Zeitschrift: Cahiers d'archéologie romande
Herausgeber: Bibliothèque Historique Vaudoise
Band: 120 (2011)

Rubrik: Paysage vert

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 02.10.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Paysage vert

Paysage... Landschaft... Paesaggio..., 2011, CAR 120 : 11-18

Du pollen aux paysages : nouvelles méthodologies pour reconstituer les paysages

Florence Mazier[1] & Marie-José Gaillard[2]

[1] Laboratoire de Géographie de l'Environnement (GEODE), UMR 5602 CNRS, Université Toulouse-Le Mirail, 5 allée A. Machado, F-31058 Toulouse Cedex, France.
E-mail :florencemazier@yahoo.fr

[2] Department of Biology and Environmental Science, University of Kalmar, Sweden

Résumé : Les données polliniques fossiles offrent la possibilité de reconstituer l'histoire de la végétation à différentes échelles spatio-temporelles. Récemment, des modèles de la relation pollen-végétation qui prennent en compte les processus de dispersion et de déposition des pollens ont été développés pour interpréter et convertir les assemblages polliniques en pourcentage de couverture de plantes, groupes de plantes ou composantes paysagères pour une échelle régionale (≥ 50 km) et locale (≤ 2 km) autour des points d'enregistrements. Des reconstitutions quantitatives du couvert végétal dans le passé sont nécessaires pour résoudre les questions de recherche actuelles dans les domaines de l'histoire des climats, de l'archéologie et de la conservation (entretien) des paysages.

Dans un premier volet, cet article exposera les nouveaux concepts, outils développés par le réseau POLLANDCAL (POLlen LANDscape CALibration) pour reconstituer le couvert végétal régional et local à partir des données polliniques fossiles en utilisant deux modèles : REVEALS (Regional Estimates of Vegetation Abundance from Large Lakes) et LOVE (Local Vegetation Estimates). Puis, dans un deuxième volet, nous illustrerons la mise en place de cette démarche quantitative sur le massif jurassien et les premiers résultats obtenus.

Mots-clés : Analyses polliniques, reconstitution quantitative de la végétation, algorithme de reconstitution des paysages, modèles, massif jurassien.

Introduction

La reconstitution de la flore et des paysages passés est devenue non seulement un enjeu important dans la communauté des paléoécologues et palynologues mais également dans d'autres champs disciplinaires tels que la climatologie, la biologie de la conservation et l'archéologie. La reconstitution quantitative et diachronique de la couverture de végétation en terme de pourcentage de couverture de plantes, groupes de plantes ou composantes paysagères permettra d'apporter des éléments de réponse aux débats scientifiques actuels :

Changements climatiques : récemment, Ruddiman (2003) a émis l'hypothèse selon laquelle les premières traces de l'influence de l'Homme sur le climat remonteraient à 8000 ans et se traduiraient par une augmentation des concentrations atmosphériques en CH_4 et CO_2. Cette augmentation serait liée à l'action de l'Homme sur la couverture de végétation en modifiant, notamment au Néolithique avec l'arrivée de l'agriculture, la proportion du *ratio* espaces ouverts/fermés. Cette hypothèse, à la fois controversée et confirmée par la communauté des climatologues (Claussen *et al.*, 2005 ; Crucifix *et al.*, 2005 ; Ruddiman, 2005), ouvre de nouvelles perspectives de recherche. Les changements de la couverture forestière, liés ou non à l'action de l'homme, peuvent avoir des effets rétroactifs sur le climat (à l'échelle régionale), en modifiant l'albédo, l'évapotranspiration, les flux de carbone. Les cartes de l'évolution de la végétation et de la couverture forestière pour l'Holocène permettront de préciser le rôle de la végétation dans les changements climatiques.

Biodiversité : dans un souci actuel de conservation de la biodiversité, il est nécessaire de comprendre les processus à long terme et les dynamiques de végétation à l'origine des paysages que l'on désire actuellement conserver. F.W.M. Vera (2000) a suggéré que les forêts « primitives » d'Europe de l'Ouest, jusqu'alors perçues comme des

forêts fermées, trouveraient leur analogue actuel dans les pâturages boisés. Ces forêts auraient été composées d'une mosaïque de prairies, de bosquets, d'arbres groupés et isolés, et résulteraient de l'action des grands herbivores. Cette nouvelle hypothèse, certes discutée (Mitchell, 2005 ; Moore, 2005), implique d'acquérir de nouvelles connaissances sur l'évolution des écosystèmes et des facteurs qui la contrôlent, ce qui permettra de définir des stratégies appropriées pour la restauration et la conservation des habitats. Or il n'est pas aisé, voire impossible, d'accéder à ces informations dans le long terme et notamment pour des périodes non documentées par des textes. Seules les études paléoenvironnementales, par la reconstitution des paysages anciens, sont en mesure d'apprécier l'effet de la dynamique de végétation sur la biodiversité et la durabilité des milieux.

Archéologie spatiale : de même, les cartes de végétation, pour des périodes ciblées, proposeront une distribution spatiale des différents types d'utilisation du sol (culture, pâturage) dans un paysage donné et évalueront leur expansion au cours du temps. Ces cartes viendront appuyer ou corriger les hypothèses des archéologues sur la répartition spatiale des activités humaines autour des sites.

La plupart des palynologues utilisent le pourcentage des pollens non arboréens (NAP) fossiles pour accéder au degré d'ouverture d'un paysage, qu'il soit induit par des processus naturels et/ou anthropiques (Berglund, 1991 ; Mitchell, 2005). Cependant, la relation pourcentage NAP/ouverture du paysage s'avère plus complexe du fait de sa non linéarité, comme il fut démontré théoriquement et empiriquement par Broström *et al.* (1998) et Sugita *et al.* (1999). Ces auteurs ont prouvé qu'un degré différent d'ouverture du paysage pouvait se traduire par le même pourcentage des NAP. La relation pollen/végétation établie pour un bassin de déposition pollinique est fortement influencée par la proportion des grains de pollen issus de la flore régionale (apport pollinique lointain), celle-ci variant d'une région à une autre.

Dès lors, des méthodes plus précises et plus objectives pour reconstituer quantitativement la végétation sont nécessaires. *Quels sont les paramètres à prendre en compte pour modéliser la végétation passée ? Quels sont les facteurs qui affectent la charge pollinique enregistrée dans un bassin sédimentaire (lacs, tourbière, marais…) ? Pour quelles échelles spatiales s'effectuent les différentes reconstitutions ?* Pour répondre à ces questions, le réseau POLLANDCAL[1] a réuni (2001-2005) une équipe internationale de chercheurs pour développer des outils de modélisation afin de reconstituer quantitativement les paysages anciens. Les modèles (Extented R-Value) décrivent et simulent la dispersion et la déposition des grains de pollen, établissent la relation entre la proportion pollinique et l'abondance des plantes et quantifient l'aire source pollinique à l'origine du spectre pollinique pour différents types/tailles de bassins (Parsons & Prentice, 1981 ; Prentice & Parsons, 1983 ; Prentice, 1985 ; Sugita, 1993, 1994).

S. Sugita (2007a, b) a proposé une nouvelle approche, l'algorithme de reconstitution des paysages (Landscape Reconstruction Algorithm – LRA), pour reconstituer quantitativement la couverture de végétation à partir des données polliniques fossiles (Fig. 1). Cet article posera brièvement les bases théoriques des concepts et outils développés par le réseau POLLANDCAL et illustrera notre propos par un cas pratique dans le massif jurassien.

Reconstitution quantitative des paysages : nouvelle avancées méthodologiques – L'algorithme de reconstitution des paysages

Définir l'échelle spatiale du paysage reflétée dans les spectres polliniques actuels et/ou passés reste un des enjeux majeurs des palynologues. Sans l'identification de cette échelle spatiale, la reconstruction et l'interprétation de la dynamique de la végétation et des paysages à partir des données polliniques n'a pas de sens (Sugita, 1994). Des études empiriques et des simulations ont montré que plus la taille du bassin est restreinte, plus les assemblages polliniques reflètent la végétation locale (Jacobson & Bradshaw, 1981 ; Sugita, 1994). A l'inverse, les assemblages polliniques provenant de grands bassins traduisent une image plus régionale de la végétation (Sugita, 1994 ; Webb *et al.*, 1978).

Pour une végétation hétérogène et grâce au concept de la « source pollinique adéquate » *(relevant source area of pollen RSAP)* de Sugita (1994), il est maintenant possible de définir l'espace géographique, ou l'aire source pollinique, pour l'assemblage pollinique observé au point de prélèvement. La RSAP est définie comme la distance depuis le point de prélèvement pollinique pour laquelle la relation entre la végétation (V) et les assemblages polliniques (P) est clairement établie. En d'autres termes, c'est l'aire pour laquelle la relation V-P coïncide le mieux et ne peut être améliorée, même si on échantillonne la végétation sur de plus grandes distances (Sugita, 1994). Cette aire traduit l'échelle locale reflétée dans les spectres polliniques et fournit des informations sur la végétation et les pratiques humaines à proximité du point de prélèvement. Au-delà de cette aire, la végétation produit la composante pollinique régionale (apport pollinique lointain), définie comme constante entre les sites d'une même région. Ce qui signifie que les différences observées entre des enregistrements polliniques de bassins sédimentaires de taille semblable (≤ 50 ha) traduisent des différences dans l'abondance des plantes autour de chaque site (aire comme la

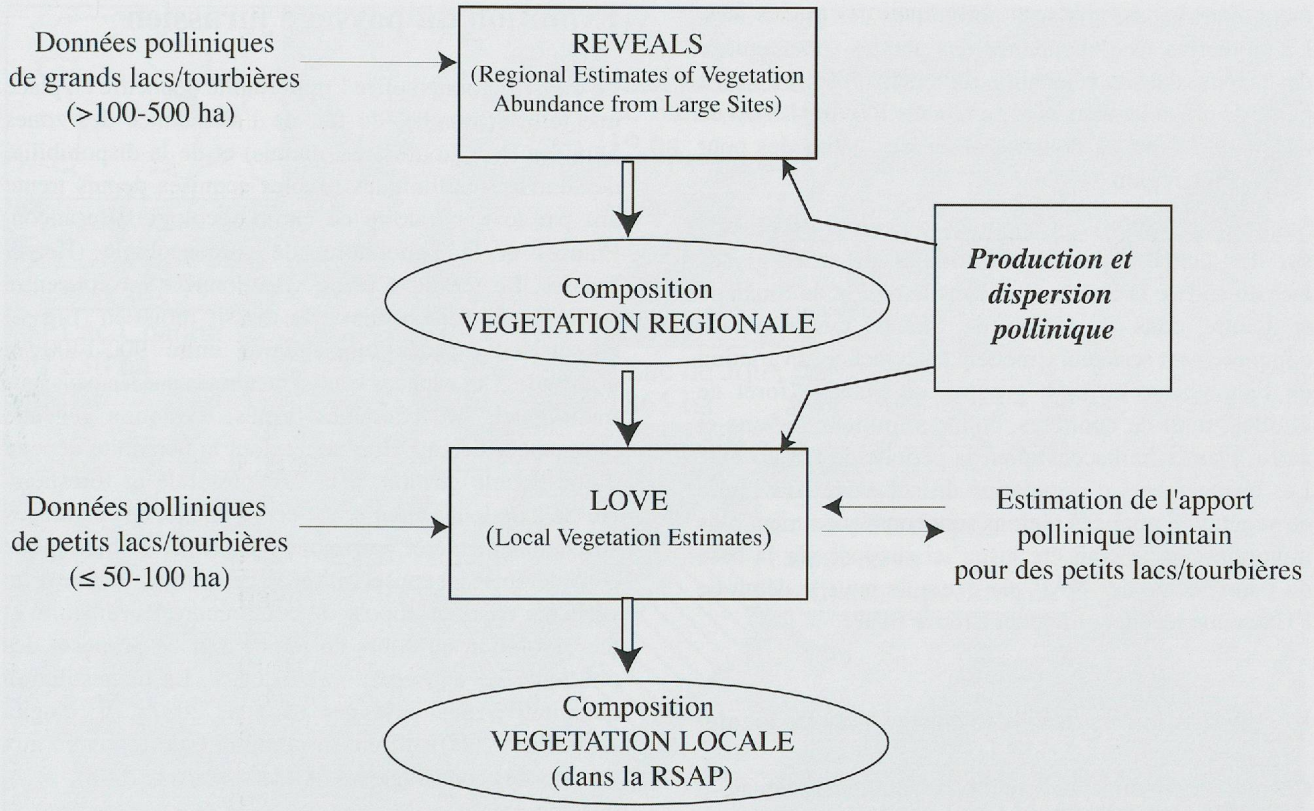


Fig. 1 : Les étapes de l'algorithme de reconstruction des paysages – LRA pour reconstruire la végétation régionale et locale à partir des données polliniques fossiles (adapté de Sugita, 2007b).

RSAP), sur lequel s'ajoute le bruit de fond pollinique. Par conséquent, l'enregistrement pollinique d'un bassin résulte d'une double composante pollinique : grains de pollen provenant de la végétation locale et ceux issus de la végétation régionale.

Les principaux facteurs qui influencent la taille de la source pollinique sont la distribution spatiale de la végétation (structure de la végétation) et la composition floristique des unités de végétation (Bunting *et al.*, 2004 ; Sugita, 1994). Les différences de dispersion des grains de pollen, de la vitesse du vent et des conditions atmosphériques n'influencent pas significativement la RSAP (Nielsen & Sugita, 2005 ; Sugita, 2007b).

S. Sugita (2007a, b ; Sugita & Walker, 2000) a proposé l'algorithme de reconstruction des paysages (LRA) pour reconstituer les changements de végétation à partir des données polliniques fossiles contenus dans des grands et petits bassins sédimentaires (Fig. 1). Si la résolution chronologique de ces bassins est clairement définie, la LRA permet d'accéder à la composition et l'abondance floristique de la végétation autour des points d'enregistrement et convertit les assemblages polliniques en pourcentage, abondance de couverture des plantes, groupes de plantes ou composantes paysagères pour une échelle régionale et locale.

Reconstitution de la végétation à l'échelle régionale

La première étape de la LRA (Fig. 1) consiste à reconstruire la végétation régionale à partir des données polliniques de grands lacs/tourbières (≥ 100 - 500 ha) soit pour un horizon chronologique ou pour une série chronologique en utilisant le modèle REVEALS (Regional Estimates of VEgetation Abundance from Large Sites) (Sugita, 2007a). Les assemblages polliniques de ces grands sites sont censés présenter une faible variabilité et, par conséquent, refléter correctement la végétation régionale (Sugita, 1994).

Cette étape est capitale pour estimer la composante pollinique provenant de la végétation régionale et sa variation au cours du temps. En effet, les changements climatiques et les pressions anthropiques ont modifié la couverture de la végétation régionale et par conséquent l'apport pollinique lointain.

Le modèle REVEALS a été testé et validé sur des données empiriques actuelles dans le sud de la Suède. Hellman *et al.* (2007a, b) ont démontré que les variations observées entre des assemblages polliniques de surface issus de grands lacs de la même région sont faibles. La végétation régionale est donc enregistrée de la même

façon dans les assemblages polliniques des grands lacs. La prédiction de l'abondance des plantes (pourcentage des taxons) dans la végétation régionale (100x100 km) à partir de ces assemblages et du modèle REVEALS est en adéquation avec les données observées, recensées pour cette même région.

Sugita *et al.* (2008) ont appliqué le modèle REVEALS sur des données polliniques fossiles de deux grands lacs du sud de la Suède, l'un dans la région de Småland et l'autre dans la région de Skåne. Les résultats, complètement novateurs, mettent en évidence la variation de l'abondance de cinq groupes de plantes (forêt de feuillus, forêt de conifères, cultures, milieux ouverts et autres plantes herbacées) pour la période de l'Holocène. Les changements d'occupation du sol et de couverture de végétation pour ces régions sont conséquemment plus importants qu'il avait été jusqu'ici supposé sur la base du pourcentage des NAP, par exemple pour le début de l'Holocène récent et l'âge du Bronze final.

Reconstitution de la végétation à l'échelle locale

Considérons maintenant que la végétation régionale a été estimée pour une période chronologique donnée, le modèle LOVE (LOcal Vegetation Estimates) estime l'apport pollinique lointain et l'incorpore dans les calculs pour reconstruire l'abondance des plantes, groupes de plantes pour une certaine distance (aire source pollinique-RSAP) autour des petits bassins sédimentaires étudiés (Fig. 1).

Plusieurs auteurs ont démontré que la structure et la composition de la végétation affectent la RSAP d'un site (Bunting *et al.*, 2004; Sugita, 1994). Or, ces deux paramètres dépendent de plusieurs facteurs: dynamique des écosystèmes, perturbation naturelle et/ou anthropique, migration et compétition des plantes/communautés. Comme ces facteurs évoluent au cours du temps, l'aire source pollinique des sites cibles (petits bassins sédimentaires) change également et doit être estimée pour chaque période chronologique. Le modèle LOVE permet également de calculer la RSAP pour chaque période chronologique d'étude.

Le modèle LOVE est actuellement en cours de test et de validation sur des données empiriques. Les premiers tests (Sugita, non publié) montrent que le modèle prédit correctement la composition de la végétation locale à partir de données polliniques de surface prélevées dans des mousses et des petits lacs du sud de la Suède (Broström *et al.*, 1998; 2004; Gaillard *et al.*, 1998) et des dépressions forestières dans le nord du Michigan et le nord-ouest du Wisconsin (Calcote, 1995; Parshall & Calcote, 2001).

Evolution du paysage jurassien

Le massif jurassien offre l'opportunité de mettre en place une telle démarche, du fait de l'abondance des zones humides (lacs, tourbières, marais) et de la disponibilité des données polliniques fossiles acquises depuis trente ans par le Laboratoire de chrono-écologie (Besançon, France) et le Laboratoire de paléoécologie (Berne, Suisse). Le terrain d'étude sélectionné s'est concentré sur la partie franco-suisse du massif jurassien (Fig. 2) et sur les espaces montagnards entre 900-1400 m d'altitude. Ces espaces sont caractérisés par les paysages traditionnels des pâturages boisés, formation végétale intimement liée à l'Homme et dont la pérennité dépend d'une double gestion, à la fois pastorale et forestière. Au-delà de leur valeur socio-économique, ces pâturages suscitent un intérêt patrimonial paysager et biologique considérable. La conservation de ces milieux relève d'un véritable enjeu et impose de comprendre leur histoire et leur évolution au cours du temps afin de proposer des politiques de conservation adéquates. La reconstitution quantitative des paysages (Sugita, 2007a, b; Sugita & Walker, 2000) offrent la possibilité de répondre aux attentes des conservateurs (Anderson *et al.*, 2006).

Productions polliniques et source pollinique adéquate

La mise en place du protocole de la LRA nécessite dans un premier temps d'acquérir deux principaux paramètres qui contrôlent la relation pollen/végétation: la production et la dispersion pollinique (Fig. 1). L'acquisition de ces deux paramètres impliquent de calibrer le signal pollinique des essences herbacées et ligneuses, caractéristiques des paysages actuels/passés, à partir de données polliniques et floristiques actuelles.

De telles données de végétation ont été acquises pour le massif jurassien et intégrées dans un SIG. Elles ont été croisées avec les données polliniques actuelles (assemblages polliniques extraits de mousses trouvées dans les types de végétation étudiés), pour quantifier la relation pollen – végétation tout en tenant compte des propriétés aérodynamiques des grains de pollen (vitesse de chute). Cette calibration a été effectuée en appliquant des modèles de dispersion et de déposition pollinique inspirés des modèles ERV (Parsons & Prentice, 1981; Prentice & Parsons, 1983) et développés par S. Sugita (1993; 1994). Le produit d'une telle calibration est une estimation de la production pollinique (*« pollen productivity estimates »* PPE) des taxons clés de la végétation étudiée, dans notre cas onze taxons polliniques (sept essences herbacées et quatre ligneuses) considérés comme caractéristiques du paysage « pâturage boisé » (Mazier, 2006; Mazier *et al.*, 2008). Les résultats (Fig. 3) montrent qu'en général les

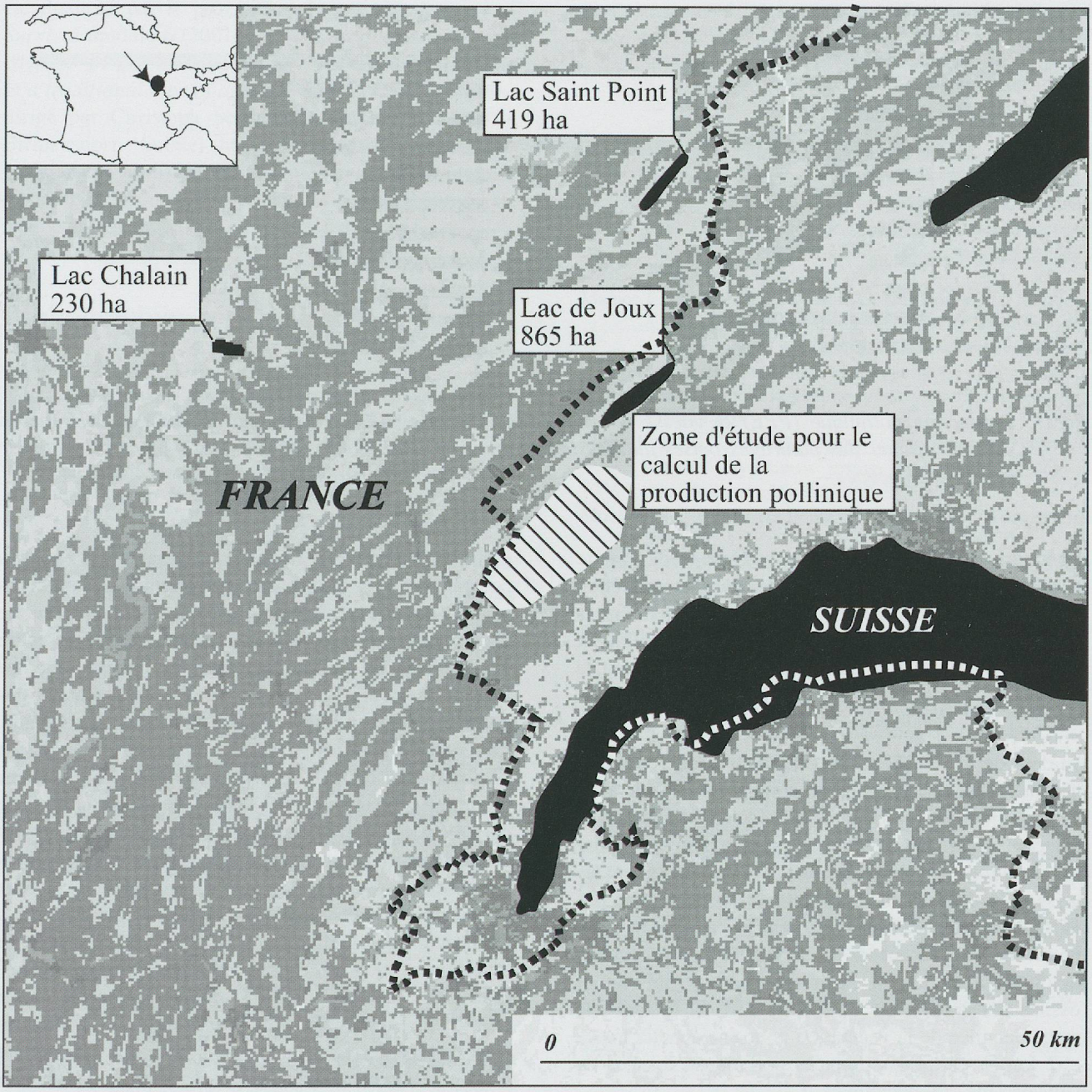


Fig. 2 : Localisation de la zone d'étude et des sites jurassiens sur les cartes de végétation Corine Land-Cover (CLC 90)

taxons ligneux produisent plus de grains de pollen que les taxons herbacés, principalement l'épicéa (*Picea*) et le sapin (*Abies*). Par exemple, l'épicéa produit huit fois plus de grains de pollen que les graminées (Poaceae). Ainsi, transcrire directement le pourcentage des taxons herbacés en pourcentage d'ouverture du milieu sans tenir compte des productions polliniques des taxons entraîne inévitablement une sous-représentation des milieux ouverts.

L'identification de la source pollinique adéquate (RSAP) à l'origine des grains de pollen contenus dans les mousses a aussi été estimée. Pour le paysage semi-boisé du massif jurassien, cette RSAP est représentée par un rayon de 300 m.

Conclusions et perspectives

Cette étude jurassienne et celle de Soepboer *et al.* (2007) sur le Plateau suisse se positionnent comme pionnières pour la calibration quantitative de la relation pollen/

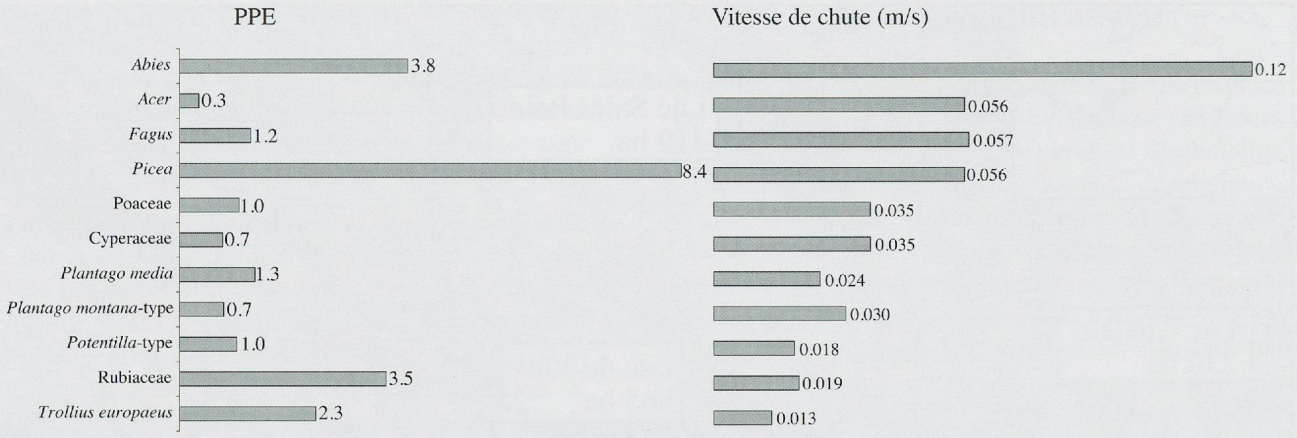


Fig. 3 : Production pollinique (PPE) et vitesse de chute (m/s) (Mazier, 2006 ; Mazier et al., 2008) de 11 taxons caractéristiques des pâturages boisés du massif jurassien. Les PPE sont exprimés par rapport au taxon de référence Poaceae.

végétation pour l'Europe occidentale. Cette étude apporte le premier jeu de données disponibles pour la production et la dispersion pollinique de taxons arboréens et herbacés pour des espaces montagnards. Ces résultats s'appliquent préférentiellement au massif jurassien et constituent le premier pas vers la reconstitution quantitative de la flore et des paysages anciens de ce secteur.

Au-delà de la caractérisation qualitative des paysages jurassiens (présence ou non des communautés végétales) par les études palynologiques précédentes, l'algorithme de reconstitution des paysages (Sugita, 2007a, b) propose de reconstituer diachroniquement et quantitativement les paysages anciens et le pourcentage de couverture des unités de végétation. L'approche multi-scalaire permettra de reconstituer, d'une part, la végétation à l'échelle régionale (≥ 50 km) à partir des données polliniques fossiles des grands lacs et, d'autre part, de fournir une image détaillée de la végétation pour une échelle locale (≤ 2 km) à partir des données polliniques fossiles de petits bassins sédimentaires.

A partir des résultats sur la proportion de couverture des plantes, groupes de plantes ou composantes paysagères, il sera possible de contraindre l'agencement des communautés végétales dans les paysages hypothétiques avec d'autres sources de données indépendantes (paramètres abiotiques : topographie, géologie, pédologie, climat ; paramètres biotiques : compétition inter/intra spécifique, migration ; données historiques : cadastre, textes historiques…).

La reconstitution des paysages à l'échelle régionale à partir des données polliniques fossiles des grands lacs du deuxième plateau jurassien (lacs Saint Point et Joux) permettra d'appréhender quantitativement l'évolution du paysage, les unités de végétation qui le constituent, et d'apprécier l'évolution de l'utilisation du sol et des pratiques humaines à l'échelle régionale. Les résultats pourraient étayer les programmes scientifiques en cours visant à reconstituer les changements climatiques pour le dernier millénaire sur ces deux sites ateliers et comprendre les implications qu'ont pu avoir les changements de l'environnement et du climat sur le développement des sociétés humaines pour des zones de moyenne montagne. La reconstitution des paysages à l'échelle locale autour de tourbières cibles [Parc jurassien vaudois, données polliniques (Sjögren, 2005, 2006)] permettra d'apporter des éléments de réponse pour la conservation et/ou la restauration des pâturages boisés. Ces résultats permettront d'améliorer notre compréhension des effets des activités sylvo-pastorales passées sur la résilience écologique, la diversité fonctionnelle, la durabilité et la valeur de l'écosystème pâturages boisés. L'ensemble de ces résultats permettrait de proposer des stratégies de conservation appropriées et adéquates pour ce type de paysage. De plus, cette nouvelle source d'information concernant les paysages viendra alimenter les programmes archéologiques de Chalain sur les dynamiques de fonctionnement des sociétés néolithiques en relation avec leur environnement et la gestion des territoires.

Remerciements

Nous exprimons nos vifs remerciements à tous les membres du réseau POLLANDCAL rencontrés au cours des nombreux workshops entre 2001-2005. POLLANDCAL (http://www.geog.ucl.ac.uk/ecrc/pollandcal) a été sponsorisé par Norfa *(Nordic Council of Advanced Studies)* et coordonné par Marie-José Gaillard, Université de Kalmar, Suède. Nous remercions tout particulièrement Anna Broström et Shinya Sugita. L'étude jurassienne a

été financée par le programme NCCR *Plant Survival Survival* module 6 (2001-2005) : *Pattern and long-term changes in pasture-woodlands : Complex interactions in a traditional type of agro-forestry,* programme suisse dirigé par Christoph Scheidegger (Institut fédéral de Birmensdorf - Suisse) (http://www.wsl.ch/land/genetics/projplan-de.ehtml). Merci aux membres du Laboratoire bisontin de chrono-écologie et du Laboratoire bernois de paléoécologie.

Bibliographie

Anderson, J., Bugmann H., Dearing J.A. & Gaillard M.-J. 2006. Linking palaeoenvironmental data and models to understand the past and to predict the future. *Trends in Ecology & Evolution,* 21(12) : 696-704.

Berglund B.E. (Ed.), 1991. *The cultural landscape during 6000 years in southern Sweden - the Ystad Project.* Ecological Bulletins ; 41. Munksgaard International Booksellers and Publishers, Copenhagen.

Broström A., Gaillard M.-J., Ihse M. & Odgaard B. 1998. Pollen-landscape relationships in modern analogues of ancient cultural landscapes in southern Sweden - a first step towards quantification of vegetation openess in the past. *Vegetation History and Archaeobotany*, 7 : 189-201.

Broström A., Sugita S. & Gaillard M.-J., 2004. Pollen productivity estimates for the reconstruction of past vegetation cover in the cultural landscape of southern Sweden. *The Holocene*, 14(3) : 368-381.

Bunting M.J., Gaillard M.-J., Sugita S., Middleton R. & Broström, A. 2004. Vegetation structure and pollen source area. *The holocene*, 14(5) : 651-660.

Calcote R., 1995. Pollen source area and pollen productivity : evidence from forest hollows. *Journal of Ecology*, 83 : 591-602.

Claussen M., Brovkin V., Calov R., Ganopolski A. & Kubatzki C. 2005. Did humankind prevent a holocene glaciation ? Comment on Ruddiman's hypothesis of a pre-historic anthropocene. *Climatic Change*, 69 : 409-417.

Crucifix, M., Loutre, M.F. & Berger, A., 2005. Commentary on « the anthropogenic greenhouse era began thousands of years ago ». *Climatic Change*, 69 : 419-426.

Gaillard M.-J., Birks H.J.B., Ihse M. & Runborg S. 1998. Pollen/landscape calibration based on modern pollen assemblages from surface-sediment samples and landscape mapping - a pilot study in South Sweden. *In :* M.-J. Gaillard, B.E. Berglund, B. Frenzel and U. Huckriede (Editors), *Quantification of land surfaces cleared of forests during the Holocene, Paläoklimaforschung /Palaeoclimate Research.* Gustav Fischer Verlag, Stuttgart: 31-52.

Hellman S., Gaillard M.-J., Broström A. & Sugita S. 2007a. The REVEALS model, a new tool to estimate past regional plant abundance from pollen data in large lakes - validation in southern sweden. *Journal of Quaternary Science* : in press.

Hellman S., Gaillard M.-J., Broström A. & Sugita S. 2007b. Effects of the sampling design and selection of parameter values on pollen-based quantitative reconstructions of regional vegetation : a case study in southern Sweden using the REVEALS model. *Vegetation History and Archaeobotany* : accepted.

Jacobson G.L. & Bradshaw R.H.W. 1981. The selection of sites for paleovegetational studies. *Quaternary Research*, 16 : 80-96.

Mazier, F., 2006. *Modélisation de la relation entre pluie pollinique actuelle, végétation et pratiques pastorales en moyenne montagne (Pyrénées et Jura). Application pour l'interprétation des données polliniques fossiles*, Université de Franche-Comté / Université de Neuchâtel, Besançon.

Mazier F., Broström A, Buttler A., Gaillard M.-J., Sugita S. & Vitoz P. 2008. Pollen productivity estimates and relevant source area of pollen for selected plant taxa in a pasture woodland landscape of the Jura mountains (Switzerland). *Vegetation History and Archaeobotany,* 17 : 479-495.

Mitchell F.J.G. 2005. How open were European primeval forests ? Hypothesis testing using palaeoecological data. *Journal of Ecology*, 93 : 168-177.

Moore P.D. 2005. Down to the woods yesterday. *Nature*, 433 : 588-589.

Nielsen A.B. & Sugita S. 2005. Estimating relevant source area of pollen for small Danish lakes around AD 1800. *The Holocene*, 15(7) : 1006-1020.

Parshall T. & Calcote R. 2001. Effect of pollen from regional vegetation and stand-scale forest reconstruction *The Holocene*, 11 : 81-87.

Parsons R.W. & Prentice C.I. 1981. Statistical approaches to R-values and the pollen-vegetation relationship *Review of Palaeobotany and Palynology*, 32 : 127-152.

Prentice I.C. 1985. Pollen representation, source area, and basin size : Toward a unified theory of pollen analysis. *Quaternary Research*, 23(1) : 76-86.

Prentice C.I. & Parsons R.W. 1983. Maximum Likelihood Linear Calibration of Pollen Spectra in terms of Forest Composition. *Biometrics*, 39 : 1051-1057.

