



HAL
open science

Evolution récente de la Limagne d’Auvergne (France) : impacts du volcanisme et aspects des peuplements humains au Tardiglaciaire et à l’Holocène.

Jean-Paul Raynal, Gérard Vernet, Jean-Pierre Daugas

► To cite this version:

Jean-Paul Raynal, Gérard Vernet, Jean-Pierre Daugas. Evolution récente de la Limagne d’Auvergne (France): impacts du volcanisme et aspects des peuplements humains au Tardiglaciaire et à l’Holocène.. *Variazioni climatico-ambientali e impatto sull’uomo nell’area circum-mediterranea durante l’Olocene*, Territorio storico et ambiente 3, C. Albore-Livadie e F. Ortolani ed, 2003, Bari, Italie. pp.461-475. halshs-00004054

HAL Id: halshs-00004054

<https://shs.hal.science/halshs-00004054>

Submitted on 26 Jul 2005

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

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

Evolution récente de la Limagne d'Auvergne (France) : impacts du volcanisme et aspects des peuplements humains au Tardiglaciaire et à l'Holocène.

par Jean-Paul RAYNAL⁽¹⁾, Gérard VERNET⁽²⁾ et Jean-Pierre DAUGAS⁽³⁾

Résumé : Dix recouvrements de téphras, suffisamment importants pour avoir été préservés en stratigraphie dans des environnements sédimentaires divers, ont affecté la Limagne du Dryas ancien à l'Atlantique. Ils caractérisent des éruptions pour l'essentiel à magmas trachyandésitiques et trachytiques. Outre leur rôle incontestable de marqueurs isochroniques, ils incitent à reconsidérer l'impact du volcanisme de la Chaîne des Puys sur l'environnement des peuplements préhistoriques contemporains. A partir de l'Atlantique, les marais de Limagne ne sont plus soumis au contrôle volcanique régional et ils enregistrent une histoire géodynamique sous le triple contrôle du climat global, de la néotectonique locale et des activités humaines.

Mots-clés : Massif central, Grande Limagne, volcanisme, marais, Tardiglaciaire, Holocène, Préhistoire, Protohistoire.

Abstract: : From the Older Dryas to the Atlantic Period, ten pyroclastic formations originating from trachyandesitic and trachytic eruptions covered the plain of the Limagne d'Auvergne and have been preserved in various depositional contexts. They are useful isochronic markers for archaeologists examining their impact on prehistoric behaviours and settlements. Since the beginning of the Atlantic period, the swamps of Limagne are no longer affected by the regional volcanism but are controlled by global climate, local neotectonics and human activities.

Key-words: Massif central, Grande Limagne, volcanism, swamp, Late Glacial, Holocene, Prehistory, protohistory.

Dans le Massif central français, relief et variations climatiques quaternaires ont rythmé la différenciation des biotopes. Le volcanisme a brutalement perturbé l'environnement et modifié les processus géodynamiques. Tout essai d'analyse de la distribution des installations préhistoriques régionales doit donc prendre en compte climats et volcanisme qui ont fixé, à des degrés divers, les limites de l'exploitation des terroirs.

A la suite de travaux initiaux (Brousse *et al.* 1969 ; Baudry et Camus 1972 ; Camus 1975) et de travaux pluridisciplinaires ayant conduit à une première synthèse très détaillée (Vernet, 1992), la téphrostratigraphie de Limagne a pu être complétée (Vernet *et al.*, 1998) et précisée (Vernet et Raynal, 2000a, 2001): on reconnaît aujourd'hui dix recouvrements téphriques principaux, caractérisés par leur faciès, leur chimisme, leur cortège de minéraux denses et leur granulométrie. Ils sont directement datés par thermoluminescence ou associés à des paléosols datés par le radiocarbone, ou encore inclus dans des séquences palynologiques. L'impact du volcanisme sur les écosystèmes régionaux a été d'ampleur très inégale. Les écoulements boueux et les

⁽¹⁾ Université de Bordeaux 1, Institut de Préhistoire et de Géologie du Quaternaire, UMR 5808 CNRS, Avenue des Facultés, F- 33405 TALENCE, et GDR 1122 CNRS.

⁽²⁾ (1) 7 rue du Mont Mouchet, 63320 Chadeleuf (France), INRAP, UMR 6042 et GDR 1122 CNRS.

⁽³⁾ UMR 5808 associée au CNRS, I.P.G.Q., avenue des Facultés. 33405 TALENCE CEDEX, GDR 1122 CNRS et Conservateur général du patrimoine.

laves ont ennoyé une partie du réseau hydrographique : une reprise rapide d'érosion aux flancs des coulées (Pelletier, 1964 ; Blais *et al.*, 1971) s'est alors accompagnée d'une déstabilisation chronique des versants. Certaines éruptions intervenues sous ambiance périglaciaire ont provoqué de considérables glissements de terrain (Goer de Hervé *et al.*, 1993). D'autres, au caractère violemment explosif, ont émis des souffles dévastateurs. Les projections fines ont été transportées sur de longues distances et ont recouvert de larges territoires modifiant le couvert végétal et l'équilibre géochimique des sols. Les paysages ont donc été transformés localement en univers minéraux, désertés temporairement par la faune qui avait survécu aux cataclysmes initiaux. Différents phénomènes géologiques et morphologiques sont associés ou consécutifs à ces éruptions volcaniques : effondrements de voûte dans les abris, ravinements, enfouissement des drains... les multiples épisodes morphodynamiques mis en évidence sur les versants et en plaine en sont l'illustration (Raynal *et al.*, 1979 ; Daugas *et al.*, 1982). Des séismes ont accompagné les éruptions et provoqué des modifications brutales des versants et des tracés des cours d'eau : c'est le cas en Grande Limagne. L'accumulation - puis le dégagement - de gaz carbonique a certainement généré des pièges mortels, comme à Montpensier par exemple (Glangeaud, 1906 ; Parville, 1906). Si l'on admet la concomitance, dans le temps et l'espace, de plusieurs éruptions, les territoires affectés n'ont plus offert pour l'Homme aucun attrait et ce pour plusieurs décennies (Raynal et Daugas, 1984, 1989, 1991 ; Daugas et Raynal, 1979, 1989, 1991a et b ; Raynal et Sanzelle, 1989 ; Raynal *et al.*, 1994, 1998) (figure1). Tous ces phénomènes doivent être pris en considération pour une meilleure lecture des modalités du peuplement préhistorique régional (Vernet et Raynal, 2000b). Nous proposons, à la lumière de travaux anciens révisés et de résultats récents ou inédits, d'examiner quelques aspects de l'évolution tradiglaciaire et holocène des environnements de l'homme préhistorique en Limagne, du Magdalénien final à l'aube de l'Histoire.

1 - Saupoudrages trachybasaltiques tardiglaciaires et postglaciaires

A partir du Dryas ancien, de nombreux appareils furent actifs dans la Chaîne des Puys, alimentés par des magmas principalement trachyandésitiques, et les produits de leurs éruptions ont saupoudré largement le plateau des Dômes et la Limagne où ils ennoyèrent partiellement le réseau hydrographique et perturbèrent l'évolution des marais. Cette activité volcanique intermittente - même si elle altère sensiblement localement certains aspects des biotopes - n'est pas un repoussoir pour les derniers magdaléniens et leurs avatars épipaléolithiques. Les habitats magdaléniens sont implantés à proximité immédiate de l'eau (gués, lacs), dans des sites traduisant une recherche de l'ensoleillement maximum : front de coulée basaltique, abrupt en rive concave de méandre... Les emplacements connus au Magdalénien ancien sont souvent réoccupés, peut-être comme camps de base saisonniers et l'on observe une dissémination vers des sites secondaires. Citons sans exhaustivité les gisements de Blanzat (390m), Le Sire (350 m), Enval (350 m), Le Bay (355 m), Pont-de-Longues (340 m), Neschers (400 m)... La conquête d'un nouveau milieu, puis l'exploitation des faunes tempérées, coïncident avec la fin du Magdalénien et le processus d'azilianisation des outillages lithiques achevé pendant l'Alleröd : de nombreux sites livrent alors des éléments lithiques à affinités nordiques, témoins de déplacements et/ou de contacts selon l'axe sud-nord de la vallée de l'Allier. Dès cette période, puis au Dryas III et au Pré-Boréal, de petites communautés de chasseurs épipaléolithiques - à

partir de bases de basse altitude établies dans les vallées principales où à proximité immédiate, parfois en plein air comme aux Martres-d'Artières (Pasty *et al*, 2002), le plus souvent sous abri - poursuivent des activités diversifiées sur des territoires plus larges, vallées secondaires et surtout zones d'altitude libérées des glaces.

Les marqueurs du volcanisme régional alors enregistrés en Limagne sont :

- La retombée de Cellule

De composition trachyandésitique, elle n'a été observée qu'à Cellule dans le Marais d'Orange, où elle est fortement cryoturbée. Le cortège minéralogique est dominé par un clinopyroxène vert. Elle a été située par la palynologie dans le Dryas ancien (Vernet et Paquereau, 1986, 1991 ; Vernet *et al*, 1990). Il pourrait s'agir d'un recouvrement lié à une phase éruptive ancienne du Puy de la Nugère.

- Le Complexe téphrique CF1a/CF1b

Présent dans toute la Grande Limagne, il scelle le remplissage du site magdalénien d'Enval : c'est le premier téphra distal de la Chaîne des Puys retrouvé en contexte préhistorique. D'après une trentaine de sites d'observation répartis en Limagne (figure 2), il est constitué d'un niveau de base noir plus ou moins développé (CF1a ou retombée de la rue de la Barre) puis d'un niveau sommital gris (CF1b ou retombée des Roches).

CF1a n'a été reconnu que dans la cuvette de Clermont (rue de la Barre, rue de Montjuzet, rue de Blanzat) et dans les secteurs de Gerzat-Cébazat et du Brézet. Sa composition indique un magma trachyandésitique basaltique.

CF1b, à composition de trachyandésite, est présent dans plusieurs stratigraphies de la cuvette de Clermont (rue de la Barre, rue de Montjuzet...), en grande Limagne, dans le secteur de la Morge (Gimeaux) et enfin dans le site magdalénien d'Enval, où il adhère aux outils de pierre et aux ossements du niveau 1a et scelle la séquence archéologique, démontrant la pénécotemporanéité de l'occupation humaine et de l'éruption (Vernet et Raynal, 1995).

L'éruption responsable de leur émission a débuté par une phase à magma unique de nature trachyandésitique basaltique (CF1a), puis s'est poursuivie avec un mélange de magmas trachyandésitique basaltique et trachyandésitique. Seul le Puy de la Nugère a fourni des laves où l'on observe tous les stades de mélange de deux magmas lors d'une phase éruptive d'âge compatible (Gourgaud et Camus, 1984). Le Puy de la Nugère est donc la source retenue pour ce recouvrement téphrique, daté par le ^{14}C sur des paléosols sous-jacents (Ly 338/AA-22073 = 11990 \pm 90 et ARC 1697 = 11460 \pm 90) et directement sur des fragments organiques au sein du téphra (Gif TAN 91102 = 12010 \pm 150 BP).

