

Impacts anthropiques anciens sur les sols forestiers. Quelques études de cas en contexte archéologique et expérimental

Anne GEBHARDT

INRAP-GEN, UMR6566 - Université de Rennes1. Anne.Gebhardt@wanadoo.fr

Résumé

Marquées par de nombreuses traces d'occupations humaines anciennes, nos forêts actuelles n'apparaissent finalement pas si naturelles à qui sait les regarder de près.

Depuis l'origine, leur histoire est ponctuée de phases de défrichements et d'implantations humaines, générant un remaniement important du sol depuis sa structure intime jusqu'à la forme locale du micro-relief. A la suite d'un retour de la forêt, ces traces sont conservées jusqu'à nos jours dans un milieu boisé protecteur. Souvent considéré comme stable, il n'en est pas moins fragile. En effet, le passage intensif de bétail pour le vain pâturage ou les travaux forestiers comme le charbonnage et l'exploitation du bois ont pu occasionner une érosion localisée, mais bien réelle, dont il faut tenir compte dans l'histoire des paysages boisés et de leur évolution.

Mots-clefs : archéologie, forêt, pédologie, micromorphologie des sols, France.

Abstract

Imprinted with numerous traces of historic anthropogenic occupation, our modern forests are in fact not so natural if we take time to look at them closely. Over time, the history of these forests has been punctuated by phases of deforestation and reforestation which has caused significant changes in the substrate at different scales from the soil micro-structure up to the local landform scale. Once forest is re-established, and where a protective forest cover is retained, evidence of these earlier changes is preserved up to the present day. Although forested environments are often considered stable, they are still fragile. A range of forest and activities (eg, cattle grazing, charcoal making, and timber getting) will result in localized, but very real, erosion that we need to take into account in reconstructing the history of forest and woodland landscapes and their evolution.

Keywords : archaeology, forest, pedology, soil micromorphology, France.

1. - Introduction

Marquées par de nombreuses traces d'occupations humaines anciennes, nos forêts actuelles n'apparaissent finalement pas si naturelles à qui sait les regarder de près. Outre un grand nombre de structures d'habitats anciens (Pétry, 1977 ; Georges-Leroy *et al*, 2003 ; Meyer, 2003) attestant de l'ouverture passée du milieu, on peut y observer de nombreuses traces d'exploitation forestière ancienne. Plus qu'un travail exhaustif, cet article propose quelques pistes de réflexion, à travers l'étude de perturbations d'origine anthropique en milieu forestier, rencontrées au cours d'une quinzaine d'années de recherches sur l'évolution des paysages anciens en Europe Occidentale (Gebhardt, 1993 ; Gebhardt, 1995).

Les recherches en archive montrent à quel point l'histoire de la forêt vosgienne (Garnier, 2004a), comme sans doute la plupart de nos forêts, est marquée par des phases de défrichement et de reprise sylvicole, suivant la démographie et la politique du moment. Comme en milieu ouvert, les implantations agricoles vont y engendrer un remaniement important du micro-relief local (habitat, terrasses, talus, chemins, ...), et des modifications intimes de la structure du sol qui pourront rester longtemps visibles au microscope (Langohr, 1981).

Les travaux présentés ici montrent également que le milieu forestier, souvent considéré comme stable, n'en est pas moins sujet à l'érosion (Kwaad, 1977) surtout dans des secteurs perturbés par l'homme (Langohr, 1986). En effet, une fois débarrassé de l'humus protecteur à l'occa-

sion de travaux forestiers comme le charbonnage, l'exploitation du bois, ou du passage intensif de bétail pour le vain pâturage, un sol forestier en pente peut localement être très érodé. Cette érosion qui suit des axes privilégiés, participe à l'approfondissement des chemins creux orientés dans le sens de la pente. Ces derniers, pouvant temporairement, à l'instar d'un réseau bocager (Marguerie et al, 2003), servir de réseau de drainage.

