



Quaternaire

Revue de l'Association française pour l'étude du Quaternaire

vol. 24/4 | 2013

Q8 Variabilité spatiale des environnements quaternaires. Contraintes, échelles et temporalités – Deuxième partie

Réponse hydrosédimentaire des têtes de bassin aux fluctuations environnementales historiques en contexte de moyenne montagne tempérée : l'exemple du Velay (sud-est du Massif central, France), premiers résultats

Response of water-sediment system in upland catchment to Lateglacial and Holocene environmental fluctuations in a temperate highland context: first results from the Velay (south-eastern Massif Central, France)

Emmanuelle Defive



Édition électronique

URL : <http://quaternaire.revues.org/6816>
ISSN : 1965-0795

Éditeur

Association française pour l'étude du quaternaire

Édition imprimée

Date de publication : 1 décembre 2013
Pagination : 461-476
ISSN : 1142-2904

Référence électronique

Emmanuelle Defive, « Réponse hydrosédimentaire des têtes de bassin aux fluctuations environnementales historiques en contexte de moyenne montagne tempérée : l'exemple du Velay (sud-est du Massif central, France), premiers résultats », *Quaternaire* [En ligne], vol. 24/4 | 2013, mis en ligne le 01 décembre 2016, consulté le 03 décembre 2016. URL : <http://quaternaire.revues.org/6816> ; DOI : 10.4000/quaternaire.6816

Ce document est un fac-similé de l'édition imprimée.

© Tous droits réservés

RÉPONSE HYDROSÉDIMENTAIRE DES TÊTES DE BASSIN AUX FLUCTUATIONS ENVIRONNEMENTALES HISTORIQUES EN CONTEXTE DE MOYENNE MONTAGNE TEMPÉRÉE : L'EXEMPLE DU VELAY (SUD-EST DU MASSIF CENTRAL, FRANCE), PREMIERS RÉSULTATS



Emmanuelle DEFIVE^{1,2}

RÉSUMÉ

Peu investies sous cet angle en domaine de moyenne montagne, les têtes de bassin des réseaux hydrographiques offrent pourtant un cadre intéressant pour étudier les modalités du transfert des flux hydro-sédimentaires des versants aux talwegs puis de leur transit longitudinal dans l'axe de ces derniers au sein de bassins versants n'excédant pas un niveau Strahler d'ordre 3 à 4. A l'instar du Limousin et du Mont Lozère, les travaux préliminaires menés dans le bassin supérieur de la Loire à la faveur de la réalisation de la carte géologique au 1/50 000^e n° 816 du Monastier-sur-Gazeille mettent en évidence un intéressant potentiel au travers des accumulations constituées au cours du dernier millénaire dans l'axe des vallons et premières vallées. Sur la base des observations stratigraphiques de terrain et des trois premiers âges ¹⁴C obtenus, il apparaît un hiatus majeur entre les formations d'origine froide du Pléistocène supérieur, très étendues mais mal datées, et les accumulations historiques observées dans l'axe des talwegs. La totalité du Tardiglaciaire et de l'Holocène manque, ainsi que le premier millénaire après J.-C. Les remblaiements historiques se constituent quant à eux à partir de la fin du haut Moyen Âge (viii^e siècle) et montrent une organisation bipartite. Le Moyen Âge y apparaît comme une période de stabilité du milieu, où se constituent des accumulations organiques tenant à la fois à la situation d'optimum climatique et aux modalités de l'occupation humaine (faible poids démographique, aménagement des fonds de vallées, pratiques culturelles). L'Époque moderne enregistre ensuite une crise érosive qui coïncide à la fois avec la période de développement du Petit Âge Glaciaire et avec la phase maximum d'expansion démographique et de pression agricole sur le milieu. Aux niveaux les plus élémentaires de la hiérarchie d'organisation du système bassin versant, le rôle de l'Homme s'affirme dans le déclenchement de la crise érosive dont le climat créait le potentiel. Plus en aval, au niveau des cours d'eau d'ordre 3 à 4, l'impact du climat est plus directement lisible. La prudence s'impose donc dans les conclusions à tirer des observations suivant la position des archives sédimentaires étudiées au sein de l'hydrosystème.

Mots-clés : bassin supérieur de la Loire, Massif central, Velay, Mézenc, géoarchéologie, hydrosystème, fluctuations environnementales, Pléistocène, Tardiglaciaire, Holocène, période historique

ABSTRACT

RESPONSE OF WATER–SEDIMENT SYSTEM IN UPLAND CATCHMENT TO LATEGLACIAL AND HOLOCENE ENVIRONMENTAL FLUCTUATIONS IN A TEMPERATE HIGHLAND CONTEXT: FIRST RESULTS FROM THE VELAY (SOUTH-EASTERN MASSIF CENTRAL, FRANCE)

Research in headwater catchments of hydrographic networks tends to overlook highland contexts, despite a promising potential for studying the conditions governing water-sediment system flow transfers from upland watersheds to thalwegs and their subsequent longitudinal inline transit through watershed catchments not exceeding a Strahler stream level 3 to 4. Continuing the approach adopted in the Limousin region and Mont Lozère, preliminary studies performed in the upper Loire River watershed during the achievement of the 1:50,000 standard-scale geological map n° 816 of Monastier-sur-Gazeille highlight promising potential due to accumulations formed over the course of the last millennium along axes of both vales and early valleys. Based on stratigraphic field observations and on the first two ¹⁴C ages, there is evidence of a major hiatus between extensively spread but poorly dated Upper Pleistocene glacial-cycle formations, and historical accumulations observed inline along thalweg axes. The entire Lateglacial, the Holocene and the first millennium AD are missing. Historical alluvial deposits formed from the late Upper Middle Age (8th century) and demonstrate a bipartite organization. The Middle Age appears to be a period of habitat stability, where organic accumulations formed under both coincident climatic optimum and early Human occupation (low demographic pressure, valley bottoms reshaped by man, farming). The modern Epoch then recorded an erosional crisis contemporaneous from both the Little Ice Age and the maximum demographic expansion and farming pressure on the local environment. At the most elementary levels of the hierarchical organisation of the watershed catchment system, human activities are asserted in triggering the erosional crisis favoured by climate conditions. Downstream, where watercourses reach third-to-fourth stream levels, the direct impact of climate is more obvious. Conclusions drawn from observations must be carefully drawn according to the position along the water system.

Keywords: upper Loire catchment basin, French Massif Central, Velay, Mézenc, geoarcheology, hydrosystem, environmental changes, Pleistocene, Lateglacial, Holocene, historic period

¹ UMR 6042-CNRS, GEOLAB, Maison des Sciences de l'Homme, 4 rue Ledru, FR-63057 CLERMONT-FERRAND.
Courriels : emmanuelle.defive@orange.fr - emmanuelle.defive@univ-bpclermont.fr

² Université Blaise Pascal, Département de géographie, 29 boulevard Gergovia, FR-63000 CLERMONT-FERRAND

1 - INTRODUCTION : UN POTENTIEL ET DES LACUNES

Le Massif central offre un riche potentiel pour l'étude du Quaternaire, depuis longtemps reconnu. Il le doit pour beaucoup à son volcanisme qui, tout en édifiant des formes, modifiant les topographies, interférant avec l'évolution du réseau hydrographique, a fourni des jalons nombreux et diachroniques (édifices, coulées, téphras) aptes à la reconnaissance des paléotopographies, aux reconstitutions paléoenvironnementales (formations cachetées sous les coulées, dépôts piégés dans les cratères de maars ou à l'arrière des barrages volcaniques) et au calage chronologique des évolutions. Ce potentiel tient aussi à l'importante extension de formations de pente d'origine froide (dynamiques glaciaires et/ou périglaciaires) principalement étudiées dans les années 1960 à 1980.

Dans ce contexte favorable, l'étude de la réponse des bassins versants aux fluctuations environnementales, en termes de flux hydrosédimentaires, a été étonnamment négligée, particulièrement pour la période postérieure au dernier maximum glaciaire (Tardiglaciaire et Holocène). Les recherches se sont concentrées sur la reconnaissance des fluctuations environnementales elles-mêmes, à partir des longues séquences disponibles permettant de remonter jusqu'à l'interglaciaire eemien voire au-delà et des nombreuses tourbières mises en place au cours des temps postglaciaires. En ce qui concerne la morphogenèse, les trois champs privilégiés ont été 1) l'étude des dynamiques de versant corrélatives, principalement, de la dernière période froide, 2) celle du fonctionnement actuel de bassins versants élémentaires en domaine cristallin soumis à diverses influences climatiques, enfin 3) l'étude de l'évolution et du fonctionnement actuel des cours d'eau majeurs dans leur section médiane centralienne (Loire surtout à partir du bassin du Forez et vers l'aval ; Allier à partir du bassin de Brioude principalement). Ainsi, alors que nombre des cours d'eau drainant le territoire Français s'ancrent sur les hautes terres du Massif central, l'étude de l'ajustement hydrosédimentaire (transferts versants-talwegs puis dans l'axe des vallons et premières vallées) des bassins versants élémentaires (cours d'eau d'ordre 3 à 4 et inférieur d'après la nomenclature de Strahler) aux fluctuations environnementales quaternaires et postglaciaires n'a donné lieu qu'à quelques travaux, dont Muxart *et al.* (1990), Valadas (1992, 2001), Allée (2003), Allée & Lespez (2006), Allée *et al.* (2006), Ballut (2000), Ballut *et al.* (2008, 2011), Cubizolle *et al.* (2001, 2006) et Poupet *et al.* (2006), et reste largement à faire.

La cartographie des formations superficielles effectuée dans le cadre de la réalisation de la carte géologique au 1/50 000^e n° 816 du Monastier-sur-Gazeille (BRGM, Defive *et al.*, 2013 ; voir aussi Defive, 2010) a été l'occasion de constater le potentiel qui existe en la matière dans le haut bassin versant de la Loire (Velay, des sources au Puy-en-Velay) (fig. 1). C'est ce potentiel que nous nous proposons de présenter dans cet article, au travers de coupes relevées dans le massif du Mézenc

(Velay oriental), qui n'ont pour le moment été étudiées que de manière qualitative mais avec l'appui de quelques datations ¹⁴C intéressantes.

2 - LE BASSIN SUPÉRIEUR DE LA LOIRE : CONTEXTE MORPHOCLIMATIQUE ET ANTHROPIQUE DE L'ÉVOLUTION AUX TÊTES DU RÉSEAU HYDROGRAPHIQUE

2.1 - DE HAUTS PLATEAUX VOLCANISÉS SOUS INFLUENCE MONTAGNARDE ET MÉDITERRA- NÉENNE, AUX HÉRITAGES PÉRIGLACIAIRES OMNIPRÉSENTS

Dans sa partie la plus amont, le bassin de la Loire s'étend à l'ouest dans le domaine d'extension du plateau basaltique plio-pléistocène du Devès, au sud sur les plateaux cristallins de Saint-Cirgues-en-Montagne, enfin à l'est dans le domaine d'extension de la province volcanique du Velay oriental où coexistent, au-dessus d'un substrat cristallin, de vieux plateaux volcaniques du Miocène supérieur et quelques édifices dispersés (maars et appareils - cônes et coulées - stromboliens) d'âge pléistocène supérieur pour partie contemporains de ceux de la Chaîne des Puys (volcanisme du bas Vivarais, dit pour le grand public « jeunes volcans d'Ardèche ») (Mergoïl & Boivin, 1993). Cette zone est un domaine de hautes terres auxquelles s'adosent sur le versant rhodanien, suivant un contraste topographique vigoureux, les hauts bassins de l'Eyrieux à l'est (ses affluents de rive droite en amont du Cheylard, drainant les hautes Boutières) et de l'Ardèche au sud (ses affluents de rive gauche en amont de Pont-de-Labeaume). Les altitudes s'élèvent au-dessus de 800 - 900 m et jusqu'à 1 400 - 1 500 m. Les sommets culminent entre 1 500 et 1 754 m (mont Mézenc) (fig. 2).

Au contexte montagnard induit par cette élévation se superposent les influences continentales et méditerranéennes liées à la position sud-orientale des massifs. Le régime des cours d'eau y est en particulier influencé par les averses cévenoles qui débordent parfois suffisamment dans les hauts bassins de la Loire et de l'Allier pour induire de très violentes crues (voir la crue de 1980, et d'autres plus récentes). Sur les plateaux, avec

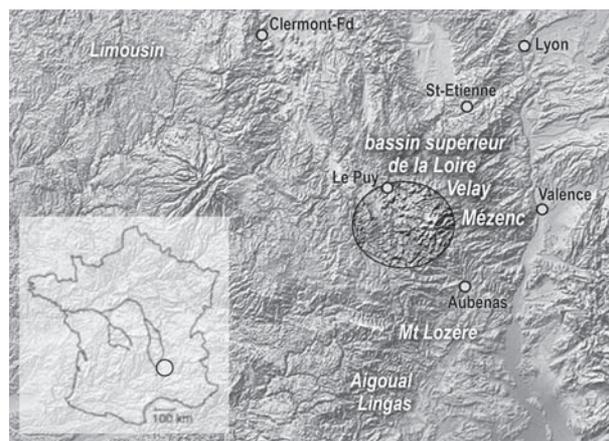


Fig. 1 : Localisation de la zone d'étude.
Fig. 1: Location map of the studied area.