A ce jour, le Téphra des Roches attribué au Puy de La Nugère est la seule retombée connue pour avoir directement affecté un lieu de vie du Magdalénien final à la charnière Dryas II / Allerød en Basse Auvergne. Ce recouvrement a été quasi général et son épaisseur moyenne est de l'ordre de 0,15 m. Un calcul rapide montre que 1500 m³ de cendres à l'hectare ont recouvert la Limagne vers 12000 ans BP. Pour la même

période, des modifications notables des environnements végétaux sous l'impact des éruptions trachyandésitiques sont attestées par l'analyse pollinique dans des systèmes enregistreurs adéquats (marais), et ce à une distance minimum de 30 km des points éruptifs (Vivent et Vernet, 2001) (figure 3).

- La *retombée de la Moutade*

Elle a été reconnue en différents points de Limagne septentrionale (Marais d'Orange, vallée du Sardon et Marais de Villeneuve-les-Cerfs). Le puy de la Nugère est proposé comme volcan source (Etlicher *et al.*, 1987 ; Juvigné *et al.*, 1992). Une datation directe par thermoluminescence de 13700 ± 1700 (Cler TL 110) (Vernet *et al.*, 1990), est confirmée par un calage palynologique dans l'Allerød et une datation radiocarbone de 11360 ± 130 BP (Ly 3733) (Vernet et Paquereau, 1986, 1991; Vernet *et al.*, 1990). Son impact sur la végétation a été mis en évidence par les analyses palynologiques réalisées par D. Vivent sur le site de Villeneuve-les-Cerfs (Raynal *et al.*, 1998).

- Le *Téphra CF2* (ou retombée de la rue Descartes)

De composition de trachyandésite basaltique, CF2 est présent en de nombreux points de la cuvette de Clermont, rue Descartes, rue Sous-les-Vignes, rue de Blanzat et rue de Montjuzet. Daté directement par TL à 8700 ± 900 (Cler 114) (Raynal *et al.*, 1989), il est calé par la palynologie vers la transition Pré-Boréal/Boréal (Vernet *et al.*, 1996, Raynal *et al.*, 1998).

Le *Téphra CF3* (ou retombée de la rue de Montjuzet)

Avec une composition de trachybasalte, il est présent dans toutes les stratigraphies étudiées dans la cuvette de Clermont et dans le secteur de Cébazat-Gerzat. L'éruption responsable de son émission a débuté par un "blast" phréatomagmatique, puis a évolué en éruption mixte (magmatique et phréatomagmatique) et s'est achevée en régime strombolien (Vernet, 1992). Ces cendres sont situées par la palynologie dans le Boréal (Vernet *et al.*, 1996), mais leur origine reste pour l'instant incertaine.

- Le *Téphra CF4* (ou retombée ancienne de la rue de Blanzat)

Cette retombée à composition de trachyandésite basaltique présente un net caractère phréatomagmatique. CF4 est présent rue Sous-les-Vignes, rue de Blanzat et rue de Montjuzet. Il se superpose directement à CF3 et la palynologie le situe également dans le Boréal (Vernet *et al.*, 1996). L'origine est incertaine mais l'on peut supposer qu'il provient du même édifice que CF3.

2 - Nuées, coulées de boues et projections lointaines postglaciaires.

Pénécontemporaines des dernières éruptions à magmas trachyandésitiques, interviennent les éruptions à magmas trachytiques, Puy de Dôme, Kilian-Vasset, Chopine puis, plus tardivement, Clierzou, qui ont nettement affecté la Limagne occidentale par leurs retombées de panaches, les produits d'explosion de leurs extrusions et la mise en place d'écoulements synéruptifs. C'est par conséquent sous les différents recouvrements liés à la mise en place de ces dômes qu'il convient

désormais de rechercher systématiquement les traces d'occupations humaines épipaléolithiques et mésolithiques, non seulement en Limagne, mais au coeur même de la Chaîne des Puys.

Les profondes mutations du milieu induites par le réchauffement climatique amorcé dès le Bølling déterminent une réadaptation des économies de subsistance aux conséquences culturelles considérables, illustrées par la transformation des outillages lithiques. A l'Azilianisation réalisée dès l'Allerød, succède au Pré-Boréal la Mésolithisation, puis au Boréal la Néolithisation. Dans les zones de moyenne montagne comme le Massif central, les nouveaux techno-systèmes s'appuient, outre le milieu animal, sur une gestion raisonnée du milieu végétal (Daugas et Raynal, 1989, 1991 a et b). Les éruptions trachytiques et les phénomènes associés appauvrissent alors considérablement la Chaîne des Puys et ses marges orientales : les sites de l'Épipaléolithique et du Mésolithique restent rares, certains enfouis sous des dépôts synéruptifs ou pénécontemporains des éruptions : la découverte du site de Marsat en témoigne (Vernet *et al.*, 2001). Si la présence des chasseurs épipaléolithiques en Limagne à l'époque de l'éruption du Puy de Dôme reste conjecturale, sur la seule base des datations radiocarbone récemment publiées (Pasty *et al.*, 2002), l'on sait en revanche que les derniers chasseurs du Sauveterrien étaient présents en Limagne à l'époque de l'explosion d'un dôme trachytique (téphra Cf 7, *cf infra*).

Les éruptions trachytiques ont, pour la plupart, donné lieu à l'extrusion de dômes qui donnent à la Chaîne des Puys son aspect original actuel. La lave (dômite) de son point culminant, le Puy de Dôme (1465 m), a fait l'objet de deux datations par thermoluminescence, obtenues sur l'oligoclase potassique (10800 ± 1000) et le zircon (9700 ± 1000) (Fain *et al.*, 1986, 1991). Le Puy de Dôme porte un paléo-andosol peu différencié dont le développement a sans doute été très rapide, environ 1.5 ka. Cette estimation, les données palynologiques et les dates radiocarbone, d'une part établissent un âge minimum du Puy de Dôme en bon accord avec les dates TL obtenues pour la dômite et d'autre part, fixent au Boréal l'âge maximum de l'éruption du Cratère Kilian (Raynal *et al.*, 1998). Les autres appareils trachytiques ne sont pas directement datés. Si les produits proximaux du Puy de Dôme, du Puy Chopine et du Cratère Kilian ont été bien caractérisés (Camus, 1975), les produits distaux restent en revanche très mal connus. Des lamines provenant de points éruptifs acides ont été repérées dans des tourbières au Sud de la Chaîne, et rapportées aux éruptions du Puy de Dôme et du Puy Chopine (Juvigne, 1983, 1987). Des téphras trachytiques ont été récemment identifiés en Limagne (Vernet, 1992 ; Juvigné *et al.*, 1992 ; Vernet *et al.*, 1996), provenant du Puy Vasset et/ou du Cratère Kilian : leur large dispersion jusqu'en Suisse est attestée au cours du Boréal (Martini, 1970 ; Juvigné, 1991, 1992). Les marqueurs régionaux de cette activité sont :

- Le *Téphra CF5* (ou retombée de la rue Sous-les-Vignes)

Cette lamine est présente dans une seule des stratigraphies de la cuvette de Clermont (rue Sous-les-Vignes) et également en Limagne dans le secteur de Gerzat. Dans cette dernière zone, plusieurs niveaux de téphras acides repérés en 1971 (Daugas et Tixier, 1975) ont été ultérieurement situés par la palynologie dans le Boréal (Raynal *et al.*, 1998). Une très vaste dispersion a récemment été proposée pour des téphras trachytiques de la Chaîne des Puys (Vasset ou Kilian) d'âge Boréal (Juvigné,

1991, 1992 ; Juvigné *et al.*, 1992). Le téphra CF5 est calé palynologiquement vers la transition Boréal/ début de l'Atlantique (Vernet *et al.*, 1996) et son impact sur l'environnement a été démontré (Vivent et Vernet, 2001) (figure 3). L'âge de cette retombée trachytique exclut de la rapporter au Puy-de-Dôme daté par TL (Faïn *et al.*, 1986, 1991) et sa composition minéralogique caractérisée par l'absence de sphène élimine le Puy Chopine (Bentor, 1955). Le Cratère Kilian a été proposé comme volcan source (Vernet, 1992), mais la distinction entre ses produits et ceux du Puy Vasset reste délicate, l'éruption de ce dernier paraissant en outre beaucoup plus importante (Michon, 1996).

- La Formation de Marsat

La Formation de Marsat a été identifiée en 1995 au lieu-dit Les Pradelles, où elle surmonte deux niveaux archéologiques (épipaléolithique et mésolithique) (figures 4 et 5). Elle est constituée d'une coulée boueuse à fragments anguleux de trachyte et empreintes végétales, d'alluvions torrentielles (composées exclusivement de blocs et galets de trachyte) et de cendres fines. La géochimie (à la limite des domaines trachyte/rhyolite) et la minéralogie de ces produits permettent de les attribuer sans ambiguïté au Puy Chopine, distant de plus de 11 km du site étudié (figure 6). Des branches carbonisées, découvertes à la base des produits éruptifs de ce volcan en position proximale (environ 1 km de la protrusion), ont donné une date de 8465 ± 70 BP (ARC 1561) (Vernet *et al.*, 2001), qui confirme les âges précédemment obtenus (Camus, 1975, Raynal *et al.* 1981, Juvigné 1987). L'importance et la nature des dépôts éruptifs du Puy Chopine découverts à Marsat changent de façon radicale la vision que les volcanologues avaient jusqu'à présent des éruptions trachytiques de la Chaîne des Puys : nul n'imaginait qu'une coulée boueuse synéruptive ait affecté la Limagne à plus de 11 km de son point d'émission vers 8500 BP.

- Le *Téphra CF6* (ou retombée récente de la rue de Blanzat)

Cette retombée à composition de trachyandésite a été observée sur la coupe de la rue de Blanzat à Clermont et dans le secteur de Gerzat. Elle n'est pas datée directement mais sa chimie la rapporte indiscutablement au Puy de Pariou et plus particulièrement à l'épisode d'émission de sa coulée principale datée de 8180 ± 810 (Guérin, 1983).

- Le *Téphra CF7* (ou téphra de La Rodde)

Depuis 1997, plusieurs coupes stratigraphiques au Nord-Est, à l'Est et au Sud de Clermont-Ferrand ont montré la présence d'un niveau limoneux contenant de nombreux fragments anguleux centimétriques de trachyte (CF7) (figure 7). Ce niveau surmonte la retombée CF6. Il est localement associé à une occupation du Sauveterrien datée de 7685 ± 145 BP (LY-10897) (Saintot *et al.*, 2001). Il constitue ailleurs la partie basale d'une couche contenant des vestiges du Néolithique ancien (épi-Cardial), datée de 5405 ± 75 BP (ETH-17946). La morphologie des fragments trachytiques suggère qu'ils proviennent de la croûte d'un dôme. CF7 représente donc les témoins distaux de l'explosion d'un dôme primitif (Clierzou ?) et forme le recouvrement téphrique le plus récent de Limagne. Il convient maintenant de vérifier si les dômes récents comme le Clierzou ne portent pas de recouvrements encore plus récents.

