliks near Pinjor, India*. Riv. It. Pal. Strat., 87, 739 - 762.
- BARTOLOMEI G. (1980) - *Micromammiferi del Plio-Pleistocene*. In AAVV "I Vertebrati Fossili Italiani" Catalogo della Mostra, Verona, 1980, 249-258.
- BASILICI G. (1992) - *Contesto deposizionale e stratigrafico della foresta fossile di Dunarobba (FFD)*. V Simp. Ecol. Paleocool.

- Comunità Bentoniche, libro-guida delle escursioni, Dip. Sci. Terra, Univ. "La Sapienza", Roma. 19-28.
- BEARD J.H., SANGREE J.B. & SMITH L.A. (1982) - *Quaternary Chronology, Paleoclimatic, Depositional Sequences and Eustatic Cycles*. Amer. Ass. Petrol. Geol. Bull., **66**, 158-169.
- BERGGREN W.A., BUECKLE L.H., CITA M.B., COOKE H.B.S., FUNNELL B.M., GARTNER S., HAYS J.D., KENNET J.P., OPDYKE N.D., PASTOURET L., SHACKLETON N.J. & TAYANAGI Y. (1980) - *Towards a Quaternary time scale*. Quat. Res., **13**, 277-302.
- BERGGREN W.A., KENT D.V., FLYNN J.J. & VAN COUVERING J.A. (1985a) - *Cenozoic geochronology*. Geol. Soc. Am. Bull., **96**, 1407-1418.
- BERGGREN W.A., KENT D.V. & VAN COUVERING J.A. (1985b) - *Neogene geochronology and chronostratigraphy*. In SNELLING N.J. (Ed): "Geochronology of the Geological Records". Geol. Soc. London Mem., **10**, 211-260.
- BERTINI A. (in stampa) - *Nuovi dati palinologici sui sedimenti del Gruppo di Montevarchi (Valdarno Superiore)*. Informatore Botanico (non vidi).
- BERTOLDI R. (1990) - *Apporto della palinologia alla conoscenza dei giacimenti continentali pliocenici e pleistocenici inferiori dell'Italia centro-settentrionale*. Studi Tridentini Sc. Nat., Acta Biologica, **66**, 9-15.
- BERTOLDI R. (1993) - *Palinostratigrafia dei bacini intermontani dell'Appennino nord-occidentale*. AIQUA, Conv. "Le conche intermontane", Roma, 13-15 settembre 1993, Riassunti delle Comunicazioni. 19-20.
- BERTOLDI R., RIO D. & THUNELL R. (1989) - *Pliocene-Pleistocene vegetational and climatic evolution of the south-central Mediterranean*. Palaeogeogr., Palaeoclim., Palaeoecol., **72**, 263-275.
- BERZI A. (1966) - *L'orso di Gaville nel Valdarno superiore*. Palaeontogr. Ital., **60**(1965), 19-32.
- BIDDITTU I., CASSOLI P.F., RADICATI DI BROZOLO F., SEGRE A.G., SEGRE-NALDINI E. & VILLA I. (1979) - *Anagni a K:Ar dated Lower Middle Pleistocene site, Central Italy: preliminary report*. Quaternaria, **21**, 53-71.
- BIQUAND D., DUBAR M. & SEMAH F. (1990) - *Paleomagnetic Correlation of the Mediterranean Upper Neogene Biochronology and Villafranchian Vertebrate Sites of the Massif Central, France*. Quat. Res., **33**, 241-252.
- BOEUF O. (1983) - *Le site Villafranchien de Chihlac (Haute - Loire, France). Etude paléontologique et biochronologie*. Thèse de Doctorat d'Etat. Univ. Paris VII, 1-253.
- BOEUF O. (1986) - *L'équidé du site Villafranchien de Chihlac (Haute-Loire, France): Equus stenorhinus guthi nov. subsp.* Ann. Paléont., **72** (1), 29-67.
- BOEUF O. (1990) - *Originalité et importance de la faune de Chihlac (Haute - Loire, France)*. Quartarpaléontologie, **8**, 13-28.
- BONADONNA F.P. & ALBERDI M.T. (1987a) - *The N/Q boundary at 1,64 m.a.?* Mediterranean Ser.Geol., **6**, 115-130.
- BONADONNA F.P. & ALBERDI M.T. (1987b) - *Equus stenorhinus Cocchi as a biostratigraphical marker in the Neogene-Quaternary of the eastern Mediterranean basin - Consequence on Galerian-Villafranchian Chronostratigraphy*. Quat. Sci. Rev., **6**, 55-66.
- BONADONNA F.P., D'EUGENIO M.L. & LEONE G. (1990) - *Stable isotope record of Valle Ricca Plio-Pleistocene Core, Latium, Italy*. Palaeobiol. contin., **17**, 81-94.
- BONADUCE G. & SPROVIERI R. (1985) - *The appearance of Cytherop-teron testudo Sars (Crustacea, Ostracoda) is a Pliocene event. Evidence from a Sicilian sequence (Italy)*. Boll. Soc. Paleont. It., **23** (1) (1984), 131-136.
- BOSCO C. (1900) - *I roditori pliocenici del Valdarno superiore*. Palaeontogr. Ital. **5** (1889), 85-104.
- BOSSIO A., MAZZANTI R., MAZZEI R., MENESINI E., NENCINI C., SALVATORINI G. & UGHI R. (1981) - *Nuove osservazioni sulla stratigrafia delle formazioni plioceniche e pleistoceniche di Casciana Terme*. Atti IX Conv. Soc. Paleont. It., 91-120.
- BOUT P. (1970) - *Absolute ages of some volcanic formations in the Auvergne and Velay areas and chronology of the European Pleistocene*. Palaeogeogr., Palaeoclim., Palaeoecol., **8**, 95-106.
