

## BIOZONATION DU QUATERNAIRE POSTVILLAFRANCHIEN CONTINENTAL D'EUROPE OCCIDENTALE A PARTIR DES GRANDS MAMMIFERES<sup>1</sup>

par

J.-M. CORDY<sup>2</sup>

(2 tableaux)

**RESUME.**- La biozonation des faunes de grands mammifères au cours du Quaternaire postvillafanchien est traditionnellement calquée sur l'échelle chronoclimatique et en particulier, en Europe occidentale, sur la succession des quatre périodes glaciaires et interglaciaires alpines. Cette façon de faire est injustifiée et conduit à des imprécisions, voire à des erreurs chronostratigraphiques. Une nouvelle biozonation est proposée, basée exclusivement sur la définition de zones d'extension d'espèces de grands mammifères prises en priorité sur un plan phylétique. Cette nouvelle biostratigraphie conduit à une subdivision plus précise et plus objective du Quaternaire postvillafanchien et pourrait servir de cadre chronostratigraphique de référence.

**ABSTRACT.**- The biozonation of the larger, post-Villafranchian Quaternary mammals is traditionally grafted onto the chronoclimatic scale. In western Europe, in particular, this means the succession of glacial and interglacial of the Alpine cycle. This linkage appears unjustified and gives rise to chronostratigraphic errors. A new biozonation is proposed here, based entirely on the range zones of larger mammal species, taking into account their phylogeny. This new biostratigraphy leads to a more precise and objective subdivision of the post-Villafranchian Quaternary deposits, and may serve as a chronostratigraphic reference.

### A.- INTRODUCTION

L'utilisation des mammifères pour la biostratigraphie et la chronostratigraphie des gisements continentaux du Tertiaire et du Quaternaire est fondamentale. En effet, hormis la palynologie, la paléomammalogie reste dans la plupart des cas le seul moyen dont dispose le scientifique pour corrélérer et dater de manière relative les gisements qu'il étudie. Le caractère discontinu des séries stratigraphiques, l'isolement des coupes, la variabilité des faciès rend quasiment impossible la définition de stratotypes sur lesquels seraient établies les unités chronostratigraphiques. D'autre part, les méthodes géophysiques ne sont que rarement applicables. En revanche, la biostratigraphie basée sur les changements phylogénétiques permet d'aboutir à une chronostratigraphie rapide et efficace des gisements.

Dans les faits, la biozonation qui a été établie sur les coupures fauniques et surtout sur les changements évolutifs des différents constituants de la faune mammalienne a permis de définir à ce jour 17 biozones dans le Tertiaire continental européen (Mein, 1975 ; Fahlbusch, 1976). La biozonation du début du Quaternaire correspondant à la moitié supérieure du Villafranchien

comprend à son tour deux zones, celle de Senèze et celle de Peyrolles, selon l'étude de l'évolution des Cervidés (Heintz, 1970), complétée par celle des autres formes de grands mammifères (Heintz *et al.*, 1974).

Pour la suite du Quaternaire, c'est-à-dire pour les périodes postvillafanchiennes, la biostratigraphie a été systématiquement annexée au cadre chronoclimatique et plus précisément aux subdivisions glaciaires alpines ou d'Europe septentrionale. Seuls quelques spécialistes des micromammifères et plus particulièrement des Rongeurs se sont démarqués et ont cherché à établir une biozonation du Quaternaire indépendante du cadre chronoclimatique traditionnel (Kretzoi, 1953 et 1969 ; Janossy, 1969, 1970 et 1975 ; Chaline, 1972 et 1980).

Il nous reste à faire le même travail avec les faunes de grands mammifères et cela indépendamment de la biozonation des micromammifères, car trop souvent les

<sup>1</sup> Manuscrit déposé le 7 novembre 1982, communication présentée le 8 décembre 1982.

<sup>2</sup> Chercheur qualifié F.N.R.S. Service de Paléontologie animale, Université de Liège, 7, place du XX Août - B 4000 Liège.

gisements de micromammifères sont pauvres en restes de macromammifères et vice-versa. Lorsque les biozonations auront été clairement établies de part et d'autre en respectant les particularités des grandes subdivisions géographiques continentales, il sera temps de définir les corrélations entre les différentes échelles biostratigraphiques.

## B.- L'USAGE TRADITIONNEL ET SES DEFAUTS

En Europe occidentale, la zonation des faunes de grands mammifères terrestres postvillafanchiens est, depuis le début du siècle, calquée sur l'échelle paléoclimatique et le plus souvent sur le système des glaciations alpines (par exemple Kurten, 1968 ; Guérin, 1980). Dans la littérature, les termes de "faunes mindéliennes, rissiennes, würmiennes" et autres sont constamment employés. En outre, la définition de certaines associations fauniques dans des gisements d'Europe du nord a conduit à utiliser certains termes du système glaciaire d'Europe septentrionale tels que "cromérien, holsteinien" et autres. Ceci n'a fait que compliquer le système et, ce qui est le plus grave, a préjugé du synchronisme des alternances climatiques des deux systèmes.

Cet usage est foncièrement mauvais à plus d'un titre :