2. - Méthodologie

Les exemples présentés ici font partie d'une série de travaux de recherche, effectués dans le Nord-Ouest de la France depuis une quinzaine d'années, sur l'impact de l'homme sur la microstructure du sol et les modifications du paysage qui en découlent.

Introduite en archéologie métropolitaine à la fin des années 80 (Courty et al, 1989), la micromorphologie des sols permet l'observation microscopique des sols à partir de lames minces issues de sédiments meubles préalablement consolidés en laboratoire (Murphy, 1986). Combinée à une solide connaissance du terrain c'est un des outils pédo-sédimentaires les plus performants permettant la reconnaissance des héritages sédimentaires et des transformations pédologiques (Courty et Fédoroff, 2002). Elle peut donc livrer une chronologie des événements liés ou non à l'activité anthropique ancienne (Gebhardt, 2000), et permettre ainsi d'appréhender le degré et le mode d'anthropisation d'un paysage.

Parallèlement à l'étude de sols et sédiments anthropisés rencontrés lors du suivi de travaux archéologiques en contexte préventif ou non (Gebhardt, 1993, 2000, 2005a), un référentiel micromorphologique en structures anthropiques agraires anciennes et expérimentales est collecté dans le but d'obtenir une collection de lames minces de référence. Ces dernières servant à mieux comprendre les formations pédo-sédimentaires associées aux sites archéologiques (Gebhardt, 1995, 2003a).

Les 7 sites présentés sont localisés dans le Nord-Ouest de l'Europe pour des raisons d'homogénéité pédo-climatique et faciliter la comparaison avec des sites archéologiques de la même zone (Gebhardt, 1992). A travers ces sites quatre thématiques ont pu être abordées : le rôle du débardage (Grand Hachu, Mandray), l'impact du charbonnage (Ecomusée de Haute Alsace) et les modifications occasionnées par le labour (Hambacher Forst, Wasserwald) ainsi que le pacage animal (Lann Gouh) sur la structure de divers sols forestiers.

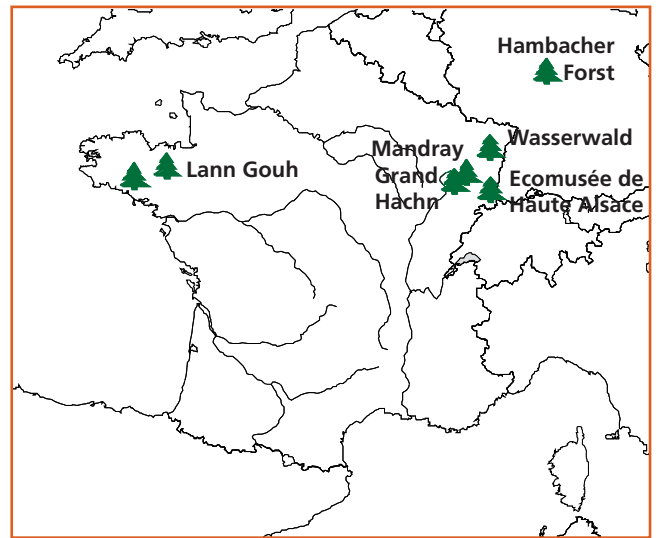


Figure 1 : localisation des sites. (DAO, A. Gebhardt)

3. - Présentation géomorphologique des sites

Dans cet article seront détaillés les travaux encore non publiés effectués sur les sites du Grand Hachu/Mandray et du Wasserwald. Les résultats issus des autres sites seront simplement évoqués pour mémoire car déjà publiés par ailleurs (Gebhardt 1991, 1995, 1999, 2003b, 2005b).

A Hambacher Forst (Cologne, Allemagne), un labour expérimental à l'aide d'un araire à traction humaine (Meurers-Balke, 1985 ; Gebhardt, 1995) a été mené sur un sol actuellement sous forêt de type brun lessivé (Duchaufour, 1983) et développé sur sédiment limono-lœssique.