3 - Le temps des marais :

Après l'entrée en sommeil du volcanisme régional, la plaine de Limagne évolua sous l'action du climat, de la néotectonique régionale et des entreprises humaines. Sa mise en valeur, de la seconde moitié de l'Atlantique au Sub-Atlantique, fut souvent contrariée (Daugas et Tixier, 1975, 1977). L'intensification des recherches géologiques et archéologiques au cours des quinze dernières années a permis de préciser nos connaissances sur l'occupation protohistorique des différents marais de Grande Limagne (Guichard, 1991 ; Vernet, 1991 ; Collis *et al*, 1994 ; Ballut, 1994) dont les grandes lignes de modélisation des rythmes géodynamiques (Daugas, Raynal, Tixier, 1982 ; Daugas et Raynal, 1989) restent cependant pour l'essentiel inchangées et s'établissent comme suit.

Pendant l'Atlantique, l'extension naturelle des zones palustres ne favorisait pas la mise en valeur de la Limagne. En effet, à la suite du dernier paroxysme de la Chaîne des Puys ayant provoqué la destruction du couvert végétal des versants, les drains naturels étaient engorgés par des colluvions et par des téphras. En revanche, la plaine était envahie par la Corylaie qui, localement, pouvait atteindre 65% des espèces arbustives. Des installations du Néolithique ancien sont cependant présentes dans ces secteurs de marais puisqu'au Brézet, des épandages de céramiques épi-cardiales ont été observés (Vernet, inédit). Seules quelques installations néolithiques (Chasséen) sont connues par des fouilles anciennes ou partielles : Le Lot aux Martres-de-Veyre, Aulnat, Ménérol (figure 8/1). L'importante nécropole de Pontcharaud 2 à Clermont-Ferrand (Loison, 1987 ; Loison *et al*, 1991) située dans un point bas pourrait illustrer une gestion rationnelle des terres exploitables... (Daugas et Raynal, 1989). À ce sujet, l'étude récente d'une petite nécropole du Néolithique moyen 1 au Brézet, datée de 5630 ±40 BP (LY-10812), montre que la décomposition des corps s'est produite dans un milieu marécageux (Blaizot et Vernet, inédit). Les piémonts et les versants, occupés par la Chênaie Mixte, connurent quant à eux un peuplement plus dense, sans doute en relation avec des activités pastorales et agricoles : Corent, Gergovie, Les Côtes de Clermont, Prompsat... (Daugas, 1986 ; Vernet et Barthélémy, 1983).

Au Sub-Boréal, un abaissement du niveau de drainage lié à un surcreusement naturel des émissaires, autorisa une colonisation du Marais par les communautés du Chalcolithique - Bronze Ancien (4100-3500 BP) (figure 8/2) : n'en prenons pour exemple que les habitats de plein-air d'Orcet "Le Tourteix", Clermont-Ferrand "Les Patureaux", Les Martres-d'Artières, Targnat, Ménérol "Champ-Roy" etc (Daugas *et al*, 1983, 1986). Ces habitats, dans lesquels se multiplient les fosses-silos, révèlent une organisation villageoise dont les activités sont orientées vers l'agriculture et vers l'élevage. Ce dernier conduit les hommes à rechercher des prairies en bordure même du marais et l'on constate un déplacement progressif des installations en fonction du recul des zones palustres. Toutefois, l'importance des troupeaux de bovins et d'ovicaprins oblige à pratiquer parallèlement l'estive d'altitude (*Cf supra*). Enfin, en limite des villages, des sépultures occupent des terrains humides impropres à une mise en valeur. Dans la zone humide du Brézet, on note cependant la présence de fosses-silos et de sépultures qui peuvent être rapportées au Chalcolithique (Campaniforme) (Vernet, inédit). Ce mouvement de colonisation se poursuivra en s'amplifiant durant le Bronze final (figure 9/1).

Au début du Sub-atlantique (2700 BP), cet état d'équilibre fut rompu par une crise climatique de pluviosité excessive reconnue à l'échelle de l'Europe occidentale (Rognon, 1983). Les installations du Bronze final furent alors démantelées par les eaux (exemple du Brézet III à Clermont-Ferrand, déserté entre 2650 et 2600 BP) et l'occupation humaine se trouve en plaine "réduite aux points hauts" durant le Hallstatt moyen et final (proto-oppida). Cette délocalisation des habitats permanents et des bases économiques entraîna temporairement un recours accru aux activités pastorales puis, une conquête de nouvelles terres arables par la déforestation des plateaux (figure 9/2). La désaffectation des zones humides n'est cependant pas totale durant le Bronze final : une fosse contenant un riche mobilier du Bronze final III est présente sur le site du Brézet et des coffres sépulcraux contenant de la céramique du Bronze final ont été découverts en bordure de la dépression de Sarliève (Vernet, inédit).

La deuxième moitié du Second âge du fer fut marquée par une intense colonisation du Marais (facilitée par l'abaissement naturel du niveau de drainage), maintenue et étendue par une action anthropique visant à l'extension de l'occupation du sol. Il s'agit là d'une entreprise volontariste dont les fondements résident dans le système social et politique mis en place par l'aristocratie gauloise ("Empire arverne") et dont la justification est de procurer des ressources alimentaires à de forts effectifs humains (figure 10). La zone humide du Brézet présente toutefois une particularité notable pour la période de La Tène (du milieu du II^e siècle au tout début du I^{er} siècle av. J.-C.) ; en effet, les fouilles préventives menées récemment dans la partie Est du Brézet montrent l'absence de structure d'habitat et la rareté des fossés drainants si nombreux dans le reste de la Limagne, intensément anthropisée à cette époque. En revanche, les vestiges mis au jour dans cette zone (bâtiment rectangulaire à vocation collective ou votive, puits à libation, inhumation de cheval avec dépôt métallique, importance des lots d'amphores italiques...) conduisent à penser que cet espace puisse correspondre en fait à celui d'un vaste sanctuaire de la cité arverne (Poux et Vernet, 2001). Le marais du Brézet, maintenu dans son état naturel, pourrait ainsi correspondre au grand sanctuaire situé à l'emplacement de la capitale arverne (*Augustonemetum* ; *nemetum* = bois sacré) évoqué par le géographe *Strabon*. Le grec *Poseidonios d'Apamée*, qui séjourna en Gaule au I^{er} siècle av. J.-C., évoque d'ailleurs de fastueux festins, organisés par le grand chef arverne *Luernios*, dans de vastes enclos emplies de cuves de vin et ouverts à toutes les populations environnantes. Durant la Conquête, le retour à des conditions proches de l'état initial fut provoqué par la conjugaison de facteurs naturels et anthropiques (péjoration climatique locale et arrêt de l'entretien des drains) (figure 11/1). L'amorce d'un nouveau cycle sera le fait, à l'époque romaine, d'une prédominance de l'action humaine pour l'aménagement de l'espace en vue d'un gain de surface exploitable sur le marais (figure 11/2). Certaines zones franchement lacustres furent cependant respectées : les études récentes menées sur la dépression de Sarliève montrent que celle-ci fut occupée par un lac du Tardiglaciaire au XVII^e siècle. Cependant, ce système lacustre connut des périodes de basses eaux notables : une importante réduction du lac est en particulier attestée entre le début de l'Age de Fer et le III^e siècle de notre ère (Vernet, inédit). Durant la période historique enfin, plusieurs cycles d'exploitation de nature similaire se succédèrent, sous l'action conjuguée de phénomènes naturels à caractère catastrophique et de faits socio-politiques.

Perspectives

La Limagne occidentale a enregistré plusieurs épisodes éruptifs de la Chaîne des Puys au cours du Tardiglaciaire et de l'Holocène et il est aujourd'hui possible d'en proposer une téphrostratigraphie très fiable pour les douze derniers millénaires.

Les éruptions ont affecté les biotopes de façon beaucoup plus importante qu'on ne le pensait généralement. De larges saupoudrages trachyandésitiques sont intervenus pendant l'Allerød, modifiant nettement les environnements végétaux et perturbant pour un temps les dispositifs d'occupation du territoire par les populations préhistoriques.

Plus net encore est l'impact des éruptions trachyandésitiques et trachytiques au cours du Boréal : les téphras CF2, CF3 et CF4 se superposent *sans paléosol intercalé* et sont suivis par les recouvrements trachytiques fins du système Kilian-Vasset (CF5) et les divers produits distaux de l'éruption du Chopine, puis par les retombées du Pariou (CF6). Des groupes épipaléolithiques fréquentent alors la Limagne et ses bordures mais leurs lieux de vie actuellement connus ne sont pas directement affectés par ces éruptions.

Enfin, l'explosion d'un dôme trachytique primitif (CF7) est pénécotemporaine des installations du Mésolithique (Sauveterrien). Des téphras très récents (charnière Boréal/Atlantique et seconde moitié de l'Atlantique) ont été signalés sur le plateau des Dômes (Juvigné *et al.*, 1986) mais restent à déceler en plaine.

Ces apports téphriques répétés ont accéléré le comblement des dépressions de Limagne et perturbé considérablement l'évolution des marais jusqu'au début de l'Atlantique. Par la suite, les paysages de la plaine ont évolué sous l'emprise conjuguée des variations climatiques globales, de la tectonique régionale qui fixe la disposition et l'évolution du réseau de drainage naturel et sous l'action répétée des communautés humaines successives.

Les marais de la plaine de Limagne constituent un exceptionnel enregistreur des variations des milieux et des activités humaines tardiglaciaires et holocènes dont la résolution peut être considérablement améliorée dans un proche avenir avec une collaboration plus étroite des archéologues et des environmentalistes.

Remerciements : Ce travail a été conduit dans le cadre du GDR 1122 CNRS *Hommes et volcans avant l'Histoire* et a bénéficié des soutiens du Ministère de la Culture et des Régions Aquitaine et Auvergne dans le cadre du programmes *Espaces volcaniques préhistoriques*.