Fig. 2 : Haut bassin de la Loire et massif du Mézenc.

Localisation des vallées de l'Orcival et de la Veyradeyre et positionnement des coupes principales avec âges ^{14}C (☆), des coupes sans datations (★) et des autres coupes (☆), évoquées dans le texte.

Fig. 2: Upper Loire Catchment and Mézenc massif. Location of Orcival and Gazeille valleys, and of sections with ^{14}C ages (☆), of sections without datations (★) and of other sections (☆), cited in the text.

une moyenne thermique annuelle voisine de $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ aux Estables à 1 400 m d'altitude, le gel peut survenir en toute saison (plus de 120 jours de gel par an). La pluviométrie moyenne annuelle s'échelonne de 800 mm à 1 800 mm environ suivant un gradient nord-ouest / sud-est et s'exprime en hiver sous la forme d'un enneigement variable pouvant durer de deux à plus de trois mois.

Si la zone n'a pas connu d'englacement (Veyret, 1981 ; Valadas, 1984 ; Etlicher, 1986), les climats froids du Quaternaire y ont induit la mise en place de couvertures de formations géglifiées généralisées à l'ensemble des versants, qui semblent avoir été souvent peu retouchées depuis, sur les plus hautes terres tout au moins. Elles s'intègrent à un schéma bien établi en chronologie relative sur la base d'arguments morpho-stratigraphiques (Valadas, 1984), mais qui pâtit de l'absence de datations. Ce n'est que par défaut que ces formations sont rattachées à la dernière période froide, sans plus de précisions. Il en va de même pour les nappes alluviales à galets qui forment un peu plus en aval la base des séquences fluviales jalonnant de manière discontinue les talwegs des cours d'eau d'ordre 3 à 4.

Ces imprécisions chronologiques posent problème dès lors que l'on cherche à raisonner en termes de bilan et de flux à l'échelle des bassins versants élémentaires constituant les zones-source des flux hydrosédimentaires transitant de l'amont vers l'aval de ces systèmes. Ceci est vrai à l'échelle du dernier glaciaire comme à celle des temps tardi- et postglaciaires. On ne sait ainsi rien ou presque des

modalités de la transition morphodynamique qui s'opère au cours du Tardiglaciaire, si ce n'est (par hypothèse à la transition Pléniglaciaire supérieur / Tardiglaciaire) l'existence d'un dernier maximum de froid sec responsable de la mise en place de vastes nappes d'éboulis plus particulièrement inféodées à certains types pétrographiques (pointements phonolitiques, coulées basaltiques de vallée) puis (par hypothèse dans la deuxième moitié du Pléniglaciaire ; Bølling ? ; Valadas, 1984 ; Cubizolle *et al.*, 2006) l'incision des couvertures géglifiées par un réseau localement bien développé de ravines (fig. 3) témoignant de la stabilisation des versants et de la remontée vers l'amont du relais entre dynamiques de versant et dynamiques



Fig. 3 : Les ravines du cirque des Estables, d'âge estimé tardiglaciaire, entaillant les nappes géglifiées qui couvrent les versants.

Fig. 3: Lateglacial gullies (estimated age) eroding geliflucted formations of mountain sides around Les Estables.

longitudinales, zones de production sédimentaire et zones de transfert et de stockage (Schumm, 1977 ; Jacob *et al.*, 2006). Les imprécisions chronologiques évoquées posent également problème pour la transition Tardiglaciaire / Holocène et pour l'Holocène lui-même puisqu'en l'absence d'âge précis pour les nappes alluviales grossières rattachées par défaut au Pléistocène supérieur (Allée, 2003), il est impossible de connaître l'ampleur du hiatus temporel séparant ces formations basales de celles, plus récentes, qui les recouvrent ou s'y emboîtent. C'est ainsi toute une partie de l'Holocène voire du Tardiglaciaire, de durée inconnue, qui nous est inaccessible. Durant cette période le bilan morphogénique global dans l'axe des talwegs s'est avéré favorable à l'évacuation totale du flux sédimentaire en transit (de volume inconnu) sans parvenir pour autant à l'épuisement des stocks alluviaux grossiers antérieurs. Bien entendu, de telles incertitudes rendent également impossible toute réflexion sur les facteurs de contrôle de cette évolution.

2.2 - UN MAXIMUM D'OCCUPATION À LA FIN DE L'ÉPOQUE MODERNE (XVIII^E-XIX^E SIÈCLES)

Le contexte paléoenvironnemental de l'évolution des bassins versants a bien sûr été influencé par les fluctuations bioclimatiques naturelles mais également, depuis le Néolithique, par l'impact de l'Homme sur les zones progressivement conquises et mises en valeur. Il importe de connaître les modalités de cette implantation pour analyser correctement la réponse des hydrosystèmes en tenant compte des facteurs de contrôle des fluctuations environnementales. Nous nous concentrerons ici, au sein du bassin supérieur de la Loire, sur le cas du massif du Mézenc où ont été observées les coupes présentées plus loin.

Plusieurs sites d'occupation paléolithique jalonnent les gorges de la Loire et le bassin du Puy ainsi que le plateau du Mézenc (voir entre autres : Crémillieux, 1974 ; Elouard *et al.*, 1974 ; Crémillieux *et al.*, 1980 ; Raynal *et al.*, 2005, 2007 ; Séguy, 2010). Le Mésolithique et le Néolithique voient se multiplier les sites reconnus d'occupation (Dendiéval, 2012), mais les diagrammes polliniques révèlent le maintien d'un paysage boisé (noisetier, hêtre) malgré les premiers indices de mise en culture (apparition ténue des céréales dans le diagramme du lac de Saint-Front ; Andrieu & Reille, 1995 ; Andrieu *et al.*, 1995, 1996). L'impact des défrichements dans les diagrammes (Coûteaux, 1984) s'affirme par contre aux Âges du Bronze puis du Fer. La présence humaine s'intensifie à la période romaine et avec elle la culture des céréales jusque sur les plus hautes terres (diagramme de Chaudeyrolles ; Dendiéval, 2012). A l'instar du Cantal (Miras *et al.*, 2006 ; Surmely *et al.*, 2009 ; Nicolas *et al.*, 2012), le haut Moyen Âge (v^e-x^e siècle) ne connaît pas de chute démographique, les sites d'occupation se multipliant. Ce mouvement va se poursuivre, avec des hauts et des bas, jusqu'à l'apogée des xviii^e et xix^e siècles. La faible densité actuelle d'occupation du massif (10,5 hab./km² en 2007 d'après l'INSEE) résulte d'un mouvement de déprise amorcé comme partout ailleurs à la fin du xix^e siècle, dont le maximum d'intensité est tardif, situé dans les années 1960-1970.

L'histoire de l'occupation humaine et de la mise en valeur de ce massif présente par rapport au reste du Massif central quelques traits originaux importants à noter dans le cadre d'une réflexion sur les impacts environnementaux et les conditions d'action de l'érosion (Fel, 1962 ; Molinier, 1985 ; Cornu, 1991 ; Léogier, 1995, 2005 ; Brechon, 1998, 2000, 2001 ; Dendiéval, 2012).

Pour des raisons tout autant historiques que naturelles, les têtes de bassin s'ancrent dans un territoire agricole où dominant aujourd'hui les herbages et la forêt (Reumaux, 2002, 2003). L'habitat combine hameaux et fermes isolées, les premiers constituant des formes d'implantation anciennes dominant en deçà de 1 200 m tandis que les secondes, marquant un mouvement d'expansion plus récent par essaimage à partir des hameaux, abritaient avant la déprise une part beaucoup plus importante de la population au-dessus de cette altitude (Fel, 1962 ; Molinier, 1985 ; Léogier, 1995, 2005). Dans ce contexte l'érosion actuelle est, sur les versants, extrêmement ralentie, sauf ponctuellement du fait des conséquences de l'exploitation forestière ou de la fréquentation touristique (érosion des sols).

La principale originalité du massif réside dans sa spécialisation sans doute précoce dans un élevage bovin à vocation spéculative (Brechon, 2001) apte à fournir les numéraires pour l'achat des céréales et autres denrées impossibles à produire sur place. Cette spécialisation caractérise surtout les plus hautes terres et s'atténue suivant le gradient altitudinal. Elle a été surtout le fait d'exploitations familiales étroitement corrélées à l'habitat en fermes isolées. Cet élevage bovin a longtemps cohabité avec un élevage ovin transhumant depuis la vallée du Rhône, organisé par les grands domaines ecclésiastiques étendus sur les hautes terres depuis le xii^e siècle au moins (voir entre autres : de Framont *et al.*, 1998 ; Blanc, 2000). A partir surtout du xvii^e siècle, la concurrence des bovins s'est affirmée, jusqu'à l'emporter au xix^e siècle.

Loin d'avoir été une économie d'autosubsistance repliée sur elle-même, l'agriculture du Mézenc a donc depuis longtemps une vocation spéculative liée à l'élevage bovin, la production de foin et un habitat permanent d'altitude unique dans le Massif central. Les défrichements qui ont abouti au paysage totalement déboisé des clichés RTM (restauration des terrains de montagne) de la fin du xix^e siècle (fig. 4) ont permis sur les plus hautes terres le développement des prés et pâtures bien plus que celui des labours, dont le maximum d'extension en altitude semble se situer ici plutôt au bas Moyen Âge. Ce schéma original n'est pas sans importance si l'on s'intéresse à l'impact érosif de la mise en valeur de ce massif dans le cadre de l'étude des fluctuations des flux hydro-sédimentaires au sein des bassins versants élémentaires.

3 - CARACTÈRES DES DÉPÔTS CONSERVÉS DANS L'AXE DES TALWEGS

Dans le bassin supérieur de la Loire, les têtes de bassins versants s'organisent soit en une série de vallons élémentaires directement connectés au système des versants, soit en un ensemble de ravines (un à quelques mètres de profon-



Fig. 4 : Comparaison entre le paysage totalement déboisé du Mézenc à la fin du XIX^e siècle (cliché RTM) et le paysage actuel issu des reboisements RTM.

Fig. 4: Mézenc treeless landscape in 19th century (RTM picture), and today, after plantations.

deur) connectées au drain principal à sa naissance. Ces ravines d'âge vraisemblablement tardiglaciaire (Valadas, 1984) incisent les formations gélifluées pléistocènes.

C'est dans l'axe de ces ravines et vallons élémentaires que se situent les dépôts qui nous intéressent. Bien mis en évidence lors de la cartographie des formations superficielles pour la carte géologique au 1/50 000^e n°816 du Monastier-sur-Gazeille (BRGM, Defive *et al.*, 2013 ; Defive, 2010) mais d'extension trop réduite pour y figurer, ces dépôts n'ont suscité jusque-là aucune recherche dans le Velay, au contraire du Limousin, du Mont Lozère ou du Lingas (Muxart *et al.*, 1990 ; Valadas, 1992, 2001 ; Allée, 2003). Comme dans ces régions, ils constituent pourtant d'intéressantes archives sédimentaires où peuvent se lire les conséquences du double jeu des fluctuations climatiques corrélatives du Petit Âge Glaciaire (PAG) et de l'impact érosif de communautés rurales en plein essor (Magny, 1995 ; Magny *et al.*, 2003 ; Le Roy-Ladurie, 2009 ; Berger, 2012) sur un milieu sensible compte tenu de ses caractéristiques naturelles : fortes pentes, agressivité des pluies d'origine méditerranéenne, contraintes climatiques montagnardes (gel, vent, contrastes des expositions, enneigement et pluviométrie...). Leur intérêt est renforcé par la présence plus en aval, dans l'axe des cours d'eau évacuateurs connectés à la Loire et qui ne dépassent pas un niveau Strahler d'ordre 3 à 4, de séquences fluviales dont la stratigraphie semble refléter la même histoire.

La coupe de Champetienne, qui sera la principale présentée, constitue une référence, dont la signification régionale (à l'échelle du massif au moins) est renforcée par la similitude des stratigraphies révélées par les autres coupes reconnues, et par la conformité de stratigraphie et d'âge de toutes ces coupes avec les schémas établis par ailleurs en Limousin ou au Mont Lozère (Allée, 2003).