Le Wasserwald (Haegen, Bas-Rhin) est une agglomération secondaire gallo-romaine du I^{er}/III^e siècle ap. J.-C. (Pétry, 1977, 1994), localisée sur le versant ouest des Vosges septentrionales gréseuses à une dizaine de kilomètres de Saverne (Bas-Rhin). Ce petit village semi-dispersé s'étend sur un sol actuel peu épais de type brun acide (Duchaufour, 1983) au sommet d'un replat fortement diaclasé des Grès à Voltzia du Bundsandstein.

Il n'y subsiste plus qu'un chemin principal bordé de murs en pierres sèches sur lesquels viennent s'appuyer des enclos, divers bâtiments et deux nécropoles. Si la contemporanéité des structures est loin d'être évidente (Meyer, 2003), l'agriculture y est attestée par la présence de tas d'épierrement, de traces de soc de charrue sur les grès affleurant et d'un parcellaire complexe. Par ailleurs, la confrontation des résultats de fouilles avec d'autres sites analogues mieux conservés laisse soupçonner la pratique ancienne de l'élevage (Pétry, 1977) sur ce site actuellement sous forêt.

Des démonstrations de charbonnage à l'ancienne menées à l'automne 1985 par l'Ecomusée de Haute Alsace (Haut-Rhin) nous ont permis de suivre l'évolution du sol sous les charbonnières (Gebhardt, 2003b, 2005b). Le site est localisé dans une zone jamais cultivée de mémoire d'homme de la forêt de l'Ill, sur un sol de type alluvial (Duchaufour, 1983).

La voie romaine bien conservée du Grand Hachu (Contrexeville, Vosges), est installée sur les pentes d'une cuesta où affleurent les marnes irisées (Keuper). Le caractère imperméable de ce substrat a favorisé l'exploitation forestière sur un sol de type hydromorphe (pseudogley, Duchaufour, 1983). De part et d'autre de cette voie, une série de structures linéaires en creux mal expliquées (Gebhardt *in* Bouchet, 2005), courent parallèles à la pente en s'approfondissant vers le bas du versant. Ils ont été interprétés comme des chemins de vidange plus récents, utilisés pour l'exploitation du bois comme ceux de Mandray (Vosges). Ces derniers entaillent des formations de pentes gélifluées formées au détriment du substrat gneissique (à grenats et cordiérites) où se développent des sols de type brun acide (Duchaufour, 1983). Recoupée transversalement par un chemin forestier moderne, la double « courue » de la parcelle Launou révèle un remplissage meuble et instable où se développe un sol jeune à horizon humique de type AC. Ce dernier a fait l'objet d'une observation approfondie au microscope, afin de préciser la structure du sédiment liée aux activités de débardage.

A Lann gouh (Melrand, Morbihan ; Chalavoux *et al*, 1990 ; Chalavoux, 1993) deux « porcs de Bayeux » ont été parqués dans une parcelle en pente fraîchement débarrassée de sa végétation de taillis clairsemés, sur un sol de type brun acide (Duchaufour, 1983) développé sur des dépôts de pente granitiques arénisés. Après une quinzaine de jours de pacage, des observations pédosédimentaires ont permis de pointer le degré de dégradation du sol causé par le pâturage porcin intensif (Gebhardt, 1995).

4. - Impact anthropique sur les sols forestiers, quelques résultats

4. 1. - Impact du débardage sur le milieu forestier : le cas des voies de vidange

Les formations linéaires au profil en large V observées au Grand Hachu présentent un remplissage basal argileux homogène et humifère (brun noir) (fig.2a,b), sans aucune trace d'écoulement d'eau vive et où se développent une végétation hygrophile de types joncs.