Ruddiman W.F. 2003. The Anthropogenic Greenhouse Era Began Thousands of Years Ago. *Climatic Change*, 61 : 261-293.

Ruddiman W.F. 2005. The early anthropogenic hypothesis a year later. *Climatic Change*, 69 : 427-434.

Sjögren P. 2005. *Palaeoecological investigations of pasture woodland in Combe des Amburnex, Swiss Jura Mountains* Thesis, Institut für Planzenwissenschaften, Bern.

Sjögren P. 2006. The development of pasture woodland in the southwest Swiss Jura Mountains over 2000 years, based on three adjacent peat profiles. *The Holocene*, 16 : 210-223.

Soepboer W., Sugita S., Lotter A.F., Van Leeuwen J.F.N. & van der Knaap, W.O. 2007. Pollen productivity estimates for quantitative reconstruction of vegetation cover on the Swiss Plateau. *The Holocene*, 1 : 65-77.

Sugita S. 1993. A model of pollen source area for an entire lake surface. *Quaternary Research*, 39 : 239-244.

Sugita S. 1994. Pollen representation of vegetation in quaternary sediments : theory and method in patchy vegetation. *Journal of Ecology*, 82 : 881-897.

Sugita S. 2007a. Theory of quantitative reconstruction of vegetation. I : Pollen from large lakes REVEALS regional vegetation composition. *The Holocene*, 17(2) : 229-241.

Sugita S. 2007b. Theory of quantitative reconstruction of vegetation II: all you need is LOVE. *The Holocene*, 17(2): 243-257.

Sugita S., Gaillard M.-J. & Broström A. 1999. Landscape openness and pollen records: a simulation approach. *The Holocene*, 9: 409-421.

Sugita S., Gaillard M.-J., Hellman S. & Broström A. 2008. Model-based reconstruction of vegetation and landscape using fossil pollen. *In* "Proceedings of the 35th International Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology (CAA), Berlin, 2007. Layers of Perception Kolloquien zur Vor- und Fruhgeschichte Vol. 10 (Bonn 2008)". (A. Posluschny, K. Lambers, and I. Herzog, Eds.): 385-391.

Sugita S. & Walker K. 2000. Landscape Reconstruction Algorithm for estimating vegetation changes from pollen records: A case study in the Upper Great Lakes region using modern and presettlement pollen-vegetation data sets, AGU Fall meeting, San Fransisco.

Vera F.W.M. 2000. *Grazing Ecology and Forest History*. CABI Publishing, Wallingford.

Webb T.I., Laeski R.A. & Bernabo J.C. 1978. Sensing vegetational patterns with pollen data: choosing the data. *Ecology*, 59: 1151-1163.

Notes

[1] POLLANDCAL (2001-2005) : POLlen LANDscape CA-Libration, programme européen dirigé par la Professeure Marie-José Gaillard du Département Biologie et Sciences de l'Environnement (Université de Kalmar - Suède) regroupant 12 pays http://www.geog.ucl.ac.uk/ecrc/pollandcal.

Paysage... Landschaft... Paesaggio..., 2011, CAR 120 : 19-34

Apport de l'étude des microcharbons à la compréhension de la taphonomie des charbons végétaux dans les sites magdaléniens du coteau de « la Garenne » (Indre, France)

Laurent Marquer[1,2], Jackie Despriée[1], Thierry Otto[2], Bertrand Migaud[1] & Josette Renault-Miskovsky[1]

[1] Département de Préhistoire, Muséum national d'histoire naturelle, 1 rue René Panhard, F-75013 Paris, France, UMR 7194 du CNRS. E-mail : marquer@mnhn.fr ; jackie.despriee@free.fr ; bertrandmigaud@yahoo.fr ; jrm@mnhn.fr.

[2] ECOLAB - Laboratoire d'Ecologie Fonctionnelle, Université de Toulouse 3, 29 rue Jeanne Marvig, F-31055 Toulouse, France, UMR-CNRS-UPS-INPT 5245. E-mail : marquer@mnhn.fr ; otto@cict.fr

Résumé : Les fouilles anciennes effectuées dans le coteau de « la Garenne » à Saint-Marcel (Indre, Région Centre France) ont mis au jour des occupations magdaléniennes caractérisées par une abondance d'ossements brûlés et une apparente absence de charbons de bois. Pourtant, des microcharbons ont été observés dans les lames palynologiques. De nouveaux prélèvements ont été réalisés dans le but d'extraire, de caractériser et de quantifier ces microparticules. Des critères de discrimination et un protocole de quantification par analyse d'image permettant de mesurer des surfaces individuelles et de calculer des concentrations des microcharbons ont été élaborés. Ces études permettent de confirmer la présence de microcharbons dans la totalité des échantillons.

Un signal incendie a été mis en évidence dans les dépôts sédimentaires karstiques et un signal « microcharbon archéologique » a été observé dans les niveaux d'occupation préhistoriques. Ce dernier résulte de la fragmentation des macrocharbons par le cumul de divers processus anté- et post-dépositionnels. Ces recherches constituent une première étape dans la compréhension taphonomique de la fragmentation des charbons et la dispersion des microcharbons résiduels. Elles contribuent à la compréhension de la présence originelle de vestiges de la combustion de végétaux au sein des niveaux d'occupation magdaléniens de « la Garenne ».

Mots-clés : Microcharbons, charbons, processus post-dépositionnels, taphonomie, contexte archéologique, Paléolithique supérieur, Région Centre France.

Introduction

En Europe, après le dernier maximum glaciaire (environs de -18 000 ans BP), les conditions climatiques étaient froides et sèches. Les paysages, au caractère steppique, étaient dominés par des taxons herbacés tels que les Armoises, les Chenopodiacées et les Poacées. Seules quelques espèces d'arbres et d'arbustes étaient présentes : Pin, Bouleau, Saule et Genévrier (Woillard, 1978 ; Beaulieu & Reille, 1984 ; 1992a, b ; Beaulieu *et al.*, 2006).

Cette pénurie en bois observée dans l'environnement a souvent été considérée comme la cause principale de la limitation de l'apport en matériel ligneux dans les foyers préhistoriques, probablement à l'origine de modifications du comportement de subsistance de l'Homme, face à ce climat et à ces paysages. Divers types de combustibles ont pu être employés, tels des ossements (Perlès, 1977 ; Payne, 1983 ; Costamagno *et al.*, 1999 ; Théry-Parisot, 2001, 2002 ; Villa *et al.*, 2002 ; Yravedra, 2005) ou du charbon fossile (Théry-Parisot *et al.*, 1995, 1996 ; Théry-Parisot & Meignen, 2000), pour palier le manque de bois. Le choix du combustible a également pu varier selon les spécialisations des foyers (cuisson, chauffage, éclairage...). Les expérimentations menées démontrent que l'utilisation de l'os comme combustible est possible et efficace dans le cas d'activités spécifiques, mais que sa combustion ne peut s'initier sans une part minimale d'essences végétales (Costamagno *et al.*, 1999 ; Théry-

Parisot *et al.*, 2002; Théry-Parisot & Costamagno, 2005). Le bois était donc un élément indispensable au sein des foyers préhistoriques. Il aurait dû alors laisser de nombreux témoignages sur les sites archéologiques sous la forme de charbons, de microcharbons et de cendres.

Des fouilles anciennes et récentes sur des sites du Paléolithique supérieur révèlent de fortes quantités d'ossements brûlés et une apparente absence de charbons de bois à l'échelle macroscopique. Pourtant, sur certains sites (Marquer, 2009), des microcharbons peuvent être observés sur les lames palynologiques, à l'échelle microscopique (Renault-Miskovsky & Fellag, comm. pers.). Des questions sur les raisons de l'absence des charbons de bois et de la présence d'os brûlés sont alors posées. Les charbons de bois et les os brûlés ne possédant pas les mêmes caractéristiques physico-chimiques, ils réagissent peut-être différemment aux phénomènes post-dépositionnels qui se succèdent dans le temps. Une différence importante de préservation entre ces deux types de vestiges archéologiques, à l'origine de l'élimination d'une partie des résidus de la combustion, est alors envisageable. L'image du dépôt primaire serait ainsi modifiée.

Les analyses palynologiques effectuées dans des séquences sédimentaires terrestres ou lacustres mettent régulièrement en évidence la présence de microcharbons (<160 μm). Leur quantification permet de les considérer comme des signaux d'incendies (Carcaillet, 2007). L'application de ces méthodes au contexte archéologique pourrait permettre d'évaluer l'importance des résidus microscopiques de la combustion non repérables habituellement à l'œil nu (Diot, 1988; 1992). Les « microcharbons archéologiques » correspondraient alors à des microparticules issues principalement de la fragmentation de macrocharbons résiduels (>5mm) des activités humaines de combustion.

Dans le cadre de cette étude, les effets des divers agents post-dépositionnels sur la préservation des charbons de bois et des ossements brûlés contenus dans les sites magdaléniens du coteau de « la Garenne » à Saint-Marcel (Indre, Région Centre France) sont appréhendés. Ce site présente la particularité de posséder, dans les nombreux niveaux préhistoriques fouillés de la grotte Blanchard et du Grand-Abri, des quantités importantes d'ossements brûlés et une apparente absence de charbons de bois de taille macroscopique. L'hypothèse de l'utilisation de l'os en tant que combustible fut très tôt émise (Allain, 1953; Perlès, 1977). A l'occasion de nouvelles études sur les occupations de ces deux cavités, l'abondance des ossements animaux brûlés est confirmée (Crépin, 2007) et les analyses palynologiques permettent d'observer la présence de microcharbons (Renault-Miskovsky & Fellag, comm. pers.). La recherche de ces microéléments dans les fractions microscopiques du sédiment (<160 μm) prélevées dans les niveaux archéologiques et sédimentologiques est alors systématiquement entreprise dans le but de quantifier cette présence qui contraste avec la relative absence des charbons de bois observée lors des fouilles anciennes (Allain *et al.*, 1985).

Le coteau de « la Garenne »

Le coteau de « la Garenne » se situe sur la commune de Saint-Marcel, à proximité d'Argenton-sur-Creuse dans le département de l'Indre (France). Dans cette région de transition entre le nord du Massif Central et le sud du Bassin parisien, la vallée de la Creuse s'encaisse dans les formations secondaires et tertiaires. Elle suit les principaux accidents tectoniques mettant au jour les formations calcaires du Jurassique sur chaque versant en longues falaises de 40 à 50 m de hauteur (Cohen-Julien *et al.*, 1998). Sur la rive droite de la Creuse, dans la falaise qui forme le coteau de « la Garenne », s'ouvrent vers 120 m d'altitude NGF plusieurs grottes et abris bien exposés au sud (Fig. 1).

En 1849, des silex taillés et de grandes quantités d'ossements et de bois de renne furent mis au jour à la suite de travaux de construction d'une voie ferré au niveau du coteau de « la Garenne ». Diverses fouilles furent ensuite pratiquées, notamment dans la grotte Benoist (Benoist, 1901; Breuil, 1902). Au XXe siècle, trois nouvelles cavités ont été découvertes et particulièrement étudiées entre 1936 et 1976: la grotte Chapelle, la grotte Blanchard et l'abri sous roche dit « le Grand-Abri », à une vingtaine de mètres au-dessus de la plaine alluviale de la Creuse. Les nombreuses études menées ont rapporté le matériel archéologique au Magdalénien moyen. Un faciès culturel dit « *à navettes* » fut défini à partir de ce site qui sert de référence européenne (Allain *et al.*, 1985).

Stratigraphie des dépôts et prélèvements

La grotte Blanchard

La grotte Blanchard se présente actuellement sous la forme d'une petite cavité. Une coupe conservée dans le fond, le long de la paroi ouest, montre la stratigraphie suivante, avec de la base vers le sommet (Fig. 2):

- des argiles sableuses qui recouvrent le substratum calcaire (couche 1);
- des limons argileux (couche 2 et 3);
- un niveau archéologique de matrice argilo-sableuse contenant de très nombreux ossements brûlés et non brûlés, des bois de rennes et des silex taillés (couche 4).

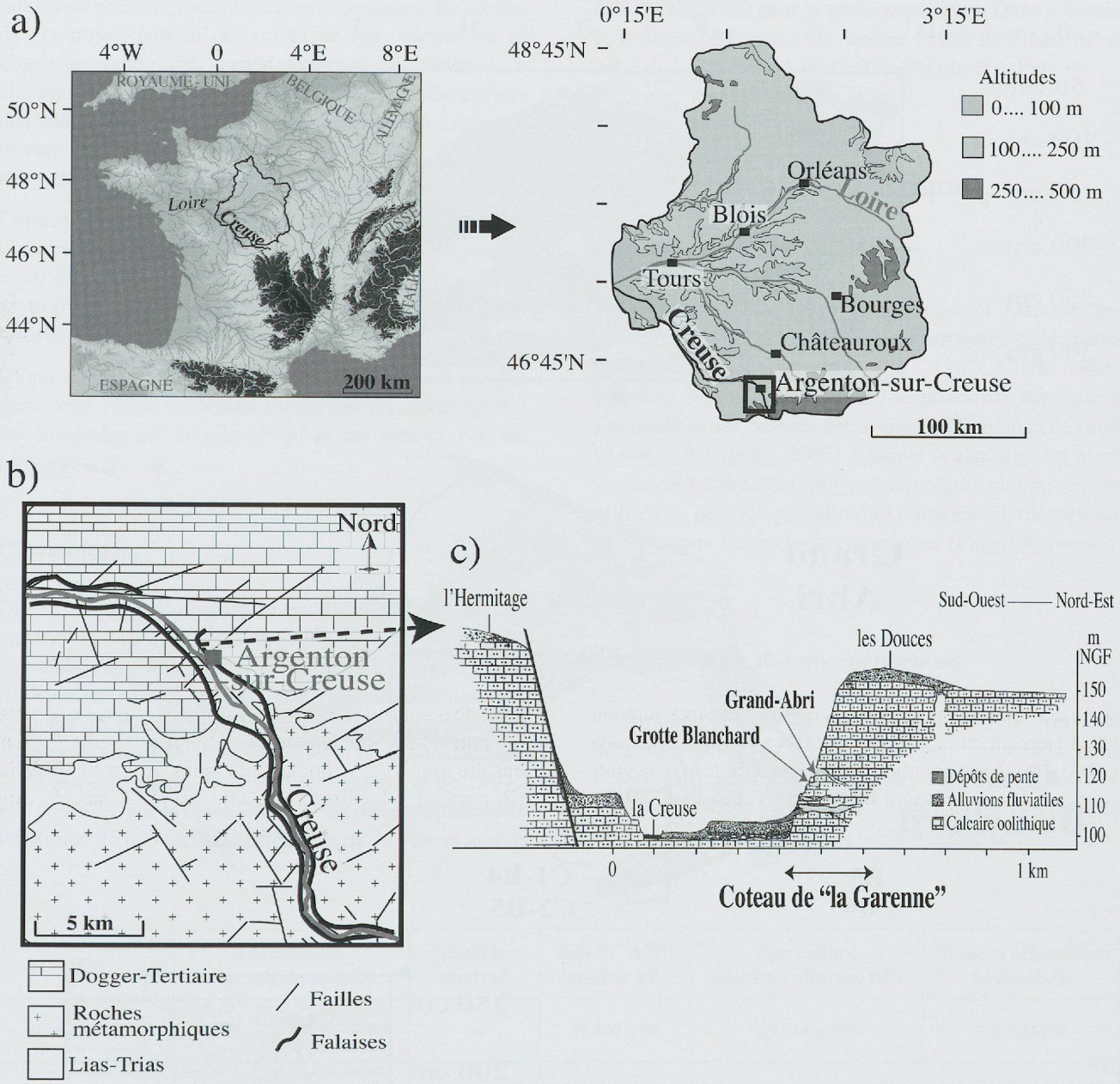


Fig. 1 : Localisation géographique et contexte géologique : a) Argenton-sur-Creuse (Indre, Région Centre France) ; b) le coteau de « la Garenne » dans la zone de transition entre le sud du Bassin parisien et le nord du Massif Central ; c) transect Nord/Sud de la vallée de la Creuse au niveau du coteau de « la Garenne ».

Ce niveau archéologique, dénommé C est subdivisé en C2 et C1, qui sont les prolongements des couches B5 et B4 fouillées sur le talus devant l'entrée de la cavité. Ces subdivisions sont nommées C2-B5 et C1-B4 (Jacquot, 2002 ; Crépin, 2007) ;

- et un éboulis de blocs calcaires et de vestiges archéologiques provenant d'un orifice karstique qui perfore le plafond servant de plancher au Grand-Abri situé au-dessus (couche 5).

La colonne de prélèvements réalisés concerne l'ensemble de ces dépôts, excepté l'éboulis archéologique.

Le Grand-Abri

Dans cet abri une coupe axiale nord-sud conservée sur 7 m de longueur et visible sur environ 3 m d'épaisseur a été étudiée. Elle recoupe une succession complexe d'occupations préhistoriques et d'éboulis de blocs calcaires de taille centimétrique à métrique provenant d'effondrements du plafond (Fig. 2).

Dans les éboulis, les interstices sont comblés par des sédiments argileux ou limono-sableux, mais peuvent aussi rester très lacunaires. Les niveaux archéologiques de matrice limono-sableuse sont extrêmement riches en

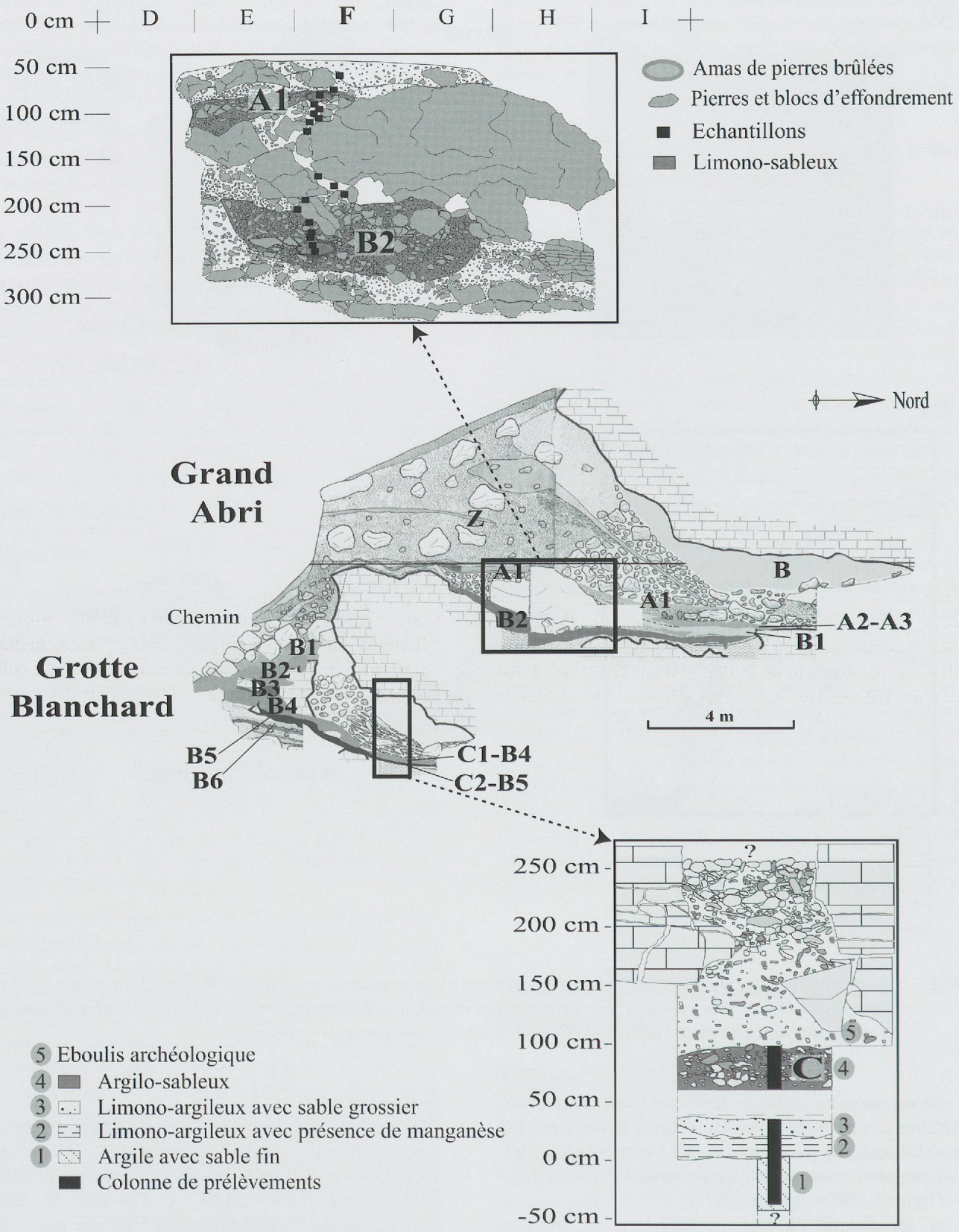


Fig. 2 : Synthèse des données des remplissages des coupes stratigraphiques Nord/Sud de la grotte Blanchard et du Grand Abri (d'après Allain et al., 1975 modifié), et positionnement des échantillons.

industries préhistoriques lithiques et osseuses. Beaucoup de ces objets portent des traces de feu: pierres, os et objets archéologiques variés. Pourtant, la présence de charbons n'est jamais signalée dans les cahiers tenus lors des fouilles anciennes (1946-1976), bien que des amas de pierres brûlées et des sédiments d'apparence cendreuse aient été reconnus.

Dans cette coupe stratigraphique, la bande F contenant les niveaux archéologiques B2 et A1, très riches en pierres et en os brûlés a été échantillonnée. Des prélèvements se trouvent directement au contact d'amas de pierres brûlées (Fig. 2).

Il faut noter qu'un niveau archéologique Z était présent dans cette coupe au-dessus du niveau A1, mais qu'il a été intégralement fouillé et qu'aucun témoin n'a été conservé.

Chronologie

Dix datations radiométriques ont été effectuées sur du matériel osseux et du bois de renne. Les dates ^{14}C AMS obtenues sont homogènes et cohérentes, situant aux environs de 15000 ans BP l'intégralité des occupations de la grotte Blanchard. Les niveaux liés directement à notre problématique, C2-B5 et C1-B4 de Blanchard sont datés respectivement de 15050 ±90 ans BP et de 15010 ±90 ans BP. Dans le Grand-Abri, l'âge des occupations se situe entre 15000 et 14000 ans BP pour la base et autour de 12000 ans BP pour la partie supérieure. Dans la bande F, le niveau B2 étudié est daté de 15080 ±100 ans BP et celui de la couche A1 de 11 920 ±90 ans BP (Fig. 3).

Approches méthodologiques

Extraction des microcharbons

De nombreuses méthodes pour extraire et quantifier les microcharbons dans les sédiments terrestres et lacustres sont référencées (Patterson *et al.*, 1987; Clark, 1988; Rhodes, 1998). Actuellement, le protocole appliqué à l'extraction des pollens est le plus communément suivi (Asselin & Payette, 2005). Chaque échantillon est alors soumis aux traitements physico-chimiques classiquement utilisés en palynologie, afin d'extraire les microcharbons des fractions minérales et organiques (Faegri & Iversen, 1989).

Identifications des microcharbons

Contrairement aux macrocharbons (>500 μm), la détermination taxonomique des microcharbons (<160 μm) n'est pas réalisable, sauf cas particulier (Thinon, 1992; Chabal *et al.*, 1999). Seuls des critères optiques et morphologiques servent à leur identification.

Site	Localisation stratigraphique	Matériel analysé	Age ^{14}C AMS (années BP)	Age calibré (années calibrées BP)	Numéro échantillon Archéolabs
Grand-Abri	**Carré E7 couche A1**	**Os**	**11 920 ± 90**	**13 844 ± 185**	**ETH-26100**
Grand-Abri	Carré E8 couche supérieure B2	Bois de renne	14 070 ± 100	17 316 ± 233	ETH-26103
Grand-Abri	Couche B, secteur E	Os long *Equus*	14 840 ± 100	18 168 ± 270	ETH-29157
Grand-Abri	Couche B1, secteur F	Os long *Equus*	14 980 ± 100	18 241 ± 243	ETH-29154
Grand-Abri	Couche B2, secteur G	Os long *Equus*	15 020 ± 100	18 258 ± 243	ETH-29158
Grand-Abri	Couche B	Os long *Equus*	15 070 ± 100	18 279 ± 246	ETH-29156
Grand-Abri	**Couche B2, secteur F**	**Os long *Equus***	**15 080 ±100**	**18 284 ± 247**	**ETH-29155**
Grotte Blanchard	**Couche C1-B4, secteur H0**	**Tibia *Equus***	**15 010 ± 90**	**18 254 ± 241**	**ETH-28494**
Grotte Blanchard	**Couche C2-B5, secteur H0**	**Tibia Bovidé**	**15 050 ± 90**	**18 271 ± 243**	**ETH-28493**
Grotte Blanchard	Couche B6, secteur H0	Tibia Renne	15 290 ± 90	18 386 ± 292	ETH-28492

Fig. 3: Datations radiocarbones ^{14}C AMS effectuées dans les niveaux archéologiques de « la Garenne » (les données mises en gras correspondent aux niveaux étudiés dans cette étude). La calibration des dates est réalisée à l'aide du logiciel CalPal (Danzeglocke et al., 2007).

En contexte archéologique, plus qu'au sein des dépôts sédimentaires naturels, divers types de particules peuvent interférer dans la discrimination des microcharbons, tels les microfragments d'os brûlés, les minéraux aux couleurs sombres ou noires et les microrestes de végétaux en cours de lignification. Les deux premiers microéléments cités sont les plus difficiles à discriminer des microcharbons. Afin de repérer ceux qui sont susceptibles d'être éliminés par le traitement physico-chimique, des échantillons bruts ont été soumis au protocole de laboratoire (Fig. 4). Les résultats montrent que les différents éléments minéraux tels que la pyrite, résistant aux diverses attaques chimiques, sont éliminés du culot et donc bien séparés des microcharbons et des microfragments d'os brûlés dont les pertes sont négligeables. Ces derniers devraient constituer l'essentiel des éléments présents dans le culot qui va servir à l'analyse optique. Dans ce culot final, une différence de concentration entre les microcharbons et les microfragments d'os brûlés a été observée, et révélerait une dissolution partielle des microfragments d'os brûlés par les acides, notamment par l'acide chlorhydrique attaquant les éléments carbonatés. Cependant, les surfaces individuelles ne sont pas altérées de façon sensible. Le protocole d'extraction étant le même pour tous les échantillons, le biais se reproduirait de façon identique. Les pertes en microfragments d'os brûlés sont alors supposées constantes pour mener la quantification. L'évolution d'un échantillon à l'autre pouvant être prise en compte, les microfragments d'os brûlés sont soumis au même protocole d'étude que les microcharbons. Seulement, une sous-estimation de la concentration des microfragments d'os brûlés devra être prise en considération lors de la discussion des résultats. Les caractéristiques optiques et morphologiques susceptibles de discriminer ces divers microéléments noirs ou sombres présents à la fin du protocole d'extraction ont été étudiées. A l'observation, les microcharbons sont des particules noires, complètement opaques, de formes anfractueuses et parfois allongées (Patterson *et al.*, 1987; Clark, 1988). Les microfragments d'os brûlés sont plus ou moins noirs, pas totalement opaques et de formes esquilleuses. Les éléments minéraux noirs ou sombres sont luisants, souvent transparents et de formes géométriques. Enfin, les microrestes végétaux en cours de lignification sont de couleur brunâtre pouvant être assez sombre, mais jamais noire et opaque. Parmi ces microéléments, les microfragments d'os brûlés sont les plus susceptibles de prêter à confusion avec les microcharbons. Des critères de densité optique permettent de les distinguer. La structure anatomique et la nature chimique des microfragments d'os brûlés est à l'origine de parties opaques, mais pas complètement noires, et de zones brunes translucides à la périphérie des particules. Les microcharbons sont eux entièrement opaques, présentant parfois des transparences noires.

Quantification des microcharbons

Au cours du protocole d'extraction, une fragmentation des plus gros microcharbons est observée (Clark 1988; Carcaillet *et al.*, 2001). Plusieurs microparticules comptées pourraient alors en réalité ne correspondre qu'à une seule particule. Le dénombrement risque alors d'être faussé. Pour réduire l'importance de ces artefacts, une analyse d'image est effectuée, permettant la mesure de chaque surface individuelle de tous les microcharbons, dont la somme donne la surface totale de ces microparticules présentes sur la lame.

L'observation du culot final est réalisée entre lame et lamelle en microscopie optique au grossissement 1000. L'image « réelle » du champ microscopique observé est transformée en image numérique constituée de pixels correspondant à des informations codées en niveaux de gris. Cette image est ensuite capturée par ordinateur. Pour effectuer les quantifications automatiques des microcharbons et des microfragments d'os brûlés, des simplifications de l'image numérique par l'utilisation de filtres successifs sont réalisées à l'aide du logiciel *©Image J.1.41*. L'image ainsi « filtrée » permet de révéler le niveau de gris qui discrimine le mieux les microparticules noires concernées, et donc de les isoler individuellement.

Pour chaque échantillon prélevé, la surface individuelle de chaque microparticule présente sur chaque lame est évaluée. Par échantillon, la moyenne des surfaces individuelles des microéléments (μm^2) est calculée. Pour chaque lame, la concentration est également calculée, c'est-à-dire la surface totale des microparticules rapportée au volume de sédiment traité ($mm^2.cm^{-3}$). Enfin, un rapport moyenne des surfaces individuelles / surface totale (SI/ST) est calculé par échantillon.

Résultats

Les microcharbons de la grotte Blanchard

Des microcharbons (MC) sont observés dans tous les niveaux sédimentaires et archéologiques. Ces modes de dépôt étant différents, ils ont été étudiés séparément (Fig. 5).

A la base, la zone GB1 correspond aux dépôts argileux et limono-argileux. Les surfaces individuelles varient fortement entre 270 et 1570 μm^2, avec une moyenne de 620 μm^2. Les concentrations sont très faibles avec une moyenne de 0,02 $mm^2.cm^{-3}$. Le rapport SI/ST montre de fortes fluctuations de 0,02 à 0,25, avec une moyenne de 0,08.

➤ MATERIEL DE DEPART

Broyage et tamisage à 160 µm de :

- macrorestes ligneux et herbacés brûlés à 400°C → **microcharbons de végétaux (MC)**
- macrorestes osseux brûlés à 300 et 400°C → **microfragments d'os brûlés (MOB)**
- minéraux de couleur noire (pyrite) → **microrestes de minéraux noirs (MN)**

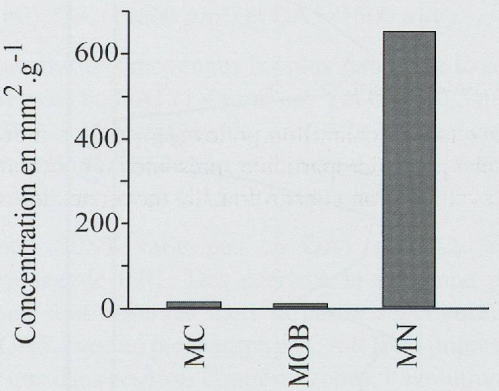
➤ TRAITEMENTS PHYSICO-CHIMIQUES D'EXTRACTION DES MICROCHARBONS

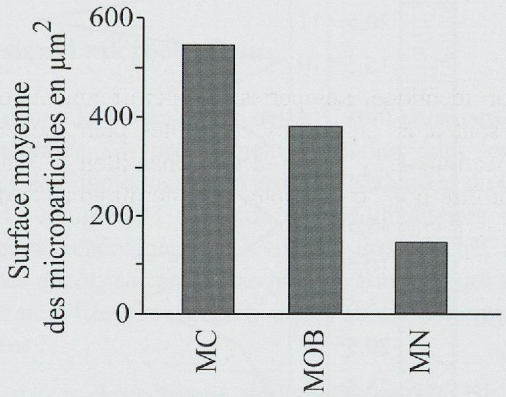
A. Séries d'attaques chimiques par des acides
(élimination des éléments carbonatés, siliceux et organiques)

HCl 50% à froid, HF à froid, HCl 50% à chaud, KOH 10% à chaud

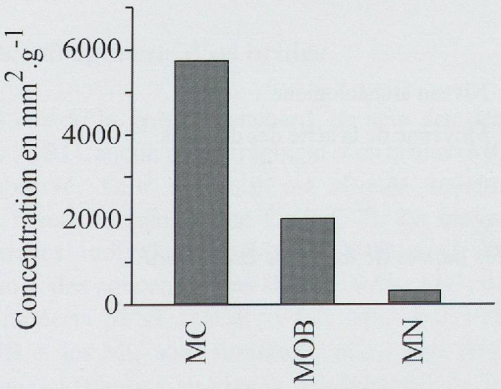
B. Traitement en liqueur dense, $ZnCl_2$ (densité 2,1)
(séparation des microcharbons des autres éléments de plus forte densité)

B.1. Eléments à forte densité séparés du culot final





B.2. Eléments à faible densité conservés dans le culot final prêts pour les quantifications des microcharbons



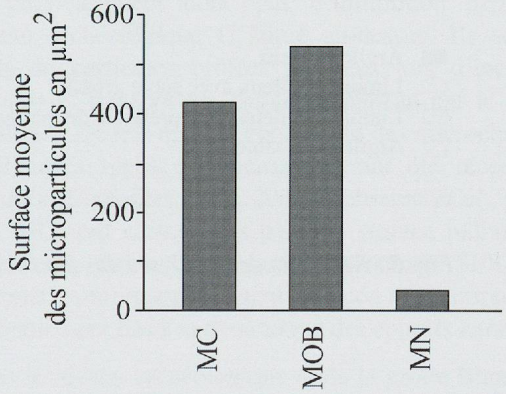


Fig. 4 : Quantification de la présence des microrestes biologiques et minéraux noirs au cours du protocole d'extraction palynologique.