1. Fondamentalement, sur les principes (Hedberg, 1979), il est déjà inacceptable puisque le cadre chronologique dans lequel les faunes sont classées est emprunté indûment à une échelle paléoclimatique. Il est évident qu'il faut en premier lieu répartir les faunes entre des biozones définies exclusivement à l'aide de fossiles et avec une appellation propre ; ce n'est qu'après avoir établi objectivement la biostratigraphie qu'il est raisonnable de chercher à établir les corrélations entre les biozones et les autres formes de subdivisions stratigraphiques, dont les subdivisions d'ordre paléoclimatique.
2. L'inadéquation de la biozonation traditionnelle s'accroît encore par le fait qu'il existe deux systèmes de subdivisions glaciaires en Europe occidentale, le système alpin et le système nord-européen. Suivant leur nationalité ou suivant leurs habitudes, les auteurs utilisent tantôt l'une de ces terminologies, tantôt l'autre. Or, il est clair maintenant que l'on peut difficilement, et en tous cas pas de manière précise, corréler les alternances climatiques de ces deux systèmes. D'ailleurs, il semble que les deux systèmes soient entachés de nombreuses erreurs d'interprétations liées à l'existence de plusieurs hiatus climatostratigraphiques (Kukla, 1978). Il va de soi que l'usage simultané des deux terminologies est encore plus sujet à caution.
3. L'emploi de dénominations d'ordre paléoclimatique pour définir une biozonation pourrait à la limite rester dans une certaine logique si le synchronisme des différentes zones de mammifères avec les différentes périodes glaciaires et interglaciaires avait été clairement établi. Or, il n'en est absolument rien. En effet :
  - a) Le nombre de gisements paléontologiques découverts en relation directe avec les moraines et les terrasses fluvioglaciaires est extrêmement réduit ;
  - b) Les méthodes de la physique nucléaire (détermination globale du paléoclimat par la mesure des variations des isotopes de l'oxygène des foraminifères des sondages océaniques, datations à l'aide des isotopes radioactifs) ont montré que les alternances des périodes climatiques glaciaires et interglaciaires sont beaucoup plus nombreuses que ne le laissait entrevoir le système alpin ou le système nord-européen (Shackleton & Opdyke, 1973 et 1976). De plus, parmi ces périodes climatiques, on ne distingue pas clairement de phénomènes climatiques majeurs et distincts qui pourraient correspondre aux glaciations et interglaciations alpines et qui pourraient par leur intensité expliquer l'évolution particulière des différentes composantes de la faune mammalienne.
  - c) Par rapport à la succession réelle des alternances climatiques, la signification précise des termes de "Günz, Mindel, Riss et Würm" est fort difficile à établir. D'ailleurs, la définition chronologique de ces périodes glaciaires varie considérablement suivant les auteurs (voyez par exemple De Lumley, 1976a, tableau II). Il est donc tout à fait illusoire d'envisager des synchronismes.
4. Le cadre climatostratigraphique imposé aux paléontologistes ou que les paléontologistes s'imposent par habitude est de plus en plus contesté. Pour les raisons exposées dans les paragraphes 3b et 3c précédents, il paraît évident que les différents termes glaciaires traditionnels n'ont plus de définition stricte et ne correspondent plus à des périodes climatiques bien délimitées (Kukla, 1978).

En conclusion, il faut bannir l'emploi de la terminologie climatique pour désigner les biozones ou tout simplement les faunes du Quaternaire. En outre, même si l'on parvenait à définir sans ambiguïté le sens des

glaciations alpines ou nord-européennes dans l'évolution réelle du climat au cours du dernier million d'années, il faudrait quand même rejeter l'emprunt de ce cadre pour classer les faunes de mammifères terrestres. En effet, l'emploi d'un schéma stratigraphique préconçu ne peut conduire qu'à la définition de biozones ambiguës ou de biozones totalement fictives ou encore de biozones trop grandes. Il est logique et indispensable de revenir à une biostratigraphie pure, par principe et par souci d'objectivité.

### C.- PRINCIPES D'UNE NOUVELLE BIOZONATION

Les aspects théoriques de la biostratigraphie ont été établis par la sous-commission internationale de classification stratigraphique de l'I.U.G.S. (Hedberg, 1979), auxquels je me référerai.

Le premier principe sera de définir des unités stratigraphiques sur la base exclusive de leur contenu fossilifère, en l'occurrence, des caractéristiques de la faune des grands mammifères.

Le deuxième principe sera d'utiliser des zones d'extension (range zones) et, plus précisément, des zones de lignées spécifiques (phylozones), c'est-à-dire des zones définies par des degrés évolutifs de l'ordre de grandeur de l'espèce. Accessoirement, la notion d'extension locale d'un taxon en rapport avec les phénomènes d'immigration et d'extinction a été utilisée pour compléter la définition des biozones.

Le troisième principe sera de définir les zones en tenant compte d'un maximum de taxons afin de réduire l'étendue chronologique des biozones et afin d'éviter l'ambiguïté issue des formes spécifiques intermédiaires à l'échelle d'une des lignées concernées.

L'application du deuxième et du troisième principe conduit à définir des zones d'extension concomitante d'ordre phylétique, qui offrent une des meilleures garanties d'une corrélation chronologique sûre sur une base biostratigraphique.

Cette méthode se suffit à elle-même et peut se passer en principe des points de repères géologiques, qui sont d'ailleurs souvent absents dans le cas des gisements continentaux du Quaternaire européen. En effet, l'anatomie comparée permet de définir les variations morphologiques évolutives et d'en établir le sens. D'autre part, la sécurité de la datation établie à partir des lignées spécifiques augmente très rapidement avec le nombre des lignées utilisées (Thaler, 1972), ce qui justifie encore notre troisième principe.

En pratique, seules les lignées évolutives clairement définies par des études globales récentes ont été utilisées en écartant bien entendu celles à évolution lente. Secondairement, les extensions de taxons liées aux phénomènes d'immigration ou d'extinction ont été employées. Dans cette optique, nous avons considéré :

1. dans le cas des Proboscidiens, l'évolution du genre *Mammuthus* (*M. meridionalis* - *M. trogontherii* - *M. primigenius*) (Beden, 1976) ;
2. dans le cas des Rhinocérotes, l'évolution du genre *Dicerorhinus* (*D. etruscus* - *D. hemitoechus*) et l'apparition et l'évolution de *Coelodonta antiquitatis* (Guérin, 1980) ;
3. dans le cas des Equidés, l'évolution du groupe de l'*Equus caballus* (*E.c. mosbachensis* - *E.c. piveteaui* - *E.c. germanicus*) et l'extension d'*Equus stenonis*, d'*Equus süssenbornensis* et d'*Equus steinheimensis* (Prat, 1976b et 1980) ;
4. dans le cas des Artiodactyles, l'évolution de certains Cervidés (*Alces carnutorum* - *Alces latifrons* - *Alces alces* ; *Praemegaceros verticornis* - *Megaceros giganteus*) et l'extension des formes villafranchiennes (*Leptobos*, *Eucladoceros*) et d'autres ("Cervus" *elaphoides*, *Hemitragus bonali*, *Capreolus capreolus*) (Delpech & Heintz, 1976a et b ; Heintz & Poplin, 1981) ;
5. dans le cas des Carnivores,
  - a) l'évolution des Ursidés (*Ursus etruscus* - *U. deningeri* - *U. spelaeus*) (Prat, 1976a) ;
  - b) l'évolution du genre *Canis* (*C. etruscus* - *C. lupus lunellensis* - *C. lupus lupus*), la succession des Hyénidés (*Crocota perrieri*, *Crocota brevirostris*, *Hyaena prisca* et *Crocota crocuta*), l'extension des formes villafranchiennes (*Homotherium*, *Acinonyx*) et d'autres taxons (*Panthera gombaszoegensis*, *Cuon stehlini*, *Cuon prisus*), l'apparition et l'évolution de *Cuon alpinus* (Bonifay, 1971 et 1976).
  - c) l'évolution du Félidé *Panthera leo* (*P.l. fossilis* - *P.l. spelaeae*).