- BOUT P. (1976) - *Chronologie paléomagnétique du Massif Central volcanique de la France en relation avec les âges absolus K/Ar, les faunes de Mammifères et les épisodes périglaciaires*. In de LUMLEY H. (Ed.) "La Préhistoire française", Paléomagnétisme. 362-364.
- CALOI L. (1994) - *Il genere Equus in Italia centrale*. Nel volume CALOI L. & PALOMBO M.R. (1988) - *Le mammalofoane plio-pleistoceniche dell'area laziale: problemi biostratigrafici ed implicazioni paleoclimatiche*. Mem. Soc. Geol. It., **35** (1986), 99-126.
- CALOI L. & PALOMBO M.R. (1990) - *Osservazioni sugli equidi italiani del Pleistocene medio inferiore*. Geologica Rom., **26** (1987), 187-221.
- CALOI L. & PALOMBO M.R. (1994) - *Mammalofoane del Pleistocene inferiore dell'Italia centrale*. Nel volume CANOCCHI D. (1987) - *A skull of a sirenian from the Early Pliocene of Siena, Tuscany*. Riv. It. Paleont. Strat., **92**, 221-235.
- CARBONI M.G., ESU D., GIROTTI O. & PICCARDI E. (1992) - *Pliocene ed il Pleistocene della media valle del Tevere* Simp. Ecol. Paleocol. Comunità Bentoniche, libro-guida delle escursioni, Dip. Sci. Terra, Univ. "La Sapienza", Roma. 3-10.
- CAPELLINI G. (1872) - *Sul felsinoterio sirenoide halicoreforme dei depositi litorali pliocenici dell'antico bacino del Mediterraneo e del Mar Nero*. Mem. R. Accad. Sci. Ist. Bologna, **5**, 3, 363-370.
- CHALINE J. (1972) - *Les rongeurs du Pléistocène moyen et supérieur de France*. Chaiers Pléont. C.N.R.S., 409 pp., Paris.
- CHALINE J. (1974) - *Esquisse de l'évolution morphologique, biométrique et chromosomique du genre Microtus (Arvicolidae, Rodentia) dans le Pléistocène de l'hémisphère du Nord*. Bull. Soc. Géol. Fr., s. 7, **16**, 446-450.
- CHALINE J. (1977) - *Les événements remarquables de l'histoire plio-pleistocène des campagnols (Arvicolidae, Rodentia) dans l'hémisphère nord, essai de corrélation de la limite Plio-Pléistocène établie dans les dépôts marins d'Italie*. Giorn. Geol., **41** (2), 123-129.
- CHALINE J. (1988) - *Continental faunal units of the Plio-Pleistocene of France*. Mem. Soc. Geol. It., **31** (1986), 175-183.
- CHALINE J. & FARJANEL G. (1990) - *Plio-Pleistocene rodent biostratigraphy and palinology of the Bresse Basin, France, and correlations within western Europe*. Boreas, **19**, 69-80.
- CHALINE J. & LAURIN B. (1986) - *Phyletic gradualism in a European Plio-Pleistocene Mimomys lineage*. Paleobiology, **12** (2), 203-216.
- CHALINE J., LAURIN B., BRUNET-LECOMTE P. & VIRIOT L. (1993) - *Morphological Trends and Rates of Evolution in Arvicolids (Arvicolidae, Rodentia): Towards a punctuated Equilibria/ Disequilibrium Model*. Quaternary International, **19**, 51-56.
- CHANNELL J.E.T., RIO D., SPROVIERI R. & GLACON G. (1990a) - *Bio-magnetostratigraphic correlations from leg 107 in the Tyrrhenian*. In KASTENS K.A., MASCLE J. et alii (Eds): Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results", **107** (B), 669-682, College Station TX (Ocean Drilling Program).
- CHANNELL J.E.T., RIO D. & THUNELL R.C. (1988) - *Miocene/Pliocene boundary magnetostratigraphy at Capo Spartivento, Calabria, Italy*. Geology, **16**, 1098-1099.
- CHANNELL J.E.T., TORII M. & HAWTHORNE T. (1990b) - *Magnetostratigraphy of sediments recovered at sites 650, 651, 652, and 654 (LEG 107, Tyrrhenian sea)*. In KASTENS K.A., MASCLE J. et alii (Eds): Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results", **107** (B), 335-340, College Station TX (Ocean Drilling Program).
- CLOT A., CHALINE J., HEINTZ E., JAMMOT D., MOURER C. & RAGE J.C. (1976) - *Montoussé 5 (Hautes-Pyrénées), un nouveau remplissage de fissure à faune de Vertébrés du Pléistocène inférieur*. Géobios, **9** (4), 511-514.
- COMBOURIEU-NEBOUT N. (1993) - *Vegetation Response to Upper Pliocene Glacial/Interglacial Cyclicity in the Central Mediterranean*. Quaternary Res., **40**, 228-236.
- COMBOURIEU NEBOUT N. & VERGNAUD GRAZZINI C. (1991) - *Late Pliocene northern hemisphere glaciations: the continental and marine responses in the central Mediterranean*. Quaternary Sc. Rev., **10**, 319-334.
- CRAVATTE J., DUFAURE P., PRIM M. & RONAIX S. (1974) - *Les sondages du Golfe du Lion; stratigraphie, sédimentologique*. Notes Mém. Comp. fr. Pétroles Paris, **11**, 209-274.
- CRAVATTE J. & SUC J.P. (1981) - *Climatic evolution of north-western Mediterranean area during Pliocene and early Pleistocene by pollen analysis and forams of drill Autan 1. Chronostratigraphic correlations*. Pollen et Spores, **23** (27), 247-258.
- CUSCANI POLITI P. (1979) - *Cranio di Parabos proveniente dalle formazioni plioceniche di val di Pugna nei pressi di Siena*. Atti Accad. Fisiocrat. Siena, s.14, **11**, 1-16.
- DE GIULI C. (1983) - *Aspetti paleontologici della successione del Valdarno Superiore e del Bacino di Arezzo*. In: "I Depositi Fluvio-lacustri del Valdarno Superiore". Guida alla escursione del Gruppo Informale di Sedimentologia del C.N.R., Firenze, 19-23.