ILLUSTRATIONS

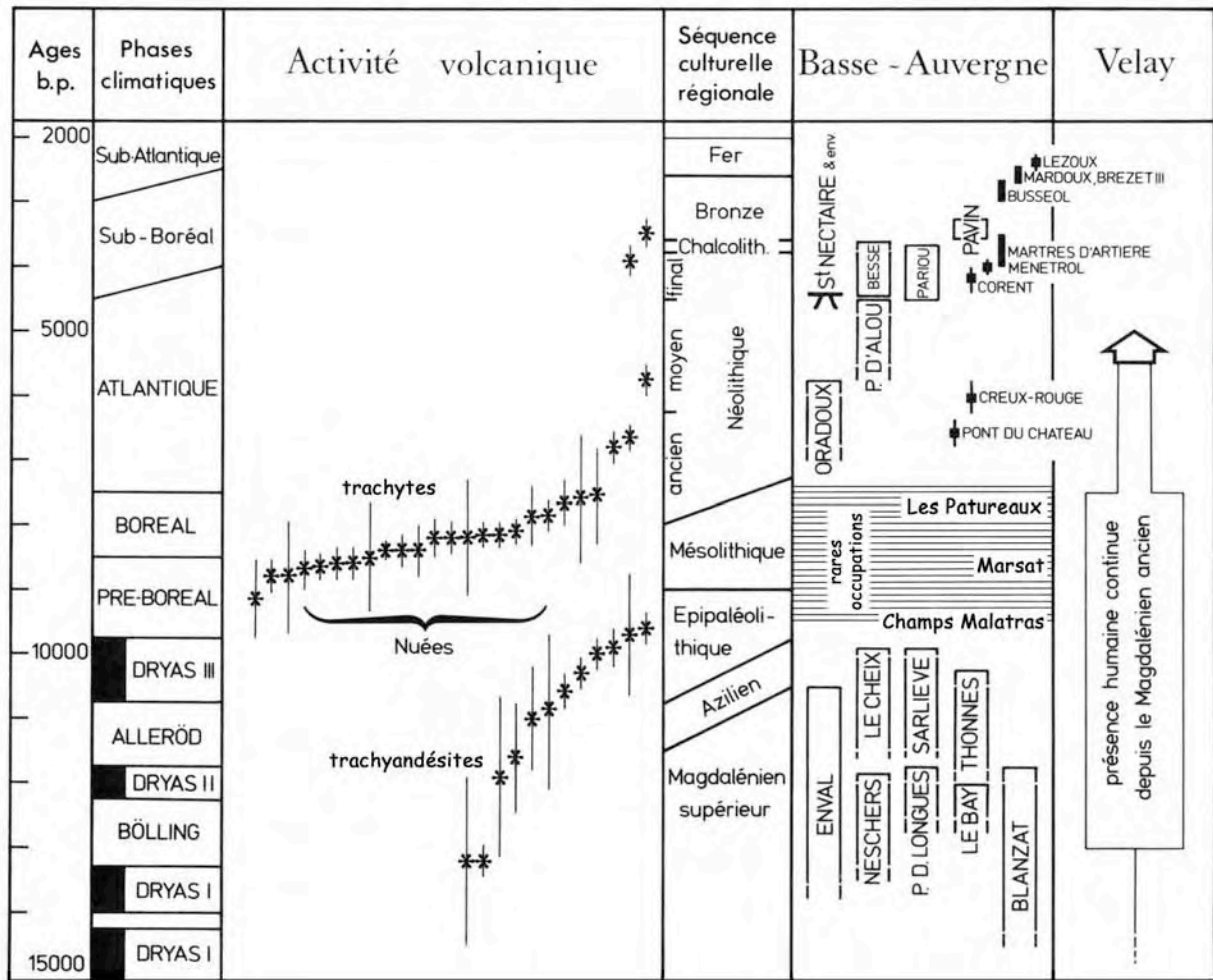


Figure 1 : Ce tableau rassemble les informations concernant le Tardiglaciaire et l'Holocène. En Basse-Auvergne, l'implantation des différents groupes du Paléolithique final et des civilisations post-glaciaires semble partiellement tributaire des phénomènes et des produits du volcanisme. Noter en comparaison la continuité de l'occupation en Velay (d'après Raynal et Daugas, 1984, révisé).

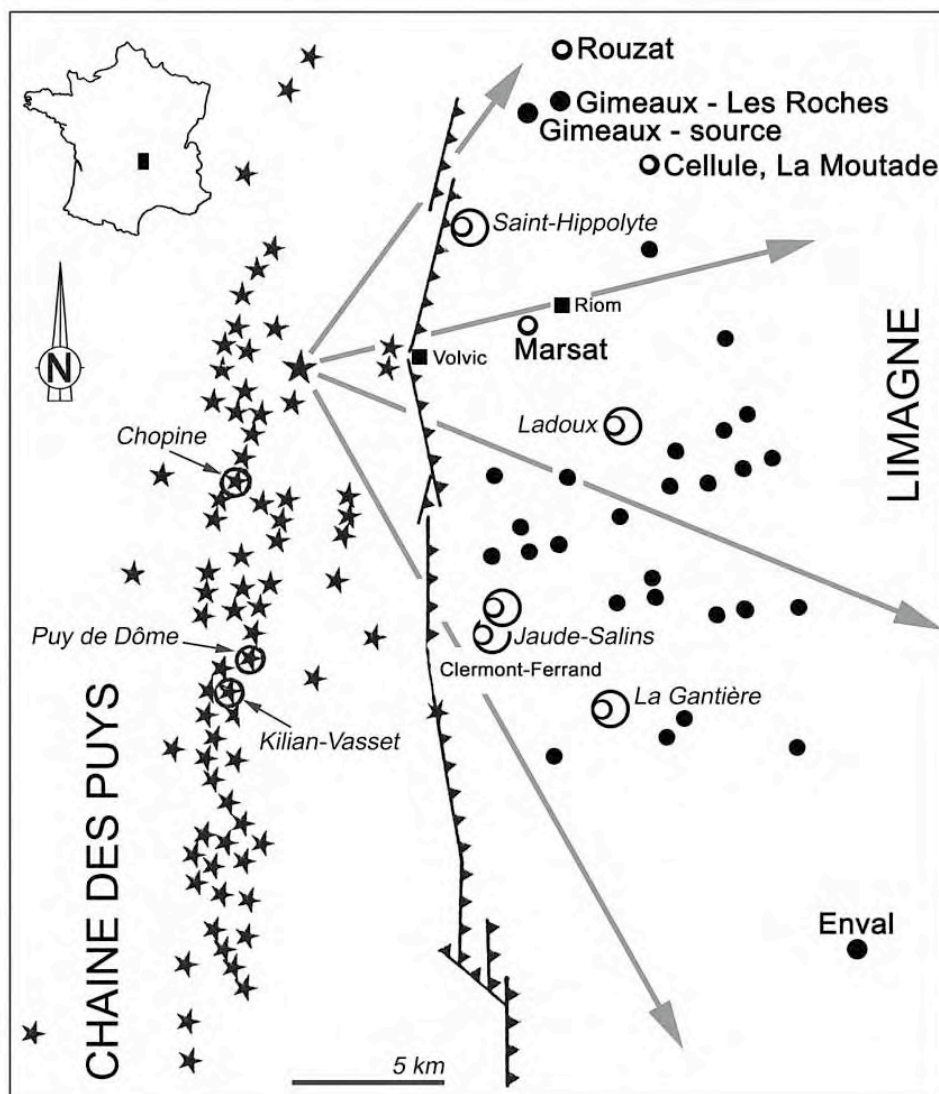


Figure 2 : Points d'observation du téphra CF1 en Limagne occidentale (points noirs) dans le contexte volcanique régional : volcans de la Chaîne des Puys représentés par des étoiles noires, dômes trachytiques majeurs cités dans le texte (étoiles cerclées), et maars basaltiques de Limagne (croissants cerclés). L'extension minimum du panache éruptif issu du Puy de la Nugère et responsable de la dispersion de CF1 est indiquée par les flèches grises. Les cercles marquent les localités-types de quelques autres téphras marqueurs.

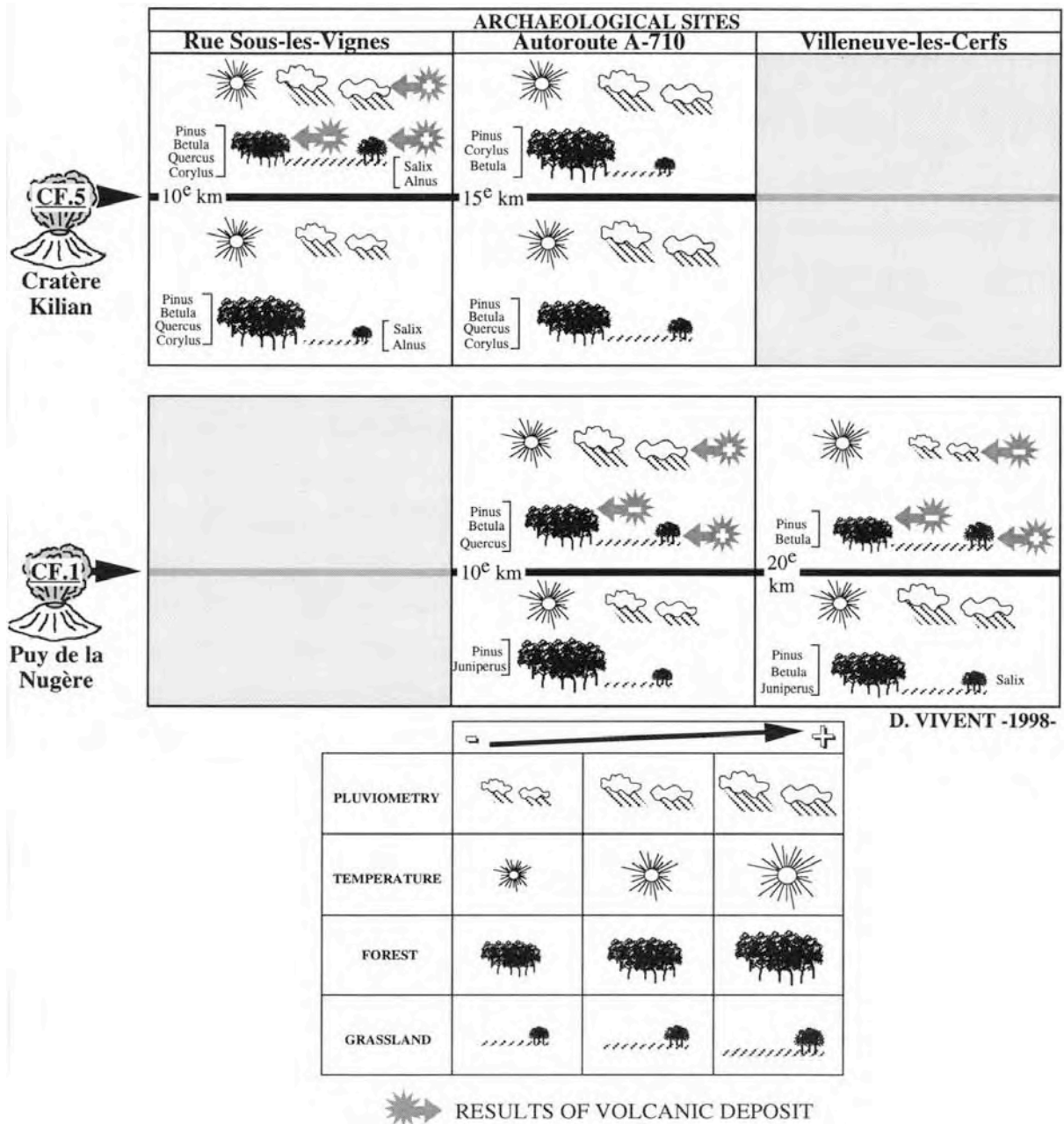


Figure 3 : Climat et environnement végétal de part et d'autre des téphras CF1 et CF5 dans trois sites de Limagne (d'après Vivent et Vernet, 2001).