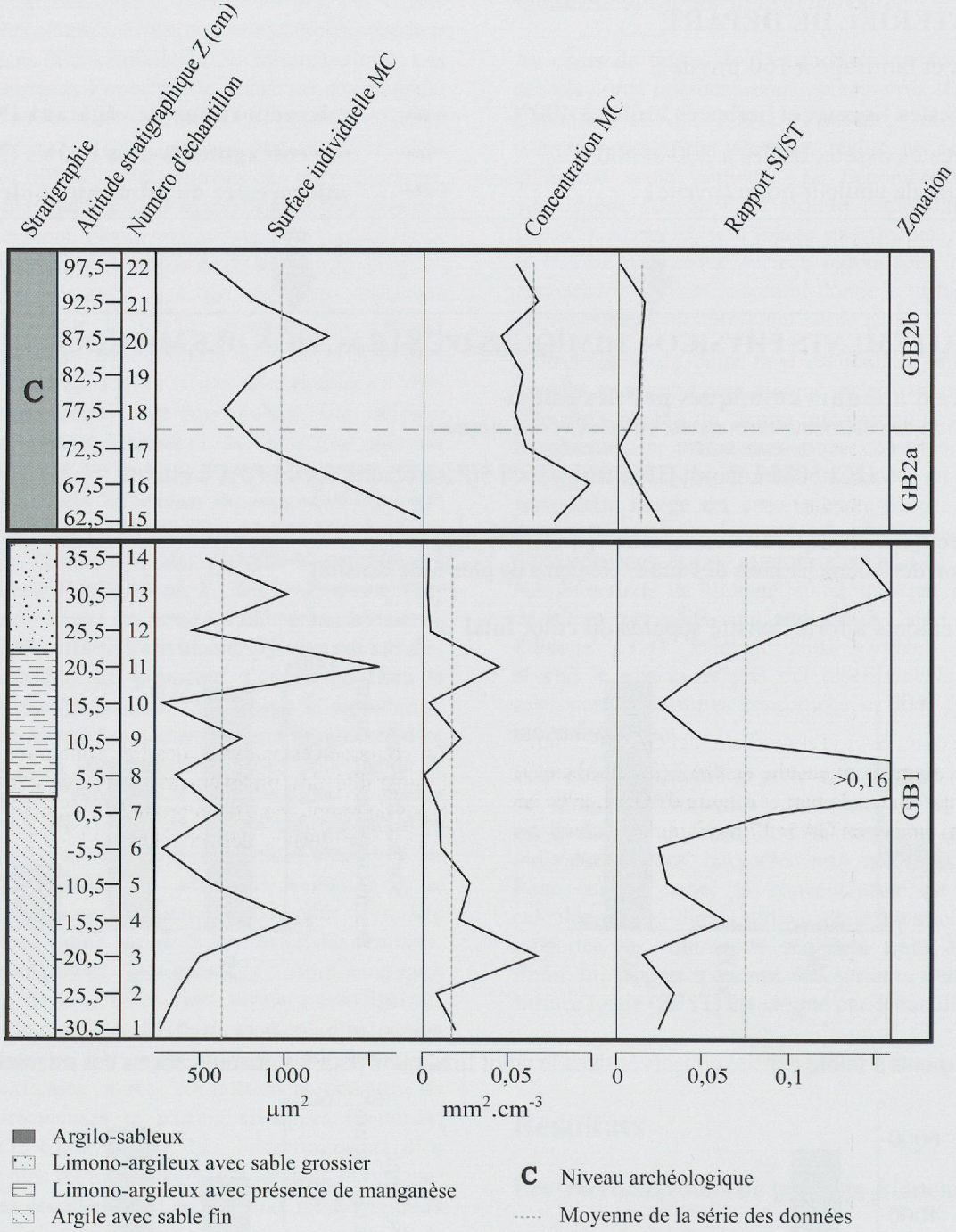


Fig. 5 : Résultats des analyses des microcharbons dans les dépôts de la grotte Blanchard.

La zone GB2, correspondant à la couche archéologique C, révèlent des surfaces individuelles et des concentrations plus importantes qu'en GB1, avec des moyennes respectivement de 1000 μm^2 et de 0,07 $mm^2.cm^{-3}$. Par contre, le rapport SI/ST est plus faible et stable avec une moyenne de 0,01. La subdivision en GB2a et GB2b est réalisée au regard de l'ensemble des données qui sont plus importantes à la base (GB2a), et qui diminuent et se stabilisent vers le sommet (GB2b), à l'exception des surfaces individuelles de l'échantillon 20.

Les microcharbons du Grand-Abri

Dans le cas du Grand-Abri, les MC sont observés dans tous les dépôts au-dessous et au-dessus du gros bloc effondré. L'observation de l'évolution des MC sur la séquence permet d'effectuer une zonation de ce signal en cinq zones : GA1 à 5 (Fig. 6).

Les moyennes des surfaces individuelles les plus faibles sont observées en GA1 et GA4, avec respectivement 1300 et 770 μm^2. Elles sont plus importantes en GA2 (2300 μm^2), GA3 (1600 μm^2) et GA5 (1500 μm^2).

Les concentrations moyennes les plus faibles de la série sont observées en GA1 (1,4 $mm^2.cm^{-3}$) et GA4 (0,3 $mm^2.cm^{-3}$). Elles augmentent ensuite en GA2 (3,1 $mm^2.cm^{-3}$), puis sont importantes de part et d'autre de GA4, avec en GA3 : 7 $mm^2.cm^{-3}$ et en GA5 : 17 $mm^2.cm^{-3}$.

Le rapport SI/ST varie peu en GA1 et GA2, avec une moyenne de 0,01. Des écarts à la moyenne plus importants sont observés dans la partie supérieure, en GA3 et GA5, avec un pic marqué en GA4. Il est important de noter que dans ces trois dernières zones, l'évolution de l'indice de fragmentation est asynchrone avec celle de la concentration.

Les microfragments d'os brûlés

Dans le cas de la grotte Blanchard, au sein des dépôts naturels (GB1), aucun microfragment d'os brûlés (MOB) n'est observé. Leur présence est révélée seulement dans le niveau archéologique C (Fig. 7). La moyenne des surfaces individuelles (MOB : 1100 μm^2 ; MC : 1000 μm^2), des concentrations (MOB : 0,06 ; MC : 0,07) et des rapports SI/ST (MOB : 0,02 ; MC : 0,01) entre les MOB et les MC sont similaires, mis à part de plus importantes variations au niveau des échantillons 20 et 21. Au regard des surfaces individuelles plus élevées à la base du niveau, et inversement pour les rapports S:I/ST, la subdivision en GB2a et GB2b établie d'après les résultats des MC semble pertinente.

Dans le cas du Grand-Abri, la moyenne des surfaces individuelles est relativement stable en GA1 et GA2 : 1200 μm^2, avec un pic marqué dans l'échantillon 2 : 1900 μm^2 (Fig. 7). Les valeurs sont ensuite plus élevées à la base de la zone GA3 (1700 μm^2), puis diminuent dans sa partie supérieure et dans les zones sus-jacentes GA4 et GA5 (1000 μm^2). L'ensemble des surfaces est inférieur à celles des MC, avec des moyennes globales pour les MOB de 1200 μm^2 et pour les MC de 1600 μm^2. En ce qui concerne la moyenne des concentrations, la plus importante est observée dans les échantillons 1 et 2 dans la zone GA1 (1,7 $mm^2.cm^{-3}$), avec des valeurs supérieures à celles des MC. Le reste de la séquence révèle des moyennes de concentration très inférieures à celles des MC (GA2, 3, 4 et 5, MOB : 0,5 $mm^2.cm^{-3}$ et MC : 7 $mm^2.cm^{-3}$). Le rapport SI/ST, à l'exception de la zone GA1, est plus élevé (GA2, 3, 4 et 5 : 0,04) que pour les MC (GA2, 3, 4 et 5 : 0,01). Une évolution asynchrone des courbes des rapports SI/ST entre les MOB et les MC est également observée.

Discussion

Le signal microcharbon

Au cours de ces analyses, des MC sont enregistrés dans l'intégralité des prélèvements effectués dans les deux types de remplissage de la grotte Blanchard et du Grand-Abri, comprenant des couches sédimentaires et des niveaux archéologiques. L'évolution du signal MC au sein de ces dépôts se caractérise par une zonation qui semble fortement liée aux caractéristiques stratigraphiques (Fig. 5, 6 et 7).

Les argiles et les limons argileux de la grotte Blanchard (GB1) résultent du fonctionnement temporaire du karst. Ces sédiments étant peu perméables, les MC présents ne proviendraient donc pas d'infiltration depuis le niveau archéologique C, situé au-dessus. Ils seraient issus de particules brûlées générées lors d'incendies naturels et transportées depuis le plateau par le réseau karstique. De tels apports concernant des microcharbons et d'autres types de microrestes ont été récemment signalés (Carcaillet *et al.*, 2007 ; Lebreton *et al.*, 2007). Ces MC sont caractérisés par une surface individuelle réduite, de faible concentration et rapport SI/ST. Les paramètres enregistrés varient de façon assez importante, probablement liés à la dynamique des apports karstiques.

Dans le niveau archéologique C de la grotte Blanchard, dans la partie inférieure, l'augmentation des surfaces et des concentrations observées révèle des valeurs nettement supérieures à la zone GB1. Elle pourrait correspondre à une accumulation progressive des microparticules vers le bas du niveau C (GB2a) et un appauvrissement de la partie supérieure (GB2b). Seul un pic des surfaces individuelles est noté dans l'échantillon 20.

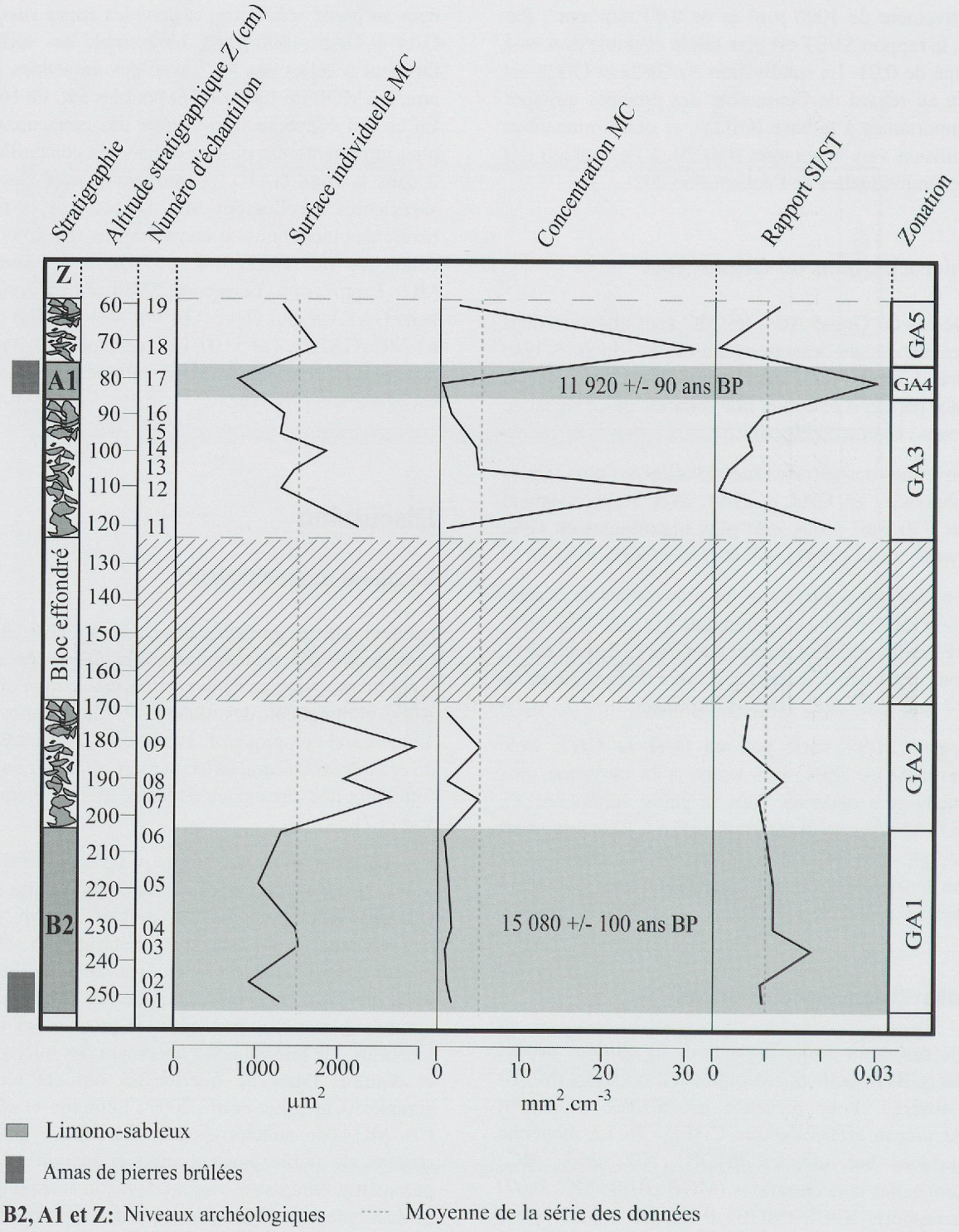


Fig. 6 : Résultats des analyses des microcharbons le long de la coupe stratigraphique située dans la bande F du Grand-Abri.

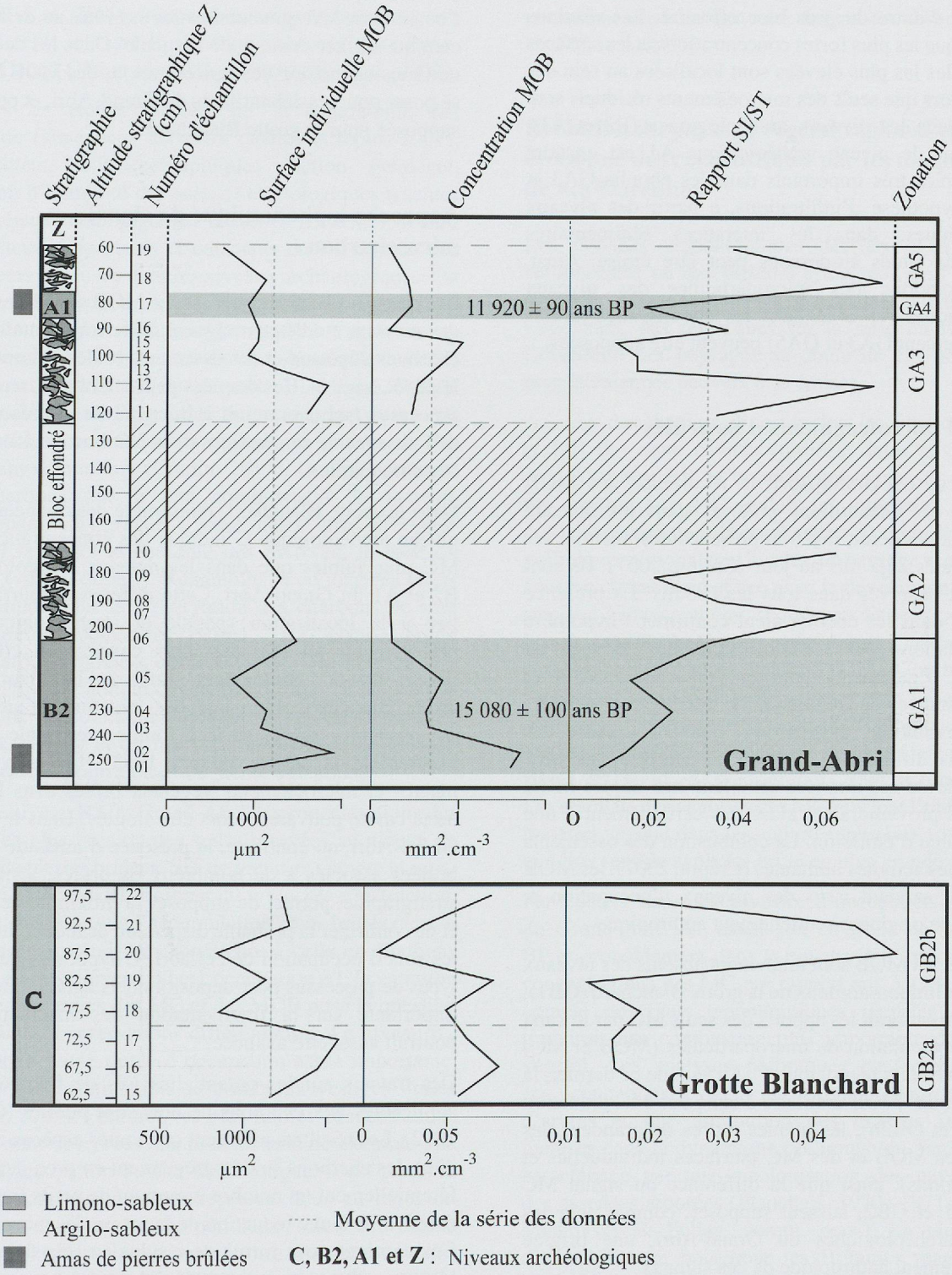


Fig. 7 : Résultats des analyses des microfragments d'os brûlés dans les dépôts de la grotte Blanchard et du Grand-Abri.

Dans les dépôts du Grand-Abri, les surfaces individuelles et les concentrations sont plus importantes que dans la grotte Blanchard. Elles révèlent d'importantes variations de part et d'autre du gros bloc effondré. Les résultats montrent que les plus fortes concentrations et les surfaces individuelles les plus élevées sont localisées au sein des éboulis, alors que seuls des microéléments résiduels sont présents dans les niveaux archéologiques (B2 et A1). Notamment, le niveau archéologique A1 est encadré par deux pics très importants dans les éboulis GA3 et GA5. L'hypothèse d'infiltrations, à partir des niveaux archéologiques, dans les interstices sédimentaires des éboulis situés au-dessous peut être émise. Ainsi, des percolations des microparticules des niveaux archéologiques A1 et Z dans les éboulis sous-jacents (respectivement GA3 et GA5) peuvent être supposées.

Le signal microfragments d'os brûlés

Dans le cas du Grand-Abri, la récurrence des MOB dans tous les échantillons prélevés dans les niveaux archéologiques serait liée à la présence des macrorestes osseux brûlés déjà mis au jour (Crépin, 2007). Ils sont également observés dans tous les éboulis. La présence des MOB dans les éboulis vient confirmer l'hypothèse de percolations par l'intermédiaire des lacunes de sédiments. Egalement, dans les zones GA3, GA4 et GA5, les indices de fragmentation des MOB et des MC ont des évolutions asynchrones pouvant traduire des dispersions différentielles entre les MOB et les MC. L'ensemble de ces données semblent être lié, les MOB et les MC proviendraient alors très certainement d'une même source d'émission. La combustion des ossements résultant des activités humaines (Crépin, 2007), les MOB et les MC seraient issus des niveaux d'occupation et auraient une origine essentiellement anthropique.

Par contre, les MOB sont totalement absents des niveaux argileux et limono-argileux de la grotte Blanchard (GB1), ce qui corroborerait les apports des seuls MC par le karst et la non percolation de microparticules (MOB et MC) sous le niveau archéologique C. Au sein de ce dernier, la répartition des MOB similaire à celle des MC (zonation en GB2a et GB2b), les mêmes ordres de grandeur des valeurs des MOB et des MC (surfaces individuelles et concentrations), ainsi que la différence du signal MC entre GB1 et GB2, laissent supposer, comme pour les niveaux archéologiques du Grand-Abri, une origine majoritairement anthropique de ces signaux.

Il est important de noter que les concentrations des MOB, dans le cas du Grand-Abri, sont très largement inférieures à celles des MC. Au vu de l'abondance des macrorestes osseux brûlés et des conditions sédimentologiques similaires pour les deux types de microparticules, deux origines expliquant cette infériorité peuvent être supposées. La première pourrait être due à la digestion partielle des MOB par les acides au cours du protocole d'extraction (Fig. 4), alors que la deuxième correspondrait à un facteur physique et/ou chimique intrinsèque à la nature de l'os, limitant la fragmentation des os brûlés au-delà d'une certaine surface critique de particule. Dans les deux cas, une sous-estimation des concentrations des MOB semble se poser pour les échantillons du Grand-Abri, et peut être supposée pour la grotte Blanchard.

Approche taphonomique du signal microcharbon

Les quantifications des MC et des MOB dans l'ensemble des niveaux étudiés témoignent de la fragmentation des charbons végétaux et des ossements brûlés présents dans le dépôt originel. Ces données permettent de discuter des processus taphonomiques à l'origine de la présence ou de l'absence de ces vestiges de la combustion à l'échelle macroscopique.

Dans la grotte Blanchard, l'ensemble des données sur le niveau archéologique C indique des concentrations des MC plus faibles que dans les niveaux archéologiques B2 et A1 du Grand-Abri. Cette différence pourrait être liée à la localisation spatiale et stratigraphique des prélèvements au sein des deux cavités. En effet, les foyers étaient certainement situés à l'extérieur de la grotte Blanchard, bien que des structures n'aient pas été observées sur la surface fouillée restreinte devant l'entrée de la cavité (Allain, 1953). Les apports en macro- et microéléments végétaux brûlés dans le fond de la cavité pouvaient alors être limités. Dans le cas du Grand-Abri, au contraire, la présence d'amas de pierres brûlées associés à de nombreux os brûlés, visibles en stratigraphie, permet de supposer la proximité de foyers et de confirmer la probable dispersion de leur contenu sur les sols d'occupation de cet abri. L'hypothèse de divers types de processus post-dépositionnels agissant de façon importante sur la fragmentation des macrocharbons pourrait aussi être avancée.

Des travaux sur les potentielles lois de fragmentation applicables aux charbons de bois sont publiés (Chabal, 1992). Les résultats montrent que toutes espèces confondues, les charbons se désagrègeraient en produisant préférentiellement un nombre important de petits fragments consécutifs à une réduction de la masse des macrorestes. Ces derniers, sous forme de résidus au sein des assemblages anthracologiques paléolithiques, ne pourraient alors être observés qu'à l'échelle microscopique. Les facteurs responsables de ces altérations sont mal connus. Les facteurs anté-dépositionnels, tels que les modalités de la collecte (bois mort ou vert), ainsi que les durées et les températures de la combustion (Thinon, 1992 ; Théry-Parisot & Texier, 2006), peuvent conditionner la conservation du matériel anthracologique, cependant, ils sont

difficilement appréhendables. Après leur enfouissement, l'altération des charbons par des actions chimiques et/ou biochimiques ne semble pas avérée (Thinon, 1992 ; Nichols *et al.*, 2000), même si certains auteurs évoquent des éléments tels que l'oxydation nuançant cette hypothèse (Cohen-Ofri *et al.*, 2006 ; Cohen-Ofri *et al.*, 2007).

D'après les études menées sur la taphonomie des restes de faune dans les deux cavités (Crépin, 2007), les facteurs climato-édaphiques (action gel/dégel, variation d'humidité des sols...) et biologiques (racines de végétaux, champignons, bactéries...) semblent être des facteurs importants et constants de l'altération des ossements retrouvés dans les niveaux archéologiques. On peut émettre l'hypothèse que l'action de ces agents, qui a modifié la surface et surtout provoqué la fragmentation des ossements brûlés, aurait eu les mêmes effets sur les charbons. Dans le cas de la grotte Blanchard, l'étude taphonomique sur l'ensemble des ossements du niveau C a conclu à une altération majoritaire causée par des variations d'humidité (Crépin, 2007). La fragmentation des charbons due à une combinaison de facteurs comprenant l'hygrométrie peut alors être envisagée et ainsi favoriser la descente des MC vers la base du niveau (voir ci-dessus). Néanmoins, à ce jour, les effets de l'humidité sur la préservation des charbons ne sont pas clairement démontrés (Balme, 2002). Dans la grotte Blanchard, l'hypothèse d'une altération des charbons via une fatigue mécanique des parois cellulaires liées à des variations concomitantes ou successives de l'humidité, de la sécheresse et du froid, cumulées avec la pression sédimentaire, pourrait tout de même être émise.

Dans le niveau B2 du Grand-Abri, les concentrations des MOB les plus importantes sont observées au niveau de l'amas de pierres brûlées. Si l'on prend en compte la sous-estimation des MOB résultant du protocole d'extraction, on peut supposer que l'accumulation en os brûlés dans le dépôt primaire était très supérieure à celle en charbons (GA1). Entre ce niveau B2 et l'occupation A1, la variation des concentrations des MC et des MOB pose la question de possibles conservations différentielles. Le niveau B2 correspond à une durée d'occupation assez importante, propice à l'accumulation de nombreux vestiges brûlés (Crépin, 2007). Pourtant, les plus faibles concentrations en MC sont observées. En prenant comme exemple une durée d'occupation du site assez longue, il est possible que les activités humaines répétées, liées au foyer ou effectuées dans son proche périmètre, soient à l'origine de fragmentations importantes, voire d'élimination des charbons végétaux (Asouti, 2003 ; Asouti & Austin, 2005). Ainsi, l'exposition plus longue du niveau B2 aux agents climatiques, biologiques et anthropiques susceptibles d'altérer ces macrorestes pourrait être à l'origine de l'élimination préférentielle des MC. En revanche, dans l'occupation limitée A1 qui a suivi, cela ne semble pas être le cas. Les vestiges issus de la combustion auraient été moins abondants au départ, mais mieux conservés à la suite d'une vitesse d'enfouissement plus rapide que dans le niveau B2, après l'abandon du site. Dans ce cas précis, le temps d'enfouissement et la durée d'occupation pourraient être à l'origine des différences observées entre les MC et les MOB.

Evolution du paysage végétal régional et économie des combustibles par les magdaléniens de « la Garenne »

Les données taphonomiques décrites ci-dessus sont certainement un des facteurs principaux de l'apparente absence des charbons à l'échelle macroscopique. Cependant, des remarques sur la mise en relation de l'évolution des paysages au cours de ces occupations magdaléniennes peuvent être émises.

Au sein des niveaux d'occupation les plus anciens (C et B2) des deux cavités étudiées, datés aux environs de 15000 ans BP, la bonne représentativité des MOB par rapport aux MC traduit un important apport en matériel osseux pour la combustion. D'après les données polliniques régionales et locales, un paysage végétal établi sous un climat froid et sec avec le développement d'une steppe à Armoise, même si quelques ligneux persistaient à proximité de la Creuse, représentait l'environnement contemporain de ces occupations (Leroi-Gourhan, 1985 ; Renault-Miskovsky & Fellag, comm. pers.). Ces données sont confortées par les études archéozoologiques (macro- et microfaune) réalisées dans ces niveaux (Jeannet, 1985 ; Bayle & David, 2004 ; Marquet, 2004 ; Crépin, 2007). Les résultats des analyses des MC révèlent l'utilisation de matériel végétal dans les activités liées aux foyers, alors que l'os semble avoir été brûlé en plus grande quantité.

Par contre, dans les niveaux d'occupation supérieurs du Grand-Abri, A1 datés aux environs de 12000 ans BP et probablement dans la couche Z, l'importance des concentrations des MC par rapport aux MOB, en tenant compte des biais taphonomiques rappelés ci-dessus, traduirait une combustion plus importante de matériel végétal. Les analyses polliniques contemporaines de ces occupations révèlent une augmentation des pollens d'arbres et une diminution des espèces steppiques, incluses dans la dynamique pollinique du Tardiglaciaire caractérisée par une recolonisation des paysages par des essences arborées (Planchais, 1970 ; 1971 ; Renault-Miskovsky & Fellag, comm. pers.). La plus grande disponibilité en bois pour les Hommes magdaléniens de « la Garenne » pourrait alors être à l'origine d'une utilisation de ligneux comme combustibles en quantité plus importante par rapport aux ossements que dans le niveau B2.

Conclusion

Les analyses et les quantifications des MC (surfaces individuelles, concentrations et rapports SI/ST) permettent de révéler la présence dans l'ensemble des niveaux archéologiques étudiés de charbons issus des activités liées aux foyers. Cette omniprésence constitue une donnée nouvelle, puisque aucun reste de charbon n'a été extrait lors des fouilles. Ces résidus de la combustion, qui ne peuvent être identifiés taxonomiquement, renvoient à l'ensemble du matériel végétal brûlé initialement, principalement du bois, mais également d'autres éléments, tels que des herbes et des feuilles. Ils sont donc le témoignage de la présence de macrorestes végétaux brûlés au sens large dans les dépôts primaires. Dans les dépôts karstiques, leur présence est attribuée à des signaux incendies. Ce signal est caractérisé par des microparticules de petites surfaces, faiblement concentrées, peu fragmentées, qui varient en fonction des apports du karst. Il est différent des signaux « microcharbons archéologiques » qui sont observés dans les niveaux d'occupation humaine, avec des surfaces, des concentrations plus élevées et une importante fragmentation. Ces caractéristiques seraient directement liées à l'altération des macrocharbons *in situ*. Les corrélations effectuées avec les évolutions des MOB, permettent de confirmer ces résultats. Une fragmentation importante des charbons est donc vraisemblablement à l'origine de l'apparente absence de macrorestes végétaux brûlés dans les cavités de « la Garenne », et probablement dans bien d'autres abris préhistoriques.

Remerciements

Ces études font suite au Projet Collectif de Recherche « *Préhistoire de la vallée moyenne de la Creuse, grottes de la Garenne* », et sont soutenus par le Projet Collectif de Recherche « *Les premiers peuplements humains dans les formations alluviales du bassin de la Loire moyenne* ». Les auteurs remercient les personnes qui ont permis la finalisation de ce manuscrit : Vincent Lebreton, Laurent Crépin

Bibliographie

Allain J. 1953. Foyers et dallages dans le Magdalénien de la Garenne à Saint-Marcel (Indre). *L'Anthropologie*, 57 : 284-294.

Allain J. 1975. Saint-Marcel (Indre). *Gallia Préhistoire*, 17 (2) : 482-483.

Allain J., Desbrosse R., Kozlowski J.K., Rigaud A., Jeannet M. & Leroi-Gourhan A. 1985. Le Magdalénien à navettes. *Gallia Préhistoire*, 28 (1) : 37-124.

Asouti E. 2003. The wood charcoal macro-remains : a preliminary report. *In :* Peltenburg E. (ed.), *The Colonisation and Settlement of Cyprus-Investigations at Kissonerga-Mylouthkia : Lemba Archaeological Project*, Cyprus III (1) : 73-75.

Asouti E. & Austin P. 2005. Reconstructing Woodland Vegetation and its Exploitation by Past Societies, based on the Analysis and Interpretation of Archaeological Wood Charcoal Macro-Remains. *Environmental Archaeology*, 10 : 1-18.

Asselin H. & Payette S. 2005. Detecting local-scale fire episodes on pollen slides. *Review of Palaeobotany and Palynology*,137 : 31-40.

Balme J. 2002. Starch and Charcoal : Useful Measures of Activity Areas in Archaeological Rockshelters. *Journal of Archaeological Science*, 29 : 157-166.

Bayle G. & David F. 2004. Les grands mammifères de « la Garenne » (Saint-Marcel, Indre), grotte Blanchard (couche B3) et Grand Abri (couche B) : premier aperçu. *In :* Archéologie du val de Creuse en Berry : le coteau de « la Garenne », *Bulletin de l'Association pour la Sauvegarde du Site Archéologique d'Argentomagus et Amis du Musée* : 15-25.

Beaulieu J.L. de & Reille M. 1984. A long upper-Pleistocene pollen record from Les Echets near Lyon, France. *Boreas*, 13 : 111-132.

Beaulieu J.L. de & Reille M. 1992a. Long Pleistocene pollen sequences from the Velay Plateau (Massif central, France). *Vegetation History and Archaeobotany*, 1 : 242-243.

Beaulieu J.L. de & Reille M. 1992b. The last climatic cycle at La Grande Pile (Vosges, France), a new pollen profile. *Quaternary Science Reviews*, 11 : 431-438.

Beaulieu J.L. de, Andrieu-Ponel V., Cheddadi R., Guiter F., Ravazzi C., Reille M. & Rossi S. 2006. Apport des longues séquences lacustres à la connaissance des variations des climats et des paysages pléistocènes. *Comptes Rendus Palevol*, 5 : 65-72.

Benoist E. 1901. Objets en os et en pierre gravés et sculptés recueillis à Saint-Marcel (Indre). *Mémoires de la Société des Antiquaires du Centre*, XXIV : 12 p.

Breuil H. 1902. Station de l'Âge du renne de Saint-Marcel (Indre) d'après les fouilles de M. Benoist. *L'Anthropologie*, 13 : 145-165.

Carcaillet C. 2007. Charred particles analyses. *In :* Elias S.A. (ed.), *Encyclopedia of Quaternary Science* : 1582-1593.

Carcaillet C., Bouvier M., Fréchette B., Larouche A.C. & Richard P.J.H. 2001. Comparison of pollen-slide and sieving methods in lacustrine charcoal analyses for local and regional fire history. *The Holocene*, 11 (4) : 467-476.

Carcaillet C., Perroux A.S., Genries A. & Perrette Y. 2007. Sedimentary charcoal pattern in a karstic underground lake, Vercors massif, French Alps : implications for palaeo-fire history *The Holocene*, 17 (6) : 845-850.

Chabal L. 1992. La représentativité paléo-écologique des charbons de bois archéologiques issus du bois de feu. *Bulletin de la Société Botanique de France*, 139 : 213-236.

Chabal L., Fabre L., Terral J.-F. & Théry-Parisot I. 1999. L'anthracologie. *In :* Bourquin-Mignot C., Brochier J.-E., Chabal L., Crozat S., Fabre L., Guibal F., Marinval P., Richard H., Terral J.-F.& Théry I. (eds.), *La Botanique* : 43-104.

Clark J.S. 1988. Stratigraphic Charcoal Analysis on

Petrographic Thin Sections : Application to Fire History in Northwestern Minnesota. *Quaternary Research*, 30 : 81-91.

Cohen-Julien M., Quenardel J.M., Lerouge G., Lorenz J., Macaire J.J., Freytet P., Maget P. & Debrand-Passard S. 1998. *Carte géologique de la France à 1/50 000, Argenton-sur-Creuse*. Editions du BRGM, Service géologique national.

Cohen-Ofri I., Weiner L., Boaretto E., Mintz G. & Weiner S. 2006. Modern and fossil charcoal : aspects of structure and diagenesis. *Journal of Archaeological Science*, 33 : 428-439.

Cohen-Ofri I., Popovitz-Biro R. & Weiner S. 2007. Structural Characterization of Modern and Fossilized Charcoal Produced in Natural Fires as Determined by Using Electron Energy Loss Spectroscopy. *Chemistry European Journal*, 13 : 2306-2310.

Costamagno S., Griggo C. & Mourre V. 1999. Approche expérimentale d'un problème taphonomique : utilisation de combustible osseux au Paléolithique. *Préhistoire Européenne*, 13 : 167-194.

Crépin L. 2007. Le statut socio-économique du renne au Magdalénien, en Europe. Nouvelles données archéozoologiques sur l'économie des derniers chasseurs-collecteurs paléolithiques. Thèse du Muséum national d'histoire naturelle, Paris.

Danzeglocke U., Jöris O. & Weninger B. 2007. CalPal-2007[online]. http://www.calpal-online.de.

Diot M.F. 1988. Etude palynologique du remplissage de la grotte Vaufrey. *In :* Rigaud J.Ph. *et al.* « La grotte Vaufrey à Cénac et Saint-Julien (Dordogne). Paléoenvironnement, chronologie et activités humaines ». *Mémoires S.P.F.*, XIX : 75-88.

Diot M.F. 1992. Les microcharbons, éléments du palynofaciès. *Bulletin de la Société botanique de France*, 139 : 265-272.

Faegri K. & Iversen J. 1989. *Text book of pollen analysis*. 4th édition. Wiley J. & sons (ed.).

Jacquot E. 2002. *A la recherche de l'identité culturelle des magdaléniens de la grotte Blanchard à « la Garenne » (Indre) : étude technologique des microlithes et de leurs modes de production*. Mémoire de Maîtrise, Université Paris I.

Jeannet M. 1985. Les rongeurs de la Garenne à Saint-Marcel (Indre). *Gallia Préhistoire*, 28 (1) : 120.