Les lignées spécifiques citées ont permis d'établir une série de biozonations parallèles. L'étude de la composition faunique de plus d'une cinquantaine de faunes de grands mammifères, telles qu'elles ont été publiées, a mis en évidence les chevauchements existant entre ces différentes biozonations spécifiques. Cela étant, il restait à définir les zones d'extension concomitante sur la base du jeu des chevauchements des différentes espèces. Enfin, les taxons à extension

réduite ont été introduits dans la biozotation afin de compléter la définition des zones.

Par ce système, neuf biozones ont pu être distinguées. Ce résultat est extrêmement encourageant et infirme les vues relativement pessimistes de certains auteurs qui considèrent que la plupart des espèces de grands mammifères évoluent peu ou pas du tout et qu'elles ne peuvent dès lors servir à une biostratigraphie efficace.

La liste des faunes utilisées est la suivante (par ordre alphabétique) : Abbeville 1, Abri Suard, Betfia 5, Burgtonna, Ceyssaguet, Châtillon-Saint-Jean, Combe-Grenal (except. c. acheul.), Csarnota 1, Ehringsdorf 2, Ehringsdorf 3, Escale (Saint-Estève-Janson), Fontchevade, Gombasek, Granada, Grimaldi-Prince, Heppeloch, Hortus, Hundsheim, Jockgrim, Kalman-Lambrecht, La Fage, Lazaret, Lezetxiki, Lunel-Viel, Mauer, Mestas de Con, Mosbach 1, Mosbach 2, Nauterie 14, Pair-Non-Pair, Randersacker, Repolust, Rosières, Saint-Prest, Sinzelles, soleihac, Steinheim 2, Steinheim 3, Stranska-Skala, Süssenborn, Swanscombe, Tata 1, Taubach, Tautavel (Arago), Vallonnet, Varhegy, Veterinica, Vertesszöllös, Voigtstedt, Westbury 2, West Runton (Cromer), Zlaty. La plupart des listes fauniques ont été reprises par Kahlke (1975) et Guérin (1980).

#### D.- DEFINITION DES UNITES BIOSTRATIGRAPHIQUES

En allant du plus ancien au plus récent, les différentes unités biostratigraphiques proposées sont les suivantes :

##### ZONE I

- 1) Association caractéristique des lignées guides : *Mammuthus meridionalis*, *Dicerorhinus etruscus*, *Praemegaceros verticornis*, *Alces carnutorum* ; *Ursus cf. etruscus*, *Canis cf. etruscus*.
- 2) Extensions particulières :
  - a) persistance de formes villafranchiennes telles que *Leptobos*, *Eucladoceros*, *Crocota perrieri*, *Gazellospira*, *Procamptoceras*, *Nyctereutes*, *Baranogale*, *Pannonictis* ;
  - b) extension de *Equus stenonis*, *Homotherium*, *Acinonyx* ;
  - c) apparition de *Equus süssenbornensis*, *Bos*, *Praemegaceros verticornis*, "*Cervus*" *elaphoides*, *Capreolus capreolus ssp.*, *Crocota brevirostris*.

##### ZONE II

- 1) Association caractéristique des lignées guides : *Mammuthus meridionalis*, *Dicerorhinus etruscus*, *Praemegaceros verticornis*, *Alces cf. carnutorum*, *Ursus deningeri*, *Canis etruscus* ;
- 2) Extensions particulières :
  - a) Disparition complète des formes villafranchiennes citées en zone I ;
  - b) Extension de *Equus stenonis*, *Equus süssenbornensis*, *Homotherium*, *Acinonyx*, "*Cervus*" *elaphoides* ;
  - c) apparition de *Bison priscus*.

##### ZONE III

- 1) Association caractéristique des lignées guides : *Mammuthus trogontherii* (parfois avec *M. meridionalis*), *Dicerorhinus etruscus*, *Equus caballus mosbachensis*, *Praemegaceros verticornis*, *Alces latifrons*, *Ursus deningeri*, *Panthera leo fossilis*, *Canis etruscus* ;
- 2) Extensions particulières :
  - a) persistance de *Equus stenonis*, *Equus süssenbornensis*, "*Cervus*" *elaphoides*, *Homotherium*, *Acinonyx*, *Crocota brevirostris* ;
  - b) apparition de *Equus caballus mosbachensis*, *Capreolus capreolus süssenbornensis*, *Panthera gombaszoegensis*, *Panthera leo fossilis*, *Cuon stehlini*, *Crocota crocota praespelaea*.

##### ZONE IV

- 1) Association caractéristique des lignées guides : *Mammuthus trogontherii*, *Dicerorhinus etruscus*, *Equus caballus mosbachensis*, *Praemegaceros verticornis*, *Alces latifrons*, *Ursus deningeri*, *Panthera leo fossilis*, *Canis etruscus* ;
- 2) Extensions particulières :
  - a) apparition de *Hemitragus bonali*, *Hyaena prisca*, *Cuon priscus* ;
  - b) persistance de *Panthera gombaszoegensis*, *Homotherium*, *Cuon stehlini*, *Crocota brevirostris*.