Elles prennent naissance en haut du relief et leur profondeur augmente nettement en bas de pentes (1,5m à 2m). Il semble que le site ait été peu affecté par l'érosion, car la voie romaine, qui du reste est antérieure à ces structures mal datées, reste bien conservée, sur toute la pente (sauf au sommet). Leur grand nombre sur une petite surface, leur distribution et leur orientation systématiquement parallèle à la pente exclu la mise en relation de ces chemins forestiers fossoyés avec la vaine pâture et l'obligation au troupeau d'emprunter un chemin désigné, souvent fossoyé, pour éviter la divagation des animaux (Husson, 1991) et nous oriente plutôt vers un usage d'exploitation de matériaux (bois, pierres). Au Grand Hachu, l'absence de carrières fait plutôt pencher en faveur de l'hypothèse de chemins d'exploitation forestière de type débardage. Des recherches bibliographiques et des observations complémentaires faites dans le secteur boisé de Mandray ont permis d'appuyer cette hypothèse. De plus, il existe un certain nombre de similarités entre ces structures et les voies de débardages modernes liées au nettoyage de la forêt après la tempête dévastatrice de 1999 (orientation parallèle à la pente, rigole d'érosion au fond des ornières (Gebhardt, *in* Bouchet, 2005). Enfin, en posant la question à d'anciens paysans forestiers, il semble que ces structures linéaires en creux, appelées « courues » en Déodatie, soit effectivement liées au débardage.

Si la bibliographie forestière historique et ethnographique mentionne souvent le débardage à traction animale ou le schlittage (Michiel et Schuler, 1857 ; Fournier, 1891 ; Mechin et Claudel, 1984), peu de références sont faites à l'impact de ce type d'exploitation sur le sol et aux dégâts associés. Outre le labour occasionné par le passage des grumes, quelques rares auteurs font référence à la longue préparation du « chemin de bouc » et de schlittage (Boithias et Brignon, 1985 ; Garnier, 2004) : suppression des cailloux, racines, transport de terre là où elle manque. La terre doit être meuble pour que le schlitteur puisse enfoncer ses talons (fig.2c) ou pour éviter que la « tronçonne » s'emballer. Il faut donc régulièrement piocher la terre pour la ramollir. Ce n'est que dans les cas extrêmes de pentes trop faibles ou de passages rocailloux que sont installés les « raftons », ces quartiers de bois



Figure 2 : traces de voies de vidange au Grand Hachu (Contrexeville, Vosges ; b), avec rigole d'érosion au fond (b). Le passage doit être préparé afin que le schlitteur puisse enfoncer ses pieds pour freiner la schlitte (c).

(Clichés A. Gebhardt (a et b) et anonyme in Keiflin, 1998 (c)).

écorcés et suiffés. Boithias et Brignon (1985) citent un rapport de 1845 qui décrit très bien le caractère de plus en plus ramifié vers l'amont de ces voies de vidange. Au vu du travail d'entretien nécessaire, il paraît donc évident que leur aménagement ne pouvait se faire que dans le cadre d'une exploitation officielle, à grande échelle et que les mêmes voies de vidange étaient réutilisées pendant de nombreuses années (Jéhin, 1993).

D'un point de vue pédo-sédimentaire on retiendra donc trois 3 étapes fondamentales dans l'évolution de ces voies : l'ablation de la végétation protectrice et des horizons humiques lors de l'aménagement de la voie ou du passage des grumes ou des schlittes, un entretien constant et une utilisation régulière en période humide qui favorise également le creusement rapide de ces voies par les eaux de ruissellement.

L'observation du fond de la double « courue » de Mandray (fig.3) montre le passage brutal de 2 cm d'humus actif noir et grumeleux à environ 7 cm de sédiment plus minéral, jaune et un peu plus compact légèrement perturbé bioturbé. La limite avec un sédiment inférieur compact, plus sombre et toujours localement grumeleux, est nette. Au microscope, la structure grumeleuse très ouverte, très organique et fortement bioturbée est confirmée au sommet (fig.3d) alors que le niveau inférieur jaune est plus compact et nettement moins organique (fig.3e). L'alternance du compactage par les passages de schlitte et du travail du sol préalable tend à finement homogénéiser les horizons organiques et organo-minéraux, tout en favorisant une érosion fine mais continue qui génère un dépôt sans formation de litages ou laminations comme celui décrit par Bertran et Texier (1999) sur des pentes compactées et modifiées par l'homme.