Lebreton V., Lartigot A-S., Karatsori E., Messager E., Marquer L. & Renault-Miskovsky J. 2007. Potentiels et limites de l'analyse pollinique de spéléothèmes quaternaires : applications à la reconstitution de l'environnement végétal de l'Homme préhistorique sur le pourtour Nord-méditerranéen. *Quaternaire*, 18 (2) : 153-174.

Leroi-Gourhan A. 1985. Analyse pollinique de la grotte Blanchard à Saint-Marcel (Indre). *Gallia Préhistoire*, 28 (1) : 117-119.

Marquet J.C. 2004. Un aperçu sur les rongeurs du site de "la Garenne" (Grand Abri) à Saint-Marcel (Indre). *In :* Archéologie du val de Creuse en Berry : le coteau de « la Garenne », *Bulletin de l'Association pour la Sauvegarde du Site Archéologique d'Argentomagus et Amis du Musée* : 27-32.

Marquet, J.C. 2009. Apports des signaux polliniques et charbons à la reconstitution des paléoenvironnements et à la connaissance des relations homme/milieu au Pléistocène dans le bassin de la Loire moyenne (France). Thèse du Muséum national d'histoire naturelle, Paris.

Nichols G.J., Cripps J.A., Collinson M.E. & Scott A.C. 2000. Experiments in waterlogging and sedimentology of charcoal : results and implications. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology*, 164 : 43-56.

Patterson W. A., Edwards K.J. & Maguire D.J. 1987. Microscopic charcoal as a fossil indicator of fire. *Quaternary Science Reviews*, 6 : 3-23.

Payne S. 1983. Bones from cave sites : Who are what ? Problems and a case study. *In :* Clutton-Borck J. & Grigson C. (eds), Animals and Archaeology, 1 : Hunthers and their Prey. *Bar International Series*, 163 : 149-162.

Perlès C. 1977. *Préhistoire du Feu*. Masson, Paris : 174 p.

Planchais N. 1970. Tardiglaciaire et Postglaciaire à Mur-de-Sologne (Loir-et-Cher). *Pollen et Spores*, XII (3) : 381-428.

Planchais N. 1971. *Histoire de la végétation post-würmienne des plaines du Bassin de la Loire d'après l'analyse pollinique*. Thèse de l'Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier.

Rhodes A.N. 1998. A method for the preparation and quantification of microscopic charcoal from terrestrial and lacustrine sediment cores. *The Holocene*, 8 (1) : 113-117.

Théry-Parisot I. 2001. *Economie des combustibles au Paléolithique. Expérimentation, Anthracologie, Taphonomie*. Dossier de Documentation archéologique, 20, Editions CNRS.

Théry-Parisot I. 2002. Fuel Management (Bone and Wood) During the Lower Aurignacian in the Pataud Rock Shelter (Lower Palaeolithic, Les Eyzies de Tayac, Dordogne, France). Contribution of Experimentation. *Journal of Archaeological Science*, 29 : 1415-1421.

Théry-Parisot I., Grill J., Meignen L., Vernet J.-L. & Maury J. 1995. First use of coal. *Nature*, 373 : 480-481.

Théry-Parisot I., Grill J., Meignen L., Vernet J.-L. & Maury J. 1996. Coal used at two prehistoric sites in southern France : les Canalettes (mousterian) and les Usclades (mesolithic). *Journal of Archaeological Science*, 23 : 509-512.

Théry-Parisot I. & Meignen L. 2000. Économie des combustibles (bois et lignite) dans l'abri moustérien des Canalettes. *Gallia Préhistoire*, 42 : 45-55.

Théry-Parisot I., Costamagno S., Brugal J.P., Fosse P. & Guilbert R. 2002. The use of bone as fuel during the palaeolithic, experimental study of bone combustible properties. *In :* Mulville J. & Outram A. (eds.), *The Zooarchaeology of Milk and Fats*, 9th ICAZ Conference : 50-59.

Théry-Parisot I. & Costamagno S. 2005. Propriétés combustibles des ossements. Données expérimentales et réflexions archéologiques sur leur emploi dans les sites paléolithiques. *Gallia Préhistoire*, 47 : 235-254.

Théry-Parisot I. & Texier P.J. 2006. La collecte du bois de feu dans le site moustérien de la Combette (Bonnieux, Vaucluse, France) : implications paléo-économiques et paléo-écologiques. Approche morphométrique des charbons de bois. *Bulletin de la Société préhistorique française*, 103 (3) : 453-463.

Thinon M. 1992. L'analyse pédoanthracologique : aspects méthodologiques et applications. Thèse de l'Université de droit d'économie et des sciences d'Aix-Marseille.

Villa P., Bon F. & Castel J.-C. 2002. Fuel, fire and fireplaces in the Palaeolithic of western Europe. *Review of Archaeology*, 23 : 33-42.

Woillard G.M. 1978. Grande Pile Peat Bog : a continuous pollen record for the last 140000 years. *Quaternary research*, 9 : 1-21.

Yravedra J., Baena J., Arrizabalaga A. & Iriarte M.J. 2005. El empleo de material óseo como combustible durante el Paleolítico Medio y Superior en el Cantábrico. Observaciones experimentales. Museo de Altamira. *Monografias*, 20 : 10-38.

Paysage... Landschaft... Paesaggio..., 2011, CAR 120 : 35-42

Archeologia del paesaggio nelle Alpi Lepontine meridionali fra Italia e Svizzera. Il caso della Valle Cavargna

Lanfredo Castelletti[1], Sila Motella De Carlo[1] & Giovanni Procacci[1]

[1] Laboratorio di Archeobiologia, Musei Civici, Piazza Medaglie d'Oro 1, I-22100 Como, Italia. E-mail : laboratorio.archeobiologia@comune.como.it

Riassunto : Ricerche di superficie iniziate nel 1994 nel territorio dell'alta Val Cavargna occidentale (provincia di Como), al confine con la Svizzera, hanno portato prima a campionamenti pedoantracologici e poi nel 2006 a ricognizioni archeologiche in tutta la Valle con il ritrovamento di quasi 42 U.T. (Unità Territoriali = siti) in parte datati con il ^{14}C, arrivando a riconoscere tracce di popolamento dal Mesolitico all'età moderna. Rimangono problematici i complessi di potenti orizzonti a carboni di legno rintracciati nella Val Cavargna occidentale fra 1000 e 1800 m circa e datati all'età del Bronzo. I risultati indicano frequentazioni umane che hanno sfruttato risorse diverse a partire dal VII millennio a.C. con forme probabilmente periodiche di visitazione, in un paesaggio che vede prevalere a quote elevate e almeno a partire dal Bronzo antico, l'abete bianco (*Abies alba*), che con alterne vicende è sopravvissuto nell'area in gruppi abbastanza numerosi sino ai giorni nostri.

Parole-chiave : Antracologia, montagna, Valle Cavargna, abete bianco, archeologia ambientale, carbonaie.

Résumé : La prospection de surface, commencée en 1994 sur le versant occidental de la haute vallée Cavargna (province de Côme) située à la frontière suisse, a d'abord conduit à des prélèvements pédoanthracologiques, puis en 2006 à des reconnaissances archéologiques dans toute la vallée avec la découverte de 42 U.T. (unités territoriales = sites), datées en partie grâce au C14, qui ont permis d'identifier des traces de peuplement allant du Mésolithique à l'époque moderne. Demeurent problématiques les complexes qui ont livré de puissants horizons de charbons de bois, retrouvés dans le Val Cavargna occidental entre 1000 et 1800 m d'altitude environ et datés de l'âge du Bronze. Les résultats montrent une fréquentation humaine, probablement périodique, dont le but était l'exploitation des diverses ressources à partir du 7e millénaire av. J.-C. dans un paysage où domine le sapin blanc (*Abies alba*) aux altitudes élevées et ceci au moins à partir du Bronze ancien. Malgré des hauts et des bas, ce dernier s'est maintenu dans la zone en groupes assez nombreux jusqu'à aujourd'hui.

Mots-clés : Anthracologie, montagne, Val Cavargna, sapin blanc, archéologie environnementale, charbonnières.

Introduzione

Le ricerche di archeologia ambientale nell'alta Val Cavargna (prov. Como – Italia) (Fig. 1) sono iniziate nel 1994 con ricerche di superficie condotte dal Museo Archeologico di Como (Laboratorio di Archeobiologia) e la scoperta di grandi quantità di carbone lungo la dorsale che unisce le località di Buggiolo, frazione Dasio, (a circa 1200 m) alla cima del Monte Garzirola (2116 m) nei comuni di Cavargna e Val Rezzo, in corrispondenza della zona più occidentale della Valle a ridosso del confine con la Svizzera (Fig. 1).

Successivamente sono state effettuate ricerche sistematiche in quest'area con la realizzazione e lo studio di profili pedologici, prelievi sistematici di carboni dai profili, analisi antracologiche e quattro datazioni ^{14}C (Procacci, 2003), approfondendo ulteriormente le ricerche nel 2005 in occasione della mostra "Il fuoco e la montagna" presso il Museo Archeologico di Como (Castelletti *et al.*, 2005). Nel 2006, grazie a un finanziamento Interreg III A finalizzato al progetto "La montagna tra i due laghi. Alla riscoperta del territorio", sono state avviate ulteriori indagini nella stessa area e inoltre in diverse località dei comuni di Carlazzo, Cavargna, Corrido, Cusino, San Bartolomeo e San

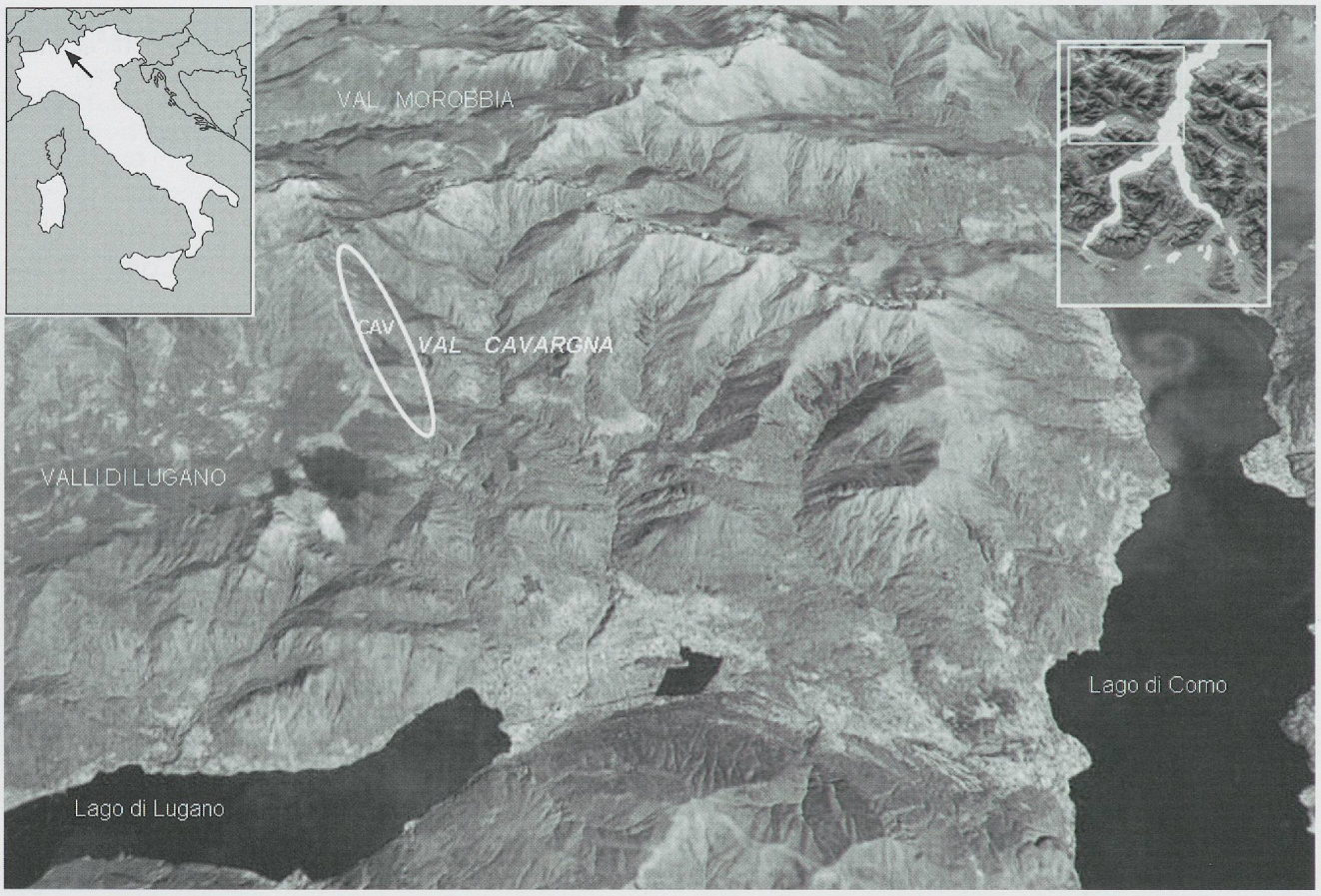


Fig. 1 : Posizione della Val Cavargna (Como-Italia), tra il lago di Lugano, la Val Mesolcina e il lago di Como. L'ovale indicato con la sigla CAV corrisponde alla zona con grandi depositi di carboni di legna descritta nella prima parte del testo, con profili pedologici che vanno da 1270 m (CAV 11) a 1785 m d'altitudine (CAV 5).

Nazzaro fra 900 e 2000 m di quota, consistenti in una serie di ricognizioni che hanno interessato nel solo 2006 un'area di oltre 1 km^2, documentando 42 U.T. (Unità Territoriali, circa uguali a siti).

I depositi a carboni dell'area Buggiolo-Monte Garzirola

I versanti della Val Cavargna sono caratterizzati da litologie acide formate da micascisti e gneiss ricoperte da suoli di spessore diverso, mediamente da 50 cm a 100 cm. Lungo la strada aperta negli anni Novanta nel tratto che da Dasio (da 1250 m circa) porta alla base della cima del Monte Garzirola (a 1785 m) sono stati evidenziati in sezione già nel 1994 diversi punti caratterizzati da livelli di suolo ricchissimi di frammenti di carbone sia microscopici, che di medie e talora di grosse dimensioni. Lungo tutto il versante sono stati analizzati undici profili pedologici scegliendo i punti dove il suolo era maggiormente espresso e indisturbato da eventi erosivi.

Dai profili ricavati con sezioni del pendio (e indicati con la sigla CAV) è stata raccolta una serie di dati consistenti in descrizioni pedologiche di campo, analisi micromorfologiche e analisi antracologiche che aiutano a spiegare il succedersi dei processi responsabili della formazione e dello sviluppo dei suoli. In genere la parte inferiore della sezione stratigrafica presenta orizzonti di alterazione strutturati in più sequenze. Sopra questa porzione poggia un orizzonte scuro ricchissimo di frammenti di carbone che si presenta con spessori diversi nei diversi punti del versante, raggiungendo un massimo di circa 80 cm nel CAV 11 (Fig. 2), mentre al tetto della sezione è presente un suolo strutturato in una sequenza sola.

L'orizzonte ricco in carboni, può essere considerato un *marker* che segna uno o più eventi di combustione di legna che hanno provocato la distruzione della copertura boschiva e/o arbustiva con il conseguente apporto di materiale terrigeno per instabilità dei versanti. In seguito a questi episodi la pedogenesi del suolo sottostante l'orizzonte carbonioso si è interrotta, inducendone il carattere di paleosuolo, com'è testimoniato dalla

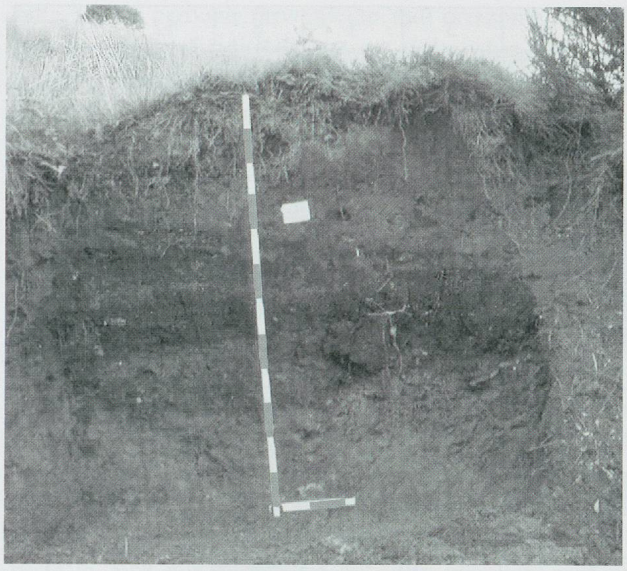


Fig. 2: Val Cavargna. Gli spessori dei livelli a frustoli di carbone variano fortemente da zona a zona ma rimangono cospicui anche a quote elevate. In CAV 11 superano i 50 cm.

multisequenzialità degli orizzonti. Come si è detto attualmente l'orizzonte a carboni è ricoperto da un suolo di recente formazione rappresentato da una sola sequenza pedogenetica (Fig. 3).

L'analisi antracologica condotta su 1003 frustoli di carbone ha messo in evidenza la presenza di vaste combustioni a spese di coperture forestali in parte differenti da quelle attuali. La trascrizione di questi risultati in grafici dimostra chiaramente come l'orizzonte carbonioso e gli orizzonti sottostanti dei profili fino a quote di 1700 m, siano caratterizzati dalla presenza dominante di abete bianco (*Abies alba*), mentre quelli più superficiali presentano tracce di faggio (*Fagus sylvatica*) specie che attualmente copre il versante fino a quote non superiori ai 1400 m. Il faggio pur rappresentando la seconda entità per abbondanza nello spettro antracologico complessivo della sequenza è nettamente staccato con un 6,5 %, dall'abete bianco che domina con quasi il 60 % (Fig. 4).

Tuttavia sono presenti anche altri *taxa*: la quercia (*Quercus* sp., sez. Robur) che si ritrova sino a 1400 m insieme al nocciolo (*Corylus avellana*), l'ontano verde (*Alnus viridis*), il laburno alpino (*Laburnum* cf. *alpinus*),

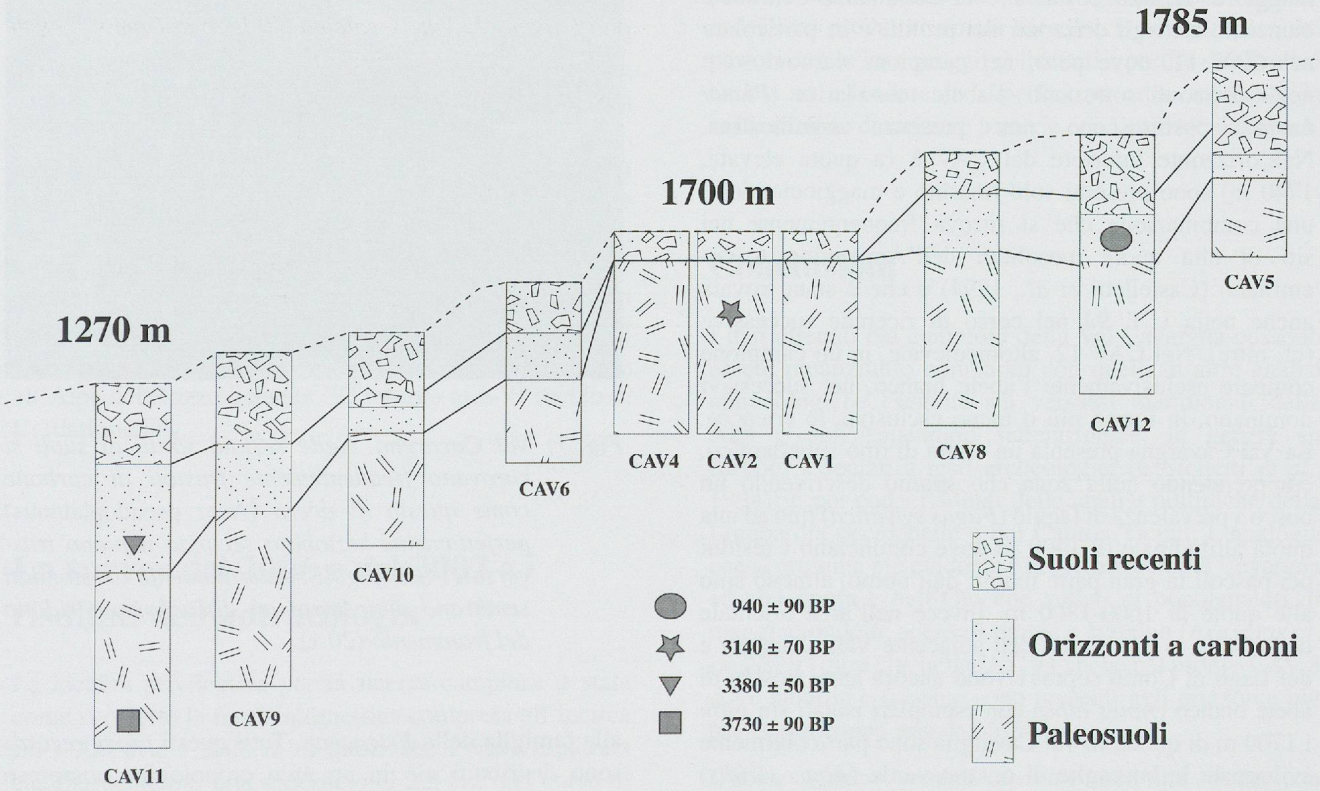


Fig. 3: Val Cavargna. Gli undici profili esaminati fra Buggiolo-Dosio e il Monte Garzirola. Gli orizzonti a carboni non sono sempre ben definiti come in CAV 4, CAV 2 e CAV 1 dove però sotto i suoli recenti vi sono numerosi frammenti di carbone, spesso di dimensioni centimetriche che come in CAV 2.

taxa / CAV	11	9	10	7	6	4	3	1	8	12	5
Abies alba	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Picea/Larix	■						■	■			
Salix/Populus		■									
Betula sp.			■								
Alnus viridis	■				■	■	■	■			
Corylus avellana			■		■						
Fagus sylvatica		■			■						
Quercus sp.			■								
Prunus sp.							■				
Laburnum cf. *alpinus*		■	■	■		■	■	■	■		
Acer pseudoplatanus	■		■	■	■	■	■	■			
Ericaceae		■		■				■	■	■	■
Fraxinus sp.		■	■						■		
Altitudine	1270 m	1290 m	1300 m	1350 m	1410 m	1700 m	1700 m	1700 m	1740 m	1737 m	1785 m

Fig. 4: Val Cavargna. Presenza dei diversi taxa nei carboni campionati negli undici profili CAV fra 1270 e 1785 m.

l'acero (*Acer pseudoplatanus*) (Fig. 5), le *Ericaceae*, il frassino (*Fraxinus* sp.) probabilmente frassino maggiore. Il dato costante è la dominanza dell'abete bianco in tutti gli orizzonti dei profili, e in particolare nel CAV 11, dove però, nel campione carbonioso e negli orizzonti sottostanti, l'abete rosso/larice (*Picea/Larix*), costituiscono una presenza significativa. Nell'orizzonte inferiore del CAV 8 (a quota elevata, 1740 m) sono presenti solo frassino e maggiociondolo, una combinazione che si ritrova frequentemente nei siti di alta quota mesolitici dell'Appennino tosco-emiliano (Castelletti *et al.*, 1994) e che è stata trovata anche nella U.T. 94 nel corso di ricerche successive (cf. oltre). Nel CAV 12, altomedievale, in un campione compare esclusivamente l'abete bianco, nei successivi dominano, in forma più o meno esclusiva, le ericacee. La Val Cavargna presenta un clima di tipo subatlantico, comprendendo nella zona che stiamo descrivendo un bosco a prevalenza di faggio (*Fagus sylvatica*) fino ad una quota altitudinale di 1400 m dove cominciano i residui dei pascoli in gran parte indotti dall'uomo, almeno sino alle quote di 1600-1800 m. Invece nell'area orientale della Valle in prossimità dell'adiacente Valle Sanagra e del Lago di Como sopravvivono ancora ampi boschi di abete bianco (*Abies alba*) con esemplari isolati sin oltre i 1700 m di quota. In val Cavargna sono particolarmente sviluppate le boscaglie di ontano verde (*Alnus viridis*) abbondanti nei canaloni e negli anfratti ma anche nei pascoli abbandonati e le "brughiere alpine" dominate dal rododendro ferrugineo (*Rhododendron ferrugineum*), dai mirtilli e dal brugo (*Calluna vulgaris*) appartenenti

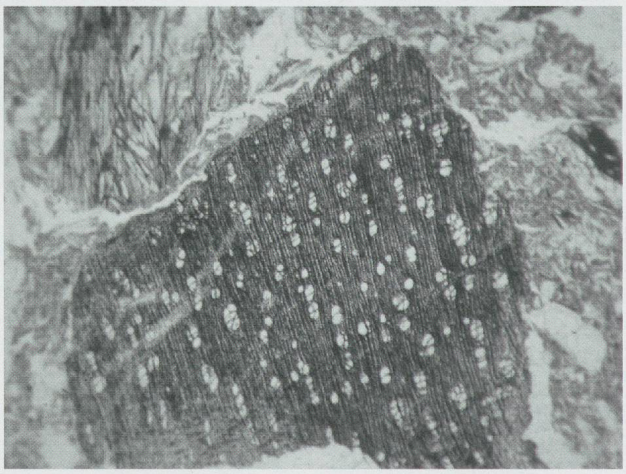


Fig. 5: Val Cavargna. Nelle sezioni sottili di suoli si ritrovano frequentemente frustoli di carbone come questo di acero (Acer pseudoplatanus) *perfettamente sezionato secondo il piano trasversale. Gli spigoli moderatamente arrotondati sembrano dimostrare un dislocamento ridotto del frammento (20 x).*

alla famiglia delle *Ericaceae*. Tutti questi *proxy records* sono distribuiti ciò in un arco cronologico compreso all'incirca fra le date calibrate del 2200 a.C. e del XII secolo d.C. Infatti sono state eseguite quattro analisi ^{14}C su frammenti di carboni provenienti da orizzonti di tre differenti profili (Fig. 3). La prima datazione ^{14}C è stata

fatta su un carbone proveniente dall'orizzonte basale, posto a una profondità di 160 cm, del profilo CAV 11a che rappresenta la sezione posta alla quota più bassa (1270 m) del versante indagato; la datazione ha dato come risultato 3730 ± 80 BP (2141 a.C.). La seconda, CAV 11b, riguarda sempre lo stesso profilo ma il campione appartiene all'orizzonte carbonioso posto alla profondità di 100 cm, ed ha fornito un'età di 3380±50 BP (1666 a.C.). La terza CAV 2 è stata effettuata su di un grosso frammento di carbone di *Abies alba*, estratto a una profondità che va da 20 a 25 cm, al limite tra l'orizzonte O/A e B del profilo CAV 2 a 1700 m di quota. Il risultato della datazione è di 3140 ± 70 BP (1407 a.C.). La quarta è stata fatta su un frammento di carbone compreso nel livello a carboni del CAV 12 (1737 m) posto ad una profondità che va da 60 a 65 cm, offrendo come risultato 940 ± 90 BP (1103 d.C.). Lo studio dei suoli e dei carboni pone in luce una situazione del tutto peculiare per gli spessori relativamente elevati di strati compatti a frustoli, polveri di carbone e in qualche caso anche strati ricchi di ceneri che raggiungono spessori talvolta superiori ai 50 cm (CAV 11). Anche nei profili dove non è presente un chiaro strato compatto di carboni, come in CAV 4, CAV 2 e CAV 1 (Fig. 3), sotto il suolo recente al tetto sono presenti numerosi frammenti di carbone, spesso di dimensioni centimetriche, come quello di abete bianco in CAV2 utilizzato per il ^{14}C. Finora non sono state trovate realtà simili, per spessore degli strati di carbone, estensione del fenomeno e arco cronologico molto ampio che risale, in base alle quattro datazioni ^{14}C, sino al Bronzo antico. Ciò vale non solo per la Val Cavargna, anche sulla base delle accurate ricognizioni condotte fra 2006 e 2008, ma anche in altre aree montane europee, almeno in base alle nostre conoscenza della letteratura e alle osservazioni sul terreno nelle Prealpi italiane e nell'Appennino settentrionale (Castelletti & Somaini, 1988; Castelletti *et al.,* 1994). Ovviamente sono escluse le strutture chiaramente definibili come piazzole di carbonaie, peraltro presenti in buon numero anche in Val Cavargna come quelle trovate nella zona Est della Valle, all'Alpe del Rozzo e datate ^{14}C intorno al XVI secolo d. C. (dati inediti).

La survey del 2006 e del 2007 e i risultati dell'antracologia

La località privilegiata per la ricerca-campione è stata come si è detto la fascia altimetrica compresa all'incirca fra i 900 m e i 2000 m di quota che è stata esplorata capillarmente per una superficie di 2,5 km^2 nel corso di 55 giornate effettive di ricerca sul campo realizzando la scoperta di quasi 100 U.T. (Unità Territoriali), cioè punti di rinvenimento di artefatti od ecofatti che testimoniano la presenza umana. Si tratta di reperti differenti che vanno dai profili pedologici con carboni, alle incisioni rupestri, ai resti di edificazioni, ai recinti per il bestiame, alle carbonaie, agli ometti (pile di pietre), alle tracce di incendi boschivi, ai manufatti mobili, per la verità molto rari, come selci e ceramica.

Attraverso altre quattro datazioni ^{14}C sul carbone (quindi otto in tutto), possiamo stabilire un intervallo di frequentazione radiodatato per l'alta montagna della Val Cavargna fra circa il 4300 a.C, e il 1500 d.C. calibrato (Castelletti & Motella De Carlo, 2007) che si estende al VII millennio a.C. grazie al ritrovamento di manufatti litici mesolitici. Questi nuovi elementi cronologici vengono citati nel tentativo di migliorare l'interpretazione del complesso degli orizzonti a carboni della Val Cavargna occidentale. La datazione a circa 4300 a.C. cal, associata a carboni di laburno alpino e di acero di monte nella U.T.94 sotto il Monte Garzirola, testimonia la precoce frequentazione umana a quota elevata che fino ad ora sembrava assente nel corso del Neolitico per la Lombardia occidentale; frequentazione che nella Val Cavargna continua poi nel Bronzo antico e medio oltre che fra Alto e Basso Medioevo e nel XVI secolo. In prima analisi si può ipotizzare che l'affermarsi e il consolidarsi della cultura neolitica abbia spinto a una radiazione adattativa, probabilmente stagionale, verso gli ecosistemi di altura, forse per continuità o trasmissione culturale di forme precedenti di utilizzo periodico delle praterie alpine, prima da parte degli ungulati selvatici e dei loro predatori umani mesolitici, poi ad opera dei pastori con le loro greggi, sollecitati a partire dal Bronzo antico ad estendere le superfici ad erba, mediante la realizzazione di radure e praterie con l'utilizzo del fuoco.

Conclusioni

I dati ottenuti dai campioni della Val Cavargna possono essere innanzitutto comparati con quelli di altre analisi antracologiche eseguite sui versanti meridionali delle Alpi e nell'Appennino settentrionale, in genere su carboni associati a resti archeologici (Castelletti *et al.*, 1994); e poi con i risultati delle analisi polliniche della Lombardia occidentale e del Canton Ticino. L'analogia che si presenta più evidente è la presenza in Val Cavargna ad alta quota e nell'Olocene antico di popolamenti di maggiociondolo, acero di monte e frassino (*Fraxinus* cf. *excelsior*) oltre che nella U.T. 94 anche nel profilo CAV 8 dove laburno e frassino sono presenti nell'orizzonte più basso, purtroppo non datato ^{14}C.

L'abete bianco sembra arrivare nell'alta Valle con un'onda tardiva, avendo come termine *post quem* il Bronzo antico. Sappiamo però che nelle aree collinari questo albero era molto diffuso, come confermano i legni, i carboni e i resti di foglie dell'Isolino del Lago di

Varese, i carboni di Montano Lucino (Como) e i legni e le foglie della Lagozza di Besnate (Varese), rispettivamente del Neolitico antico, medio e superiore (Castelletti & Motella De Carlo, 2007). La specie sopravvive, come si è detto, fino ai nostri giorni nella Valle Cavargna nonostante il forte regresso che si verifica in generale intorno al V millennio a.C. sulla base dei dati pollinici (Schneider, 1978), forse in virtù del forte isolamento di quest'area, durato sino alla prima metà del Novecento.

Lo spessore dei depositi di carbone contrasta con quelli normalmente attribuibili a incendi forestali (Carcaillet & Talon, 1996) che sono stati riconosciuti e campionati anche in Val Cavargna, in profili esaminati nel 2006-2007. Da un punto di vista puramente teorico si sono ipotizzate due diverse possibilità per spiegare gli accumuli di carbone: incendi boschivi di grandi dimensioni che però non trovano riscontro da un punto di vista delle modalità di conservazione di grandi masse di carbone o produzione di carbone di legna che è plausibile per i periodi protostorico e storico ma meno per quelli preistorici.

Nella zona sono ben conosciute le tracce di attività minerarie svolte nel XVI e fra il XVIII-XIX secolo, e documentate sia storicamente che dalla permanenza di imbocchi di gallerie di miniere di ferro in parte esplorate (Procacci, 2003). Per ora si sono fatte caute congetture circa la connessione fra produzione di carbone di legna, se così si vogliono interpretare gli accumuli nei suoli, e un possibile utilizzo durante il Bronzo antico dei solfuri di rame presenti nei filoni ferriferi (Martin *et al.*, 2007). Una delle spiegazioni più ovvie che chiarirebbe la ricchezza di frustoli carboniosi presenti nel suolo, riguarda la produzione sistematica di carbone per l'attività mineraria. Tuttavia le tracce lasciate dalle carbonaie sono distribuite in modo puntiforme e non così estesamente come è riscontrato in Val Cavargna occidentale.

Un'altra ipotesi sull'origine del carbone riguarda gli incendi appiccati dall'uomo ai boschi per abbassare la quota delle aree a pascolo. Ipotesi questa che può spiegare la grande estensione del fenomeno ma non le tracce riscontrate sul terreno. Studi sperimentali, infatti, provano come il carbone residuo di un incendio boschivo sia rappresentato da quantità minime rispetto a quelle riscontrate nell'area in studio. Le combustioni sono quasi con certezza d'origine antropica e ripetutesi per un lungo arco di tempo; tuttavia non è possibile capire come mai un fenomeno così evidente sia circoscritto alla sola Val Cavargna occidentale e non sia stato riscontrato anche in altre zone.