- DE GIULI C., FICCARELLI G., MAZZA P. & TORRE D. (1984) - *Confronto tra le successioni marine e continentali del Pliocene e Pleistocene inferiore in Italia e nell'area mediterranea*. Boll. Soc. Pal. It., **22** (1983), 323-328.
- DE GIULI C., FICCARELLI G. & TORRE D. (1988) - *Mammalian sequences and biostratigraphy*. Mem. Soc. Geol. It., **31** (1986), 131-133.
- DE GIULI C. & HEINTZ E. (1974a) - *Gazella borbonica (Bividae, Mammalia), nouvel élément de la faune villafranchien de Montopoli, Valdarno inférieure, Pisa Italie*. Atti Soc. Tosc. Sci. Nat. Mem., A, **81**, 241-251.
- DE GIULI C. & HEINTZ E. (1974b) - *Croizetoceros ramosus (Cervidae, Artiodactyla, Mammalia) de Montopoli, nouvel élément de la faune villafranchien d'Italie*. Atti Soc. Tosc. Sci. Nat. Mem., A, **81**, 241-251.
- DODONOV A.E. (1987) - *Loess Geochronology in Central Asia and Quaternary Events (Abstracts)*. XII INQUA Congr. Programme with Abstracts, 158.
- EISENMANN V. & GUERIN (in stampa) - *Tapirus priscus from the Upper Miocene of Western Europe; a paleontological restatement with its biostratigraphical and palaeoecological consequences*. Comm. IX RCMS Congress Barcellona, 1990.
- EISENMANN V. & SONDAAR P. (1989) - *Hipparion and the Mio-Pliocene boundary*. Boll. Soc. Paleont. It., **28** (2-3), 217-226.
- ENGESSER B. (1989) - *The Late Tertiary mammals of the Maremma region (Tuscany, Italy). 2nd part.: Muridae and Cricetidae (Rodentia, Mammalia)*. Boll. Soc. Paleont. It., **28** (2-3), 227-252.
- ESU D., KOTSAKIS T. & GIROTTI O. (1988) - *Lineamenti e paleobiogeografia dei vertebrati e dei molluschi continentali dell'Italia centrale II. Cenozoico*. Mem. Soc. Geol. It., **35** (1986), 245-255.
- ESU D., GIROTTI O. & KOTSAKIS T. (1992) - *Molluschi e vertebrati di alcuni bacini continentali dell'Appennino centrale: indicazioni biostratigrafiche e paleoecologiche*. Studi Geologici Camerti, vol. spec. CROP 11 1991 2, 295-299.
- FAHLBUSCH V. (1986) - *Report on international symposium mammalian stratigraphy of the European Tertiary*. Newsl. Stratigr., **5**(2/3), 160-167.
- FAURE M. & GUERIN C. (1984) - *Sus strozzi et Sus scrofa, deux mammifères artiodactyles marque des paléoenvironnements*. Palaeogeogr., Palaeoclim., Palaeoecol., **48**, 215 - 228.
- FEDERICI P.R. (1973) - *La tettonica recente dell'Appennino: I Il bacino villafranchiano di Sarzano e il suo significato nel quadro dei movimenti distensivi a Nord-Ovest delle Alpi Apuane*. Boll. Soc. Geol. It., **92**, 287-301.
- FEJFAR O. (1976) - *Plio-Pleistocene mammal sequence*. Quatern. Glac. North Hemisphere, **3**, 351-366.
- FEJFAR O. & HEINRICH W.D. (1981) - *Zur biostratigraphischen tergliederung des kontinentalen Quartars in Europa anhand von Arvicoliden (Rodentia, Mammalia)*. Ecl. géol. Helv., **74** (3), 997-1006.
- FEJFAR O. & HEINRICH W.D. (1982) - *Zur Evolution von Mimomys (Rodentia, Mammalia) im Csarötatum und Villafranchium Europas*. Ecl. géol. Helv., **75** (3), 779-793.
- FEJFAR O. & HEINRICH W.D. (1983) - *Arvicoliden-Sukzession und Biostratigraphie des Oberpliozans und Quartars in Europa*. Schriftenr. geol. Wiss., Berlin **19/20**, 61-109.
- FEJFAR O. & HEINRICH W.D. (1988) - *Biostratigraphic subdivision of the Europea late Cenozoic based on muroid rodents (Mammals)*. Mem. Soc. Geol. It., **31** (1986), 185-190.
- FEJFAR O. & HEINRICH W.D. (1990) - *Muroid Rodent Biochronology of the Neogene and Quaternary in Europe*. In LINDSAY E.H., FAHLBUSCH V. & MEIN P. (Eds.) "European Neogene Mammal Chronology". NATO ASI Series A, Life Sciences, **180**, 91-118.
- FEJFAR O. & HORACEK I. (1983) - *Zur Entwicklung der Kleinsäugetierfaunen im Villányium und Alt Biharium auf dem Gebiet der CSSR*. Schriftenr. geol. Wiss., Berlin **19/20**, 111-207.
- FICCARELLI G. (1979) - *Osservazioni sull'evoluzione del genere Ursus*. Boll. Soc. Paleont. It., **18** (2), 166-172.
- FLYNN L.J., MACFADDEN B.J. & MCKENNA M. (1984) - *Land Mammal ages, faunal heterochrony and temporal resolution in Cenozoic terrestrial sequences*. Jour. Geol., **92**, 687-705.
- FLYNN L.J., TEDFORD R.H. & QIU ZHANXIANG (1991) - *Enrichment and stability in the Pliocene mammalian faunas of North China*. Paleobiology, **17** (3), 246-265.
- FOLLIERI M. (1977) - *Evidence on the Plio-Pleistocene paleofloristic evolution in Central Italy*. Riv. Ital. Paleont. Stratigr., **83**, 925-931.