##### ZONE V

- 1) Association caractéristique des lignées guides : *Mammuthus trogontherii*, *Dicerorhinus hemitoechus*, *Equus caballus mosbachensis*, *Praemegaceros* ou

*Megaceros, Alces latifrons, Ursus deningeri, Panthera leo spelaea, Canis lupus lunellensis ;*

2) Extensions particulières :

a) Persistance de *Hemitragus bonali, Hyaena prisca, Cuon priscus ;*

b) Apparition de *Crocuta crocuta intermedia.*

ZONE VI

1) Association caractéristique des lignées guides :

*Mammuthus trogontherii* (parfois avec *M. primigenius*), *Dicerorhinus hemitoechus, Megaceros giganteus antedecens, Alces latifrons, Ursus spelaeus, Panthera leo spelaea, Canis lupus ;*

2) Extensions particulières :

*Equus steinheimensis, Capreolus capreolus, Cuon alpinus fossilis, Coelodonta antiquitatis praecursor.*

ZONE VII

1) Association caractéristique des lignées guides :

*Mammuthus primigenius, Dicerorhinus hemitoechus, Equus caballus piveteaui, Megaceros giganteus, Alces latifrons postremus, Ursus spelaeus, Panthera leo spelaea, Canis lupus ;*

2) Extensions particulières :

*Cuon alpinus cf. fossilis, Coelodonta antiquitatis, Equus steinheimensis.*

ZONE VIII

1) Association caractéristique des lignées guides :

*Mammuthus primigenius, Dicerorhinus hemitoechus, Equus caballus germanicus* puis *Equus caballus gallicus, Megaceros giganteus, Alces latifrons postremus* puis *Alces alces, Ursus spelaeus, Panthera leo spelaea, Canis lupus ;*

2) Extensions particulières :

*Cuon alpinus europaeus, Coelodonta antiquitatis antiquitatis, Crocuta spelaea.*

ZONE IX

1) Association caractéristique des lignées guides :

*Equus przewalskii, Alces alces, Canis lupus ;*

2) Extensions particulières :

a) Extinction de *Mammuthus primigenius, Dicerorhinus hemitoechus, Coelodonta antiquitatis, Megaceros giganteus, Ursus spelaeus, Crocuta spelaea, Panthera leo spelaea ;*

b) Extension de *Bison bonasus, Canis aureus, Genetta genetta, Herpestes ichneumon.*

La définition de chacune de ces zones devra être précisée au fur et à mesure des études globales de l'évolution des différents groupes de mammifères. Conséquemment, il est probable que des subdivisions de ces zones pourront être réalisées. Lorsque les relations chronologiques entre ces biozones et les nombreuses périodes paléoclimatiques qui émaillent l'histoire du Quaternaire auront été parfaitement définies, il sera possible d'affiner encore la méthode biostratigraphique en utilisant l'alternance d'associations fauniques d'origine climatique.

D'un autre côté, il faut considérer cette biozonation à l'échelle de l'Europe occidentale comprenant à la limite les faunes quaternaires de Pologne, Tchécoslovaquie, Hongrie, Yougoslavie et Grèce. En effet, elle ne peut s'appliquer au-delà, en Russie, car il peut apparaître alors des diachronismes fauniques en rapport avec les problèmes de migrations, d'évolutions locales et de persistance de faunes relictées. Déjà au niveau de l'Europe occidentale, il faut être attentif à ces problèmes avec d'une part la péninsule ibérique, qui peut à l'occasion abriter des relictées (par exemple *Ursus deningeri* à Lezetxiki, Altuna 1972), et d'autre part avec les compositions fauniques différentes de l'Europe du nord et de l'Europe méridionale. Toutefois, l'utilisation prioritaire des degrés évolutifs appliqués à plusieurs lignées guides permet d'atténuer considérablement ces problèmes.

La zone IX pourrait à la limite prêter à discussion vu sa courte durée. Toutefois, il est évident que l'Holocène est le début d'une zone nouvelle. En effet, avec la disparition des genres *Mammuthus, Coelodonta, Dicerorhinus, Megaceros* et des espèces *Ursus spelaeus, Crocuta spelaea* et *Panthera leo spelaea*, la faune des grands mammifères ne sera plus jamais celle de la zone VIII, en admettant qu'elle puisse se reconstituer un jour.

Enfin, il reste à nommer ces différentes biozones. La première méthode est de numéroter ces zones, soit en poursuivant la numérotation employée pour la biozonation continentale du Tertiaire et du Quaternaire (comme l'a fait Guérin, 1980), soit par une numérotation indépendante comme je l'ai fait pour individuali-

ser clairement le système biostratigraphique proposé. Cette façon de faire a cependant le défaut de figer la biozotation, car elle interdit la création ou la suppression de zones par la suite, sous peine de devoir réajuster la numérotation et entraîner nécessairement des quiproquos. C'est ainsi qu'il ne m'était pas possible de reprendre le système employé par Guérin, puisque le nombre de zones reconnues par cet auteur n'était pas le même que celui proposé ici. Le deuxième système est de donner une appellation de type géologique (Kahlke, 1975 ; Bonifay, 1973) ou de type climatique (Guérin, 1980). Cette manière d'agir est délicate car elle implique une connaissance parfaite des relations existant entre les biozones et le système géologique ou climatique, ce qui est loin d'être le cas. La troisième solution est de donner une appellation en rapport avec les fossiles qui caractérisent chacune des biozones ; en fait, il s'agit de la règle officielle pour l'appellation des unités biostratigraphiques (Hedberg, 1979). Toutefois, pour éviter d'utiliser des noms de zones d'une longueur gênante, chaque biozone a été nommée au moyen d'un taxon unique, commun ou caractéristique dans l'intervalle considéré bien que n'en définissant pas nécessairement les limites. Ainsi, je propose les appellations suivantes :

- I) zone d'extension concomitante à *Alce carnutorum* ;
- II) zone d'extension concomitante à *Praemegaceros solilhacensis* ;
- III) zone d'extension concomitante à *Equus süssenbornensis* ;
- IV) zone d'extension concomitante à *Hemitragus bonali* ;
- V) zone d'extension concomitante à *Dicerorhinus hemitoechus* ;
- VI) zone d'extension concomitante à *Equus steinheimensis* ;
- VII) zone d'extension concomitante à *Equus caballus piveteaui* ;
- VIII) zone d'extension concomitante à *Equus caballus germanicus* ;
- IX) zone d'extension concomitante à *Equus przewalskii*.