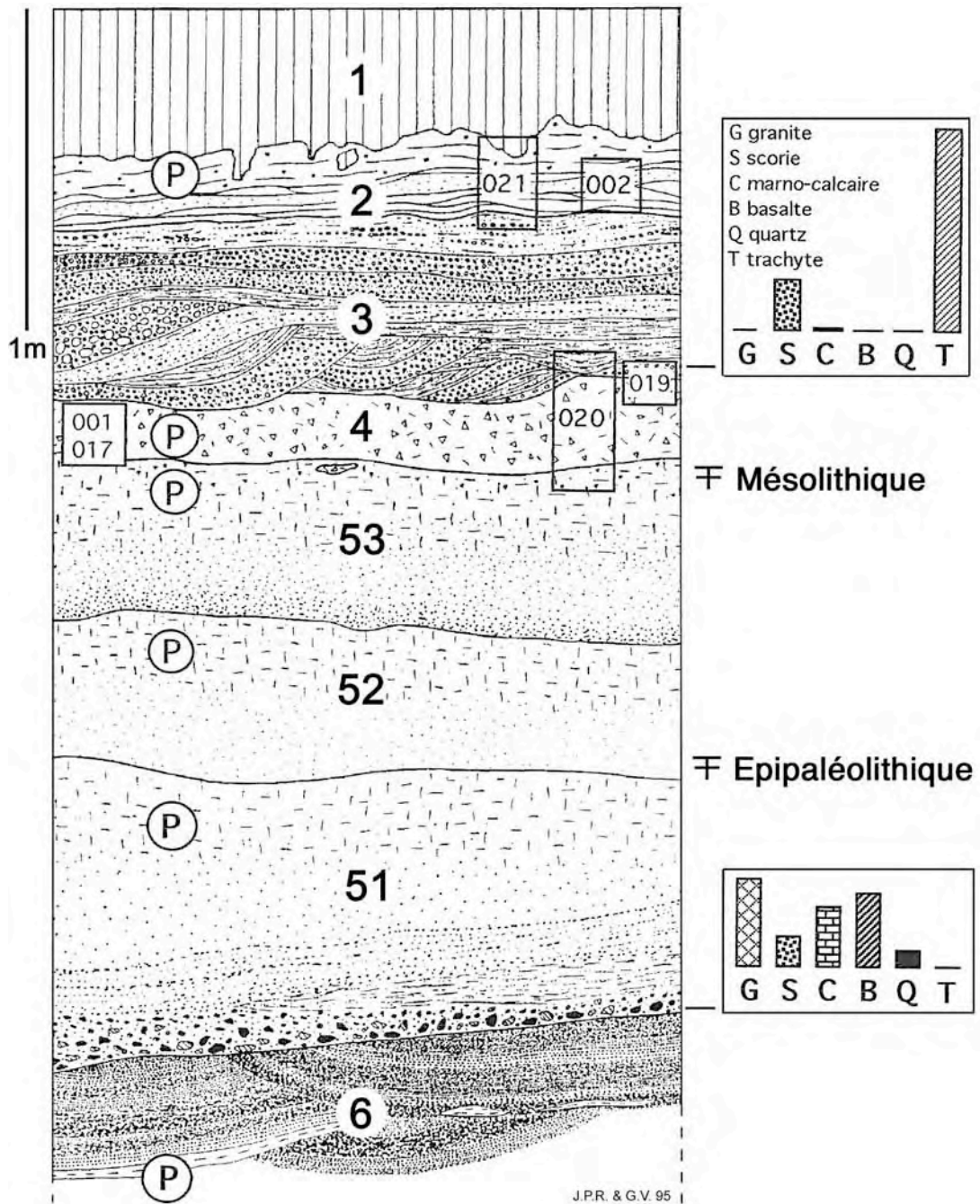


Figure 4 : Marsat (Les Pradelles), coupe sud. 6, 51, 52, 53 : alluvions du ruisseau de Mirabel et position des niveaux archéologiques. 4, 3, 2 : Formation de Marsat avec coulée de boue (4) et écoulements synéruptifs (3), retombées de panache (2).

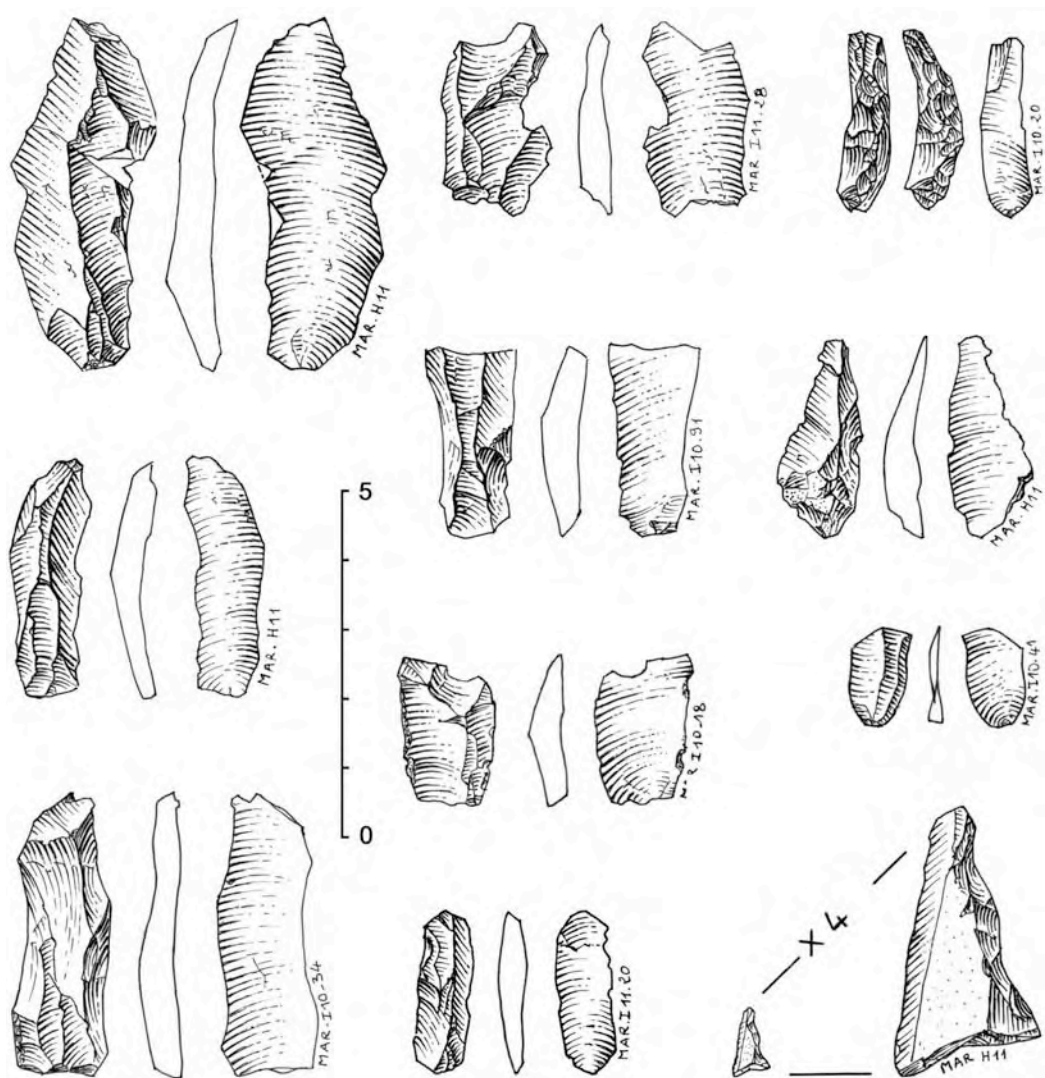


Figure 5 : Marsat (Les Pradelles) : industrie lithique lamellaire et laminaire du niveau archéologique 51 (dessin M. Hirbec-Raynal). Le microlithe figuré en bas à droite provient du sommet du niveau 53, directement recouvert par les dépôts éruptifs de la Formation de Marsat.

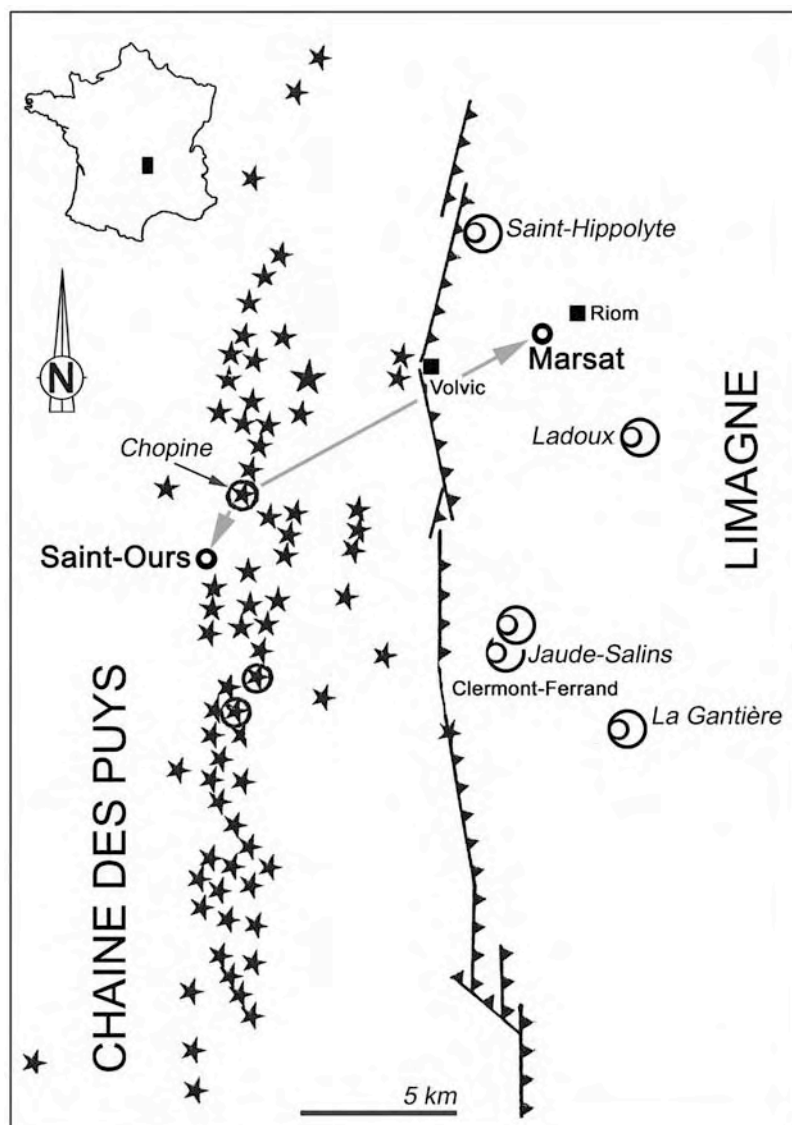


Figure 6 : Dispersion des produits du Puy Chopine dans le contexte volcanologique local (même symbolique que la figure 2).