3.1 - UNE COUPE DE RÉFÉRENCE REPRÉSENTATIVE DES REMBLAIEMENTS DE FOND DE VALLON À L'ÉCHELLE DU DERNIER MILLÉNAIRE

Qu'ils reposent encore sur les formations d'origine froide partiellement ré-entaillées (nappes graveleuses, nappes alluviales grossières à galets) ou directement sur le substrat, les dépôts qui empâtent le fond des ravines et vallons élémentaires présentent tous un caractère

commun qui les rend facilement repérables : sur toute leur épaisseur, ou au moins à leur partie haute (quelques décimètres au moins), ils sont constitués d'une alternance de lits centimétriques détritiques (composition pétrographique fonction du substrat local ; les environnements cristallins sont ceux qui rendent l'alternance des niveaux la plus lisible) et de lits organiques à organo-détritiques de texture plus fine et plus riches en matière organique. Localement (vallon de la Cesse, vallon de Champetienne, vallon à l'est du Cluzel), cette unité rythmique repose elle-même sur un niveau plus franchement et exclusivement organique, voire tourbeux, contenant de fréquents restes végétaux, bois en particulier. Les coupes de Champetienne (fig. 5 et 7a) et du Cluzel (fig. 6 et 7b) sont les plus représentatives de ce dispositif. Celle de Champetienne, qui a donné lieu à deux premières datations ¹⁴C, peut être prise en référence.

Le vallon de Champetienne (fig. 5 et 7a) se situe dans le haut bassin de l'Orcival (vallon affluent de rive droite, connecté à l'Orcival en amont d'une nette rupture de pente du profil en long de ce dernier qui incise le socle pour rejoindre la Loire en rive droite), sur le territoire de la commune de Présailles, entre les hameaux de Massibrand et Vachères, sur le versant ligérien du massif du Mézenc (44°52'34,89" N / 4°03'18,10" E / 1085 m). Il forme l'exutoire d'un petit bassin-versant essentiellement développé dans le socle cristallin très altéré du granite du Velay, chapeauté par les coulées à colonnade et entablement du volcanisme miocène supérieur formant les hauts plateaux du Velay oriental. Entre le socle et ces coulées subsistent 1) de vieilles altérites *in situ* (plusieurs mètres d'épaisseur localement) et 2) des dépôts argilo-silteux issus de leur remaniement piégés dans de petites cuvettes de sédimentation avant l'épanchement des laves, ainsi que 3) les résidus de vieux épandages fluviaux à chailles et galets de quartz d'âge miocène. Etant donné la faible épaisseur de la chape volcanique sommitale, les modelés convexes typiques des pays de socle cristallin dominant ici dans le paysage. La coupe s'inscrit dans les berges du ruisseau qui entaille les dépôts accumulés au fond du vallon.

Développée sur une épaisseur proche de trois mètres, cette coupe montre à sa partie inférieure et sur environ 1,20 m d'épais niveaux très riches en matière organique, parfois même tourbeux surtout à la base, contenant des

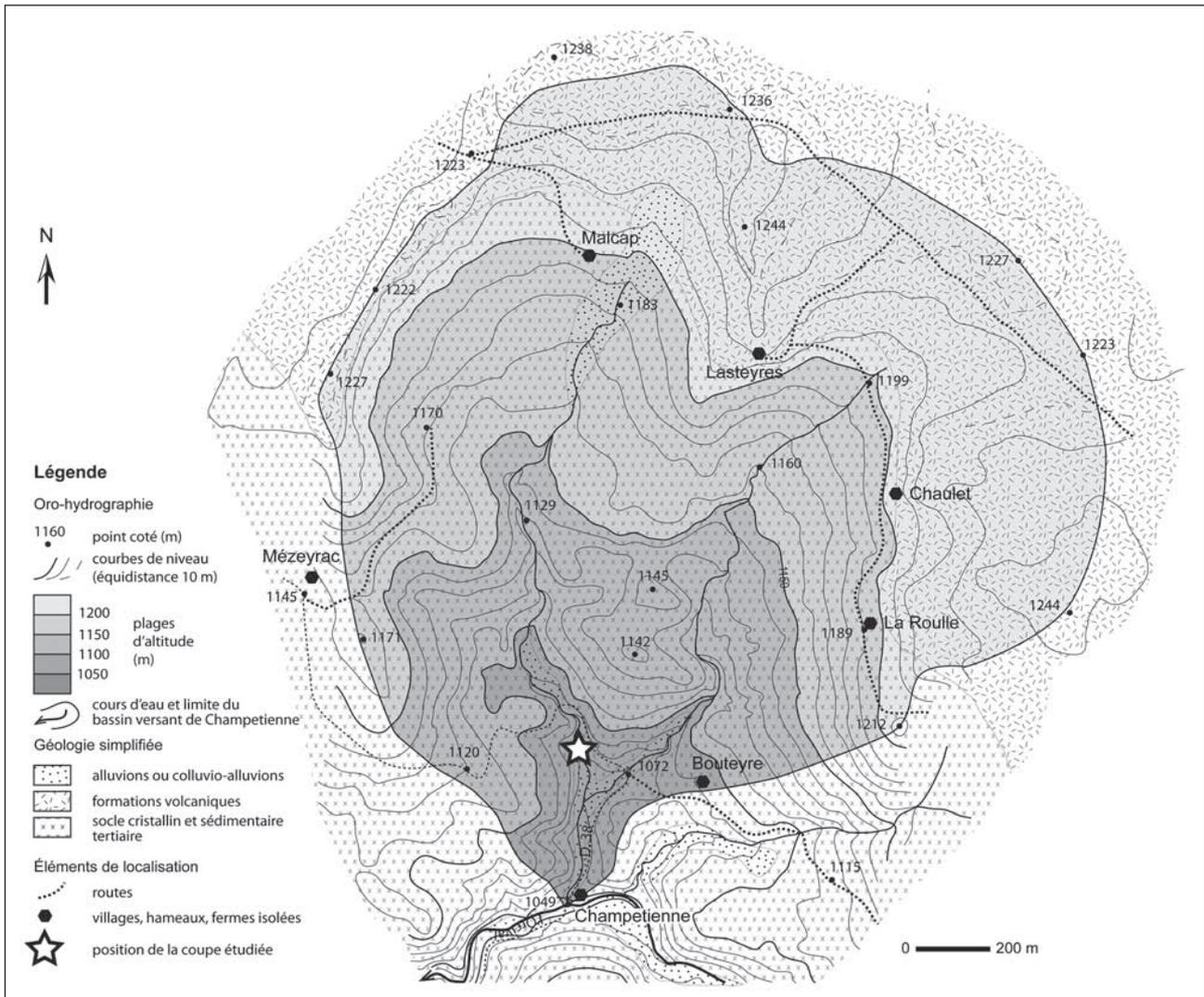


Fig. 5 : Bassin versant du ruisseau de Champetienne, affluent de rive droite de l'Orcival.

L'étoile indique la position de la coupe de la figure 7a.

Fig. 5: Watershed of the Champetienne stream, right bank tributary of the Orcival River. The star indicates the location of figure 7a section.

charbons de bois et de nombreux restes conservés de branchages. L'étude des conditions de genèse de cette accumulation organo-détritique, particulièrement pour l'origine de la matière organique, reste à faire. Ces niveaux organiques reposent directement sur le granite diaclasé décapé de sa couverture d'altération. Une ou deux lentilles sablo-graveleuses (à cailloux ne dépassant pas 5 cm de grand axe, surtout granitiques mais aussi volcaniques mal roulés, auxquels s'ajoutent quelques chailles remaniées depuis les dépôts infra-volcaniques mis à jour en sommet de versant) s'incorporent à cette séquence organique inférieure. Au-dessus, l'accumulation sédimentaire change d'aspect. Elle devient rythmique et montre une alternance centimétrique régulière de lits organo-détritiques silteux sombres car enrichis en matière organique (mais en moindre mesure que plus bas et sans conservation des fibres végétales), et de lits détritiques clairs essentiellement sableux et lavés, dépourvus de matière organique.

Le caractère biparti de cet enregistrement sédimentaire indique un changement de régime dans la dynamique des milieux responsable de la mise en place de l'accumulation.

La séquence organique inférieure témoigne d'un milieu stable au niveau du fond de vallon probablement marqué par une certaine difficulté d'évacuation des eaux. La végétation, bien développée dans ce contexte érosif peu agressif, devait participer largement par ses débris à nourrir l'accumulation. Dans cet état de stabilité générale, les crues étaient peu fréquentes au regard de la faible proportion des apports détritiques dans l'accumulation, mais non dénuées d'une certaine efficacité morphogénique manifestée par la granulométrie des lentilles graveleuses incorporées à la tourbe (probables laisses de crue).

La séquence organo-détritique litée supérieure manifeste quant à elle ce qui nous paraît être le signe d'une crise érosive succédant à la période de stabilité antérieure. Chaque lit sableux représente en effet vraisemblablement un dépôt de crue remobilisant dans l'axe du ruisseau les débris arrachés par l'érosion aux versants. Les lits silteux grisâtres et plus organiques intermédiaires peuvent correspondre à la fois 1) au sommet plus fin de ces laisses de crue et 2) à l'accumulation modérée de limons apportés par des débordements liés à des crues moindres du ruisseau et piégés par la strate

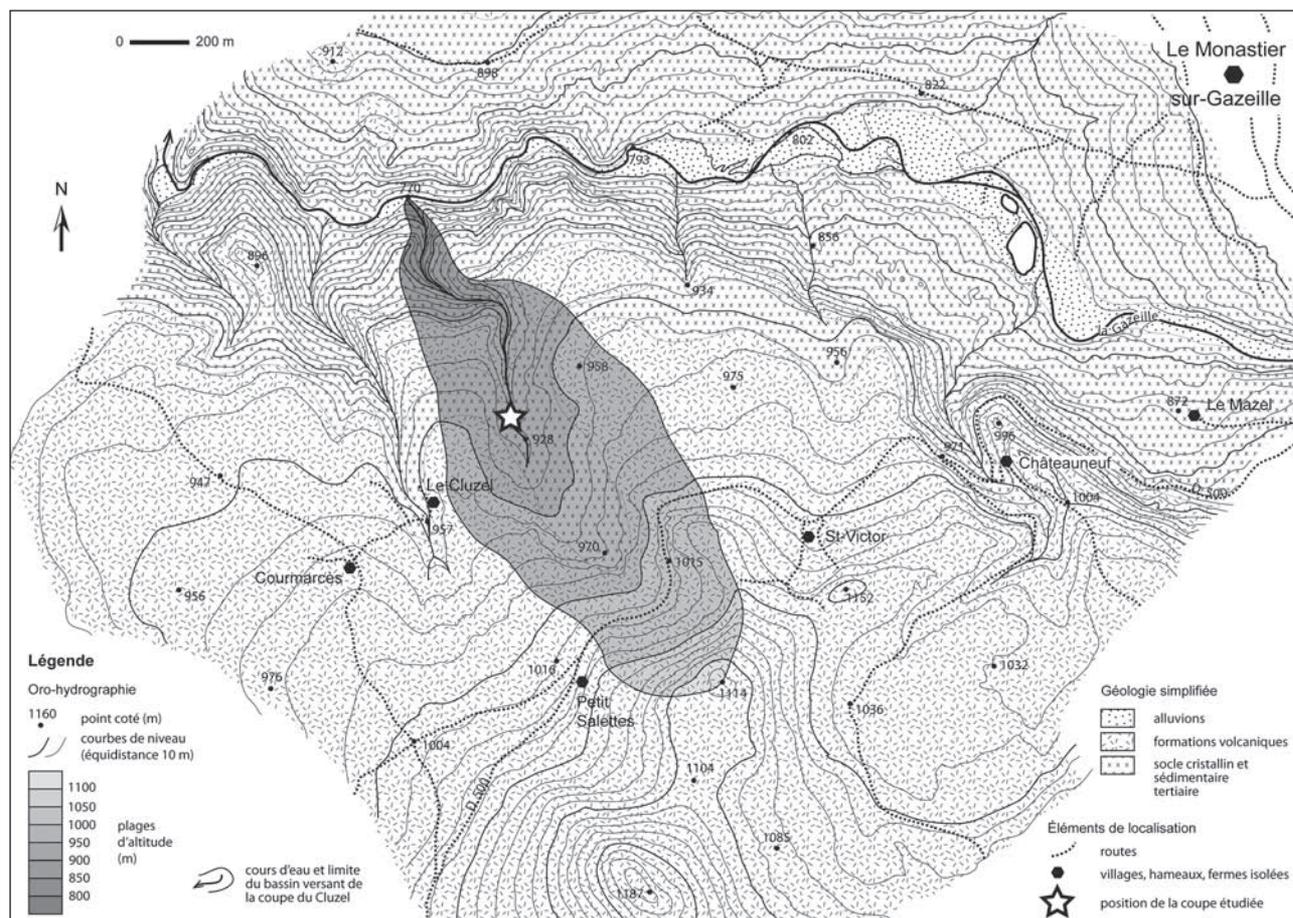


Fig. 6 : Bassin versant du ruisseau de la coupe du Cluzel, affluent de rive gauche de la Gazeille.