Le sédiment basal enfin, est plutôt compact et bien structuré mais avec des zones plus grumeleuses liées à la bio-

turbation actuelle (3f,g) ; sa couleur plus sombre semble liée à une augmentation de la matière organique. La netteté des limites entre des horizons bien distincts révèle une faible homogénéisation par une bioturbation peu active dans un sol acide.

En milieu forestier l'érosion semble surtout activée par l'ouverture de pistes d'exploitation (Rey *et al*, 2004). A Mandray, le recouvrement de l'horizon humique naturel par un apport de sédiment organo-minéral érodé en amont confirme l'importance de ces chemins creux dans le processus d'érosion par ruissellement sous couvert forestier. L'absence de rigole d'érosion, telles celles observées au fond des pistes d'exploitation modernes (fig.2a), et au Grand Hachu peut s'expliquer par une exploitation forestière plus douce des massifs forestiers, qui proscrit la mise à nue du sol liée à une coupe à blanc au profit d'une coupe sélective des arbres dans un massif boisé en permanence.

4. 2. - Le charbonnage

Le travail de recherche effectué sur l'impact de l'activité de charbonnage sur le sol qui ne sera pas détaillé dans cet article (voir Gebhardt, 2003b ; 2005b), montre que là encore, la préparation du sol est essentielle pour la réussite de la carbonisation. La surface doit être débarrassée des feuilles, les racines extraites à l'aide d'une bêche ou d'un motoculteur, ce qui modifie profondément la structure du sol. De même, après récupération du charbon de bois et tamisage du sédiment fin très charbonneux pour sa réutilisation dans la construction de la nouvelle meule, la place est nettoyée pour une prochaine utilisation. Lors d'une cuisson réussie, la température ne doit pas augmenter sous la meule et le sol ne montre aucune trace de rubéfaction. Les fragments brûlés observés viennent probablement du sédiment local tamisé et micro-fragmenté qui, pénétrant au cœur de la meule par les interstices du bois, participent au ralentissement d'une combustion



Figure 3 : anciens chemins de vidange ou courue à Mandray (Vosges ; a, b, c). Double courue entaillée par un chemin forestier moderne (c). La même vue de l'amont (b). Sédiment de remplissage du fond de cette dernière vue au microscope optique en lumière naturelle. De haut en bas : horizon organique supérieur actuel (d), horizon organo-minéral colluvionné (e), horizon minéral très compacté (f) avec localement des zones plus ouvertes et organiques (g). (Clichés A. Gebhardt)

réductrice. Les modifications de la structure du sol sont nettement reconnaissables au microscope sous la forme de revêtements argilo-poussiéreux, et d'une homogénéisation des horizons organiques et minéraux superficiels.

Comme pour les chemins de vidange, la préparation de la surface de travail correspond donc à un véritable labour qui se reconnaît jusque dans la structure intime du sol. Au vu de la charge de travail nécessaire à cette préparation, qui par ailleurs ralenti la re-colonisation de la végétation, on comprendra aisément l'importance de la réutilisation des anciennes aires de fauldes lors des rotations d'exploitation.

4. 3. - Le labour

A Hambacher Forst, la microstructure du sol forestier limono-lœssique a été clairement modifiée après huit séries de quatre labours croisés à l'araire (fig.4a).

Les horizons supérieurs ont été largement remaniés (fig.4b) isolant des agrégats arrondis (Gebhardt, 1995, 1999). A la limite inférieure de l'horizon remanié, un début de semelle de labour, liée au compactage par le passage de l'outil a été observé (fig.4c). Les revêtements argileux et poussiéreux (fig.4d) observés également dans les profils de référence sont liés à une mise à nue du sol sans doute dès l'époque romaine.