## E.- REPARTITION DES FAUNES DE REFERENCE

Le tableau 1 reprend un choix de faunes de référence qui comptent suffisamment de taxons différents

Tableau 1

Tableau de répartition des principaux gisements paléontologiques du Quaternaire postvillafanchien d'Europe occidentale dans la biozotation des grands mammifères

	FRANCE	AUTRES PAYS
IX		
VIII	Combe-Grenal, Hortus, Pair-Non-Pair, Jaurens	Ehringsdorf II-III, Taubach
VII	Abri Suard, Lazaret	Steinheim III
VI	Chatillon-St-Jean, La Fage, Nestier	Heppenloch, Steinheim II
V	Aldene I-K, Lunel-Viel, Tautavel, Terra-Amata	Isernia, Uppony I
IV	Escale, Vergranne	Hundsheim, Mosbach II, Vertesszöllös, Westbury 2
III	Abbeville I, Nauterie 14	Cromer, Mauer, Mosbach I, Stranska-Skala, Süßenborn
II	Soleihac	Voigtstedt
I	Sinzelles, Saint-Prest, Vallonnet	Csarnota I
0	Blassac, Peyrolles	Tegelen, Sandalja I

et dont la liste faunique a été publiée ou révisée récemment. Y sont soulignées les faunes qui me paraissent être les plus adéquates pour servir de référence à la biozone correspondante, cela en rapport avec la richesse quantitative et surtout qualitative de la faune, en rapport avec l'existence de travaux récents sur ces faunes et éventuellement en rapport avec l'existence de datations absolues.

Les faunes de références sont les suivantes :

I) Sinzelles, II) Voigtstedt, III) Stranska-Skala, IV) Escale, V) Lunel-Viel, VI) La Fage, VII) Abri Suard, VIII) Ehringsdorf. La zone O ou zone de Peyrolles, qui est la dernière biozone villafanchienne, a été indiquée pour rappeler le point de départ de la zonation proposée ici.

Au sein de chaque zone, les différentes faunes concernées ont été reprises par ordre alphabétique. Il serait possible bien entendu de les classer chronologiquement sur la base du degré évolutif d'une ou si possible de plusieurs lignées guides. Toutefois, cette étude de détail sort du cadre d'un article qui cherche à établir

avant tout les règles générales d'un nouveau système biostratigraphique.

Enfin, il faut remarquer que certaines de ces faunes pourraient un jour changer de position dans la biozonation à l'occasion d'une révision. Ainsi, dans le cas du gisement d'Isernia (Coltorti *et al.*, 1981), la faune comprendrait entre autres *Dicerorhinus hemitoechus* et *Ursus deningeri* ce qui conduit à la replacer dans la zone V. Or, les datations géophysiques indiquent un âge supérieur à 700.000 ans, donc équivalent à celui de Stranska Skala qui appartient à la zone III. Dans ce cas, la faune est peut-être mal déterminée.

## F.- CORRELATIONS

### 1) Corrélation avec les échelles chronostratigraphiques (Tableau 2) :

En premier lieu, il est possible de corréler la biozonation proposée ici avec l'évolution du paléomagnétisme terrestre, dont les principaux événements sont relativement bien datés. Malheureusement, ces événements sont rares pour la période qui nous occupe. Toutefois, il semble que la biozone III englobe la limite Brunhes/Matuyama qui date d'environ 710.000 ans, car cette limite se trouve probablement au sein des gisements de Stranska-Skala (Kukhla, 1975) et de Mosbach inférieur (Kukla, 1978). Cela étant, le remplissage fossile de la grotte du Vallonnet, qui renferme une faune nettement plus archaïque et qui présente une aimantation positive, doit être logiquement rapportée à l'épisode de Jaramillo entre 950.000 et 890.000 ans (De Lumley, 1976b). Ainsi, la biozone I peut être corrélée en partie avec cet épisode paléomagnétique. Enfin, l'aimantation négative décelée dans le gisement de Soleihac (Bout, 1978) s'accorde parfaitement avec la position intermédiaire de la biozone II entre l'épisode positif de Jaramillo et la grande période normale de Brunhes.

Ces premiers éléments de corrélation chronostratigraphique sont complétés par quelques datations isotopiques. En particulier, les gisements de Terra-Amata et de Tautavel (biozone V) sont datés aux environs de 350.000 à 400.000 ans (De Lumley, 1976c ; Chaline, 1981), et le gisement de Sinzelles (Biozone I) est estimé à environ 1.000.000 d'années.

En considérant que 8 biozones subdivisent une période d'environ 1.000.000 d'années (la neuvième biozone étant négligée puisqu'elle n'en est qu'à son début et qu'elle ne comprend que 10.000 ans) et en admettant que l'évolution globale des grands mammi-

fères s'est produite à une vitesse relativement constante, il apparaît que chaque biozone pourrait s'étaler en moyenne sur 125.000 ans. En partant de cette estimation, on peut tenter de replacer la biozonation par rapport à l'échelle du temps absolu. Cet essai de chrono-corrélation ne fournit bien entendu qu'un **ordre de grandeur** de l'âge de chacune des biozones et non des limites chronologiques précises. Cependant, il faut constater que cette corrélation s'accorde fort bien avec les estimations de l'âge des gisements citées dans le cadre du paléomagnétisme et des datations absolues.

En conséquence, en admettant que la limite Brunhes/Matuyama coïncide avec la limite du Pléistocène inférieur et du Pléistocène moyen, nous constatons que les biozones I et II appartiennent au Pléistocène inférieur récent, que la biozone III se trouve à cheval sur les deux périodes géologiques avec sans doute un plus grand étalement sur la base du Pléistocène moyen, et que le Pléistocène moyen peut être subdivisé en cinq biozones (III à VII). D'autre part, en admettant que la limite du Pléistocène moyen et du Pléistocène supérieur coïncide avec le début de l'Eemien, nous pouvons considérer que la biozone VIII correspond approximativement au Pléistocène supérieur. Enfin, la biozone IX coïncide bien entendu avec l'Holocène.