- FONDI R. & PACINI P. (1974) - *Nuovi resti di Sirenide dal Pliocene antico della provincia di Siena*. Palaeont. Ital., **67**, 37-53.
- GIBBARD P.L., WWST R.G., ZAGWIN W.H., BALSAN A.W., BURGER A.W., FUNNELL B.M., JEFFERY D.H., JONG J. DE, KOLFSCHOTEN T. VAN, LISTER A.M., MEIJER T., NORTON P.E.P., PREECE R.C., ROSE J., STUART A.J., WHITEMAN C.A. & ZALASIEWICZ J.A. (1991) - *Early and Early Middle Pleistocene Correlations in the Southern North Sea Basin*. Quat. Sc. Rev., **10**, 23-52.
- GREGOR H.J. (1988) - *Preliminary report about the macrofloral history of the Stirone-River sequence (Zanclean, Piacenzian, "Calabrian")*. Mem. Soc. Geol. It., **31** (1986), 219-227.
- GUERIN C. (1990) - *Biozones or Mammal Units? Methods and Limits in Biochronology*. In LINDSAY E.H., FAHLBUSCH V. & MEIN P. (Eds.) "European Neogene Mammal Chronology", NATO ASI Series A, Life Sciences, **180**, 119-130.
- GUERIN C. & EISENMANN V. (1982) - *Répartition stratigraphique des tapirs (Mammalia, Perissodactyla) dans le Neogène et le Quaternaire d'Europe occidentale*. IX Réunion. Ann. Sc. Terre, **298**, Paris.
- HEINTZ E. GUERIN C., MARTIN R. & PRAT F. (1971) - *Principaux gisements villafranchiens de France: Listes fauniques et biostratigraphie*. Mém. Bur. Rech. et Min., **78**, 169-18.
- HILGEN F.J. (1991a) - *Extension of the astronomically calibrated (polarity) time scale to the Miocene/Pliocene boundary*. Earth Planet. Sci. Lett., **107**, 349-368.
- HILGEN F.J. (1991b) - *Astronomical calibration of Gauss to Matuyama sapropel in the Mediterranean and implication for the Geomagnetic Polarity Time Scale*. Earth Planet. Sci. Lett., **104**, 226-244.
- HOOGHIEMSTRA H. (1989) - *Quaternary and upper Pliocene glaciations and forest development in the tropical Andes: evidence from a long high-resolution pollen record from the sedimentary basin of Bogotá, Columbia*. Palaeogeogr., Palaeoclim., Palaeoecol., **72**, 11-26.
- HOROWITZ A. (1989) - *Continuous pollen diagrams for the last 3,5 m.y. from Israel: vegetation, climate and correlation with the oxygen isotope record*. Palaeogeogr., Paleoclim., Paleocool., **72**, 63-78.
- HÜRZELER J. & ENGESSER B. (1976) - *Les faunes des mammifères neogènes du bassin de Baccinello (Grosseto, Italie)*. C.R. Acad. Sci. Paris, s.D, **283**, 333-336.
- KOLFSCHOTEN T. VAN & MEULEN A.J. VAN DER (1988) - *Villanyan and Biharian mammal faunas from the Netherlands*. Mem. Soc. Geol. It., **31** (1986), 191-266.
- KORMOS T. (1931) - *Oberpliozane Wuhlmause von Senezze (Haute-Loire) und Val D'Arno (Toscan)*. Abh. Schweiz. Palaeont. Ges., **51**, 1-14.
- KOTSAKIS T. (1986) - *Elementi di paleobiogeografia dei mammiferi terziari dell'Italia*. Hystrix, **1**, 25-68.
- KOTSAKIS T. (1988) - *Biostratigraphy of Plio-Pleistocene arvicolid of Italy*. Modern Geology, **13**, 163-175.
- KOTSAKIS T. (1992) - *Giacimenti di vertebrati fossili nell'area della media valle del Tevere*. V Simp. Ecol. Paleocool. Comunità Bioniche, libro-guida delle escursioni, Dip. Sci. Terra, Univ. "La Sapienza", Roma. 11-13.
- KUKLA G. (1989) - *Long continental records of climate- an introduction*. Palaeogeogr., Palaeoclim., Palaeoecol., **72**, 1-9.
- KUKLA G. (1991) - *Climatic stratigraphy of the Quaternary*. I.U.Q.S. Special Proc. Rev. Rep., XIII INQUA Congress, August 2-9, 1991, Beijing, China. 123-129.
- KUKLA G. & ANN Z.S. (1989) - *Loess stratigraphy in Central China*. Palaeogeogr. Palaeoclimat. Palaeoecol., **72** (1988), 203-225.
- KUKLA G., COLLINS B.P. & BENDER M.L. (1980) - *Radiometric age of Arctica islandica boundary in Italy: 2 m.y.*; Ann. Géol. Pays hellén., t. hors série, VIIth Int. Congr. Mediterranean Neogene, Athens, **1979** (2), 690-709.
- LAGERIES C.G. & HILGEN F.J. (1991) - *The Rossello composite: a Mediterranean and global reference section for the Early Late Pliocene*. Earth Planet. Sci. Lett., **104**, 211-225.
- LAZZAROTTO A. & SANDRELLI F. (1979) - *Stratigrafia e assetto tettonico delle formazioni neogeniche del bacino di Casino (Siena)*. Boll. Soc. Geol. It., **96** (1977), 747-762.
- LEONE G. (1985) - *Paleoclimatology of the Casas del Rincón Villafranchian series (Spain) from stable isotope data*. Palaeogeogr., Palaeoclim., Palaeoecol., **49**, 61-67.
- LINDSAY E.H., OPDYKE N.D. & JOHNSON N.M. (1980) - *Pliocene dispersal of horse Equus and late Cenozoic-mammalian dispersal events*. Nature, **287**, 135-138.