Figure 7 : Téphra CF7 : fragments anguleux de trachyte provenant de l'explosion d'un dôme primitif de la Chaîne des Puy.

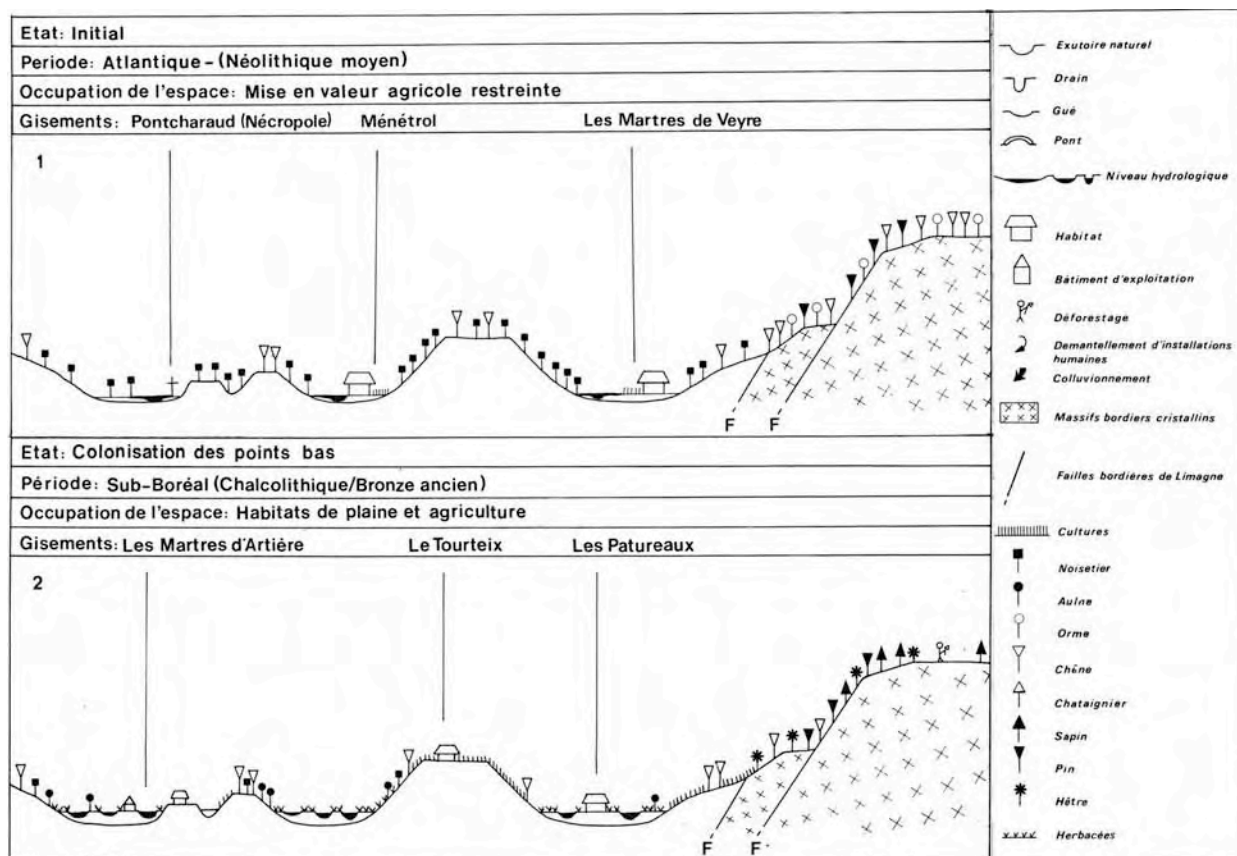


Figure 8 : L'occupation humaine des grandes plaines alluviales en fonction des mutations des milieux physiques et biotiques à l'Holocène. Exemple de la Grande Limagne de l'Atlantique au Sub-Boréal.

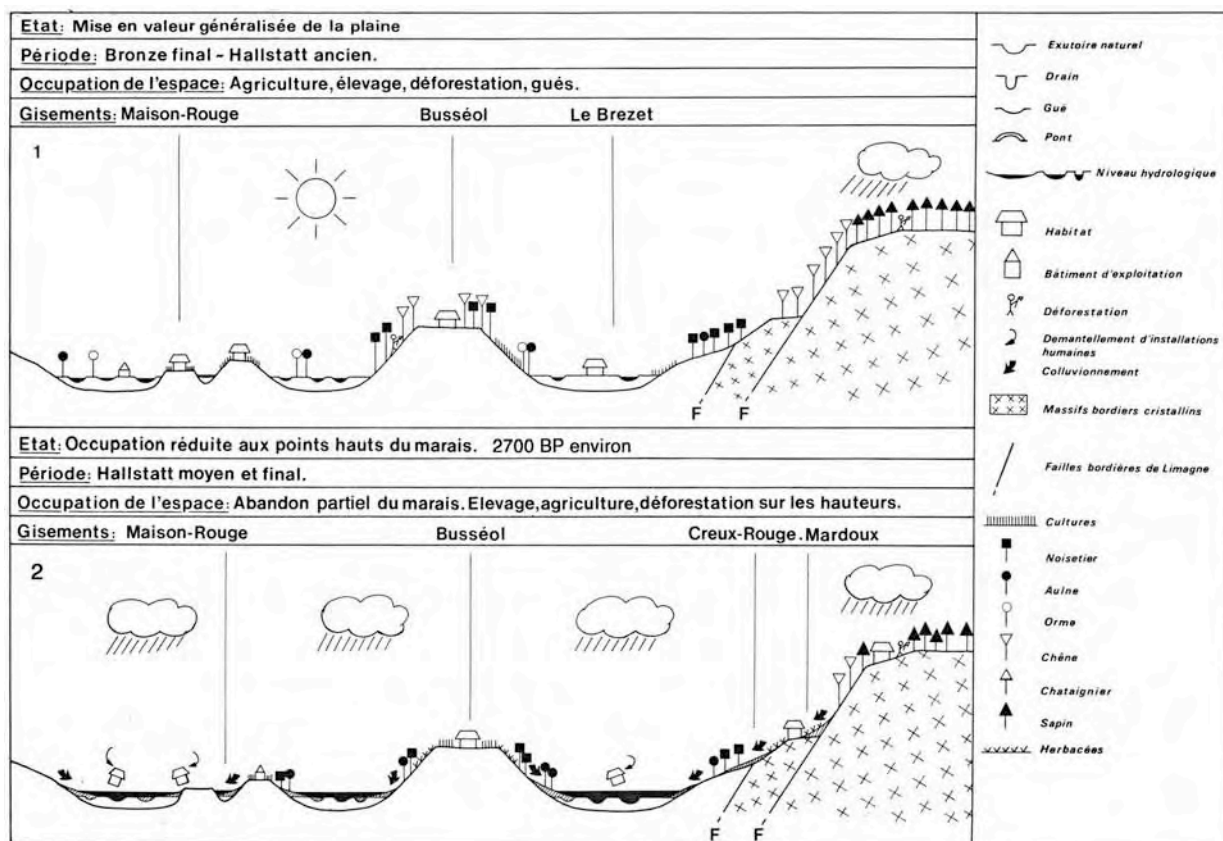


Figure 9 : L'occupation humaine des grandes plaines alluviales en fonction des mutations des milieux physiques et biotiques à l'Holocène. Exemple de la Grande Limagne de l'époque du Bronze ancien à celle du Hallstatt final.

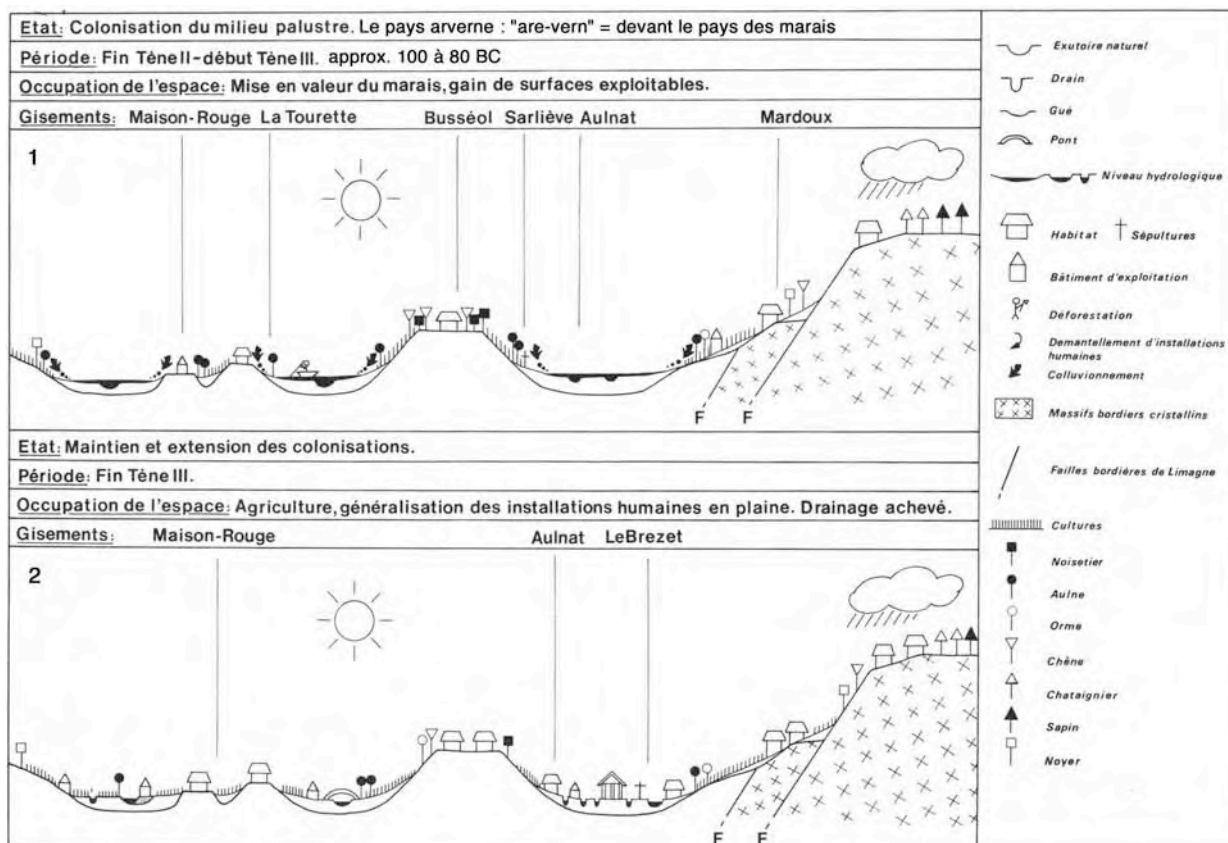


Figure 10 : L'occupation humaine des grandes plaines alluviales en fonction des mutations des milieux physiques et biotiques à l'Holocène. Exemple de la Grande Limagne aux époques de la Tène 2 et de la Tène 3.