Le tracce pedologiche di deforestazione da incendio presenti nei profili CAV e i carboni nei suoli sicuramente attribuibili ad incendi forestali mostrano che la Val Cavargna è stata sede di un progressivo disboscamento, verosimilmente per l'utilizzo dei pascoli montani. Il caso si ripete in situazioni analoghe, ad esempio nel sito di Colmenacco situato a 1100 m sulla sponda occidentale del Lago di Como, dove un'unica fase d'incendio datata al 2900 a.C. cal rivela l'esistenza di un bosco con abete bianco associato a nocciolo, maggiociondolo e salice che sembrano indicare disturbi della vegetazione boschiva originaria già in atto prima del passaggio del fuoco (Castelletti, Castiglioni & Rottoli, ricerca inedita). Accanto a queste prove convincenti di incendi ben localizzati da carboni autoctoni, si possono utilizzare quelle fornite dalle analisi polliniche, ovviamente riferibili a un territorio ben più vasto. Le ricerche sui microcarboni contenuti nei sedimenti lacustri confermano che gli incendi boschivi si intensificano notevolmente a partire dall'età dei metalli raggiungendo frequenze molto elevate alle soglie del I millennio a.C. (Tinner & Conedera, 1995; Tinner *et al.*, 1999; Keller *et al.*, 2002). Alla luce di questi dati e di altri ancora, qui non riportati, sembra di potere affermare che il limite superiore del bosco e degli alberi nelle Prealpi è il risultato della deforestazione ottenuta per mezzo del fuoco e verosimilmente mirata alla formazione di pascoli per il bestiame (Fig. 6). A riprova di ciò negli stessi diagrammi, in concomitanza con l'aumento dei microcarboni, si verifica una diminuzione del polline degli alberi a favore di quello delle specie erbacee e in particolare delle graminacee, queste ultime componenti fondamentali dei pascoli e dei prati (Wick, 1989).

Anche per l'allevamento delle greggi in altura il fuoco rappresenta un potente strumento di lavoro perché costituisce il mezzo primario per distruggere il bosco e favorire il pascolo, creando così le premesse per una pastorizia transumante stagionale ma continuativa. Il fuoco costituisce anche uno strumento per la manutenzione delle praterie, distruggendo erbe nocive, cespugli spinosi e favorendo la crescita precoce dell'erba. Le prove di questa attività sono racchiuse nei sedimenti dei non lontani laghi di Lugano (ramo Sud), di Origlio e di Muzzano, dove sono state scoperte tracce di incendi periodici, sotto forma di piccolissimi frammenti di carbone (meno di un decimo di mm) che si intensificano nel periodo corrispondente all'età del Rame, intorno alla fine del IV e nel III millennio a.C., ma soprattutto nell'età del Bronzo antico. A questa recrudescenza degli incendi corrisponde anche l'aumento, sempre nei depositi di fondo dei laghi citati, dei pollini provenienti dalle erbe di prateria e di pascolo. Il massimo si raggiunge verso la fine dell'età del Bronzo e nella prima età del Ferro, periodo che sappiamo corrispondere a un momento di grande fortuna per la pastorizia, transumante o non, per lo sfruttamento delle risorse della montagna e per la produzione di lana e di tessuti di questa fibra. Si suppone ragionevolmente che nel modo mediterraneo, i nuovi assetti politici ed economici fra secondo e primo millennio a.C., la formazione di città-stato ecc., abbiano catalizzato la domanda di lana e di conseguenza l'attività della pastorizia che ha un suo sbocco naturale nell'utilizzo della montagna. Al tempo stesso l'attività mineraria, prima con il rame e a partire dal primo millennio a.C.

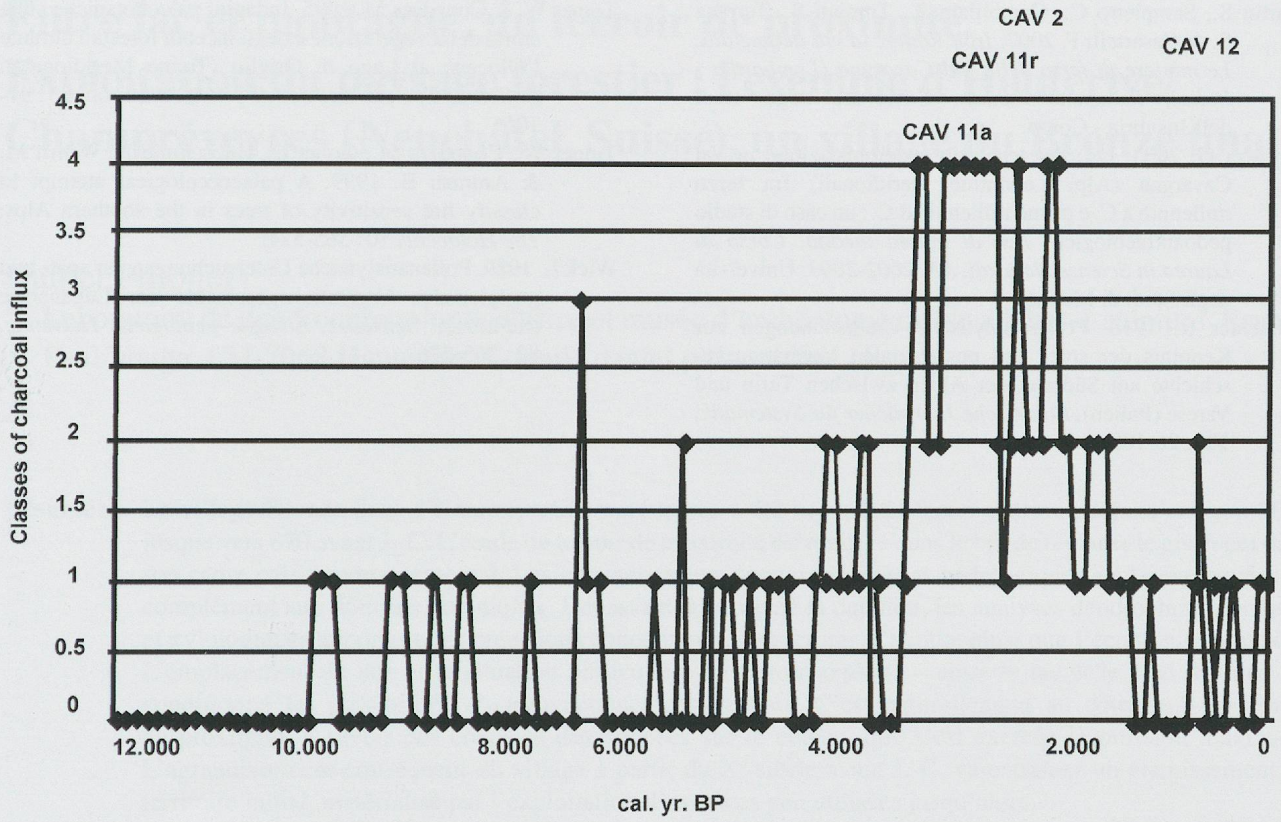


Fig. 6: Val Cavargna. Storia degli incendi boschivi in base all'influsso dei microcarboni nel lago di Origlio (CH), a 10 km in direzione W rispetto alla zona a depositi di carbone (da Keller et al., 2002, modificato). In alto a destra sono indicate le date ^{14}C descritte nel testo: CAV 11a e CAV 11r sono rispettivamente il campione antico, più basso, e quello più recente del profilo CAV 11.

con il ferro, ha reso la montagna luogo di scoperte e di lavoro per la ricerca e l'estrazione dei metalli, attività verosimilmente combinata spesso con la pastorizia.

Nel corso delle ricerche sulle miniere della Val Cavargna (Martin *et al.*, 2007) è stata rilevata la presenza di minerali di rame, calcopirite principalmente, nelle rocce delle miniere sfruttate per il ferro. Non abbiamo sinora però trovato tracce degli insediamenti né quelle dello sfruttamento minerario in queste fasi più antiche, che coincidono anche con lo sviluppo delle praterie artificiali legate all'esbosco da incendio citato più sopra e quindi alla pastorizia. Si tratta quindi di un compito da affrontare nei prossimi anni.

Ringraziamenti

Si ringraziano: Luca Trombino – Università degli Studi di Milano; Giorgio Grandi – Museo della Val Cavargna e in particolare gli archeologi: Roberto Caimi, Simona Morandi e Marco Tremari cui si deve gran parte delle ricognizioni.

Bibliografia

Carcaillet C. & Talon B. 1996. Stratigraphie et datations de charbons de bois dans les Alpes: quelques aspects taphonomiques. *Géographie physique et Quaternaire*, 50: 233-244.

Castelletti L. & Somaini A. 1988. Indagini paleobotaniche, *In:* AA.VV. *Scavi di Monte Barro. Comune di Galbiate , Como (1986-87). Archeologia Medievale*, 15: 238-247.

Castelletti L., Maspero M. & Tozzi C. 1994. Il popolamento della Valle del Serchio (Toscana settentrionale) durante il Tardiglaciale Würmiano e l'Olocene antico. *In:* Biagi P. & Nandris J. ed., *Highland zone exploitation in southern Europe. Monografie di Natura Bresciana* 20: 189-204.

Castelletti L. *et al.* 2005. *Il fuoco e la montagna. CD.* Museo Civico Archeologico di Como.

Castelletti L. & Motella De Carlo S. 2007. L'ambiente: una scenografia ricostruibile. *In:* Antico Gallina M.V. ed., *Tra Adda e Ticino. Le tracce dell'Antichità*, Milano: 15-31.

Keller F., Lischke H., Mathis T., Möhl A., Wick L., Amman B. & Kienast F. 2002. Effects of climate, fire, and humans on forest dynamics: forest simulations compared to palaeocological record. *Ecological Modelling*, 152: 109-127.

Martin S., Sampietro C., Gambillara R., Tumiati S., Terrana S. & Casartelli P. 2007. *Iron Route : la via dei metalli. Le miniere di ferro della Val Cavargna (Lombardia - Italia), Relazione inedita*. Università degli studi dell'Insubria - Como.

Procacci G. 2003. Uso del territorio e deforestazione in Val Cavargna (Alpi Lepontine meridionali) fra terzo millennio a.C. e primo millennio d.C. : un caso di studio pedoantracologico. *Tesi di laurea inedita. Corso di Laurea in Scienze Naturali. AA. 2002-2003*. Università degli Studi di Milano.

Schneider R. 1978. Pollenanalytische Untersuchungen zur Kenntnis der spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte am Südrand der Alpen zwischen Turin und Varese (Italien). *Botanische Jahrbücher für Systematik*, 100 : 26-109.

Tinner W. & Conedera M. 1995. Indagini paleobotaniche sulla storia della vegetazione e degli incendi forestali durante l'Olocene al Lago di Origlio (Ticino Meridionale). *Bollettino Società Ticinese di Scienze Naturali*, 83 : 91-106.

Tinner W., Conedera M., Gobet E., Hubschmid P., Wehrli M. & Amman B. 1999. A palaeoecological attempt to classify fire sensitivity of trees in the southern Alps. *The Holocene*, 10 : 565-574.

Wick L. 1989. Pollenanalytische Untersuchungen zur spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte am Luganersee (Südtessin, Schweiz). *Eclogae geologicae Helvetiae*, 82 : 265-276.

Paysage… Landschaft… Paesaggio…, 2011, CAR 120 : 43-53

Entre lac et montagne, un terroir de proximité. Exploitation du paysage forestier : l'exemple d'Hauterive/ Champréveyres (Neuchâtel, Suisse), un village du Bronze final

Daniel Pillonel[1]

[1] Laboratoire de dendrochronologie, Office et musée d'archéologie de Neuchâtel, Laténium, Espace Paul Vouga, CH-2068 Hauterive. E-mail : daniel.pillonel@ne.ch

Résumé : Le village Bronze final d'Hauterive/Champréveyres a été occupé de façon continue depuis environ 1050 jusque vers 870 avant J.-C. L'étude du terroir de proximité est réalisée dans le but de replacer le gisement dans son cadre paléoenvironnemental. Les caractéristiques topographiques et pédologiques sont développées en complément aux données botaniques. Dépassant le cadre de la datation, les analyses dendrochronologiques et xylologiques apportent des précisions concernant les structures d'habitat ainsi que l'économie forestière. L'emplacement du site et la situation particulière du terroir exploité – entre le lac et le pied du Jura – a conditionné les possibilités d'approvisionnement en bois. C'est naturellement au détriment des forêts de proximité, à savoir des chênaies développées sur le coteau, que s'est exercée la pression maximale. L'agrandissement conséquent du village à partir du Xe siècle avant J.-C. va entraîner un élargissement du territoire initial, matérialisé par l'exploitation d'essences peu utilisées jusqu'alors.

Mots-clés : Terroir, toponymes, sols, peuplements forestiers, dendrochronologie, transport.

Introduction

La notion de territoire de proximité est abordée au travers de l'utilisation potentielle du sol et de l'exploitation du paysage végétal durant le Bronze final. Cette double approche est fondée sur des sources diverses : la géomorphologie (topographie, cadastres), la pédologie (Letessier, 2004), la carpologie (Jacquat, 1989), la palynologie (Gaillard & Jacquat, 1988 ; Hadorn, 1994), l'archéozoologie (Studer, 1991), la dendrochronologie (Böhringer & Honegger, en prép.). L'analyse xylologique (Pillonel, 2007) est utilisée comme lien entre les données archéologiques et paléoenvironnementales. Les bois retrouvés dans les couches organiques sous la forme de pièces d'architecture, de déchets ou de mobilier constituent des témoins privilégiés pour restituer les choix effectués dans un environnement forestier dynamique, largement influencé par la pression anthropique.

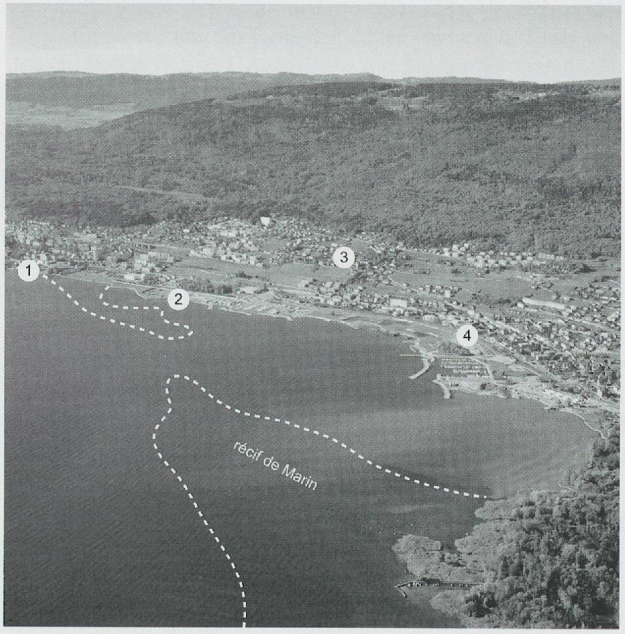
La précision apportée par le calage chronologique donne l'occasion d'ouvrir plus largement la focale sur les aires d'approvisionnement et de préciser les modalités d'exploitation du terroir de proximité. Cette démarche fait suite à deux études plus générales concernant l'analyse spatiale régionale (Borrello, 1984 ; Arnold, 1990).

Situation du site et chronologie

Le site d'Hauterive/Champréveyres se situe à l'extrémité de la rive nord du lac de Neuchâtel, au pied des premiers contreforts du Jura (Fig. 1). Il se trouve dans une baie bordée d'un coteau qui se développe entre Neuchâtel/ Monruz et Saint-Blaise. Les quelque quinze occupations préhistoriques recensées, datées du Magdalénien jusqu'au Bronze final, s'échelonnent presque exclusivement sur la portion littorale : un seul site, Hauterive/Les Jardillets, daté du Bronze final, est signalé au sommet du coteau[1]. La découverte de quelques objets en bronze sur la commune de Marin-Epagnier[2], de même que la présence, dans les sédiments du Loclat, de pollens en relation avec des activités agricoles (Hadorn, 1994), confirment la fréquentation du plateau de Wavre durant cette période.

Les villages littoraux sont principalement concentrés à Champréveyres et à Saint-Blaise/Bains des Dames. Ces deux gisements ont fait l'objet de fouilles systématiques dans le cadre du programme de construction de l'autoroute A5 (Campen & Kurella, 1998 ; Arnold, 2002). La fréquence d'installations humaines sur des surfaces relativement restreintes souligne le caractère attractif des terroirs tout proches.

Le village Bronze final d'Hauterive/Champréveyres est occupé de façon continue entre environ 1050 et 870 avant J.-C., soit durant près de 180 ans. Les couches anthropiques les mieux préservées peuvent être regroupées en deux ensembles. Le premier, daté de -1054 à -1037, et le second, situé entre -996 et -977 (Gassmann, 1991). Tous deux correspondent à d'importants stades de développement du village mis en évidence par l'analyse dendrochronologique (Böhringer & Honegger, en prép.).



1. Neuchâtel/Monruz
2. Hauterive/Champréveyres
3. Hauterive/Les Jardillets
4. Saint-Blaise/Bain des Dames

Fig. 1 : Au pied de Chaumont, le littoral compris entre Neuchâtel et Saint-Blaise avec, au premier plan, la rive boisée et le récif de Marin aujourd'hui submergé (photo Y. André, service cantonal d'archéologie de Neuchâtel).

Géomorphologie

Dépendant du relief, le terroir s'étend latéralement entre lac et montagne. Il touche trois domaines naturels, à savoir la bande riveraine, le coteau, prolongé vers 500 m d'altitude par un premier palier plano-concave, et la montagne de Chaumont, dont le sommet culmine à 1180 m; ces entités s'ordonnent naturellement de façon hiérarchique.

En raison du faible pendage des rives, les fluctuations du niveau du lac ont pu dessiner au cours des siècles une géographie aux contours changeants. Au large, le récif de Marin, d'origine glaciaire, se développe en diagonale jusqu'à Monruz (Leesch *et al.*, 2004). En période de régression lacustre, comme c'est le cas au Bronze final (alt. 426,50-427 m; Moulin, 1991, p. 100; Pillonel, 2007, p. 22), ce cordon de galets, qui culmine vers 427,5 m, affleure ou émerge largement. En fermant une longue portion de la baie, il contribue à protéger le rivage en atténuant l'effet des vagues entraînées par les vents d'ouest-sud-ouest. Le récif constitue également une source potentielle d'approvisionnement en matériaux lithiques, nécessaires à la fabrication et l'entretien du matériel de mouture, essentiel pour une société agricole.

Les importants affleurements calcaires, marqués par les collines du Mail, du Sordet et de Saint-Blaise, ainsi que la base des bandes de lapiaz développées à partir de 550 m d'altitude, délimitent une aire rectangulaire d'environ 2600 m sur 600, parallèle à la façade littorale (Fig. 2). Un palier important, plus ou moins concave, qui s'élargit sous forme de plateau en dessus de Saint-Blaise, se prolonge vers l'est en remontant jusque vers 600 m d'altitude. Il constitue le trait d'union entre la base de la montagne et la partie supérieure du coteau qui s'incline régulièrement vers le lac, selon des valeurs de pente comprises entre 12 et 33 %. Le site de Champréveyres occupe une position centrale sur le littoral, face à une inflexion du relief qui permet un accès aisé au coteau. En direction de l'est, une falaise trapue, à la hauteur changeante, marque jusque vers Saint-Blaise une limite franche entre les plus fortes pentes et la bande riveraine.

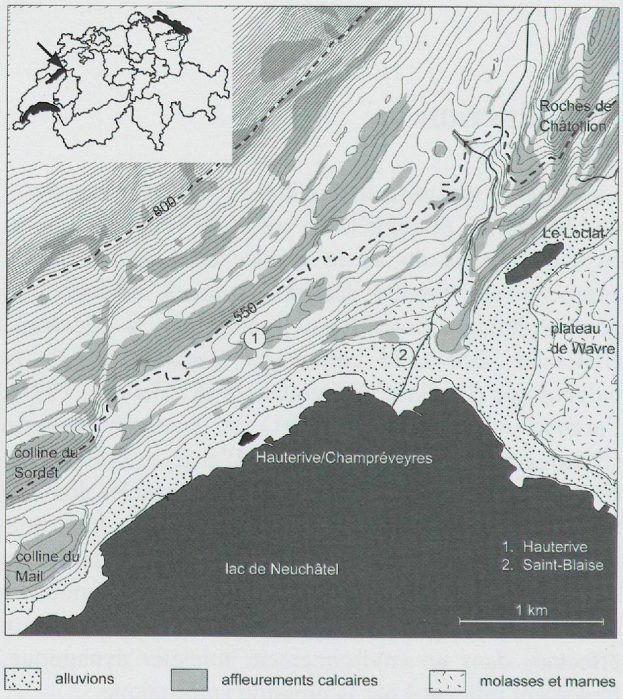


Fig. 2 : Répartition schématique des diverses composantes minérales du sous-sol. Les sédiments fluvio-glaciaires recouvrent dans une large mesure les formations antérieures jusqu'à environ 800 m d'altitude.

Les moraines rhodaniennes, remaniées en surface par des phases de ruissellement au cours du Tardiglaciaire, tapissent le flanc de la montagne de Chaumont jusque vers 800 m d'altitude. Ces dépôts quaternaires, de composition et de cohésion très variables, sont caractérisés par une importante proportion d'éléments grossiers calcaires ou siliceux. Leur épaisseur évolue en fonction de la topographie. Pauvres au voisinage du village d'Hauterive en raison de l'ondulation de la dalle calcaire, ils sont plus dilatés en direction de Monruz ou de Saint-Blaise où ils recouvrent des marnes. Plus à l'est, un substrat gréseux constitue le soubassement du plateau de Wavre. La frange littorale, qui se prolonge en direction du Loclat, est formée d'alluvions tardiglaciaires et récentes, partiellement recouvertes de remblais modernes.

Les sols

L'analyse pédologique, réalisée pour qualifier les terroirs viticoles du littoral neuchâtelois, permet de proposer une vision synthétique des sols du coteau (Letessier, 2004). Ces terres sont caractérisées par une charge caillouteuse relativement importante (25 à 50 %) et une couleur rouge plus ou moins prononcée, acquise par la décomposition de la roche calcaire riche en argile et en oxyde de fer (Baize & Jabiol, 1995). En fonction de la composition du matériel parental, qui influence directement leurs qualités physiques et chimiques, on peut, sans entrer dans le détail, distinguer deux faciès : les calcosols (brun calcaire) – à horizon d'altération brunifié mais encore carbonaté, se développant sur la roche calcaire – et les calcisols (brun calcique) – à horizon d'altération décarbonaté, évoluant sur des colluvions et des moraines. Ces derniers sont les plus courants.

L'évolution naturelle des sols calcaires vers la décarbonatation et la décalcification est freinée par l'action anthropique. Celle-ci a débuté avec l'exploitation des terroirs en lien avec les premiers villages palafittiques (vers -3810 à Hauterive et vers -3150 à Saint-Blaise)[3], pour se poursuivre sans grandes interruptions jusqu'à l'époque moderne. Au fil des millénaires, les effets des défrichements, les activités agricoles et surtout viticoles[4] ont favorisé une recharge permanente en éléments calcaires, limitant ainsi leur décarbonatation. La mise en place de processus d'érosion/sédimentation a participé à la formation de colluvions, dépôts composés de sédiments fins qui occupent de grandes surfaces sur le coteau de Saint-Blaise ainsi qu'au bas des pentes. Ces phénomènes ont contribué à un important rééquilibrage des microreliefs (arasement des buttes, comblement des dépressions) pour aboutir à une banalisation du paysage.

Issus d'une pédogenèse récente liée aux fluctuations lacustres, des sols hydromorphes ont évolué sur les alluvions de la bande riveraine. La position subhorizontale du plateau de Wavre et la nature gréseuse du sous-sol ont favorisé le développement de sols bruns profonds et décarbonatés qui, localement, peuvent être relativement argileux.

Les résultats des analyses pédologiques réalisées sur les surfaces viticoles sont suffisamment concordants pour autoriser des remarques générales, mais aussi pour transposer ces dernières, dans une certaine mesure, aux sols du Bronze final. En fonction de la différence du substrat géologique, qui permet d'apprécier le potentiel hydrique[5], une forme de bipartition semble se dessiner sur le coteau. On trouve des sols plus secs et plus légers à proximité du site, en raison de la nature sableuse de la moraine. Vers l'est, en revanche, la présence d'un fond de marne et de surfaces de colluvions, qui contribuent à relever la proportion d'argile, génère des terres plus humides et plus lourdes. Entre les deux, les sols peu profonds et argileux, associés aux bords de pentes et aux monticules, ont pu présenter un intérêt réduit pour l'agriculture. Sur les rives, malgré un niveau relativement bas du lac, l'apport régulier d'eau à partir du coteau devait contribuer à restreindre l'usage agricole des sols hydromorphes.

On peut considérer que les premiers paysans, limités par les performances de leurs outils aratoires, attachaient une importance particulière à la texture de la terre, facile à apprécier au toucher (Jarmand *et al.*, 1982, p. 133). La présence de surfaces facilement cultivables sur toute la partie ouest du coteau a certainement joué un rôle non négligeable au moment d'implanter le village face à ce terroir favorable et facile d'accès.

Toponymie

Les noms de lieux qui apparaissent sur les cadastres actuels – largement simplifiés par rapport aux documents anciens –, fournissent encore de remarquables informations sur les modes d'exploitation des terres (Bossard & Chavan, 1996 ; Combe & Rieder, 2004). Ce retour en arrière de quelques siècles permet d'évaluer, par déduction, le potentiel des surfaces agricoles, largement occupées par le vignoble depuis le XIIe siècle.

Les plans et les cartes dressés au XIXe siècle soulignent l'omniprésence de la vigne entre Monruz et Saint-Blaise (Fig. 3). Situées sur le haut du coteau, de vastes carrières atteignent alors leur extension maximale. Les limites des massifs forestiers correspondent à celles d'aujourd'hui. La pente et la nature du terrain ont de toute évidence toujours constitué des facteurs défavorables pour cultiver ces surfaces où le rocher affleure par bandes. Au pied de Chaumont, un toponyme récurrent (*Rapes*) rappelle que ces terrains sont incultes et broussailleux.

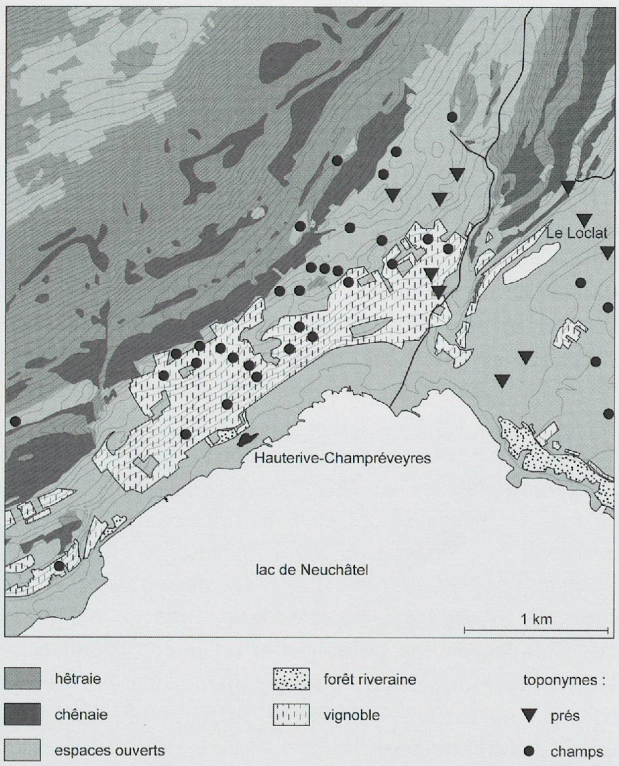


Fig. 3: Carte de la végétation actuelle simplifiée (d'après Richard, 1965). Les vignes occupent une part importante du coteau (situation à la fin du XIXe siècle). Les vestiges de l'ancien terroir agricole (champs, prés) sont partiellement conservés dans la toponymie.

Le relief plus accidenté des Roches de Châtollion laisse apparaître des affleurements rocheux plus importants (*Roches*), recouverts de bois ou de végétation maigre. Par endroit, les franges des forêts et d'étroits replats ont fait l'objet de mise en culture au fil du temps (*Esserts, Essertons, Saars, Prises*), cultures qui ont finalement persisté sous la forme de champs ou de prés. Le coteau, la combe d'Hauterive et le replat de Saint-Blaise sont depuis longtemps défrichés, et seuls quelques noms de lieux rappellent la végétation disparue (*Chêne, Coudre*), remplacée localement par des arbres fruitiers (*Vergers*). Quelques éminences, qui rompent la monotonie du coteau (*Crêt, Tertre*), ont pu, pendant un temps, être couvertes de forêts maigres. C'était probablement le cas des collines situées au voisinage d'Hauterive, arasées par l'exploitation de la pierre de taille, qui débute déjà à la période romaine (Hofmann Rognon, 2005). Plus loin, au-dessus de Saint-Blaise, selon les ondulations du relief, les surfaces cultivées peuvent côtoyer des sols maigres (*Rapes, Rochettes*), caillouteux (*Chair d'Ane*) ou très exposés (*Chauderons*), dévolus à l'élevage. La potentialité des terres du coteau et du replat ressurgit à travers la toponymie. Alors que peu d'occurrences se rapportent de façon directe à la viticulture (*Plantées, Vigne, Vignier*)[6], on peut en compter plus d'une dizaine qui révèlent l'ancienne vocation agricole des terrains: cultures (*Champs*[7], *Fins, Longues Rayes*), plantages (*Ouches*) et pâturages (*Pré, Pelud*). Sous Hauterive, le toponyme *Champs volants* se rapporte à la forte déclivité des parcelles, corollaire d'une érosion conséquente. La persistance de cette «mémoire agraire» dans les anciens plans met en évidence le fait que près du quart des terres du coteau convenaient à la production de céréales.

Dans les environs du Loclat, les prairies humides sont réservées au bétail (*Paquiers, Pré*). Orientées au revers, les pentes argileuses (*Thuilières*) qui les dominent sont probablement maintenues en herbe. Sur le plateau de Wavre et jusqu'à Marin se succèdent les parcelles de terres cultivées (*Champs, Fins*), prolongées par des surfaces gardées incultes (*Planches, Cheintre*), rarement entourées de barrières ou de haies (*Clos*). La végétation arborée apparaît à travers quelques toponymes isolés (*Biolles, Epinettes, Buissons*), excepté pour la forêt de Bois Rond. Plus à l'est, les vignes sont plantées de préférence sur les pentes qui surplombent la rive du lac ou les Marais d'Epagnier, régulièrement inondés par les crues.

La végétation actuelle

La répartition et la composition de la végétation actuelle sont profondément marquées par l'action anthropique (Richard, 1965). Les rives gagnées suite à l'abaissement du niveau du lac à la fin du XIXe siècle ont été réaménagées, laissant peu de place à la forêt riveraine spontanée (*Pruno-Fraxinetum* et *Aceri-Fraxinetum*), qui demeure plus développée aux abords de Marin (Fig. 3). Les campagnes de drainage ont permis de mettre en culture les sols autrefois gorgés d'eau, localement tourbeux, près du Loclat ou en bordure de la Thielle. Le plateau de Wavre se signale toujours par sa vocation céréalière. En marge, la forêt de Bois-Rond constitue un reliquat de la chênaie à charme (*Querco-Carpinetum*) apparue à partir de l'âge du Fer. Le vignoble du coteau fait aujourd'hui place à une urbanisation croissante. Sur les Roches de Châtollion et la côte de Chaumont, dominant le territoire cultivé ou construit, les hêtraies (*Luzulo-Fagetum, Carici-Fagetum)* et les chênaies buissonnantes (*Coronillo-Quercetum, Rhamno-Quercetum*) se développent par bandes horizontales, en fonction de l'altitude ou de conditions écologiques locales.

Paysages forestiers du Bronze final

Le croisement des données pédologiques et des informations paléoécologiques, obtenues par l'étude

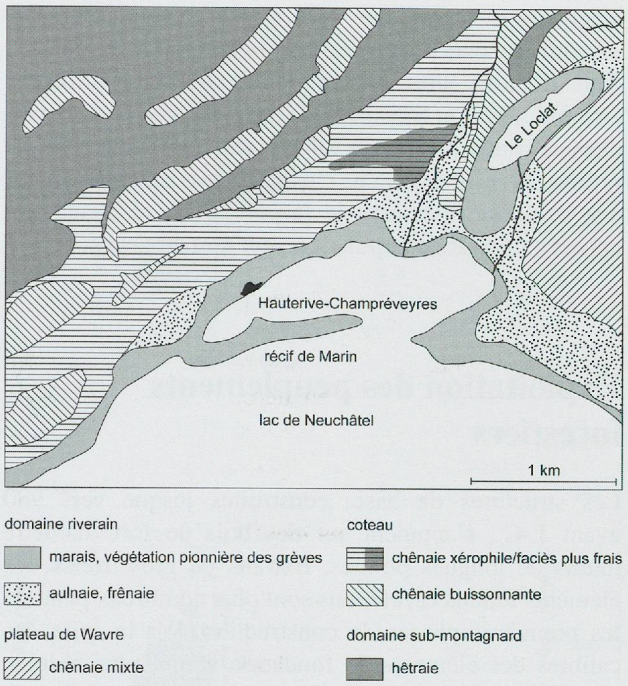


Fig. 4 : Reconstitution des formations forestières à large développement spatial. Au cours du Bronze final, le niveau du lac, situé vers 426,50 m, laisse apparaître le récif de Marin.

des macrorestes végétaux et des pollens conservés sur le site de Champréveyres (Gaillard & Jacquat, 1988; Jacquat, 1989) ou dans les sédiments du Loclat (Hadorn, 1994), permet de situer géographiquement les formations forestières à large développement spatial (Fig. 4). Les différents groupements végétaux identifiés pour la période du Bronze final s'échelonnent entre la rive et la montagne.

Si les quelques bronzes découverts sur le site de Champréveyres, typologiquement antérieurs au Bronze final, prêtent à discussion (Rychner-Faraggi, 1993, p. 77), il n'en demeure pas moins que des témoignages dendrochronologiques attestent une fréquentation plus ancienne du terroir. Les plus gros arbres abattus pour tailler les pieux des premières maisons du village sont issus de la régénération[8] de surfaces forestières exploitées vers 1200 avant J.-C. (Benkert, 1993, p. 66). Les quelques dizaines de dates d'abattage qui précèdent les premières maisons ne proviennent pas de structures cohérentes sur le terrain; ces pieux, interprétés comme des bois de remplois, confirment une présence humaine discontinue à partir de 1100 avant J.-C., qui a eu une incidence sur la nature et la structure des groupements forestiers environnants.

La fréquentation régulière de la bande littorale à des fins agricoles (cultures sarclées) ou d'élevage (prairies humides) a certainement empêché une évolution naturelle de ces milieux. Les formations riveraines (*Alno-Ulmio*) devaient être plus développées vers les extrémités du terroir, en particulier à l'est, où sont réunies les conditions favorables à l'extension de marais boisés.

L'interprétation des diagrammes polliniques du Loclat révèle une augmentation des herbacées, indices de bois clairsemés et de sols couverts de graminées. La flore indicatrice de prairies et la présence presque continue de pollens de céréales soulignent une influence humaine grandissante à proximité du lieu. Parcelles cultivées, friches, bosquets et surfaces de pâturages pouvaient donc se côtoyer sur les pentes limitant le plateau de Wavre.