- LINDSAY E.H. & TEDFORD R. (1990) - *Development and Application of Land Mammal Ages in North America and Europe, a Comparison*. In LINDSAY E.H., FAHLBUSCH V. & MEIN P. (Eds.) "European Neogene Mammal Chronology". NATO ASI Series A, Life Sciences, **180**, 601-624.
- LIU THUNGSHENG, AN ZHISHENG, YUAN BAOWEN & HAN JIAMAQ (1985) - *The Loess-Paleosol Sequence in China and Climatic History*. Episodes, **8** (1), 21-28.
- LONA F. (1962) - *Prime analisi polliniche su depositi terziari-quadernari di Castel d'Arquato, reperti vegetazionali da clima freddo sotto le formazioni calcaree ad Amphistegina*. Boll. Soc. Geol. It., **81**, 3-5.
- LONA F. & BERTOLDI R. (1973) - *La storia del Plio-Pleistocene italiano in alcune sequenze vegetazionali lacustri e marine*. Acc. Naz. Lincei., Mem., Cl. Sc. Fis., s.8, **11** (1) (1972), 1-45.
- LOPEZ MARTINEZ N. & THALER L. (1975) - *Biogéographie, évolution et compléments à la systématique du groupe d'Ochotonidés Piezodus-Prolagus*. Boll. Soc. Géol. Fr., s. 7, **17**, 850-866.
- LY MENG HOUR, CANTAGREL J.M., DE GOER DE HERVE A. & VINCENT P.M. (1983) - *Révision tephrochronologique des dépôts fossilifères plio-pléistocènes des environs de Ferrier et Champeix (Puy-de-Dôme, France)*. Bull. Ass. Fr. Et. Quat., **2** (3), 407-422.
- MAJOR C.J.F. (1875) - *Considerazioni sulla fauna dei mammiferi pliocenici e post-pliocenici della Toscana*. Atti Soc. Toscana Sc. Nat., Mem., **1**, 70-40, 223-245.
- MAJOR C.J.F. (1899) - *On fossil and recent Lagomarpha*. Trans. Linn. Soc. London, (2), **7**, 433-520.
- MASINI F. (1989) - *I bovini villafranchiani dell'Italia*. Tesi di Dottorato di Ricerca in Paleontologia (Modena, Bologna, Firenze, Roma), **1**, 1-152; **2**, 1-55.
- MASINI F., SALA B., AMBROSETTI P., AZZAROLI A., FICCARELLI G., KOTSAKIS T., ROOK L. & TORRE D. (in stampa) - *Mammalian faunas of selected Villafranchian and Galerian localities*. INQUA SEQS, Cromer Symposium, Norwich, September 1990.
- MASINI F. & TORRE D. (1990a) - *Review of the Villafranchian Arvicolids of Italy*. Geologica Rom., **26** (1987), 127-133.
- MASINI F. & TORRE D. (1990b) - *Large mammal dispersal events at the beginning of the late Villafranchian*. In LINDSAY E.H., FAHLBUSCH V. & MEIN P., (Eds.), "European Neogene Mammal Chronology". NATO ASI Series A, Life Sciences, 131-138.
- MAXIA C. (1948) - *Resti di mammiferi rinvenuti nella Miniera lignite di Castel San Pietro (Sabina)*. La Ricerca Scientifica, **5**, 346-347.
- MAZZA P. & RUSTIONI M. (1992) - *Morphometric of the Eurasian species Ursus etruscus Cuvier*, Palaeontogr. Ital., **79**, 101-146.
- MC DOUGALL I. & WENSINK H. (1966) - Earth Planet. Sci. Lett., **1**, 232-236.
- MC KENZIE J.A., PALMER S.C. & MUELLER P.A. (1990) - *Strontium isotope stratigraphy of Pliocene-Pleistocene "Deep-Sea Type Section" at ODP hole 653A*. In KASTENS K.A., MASCLE J. et alii (Eds): Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results, **107** (B), 401-404, College Station TX (Ocean Drilling Program).
- MEIN P. (1977) - *Biostratigraphical subdivision for continental Mediterranean Neogene*. Trab. Neogeno-Cuaternario, **7**, 21.
- MEIN P. (1980) - *Rapport d'activité du groupe de travail Vetèbrès. Mise à jour de la biostratigraphie du Néogène basée sur les Mammifères*. Ann. Géol. Pays Hellén., Tome hors série 1979, **3**, 1367-1372.
- MEIN P. (1990) - *Updating of MN zones*. In LINDSAY E.H., FAHLBUSCH V. & MEIN P. (Eds), "European Neogene Mammal Chronology". NATO ASI Series A, Life Sciences, **180**, 73-90.
- MEIN P., MOISSENET C. & TRUC G. (1978) - *Les formations continentales du Néogène supérieur des vallées du Jucar et du Cabriel au NE d'Albacete (Espagne)*. Biostratigraphie et environnement. Docum. Lab. Géol. Fac. Sc. Lyon, **72**, 99-138.
- MEON H., BALLESSIO R., GUERIN C. & MEIN P. (1980) - *Approche climatologique du Néogène supérieur (Tortonien à Pléistocène moyen) d'après les faunes et les flores d'Europe occidentale*. Mém. Mus. Hist. Nat. Paris, **27** (1979), 182-195.
- MEULEN A.J. VAN DER & KOLFSCHOTEN T. VAN (1988) - *Review of the Late Turolian to Early Biharian mammals faunas from Greece and Turkey*. Mem. Soc. Geol. It., **31** (1986), 201-211.
- MEULEN A.J. VAN DER & ZAGWIJN W.H. (1974) - *Microtus (Allophaiomys) pliocenica from the lower Pleistocene near Brielle, The Netherlands*. Scripta Geologica, **21**, 1-12.
- MICHAUX J. (1970) - *Les rongeurs (Arvicolidés, Muridés et Gliridés) de la localité Arondelli à Villafranca d'Asti (Italia)*. Palaeontogr. Ital., **66**, 67-80.