L'étoile indique la position de la coupe de la figure 7b.

Fig. 6: Watershed of the Cluzel section stream, left bank tributary of the Gazeille River. The star indicates the location of figure 7b section.

herbacée reconstituée sur les laisses de crues antérieures. Des analyses sédimentologiques à venir permettront de préciser ce point. Le nombre des niveaux témoigne de la plus grande fréquence des crues qui, par leurs apports détritiques, ont plus largement participé qu'au bas de la coupe à la constitution de l'accumulation. La moindre granulométrie de ces apports par rapport aux lentilles graveleuses incorporées à la séquence inférieure indique cependant que la crise érosive ainsi mise en évidence n'a pas forcément correspondu à un accroissement de l'énergie des écoulements. Il faut plutôt penser qu'à ce moment, des événements hydroclimatiques de moindre ampleur qu'au cours de la période antérieure, et donc plus fréquents, parvenaient à mobiliser du matériel dans le bassin versant ; ce qui suppose des versants alors plus fragiles ou plus exposés.

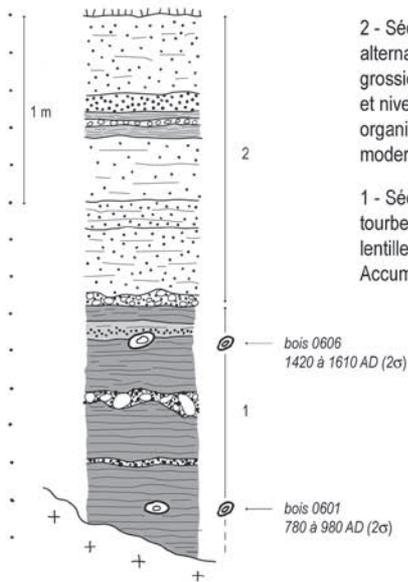
Les caractères morpho-sédimentaires de cette coupe posent évidemment la question des facteurs de contrôle de l'évolution dont ils témoignent. C'est là qu'apparaît l'intérêt des deux datations ^{14}C obtenues dans le cadre de la réalisation de la carte géologique au 1/50 000^e du Monastier-sur-Gazeille. Effectuées sur des fragments de bois prélevés à la base et au sommet de la séquence organique inférieure, elles donnent respectivement des âges de 780 à 980 AD (âge conventionnel BP $\pm 1\sigma$: 1150 ± 40 BP ; éch. 0601 - réf. labo. 07S 117 - âge estimé en années calendaires à 2 σ , 95 % de probabilité)

et 1 420 à 1 610 AD (1420-1500 et 1600-1610 AD ; âge conventionnel BP $\pm 1\sigma$: 430 ± 40 BP ; éch. 0606 - réf. labo. 07S 118 - âge estimé en années calendaires à 2 σ , 95 % de probabilité). Nous avons donc affaire à un remblaiement historique dont la séquence organique inférieure se met en place au cours du Moyen Âge central et du bas Moyen Âge, avant un changement de régime à la transition Moyen Âge / Epoque moderne marquant l'entrée dans une période de crise érosive au niveau des versants. Il est probable que ce régime ait prévalu jusqu'à la fin du XIX^e siècle et que l'entaille actuelle du remblaiement par le ruisseau se soit opérée au cours du XX^e siècle, mais nous ne disposons pas pour le moment de datations permettant de préciser ce point.

Bien que nous ne disposons pour le moment de datations que sur une autre coupe (voir ci-dessous), l'identité des coupes rencontrées dans la plupart des autres vallons du massif, ainsi qu'en Forez (Cubizolle, 2009), en Limousin ou au mont Lozère (Allée, 2003) où les âges sont identiques, renforce la signification de cet enregistrement du point de vue de l'évolution environnementale historique locale à régionale. On ne peut que remarquer le caractère très récent de l'histoire relatée par ces archives sédimentaires, et l'importance du hiatus séparant les formations gégluées – ou les nappes alluviales grossières pléistocènes correspondantes – de la mise en place de ces remblaiements.

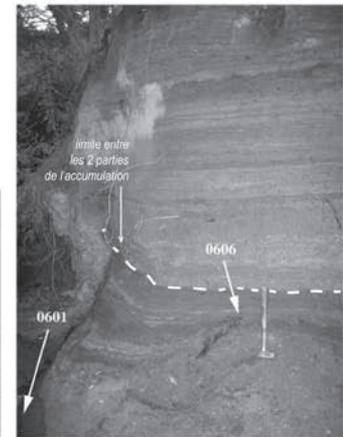
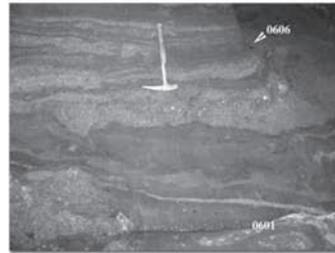
7a - Coupe du vallon de Champetienne, rive gauche

44°52'34,89"N / 4°03'18,10"E / 1085 m



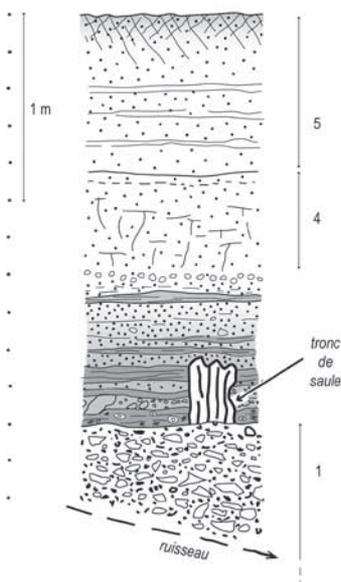
2 - Séquence détritique supérieure, à lits centimétriques alternant niveaux détritiques sablo-limoneux à sableux grossiers provenant du remaniement des arènes du socle et niveaux sablo-limoneux brunâtres enrichis en matière organique. Accumulation mise en place durant l'Époque moderne.

1 - Séquence organo-minérale inférieure, essentiellement tourbeuse, avec bois et charbons incorporés ; quelques lentilles détritiques sablo-graveleuses (laises de crue). Accumulation d'époque médiévale.



7b - Coupe du vallon Le Cluzel / St-Victor, rive gauche

44°55'42,69"N / 3°57'46,18"E / 929 m



5 - Niveau sablo-silteux lité présentant les mêmes caractères que le niveau 3 et témoignant d'un regain du détritisme par rapport à la phase antérieure (4).

4 - Niveau plus homogène et fin que les niveaux <, sablo-silteux, non lité. Taches d'oxydo-réduction, présence de manchons de racines ferruginisées, amorce de structure columnaire. Il pourrait s'agir d'un paléosol formé dans le contexte d'un fond de vallon hydromorphe témoignant d'une stabilisation temporaire du milieu.

3 - Niveau essentiellement détritique situé dans la continuité du niveau 2, alternant fins lits organo-silteux (\leq 5 cm) et lits sableux à sablo-graveleux de 2 à 3 cm d'épaisseur à figures de stratifications obliques. Le matériel est émoussé et altéré.



2 - Niveau organo-détritique alternant lits argileux à tourbeux riches en fragments de bois et lits détritiques mixtes (éléments cristallins et volcaniques) silteux à sablo-graveleux (jusqu'à 5 cm pour les plus gros éléments). La moitié < de ce niveau forme banquettes au-dessus du ruisseau du fait de la bonne tenue que lui confère sa tendance tourbeuse. Le saule enraciné dans la nappe graveleuse (1) semble avoir été progressivement ennoyé à sa base par ce dépôt, puis tronqué au moment de la mise en place du niveau 3.

1 - Nappe caillouteuse à éléments mal roulés à anguleux (tailles rarement > 15 cm, le plus souvent voisines de 5 à 10 cm), riche en éléments cristallins et en chailles, dans une matrice sableuse grossière. Niveau d'enracinement du saule (détermination archéolabs) enseveli par la mise en place du niveau 2.

Fig. 7 : Coupes de Champetienne (7a) et du Cluzel (7b) dans les remblaiements historiques de fond de vallon.

N.B. : Toutes les coupes des figures 7 et 9) sont dessinées à la même échelle, pour faciliter les comparaisons.

Fig. 7: Champetienne (7a) and Le Cluzel (7b) sections in the history accumulations of upper part of valleys.

N.B.: All sections (fig. 7 and 9) are in the same scale for comparison.

3.2 - DES ENREGISTREMENTS STRATIGRAPHIQUES ASSEZ SEMBLABLES AU NIVEAU DES ACCUMULATIONS FLUVIATILES SITUÉES PLUS EN AVAL

La discontinuité longitudinale des dépôts colluvio-alluviaux puis alluviaux jalonnant l'axe des talwegs aux têtes amont du réseau hydrographique complique les tentatives de corrélations en l'absence de datations. Deux constats

se sont cependant imposés au gré de l'observation des nappes alluviales en connexion actuelle avec les talwegs des cours d'eau d'ordre 3 à 4 situés dans le prolongement aval des précédents vallons et ravines :

1 - d'une part, malgré une plus grande variabilité des enregistrements stratigraphiques tenant autant aux spasmes du fonctionnement de chaque cours d'eau (crues localisées) qu'à la position de la berge observée par rapport aux versants encadrant des fonds de vallée déjà

légèrement élargis (proximité de l'un des deux versant ou situation dans l'axe du fond de vallée, suivant le dessin des sinuosités), nous avons constaté, comme pour les remblaiements de fond de vallon, une certaine similitude stratigraphique ;

2 - d'autre part, ces enregistrements semblent reproduire, à un niveau d'échelle différent, le même type de succession verticale que les remblaiements de fond de vallon. La question d'une éventuelle corrélation se pose donc, sans pouvoir être tranchée dans tous les cas en l'absence de datations systématiques compte tenu des récurrences possibles des mêmes types de successions d'événements – et donc des similitudes de faciès – durant tout l'Holocène.

La prospection est en cours et de nombreuses observations restent à faire. Nos hypothèses actuelles se basent sur les coupes déjà relevées, notamment dans les vallées du Lignon (nord du Mézenc) et de la Gazeille (ouest du Mézenc). Cette dernière nous servira d'appui, au travers d'une coupe principale (dite « du viaduc ») décrite plus loin et de deux coupes complémentaires (fig. 8 et 9).

La coupe principale (fig. 9a) se situe en amont du viaduc de la Recoumène, sur le cours de la Gazeille en amont du Monastier-sur-Gazeille. Elle est ouverte dans la berge de rive gauche, qui tend ici à se rapprocher du versant. C'est cependant bien le niveau de la basse terrasse qui est entamé.

La base de la coupe est formée par une nappe alluviale grossière dont les éléments atteignent fréquem-

ment 30 à 50 cm. C'est elle que l'on rattache par défaut au Pléistocène supérieur. La Gazeille l'entame sans en atteindre la base, mais cette situation peut varier rapidement. Ainsi quelques dizaines de mètres en aval elle coule sur le socle. Cette nappe grossière supporte une accumulation qui débute par un niveau très organique à organo-détritique, parfois presque tourbeux, riche en fibres végétales, débris de bois et charbons, qui repose sans transition sur les alluvions grossières. Le niveau est marqué par d'abondantes traces d'oxydation. Il est lui-même recouvert suivant un contact assez net par une formation colluvio-alluviale dont le matériel et la structure en petites lentilles juxtaposées et superposées suggèrent une mise en place par des processus alternés de fluage et de ruissellement. Vient ensuite un niveau colluvial nettement plus grossier formé de cailloux de 4-8 cm en moyenne dont la composition presque exclusivement basaltique signe une arrivée latérale depuis le versant. La structure de ce niveau, en lentilles frustes et aux vides mal colmatés, suggère l'action conjointe de processus de fluage et de ruissellement. La séquence se termine par un niveau colluvial fin (limoneux, petits cailloux épars) mais de composition toujours essentiellement basaltique.