### 2) Corrélation avec d'autres biozonations (Tableau 2) :

En comparant la répartition des gisements dans les autres systèmes biostratigraphiques avec celle obtenue dans la biozonation proposée ici, il est possible d'établir les corrélations entre les zones des différents systèmes. Soulignons que, dans cet essai de corrélation, il n'a pas été tenu compte des interprétations chronostratigraphiques proposées par les auteurs des différents systèmes de biozonation. Il faut par conséquent envisager ces corrélations en dehors de tout contexte chronostratigraphique, du moins dans un premier temps. L'utilisation dans le tableau 2 de limites obliques indique simplement que les limites de corrélation ne sont pas rigoureusement établies.

#### a) Biozonations de grands mammifères :

Bonifay (1973) et Kahlke (1975) ont réparti une série de gisements paléontologiques d'Europe occidentale en un nombre limité de biozones qu'ils ont dénommés par des termes géologiques qui n'ont pas été repris dans le tableau 2 par souci de simplification. Ces systèmes sont en quelque sorte les prémisses d'une biozonation d'association faunique indépendante du système paléoclimatique, bien que ces auteurs se soient efforcés



de rapprocher leurs biozones des périodes climatiques alpines ou nordiques. Ces biozonations sont malheureusement fort imprécises, parfois incomplètes, et ne donnent pas toujours une définition claire des associations caractéristiques des différentes biozones.

Une tentative de biozonation nettement plus élaborée a été publiée récemment par Guérin (1980 et 1982) au départ d'une très belle révision des Rhinocerotidés d'Europe occidentale. Le fil conducteur de sa biozonation est l'évolution du genre *Dicerorhinus*, ainsi que l'apparition et l'évolution du genre *Coelodonta*. La suite de la démarche est malheureusement entachée de deux défauts majeurs : d'une part, Guérin a interprété l'évolution des Rhinocerotidés et a défini sa biozonation dans le cadre de la chronologie climatique alpine ; d'autre part, il a utilisé assez secondairement les autres mammifères pour compléter la définition de sa biozonation des Rhinocerotidés sans chercher à utiliser d'une manière équivalente les autres lignées évolutives déjà connues.

Je ne reviendrai pas sur les risques qu'entraîne le premier défaut puisqu'ils ont été envisagés dans les chapitres antérieurs. Je soulignerai seulement trois divergences de vue qui sont sans doute liées à cet ancrage au système climatostratigraphique : 1) la subdivision de la zone 20 de Guérin, correspondant à nos deux zones I et II, aurait entravé l'alignement de la biozonation sur l'échelle climatique traditionnelle ; 2) pour se conformer à la définition classique des faunes dites mindeliennes, cet auteur a été amené à définir une zone 22 confuse où *Dicerorhinus etruscus* côtoie *Dicerorhinus hemitoechus* ; 3) l'interprétation obligée de la zone 25 comme étant l'équivalent de l'Eemien est en contraction avec l'association faunique définie principalement sur l'apparition de *Mammuthus primigenius* sous une forme primitive.

Le second défaut majeur est l'annexion des autres mammifères à la biozonation fondée sur les Rhinocerotidés, qui, comme nous venons de le voir, est elle-même annexée à la climatochronologie alpine. L'utilisation un peu trop hâtive des autres mammifères entraîne de nombreuses divergences par rapport à la biozonation proposée dans cet article. Tout d'abord d'un point de vue général, la biozonation de Guérin ne définit pas clairement et complètement l'évolution des mammifères autres que les Rhinocerotidés. Dans le détail, il faut souligner le non-usage de fossiles pourtant efficaces pour une biozonation comme par exemple les genres *Canis* et *Cuon*, l'emploi de fossiles fort rares comme par exemple *Bubalus murrensis* et *Eucladoceros mediterraneus* de la zone 23, l'emploi trop

restrictif de l'extension de certains fossiles, comme par exemple *Ursus stehlini* de la zone 21 et *Soergelia elizabethae* de la zone 20, et l'emploi inexact de la position biochronologique d'autres fossiles comme par exemple *Crocota spelaea* dans la zone 20. A côté de ces points où l'opposition entre les deux biozonations est nette, il existe d'autres divergences qui sont moins évidentes et qui concernent en particulier les limites de spéciation, comme par exemple la zone 21 où, à mon sens, *Mammuthus trogontherii* devrait remplacer *Mammuthus meridionalis*. En définitive, de nombreux écarts entre les deux biozonations excluent un parallélisme étroit, ce qui justifie l'obliquité des limites des biozones de Guérin dans le tableau 2, obliquité qui devrait sans doute être beaucoup plus accentuée qu'il ne le paraît.

La correspondance relativement étroite entre les deux biozonations dans le tableau 2, qui paraît s'opposer aux divergences évoquées, s'explique aisément par deux éléments :

1. les corrélations entre les deux systèmes ont été établies uniquement sur la base de la répartition des gisements dans les différentes biozones des deux systèmes ; les corrélations auraient sans doute été différentes si l'on avait utilisé une autre référence ;
2. Guérin définit la position biochronologique des gisements essentiellement à partir du degré évolutif des Rhinocerotidés qu'ils renferment ; puisque j'utilise entre autres l'évolution de ce groupe pour la définition des biozones, ma biostratigraphie aboutit nécessairement à un résultat relativement parallèle à celui obtenu à partir de la biozonation de Guérin.

Une dernière remarque a trait à l'utilisation simultanée de la macrofaune et de la microfaune dans la biozonation. Comme je l'ai déjà souligné, il est indispensable de définir tout d'abord deux biozonations indépendantes et, lorsque les deux systèmes seront parfaitement définis, il sera alors temps de créer une biozonation globale. De toutes manières, il sera toujours essentiel de conserver deux systèmes biostratigraphiques indépendants vu que la coexistence d'une macrofaune et d'une microfaune riches dans un même gisement est rarement observée.