L'exposition méridionale des pentes et l'effet thermorégulateur du lac déterminent, le long du coteau et sur le replat supérieur, un mésoclimat plus chaud, favorable au développement de forêts xérophiles (*Quercetalia pubescenti-petraeae*) et d'une végétation thermophile. La majorité des espèces d'arbres et d'arbustes identifiées dans les couches archéologiques proviennent du coteau et sont directement issues de son exploitation agropastorale. Le chêne sessile domine les peuplements en compagnie de l'érable. Le hêtre joue un rôle mineur à basse altitude. Les affleurements calcaires sont colonisés par des chênes pubescents de petite taille. Les stations les plus chaudes accueillent le pin sylvestre ainsi que les formations forestières riches en arbustes (*Coronillo-Quercetum*). Les groupements des milieux secs, propices à la cueillette de fruits ou de plantes, tels que haies (*Prunetalia*) et ourlets forestiers (*Origanetalia*), côtoient les pairies maigres et sèches (*Festuco-Brometea*). Ces dernières conviennent à l'alimentation des caprinés, du reste largement représentés (71 %) dans les assemblages de faune domestique (Jacquat & Studer, 1999; Studer, 2005). Les champs de céréales sont installés sur des sols décarbonatés ou calcaires, comme l'indique la flore compagne des cultures qui laisse apparaître des groupements messicoles calcifuges (*Aperetalia spica-venti*) et calcicoles (*Caucalidion lappulae*). Le système cultural est alors assimilable à un assolement primitif. Les surfaces cultivées alternent avec les prairies-jachères, parcourues par le bétail, qui pouvaient évoluer vers des reprises forestières.

Les sols plus frais du domaine montagnard accueillent des hêtraies (*Fagion sylvaticae*), dominées par le hêtre et le sapin blanc. L'if apparaît sur les pentes raides. La phase de réchauffement signalée pour la période du Bronze final (Magny *et al.*, 1998) a pu favoriser l'extension des chênaies, rehaussant la limite des hêtraies vers le milieu de la montagne. Cependant, des conditions microclimatiques (hausse de l'humidité) peuvent être à l'origine du développement localisé du sapin blanc (Richoz, 1998, p. 117). Tel est le cas par exemple des revers ou des combes de basse altitude qui soulignent le pied de la montagne et l'est des Roches de Châtollion.

Organisation et évolution du village

Dominant les forêts environnantes, le chêne est naturellement le bois le plus utilisé pour la fabrication des éléments d'architecture (97,8 %). L'analyse dendrochronologique des 7446 pieux mis au jour à Champréveyres a permis de dater 80 % de l'effectif (Böhringer & Honegger, en prép.). Six groupes correspondant à des phases d'abattage ont été déterminés (Fig. 5). Ils sont soulignés par des concentrations de dates situées entre des fourchettes temporelles de largeurs hétérogènes. Reportées sur plan, ces phases correspondent à autant de périodes de construction ou de réparation.

L'étude architecturale met en relief l'existence de 59 structures résiduelles. Le village s'organise autour d'un noyau primaire de 20 maisons construites en 17 ans et se développe par ajouts successifs. Les nouvelles constructions sont implantées par bandes parallèles, en progressant vers le lac. Au nord et à l'est du groupe initial, la présence d'une plage de galets, réfractaire à la pénétration des pointes de pieux, conditionne ce type de développement. Alors que le village est occupé pendant 179 ans, les phases d'abattage 3 à 5, qui couvrent 63 ans (-1006 à -943), englobent près de la moitié des pieux (48,8 %). La période de construction la plus importante correspond à l'implantation de 15 nouvelles structures, élevées *grosso modo* entre -977 et -974, puis, dix ans plus tard, à celle de 17 autres, bâties en une dizaine d'années. Cette évolution rapide est probablement à l'origine d'un déséquilibre dimensionnel perceptible dans la sélection des bois d'œuvre.

L'extension du village vers le lac est liée à une régression lacustre qui correspond, sur le terrain, au dépôt de la couche 03, datée de -996 à -977. On observe des agrandissements et des renforts de palissades simultanés dans d'autres sites contemporains tels Cortaillod-Est (Arnold, 1990) et Bevaix-Sud (Langenegger, com. pers.), distants d'une dizaine de kilomètres. Ce changement de rythme de construction ne s'explique pas uniquement par une évolution naturelle de la population résidente ; un apport extérieur de population peut être envisagé.

Exploitation des peuplements forestiers

Les structures de base, construites jusque vers 980 avant J.-C., s'appuient sur des bois de fort diamètre munis de longues pointes. Extraits de gros troncs, les éléments fendus et refendus sont plus nombreux pendant les premières phases de construction. Par la suite, les calibres des éléments de fondation seront plus réduits. A première vue, ces modifications semblent indiquer le passage d'une exploitation de milieux primaires à celle de forêts secondaires.

La réalité s'avère plus nuancée lorsque l'on croise des valeurs comme le diamètre d'origine des arbres (mesuré ou estimé) et l'âge calculé à partir des échantillons, en fonction des phases (Fig. 6). Il apparaît que les fronts d'abattage touchent en fait des peuplements parvenus à divers stades de développement. Les jeunes bois abattus lors de la première phase matérialisent un système d'exploitation et de régénération forestière qui a précédé la construction du village (voir ci-dessus). Dans un même temps, une forêt mature constituée d'arbres âgés est exploitée pendant près de 70 ans. Au fil des

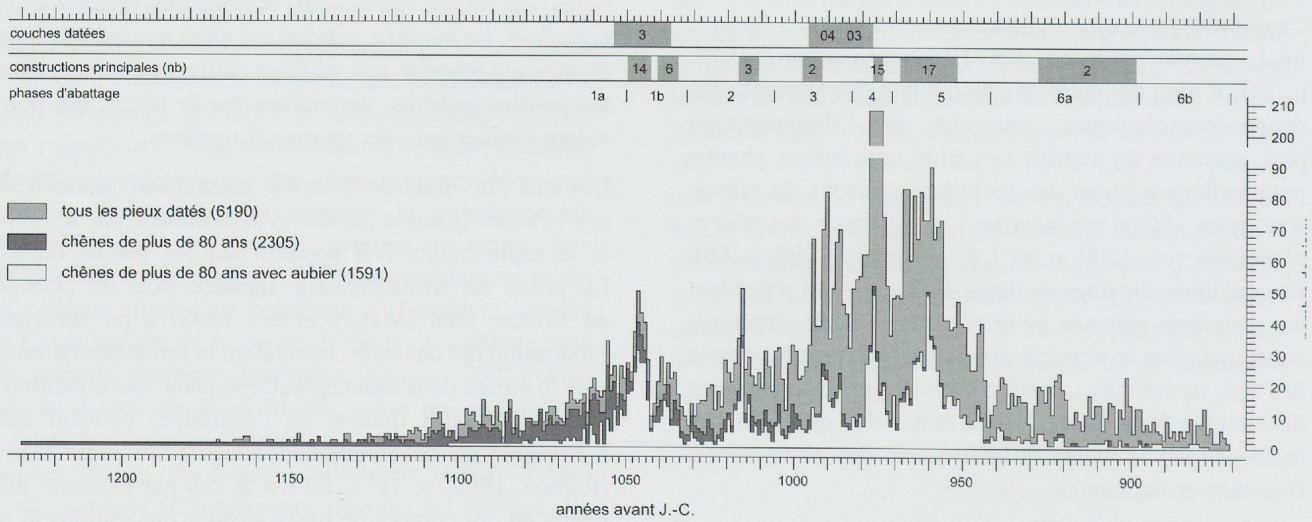


Fig. 5 : Représentation des chênes datés et sélection de tous les sujets âgés, avec en blanc les sujets âgés avec aubier. Les pics de dates correspondent aux principales périodes de construction/réparation ainsi qu'au dépôt des couches organiques (-1054/-1037 et -996/-977).

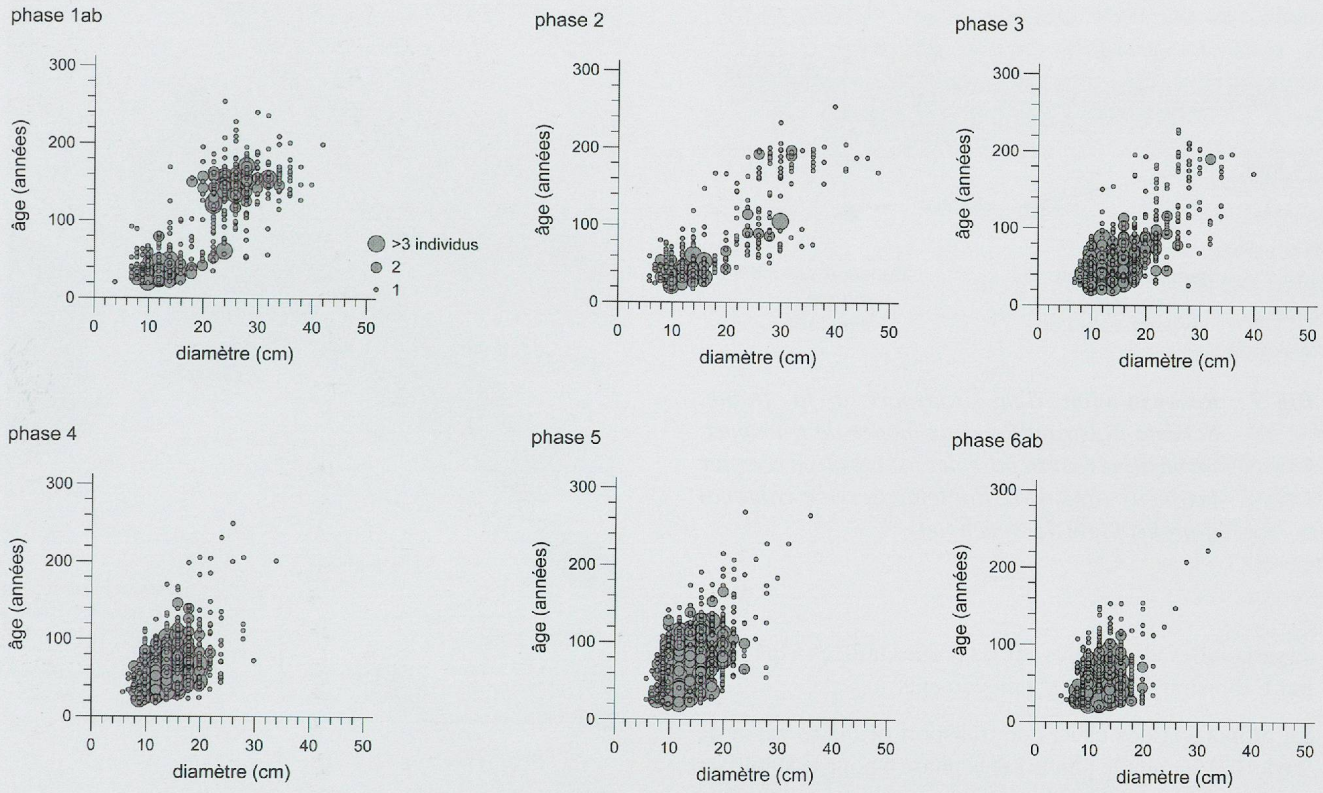


Fig. 6 : L'établissement d'une relation entre l'âge et le diamètre des pieux dont la moelle est présente fait apparaître des populations distinctes dans le cas des phases 1, 2 et 3.

prélèvements, elle cède graduellement la place à des peuplements secondaires, composés d'individus dont l'âge et le diamètre diminuent. Le synchronisme qui se fait jour entre les phases d'abattage des pieux (dernier cerne) et les épisodes de régénération forestière (premier cerne) laisse entrevoir l'exploitation d'un terroir forestier stable, probablement géré par révolutions selon des cycles de vingt à trente ans.

C'est probablement l'emploi des résineux (sapin blanc, pin sylvestre, if) qui reflète le mieux un changement d'habitude que l'on peut situer au début du Xe siècle avant J.-C. L'augmentation des déchets de sapin blanc dans les couches archéologiques est liée à l'ajustage de planches et, en particulier, à celui des éléments de couverture des toits. La raréfaction des gros chênes à partir de -980 contraindra les constructeurs à étendre leurs prélèvements aux hêtraies de moyenne altitude. De façon conjointe, l'accroissement démographique exigera une extension considérable du terroir pour répondre à des besoins nécessairement accrus. C'est en direction de peuplements forestiers peu fréquentés jusqu'alors, principalement situés à l'ouest, sur le plateau de Saint-Blaise, que s'ouvriront les nouveaux fronts de défrichement.

Transport des matériaux et notion de distance

Les produits récoltés et les bois d'œuvre nécessaires à la construction des structures architecturales sont transportés par différents moyens, selon leur poids et leur volume. Si le portage humain convient pour des déplacements de matériaux légers, même sur de longues distances, la traction animale et l'usage d'un véhicule s'avèrent plus efficaces pour acheminer des charges pesantes, en particulier s'il s'agit de longs bois. Les usures relevées sur les pointes d'un certain nombre de pieux concordent avec un transport à la traîne (Pillonel, 2007). L'analyse de ces traces, plus ou moins profondes, montre qu'elles correspondent à deux actions complémentaires (Fig. 7). Les plus marquées se rapportent à un déplacement primaire depuis les fronts d'abattage jusqu'à un chantier de façonnage, vraisemblablement situé en bas de pente, à proximité du village. Les pièces les plus lourdes, bois ronds ou longs quartiers, sont déplacées à l'aide d'un chariot, le côté souche appuyé sur l'engin, alors que la cime repose sur le chemin. Après façonnage, les pieux les plus massifs sont ensuite amenés manuellement, un à un, sur leur lieu d'implantation, par traînage sur la pointe. Cette action laisse des traces secondaires, plus

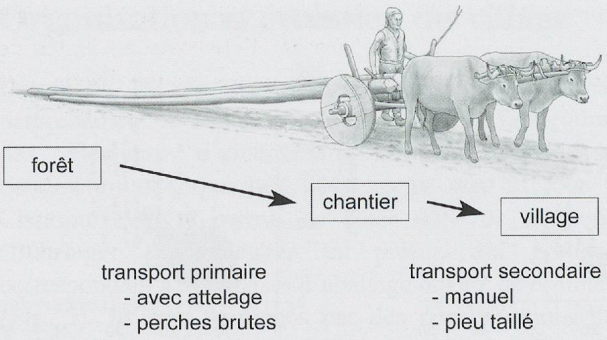


Fig. 7: Reconstitution d'un transport à la traîne. Schéma illustrant les deux modes de transport, reconstitués sur la base des usures observées sur les pieux (dessin P. Roeschli, service cantonal d'archéologie de Neuchâtel).

superficielles, décelables sur les parties taillées à la hache par l'abrasion de séries d'enlèvements.

La proportion des usures de transport primaire passe de 2,6 à 10,9 % entre la phase 1 et la phase 4 pour se stabiliser ensuite. L'évolution chronologique de ce marqueur ne peut être utilisée, sans précaution, pour évoquer un éloignement progressif des fronts de coupe. Sur les gros pieux des premières phases en effet (1-4), le façonnage intensif des longues pointes a souvent fait disparaître les traces de transport, alors que ces dernières sont mieux conservées sur les pieux plus tardifs, de section plus modeste, et munis de courtes pointes.

L'intensité de l'usure d'une pièce transportée par traînage dépend de facteurs pluriels et interdépendants, tels que l'essence, le poids, la distance, la qualité du substrat et les conditions météorologiques. S'il est vain de vouloir reproduire tous les cas de figure, des expérimentations menées en bordure de chemins forestiers montrent que les usures mesurées sur les échantillons archéologiques peuvent résulter d'un traînage sur une distance proche d'un kilomètre. Le transport conjoint de plusieurs perches aurait abouti à un résultat identique sur des distances plus courtes en raison de l'augmentation de la charge et de l'accentuation du frottement.

Le terroir de proximité

Les données recueillies soulignent le caractère attractif du terroir de proximité. Selon le principe de l'économie d'énergie, l'espace rural le plus fréquenté correspond à un rayon de 1 km, dont les limites sont accessibles en 10 à 15 minutes de marche (Jarman *et al.*, 1982; Gallay, 1982). En introduisant la notion de pente (km/effort)[9] dans les axes de déplacement, on se rapproche d'un tracé

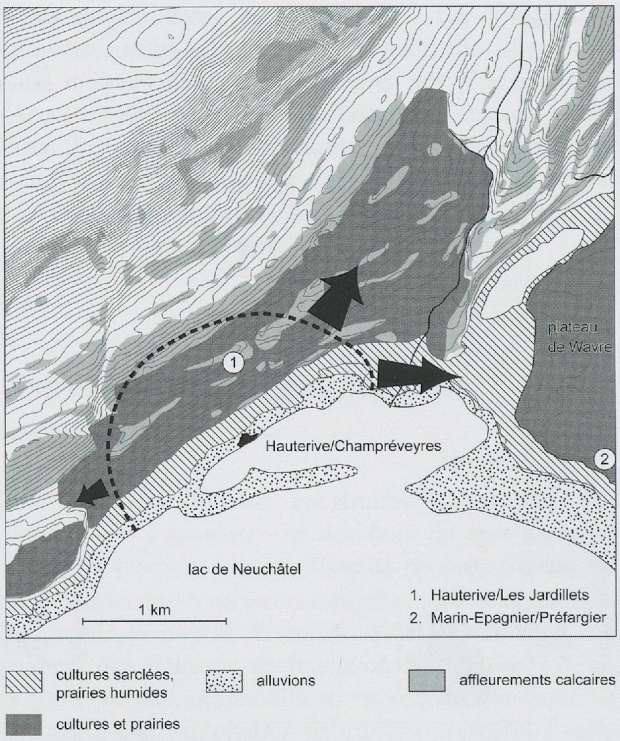


Fig. 8: Terroir de proximité et utilisation potentielle des sols: terre arable, pâturage humide et bon pâturage. Possibilités d'agrandissement à partir du Xe siècle avant J.-C.

théorique en forme d'une demi-ellipse, dont le sommet se situe vers 600 m d'altitude. Depuis la bordure riveraine, la surface incluse dans la sélection correspond à environ 164 hectares et représente un peu moins de la moitié des terres potentiellement exploitables (cultures, prairies), sur le versant, en dessous de cette altitude (Fig. 8).

L'évaluation des surfaces réservées aux céréales est obtenue sur la base de données fournies par la littérature (Jacomet *et al.*, 1989; Jacquat, 1989; Billamboz *et al.*, 1992). Nous avons choisi des valeurs moyennes, à savoir sept habitants par maison, une consommation de 100 kg/année par personne (couvrant 50 % des besoins) et un rendement céréalier de 700 kg à l'hectare, auquel il faut soustraire la fraction réservée à l'ensemencement, évaluée au cinquième de la récolte. Entre le début (20 maisons) et à la fin de l'occupation (57 maisons), les surfaces nécessaires annuellement passeront de 25 à 71 hectares.

Il faut cependant considérer ces chiffres avec précaution, les données archéologiques n'étant pas assez précises pour les valider; en outre, la notion moderne de rendement à l'hectare est contestée pour l'agriculture primitive (Sigaut, 1992). En tenant compte de la part dévolue à la céréaliculture et aux cultures sarclées par rapport aux aires de forêts, de jachères et de prairies – qui doivent

représenter plus de 50 % de la surface pour assurer une rotation biennale –, on peut raisonnablement imaginer une occupation progressive de l'entier du coteau et du replat supérieur. L'emploi des résineux, effectif à partir de Xe siècle avant J.-C., matérialise le basculement vers l'ancien terroir néolithique de Saint-Blaise. C'est peut-être à cette occasion qu'augmentent les indices anthropiques sur le plateau de Wavre à la même époque (des pollens de céréales et quelques pièces de mobilier). Cette entité aux sols fertiles, située à 2 km de là, a l'avantage d'offrir des pentes orientées vers l'ouest, de surcroît visibles depuis le site.

Les bouleversements profonds des sols induits par la culture de la vigne laissent peu de chance de découvrir des témoins matériels concernant les structures agraires du Bronze final. Les hypothèses avancées à propos du mode d'occupation du territoire (Arnold, 1990, p. 140) se trouvent aujourd'hui confirmées. La présence d'un site contemporain (Hauterive/Les Jardillets) au sommet du coteau, situé à 500 m du village de Champréveyres, montre que le terroir de proximité peut être émaillé de petites structures isolées. Les découvertes réalisées sur le tracé de l'autoroute A5, au niveau du plateau de Bevaix (Bednarz *et al.*, 2006, p. 189) ainsi que sur celui de l'A1, dans la région de Morat (Mauvilly *et al.*, 1994), révèlent la coexistence d'habitats de nature différente. Le degré de relation entre entité principale, bâtie sur le rivage, et unités secondaires, établies dans les terres, reste cependant à définir. Au-delà d'une organisation hiérarchique, on peut y voir l'expression d'une spécialisation, celle d'une répartition spatiale des activités ou, plus simplement, un système complémentaire (Daubigney, 2002, p. 372). L'étude de ces sites décentrés permettra certainement d'apporter une réponse à ces questions et de proposer un modèle d'organisation adapté aux particularités de la région des Trois-Lacs.

Conclusion

Conditionnées par le relief, les zones géographiques entourant la baie de Saint-Blaise peuvent être classées en fonction de leur attractivité et des ressources naturelles. La bande riveraine, le coteau et le plateau de Saint-Blaise constituent l'aire d'approvisionnement fréquentée de manière régulière – l'unité de base du terroir. La montagne de Chaumont et le plateau de Wavre constituent l'unité secondaire. Le plateau est ouvert sur les marais du Seeland, qui relient la région des Trois-Lacs – l'unité régionale.

Le choix du site est directement en relation avec l'accessibilité, les ressources naturelles et les possibilités de production des sols développés sur le coteau. L'effet protecteur du récif de Marin ne doit pas être sous-estimé, surtout dans les cas d'un village établi sur une plage. L'analyse des pieux (phases d'abattage et début de croissance) confirme une présence humaine discontinue sur le coteau. Les occupations antérieures ont laissé leurs empreintes dans le paysage végétal et favorisé le développement d'une mosaïque de groupements forestiers. Le système de coupe rase utilisé pour ouvrir les parcelles, ainsi que les pratiques d'une agriculture où la jachère alterne avec les champs, semblent avoir profité à des peuplements dominés par le chêne, essence héliophile, reléguant le hêtre à un rang très accessoire dans les forêts de basse altitude.

Les caractéristiques du terroir de proximité ont été définies en associant les données géomorphologiques, pédologiques et phytosociologiques. Graines et pollens fossiles mettent en lumière l'ouverture du paysage, en relation avec l'agriculture et la domination de l'élevage des caprinés. L'étude des sols et la toponymie actuelle sont employées pour aborder l'utilisation potentielle des terres (champs, prés), occultée par l'extension du vignoble depuis la période médiévale.

Compte tenu de la structure des peuplements touchés, l'exploitation forestière laisse apparaître l'image d'un terroir stable. Les prélèvements de matière première sont réalisés au détriment de forêts régénérées, exploitées par rotation. L'éloignement des coupes ne peut être déterminé sur la base des usures des bois, en relation avec leur transport à la traîne. L'accroissement démographique, corollaire d'un agrandissement conséquent du village, va nécessiter des extensions successives du terroir initial. Disponibles dans un rayon relativement limité, les terres arables ont certainement conditionné le choix d'ouverture des nouveaux fronts de défrichement, d'abord vers le haut du coteau puis, par un glissement latéral, en direction de l'est.

Remerciements

Les fouilles de sauvetage des sites de la baie d'Hauterive/Saint-Blaise n'auraient pas été possibles sans l'importante contribution financière accordée par l'Office fédéral des routes. Je tiens à exprimer ma reconnaissance à Michel Egloff, professeur émérite et ancien chef du service cantonal d'archéologie de Neuchâtel, pour m'avoir accordé sa confiance, ainsi qu'à Béat Arnold, archéologue cantonal, pour son soutien constant. Je remercie chaleureusement Philippe Zuppinger pour l'infographie, Valérie Huguenin et Nicole Bauermeister pour la relecture du texte.

Bibliographie

Arnold B. 1990. *Cortaillod-Est et les villages du lac de Neuchâtel au Bronze final. Structure de l'habitat et proto-urbanisme*. Editions du Ruau, Saint-Blaise (Archéologie neuchâteloise, 6).

Arnold B. 2002. Archéologie neuchâteloise: entre autoroute, zones industrielles et musée. *Archéologie suisse*, 25/2: 12-19.

Baize D. & Jabiol B. 1995. *Guide pour la description des sols*. Institut national de la recherche agronomique, Paris.

Bednarz M., Kraese J., Reynier P. & Becze-Deák J. 2006. *Plateau de Bevaix, 2. Histoire et préhistoire d'un paysage rural: Le site des Paquiers 1*. Office et musée cantonal d'archéologie, Neuchâtel (Archéologie neuchâteloise, 36).

Benkert A. 1993. *Hauterive-Champréveyres, 8. Les structures de l'habitat au Bronze final, zone A*. Musée cantonal d'archéologie, Neuchâtel (Archéologie neuchâteloise, 16).

Billamboz A., Dieckmann B., Maier U. & Vogt R. 1992. Exploitation du sol et de la forêt à Hornstaad-Hörnle I (RFA, Bodensee). *Archéologie et environnement des milieux aquatiques: lacs, fleuves et tourbières du domaine alpin et de sa périphérie. Actes du 116e congrès national des sociétés savantes. Chambéry, 1991; Commission de pré- et protohistoire*. Editions du C.T.H.S., Paris: 119-148.

Böhringer S. & Honegger M. en prép. *Hauterive/Champréveyres. Dendrochronologie du village Bronze final*. Office et musée cantonal d'archéologie, Neuchâtel (Archéologie neuchâteloise).

Borrello M.-A. 1984. Lake shore settlements and predictive land use testing site catchment analysis in Lake Neuchâtel (Switzerland) during the late Bronze Age. *Zeitschrift für Schweizerische Archäologie und Kunstgeschichte*, 41: 1-9.

Bossard M. & Chanvan J.-P. 1996. *Nos lieux-dits de Suisse romande*. Cabédita, Yens-sur-Morges.

Burri N., Joye C., Rychner-Faraggi A.-M. & Schifferdecker F. 1987. Découvertes d'un village littoral de la civilisation de Cortaillod à Hauterive-Champréveyres (Neuchâtel). *Annuaire de la Société suisse de préhistoire et d'archéologie*, 70: 35-50.

Campen I. & Kurella M. 1998. *Saint-Blaise/Bains des Dames, 2. Sédimentologie, stratigraphie et datation d'un site néolithique*. Musée cantonal d'archéologie, Neuchâtel (Archéologie neuchâteloise, 22).

Combe A. & Rieder J. 2004. *Plateau de Bevaix, 1. Pour une première approche archéologique: cadastres anciens et géoressources*. Service et musée cantonal d'archéologie, Neuchâtel (Archéologie neuchâteloise, 30).

Daubigney A. 2002. Territoire, pouvoir et société en France et en Europe occidentale du bronze Final au Hallstatt C. *In:* Garcia D. & Verdin F. (dir.), *Territoires celtiques. Espaces ethniques et territoires des agglomérations protohistoriques d'Europe occidentale*. Actes du XXIVe colloque international de l'AFEAF, Martigues, 1-4 juin 2000. Errance, Paris: 363-399.

Gallay A. 1982. *Habitat et habitation préhistoriques: quelle problématique? Résumé du 2e cours d'initiation à la préhistoire et archéologie de la Suisse*. Société suisse de Préhistoire et d'Archéologie, Genève: 1.1-1.10.

Gaillard, M.-J. & Jacquat C. 1988. Makrorest- und Pollenanalysen an einem Profil aus der spätbronzezeitlichen Siedlung Hauterive-Champréveyres am Neuenburger See (Schweiz): ein Vergleich der Resultate. *In:* H. Küster (ed.) *Der prähistorische Mensch und seine Umwelt. Festschrift für Udelgard Körber-Grohne zum 65. Geburtstag*. Stuttgart, Theiss. (Forschungen und Berichte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg, 31): 245-259.

Gassmann P. 1991. Datation des couches archéologiques par l'analyse dendrochronologique des éclats de bois et chutes de taille. *Annuaire de la Société suisse de préhistoire et d'archéologie*, 74: 183-194

Jacomet S., Brombacher C. & Dick M. 1989. *Archäobotanik am Zürichsee. Ackerbau, Sammelwirtschaft und Umwelt von neolithischen und bronzezeitlichen Seeufersiedlungen im Raum Zürich*. Ergebnisse von Untersuchungen pflanzlicher Makroreste der Jahre 1979-1988. Orell Füssli, Zürich.

Jacquat C. 1989. *Hauterive/Champréveyres, 2. Les plantes de l'âge du Bronze. Contribution à l'histoire de l'environnement et de l'alimentation*. Edition du Ruau, Saint-Blaise (Archéologie neuchâteloise, 8).

Jacquat C. & J. Studer 1999. L'âge du Bronze, naturellement! Le monde végétal et animal à Hauterive-Champréveyres NE. *Archéologie suisse*, 22/1: 22-26.

Jarman M. R., Bailey G. N. & Jarman H. N. 1982. *Early european agriculture. Its foundations and developmemt*. Cambridge University Press, Cambridge.

Hadorn P. 1994. *Saint-Blaise/Bains des Dames, 1. Palynologie d'un site néolithique et histoire de la végétation des derniers 16 000 ans*. Musée cantonal d'archéologie, Neuchâtel (Archéologie neuchâteloise, 18).

Hofmann Rognon P. 2005. Une carrière romaine de pierre jaune à Hauterive NE. *Annuaire de la Société suisse de préhistoire et d'archéologie*, 88: 201-215.

Leesch D., Cattin M.-I. & Müller W. 2004. *Témoins d'implantations magdaléniennes et aziliennes sur la rive nord du lac de Neuchâtel*. Service et musée d'archéologie, Neuchâtel (Archéologie neuchâteloise, 31).

Letessier I. 2004. *Étude des terroirs viticoles du canton de Neuchâtel. Géo-pédologie*. Service de la viticulture du canton de Neuchâtel, Auvernier.

Magny M., Maise C., Jacomet S. & Burga C. A. 1998. Les oscillations du climat pendant l'âge du Bronze. *In:* Hochuli S. *et al.* (éd.), *La Suisse du Paléolithique à l'aube du Moyen-Age. De l'Homme de Néandertal à Charlemagne, 3. Age du Bronze*. Société suisse de préhistoire et d'archéologie, Bâle: 135-140.

Mauvilly M., Bouyer M. & Boisaubert J.-L. 1994. Münchenwiler 1988-93. Nouvelles données sur l'occupation de l'arrière pays moratois. *In: Archéologie dans le canton de Berne, 3*. Editons scolaires de l'Etat de Berne. Haupt, Berne: 331-373.

Moulin B. 1991. *Hauterive/Champréveyres, 3. La dynamique sédimentaire et lacustre durant le Tardiglaciaire et le Postglaciaire*. Editions du Ruau, Saint-Blaise (Archéologie neuchâteloise, 9).

Pillonel D. 2007. *Hauterive/Champréveyres, 14. Technologie et usage du bois au Bronze final*. Office et musée cantonal d'archéologie, Neuchâtel (Archéologie neuchâteloise, 37).

Richard J.-L. 1965. *Extraits de la carte phytosociologique des forêts du canton de Neuchâtel*. Huber, Berne.

Richoz I. 1998. *Etude paléoécologique du lac de Seedorf (Fribourg, Suisse). Histoire de la végétation et du milieu durant l'Holocène : le rôle de l'homme et du climat*. Cramer, Berlin (Dissertaciones botanicae, 293).

Rychner-Faraggi A.-M. 1993. *Hauterive-Champréveyres, 9. Métal et parure au Bronze final*. Musée cantonal d'archéologie, Neuchâtel (Archéologie neuchâteloise, 17).

Sigaut F. 1992. Rendements, semis et fertilité : signification analytique des rendements. *In :* Anderson P. (dir.), *Préhistoire de l'agriculture. Nouvelles approches expérimentales et ethnographiques*. CNRS, Paris (Monographie du CRA, 6) : 395-403.

Studer J. 2005. Viande et lait, viande et laine ? L'exploitation des chèvres et des moutons à l'âge du Bronze final (Hauterive-Champréveyres, Neuchâtel, Suisse). *Revue de paléobiologie*, volume spécial 10 : 271-281.

Notes

1 Le site d'Hauterive/Les Jardillets a été découvert par l'auteur en 1992 lors d'une surveillance de chantier. Dans la partie sud, une fouille de sauvetage a permis d'observer deux terrasses empierrées, partiellement détruites, qui ont fourni des restes de faune et de nombreux tessons de céramique. Une première évaluation a permis d'attribuer ce mobilier au HaB2 (V. Rychner, comm. pers.). Le nord de la parcelle a révélé l'existence d'une carrière exploitée à l'époque romaine (Hofmann Rognon, 2005).

2 Marin-Préfargier : deux fragments de faucilles (trouvailles anciennes non datées) ; une hache à douille (découverte en 1986) ; Marin-Préfargier/Baie de La Tène : le matériel en bronze n'a pas fait, à ce jour, l'objet d'une attribution chronologique.

3 Hauterive-Champréveyres : Burri *et al.* 1987 ; Saint-Blaise/Bains des Dames : Campen & Kurella, 1998, p. 137.

4 Avant plantation, le sol d'une vigne est brassé jusqu'à une profondeur d'au moins 50 cm.

5 Déterminé par la nature du substrat, le potentiel hydrique est influencé par la pente, son exposition, la profondeur du sol, sa porosité et la proportion de terre fine.

6 Sur le coteau de Saint-Blaise, des toponymes évocateurs comme *Violettes, Gouguillette, Piquelioudа, Chasse Peines* se rapportent probablement à des parcelles viticoles.

7 Un *Champ* désigne une parcelle cultivée, mais il peut également désigner un pré.

8 Le caractère héliophile du chêne l'empêche de se régénérer à l'ombre d'autres arbres. La pratique de la coupe rase favorise son développement au détriment d'autres espèces concurrentes.

9 Le km/effort correspond à la somme de la distance topographique en kilomètres et de la dénivelée positive entre deux points en centaines de mètres.

Paysage... Landschaft... Paesaggio..., 2011, CAR 120 : 55-69

Il significato delle "terre di rogo" per la ricostruzione del paesaggio vegetale tra l'XI sec. a. C. e il II sec. d. C. in Italia settentrionale

Sila Motella De Carlo[1]

[1] Laboratorio di Archeobiologia, Musei Civici di Como, piazza Medaglie d'Oro 1, I-22110 Como, Italia
Università degli Studi dell'Insubria, Dipartimento di Scienze Chimiche e Ambientali, via Valleggio 11, I-22100 Como, Italia. E-mail : sila.motella@uninsubria.it

Riassunto : Le attuali conoscenze sulla ricostruzione del paesaggio vegetale in Italia settentrionale tra l'XI sec. a. C. e il II d.C. si basano su di una cospicua mole di informazioni provenienti dallo studio delle necropoli a cremazione. In particolare le cosiddette "terre di rogo", ossia i resti dei roghi crematori che venivano deposti nelle sepolture secondo differenti modalità, costituiscono una fonte di dati paleobotanici per la ricostruzione del paesaggio vegetale. L'analisi e lo studio dei carboni di legno, residui delle pire funerarie, consentono di ricostruire l'aspetto delle formazioni arboree e arbustive che ricoprivano la Pianura Padana e dalle quali veniva prelevato il legname per allestire le pire funerarie. Si riporta una sintesi dei dati finora ottenuti citando alcuni casi di studio.