Les figures présentées (fig. 9a et 9b) précisent les hypothèses de corrélation proposées entre cette coupe principale, dite du viaduc (fig. 9a), et les deux coupes complémentaires du secteur de La Besseyrolle Basse plus en amont (fig. 9b). La comparaison avec les remblaiements de fond de vallon est intéressante. La nappe allu-

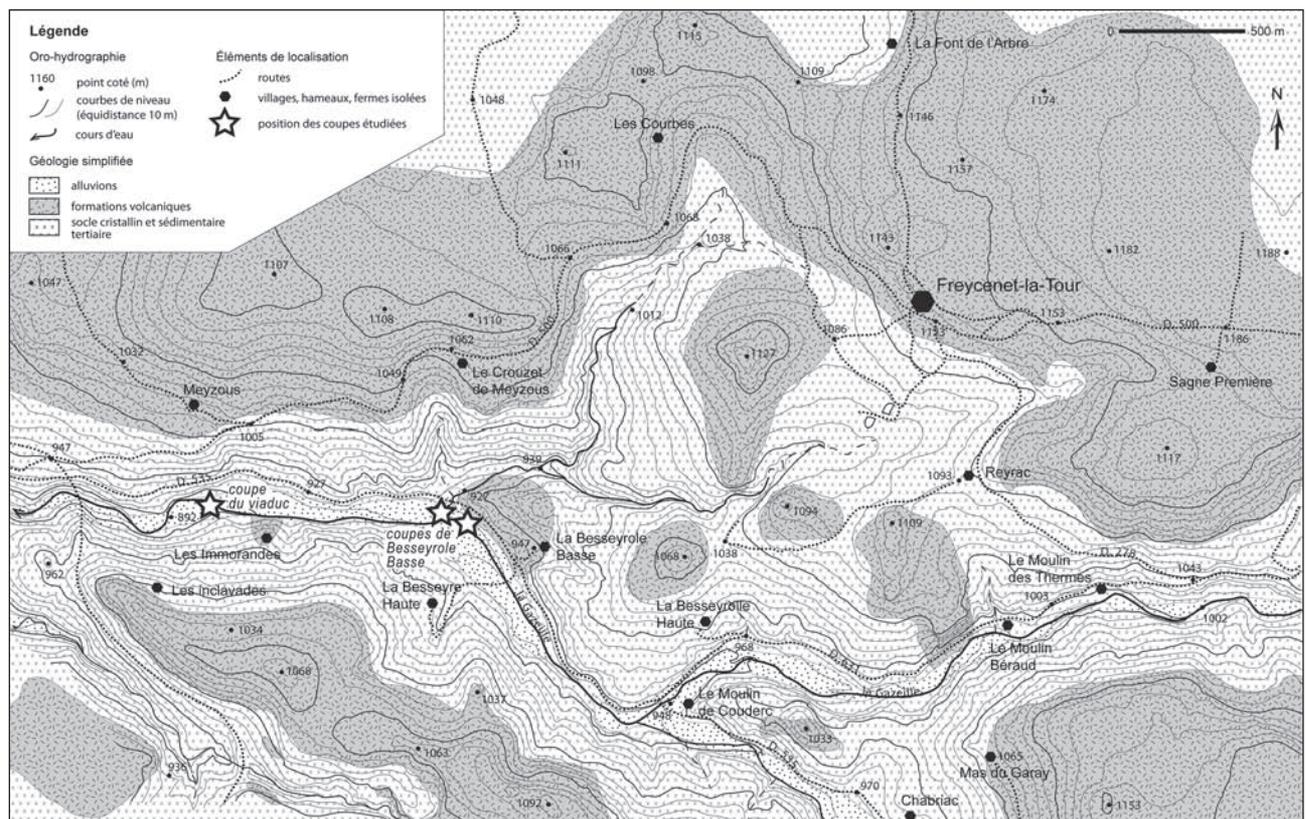


Fig. 8 : Présentation de la vallée de la Gazeille dans sa section moyenne, entre la Besseyrolle Basse et le viaduc de la Recoumène en amont du Monastier-sur-Gazeille, et position des coupes des figures 9a et 9b indiquées par des étoiles.
 Fig. 8: Presentation of the middle section of Gazeille River, between la Besseyrolle Basse and the Recoumène viaduct upstream from Le Monastier-sur-Gazeille, and location of sections of figures 9a and 9b indicated by stars.

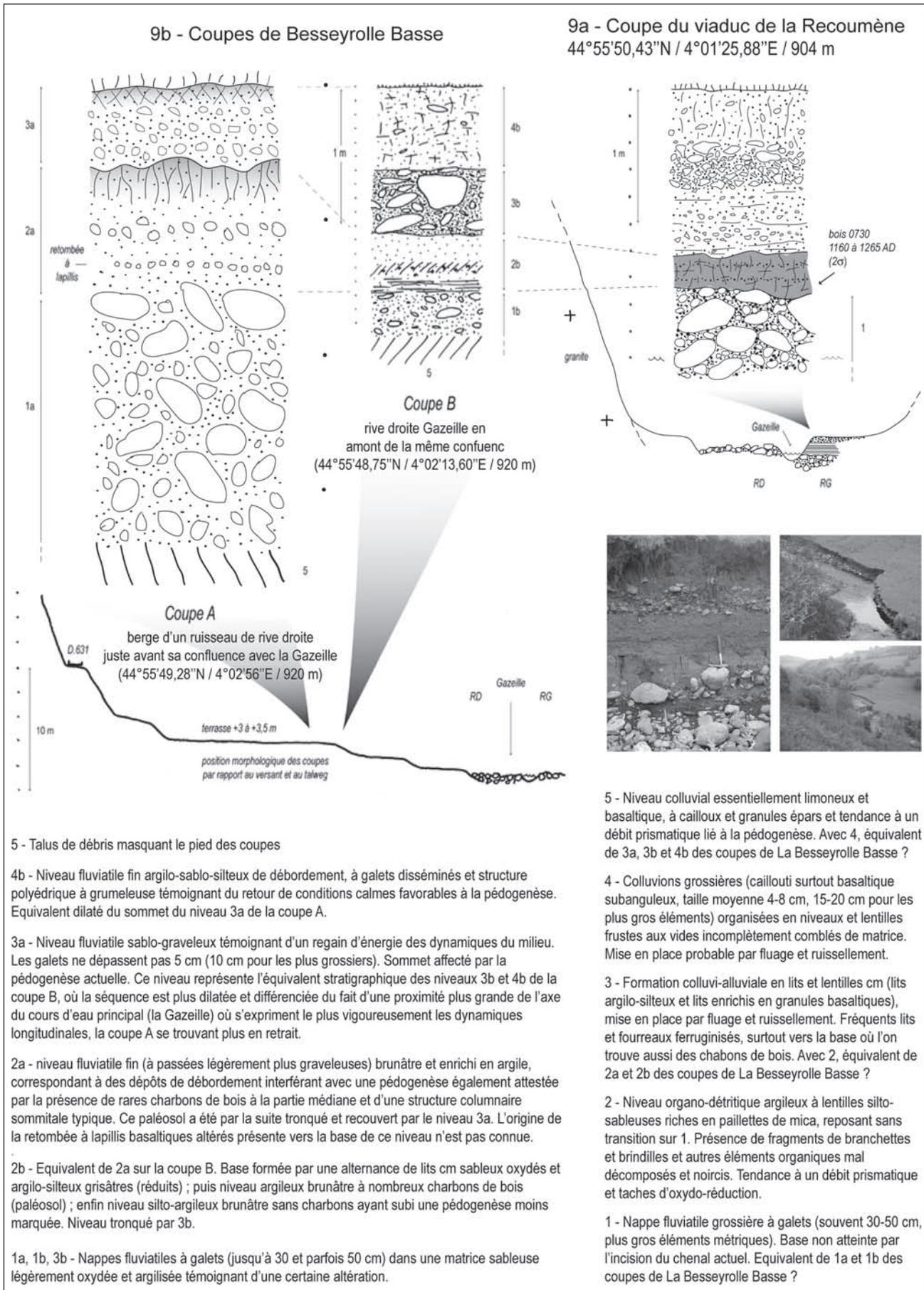


Fig. 9 : Coupes dans la basse terrasse de la Gazeille, entre la Besseyrolle Basse (9b) et le viaduc de la Recoumène (9a) en amont du Monastier-sur-Gazeille.

Fig. 9: Sections in the low terrace of Gazeille River, between la Besseyrolle Basse (9b) and the Recoumène viaduct (9a) upstream from Le Monastier-sur-Gazeille.

viale grossière attribuée au Pléistocène n'existe pas à Champetienne (la séquence repose directement sur le socle ; fig. 7a) mais se retrouve à la base de la coupe du vallon du Cluzel en face du Monastier (fig. 7b). Ensuite vient un niveau organique contenant chaque fois des débris végétaux (bois et charbons), ou un niveau silteux à argileux marqué par la pédogenèse (coupes de la Besseyrolle Basse). La séquence rythmique supérieure des remblaiements de fond de vallon, qui marque un regain de détritisme, trouve son équivalent dans l'axe de la Gazeille soit par le retour d'une passée fluviale grossière (la Besseyrolle Basse) à laquelle succède un dernier niveau fluviale fin (limons de débordement), soit par la mise en place de colluvions en provenance des versants (coupe du viaduc, fig. 9a).

En termes de fluctuations des dynamiques et flux hydrosédimentaires dans l'axe de la Gazeille, les stratigraphies décrites suggèrent ainsi une succession de phases qui n'est pas sans rappeler celle des remblaiements de fond de vallon. 1) Il n'y a tout d'abord pas d'équivalent entre l'importance du transit longitudinal dont témoigne la nappe inférieure dite pléistocène et l'ensemble des dépôts postérieurs. 2) La séquence organique (viaduc), ou détritique fine (la Besseyrolle Basse) à pédogenèse, qui recouvre cette nappe grossière suggère une très notable baisse de l'énergie et du volume des flux hydrosédimentaires longitudinaux en transit, dans le contexte de versants stabilisés et de fonds de vallées localement envahis par une ripisylve gênante pour le drainage voire favorable au développement de bras morts, sans crues morphogènes hors de l'accumulation des limons de débordement. 3) Les décharges fluviales grossières ou les arrivées colluviales à cailloux qui prennent le relais de cet épisode témoignent à la fois d'un regain de vigueur des flux hydrosédimentaires dans l'axe des cours d'eau et d'une réactivation des dynamiques de versant, donc d'une évidente phase de déstabilisation du milieu à l'échelle des têtes de bassins. 4) Le calme revient enfin (nouvelle phase de stabilisation des versants), se manifestant par l'amointrissement granulométrique du flux sédimentaire longitudinal (limons de débordement) ou latéral (colluvions fines) et/puis par la ré-entaille des accumulations.

Les fluctuations de dynamique décrites dans l'axe de la Gazeille ne sont pas sans rappeler celles du vallon de Champetienne, à un autre niveau d'échelle. Une datation obtenue sur un fragment de bois prélevé dans le niveau organique de la coupe du viaduc confirme la corrélation, avec un âge de 1160 à 1265 AD (âge conventionnel BP $\pm 1\sigma$: 830 ± 30 BP ; éch. 0730 - réf. labo. Lyon-9837 (SacA 31615) - âge estimé en années calendaires à 2σ , 95,4 % de probabilité ; datation obtenue dans le cadre du programme Artémis, à qui nous adressons nos remerciements) coïncidant avec celui de la séquence organo-détritique basale de la coupe de Champetienne, en position plus amont dans le système hydrographique. Reste à vérifier la corrélation entre la coupe du viaduc et les deux autres coupes observées plus en amont dans la vallée de la Gazeille, ce pour quoi de nouvelles datations sont en cours.

4 - DISCUSSION SUR LA PART DES FORÇAGES NATURELS ET ANTHROPIQUES DANS LES FLUCTUATIONS ENVIRONNEMENTALES ET LEURS CONSÉQUENCES SUR LE FONCTIONNEMENT DES BASSINS VERSANTS

Certes nous ne disposons pour le moment que de trois datations, sur deux coupes. Cependant, la grande similitude de toutes les séquences observées, leur ressemblance avec celles étudiées par ailleurs en Limousin et au Mont Lozère (Allée, 2003) ou en Forez (Cubizolle, 2009), ainsi que la concordance des datations obtenues dans tous les cas nous incitent à faire l'hypothèse de la bonne représentativité régionale de l'histoire relatée par ces séquences, par-delà l'influence des conditions de site et des facteurs les plus locaux. Dès lors se pose la question des facteurs qui ont pu influencer les fluctuations environnementales reconnues. L'âge des accumulations ouvre deux voies d'explication de ces changements environnementaux : le climat et l'homme. Nous conduirons notre raisonnement sur la base de la séquence de Champetienne, qui dispose de deux des trois datations évoquées plus haut.

On peut en effet considérer tout d'abord que la transition entre la séquence organique inférieure et la séquence détritique supérieure coïncide avec l'entrée dans la phase de péjoration maximum du PAG (soit le xv^e, voire le xvii^e siècle, par rapport au début du PAG fixé au milieu du xiv^e siècle ; Guiot, 2012), et qu'en tout cas la séquence détritique supérieure s'inscrit dans le cadre du développement de cet épisode de péjoration climatique qui se termine au milieu du xix^e siècle. L'agressivité accrue du climat (voir entre autres Magny, 1995 ; Le Roy-Ladurie, 2009 ; Giguet-Covex *et al.*, 2012 ; Guiot, 2012 ; Wilhelm, 2012 ; Wilhelm *et al.*, 2012a,b ; qui montrent que la péjoration du PAG en Europe s'est avant tout manifestée par un accroissement de la pluviométrie estivale) ainsi que des caractères montagnards plus affirmés sur ces hautes terres, ont dû constituer un facteur potentiel de déstabilisation des versants. Pourtant aucun des dépôts de crue de la séquence supérieure de la coupe de Champetienne ne présente de caractère aussi grossier que ceux des laisses de crue graveleuses incluses à la séquence organique basale, et rien ne permet donc d'incriminer une plus grande violence ou énergie des crues du PAG pour expliquer la crise érosive qui démarre au xv^e siècle. Celle-ci est pourtant manifeste, tant au travers du caractère essentiellement détritique de la séquence supérieure qu'au travers du rythme de mise en place de l'accumulation, auquel les datations obtenues nous permettent d'accéder : sept à huit siècles nécessaires à la mise en place de la séquence organique inférieure (1,20 m, soit 0,15 à 0,17 cm/an) contre quatre à cinq siècles pour l'accumulation détritique supérieure (1,40 m à 1,50 m, soit 0,28 à 0,38 cm/an, plus du double de la période précédente). La clé doit se trouver dans le rôle d'interface joué par le couvert végétal à l'échelle de ce bassin versant élémentaire. Celui-ci peut avoir été dégradé en réponse à la péjoration climatique du PAG, mais le rôle de l'Homme paraît incontournable.