#### b) Biozonations des micromammifères :

Kretzoi (1953 et 1969) et Janossy (1969, 1970 et 1975) en Europe de l'Est, Chaline (1972 et 1980) en Europe occidentale, ont proposé deux biozonations à partir des micromammifères et plus spécialement des

Rongeurs. Pour faciliter les comparaisons, dans le tableau 2, nous avons reproduit une seconde fois notre échelle biostratigraphique avec de part et d'autre un essai de corrélation des biozonations de Chaline (1980) et de Janossy (1975).

A la vue de ce tableau, il apparaît que la biozonation à partir des macromammifères est un peu plus précise. D'un autre côté, les limites entre biozones ne semblent pas toujours synchrones, ce qui est compréhensible puisque des ensembles taxonomiques différents sont utilisés. Ceci renforce l'idée de la nécessité de définir indépendamment une biozonation des macromammifères et une biozonation des micromammifères. Mais cela laisse présager que l'utilisation simultanée de ces biozonations, lorsque leur corrélation sera parfaitement établie, conduira à une définition biostratigraphique et chronostratigraphique particulièrement performante.

Le tableau 2 ne reprend que les grandes biozones d'associations phylogénétiques proposées par Chaline. Cet auteur affine en fait sa biostratigraphie en utilisant des "climatozones", en d'autres termes des biozones d'association climatique. Vu le nombre limité de ses biozones d'association phylogénétique, il est clair que certaines d'entre elles s'étalent sur plusieurs alternances climatiques glaciaires sans compter un nombre indéterminé d'oscillations climatiques plus ou moins accentuées. Ceci complique assurément la définition d'une succession claire et complète de "climatozones" au sein de chaque biozone. A mon sens, une augmentation du nombre des biozones d'association phylogénétique permettrait de subdiviser plus efficacement le Quaternaire avant d'aborder le délicat problème des associations fauniques d'origine climatique, qui varient sans doute considérablement suivant la latitude et le contexte géomorphologique des gisements.

### G.- CONCLUSIONS

La nouvelle biozonation proposée ne modifie pas d'une manière drastique la chronologie relative des gisements telle qu'elle était établie ; d'un autre côté, elle ne se résout pas à un simple chagement de dénominations ou d'étiquettes de biozones déjà définies précédemment sous le couvert par exemple de la terminologie glaciaire alpine. Il s'agit en fait d'un nouveau modèle biostratigraphique qui tend à préciser et à clarifier la répartition chronologique des gisements à grands mammifères, cela en utilisant des limites plus objectives pour la définition des biozones en dissociant

la biostratigraphie de la climatostratigraphie traditionnelle et en utilisant simultanément plusieurs lignées-guides.

Le système proposé devra sans doute être discuté, certainement affiné, peut-être corrigé sur certains points comme tout système biostratigraphique. Il faut toutefois bien dissocier quatre sujets de discussion, la critique d'un de ces points n'entraînant pas nécessairement la critique de l'ensemble du système :

1. le principe de l'abandon de l'ancrage de la biozonation dans le cadre climatostratigraphique traditionnel,
2. la création d'une biozonation bâtie exclusivement sur des extensions concomitantes d'ordre phylétique (dans un premier temps),
3. la définition des neuf biozones pour la période post-villafranchienne (nombre et contenu),
4. la répartition des faunes dans cette biozonation (qui dépend des listes fauniques publiées).

Au delà de ces aménagements possibles, cette biostratigraphie alliée à celle de la microfaune pourrait utilement se substituer aux systèmes de subdivisions climatiques traditionnels et servir de cadre chronostratigraphique à l'échelle de l'Europe occidentale.

### REMERCIEMENTS

Messieurs les Professeurs Ubaghs G. et Strel M., ainsi que Monsieur Poty E., du Service de Paléontologie de l'Université de Liège, ont bien voulu relire cet article et me faire part de leurs critiques constructives. Je les en remercie vivement.

### BIBLIOGRAPHIE

- ALTUNA, J., 1971. Fauna de mamíferos de los yacimientos prehistoricos de Guipuzcoa. *Munibe*, 24 (1-4) : 1-464.
- BEDEN, M., 1976. Les Proboscidiens. *In* : De Lumley, H. (Ed.). *La Préhistoire française*, Ed. C.N.R.S., Paris, 1 : 416-418.
- BONIFAY, M.F., 1971. Carnivores quaternaires du Sud-Est de la France. *Mém. Mus. Hist. Nat., Paris, n.s., sér. C*, 21 : 43-377.
- BONIFAY, M.F., 1973. Principaux gisements paléontologiques français du Pléistocène moyen : essai de classification. *In* : *Le Quaternaire : géodynamique, stratigraphie et environnement*. Ed. Com. Nat. franç. Inqua : 41-50.