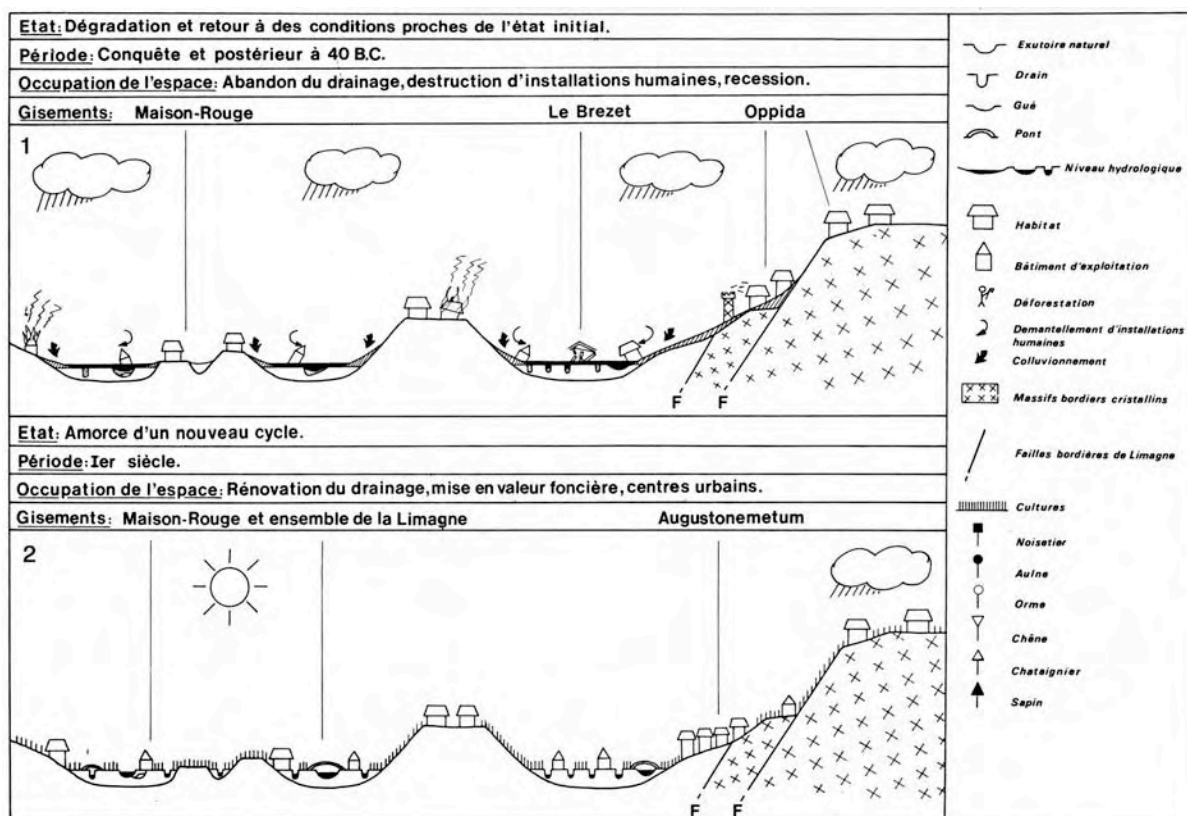


Figure 11 : L'occupation humaine des grandes plaines alluviales en fonction des mutations des milieux physiques et biotiques à l'Holocène. Exemple de la Grande Limagne, de la Conquête au Premier siècle après J.C.

REFERENCES

- BALLUT C., (1994) - *Evolution de la morphogénèse et de la géographie du peuplement dans la Limagne des marais*. Institut de géographie, Université de Clermont-Ferrand II, 103 p.
- BAUDRY D. & CAMUS G.(1972) - Les projections volcaniques de la Chaîne des Puys et leurs utilisations. *Bull. du B.R.G.M.*, (2), II, 2, 1-52.
- BENTON Y.K. (1955) - *La chaîne des Puys (Massif central français) recherches géologiques et pétrographiques*. Bull. du Service de la Carte Géologique de la France, N°242, Tome LII, 1954, 787 p.
- BLAIS S., MAURY R., BROUSSE R. (1971) - Contribution à l'estimation des vitesses de creusement des cours d'eau au flanc de coulées basaltiques. *Travaux de l'Institut de Géographie*, XLIII, Faculté des Lettres de Clermont-Ferrand, 3-15.
- BROUSSE R., DELIBRIAS G., LABEYRIE J., RUDEL A. (1969) - *Eléments de chronologie des éruptions de la Chaîne des Puys*. Bulletin de la Société géologique de France, 7ème série, XI, 770-793.
- CAMUS G.(1975) - *La Chaîne des Puys: étude structurale et volcanologique*. Annales Scientifiques de l'Université de Clermont, N°56, Géol. Minéral., fasc. 28, fig. 68, 322 p.
- COLLIS J., DUNKLEY J., GUICHARD V., MENNESSIER-JOUANNET C., (1994) - Programme de recherche "Le peuplement des Limagnes à l'Âge du fer", rapport d'activité de l'année 1994., 57p.

DAUGAS J.-P. (1986). - Quelques aspects nouveaux du Néolithique du Massif central. *In Le Néolithique de la France*, Paris, Picard, 463 pages.

DAUGAS J.P. et RAYNAL J.P. (1979) - Remarques sur le milieu physique et le peuplement humain en Auvergne à la fin des temps glaciaires. *In La fin des temps glaciaires en Europe*, CNRS Ed., Paris (1979), t. 2, 545-562.

DAUGAS J.P. et RAYNAL J.P. (1989) - Quelques étapes du peuplement du Massif central français dans leur contexte paléoclimatique et paléogéographique. *In LAVILLE H. : Variations de paléomilieux et peuplement préhistorique*, CNRS Ed., Cahiers du Quaternaire, 1989, n° 13, 67-95.

DAUGAS J.P. et RAYNAL J.P. (1991a) - L'homme et les volcans : mésolithisation et néolithisation dans le Massif central français. *113e Congr. nat. Soc. sav., 1988, Strasbourg, Mésolithique et Néolithisation*, 127-146, 3 fig., 3 tabl.

DAUGAS J.P. et RAYNAL J.P. (1991b) - Les chasseurs de la préhistoire face aux dangers du volcanisme. *La dépêche du parc, Bull. d'information du parc naturel régional des volcans d'Auvergne, supplément scientifique*, N°5, juin 1991, 4-5.

DAUGAS J.P. et TIXIER L. (1975) - Variations paléoclimatiques de la Limagne d'Auvergne. *Bulletin de l'Association française pour l'étude du Quaternaire*, 47, 203-235.

DAUGAS J.P., RAYNAL J.P. et TIXIER L. (1982). - Variations du milieu physique et occupation du sol au Second Âge du fer en Grande Limagne d'Auvergne. *in Le deuxième Âge du fer en Auvergne et en Forez et ses relations avec les régions vosines*, Sheffield-Saint-Etienne, Collis, Duval, Perichon Ed., p.10-20.

DAUGAS J.P. et TIXIER L. (1975). - Variations paléoclimatiques de la Limagne d'Auvergne. *In approche écologique de l'Homme fossile*, supplément au bulletin de l'AFEQ, n°47, 1977, p.203-235.

DAUGAS J.P. et TIXIER L. (1977) - Les variations du paysage de la plaine de la Limagne d'Auvergne durant l'Holocène, du Tardiglaciaire à l'époque actuelle. *Actes du colloque "Archéologie et Paysage"*, in *Caesorodunum*, 1978, n° 13, t.2, p. 429-444.

DAUGAS J.P., LOISON G., VITAL J., (1983) - L'Age du bronze en Auvergne. *In Les inédits de la Préhistoire auvergnate*, Clermont-Ferrand, Musée Bargoin, 233-253.

DAUGAS J.P., RAYNAL J.P., TIXIER L. et LOISON G. (1986). - Cycles géodynamiques et cycles d'exploitation du Marais de Grande Limagne. Puy-de-Dôme. *11è réunion des Sciences de la Terre, Clermont-Ferrand*, p.48.

ETLICHER B., JANSSEN C., JUVIGNE E., Van LEEUWEN J.F.N. (1987) - Le Haut Forez (Massif central, France) après le pléni-glaciaire würmien: environnement et tephra du volcan de la Nugère. *Bulletin de l'Association française pour l'étude du Quaternaire*, 4, 229-239.

FAIN J., ERRAMLI H., MIALLIER D., MONTRET M., SANZELLE S. (1986) - Datation par thermoluminescence d'un appareil volcanique trachytique : le Puy de Dôme. *11è R.S.T.*, Clermont-Ferrand, S.G.F. Ed., Paris, 63.

FAIN J., ERRAMLI H., MIALLIER D., MONTRET M., SANZELLE S. (1991) - Datation par thermoluminescence d'un appareil volcanique trachytique: le Puy de Dôme. *in J.P. RAYNAL et D. MIALLIER: Datation et Caractérisation des Milieux Pléistocènes*, Cahiers du Quaternaire, CNRS Ed., n° 16, 53-62.

GLANGEAUD P., (1906) - La liquéfaction de l'acide carbonique volcanique. La fontaine empoisonnée de Montpensier. *C. R. Acad. Sc. Paris*, 26 juillet.

GOER DE HERVE A. de, CAMUS G., MIALLIER D., SANZELLE S., FALGUERES C., FAIN J., MONTRET M., PILLEYRE T. (1993) - Le puy de Gravenoire et ses coulées, dans l'agglomération de Clermont-Ferrand (Massif central français): un modèle inhabituel d'avalanche de débris, déclenchée par

une éruption stromboliennne en climat périglaciaire. *Bulletin de la Société géologique de France*, 164, n° 6, 783-793.

GOURGAUD A. et CAMUS G. (1984) - Magma Mixing at La Nugère Volcano (Chaîne des Puys, Massif central, France) : Role in the Trachyandesites Genesis. *Bull. Volcanol.*, 47/4, p. 781-805.