- MONFRANS H.M. VAN (1971) - *Paleomagnetic dating in the North Sea Basin*. Earth Plan. Sci. Lett., **11**, 226-235.
- MOYA-SOLA S., AGUSTI J., GILBERT J. & PONS-MOYA J. (1981) - *El yacimiento Cuaternario de Venta Micena (España) y su importancia dentro de las asociaciones faunísticas del Pleistoceno inferior europeo*. Paleontologia y Evolución, **16**, 39-53.
- MULLER C. (1990) - *Nannoplankton biostratigraphy and paleoenvironmental interpretations from the Tyrrhenian Sea, ODP Leg 107 (Western Mediterranean)*. In KASTENS K.A., MASCLE J. et alii (Eds): Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results, **107** (B), 495-511, College Station TX (Ocean Drilling Program).
- PARETO L. (1865) - *Note sur les subdivisions que l'on pourrait établir dans les terrains tertiaires de l'Apénin septentrional*. Bull. Soc. Géol. France, **22**, 210-277.
- PAROZZI P. & TONON M. (1992) - *Il bacino villafranchiano di Stegno (Prealpi Venete, Treviso): primi dati stratigrafici ed evidenze neotettoniche*. Il Quaternario, **5** (2), 251-268.
- PARTRIDGE T.C. (1985) - *The palaeoclimatic significance of Cainozoic terrestrial stratigraphic and tectonic evidence from Southern Africa: a review*. South African J. Sciences, **81**, 245-247.
- PELOSIO G., RAFFI I. & RIO D. (1980) - *The Plio-Pleistocene Boundary Controversy: status in 1979 in light of the International Stratigraphic Guide*. Università Studi Parma. Gr. Step. Ed. 131-138.
- POKRAS E.M. & MIX A.C. (1987) - *Earth's precession cycle and Quaternary climatic change in tropical Africa*. Nature, **326**, 486-487.
- RAFFI S. (1986) - *The significance of marine boreal molluscs in the Early Pleistocene faunas of the Mediterranean area*. Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol., **52**, 267-289.
- RAYMO M.E., RUDDIMAN W.F., SHACKLETON N.J. & OPPO D.W. (1990) - *Evolution of Atlantic-Pacific d 13C gradients over the last 2.5 m.y.* Earth Plan. Sci. Lett., **97**, 353-368.
- REA D.K. & SCHRAEDER H. (1985) - *Late Pliocene onset of Glaciation: ice-rafting and diatom stratigraphy of North Pacific*. Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol., **49**, 313-325.
- REUMER J.W.F. (1984) - *Ruscinian and Early Pleistocene Soricidae (Insectivora, Mammalia) from Tegelen (The Netherlands) and Hungary*. Scripta Geologica, **73**, 1-173.
- RIO D., RAFFI I. & VILLA G. (1990a) - *Pliocene-Pleistocene calcareous nannofossil distribution patterns in the Western Mediterranean*. In KASTENS K.A., MASCLE J. et alii (Eds): Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results, **107** (B), 513-533, College Station TX (Ocean Drilling Program).
- RIO D. & SPROVIERI R. (1986) - *Biostratigrafia integrata del Pliocene-Pleistocene inferiore mediterraneo in un'ottica di stratigrafia Sistemica*. Boll. Soc. Paleont. It., **25** (1), 65-85.
- RIO D., SPROVIERI R. & CHANNELL J. (1990b) - *Pliocene-Early Pleistocene chronostratigraphy and the Tyrrhenian deep-sea record from site 653*. In KASTENS K.A., MASCLE J. et alii (Eds): Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results, **107** (B), 705- , College Station TX (Ocean Drilling Program).
- RIO D., SPROVIERI R. & RAFFI I. (1984) - *Calcareous plankton biostratigraphy in the Pliocene-Lower Pleistocene succession of Capo Rossello area (Sicily)*. Mar. Micropaleont., **9**, 135-180.
- RIO D., SPROVIERI R., THUNELL R., VERGNAUD GGAZZINI C. & GLACON G. (1990c) - *Pliocene-Pleistocene paleoenvironmental history of the Western Mediterranean: a synthesis of ODP site 653 results*. In KASTENS K.A., MASCLE J. et alii (Eds): Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results, **107** (B), 695-704, College Station TX (Ocean Drilling Program).
- RONAI A. (1985) - *Limnic and terrestrial sedimentation and N/Q boundary in the Carpathian basin*. In KRETZOI M. & PESCI M. (Eds.) "Problems of the Neogene and Quaternary in the Carpathian Basin. 21-51.
- ROOK L. (1987-1988) - *Il bacino fluvio-lacustre di Baccinello-Cinigliano (media val d'Ombrone, GR)*. Tesi inedita in Paleontologia. Università di Firenze, 1-48.
- ROOK L. (1991) - *The genus Anthracomys a Murid (Rodentia, Mammalia) endemic to the Baccinello Region (Tuscany, Italy)*. Boll. Soc. Paleont. It., **30** (2), 235-238.
- ROOK L. & MASINI F. (1990) - *Prolagus from the Upper Valdarno (faunal association of the Olivola and Tasso Units, late Villafranchian)*. Boll. Soc. Paleont. It., **29** (3), 357-360.
- ROUSSEAU D.D., PETIT C., TAOUFIG N.B., FERJANEL G. & MEON H. (1992) - *Continental late Pliocene paleoclimatic history recor-*



- ded in the Bresse Basin. *Palaeogeogr. Palaeoclimat. Palaeoecol.*, 95 (3-4), 253-262.
- RUSTIONI M. (1987) - *Resti di Tapirus (Mammalia, Perissodactyla), Dicerorhinus (Mammalia, Perissodactyla) e Leptobos (Mammalia, Artiodactyla) provenienti dalla miniera di Lignite di S. Barbara ("Gruppo Castelnuovo dei Sabbioni", Valdarno superiore)*. Tesi inedita, Università di Firenze, 1-132.