- BONIFAY, M.F., 1976. Les carnivores : Canidés, Hyaenidés, Félidés et Mustelidés. *In* : De Lumley, H. (Ed.). La Préhistoire française, Ed. C.N.R.S., Paris, 1 : 371-375.
- BOUT, P., 1978. Problèmes du volcanisme en Auvergne et Velay. Imprim. Watel, Brioude (Hte Loire) : 326 pp.
- CHALINE, J., 1972. Les rongeurs du Pléistocène moyen et supérieur de France. Cahiers de Paléont., Ed. C.N.R.S., Paris : 410 pp.
- CHALINE, J., 1980. Zonation biologique et climatique du Pléistocène d'après les faunes de Rongeurs. *In* : Suppl. Bull. AFEQ, n.s., 1 : 359-367.
- CHALINE, J., 1981. A la recherche de l'absolu. *Archæologia*, 158 : 50-58.
- COLTORTI, M., CREMASCHI, M., DELITALA, M.C., ESU, D., FORNASERI, M., Mc PHERRON, A., NICOLETTI, M., VAN OTTERLOO, R., PERETTO, C., SALA, B., SCHMIDT, V. & SEVINK, J., 1981. Isernia La Pineta. Lower Paleolithic with fauna in the Upper Volturno Basin, Central Italy. Actes Xe Congr. U.I.S.P.P., Comm. VI., Mexico : 58-63.
- DELPECH, F. & HEINTZ, E., 1976a. Les Artiodactyles : Bovidés. *In* : De Lumley, H. (Ed.), La Préhistoire française, Ed. C.N.R.S., Paris, 1 : 386-394.
- DELPECH, F. & HEINTZ, E., 1976b. Les Artiodactyles : Cervidés. *In* : De Lumley, H. (Ed.), La Préhistoire française, Ed. C.N.R.S., Paris, 1 : 395-404.
- DE LUMLEY, H., 1976a. Cadre chronologique absolu, paléomagnétisme, chronologie paléontologique et botanique, esquisse paléoclimatique, séquences culturelles. *In* : De Lumley, H. (Ed.), La Préhistoire française, Ed. C.N.R.S., Paris, 1 : 5-23.
- DE LUMLEY, H., 1976b. Les premières industries humaines en Provence. *In* : De Lumley, H., (Ed.), La Préhistoire française, Ed. C.N.R.S., 1 : 765-776.
- DE LUMLEY, H., 1976c. Les civilisations du Paléolithique inférieur en Languedoc méditerranéen et en Roussillon. *In* : De Lumley, H., (Ed.), La Préhistoire française, Ed. C.N.R.S., Paris, 1 : 852-874.
- FAHLBUSCH, V., 1976. Report on the International Symposium on mammalian stratigraphy of the European Tertiary. *Newl. Stratigr.*, 5 (2/3) : 160-167.
- GUERIN, C., 1980. Les Rhinocéros du Miocène terminal au Pléistocène supérieur en Europe occidentale. Comparaison avec les espèces actuelles. *Docum. Lab. Géol. Lyon*, 79 (1-3) : 1185 pp.
- GUERIN, C., 1982. Première biozonation du Pléistocène européen, principal résultat biostratigraphique à l'étude des Rhinocerotidae du Miocène terminal au Pléistocène supérieur d'Europe occidentale. *Geobios*, 15 (4) : 593-598.
- HEDBERG, H.D. (Ed.), 1979. Guide stratigraphique international. Doin Ed., Paris : 233 pp.
- HEINTZ, E., 1970. Les Cervidés villafranchiens de France et d'Espagne. *Mém. Mus. Hist. Nat., Paris, n.s. sér. C*, 22 (1) : 303 pp.
- HEINTZ, E., GUERIN, C., MARTIN, R. & PRAT, F., 1974. Principaux gisements villafranchiens de France : Listes fauniques et biostratigraphiques. *Mém. B.R.G.M.*, 78 : 169-182.
- HEINTZ, E. & POPLIN, F., 1981. *Alces carnutorum* (Laugel, 1862) du Pléistocène de Saint-Prest (France). Systématique et évolution des Alcinés. *Quartärpaläont.*, 4 : 105-122.
- JANOSSY, D., 1969. Stratigraphische Auswertung der europäischen mittelpleistozänen Wirbelfauna, 1. Berichte Deutsch. Gesellsch. f. geol. Wiss., Geol. u. Paläont., s. A, 14 : 367-438.
- JANOSSY, D., 1970. Stratigraphische Auswertung der europäischen mittelpleistozänen Wirbelfauna, 2. Berichte Deutsch. Gesellsch. f. geol. Wiss., Geol. u. Paläont., s. A, 14 : 519-589.
- JANOSSY, D., 1975. Mid-Pleistocene microfaunas of continental Europe and adjoining areas. *In* : Butzer K. & Isaac, G. (Ed.), *After the Australopithecines*, Mouton Publ., Paris : 375-397.
- KAHLKE, H.D., 1975. The macro-faunas of continental Europe during the Middle Pleistocene : Stratigraphic sequence and problems of intercorrelation. *In* : Butzer, K. & Isaac, G. (Ed.), *After the Australopithecines*, Mouton Publ., Paris : 309-374.
- KRETZOI, M., 1953. Quaternary geology and the vertebrate fauna. *Acta Geol. Acad. Scient. Hung.*, 2 : 67-76.
- KRETZOI, M., 1969. Sketch of the Late Cenozoic (Pliocene and Quaternary) terrestrial stratigraphy of Hungary. *Földrajzi Közlemények*, 1969/3 : 179-204.
- KUKLA, G.J., 1975. Loess stratigraphy of central Europe. *In* : Butzer, K. & Isaac, G. (Ed), *After the Australopithecines*, Mouton Publ., Paris : 99-188.
- KUKLA, G.J., 1978. The classical european glacial stages : correlation with deep-sea sediments. *Trans. Nebraska Acad. Sci.*, 6 : 57-93.
- KURTEN, B., 1968. Pleistocene mammals of Europe. Weidenfeld and Nicolson, London : 317 pp.
- MEIN, P., 1975. Résultats du groupe de travail des Vertébrés. *In* : Report on Activity of the R.C.M.N.S. Working Groups (1971-75), Bratislava : 78-81.
- PRAT, F., 1976a. Les Carnivores : Ursidés. *In* : De Lumley, H. (Ed.), La Préhistoire française, Ed. C.N.R.S., Paris, 1 : 376-383.
- PRAT, F., 1976b. Les Périssodactyles : Equidés. *In* : De Lumley, H. (Ed.), La Préhistoire française, Ed. C.N.R.S., Paris, 1 : 409-415.

- PRAT, F., 1980. Les Equidés villafranchiens en France. Cahiers Paléont., 2, Ed. C.N.R.S., Paris : 290 pp.
- SHACKLETON, N.J. & OPDYKE, N.D., 1973. Oxygen isotope and paleomagnetic stratigraphy of equatorial Pacific cores V28-238 : oxygen isotope temperatures and ice volumes on a  $10^5$  year -  $10^6$  year scale. Quatern. Research., 3 : 39-55.
- SHACKLETON, N.J. & OPDYKE, N.D., 1976. Oxygen isotope and paleomagnetic stratigraphy of Pacific core V28-239 Late Pliocene to latest Pleistocene. Geol. Soc. Am. Mem., 145 : 449-464.
- THALER, L., 1972. Datation, zonation et mammifères. Mém. B.R.G.M., 77 : 411-424.