Parole-chiave : Antracologia, carboni, Italia settentrionale, necropoli, paesaggio, resti vegetali, terre di rogo.

Résumé : Les connaissances actuelles pour la reconstitution du paysage végétal en Italie du Nord entre le XIe siècle av. J.-C. et le IIe siècle après J.-C. se fondent sur une masse considérable d'informations provenant de l'étude des nécropoles à crémation. En particulier, les soi-disant « terres de bûcher », c'est-à-dire les restes des bûchers funéraires qui étaient déposés dans les sépultures selon différentes modalités, constituent une source de données paléobotaniques pour la reconstitution du paysage végétal. L'analyse et l'étude des charbons de bois, résidus des bûchers funéraires, permettent de reconstituer l'aspect qu'avaient les formations arborées et arbustives qui recouvraient la plaine du Po, dans lesquelles était prélevé le bois pour alimenter les bûchers. Nous proposons ici une synthèse des données obtenues en citant quelques cas étudiés.

Mots-clés : Anthracologie, charbons, Italie septentrionale, nécropoles, paysage, restes végétaux, terres de bûcher.

Premessa

Le attuali conoscenze sulla ricostruzione del paesaggio vegetale in Italia settentrionale si basano su di un cospicuo numero di ricerche paleobotaniche svolte con particolare intensità negli ultimi trent'anni.

In Italia, a partire dalla fondazione del Laboratorio di Archeobiologia dei Musei Civici di Como, avvenuta nel 1981, si intensificano le ricerche paleobotaniche applicate all'archeologia attraverso l'analisi e lo studio dei macroresti vegetali (legni allo stato naturale, carboni di legno, semi e frutti) : nel caso specifico l'esplorazione dei contesti cimiteriali a cremazione, che si è avviata all'inizio degli anni ottanta del secolo scorso, ha permesso di campionare e di studiare i resti delle pire funerarie la cui deposizione, parziale o totale, era una pratica consueta del rito incineratorio, come testimoniano i numerosi ritrovamenti effettuati in Italia settentrionale databili tra l'XI sec. a. C. e il II sec. d. C.

Le necropoli a incinerazione finora studiate sotto il profilo paleobotanico sono in gran parte distribuite fra le regioni Piemonte, Lombardia, Veneto, Friuli (Fig. 1). Per l'età del Bronzo finale l'unica necropoli studiata è quella di Morano sul Po (Alessandria). Per l'età del Ferro le località di rinvenimento dei contesti a cremazione sono : Valdieri (Cuneo), Castelletto Ticino (Novara),

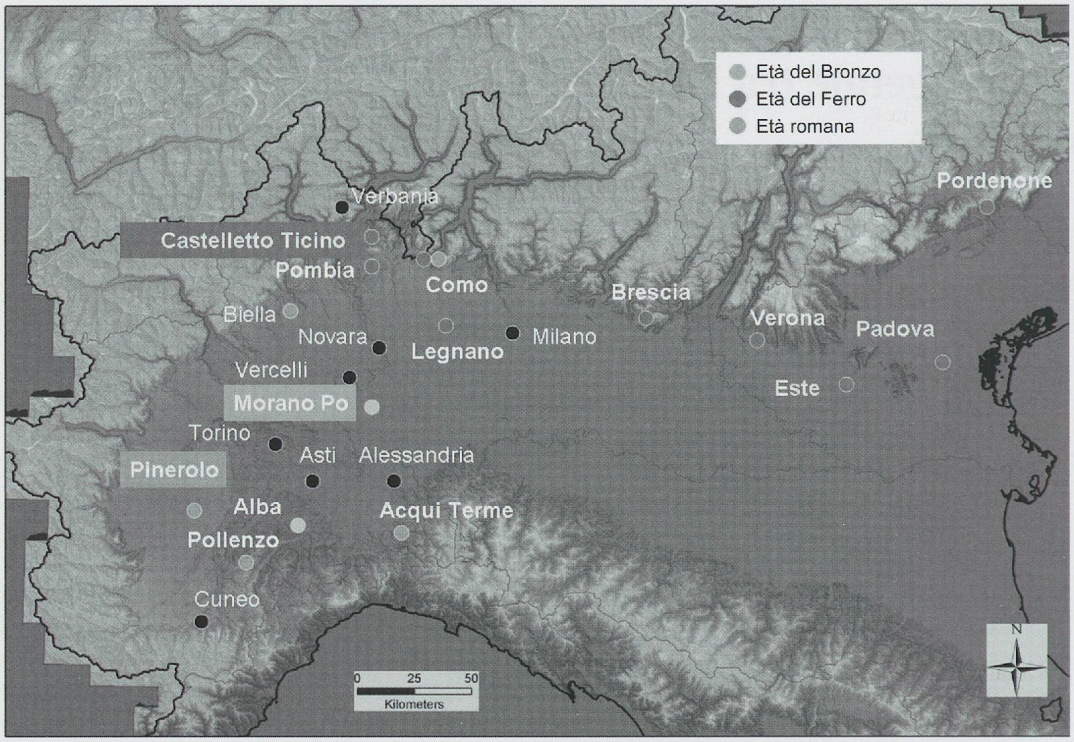


Fig. 1 : Distribuzione delle necropoli dell'età del Bronzo, dell'età del Ferro e di età romana di cui sono state studiate le "terre di rogo".

Ca'Morta (Como), Este (Padova) (necropoli della Casa di Ricovero), Padova (necropoli di via Tiepolo, via Tiepolo-via S. Massimo, corso Umberto I-Palazzo Emo Capodilista), Pozzuolo del Friuli (Pordenone), e per l'età romana: Riva di Pinerolo (Torino) (necropoli della Doma Rossa), Acqui Terme (Tomba di via Piave), Cerrione (Biella), Pollenzo (Cuneo), Nave (Brescia), Mariano Comense (Como), Como (via Benzi), Angera (Varese), Arsago Seprio (Varese), Legnano (Milano) (via Pietro Micca), Montebelluna (Treviso).

Il rito dell'incinerazione: che cosa sono le "terre di rogo"

A partire dalle necropoli dell'età del Bronzo finale si assiste al rinvenimento di resti vegetali, parzialmente combusti, diversamente collocati all'interno delle tombe, apparentemente in modo casuale, in realtà come testimoni di un preciso codice funerario; tali resti sono contenuti nelle cosiddette "terre di rogo", i resti dei roghi crematori.

I residui delle pire in tutti i contesti studiati sono in giacitura secondaria (cremazione indiretta) e in genere ben conservati; tuttavia variano per quantità e tipo di ubicazione all'interno delle sepolture nelle diverse necropoli.

Per quanto riguarda i più antichi resti di cui si ha testimonianza, l'unico caso per l'età del Bronzo finale – eccezione fatta per alcune tombe di X sec. a.C. a Somma Lombardo (Varese) (Castiglioni, 1995) – è quello della necropoli di Morano sul Po (Alessandria). Le terre di rogo erano presenti in traccia nelle sepolture; i carboni sono di modestissime dimensioni e con tutta probabilità sono stati incidentalmente prelevati nel corso della raccolta delle ossa da deporre nell'urna, talvolta fuoriusciti dalla medesima (Fig. 2) dopo le sua frammentazione nel corso del tempo (Motella De Carlo, 1999, 2006a).

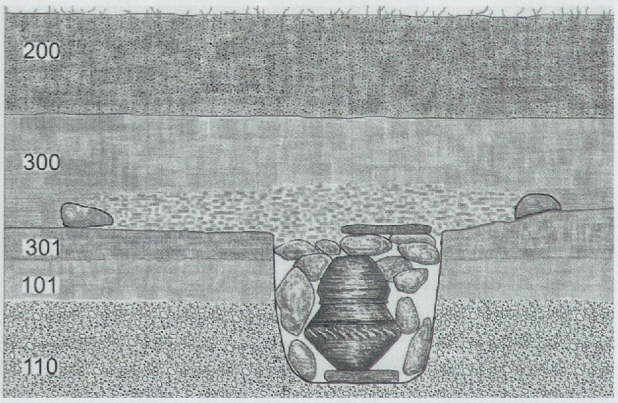


Fig. 2 : Morano sul Po (Alessandria). Sezione del pozzetto di una delle tombe a incinerazione; dal riempimento del pozzetto sono stati campionati minuscoli carboni e altri resti vegetali (Venturino Gambari, 1999).

Per quanto riguarda l'età del Ferro, a Castelletto Ticino, loc. Maneggio (Novara) un notevole quantitativo di terra di rogo veniva deposto all'interno della tomba, anche dentro i vasi cinerari (Motella De Carlo, in stampa); a Este (Padova) presso la necropoli della Casa di Ricovero (Motella De Carlo, 1998) i resti del rogo sono stati rinvenuti sopra la lastra di copertura delle tombe a cassetta e anche all'interno di pozzetti collocati esternamente alle tombe; presso un'altra necropoli a Padova, precisamente quella di corso Umberto I – Palazzo Emo Capodilista (Fig. 3), cospicui lotti di terra di rogo erano contenuti nella nuda terra all'interno delle fosse tombali (Fig. 4) (Motella De Carlo, 2005).

Ci sono poi esempi di contesti funerari di età romana come quello della necropoli della Doma Rossa di Riva di Pinerolo (Torino) (Motella De Carlo, 2006b): sono state accertate e prelevate concentrazioni di carboni misti a resti ossei in diversi punti delle sepolture (Fig. 5).

I campioni di terra di rogo recuperati in scavo sono sottoposti a trattamento in laboratorio; vengono lavati sotto leggero getto d'acqua e poi fatti asciugare; il residuo secco dei campioni contiene in prevalenza reperti organici, tutti combusti, che si distinguono in:

1. carboni di legno, residui della pira funeraria su cui bruciava il defunto; sono in quantità differente secondo i contesti di provenienza, anche come conseguenza di possibili compromissioni post-deposizionali. I carboni possono variare per quantitativo e per dimensioni in relazione a differenti fattori: al modo in cui si è consumato il rogo, alle specie arboree utilizzate (con elevato potere calorifico oppure no), al tipo di prelievo – casuale o con selezione – dei carboni dal luogo dove era avvenuta la cremazione, alle modalità con cui ne veniva effettuato il trasporto al sito della

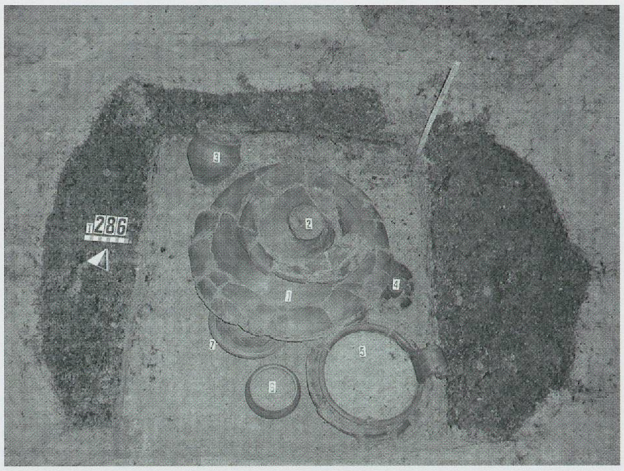


Fig. 4: Padova, corso Umberto I. Tomba a cassetta di legno, il perimetro è evidenziato dai limiti della terra di rogo deposta intorno (VII sec. a. C.) (De Min et al., *2005).*

Fig. 3: Padova. Panoramica dello scavo nel cortile di palazzo Emo Capodilista, in corso Umberto I, nel 2002 (De Min et al., *2005).*

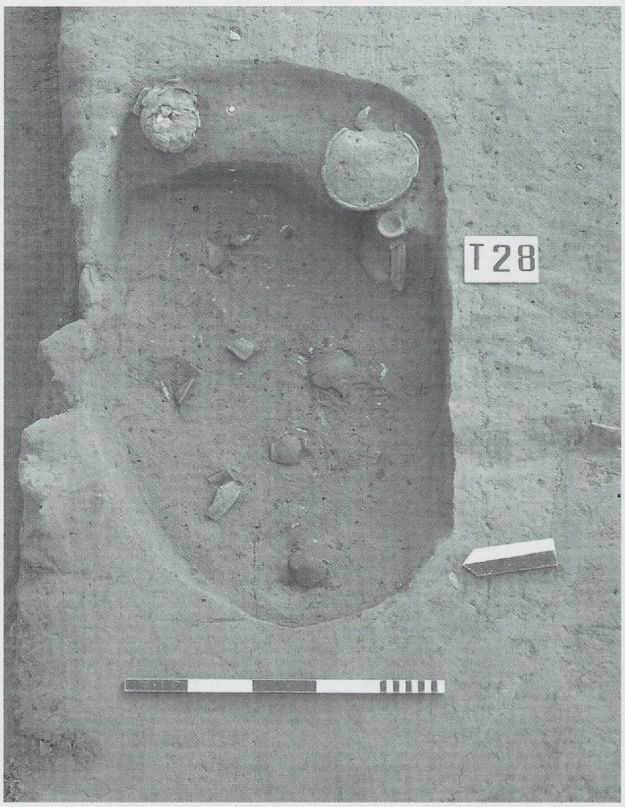


Fig. 5: Riva di Pinerolo (Torino), necropoli della Doma Rossa. Tomba 28, riempimento in corso di scavo (Barello, 2006).

sepoltura e, infine, al seppellimento stesso. Di norma, tuttavia, nelle tombe finora indagate sono documentati consistenti lotti di carboni;

2. altri resti vegetali come semi, frutti o porzioni di essi, riferibili in parte al consumo effettuato durante il banchetto funebre, in parte a offerte rituali, con tutta probabilità deposte sul rogo durante lo svolgimento del cerimoniale; in genere il loro rinvenimento è più frequente nelle terre di rogo provenienti dai contesti cimiteriali di età romana che non in quelli pertinenti a necropoli più antiche;
3. scorie bollose, di varie dimensioni, riconducibili a pani e focacce, anch'essi più frequenti in età romana;
4. altre scorie, di minuscole dimensioni, variabili come morfologia e aspetto delle superfici;
5. piccolissime porzioni di "tessuto"; hanno dimensioni di pochi millimetri e sono attestati nelle terre di rogo di alcune tombe dell'età del Ferro;
6. frammenti ossei di modestissime dimensioni, mescolati al resto dei reperti; impercettibili alla vista durante la raccolta della terra di rogo *in situ*, vengono evidenziati dopo il lavaggio dei campioni, talvolta associati anche a porzioni di manufatti, in ceramica, metallo, pasta vitrea o altro;
7. la componente mineralogica è presente piuttosto raramente e in percentuale molto modesta rispetto alla componente organica (Motella De Carlo, 2006a).

Il paesaggio vegetale ricostruito in base ai carboni delle "terre di rogo"

Oggigiorno siamo soliti parlare di impatto dell'uomo sull'ambiente naturale come di un fenomeno attuale o iniziato da poco; in realtà il processo di trasformazione e/o di degradazione degli ecosistemi naturali si è avviato nel momento in cui le prime comunità umane hanno iniziato a utilizzare i prodotti della vegetazione spontanea, oltre a quelli forniti dal regno animale, cominciando, in questo modo, un processo di modificazione ambientale che continua ancora oggi. Ad esempio, l'uso di legname destinato all'attività di cremazione dei defunti, testimoniato proprio dalla presenza delle terre di rogo, è una prova certa dello sfruttamento delle risorse forestali sul territorio, sintomo di una progressiva modificazione del soprassuolo boschivo.

Lo studio paleobotanico delle terre di rogo consiste nell'analisi dei resti di carbone e degli altri reperti organici eventualmente presenti; quanto ai carboni essi vengono sottoposti ad analisi al microscopio ottico per il riconoscimento del *taxon* di appartenenza.

Allo stato attuale delle ricerche le necropoli studiate in Italia del Nord sono più di 20 per un totale di oltre 10.000 carboni analizzati; esse hanno fornito un quadro ricostruttivo dei boschi della Pianura Padana, e di qualche distretto posto a quote più elevate, in un arco cronologico di oltre 1300 anni, tra l'XI sec. a. C. e il II d. C. In questa sede si propongono alcuni casi di studio esplicativi per quanto riguarda la ricostruzione del paesaggio vegetale.

Per ogni necropoli vengono esaminate alcune centinaia di carboni secondo il numero di tombe rinvenute; ad esempio, per la necropoli di Morano sul Po (XI-X sec. a. C.) sono stati esaminati 300 prelievi di cui 41 hanno restituito carboni; l'analisi antracologica è stata possibile su 453 frustoli per 31 tombe e 10 fosse rituali complessivamente. Per la necropoli di via G.B. Tiepolo a Padova (VI sec. a. C.) sono stati esaminati 470 carboni per 12 tombe e 4 pozzetti di rogo; a Padova corso Umberto I-Palazzo Emo Capodilista l'analisi antracologica è stata effettuata su 1535 frustoli carbonizzati (51 tombe esaminate, 12 pozzetti e 10 campioni dalle unità stratigrafiche della zona rituale); a Padova via Tiepolo – via S. Massimo (VII-III sec. a. C.) 700 i carboni esaminati per 26 tombe.

I dati antracologici riferiti alla necropoli di Morano sul Po (XI-X sec. a. C.) hanno permesso di ricostruire la fisionomia della copertura boschiva da cui veniva

prelevato il combustibile legnoso che alimentava il fuoco delle pire, nonostante essi fossero presenti in minuscole tracce. I risultati dell'analisi antracologica sono osservabili negli istogrammi in Fig. 6 e 7: il primo si riferisce alle entità tassonomiche identificate nei carboni delle urne, il secondo a quelle dei carboni delle strutture rituali, in ordine di presenza percentuale decrescente. Le entità sistematiche identificate sono complessivamente sedici: *Coniferae* (conifere), *Salix sp.*(salice), *Alnus/Coryus* (ontano/nocciolo) - con questa notazione si segnalano alcuni carboni di dimensioni molto modeste che hanno caratteristiche intermedie tra i due generi -, *Corylus avellana* (nocciolo), *Carpinus betulus* (carpino bianco), *Ostrya carpinifolia* (carpino nero), *Fagus sylvatica* (faggio) (Fig. 8), *Quercus sez. Robur* (farnia/rovere/roverella/farnetto), *Quercus sez. Cerris* (quercia

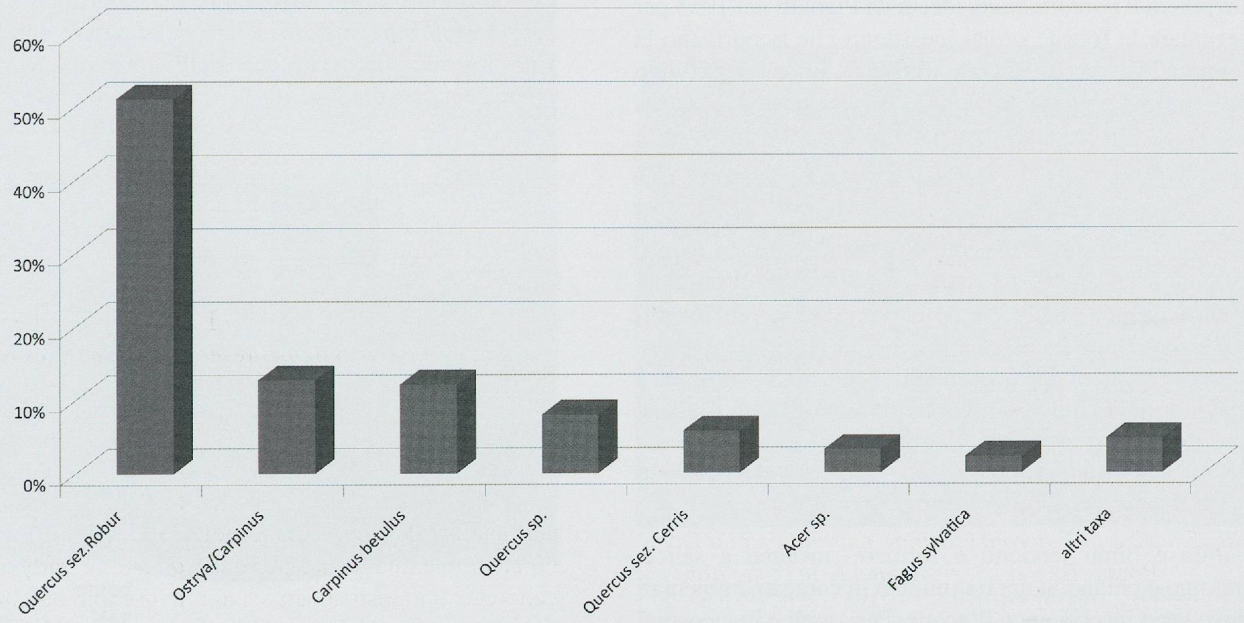


Fig. 6: Morano sul Po (Alessandria). Distribuzione percentuale in ordine decrescente dei taxa rinvenuti nei carboni delle terre di rogo delle tombe.

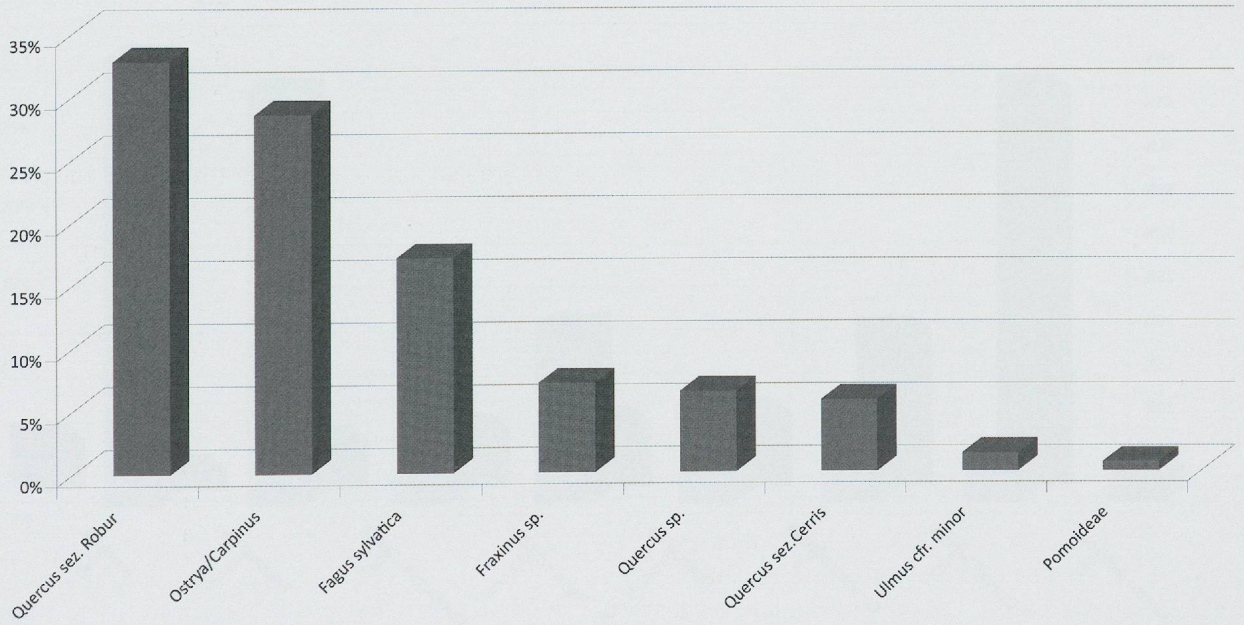


Fig. 7: Morano sul Po (Alessandria). Distribuzione percentuale in ordine decrescente dei taxa rinvenuti nei carboni delle strutture rituali.

tipo cerro), *Quercus sp.* (genere), *Laburnum/Ulmus* (maggiociondolo/olmo), *Ulmus* cfr. *minor* (olmo minore), *Pomoideae* (pero/melo/sorbo/biancospino), *Prunus* sp. (pruno), *Acer* sp. (acero), *Cornus sp.* (corniolo), *Fraxinus* sp. (frassino).

Si tratta nell'insieme di specie della foresta planiziale di latifoglie in una situazione di ambiente umido che riflette la presenza di corsi d'acqua. Farnia, rovere, acero e carpino fanno parte dell'associazione *Querco-carpinetum boreoitalicum* ideata da Pignatti nel 1953 per segnalare le foreste ormai inesistenti che ricoprivano la Pianura Padana. All'interno di questa associazione sono presenti l'alleanza *Carpinion betuli*, testimoniata da *Carpinus betulus*, e l'alleanza *Orno-Ostryon*, con *Ostrya carpinifolia*.

I dati emersi depongono a favore della presenza sul territorio del querceto mesofilo con farnie, roveri, carpini, aceri in cui si possono inserire anche il faggio e il cerro. In questa situazione sono presenti alberi come il frassino e l'olmo, che riflettono la presenza del querco-ulmeto insieme al querco-carpineto. Quest'ultimo è maggiormente rappresentato in termini quantitativi, data la preponderante presenza di querce e carpini sotto forma di carboni, essi rappresentano complessivamente più dell'80 % delle presenze.

Farnia e olmo tendono a formare, insieme a salice, frassino e ontano, il querco-ulmeto in contesti ambientali dove sono inseriti corsi d'acqua. Peri, meli e biancospini si trovano nei boschi umidi della pianura o in associazioni di degrado dell'ordine *Prunetalia*, di cui fa parte anche il genere *Prunus*; ai margini del querceto mesofilo si collocano anche noccioli e cornioli. La situazione di Morano suggerisce un contesto ambientale conforme a quello di altri siti di pianura dell'età del Bronzo: si tratta di contesti abitativi rinvenuti, ad esempio, in Piemonte ad Alba (Cuneo) (Motella De Carlo, 1995) o in Veneto a Povegliano loc. Muraiola (Verona) (Motella De Carlo, 1997).

La situazione generale del soprassuolo boschivo da cui veniva prelevato il legname per allestire le pire è riflessa dall'andamento dell'aerogramma in Fig. 9: il 94 % dei carboni indica un prelievo nel bosco di latifoglie, il 4 % nelle formazioni ripariali, il 2 % nelle radure del bosco. Una ipotetica ricostruzione dell'ambiente naturale è rappresentata dalla Fig. 10.

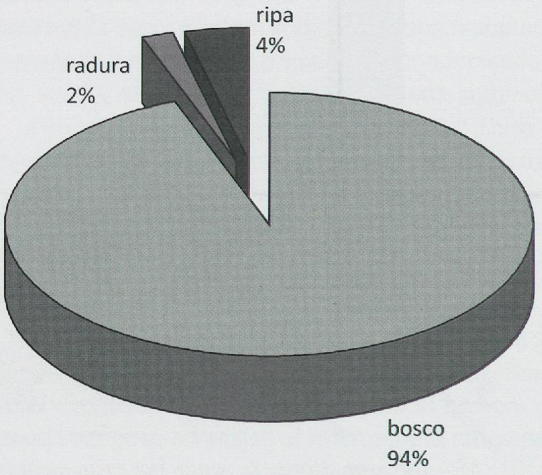


Fig. 9: Morano sul Po (Alessandria). Aerogramma degli ambiti di provenienza del legname utilizzato nelle pire funerarie.

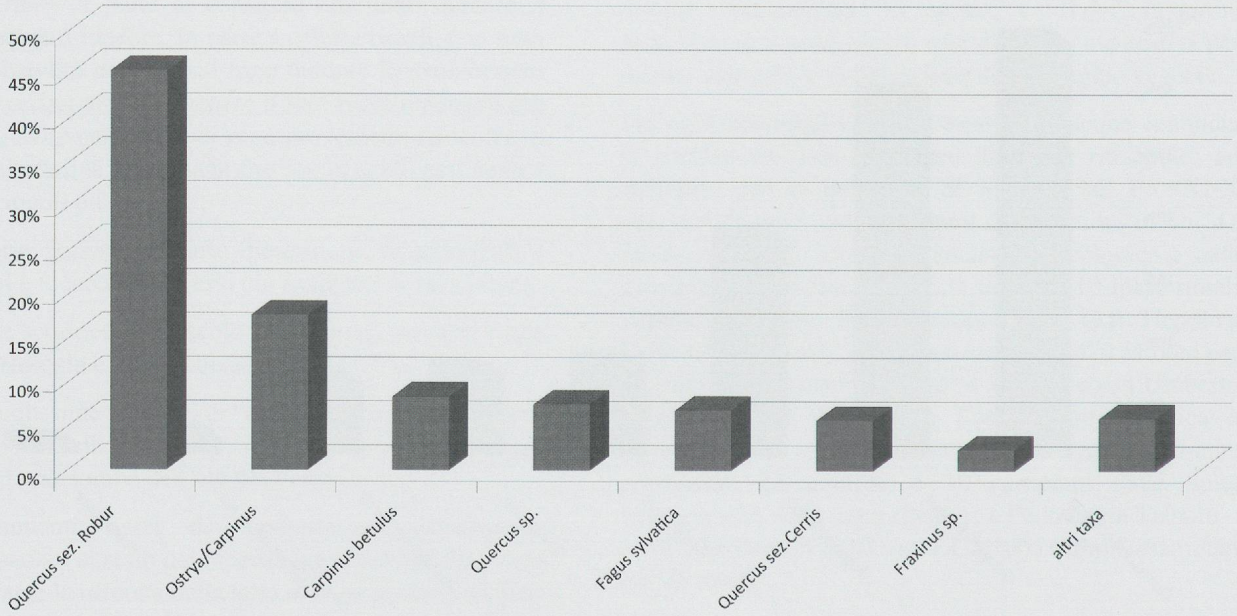


Fig. 8: Morano sul Po (Alessandria). Distribuzione percentuale in ordine decrescente dei taxa sul totale dei carboni esaminati.

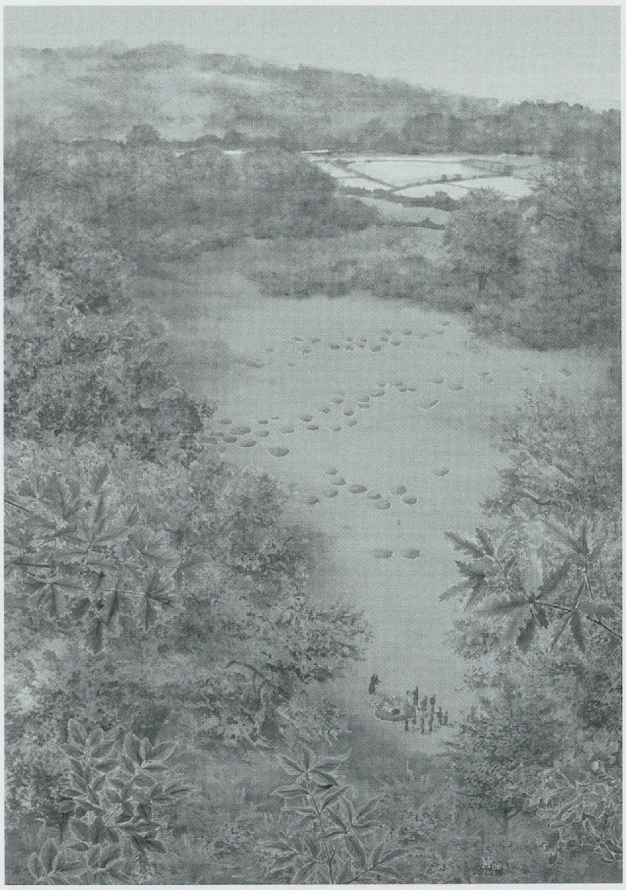


Fig. 10 : Morano sul Po (Alessandria). Ricostruzione dell'ambiente naturale in cui era inserita la necropoli (Venturino Gambari, 2006).

Per quanto riguarda l'età del Ferro, l'eccezionale mole di dati antracologici a disposizione (2705 carboni analizzati) è stata fornita dagli studi svolti in più fasi tra il 1985 e il 2005 in necropoli a incinerazione distribuite sul territorio della città di Padova. L'istogramma in Fig. 11 mostra le presenze percentuali in ordine decrescente dei *taxa* rinvenuti sotto forma di carboni di legno nelle terre di rogo della necropoli di Padova-via Tiepolo (VI sec. a. C.): *Carpinus betulus* (carpino bianco) con il 28,70 %, *Quercus sez. Robur* (farnia/rovere) con il 26,50 %, *Fagus*

Fig. 12 : Morano sul Po (Alessandria). Tomba 51 (US 738), Fagus sylvatica (faggio), sezione tangenziale di carbone ; al centro della foto si osserva un raggio pluriseriato (ca. 250x). Foto S.E.M., Laboratorio di Archeobiologia dei Musei Civici di Como.

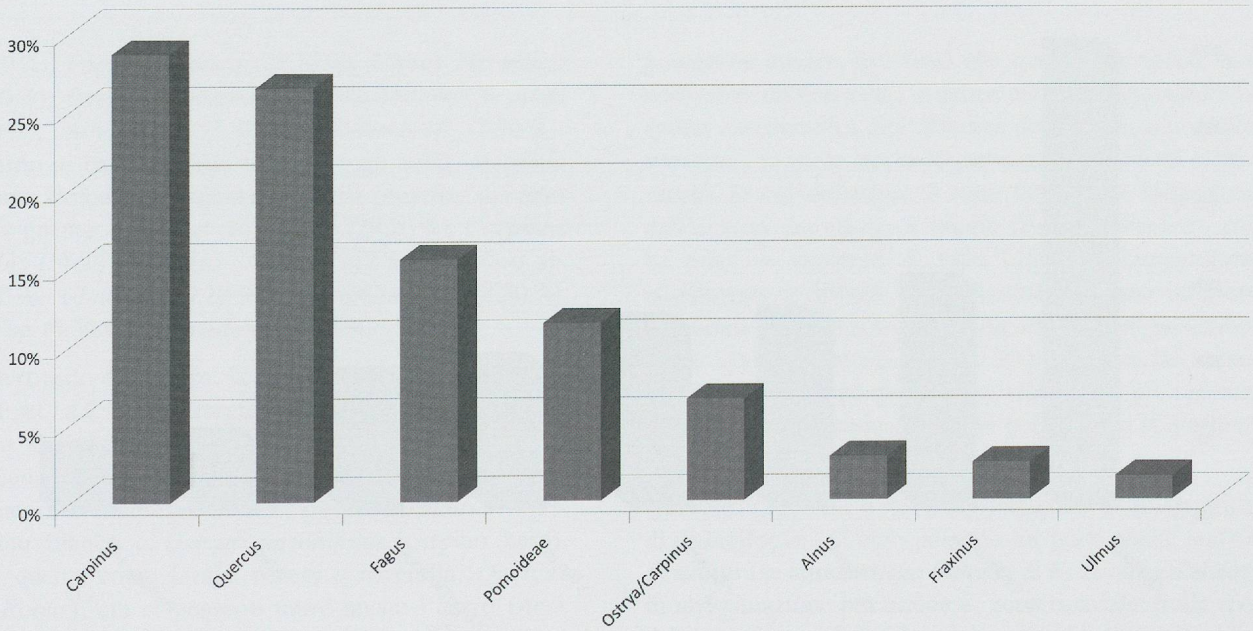


Fig. 11 : Padova, necropoli di via Tiepolo. Distribuzione percentuale in ordine decrescente dei taxa rinvenuti nei carboni delle terre di rogo.

sylvatica (faggio) con il 15,50 % (Fig. 12), *Pomoideae* (pero/melo/biancospino/sorbo) con l'11,40 %, *Ostrya/ Carpinus* (carpino nero/carpino bianco) con il 6,50 %, *Alnus* sp. (ontano) con il 2,80 %, *Fraxinus sp.* (frassino) con il 2,40 %, *Ulmus* cfr. *minor* (olmo minore) con l'1,50 %.