- RUSTIONI M. (1992) - *On Pliocene tapirs from France and Italy*, *Boll. Soc., Paleont., It.*, 31 (3), 269-294.
- RUSTIONI M. & MAZZA P. (1992) - *The genus Ursus in Eurasia: dispersal events, stratigraphical significance and phylogenetical relationships*. Fifth Int. Conf. Global Bio-Events, Gottingen, February 16-19, 1992, Abstract, 90-91.
- SALA B., MASINI F. & TORRE D. (1994) - *Villanyan arvicolids from Rivoli Veronese, a karst fissure in the Adige Valley, Northeastern Italy*. *Boll. Soc. Paleont. It.*, 33(1), 3-11.
- SALA B. & TONON M. (1992) - *Eucladoceros cf. senezensis Dèpèret 1910 in un bacino lacustre villafranchiano a Steggio (Possagno, Treviso, Italia settentrionale)*. *Il Quaternario*, 5 (1), 11-16.
- SAVAGE R.J.G. (1978) - *Carnivora*. In: MAGLIO J. & COOK H.B.S. (Eds.) *"Evolution of african Mammals"*, Harvard University Press, London, 249-267.
- SCHANZER E.V. (Ed) (1982) - *Chevertichnaja Sistema*. Poltoml. I.P.I.Zd. "Nedra", 443 pp. (non vidi).
- SCHER A.V. (1986) - *On the history of mammal fauna of Beringia*. *Quartarpalaontologie*, 6, 185-193.
- SCHER A.V. (1987) - *Olyorian Land Mammal Age of Northeastern Siberia*. *Palaeontogr. Ital.*, 74, 97-112.
- SCHER A.V. (1992) - *Beringian fauna and Early Quaternary mammalian dispersal in Eurasia: ecological aspects*. *Courier Forsch. Inst. Senckenberg.*, 153, 125-133.
- SHACKLETON N.J. (1987) - *Oxygen isotopes, ice volume and sea level*. *Quaternary Sc. Rev.*, 6, 193-190.
- SHACKLETON N.J., BACKMAN J., ZIMMERMAN H., KENT D.Y., HALL M.A., ROBERTS D.G., SCNITKER D., BALDAUF J.G., DESPRAIRES A., HOMRINGHAUSEN R., HUDDLESTUN P., KEENE J.B., KALTENBACK A.J., KRUMSIEK K.A.O., MORTON A.C., MURRAY J.W. & WESTBERGSMITH J. (1984) - *Oxygen isotope calibration of the onset of ice-rafting and history of glaciation in the North Atlantic region*. *Nature*, 307, 620-623.
- SHACKLETON N.J., BERGER A. & PELTIER W.R. (1990) - *An alternative astronomical calibration of the lower Pleistocene timescale based on ODP site 677*. *Trans. R. Soc. Edinburgh: Earth Sc.*, 81, 251-261.
- SHACKLETON N.J. & HALL M.A. (1990) - *Pliocene oxygen isotope stratigraphy of Hole 709C1*. In DUNCAN R.A. et alii (Eds.). *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, 115, 529-538, College Station TX (Ocean Drilling Program).
- SPROVIERI R. (1986) - *Paleotemperature changes and speciation among benthic Foraminifera in the Mediterranean Pliocene*. *Boll. Soc. Paleont. It.*, 24 (1) (1985), 13-21.
- SPROVIERI R. & HASEGAWA S. (1990) - *Plio-Pleistocene benthic foraminifer stratigraphic distribution in the deep sea record of the Tyrrhenian Sea (ODP Leg 107)*. In KASTENS K.A., MASCLE J. et alii (Eds): *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, 107 (B), 429-459, College Station TX (Ocean Drilling Program).
- STEININGER F.F., RABEDER G. & ROGL F. (1985) - *Land Mammal Distribution in the Mediterranean Neogene: a consequence of geotectonic and climatic Events*. In STANLEY D.J. & WEZEL F.C. (Eds.) *"Geological Evolution of the Mediterranean Basin"*, 559-571.
- STEININGER F.F., BERNOR R.L. & FAHLBUSCH V. (1990) - *European Neogene Marine/Continental Chronologic Correlations*. In LINDSAY E.H., FAHLBUSCH V. & MEIN P. (Eds.), *"European Neogene Mammal Chronology"*. NATO ASI Series A, Life Sciences, 180, 15-46.
- STIP J.J., CHAMPELL J.M.A. & MCDUGALL I. (1967) - *K/Ar age estimate of the Pliocene-Pleistocene boundary in New Zealand*. *Am. J. Sciences.*, 265, 462-474.
- SUC J.P. (1982) - *Palynostratigraphie et paléoclimatologie du Pliocène et du Pléistocène inférieur en Méditerranée nord-occidentale*. *Paléobiol. cont.*, 12 (1), 7-26.
- SUC J.P. (1984) - *Origin and evolution of the Mediterranean vegetation and climate in Europe*. *Nature*, 307, 429-432.
- SUC J.P. (1989) - *Distribution latitudinale et étagement des associations végétales au Cénozoïque supérieur dans l'aire ouest-méditerranéenne*. *Bull. Soc. Géol. France*, s. 8, 5 (3), 541-550.
- SUC J.P. & CRAVATTE J. (1982) - *Etude palynologique du Pliocène de Catalogne (Nord-est de l'Espagne)*. *Paléobiol. cont.*, 13 (1), 1-31.
- SUC J.P. & ZAGWIJN W.H. (1983) - *Plio-Pleistocene correlations between the northwestern Mediterranean region and northwestern Europe according to recent biostratigraphic and paleoclimatic data*. *Boreas*, 12, 153-166.
- THOMAS H., BERNOR R. & JAEGER J.J. (1982) - *Origines du peuplement mammalien en Afrique du Nord durant le Miocène terminal*. *Géobios*, 15, 283-297.