GUERIN G. (1983) - *Thermoluminescence des plagioclases. Méthode de datation du volcanisme. Applications au domaine volcanique français: Chaîne des Puys, Mont Dore et Cézallier, Bas Vivarais*. Thèse d'Etat, Université Pierre et Marie Curie, Paris, 253 p.

GUICHARD V., (1991) - Rapport de prospection inventaire 1991, bassin de l'Artière, Sud de la Grande Limagne (Puy-de-Dôme). Programme de recherche "Le peuplement des Limagnes à l'Âge du fer".

JUVIGNE E. (1983) - Un marqueur stratigraphique supplémentaire dans les tourbières du Cantal : la retombée volcanique de la Taphanel. *Bulletin de l'Association française pour l'étude du Quaternaire*, 13, 3-7.

JUVIGNE E. (1987) - Un marqueur stratigraphique à large dispersion dans le Massif central français: la retombée du volcan Chopine vieille d'environ 8500 ans B.P., *C. R. Acad. Sc. Paris*, t. 304, série II, n° 4, 187-190.

JUVIGNE E. (1991) - Distribution de vastes retombées volcaniques originaires de l'Eifel et du Massif central aux temps post-glaciaires dans le NE de la France et les régions voisines. *C. R. Acad. Sc. Paris*, tome 312, Série II, 415-420.

JUVIGNE E. (1992) - Distribution of widespread Late Glacial and Holocene tephra beds in the French Central Massif. *Quaternary international*, 13/14, 180-185.

JUVIGNE E., BASTIN B., GEWELT M. (1986) - Découverte de retombées volcaniques d'âge Holocène dans la Chaîne des Puys septentrionale (Massif central, France). *Revue des Sciences naturelles d'Auvergne*, 52, 33-36.

JUVIGNE E., KROONENBERG S.B., WELDKAMP A., EL ARABI A., VERNET G. (1992) - Widespread Allerød and Boreal trachyandesitic to trachytic tephra layers as stratigraphical markers in the Massif central, France. *Quaternaire*, 3, (3-4), 137-146.

LOISON G., (1987) - La nécropole néolithique de Pontcharaud 2. *ARENERA* n° 3, Lyon, 84-90.

LOISON G., GISCLON J.L., LAGRUE A., (1991) - La nécropole de Pontcharaud dans le cadre de nouvelles approches du peuplement néolithique de Basse Auvergne. *In Identité du Chasséen, Actes du colloque international de Nemours*, 1989, Mémoire du Musée de Préhistoire d'Ile de France, vol. 4, 399-408.

MARTINI J. (1970) - Recherches de retombées volcaniques quaternaires dans le S.E. de la France et la Suisse occidentale. *Arch. Sci. Genève*, 23, 641-674.

MICHON L., (1996). *Le Cratère Kilian et le Puy Vasset : mécanismes éruptifs et distinction des produits proximaux et distaux. Comparaison avec le cratère-lac Pavin et le Puy Chopine*. Mémoire de travail d'étude et de recherche, Université de Clermont II, 20 p.

PARVILLE H. de, (1906) - *Journal des débats*, n° 212, 2 août 1906.

PASTY J.F., ALIX P., BALLUT C., GRIGGO C., MURAT R., (2002) - Le gisement épipaléolithique de Champs Chalatras (Les Martres-d'Artière, Puy de Dôme) : données préliminaires. *Bulletin de la Société préhistorique française*, tome 99, 1, 138-140.

PELLETIER H. (1964) - Erosion de la vallée de la Monne depuis les dernières éruptions de la chaîne des Puys. *Actes du quatre-vingt-huitième congrès national des Sociétés savantes*, Clermont-Ferrand, 1963, Imprimerie Nationale, Paris, 153-158.

POUX M. et VERNET G., (2001) – Sanctuaire protohistorique, *l'Archéologue, Archéologie Nouvelle*, n°54, juin-juillet 2001, pp. 42-45.

RAYNAL J.P. et DAUGAS J.P. (1984) - Volcanisme et occupation humaine préhistorique dans le Massif central français : quelques observations. *Revue archéologique du Centre de la France*, t. 23, vol. 1, 7-20.

RAYNAL J.P. et DAUGAS J.P. (1989) - Le peuplement paléolithique d'Auvergne. *La Recherche*, n° 210, vol. 20, 690-691.

RAYNAL J.P. ET DAUGAS J.P. (1991) - L'homme et les volcans: occupation de l'espace régional à la fin des temps glaciaires dans le Massif central français. in *Le peuplement magdalénien. Paléogéographie physique et humaine*, Actes du Colloque de Chancelade, CTHS Ed., 11-120.

RAYNAL J.P. ET SANZELLE S. (1989) - Préhistoire en domaine volcanique: exemple de la Basse Auvergne. in *Le Temps de la Préhistoire*, Société préhistorique française et Archéologia Ed., tome 1, 128-129.

RAYNAL J.P., DAUGAS J.P., PELLETIER H. (1979) - Etudes quaternaires en Grande Limagne d'Auvergne. II: les dépôts de versant du Creux-Rouge, commune de Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme). *Nouvelles archives du Muséum d'Histoire naturelle de Lyon*, fasc. 17, suppl., 87-95.

RAYNAL J.P., PAQUEREAU M.M., DAUGAS J. (1981) - Contribution à l'étude chronostratigraphique des formations volcano-sédimentaires de la Chaîne des Puys. *Nouvelles archives du Muséum d'Histoire naturelle de Lyon*, fasc.19, suppl., 59-64.

RAYNAL J.P., MIALLIER D., VERNET G., FAIN J., CAMUS G., MONTRET M., DAUGAS J.P., SANZELLE S. (1989) - Extension de la datation par thermoluminescence à une retombée trachy-andésitique rapportée au Puy de Pariou (Chaîne des Puys, France). *C. R. Acad. Sci. Paris*, t. 308, Série II, 1547-1552.

RAYNAL J.P., VERNET J.P., FAIN J., MIALLIER D., MONTRET M., PILLEYRE T., SANZELLE S., DAUGAS J.P. (1994) - Téphrostratigraphie et préhistoire des 160 derniers millénaires en Limagne d'Auvergne (Massif central, France). *Bulletin de la Société préhistorique française*, t. 91, n°2, 149-157.

RAYNAL J.P., VERNET G., VIVENT D., 1998 - Des Volcans et des Hommes depuis le dernier interglaciaire en Basse Auvergne (Massif central, France). In *C. Albore-Livadie e F. Ortolani ed., Il sistema Uomo-Ambiente tra passato e presente*, Edipuglia, Bari, 197-220.

SAINTOT S., PASTY J.F., BALLUT C., FONTANA L., GEORJON C., JEANNET M., TREFFORT J.M., VERNET G. (2001) - *Rapport de la fouille : Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme), Les Patureaux, Document Final de Synthèse.*

STRABON. - *Géographie*. F. Lasserre. C.U.F., Paris.

VERNET G. (1992) - *Message du volcanisme régional dans les formations quaternaires de Limagne occidentale (Massif central français). Minéraux denses et retombées.* Thèse de l'Université de Bordeaux 1, n° 724, 335 p.

VERNET G. et BARTHELEMY S. (1983). - Nouvelles données sur le Chasséen en Basse-Auvergne. *Bulletin de la société d'anthropologie du Sud-Ouest*, t.18,N°3, p.127-132.

VERNET G. et RAYNAL J.P. (1995) - La Tephra des Roches, marqueur du volcanisme contemporain de la fin du Magdalénien dans le Massif central français. *C. R. Acad. Sci. Paris*, t. 321, série IIa, 713-720.

VERNET G. et RAYNAL J.P. (2000a) - Un cadre téphrostratigraphique réactualisé pour la préhistoire tardiglaciaire et holocène de Limagne (Massif central, France). *C. R. Acad. Sci. Paris, Sciences de la terre et des planètes*, 330, 399-405.

VERNET G. et RAYNAL J.P., (2000b) - Hommes et volcans en Basse-Auvergne préhistorique. *Revue d'Auvergne*, 554/555, n°1/2, tome 114, *Nouvelles archéologiques. Du terrain au laboratoire...*, 76-87.

VERNET G. et RAYNAL J.P. (2001) - Tephrostratigraphy of the Limagne revisited. Implications for Late Glacial and Holocene Prehistory. In *Tephros, chronology, archaeology*, ss la dir. de E. Juvigné et J.P. Raynal, Les dossiers de l'Archéo-Logis n°1, CDERAD éd., 11-116.

VERNET G., RAYNAL J.P., FAIN J., MIALLIER D., MONTRET M., PILLEYRE T., SANZELLE S, (1998) - Tephrostratigraphy of the last 160 ka in Western Limagne (France). *Quaternary International*, vol. 47/48, 139-146.

VERNET G. et PAQUEREAU M.M. (1986) - Le cours moyen de la Morge (Puy-de-Dôme) au Pléistocène : éléments de chronologie et de paléoenvironnements. *11ème Réunion Annuelle des Sciences de la Terre*, Clermont-Ferrand, S.G.F. Ed., 181.

VERNET G. et PAQUEREAU M.M., (1991)- Le cours moyen de la Morge et de ses affluents (Puy de Dôme, France) au Pléistocène: éléments de chronologie et de paléoenvironnements. in J.P. RAYNAL et D. MIALLIER: *Datation et caractérisation des milieux pléistocènes*, Cahiers du Quaternaire, n° 16, CNRS. Ed., 431-449.

VERNET G., RAYNAL J.P., VIVENT D., (1996). La téphra de la rue Sous-les-Vignes, marqueur en Limagne du volcanisme trachytique postglaciaire de la Chaîne des Puys. *C. R. Acad. Sc., Paris*, t. 323, série IIa, 325-331.

VERNET G., RAYNAL J.P., MIALLIER D., PILLEYRE T., FAIN J., SANZELLE S., MONTRET M. (1990) - La retombée de la Moutade, marqueur stratigraphique de l'Allerød en Limagne septentrionale (Massif central, France). *C. R. Acad. Sci. Paris*, t. 310, série II, 1077-1082.

VERNET G., RAYNAL J.P., GUADELLI J.L., VIVENT D., KIEFFER G., CAMUS G., PILLEYRE T., MIALLIER D., SANZELLE S., FAIN J., MONTRET M., (2001) - L'éruption trachytique du Puy Chopine (Puy-De-Dome, France) : Impacts proximaux et distaux et implications écoarchéologiques In *Tephros, chronology, archaeology*, ss la dir. de E. Juvigné et J.P. Raynal, Les dossiers de l'Archéo-Logis n°1, CDERAD éd., 227-234.

VIVENT D. et VERNET G., (2001) - Apport de la palynologie à l'étude des retombées volcaniques tardiglaciaires et holocènes de la Chaîne des Puys enregistrées en Limagne (France). In *Tephros, chronology, archaeology*, ss la dir. de E. Juvigné et J.P. Raynal, Les dossiers de l'Archéo-Logis n°1, CDERAD éd., 255-262.