Si, en effet, la transition entre les deux parties de la séquence de Champetienne semble coïncider avec l'entrée dans la phase maximum de péjoration du PAG, on ne peut que constater également qu'elle correspond à la transition entre Moyen Âge et Époque moderne.

L'accumulation organique inférieure commence effectivement à se constituer vers la fin du VIII^e siècle c'est-à-dire à la transition Haut Moyen Âge / Moyen Âge central pour prendre fin dans le courant du XV^e siècle. La stabilité de l'environnement médiéval semble aller de pair avec un couvert végétal bien développé en fond de vallon comme sur les versants. L'importance de la sédimentation organique, l'abondance des débris ligneux et la faiblesse des apports détritiques en témoignent. Cette stabilité est d'ailleurs enregistrée à l'échelle européenne, par des phases de turbification en Europe du nord-ouest (voir notamment Notebaert *et al.*, 2013), ou de pédogénèse dans les basses plaines du bassin rhodanien (Berger, 2006 ; Berger & Brochier, 2006 ; Berger *et al.*, 2007, 2008). Certes l'optimum climatique médiéval a dû jouer (Magny, 1995 ; Le Roy-Ladurie, 2009 ; Berger, 2012), mais cette période est aussi une période de faible occupation humaine de ces hautes terres, même si la démographie progresse (Léogier, 1995). Les premières abbayes (Bénédictins, Cisterciens, Chartreux) s'implantent localement entre le VI^e et le XII^e siècle (de Framont *et al.*, 1998 ; Blanc, 2000) avec un impact sans doute contrasté sur le milieu : les défrichements s'accroissent mais des espaces forestiers sont mis en réserve, un système d'élevage ovin de grands troupeaux transhumants se met en place sous l'égide des abbayes, favorisant le maintien de pacages d'altitude sur les vastes domaines ecclésiastiques étendus sur les plus hautes terres sans que l'on sache encore quels ont été l'ampleur et les effets du surpâturage ; enfin et peut être surtout s'instaure une gestion particulière des fonds de vallées aménagés grâce à des ouvrages de petite hydraulique qui modifient les modalités de l'écoulement, favorisant l'hydromorphie et par là le développement des zones humides et des tourbières (Cubizolle *et al.*, 2013). Tout, le climat comme les modalités de l'occupation humaine, concourt donc alors à la stabilité du milieu.

Le schéma n'est plus le même à l'Époque moderne. Après une phase de déclin (ruine de la première Chartreuse de Bonnefoy proche du site de la coupe de Champetienne et fondée au XII^e siècle, avant sa reconstruction au XVII^e siècle ; Blanc, 2000), l'emprise des abbayes se manifeste de nouveau alors que la population s'accroît démographiquement et s'étend spatialement jusqu'aux plus hautes terres en lien avec l'expansion dominante d'un habitat permanent d'altitude en fermes isolées (exploitations familiales, mais aussi granges liées aux abbayes) tournées vers la culture de l'herbe (pour le foin) et l'élevage bovin à vocation spéculative. Cette évolution va se poursuivre jusqu'à l'apogée des XVIII^e et XIX^e siècles (Molinier, 1985 ; Léogier, 1995). Les orientations agricoles décrites (Fel, 1962 ; Léogier, 1995, 2005 ; Brechon, 2001) pourraient paraître impropres à expliquer le déclenchement de la crise érosive enregistrée dans les dépôts puisque prés et pâtures, offrant une bonne protection contre l'érosion des sols, dominant très largement sur

les plus hautes terres. Il faut cependant prendre en considération deux faits au moins. 1) D'une part, cette époque a dû être celle de la plus forte pression du cheptel sur les mêmes « terres champestres » où entrent de plus en plus en concurrence des bovins de plus en plus nombreux et les grands troupeaux ovins transhumants maintenus par les ordres ecclésiastiques. Comme signalé plus haut, on ne connaît pas l'ampleur du surpâturage induit, ni celle de la dégradation consécutive des sols. Même si cette dernière était avérée, il resterait à en préciser les lieux et il n'est pas certain que l'on puisse en déduire une information généralisable. 2) D'autre part, il faut nuancer les propos sur la spécialisation dans la culture de l'herbe et l'élevage bovin associé. Cette spécialisation n'est vraiment forte, jusqu'à devenir exclusive, que sur les plus hautes terres, c'est-à-dire finalement sur un espace relativement restreint, quelques communes dont celle des Estables, la plus haute, au centre du système. Là en effet il est de toute façon impossible de produire des céréales compte tenu du climat, ce qui a contribué à orienter les choix productifs. Cependant dès que l'altitude s'abaisse, et cela arrive vite compte tenu de la topographie, les labours, comme signalé plus haut, reprennent de l'importance, près du quart des terres agricoles à La Vacherresse déjà autour de 1 100-1 250 m (Léogier, 2005). La coupe de Champetienne se situe à peine plus bas (1 085 m), et s'inscrit dans un bassin versant développé dans la même tranche d'altitude, entre 1 250 m pour les points les plus hauts et 1 050 m à l'exutoire. La position de ce bassin versant, plus proche des centres d'occupation humaine alors bien établis et moins orientale (donc moins humide), a dû y favoriser encore plus qu'à La Vacherresse le développement des labours et la culture des céréales, qu'il fallait bien produire, doublement, pour une population en plein accroissement et qui, sur les plus hautes terres, n'était pas sur ce plan autosuffisante. En deçà des zones vouées au pacage et à la production de foin, il est donc probable que, sans même invoquer l'influence du climat, l'extension des labours et la configuration du parcellaire (important pour la connectivité versants / talwegs) aient donné plus de prise à l'érosion sur les versants. Des événements pluvieux d'intensité plus modérée qu'au Moyen Âge, mais consécutivement aussi plus fréquents, ont pu devenir morphogènes, n'entraînant cependant que des débris de granulométrie inférieure à celle des dépôts de crue médiévaux. Bien sûr le contexte climatique du PAG a dû favoriser encore le processus en plaçant les versants et la végétation naturelle autant que cultivée dans des conditions plus limites encore qu'auparavant à ces altitudes, mais il n'est sans doute pas le facteur déclenchant premier de la crise érosive qui s'amorce à la fin du Moyen Âge. Ces effets sont néanmoins directement perceptibles dans l'axe des vallées telles que la Gazeille au travers de la relance des flux hydrosédimentaires (plus abondants, plus grossiers) comme de la réactivation des processus combinés de fluage et ruissellement à l'origine de l'arrivée jusqu'au niveau de la basse terrasse de nappes colluviales caillouteuses en provenance des versants encadrants. C'est du moins le constat qui s'imposerait si les hypothèses de corrélation entre remblaiements de

fonds de vallons et nappes alluviales plus aval venaient à être renforcées par de nouvelles datations.

La phase de stabilisation qui, au cours du xx^e siècle, clôt finalement cette histoire par la ré-incision des accumulations précédemment constituées est elle aussi le fruit d'une convergence d'influences entre facteurs climatiques naturels et facteurs anthropiques. Le PAG prend en effet fin au milieu du xix^e siècle, tandis que s'amorce un mouvement de déprise qui, par l'enfrichement consécutif à l'abandon des terres et par les opérations de reboisement (Reumaux, 2002, 2003), va de nouveau faire perdre prise à l'érosion sur les versants. La ré-incision contemporaine constitue cependant une réponse différente de celle qui, au moment du POM, s'est traduite par des accumulations dans l'axe des talwegs et non par de l'incision. Les causes de cette différence, sans doute anthropique, reste à déterminer dans le cas qui nous occupe.

5 - CONCLUSION

Le travail présenté n'est qu'une première approche dans l'étude du comportement des bassins versants élémentaires du domaine vellave face aux fluctuations environnementales survenues depuis la fin du dernier glaciaire. Son intérêt, apparu lors de la réalisation de la carte géologique du Monastier, sera renforcé par la multiplication des observations et surtout des datations ainsi que par une approche analytique (analyse des biomarqueurs et particulièrement palynologie, dendrologie, anthracologie ; analyses sédimentologiques, pétrographiques...) des coupes qui n'a pu être menée avant la production de cet article préliminaire. Quelques idées majeures ressortent néanmoins déjà.

Un énorme hiatus existe entre les accumulations du dernier millénaire et les formations rapportées au dernier glaciaire (ou réputées telles) nappant les versants ou servant de base aux accumulations plus récentes dans l'axe des talwegs. Cette situation rappelle le constat effectué au Mont Lozère (Allée, 2003 ; Allée & Lespez, 2006 ; Allée *et al.*, 2006) et aurait peut-être à voir avec l'influence d'un gradient climatique NO-SE suivant lequel l'importance du hiatus s'accroîtrait avec l'affirmation des influences méditerranéennes (rôle de purge des averses cévenoles ?). En Limousin effectivement, les accumulations étudiées dans l'axe des talwegs débutent bien avant le Moyen Âge. L'Holocène ancien et moyen reste cependant toujours manquant.

Dans le bassin supérieur de la Loire, il faut à l'évidence multiplier les observations et les datations afin de vérifier ce schéma, qui peut ne tenir qu'à l'état actuel de la prospection. Peut-être des séquences plus complexes débutant plus anciennement existent-elles, qui n'ont pas encore été mises en évidence du fait des lacunes d'observation. Il paraît cependant tout autant évident que le flou chronologique relatif à l'âge des formations dites du Pléistocène supérieur ne fait que renforcer, peut être à tort, l'évaluation de la durée du hiatus observé. Aucune datation n'existe pour étayer le schéma morpho-stratigraphique proposé dans les années 1980 (Valadas, 1984),

et l'on ne sait donc rien des modalités et du rythme des changements morphogéniques qui ont marqué le fonctionnement des bassins versants postérieurement au dernier maximum glaciaire. Une partie des formations attribuées par défaut au Pléistocène supérieur est peut-être en fait Tardiglaciaire, voire plus récente encore. La question vaut particulièrement pour les nappes alluviales grossières jalonnant les talwegs et supportant les accumulations historiques que nous avons décrites. Sans remonter jusqu'au dernier glaciaire, les crises hydro-sédimentaires telles que celles reconnues ailleurs dans le Massif central ou dans des régions voisines à la transition Tardiglaciaire / Holocène, au cours de l'Holocène récent et de l'Antiquité ont très bien pu mettre en place de telles nappes alluviales (voir entre autres : Allée & Lespez, 2006 ; Allée *et al.*, 2006 ; Berger, 2006, 2012 ; Berger & Brochier, 2006 ; Cubizolle *et al.*, 2006 ; Jacob *et al.*, 2006 ; Neboit-Guilhot *et al.*, 2006 ; Sivan *et al.*, 2006 ; Berger *et al.*, 2008 ; Berger & Guilaine, 2009 ; Debret *et al.*, 2010 ; Berger & Bravard, 2012 ; Giguet-Covex *et al.*, 2012 ; Guiot, 2012 ; Le Roy Ladurie & Rousseau, 2012 ; Sivan & Miramont, 2012 ; van Geel, 2012 ; Wilhelm, 2012 ; Wilhelm *et al.*, 2012a,b). En l'absence de datation cependant, on ne peut raisonnablement tirer pour le moment aucune conclusion de cette apparente absence d'enregistrements sédimentaires marquant l'ensemble du Tardiglaciaire, de l'Holocène et la presque totalité du premier millénaire de notre ère.

Les accumulations de fond de vallon, ainsi que celles jalonnant les talwegs un peu plus en aval des mêmes systèmes, mises en place au cours du dernier millénaire, portent la trace de fluctuations environnementales qui ne connaissent pas d'explication simple. Il s'avère en effet que les phases de stabilité du milieu ont coïncidé à la fois avec des périodes plus clémentes sur le plan climatique (petit optimum médiéval, amélioration climatique post-PAG), et avec des phases de faible ou moindre emprise des sociétés sur leur environnement (faibles densités médiévales, déprise marquant le xx^e siècle). De même, la crise morpho-sédimentaire responsable du regain de détritisme observé dans toutes les coupes se développe en phase à la fois avec le PAG et avec le maximum de croissance démographique et de pression agricole sur les terres de l'Époque moderne, qui trouve son apogée au xix^e siècle. La part de ces deux facteurs influents, le climat et l'Homme, est dès lors bien délicate à établir.