- THOUVENY N. & BONIFAY E. (1984) - *New chronological data on European Plio-Pleistocene faunas and hominid occupation sites*. *Nature*, 308, 355-358.
- THUNELL R.C. & WILLIAMS D.F. (1983) - *The stepwise development of Plio-Pleistocene paleoclimate and paleoceanographic conditions in the Mediterranean oxygen isotope studies of DSDP Sites 125 and 132*. *Utrecht Micropal. Bull.*, 30, 111-127.
- THUNELL R., WILLIAMS D., TAPPA E., RIO D. & RAFFI I. (1990) - *Pliocene-Pleistocene stable isotope record for ODP Site 653, Tyrrhenian Sea: implications for the paleoenvironmental history of the Mediterranean*. In KASTENS K.A., MASCLE J. et alii (Eds): *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, 107 (B), 387-399, College Station TX (Ocean Drilling Program).
- TONNI E.P., ALBERDI M.T., PRADO J.L., BARGO M.S. & CIONE A.L. (1992) - *Changes of mammal assemblages in the Pampean Region (Argentina) and their relation with the Plio-Pleistocene boundary*. *Palaeogeogr. Paleoclim. Palaeoecol.*, 95 (3-4), 179-194.
- TORRE D. (1967) - *I cani villafranchiani della Toscana*. *Palaeontogr. Ital.*, 63 (n.s. 33), 113-127.
- TORRE D. (1987) - *Pliocene and Pleistocene marine-continental correlations*. *Ann. Inst. Geol. Publ. Hung.*, 70, 71-77.
- TORRE D., ALBIANELLI A., AZZAROLI A., FICCARELLI G., MAGI M., NAPOLEONE G. & SAGRI M. (1993) - *Paleomagnetic calibration of the Late Villafranchian mammalian faunas from the Upper Valdarno, Central Italy*. *Mem. Soc. Geol. It.*, 49, 335-344.
- TORRE D., FICCARELLI G., MASINI F., ROOK L. & SALA B. (1992) - *Mammal dispersal events in the early Pleistocene of western Europe*. *Courier Forsch.-Inst. Senckenberg*, 153, 51-58.
- TORRE R., ANTIGA R. & MORETTI A. (1993) - *Il bacino neogenico di Barga-Galliciano (Garfagnana, Lucca): stratigrafia, tettonica e rilevamento geologico*. AIQUA, Conv. "Le conche intermontane", Roma, 13-15 settembre 1993, Riassunti delle Comunicazioni. 99-100.
- TURNER A. (1985) - *Extinction, speciation and dispersal in African larger Carnivores, from the Late Miocene to Recent*. *South. African J. Sciences*, 81, 256-257.
- TURNER A. (1992) - *Villafranchian-Galerian larger carnivores of Europe: dispersions and extinctions*. *Courier Forsch.-Inst. Senckenberg*, 153, 153-160.
- VALLERI G., MONECHI S. & PIRINI RADRIZZANI C. (1988) - *Pliocene and Pleistocene marine stratigraphy*. *Mem.Soc.Geol.It.*, 31 (1986), 153-166.
- VALLERI G., BERTOLDI R. & BERTINI A. (1990) - *Studio delle associazioni a foraminiferi e a pollini del Pliocene di Ponte a Elsa (Valdarno inferiore, Toscana)*. *Boll. Soc. Paleont. It.* 29 (3), 321-334.
- VERGNAUD GRAZZINI C., SALIEGE J.F., URRUTIAGUER M.J. & IANNAZZI A. (1990) - *Oxygen and carbon isotope stratigraphy of ODP hole 653A and site 654: the Pliocene-Pleistocene Glacial History recorded in the Tyrrhenian basin (West Mediterranean)*. In KASTENS K.A., MASCLE J. et alii (Eds): *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, 107 (B), 361-386, College Station TX (Ocean Drilling Program).
- VIRET J. (1954) - *Le loess à banc ducis de Saint-Vallier (Drôme) et sa faune de mammifères villafranchiens*. *Arch. Mus. Hist. Nat. Lyon*, 4, 1-97.
- WESSELMAN H.B. (1985) - *Fossil micromammals as indicators of climatic change about 2.4 Myr. ago in the Omo valley, Ethiopia*. *South. African J. Sciences*, 81, 260-261.
- ZAGWIJN W.H. (1963) - *Pollen-analytic investigations in the Tiglian of the Netherlands, based on changes in vegetation and climate*. *Meded. Geol. St. n.s.*, 16, 49-71.
- ZAGWIJN W.H. (1974) - *The Plio-Pleistocene boundary in western and southern Europe*. *Boreas*, 3, 75-97.
- ZAGWIJN W.H. (1985) - *An outline of the Quaternary stratigraphy of the Netherlands*. *Geologie en Mijnbouw*, 64, 17-24.

- ZAGWIJN W.H. (1988) - *Plio-Pleistocene climatic change: evidence from pollen assemblage*. Mem.Soc.Geol.It., 31 (1986), 145-152.
- ZAGWIJN W.H. (1992) - *The beginning of the Ice Age in Europe and its major subdivisions*. Quaternary Sc. Rev., 2, 538-591.
- ZHENG SHAOHUA (1985) - *Late Cenozoic mammalian faunas of Guide and Gonghe basins, Qinghai Province*, Vert. Palasiatica, 23 (2), 90-134 (in chinese).
- ZUIDERVELD J.D.A., HILGEN F.J., LAGERIES C.G., VERHALLEN P.J.J.M. & ZACHARIASSE W.J. (1991) - *Integrated magnetostratigraphy and biostratigraphy of the upper Pliocene-lower Pleistocene from the Monte Singa and Crotona areas in Calabria, Italy*. Earth Plan. Sci. Lett., 107, 697-714.
- ZUIDERVELD J.D.A., ZACHARIASSE W.J., VERHALLEN P.J.J.M. & HILGEN F.J. (1986) - *The age of the Miocene/Pliocene boundary*. Newsl. Stratigr., 16 (3), 169-181.