Le Figg. 13 e 14 mostrano la distribuzione percentuale in ordine decrescente delle principali entità tassonomiche, rispettivamente, nei roghi della necropoli di via S. Massimo e in quello di corso Umberto I – Palazzo Emo Capodilista (Fig. 15); nel primo caso compare *Fraxinus* sp. con il 23,10 %, seguito da *Quercus sez. Robur*

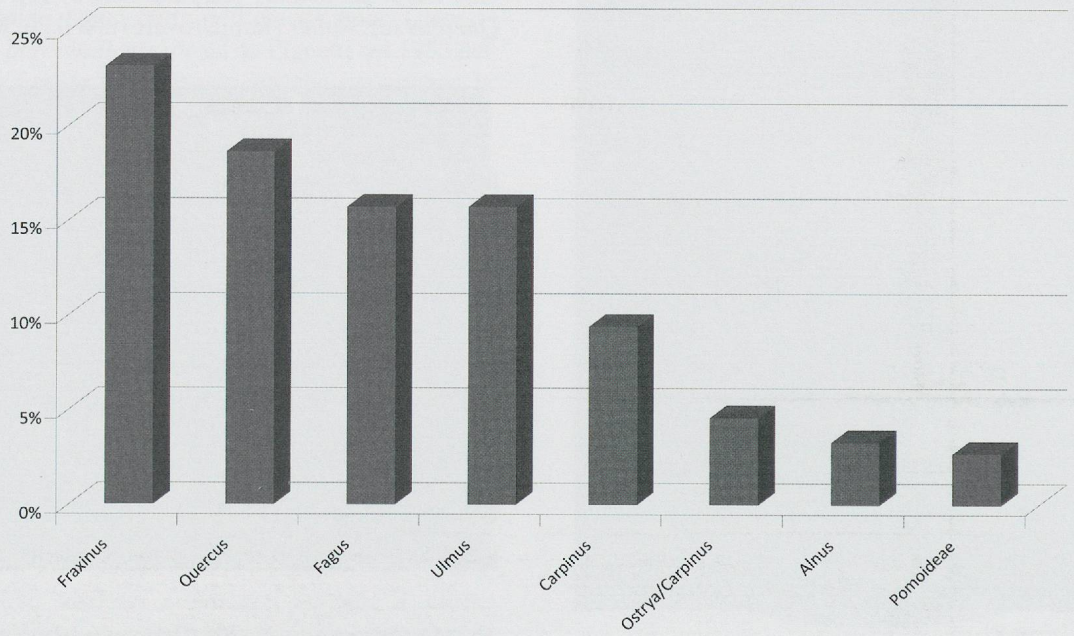


Fig. 13 : Padova, necropoli di via Tiepolo - via S. Massimo. Distribuzione percentuale in ordine decrescente dei taxa rinvenuti nei carboni delle terre di rogo.

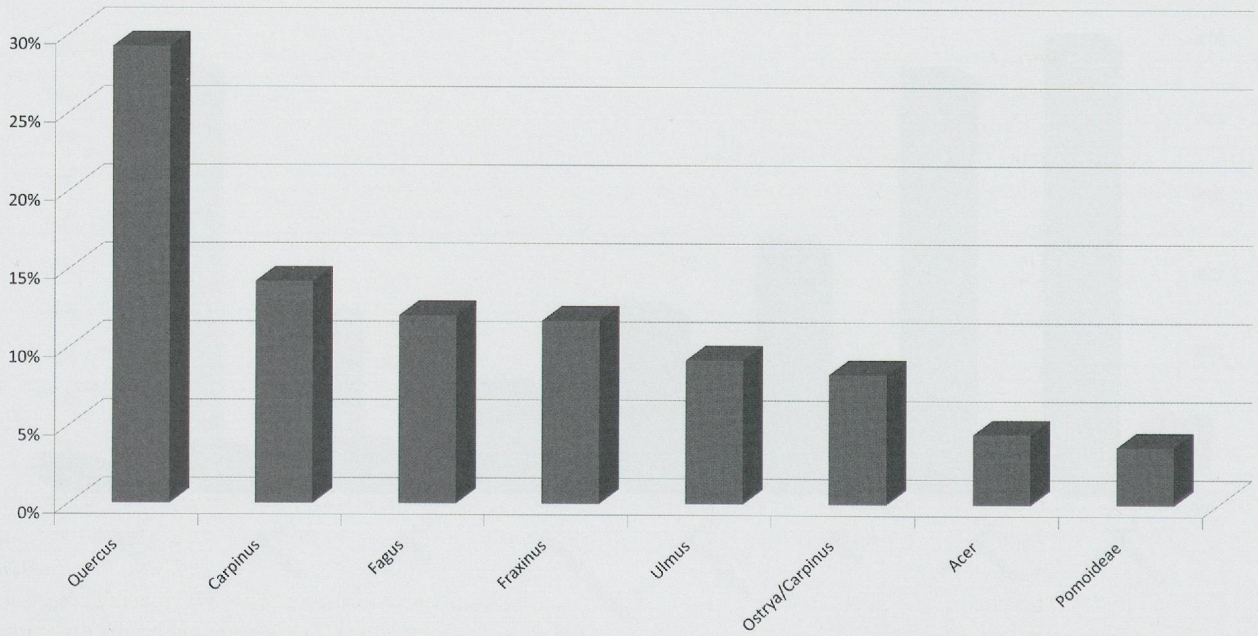


Fig. 14 : Padova, necropoli di corso Umberto I. Distribuzione percentuale in ordine decrescente dei taxa rinvenuti nelle terre di rogo.

Fig. 15 : Padova. Particolare dello scavo nel cortile di palazzo Emo Capodilista, in corso Umberto I (archivio fotografico della Soprintendenza Archeologica di Padova).

(18,60 %), *Fagus sylvatica* (15,70 %), *Ulmus* cfr. *minor* (15,70 %), *Carpinus betelus* (9,40 %), *Ostrya/Carpinus* (4,60 %), *Alnus* sp. (3,30 %), *Pomoideae* (2,70 %); riguardo ai carboni delle terre di rogo della necropoli di corso Umberto I la situazione delle presenze dei *taxa* è la seguente: *Quercus sez. Robur* (29,20 %), *Carpinus betulus* (14,20 %), *Fagus sylvatica* (12 %), *Fraxinus* sp. (11,70 %), *Ulmus* sp. (9,20 %), *Ostrya/Carpinus* (8,30 %), *Acer* sp. (4,50 %), *Pomoideae* (3,70 %).

Nel territorio di Padova, la foresta più diffusa tra l'VIII e il I sec. a.C. è il querceto mesofilo, come rilevano le tracce della deforestazione avvenuta per il prelievo di legname come combustibile per allestire i roghi crematori. E' rappresentato dai carpini (*Carpinus betulus*, carpino bianco e *Ostrya carpinifolia*, carpino nero), dalle querce come farnia, rovere e roverella (*Quercus sez. Robur*), cui si possono unire anche l'acero (*Acer* sp.), l'olmo (*Ulmus* sp.), il frassino (*Fraxinus* sp.) e il faggio (*Fagus sylvatica*). A proposito del carpino nero e del faggio, attuando un confronto con la vegetazione potenziale attuale, troviamo che queste due specie non sono coerenti con essa; la prima (*Ostrya carpinifolia*) è specie caratteristica dell'alleanza *Orno-Ostryon* legata a substrati con rocce ricche di carbonati in ambienti caldo-secchi, la cui diffusione è stata fortemente influenzata dall'attività antropica; il faggio (*Fagus sylvatica*), che ha esigenze moderate di luce, umidità e temperatura, attualmente è diffuso nell'orizzonte montano inferiore con limiti verso i 1500 m, ma con interessanti escursioni verso quote inferiori, sino a 200 m e anche meno, escursioni un tempo più diffuse, sino ad età più recente, come risulta da numerosi rilievi geobotanici (Castelletti *et al.*, 1990).

Quercus, Carpinus e *Acer* si riferiscono al bosco misto di caducifoglie; di esso possono far parte anche *Salix* e *Fraxinus* (se ammettiamo trattarsi di *Fraxinus excelsior*) in una situazione più umida di zona ripariale. Sulle rive dei corsi d'acqua ben si inseriscono anche *Alnus*, *Populus* e *Ulmus* (ammettendo *Ulmus minor*). Ai margini del bosco e sulle aree di sfoltimento, dove cade molta luce,

si trovano specie della vegetazione arborea e arbustiva come peri, meli selvatici e biancospini (*Pomoideae*), prugnoli (*Prunus* sp.), cornioli (*Cornus mas/sanguinea*) e noccioli (*Corylus avellana*).

La situazione del paesaggio è riflessa dall'andamento di tre aerogrammi (Figg. 16, 17, 18). Il primo si riferisce a via Tiepolo dove le specie individuate si riferiscono per il 77,4 % al querceto mesofilo, il 15,5 % a piante delle radure e il restante 7,1 % alla vegetazione tipica delle rive dei corsi d'acqua. I carboni di via S. Massimo denunciano un intenso prelievo nella foresta di latifoglie (85,5 %), mentre sono attestati in quantità decisamente inferiori gli alberi di ripa (11,3 %) e quelli delle radure (5 %). Infine il combustibile usato per allestire le pire presso corso Umberto I rispecchia per il 72 % il querceto mesofilo, per il 16 % le radure e per il 12 % le rive dei corsi d'acqua (Motella De Carlo, 2005).

Possiamo immaginare l'abitato di Padova durante l'età del Ferro in un contesto ambientale fortemente alterato dalla mano dell'uomo nel quale si possono ancora riconoscere gli scorci del paesaggio forestato anche presso le rive dei corsi d'acqua, mentre i margini dei boschi costituiscono delle linee di confine tra formazioni arboreo-arbustive e zone antropizzate aperte con campi, prati e pascoli (Fig. 19).

La deforestazione in Pianura Padana continua durante l'età romana come testimoniano, ad esempio, i ritrovamenti della necropoli della Doma Rossa (I-II sec. d. C.) a Riva di Pinerolo (Torino); la particolarità di queste sepolture è legata al rinvenimento di terre di rogo contenenti carboni di legno insieme a resti di semi e di frutti commestibili in quantità piuttosto abbondante.

Nei carboni della Doma Rossa, di cui sono state esaminate sette tombe, sono attestati 11 *taxa* (Fig. 20): *Quercus sez. Robur* (farnia/rovere) presente con il 54,58 %, *Prunus* cfr. *spinosa* (prugnolo) con il 12,08 %, *Prunus* cfr. *avium* (ciliegio selvatico) con il 9,16 %, *Quercus* sp. (genere quercia) con il 7,08 %, *Quercus sez. Cerris* (quercia tipo cerro) con il 6,25 %, *Laburnum* sp. (5,83 %), *Pomoideae* (pero/melo/biancospino/sorbo) con il 2,5 %, cfr. *Prunus* (genere pruno) e *Acer* sp. (acero) con percentuali inferiori a 3.

Sono due gli ambiti di provenienza del legname (Fig. 21): il bosco misto rappresentato con il 75 % sui carboni esaminati, e le radure con il restante 25 %.

Questi dati testimoniano una ulteriore deforestazione in età romana: l'elevata percentuale di alberi delle radure presenti nei contesti tombali della Doma Rossa, attinenti in particolare al genere *Prunus* e alla famiglia delle *Pomoideae*, è da attribuire al rimboschimento di porzioni di terre abbandonate e precedentemente coltivate, dove tendono a insediarsi specie lucivaghe come il melo e il pero selvatico.

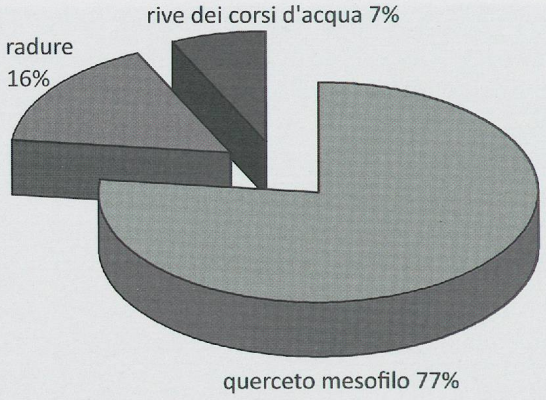


Fig. 16: Padova, via Tiepolo. Gli ambiti di provenienza del legname in base all'analisi dei carboni delle pire.

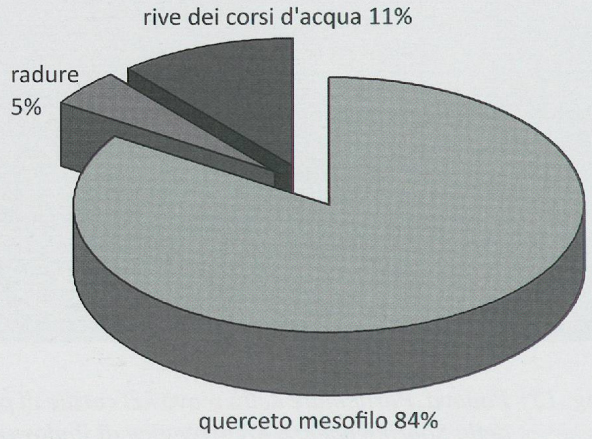


Fig. 17: Padova, via Tiepolo - via S. Massimo. Gli ambiti di provenienza del legname in base all'analisi dei carboni delle pire.

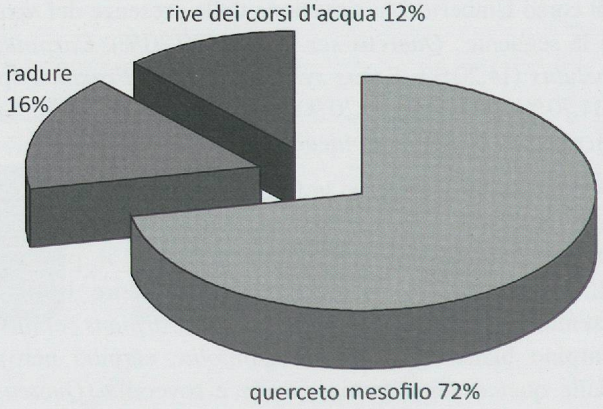


Fig. 18: Padova, corso Umberto I. Gli ambiti di provenienza del legname in base all'analisi dei carboni delle pire.

Fig. 19: Padova. Ricostruzione del paesaggio durante l'età del Ferro in base allo studio delle terre di rogo (De Min et al., *2005).*

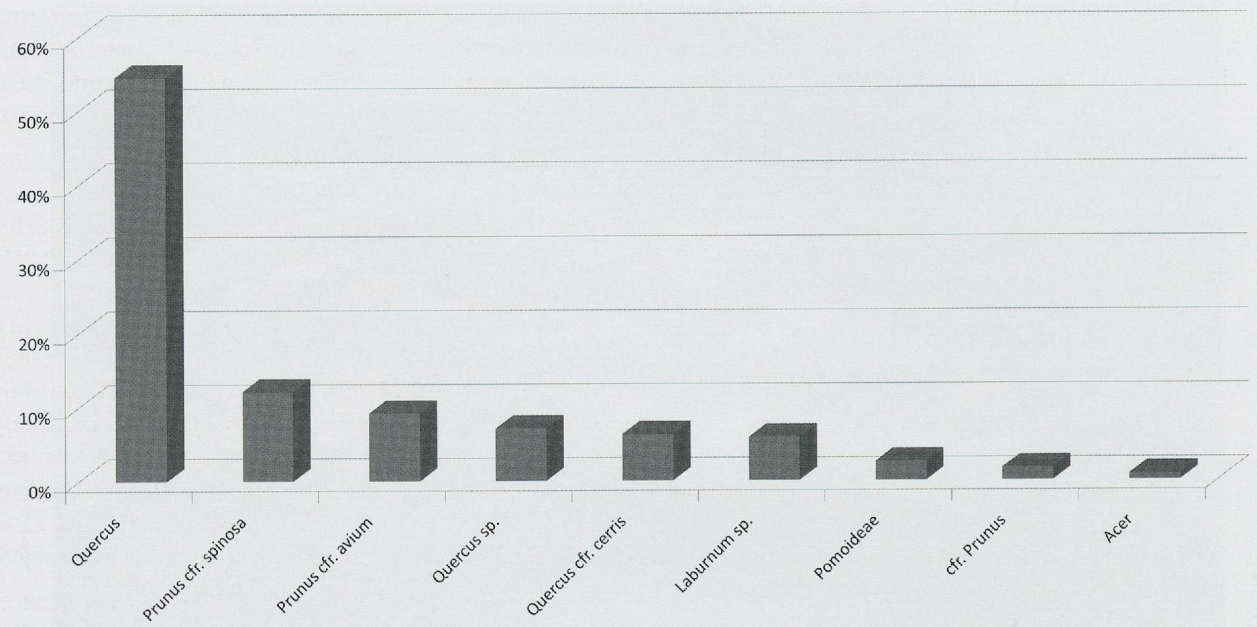


Fig. 20 : Riva di Pinerolo, necropoli della Doma Rossa. Le presenze dei taxa in base all'analisi antracologica.

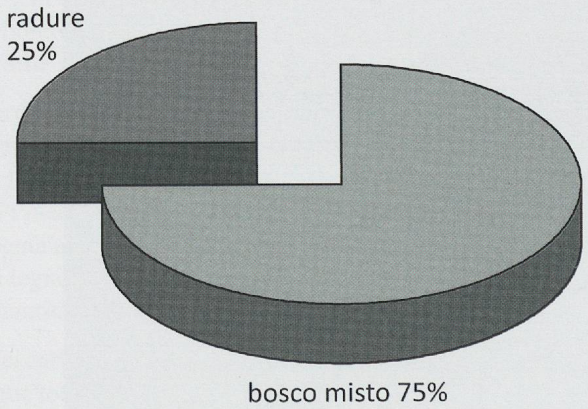


Fig. 21 : Riva di Pinerolo, necropoli della Doma Rossa. Gli ambiti di provenienza del legname in base all'analisi dei carboni delle pire.

Le pire funerarie : il significato paleobotanico

Dal punto di vista dell'utilizzo dei tipi di legno a disposizione per la cremazione dei defunti, possiamo immaginare come venisse assemblata una pira funeraria partendo dalla constatazione che alcune entità tassonomiche sono più abbondanti in termini percentuali nei carboni e che sono quasi costantemente attestate nei campioni esaminati : a Morano sul Po è il caso della quercia caducifoglie (*Quercus sez. Robur*) che è in assoluto la più abbondante a livello quantitativo. Tuttavia è da rimarcare che nelle tombe di Morano, salvo una presenza pressoché costante del legno di quercia, la distribuzione, sia per tipo di legno che per numero di specie impiegate, è assai diversa in ciascuna sepoltura e, quindi, era diversa ciascuna pira ; il numero di *taxa* presente per tomba varia da uno a sei, nelle fosse rituali da uno a quattro.

A Padova presso la necropoli di via Tiepolo i differenti tipi di legno sono variamente distribuiti : sono da due a sette per tomba e da uno a sette nei pozzetti, mentre la specie maggiormente rappresentata sul totale delle analisi effettuate è il carpino bianco (*Carpinus betulus*).

Nelle terre di rogo della Doma Rossa (I-II sec. d.C.) sono presenti da uno a sei tipi di legno per tomba, numero piuttosto elevato di *taxa* trattandosi di contesti di età romana ; frequentemente nelle necropoli coeve è stato rinvenuto un numero minore di entità sistematiche, talvolta solo una, la quercia caducifoglie (*Quercus sez. Robur*). Questo fatto può dipendere dal tipo di campionatura effettuata, dal numero di specie impiegate in partenza per allestire la pira, da scelte intenzionali di natura rituale, oppure dal fatto che il trasporto della terra di rogo dal luogo dove è avvenuta la cremazione a quello della tumulazione definitiva può aver facilitato la perdita di parte del rogo e anche, in modo del tutto casuale, di alcuni tipi di legno utilizzato.

Non possiamo fare a meno di pensare che potesse essere intenzionale la scelta di alcune specie o che addirittura si tratti, come nel caso del prugnolo e del ciliegio, di rami portanti anche i frutti della pianta, come lascerebbe intendere il ritrovamento di alcuni semi ; si rileva infatti la presenza di alcune porzioni di nòccioli di frutti del genere *Prunus*, anche insieme ai carboni del legno della medesima pianta (tomba 14). Una presenza significativa

in quasi tutte le tombe studiate è l'abbondante quantitativo di gusci di noce (*Juglans regia*) (Fig. 22); in traccia le cariossidi di alcuni cereali come il frumento estivo (*Triticum aestivum*) (Figg. 23, 24) e l'orzo (*Hordeum vulgare*) (Fig. 25), i semi di alcune leguminose come il favino (*Vicia faba ssp. minor*), la lenticchia (*Lens culinaris*), il pisello (*Pisum sativum*) (Fig. 26), la veccia (*Vicia* cfr. *sativa*) e alcuni frammenti di vinaccioli (*Vitis vinifera*) (Fig. 27).

Ritrovamenti molto sporadici di resti carpologici sono attestati nelle terre di rogo dell'età del Ferro, più consistenti nell'età del Bronzo finale. A Morano sul Po l'analisi paleobotanica ha permesso di riconoscere, oltre ai carboni di legno, alcuni resti bruciati di semi e frutti: vinaccioli (*Vitis vinifera*), nocciole (*Corylus avellana*), corniole (*Cornus sp.*), nòccioli di pruno (*Prunus* sp.), resti di cariossidi di cereali (*Cerealia* e *Panicum/Setaria*) e di legumi (*Leguminose*). Oltre a questi sono stati

Fig. 22: Riva di Pinerolo (Torino). Tomba 17, frammento combusto di gheriglio di noce (Juglans regia).

Fig. 24: Riva di Pinerolo (Torino). Tomba 17, cariosside carbonizzata di frumento estivo (Triticum aestivum) *in norma dorsale.*

Fig. 23: Riva di Pinerolo (Torino). Tomba 17, cariosside carbonizzata di frumento estivo (Triticum aestivum) *in norma ventrale.*

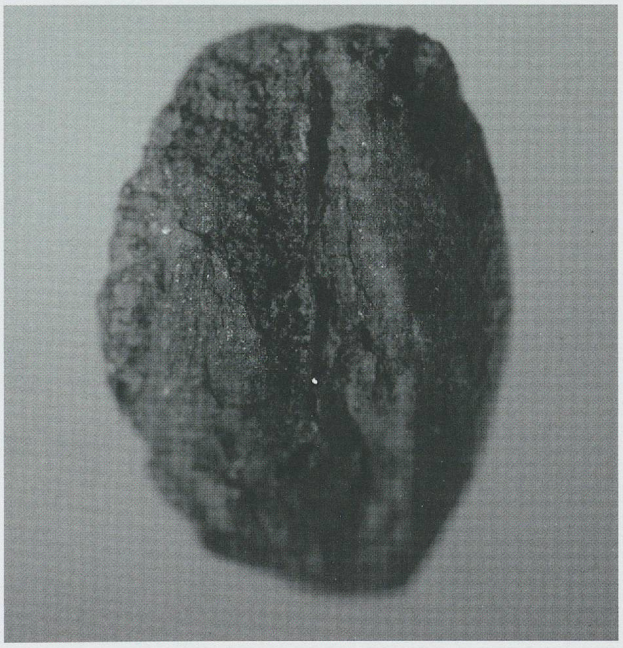


Fig. 25: Riva di Pinerolo (Torino). Tomba 24, cariosside di orzo (Hordeum vulgare) *in norma ventrale.*

Fig. 26: Riva di Pinerolo (Torino). Tomba 24, seme di pisello (Pisum sativum), *particolare dell'ilo.*

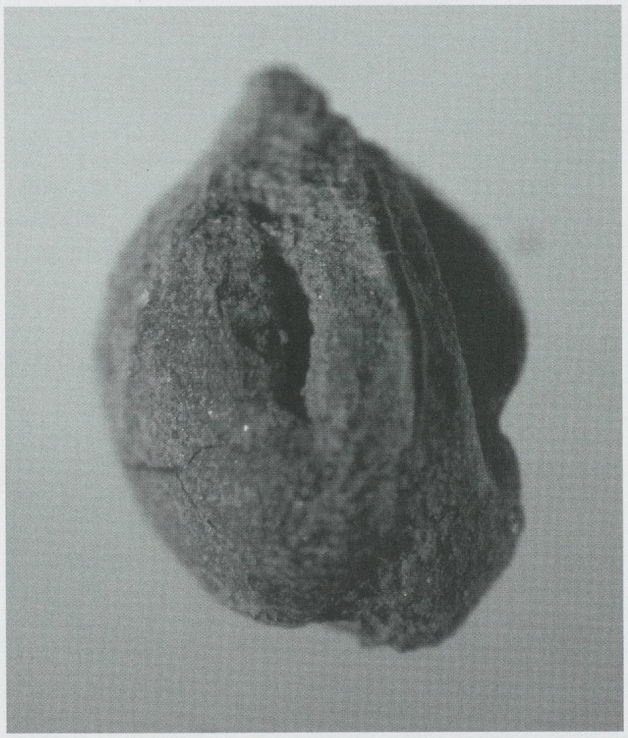


Fig. 27: Riva di Pinerolo (Torino). Tomba 24, vinacciolo (Vitis vinifera).

individuati minuscoli reperti di natura organica, tutti combusti, definiti "scorie"; si tratta con tutta probabilità di offerte deposte sulla catasta funeraria durante la combustione e rimaste intrappolate nelle terre di rogo. La loro distribuzione è piuttosto frequente nelle singole tombe e nelle fosse rituali; si tratta di porzioni di materiale bruciato con dimensioni molto esigue, dell'ordine di pochi

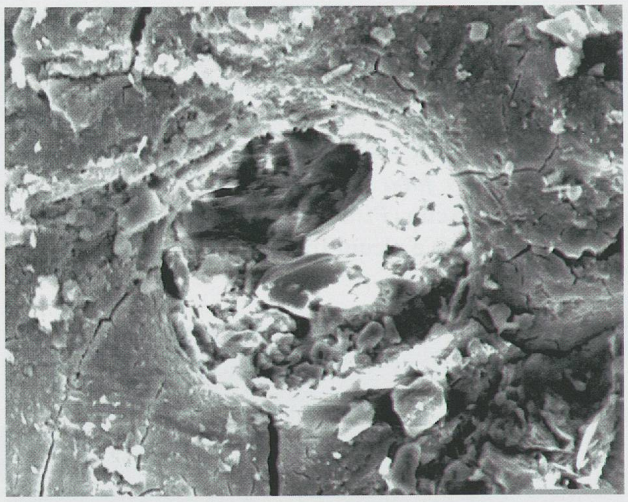


Fig. 28: Morano sul Po (Alessandria). Tomba 19 (US 231), particolare di un frammento di pane combusto con la cavità interna di un poro; alla base della cavità un insieme di strutture ellissoidali, riconducibili a granuli di amido (ca. 400x) (Foto S.E.M., Laboratorio di Archeobiologia dei Musei Civici di Como).

millimetri, con spessore debolissimo, non riconducibili in alcun caso a parti anatomiche. Alcune di loro presentano una struttura bollosa tipica di frammenti di "pane bruciato": è il caso del frammento di pane bruciato della tomba 10 (3 mm come dimensione massima) che, al microscopio elettronico a scansione (S.E.M.) mostra una struttura amorfa, disomogenea e inconsueta, con pori di diverse dimensioni, di forma piuttosto irregolare distribuiti in modo casuale, dovuti alla presenza di bolle di gas all'interno del pane lievitato. Scendendo ancora più nel dettaglio, la cavità interna di uno di questi pori (Fig. 28) mostra, alla sua base, un insieme disordinato di piccole strutture ellissoidali, riconducibili con buona approssimazione a granuli di amido.

Scorie alimentari combuste e non combuste sono state rinvenute in quantitativo cospicuo nelle sepolture della necropoli di Castelletto Ticino loc. Maneggio (Castelletti & Motella, 2006; Motella De Carlo, in stampa).

Conclusioni

- Una intensa deforestazione del querceto mesofilo è evidenziata dal combustibile utilizzato per i roghi crematori tra l'XI sec. a. C. e il II se. d.C. in Italia settentrionale, di cui le "terre di rogo" sono una testimonianza. Le analisi polliniche confermano questo continuo processo di degrado del soprassuolo boschivo dovuto alla presenza antropica; esse mostrano che, nella zona considerata, il tasso di deforestazione è fra il 30 % e il 60 % tra il 1080 e il 200 a.C. e che aumenta

fino all'80 % nel periodo romano (Valsecchi *et al.*, 2006).

- Il modello interpretativo che risulta dall'antracologia delle "terre di rogo" è funzione del modo in cui sono stati deposti i carboni: ogni rogo corrisponde a un focolare. Ci sono delle diversità a livello quantitativo e qualitativo tra i *taxa* di differenti roghi anche all'interno di una stessa necropoli; non si esclude che la scelta dei tipi di legno possa essere stata condizionata da qualche fattore di natura rituale o di tipo commerciale, oltre che dalla presenza nel territorio delle specie rinvenute sotto forma di carbone e dal fatto che alcune di esse sono ritenute buoni combustibili, come ad esempio il faggio. La scelta mirata di alcuni tipi di legno per allestire le pire può influenzare i risultati dell'analisi antracologica in termini quantitativi; in altre parole, i risultati delle analisi possono dare in alcuni casi una sovrarappresentazione di uno o più entità sistematiche perchè non conosciamo i criteri di selezione eventualmente utilizzati.
- I dati carpologici nelle necropoli non solo hanno un significato rituale, come offerte deposte sulle pire o come esiti di un banchetto funebre, ma costituiscono indirettamente una fonte di informazioni sul paesaggio che – limitatamente alle conoscenze emerse dai roghi della cremazione – viene modificato progressivamente non solo mediante il disboscamento ma anche con l'inserimento di coltivazioni agrarie di cereali, leguminose e alberi da frutto; questi ultimi soprattutto in età romana.
- In base agli studi effettuati sulle necropoli a cremazione, fin dall'XI sec. a.C. le attività agricole impongono una radicale trasformazione al territorio della Pianura Padana: scorci del paesaggio agrario diventano stabilmente inseriti ai margini del bosco di caducifoglie con il quale fanno da confine le piante dell'ambiente di radura come noccioli, prugnoli, meli e peri selvatici. Tuttavia questa modificazione del paesaggio vegetale è già avviata a partire del VI millennio a.C. come documentano numerosi contesti abitativi studiati sotto il profilo paleobotanico in Italia settentrionale.

Bibliografia

Barello F. 2006. *La necropoli della Doma Rossa. Presenze romane nel territorio di Pinerolo*. Borgone Susa, Torino.

Castelletti L., Castiglioni E. & Motella S. 1990. Antracologia delle terre di rogo. *In*: Ruta Serafini A., *La necropoli paleoveneta di via Tiepolo a Padova*: 148-154.

Castelletti L. & Motella De Carlo S. 2006. La situazione delle ricerche tra archeobotanica e alimentazione in Piemonte nel quadro delle attività del Laboratorio di Archeobiologia, *Atti della Società dei Naturalisti e Matematici di Modena*, Modena, 275-290.

Castiglioni E. 1995. I macroresti vegetali. *In*: Binaghi Leva M.A., *Somma Lombardo (Va) - Località Belcora. Tumuli dell'età del Bronzo finale*, Soprintendenza Archeologica della Lombardia-Notiziario 1992-93: 27-28.

De Min M., Gamba M., Gambacurta G. & Ruta Serafini A. 2005. *La città invisibile. Padova preromana. Trent'anni di scavi e ricerche, quarto Inferiore*. Bologna.

Motella De Carlo S. 1995. Paleoecologia ad Alba nella preistoria. Indagine sui macroresti vegetali. *In:* Venturino Gambari M., *Navigatori e contadini. Alba e la Valle del Tanaro nella preistoria*, Alba: 245-255.

Motella De Carlo S. 1997. Studio dei macroresti vegetali. *In:* Belemmi L., Salzani L. & Squaranti G., *L'abitato dell'età del Bronzo della Muraiola*, Povegliano Veronese: 67-76.

Motella De Carlo S. 1998. La ricerca archeobotanica e le terre di rogo. *In:* Bianchin Citton E., Gambacurta G. & Ruta Serafini A., *"Presso l'Adige ridente"... Recenti rinvenimenti archeologici da Este a Montagnana*, Padova: 54-61.

Motella De Carlo S. 1999. I resti vegetali nelle terre di rogo. *In:* Venturino Gambari M., *In riva al fiume Eridano. Una necropoli dell'età del Bronzo finale a Morano sul Po (Alessandria)*, Torino: 67-77.

Motella De Carlo S. 2005. La ricostruzione del paesaggio attraverso lo studio dei reperti vegetali. *In:* M. De Min, M. Gamba, G. Gambacurta & A. Ruta Serafini, *La città invisibile. Padova preromana. Trent'anni di scavi e ricerche*, quarto Inferiore (Bologna): 48-55.

Motella De Carlo S. 2006a. Il significato delle terre di rogo: un compromesso tra ritualità e ambiente. *In*: M. Venturino Gambari, *La necropoli dell'età del Bronzo finale di Morano sul Po*, Torino: 55-64.

Motella De Carlo S. 2006b. Le terre di rogo tra evocazione di un rituale funebre e ricostruzione del paesaggio vegetale. *In:* Barello F., *La necropoli della Doma Rossa. Presenze romane nel territorio di Pinerolo*, Borgone Susa: 73-78.

Motella De Carlo S. in stampa. I roghi funerari: una chiave di lettura per il paesaggio vegetale e per il rituale funebre. *In*: Gambari F.M., *L'alba della città. Le prime necropoli del centro proto urbano di Castelletto Ticino*, Catalogo della mostra 2009.

Valsecchi V., Tinner W., Finsinger W. & Amman B. 2006. Human impact during the Bronze Age on the vegetation at lago Lucone (Northern Italy), *Vegetation History and Archaeobotany*, 15: 99-113.

Venturino Gambari M. 1999. *In riva al fiume Eridano. Una necropoli dell'età del Bronzo finale a Morano sul Po*. Alessandria, Torino.

Venturino Gambari M. 2006. *La necropoli dell'età del Bronzo finale di Morano sul Po*. Torino.