Sous réserve de la vérification, par des datations, des hypothèses de corrélation proposées plus haut, on constate cependant sur ce plan des différences entre les remblaiements les plus à l'amont, associés aux segments les plus élémentaires de l'hydrosystème, et les accumulations associées aux axes fluviaux d'ordre 3 à 4 situées plus en aval. Dans le premier cas, l'analyse nous amène à faire de l'Homme le facteur déclenchant de la crise, par la fragilisation qu'il induit du milieu, tandis que le climat ne crée qu'un « potentiel ». Nous rejoignons d'une certaine manière en cela les conclusions de Allée (2003 ; voire aussi Allée & Lespez, 2006 ; Neboit-Guilhot *et al.*, 2006), pour qui le climat fixe le « tempo » des crises tandis que l'homme en détermine les lieux d'expression

en fonction de la géographie de la mise en valeur. Tout reste à faire dans le cas du bassin supérieur de la Loire pour préciser justement la connaissance de cette géographie afin d'affiner nos conclusions. Dans le second cas, celui des accumulations de basse terrasse des cours d'eau d'ordre 3 à 4 situées plus en aval des mêmes systèmes, il nous semble que l'impact du climat peut être plus facilement discriminé, même si son influence interfère là aussi avec celle de l'Homme. En effet, on ne peut attribuer à l'Homme la récurrence de décharges grossières qui manifestent un accroissement de la compétence des cours d'eau donc des débits liquides, aptes à se recharger en matériel grossier principalement en puisant dans les nappes grossières basales dites pléistocènes (l'état des versants – végétation et formations superficielles – interdit d'imaginer qu'ils aient été alors les pourvoyeurs de cette recharge en matériel grossier). De même, les nappes colluviales caillouteuses qui forment localement la partie haute des séquences, au-dessus du niveau organique basal, nous semblent traduire avant tout, dans cet environnement montagnard au gel encore aujourd'hui prégnant, un regain d'efficacité des processus liés au gel-dégel du sol (gélifluxion et ruissellement) sur les versants encadrant directement le fond de vallée.

Il n'y a donc pas de réponse simple de l'hydrosystème aux fluctuations environnementales, ni de conclusions faciles à établir quant à la hiérarchie des facteurs de contrôle de ces fluctuations, puisque la nature et l'ampleur des réponses varient en fonction du niveau où l'on se place au sein du système.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALLÉE P., 2003** - *Dynamiques hydrosédimentaires actuelles et holocènes dans les systèmes fluviaux de moyenne montagne (Limousin, hautes Cévennes, Maures). Contribution à l'étude des discontinuités spatiotemporelles dans le fonctionnement du système bassin versant*. Habilitation à Diriger des Recherches, Université de Limoges, Limoges, 451 p.
- ALLÉE P. & LESPEZ L., 2006** - De l'océanique au méditerranéen, la disparité des réponses morphosédimentaires holocènes, dans les massifs anciens européens. In P. Allée & L. Lespez (eds.), *L'érosion entre société, Climat et Paléoenvironnement. Table ronde de Clermont-Ferrand en l'honneur de R. Neboit-Guilhot (25-27 mars 2004)*. Presses universitaires Blaise Pascal, Clermont-Ferrand, 203-214.
- ALLÉE P., BOUMÉDIENE F., CONTE P., DIOT M.-F., LEHERICRY M., PETIT F. & VALADAS B., 2006** - Des archives sédimentaires aux dynamiques holocènes, l'exemple de deux études géoarchéologiques en Limousin. In P. Allée & L. Lespez (eds.), *L'érosion entre société, Climat et Paléoenvironnement. Table ronde de Clermont-Ferrand en l'honneur de R. Neboit-Guilhot (25-27 mars 2004)*. Presses universitaires Blaise Pascal, Clermont-Ferrand, 263-270.
- ANDRIEU V. & REILLE M., 1995** - From the end of the Riss to the Present: record of global changes in a long continental sequence derived from the St Front maar (Massif Central, France). In *Palynologie et changements globaux: 14^e Symposium de l'Association des Palynologues de Langue Française, Paris, 18-20 septembre 1995*. Carré des Sciences, Paris, 14.
- ANDRIEU V., BONIFAY E., REILLE M., ROUJATI A. & THOUVENY N., 1995** - Lac de St Front. In W. Schirmer (ed.), *Quaternary field trips in Central Europe: International Union for Quaternary Research, XIV International Congress, August 3-19, 1995, Berlin, Germany*. Pfeil, München, 1513-1518.
- ANDRIEU V., RHOJJATI A., ICOLE M., REILLE M., SERVE L. & THOUVENY N., 1996** - Analyse pollinique et étude de la fraction organique de la séquence de St Front (Massif Central, France) contemporaine du dernier cycle climatique. In *Dynamique et économie de la Terre: 16^e Reunion des Sciences de la Terre, Orléans, 10-12 avril 1996*. Société Géologique de France, Paris, 7.
- BALLUT C., 2000** - *Evolution environnementale de la Limagne de Clermont-Ferrand au cours de la seconde moitié de l'Holocène (Massif central français)*. Thèse de Doctorat, Université de Limoges, Limoges, 314 p.
- BALLUT C., PRAT B., LÓPEZ-SÁEZ J.-A., GABY G. & CABANIS M., 2008** - Evolution environnementale d'une zone humide et de son bassin versant depuis la fin de l'âge du Fer: le maar de Montchâteau (Massif Central, France). *Quaternaire*, **19** (1), 69-79.
- BALLUT C., MICHELIN Y. & MIRAS Y., 2011** - Landscape human shaping and spatial mobility of agropastoral practices in the Chaîne des Puys during historical times (Massif Central, France). *Quaternary International*, **251**, 97-106.
- BERGER J.-F., 2006** - Apports récents de la paléopédologie à la définition des phases de stabilité des pédopaysages holocènes nord-méditerranéens. In P. Allée & L. Lespez (eds.), *L'érosion entre société, Climat et Paléoenvironnement. Table ronde de Clermont-Ferrand en l'honneur de R. Neboit-Guilhot (25-27 mars 2004)*. Presses universitaires Blaise Pascal, Clermont-Ferrand, 47-62.
- BERGER J.-F. (ed.), 2012** - *Des climats et des hommes*. La Découverte, Paris, 489 p.
- BERGER J.-F. & BROCHIER J.-L., 2006** - Paysages et climats en moyenne vallée du Rhône: apports de la géo-archéologie. In O. Maufras (ed.), *Habitats, nécropoles et paysages dans la moyenne et la basse vallée du Rhône (VII^e-XV^e s.): contribution des travaux du TGV-Méditerranée à l'étude des sociétés rurales médiévales*. Documents d'Archéologie Française, **98**. Editions de la Maison des Sciences de l'Homme, Paris, 49 p.
- BERGER J.-F. & GUILAINE J., 2009** - The 8200 cal BP abrupt environmental change and the Neolithic transition: a Mediterranean perspective. *Quaternary International*, **200** (1-2), 31-49.
- BERGER J.-F. & BRAVARD J.-P., 2012** - Le développement économique romain face à la crise environnementale: le cas de la Gaule narbonnaise. In J.-F. Berger (dir.) *Des climats et des hommes*. La Découverte, Paris, 269-289.
- BERGER J.-F., NUNINGER L. & VAN DER LEEUW S., 2007** - Modeling the Role of Resilience in Socio-Environmental Co-Evolution: the Middle Rhone Valley between 1000 BC and ad 1000. In T. Kolher & S.E. van der Leeuw (eds.), *Modeling Socioecological Systems*. 41-59, <http://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00110802/fr/>.
- BERGER J.-F., SALVADOR P.-G., FRANC O., VÉROT-BOURRELY A. & BRAVARD J.P., 2008** - La chronologie fluviale postglaciaire du haut bassin rhodanien. *Collection EDYTEM. Cahiers de Paléoenvironnement*, **6**, 117-144.
- BLANC E., 2000** - *Bonnefoy, une chartreuse en Vivarais, 1176-1300*. Mémoire de Maîtrise, Université Lumière - Lyon 2, Lyon, 198 p.
- BRECHON F., 1998** - Contribution à une histoire de la transhumance sur le rebord Sud-Est du Massif Central: les troupeaux de l'abbaye du Monastier Saint-Chaffre à la fin du Moyen Age. In M. de Framond, C. Lauranson-Rosaz, B. Sanial & F. Arneodo (dir.), *Les bénédictins de Saint-Chaffre du Monastier: histoire et archéologie d'une congrégation: Actes du colloque des 7, 8 et 9 novembre 1997*. Mémoires de la Jeune Loire et du Mézenc, **1**. Office culturel du pays de la Jeune Loire et du Mézenc, Le Monastier-sur-Gazeille, 49-65.
- BRECHON F., 2000** - *Réseau routier et organisation de l'espace en Vivarais et sur ses marges au Moyen Age*. Thèse de Doctorat, Université Lumière - Lyon 2, Lyon, 4 vol., 1362 p.
- BRECHON F., 2001** - L'élevage bovin sur le plateau vivaro-vellave au Moyen Age: aux origines du Fin Gras? *Les Cahiers du Mézenc*, **13**, 57-66.
- CORNIL L., 1991** - *Economie et vie rurales sur le Plateau du Vivarais aux XIV^e et XV^e siècles*. Mémoire de Maîtrise, Université Lumière - Lyon 2, Lyon, 200 p.
- COÛTEAUX M., 1984** - Bilan des recherches pollenanalytiques en Ardèche (France). *Bulletin de la Société Royale de Botanique de Belgique*, **117**, 181-217.
- CRÉMILLIEUX A., 1974** - Stratigraphie, typologie et paléontologie de quelques remplissages d'abris sous-basaltiques en haute vallée de la Loire (Velay). *Documents des Laboratoires de Géologie de la Faculté des Sciences de Lyon*, **62**. Laboratoires de géologie de la Faculté des sciences de Lyon, Lyon, 127 p.
- CRÉMILLIEUX A., BROCHIER J.-E., DAUGAS J.-P., ELOUARD P., ÉVIN J., PHILIBERT M. & SIMMONET L., 1980** - L'abri sous-roche de la Baume d'Arempeles (Haute-Loire): préhistoire et histoire. *Cahiers de la Haute-Loire*, **1980**. 183 p.
- CUBIZOLLE H., 2009** - *Paléoenvironnements*. U. Série Géographie. Armand Colin, Paris, 271 p.
- CUBIZOLLE H., VALADAS B., GAGNAIRE J. & ÉVIN J., 2001** - La Dynamique des versants dans le bassin de la Dore durant la

- deuxième moitié de l'Holocène (Massif central, France) : premières données géoarchéologiques et datations radiocarbone. *Quaternaire*, **12** (1-2), 15-30.
- CUBIZOLLE H., GEORGES V. & ARGANT J., 2006** - Evolutions paléoenvironnementales dans le bassin amont de la Loire au cours de l'Holocène : changements climatiques et interventions humaines. In P. Allée & L. Lespez (eds.), *L'érosion entre société, Climat et Paléoenvironnement. Table ronde de Clermont-Ferrand en l'honneur de R. Neboit-Guilhot (25-27 mars 2004)*. Presses universitaires Blaise Pascal, Clermont-Ferrand, 215-224.
- CUBIZOLLE H., HAAS J.-N., BIELOWSKI W., DIETRE B., ARGANT J., LATOUR-ARGANT C., CHATELARD S., PORTERET J. & LEFÈVRE J.-P., 2013** - Palaeo-paludification, environmental change and human impact during the mid- and late Holocene in Western Europe: the example of the La Prenarde-Pifoy mire in the French Massif Central. *Quaternaire*, **24** (4), 419-442.
- DE FRAMOND M., LAURANSON-ROSAZ C. & SANIAL B., 1998** - *Les bénédictins de Saint-Chaffre du Monastier : histoire et archéologie d'une congrégation : Actes du colloque des 7, 8 et 9 novembre 1997*. Mémoires de la Jeune Loire et du Mézenc, **1**. Office culturel du pays de la Jeune Loire et du Mézenc, Le Monastier-sur-Gazeille, 470 p.
- DEBRET M., CHAPRON E., DESMET M., ROLLAND-REVEL M., MAGAND O., TRENTESAUX A., BOUT-ROUMAZEILLE V., NOMADE J. & ARNAUD F., 2010** - North western Alps Holocene paleohydrology recorded by flooding activity in Lake Le Bourget, France and its relationship with Mont-Blanc glacier fluctuations. *Quaternary Science Reviews*, **29** (17-18), 2185-2200.
- DEFIVE E., 2010** - L'évolution post-glaciaire et holocène des versants sur les hauts plateaux du Velay oriental : facteurs naturels et rôle de l'anthropisation, première approche. In D. Ricard (dir.), *Développement durable des territoires : de la mobilisation des acteurs aux démarches participatives : Sixième colloque franco-polonais*. CERAMAC, **28**. Presses universitaires Blaise Pascal, Clermont-Ferrand, 395-410.
- DEFIVE E., COURRIOUX G., LEDRU P., POIRAUD A. & PROGNON C., 2013** - Carte géologique de la France au 1/50 000^e (n° 816), Le Monastier-sur-Gazeille. Notice explicative par E. Defive, Y. Meinard, G. Courrioux, P. Ledru, A. Poiraud, C. Prognon & C. Bertin. BRGM, Orléans, 196 p.
- DENDIÉVELA.-M., 2012** - *Définition du potentiel géo-archéologique et paléo-environnemental du Massif du Mézenc (Massif Central, France)*. Mémoire de Master 1, Université de Bourgogne, Dijon, 50 p.
- ELOUARD P., PHILIBERT D., DEBARD E., VILAIN H. & CRÉMILLIEUX A., 1974** - Coupe géologique et interprétation climatique du gisement post-würmien de Longetraye. *Bulletin de la Société Languedocienne de Géographie*, **8** (3-4), 275-284.
- ETLICHER B., 1986** - *Les massifs du Forez, du Pilat et du Vivarais - Régionalisation et dynamique des héritages glaciaires et périglaciaires en moyenne montagne cristalline*. Centre d'Etudes Foréziennes, Saint-Etienne, 681 p.
- FEL A., 1962** - *Les Hautes terres du Massif central, tradition paysanne et économie agricole*. Presses Universitaires de France, Paris, 340 p.
- GIGUET-COVEX C., ARNAUD F., ENTERS D., POULENARD J., MILLET L., FRANCUS P., DAVID F., REY P.J., WILHELM B. & DELANNOY J.-J., 2012** - Frequency and intensity of high-altitude floods over the last 3.5 ka in northwestern French Alps (Lake Anterne). *Quaternary Research*, **77** (1), 12-22.
- GUIOT J., 2012** - Variations de la température et des sécheresses en région méditerranéenne depuis 1000 ans. In J.-F. Berger (dir.), *Des climats et des hommes*. La Découverte, Paris, 405-415.
- JACOB N., ASTRADE L. & BRAVARD J.-P., 2006** - Le comportement hydrosédimentaire de rivières torrentielles des Cévennes et des Préalpes au Petit Age Glaciaire. Enseignements géomorphologiques des archives historiques, de la dendrochronologie et de la lichénométrie. In P. Allée & L. Lespez (eds.), *L'érosion entre société, Climat et Paléoenvironnement. Table ronde de Clermont-Ferrand en l'honneur de R. Neboit-Guilhot (25-27 mars 2004)*. Presses universitaires Blaise Pascal, Clermont-Ferrand, 297-310.
- LÉOGIER J.-J., 1995** - La conquête du Mézenc illustrée. *Les Cahiers du Mézenc*, **7**, 45-53.
- LÉOGIER J.-J., 2005** - Contribution à l'histoire de l'agriculture du massif du Mézenc. *Les Cahiers du Mézenc*, **17**, 33-40.
- LE ROY-LADURIE E., 2009** - *Histoire du climat depuis l'an mil*, Tome 2, 4^e édition. Champs. Histoire, **122**. Flammarion, Paris, 254 p.
- LE ROY-LADURIE E. & ROUSSEAU D., 2012** - Fluctuation du climat de la France du Nord et du Centre, au temps du Petit Age Glaciaire. In J.-F. Berger (dir.), *Des climats et des hommes*. La Découverte, Paris, 345-356.
- MAGNY M., 1995** - *Une histoire du climat : des derniers mammouths au siècle de l'automobile*. Editions Errance, Paris, 175 p.
- MAGNY M., BÉGEOT C., GUIOT J. & PEYRON O., 2003** - Contrasting patterns of hydrological changes in Europe in response to Holocene climate cooling phases. *Quaternary Science Reviews*, **22** (15-17), 1589-1596.
- MERGOIL J. & BOIVIN P., 1993** - Le Velay, son volcanisme et les formations associées. Notice de la carte à 1/100 000. *Géologie de la France*, **3**, 96 p.
- MIRAS Y., SURMELY F., GUENET P., VANNIÈRE B., WALTER-SIMONNET A.V. & TZORTZIS S., 2006** - Dynamiques d'occupation et histoire de l'environnement d'un terroir de moyenne montagne : la tourbière de Peyre (Lacapelle-Barrès, Cantal, Massif central) et ses alentours. Premiers résultats. In Y. Miras & F. Surmely (dir.), *Environnement et peuplement de la moyenne montagne du Tardiglaciaire à nos jours : actes de la table ronde internationale de Pierrefort (Cantal) du 19 au 20 juin 2003*. Annales Littéraires de l'Université de Franche-Comté, **799** & Série Environnement, Sociétés et Archéologie, **9**, Presses Universitaires de Franche-Comté, Besançon, 157-182.
- MOLINIER A., 1985** - *Stagnations et croissance : le Vivarais aux XVII^e et XVIII^e siècles*. Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales, Paris, 499 p.
- MUXART T., COSANDEY C. & BILLARD A., 1990** - *L'érosion sur les hautes terres du Lingas. Un processus naturel, une production sociale*. Mémoires et Documents de Géographie, **1990**. Editions du Centre National de la Recherche Scientifique, 146 p.
- NEBOIT-GUILHOT R. & LESPEZ L., 2006** - Alluvionnement et creusement sur la rive nord de la Méditerranée. Vers une vision systématique des rythmes historiques de la morphogenèse. In P. Allée & L. Lespez (eds.), *L'érosion entre société, Climat et Paléoenvironnement. Table ronde de Clermont-Ferrand en l'honneur de R. Neboit-Guilhot (25-27 mars 2004)*. Presses universitaires Blaise Pascal, Clermont-Ferrand, 335-352.
- NICOLAS V., SURMELY F. & MIRAS Y., 2012** - L'évolution des paysages et des architectures sur la plaine sud du Plomb du Cantal du XI^e au XIX^e siècle : apport des données archéologiques, paléoenvironnementales et archivistiques. In C. Guillere (ed.), *Le Paysage au Moyen Age*. Editions du Comité des Travaux Historiques et Scientifiques, Paris, 79-105, <http://cths.fr/ed/edition.php?id=5639>.
- NOTEBAERT B., VERSTRAETEN G., HOUBRECHTS G. & PETIT F., 2013** - Holocene floodplain deposition and scale effects in a typical European upland catchment: A case study from the Ambève catchment, Ardennes (Belgium). *The Holocene*, doi: 10.1177/0959683613483626.
- POUPET P., FERDIÈRE A., HARFOUCHE R. & ODE B., 2006** - Granite, Gabales et climat : l'histoire du bassin versant du Triboulin à Javols/Anderitum en Margeride (Lozère, France). In P. Allée & L. Lespez (eds.), *L'érosion entre société, Climat et Paléoenvironnement. Table ronde de Clermont-Ferrand en l'honneur de R. Neboit-Guilhot (25-27 mars 2004)*. Presses universitaires Blaise Pascal, Clermont-Ferrand, 311-318.
- RAYNAL J.-P., LE CORRE-LE BEUX M., SANTAGATA C., FERNANDES P., GUADELLI J.-L., FIORE I., TAGLIACCOZZO A., LEMORINI C., RHODES E.J., BERTRAN P., KIEFFER G. & VIVENT D., 2005** - Paléolithique Moyen dans le sud du Massif central : les données du Velay (Haute-Loire, France). In N. Molines, M.-H. Moncel & J.-L. Monnier (eds.), *Les premiers peuplements en Europe : colloque international, données récentes sur les modalités de peuplement et sur le cadre chronostratigraphique, géologique et paléogéographique des industries du Paléolithique ancien et moyen en Europe, Rennes, 22-25 septembre 2003*. British Archaeological Reports. International Series, **1364**. John and Erica Hedges, Oxford, 173-202.
- RAYNAL J.-P., FERNANDES P., LE CORRE-LE BEUX M. & SANTAGATA C., 2007** - Le Paléolithique moyen de Haute-Loire (France) : origines, diversité, affinités. In R. Desbrosse & A. Thévenin (dir.), *Arts et cultures de la Préhistoire : hommages à Henri Delporte*. Editions du Comité des Travaux Historiques et Scientifiques, Paris, 117-138.
- REUMAUX E., 2002** - *La mise en place d'une forêt domaniale au mont Mézenc (1860-1914), point culminant d'Ardèche et de Haute-Loire*. Mémoire de Maîtrise, Université Pierre Mendès-France Grenoble 2, Grenoble, 201 p.
- REUMAUX E., 2003** - Une forêt et des hommes : l'entreprise de reboisement au Mézenc. *Les Cahiers du Mézenc*, **15**, 31-46.
- SCHUMM S.A., 1977** - *The Fluvial System*. J. Wiley, New York & London, 338 p.
- SÉGUY R.A., 2010** - *Des volcans et des hommes : Géologie et préhistoire en Haute-Loire : L'aventure humaine du mythe à la réalité*, 2^e édition. Editions du Roure, Polignac, 192 p.
- SIVAN O., MIRAMONT C. & EDOUARD J.-L., 2006** - Rythmes de la sédimentation et interprétations paléoclimatiques lors du Postglaciaire dans les Alpes du Sud. ¹⁴C et dendro-géomorphologie, deux

- chronomètres complémentaires. In P. Allée & L. Lespez (eds.), *L'érosion entre société, Climat et Paléoenvironnement. Table ronde de Clermont-Ferrand en l'honneur de R. Neboit-Guilhot (25-27 mars 2004)*. Presses universitaires Blaise Pascal, Clermont-Ferrand, 423-428.
- SIVAN O. & MIRAMONT C., 2012** - L'évolution des paysages face aux changements climatiques depuis la dernière glaciation dans les Alpes du Sud. Quels impacts sur les sociétés ? In J.-F. Berger (dir.), *Des climats et des hommes*. La Découverte, Paris, 221-236.
- SURMELY F., MIRAS Y., GUENET P., NICOLAS V., SAVIGNAT A., VANNIÈRE B., WALTER-SIMONNET A.-V., SERVERA G. & TZORTZIS S., 2009** - Occupation and land-use history of a medium mountain from the Mid-Holocene: A multidisciplinary study performed in the South Cantal (French Massif Central). *Comptes Rendus Palevol*, **8** (8), 737-748.
- VALADAS B., 1984** - *Les hautes terres du Massif Central français : contribution à l'étude des morphodynamiques récentes sur versants cristallins et volcaniques*. Thèse de Doctorat d'Etat, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, Paris, 2 vol., 927 p.
- VALADAS B., 1992** - Archéologie du paysage rural en Limousin : étude des banquettes et dépôts tourbeux. *Gallia informations*, **1991-2**, 130-131.
- VALADAS B., 2001** - Morphodynamiques récentes dans le Massif Central français, étude comparée des massifs granitiques du Limousin, de Margeride et du Mont Lozère. *Zeitschrift für Geomorphologie. Supplementband*, **65**, 85-99.
- VAN GEEL B., 2012** - La crise climatique de 850 avant notre ère. In J.-F. Berger (dir.), *Des climats et des hommes*. La Découverte, Paris, 257-267.
- VEYRET Y., 1981** - *Les modelés et formations d'origine glaciaire dans le Massif Central français ; problèmes de distribution et de limites dans un milieu de moyenne montagne*. Thèse de Doctorat d'Etat, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, Paris, 338 p. & 445 p.
- WILHELM B., 2012** - *Reconstitution sédimentologique des extrêmes hydrologiques au cours du dernier millénaire dans les Alpes françaises : Relations avec les changements climatiques*. Thèse de Doctorat, Université de Grenoble, Grenoble, 317 p.
- WILHELM B., ARNAUD F., SABATIER P., CROUZET C., BRISSET E., CHAUMILLON E., DISNAR J.-R., GUITER F., MALET E., REYSS J.-L., TACHIKAWA K., BARD E. & DELANNOY J.-J., 2012a** - 1400 years of extreme precipitation patterns over the Mediterranean French Alps and possible forcing mechanisms. *Quaternary Research*, **78** (1), 1-12, DOI 10.1016/j.yqres.2012.03.003.
- WILHELM B., ARNAUD F., ENTERS D., ALLIGNOL F., LEGAZ A., MAGNAND O., REVILLON S., GIGUET-COVEX C. & MALET E., 2012b** - Does global warming favour the occurrence of extreme floods in European Alps? First evidences from a NW Alps proglacial lake sediment record. *Climatic Change*, **113** (3-4), 563-581.