Au Wasserwald, sous le parement du mur bordant le chemin principal, le profil d'une cinquantaine de centimètres révèle un sédiment sableux grossier sur lequel s'est développée une pédogenèse de type brun acide au profil très homogène et dont l'horizon supérieur est plus riche en matières organiques (fig.5, fig.6b). La fouille a toutefois révélé de nombreux artefacts anthropiques (objets métalliques et céramiques fragmentés) dans les vingt premiers centimètres du profil. Au microscope, la matière organique, qui donne au fond matriciel son aspect fortement empoussiéré, présente un aspect très dégradé et bien stabilisé. Les phytolithes et résidus charbonneux sont également bien présents. Mises à part quelques intrusions racinaires, l'activité biologique est absente, préservant une structure fortement compactée par les murs qui les fossilisent. Outre quelques revêtements en « barbes et coiffes » sans doute reliques d'une influence du gel/dégel en période périglaciaire, on distingue des revêtements argileux peu épais limpides (fig.6e : RL) et d'abondants revêtements argileux poussiéreux plus ou moins épais (fig.6c,d,e : RP1, RP2, RP3). Si les premiers sont liés au lessivage d'argiles du sol brun forestier, les seconds sont associés à une déstabilisation de la surface du sol, suite à sa mise à nu. Au vue des autres indices présents sur le site (tas d'épierrement, traces de soc de charrue, parcel-laire), un labour ancien peut être à l'origine de ces traits microscopiques particulièrement caractéristiques de la mise en culture d'une parcelle.



Figure 4 : expérience de labour à l'araire à Hambacher Forst (Cologne, Allemagne ; a). Au microscope optique, en lumière naturelle, on observe dans l'horizon de labour à l'araire des agrégats arrondis (b) et un tassement lié à l'outil (c). Les revêtements poussiéreux (d) également observés dans le profil de référence sans doute liés à une mise en culture ancienne. (Clichés A. Gebhardt)

Prof 1	pH	Granulométrie %					C %	MO %	Capacité d'échange						
		A	LF	LG	SF	SG			Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	S	T-S	T
-4/-14	4.45	7	8	7	29	47	6,75	11.7	0.5	0.3	0.07	0.08	0.95	2.95	3.90
-14/-24	4.50	7	9	6	31	46	0.75	1.3	0.4	0.4	0.07	0.1	0.97	2.70	3.67
-24/-34	4.45	6	10	6	31	47	1.65	2.85	0.5	/	0.07	0.08	0.65	2.17	2.82

Figure 5 : résultat des analyses pédo-sédimentaires du profil P1 enfoui sous le mur bordant le chemin principal du Wasserwald. A : argiles, LF : limons fins, LG : limons grossiers, SF : sables fins, SG : sables grossiers, C : dosage du carbone, MO : dosage de la matière organique, mé/100g

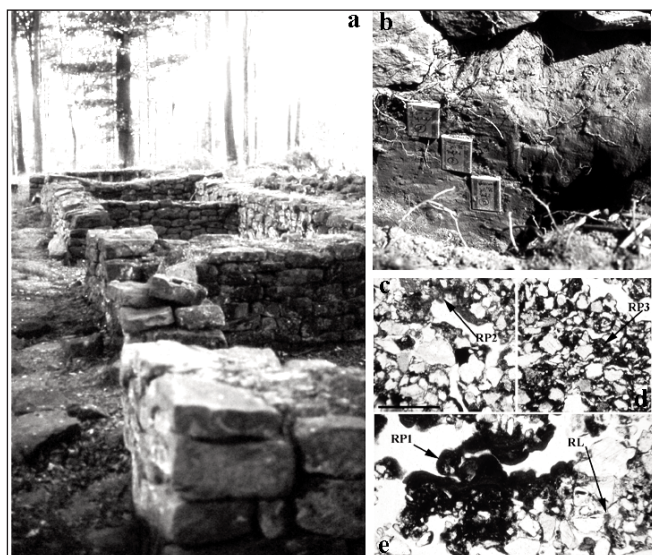


Figure 6 : le Wasserwald (Haegen, Bas-Rhin), vue générale du site (a) et profil étudié fossilisé sous un mur (b). Vue au microscope optique en lumière naturelle des principaux traits micromorphologiques (c, d, e) ; barre = 1 mm pour (c) et (d) et 0.25mm pour (e). (Clichés : A. Gebhardt)

4. 4. - Le pacage animal

L'expérience de Lann Gouh a permis de pointer les dégâts causés par le pacage de cochons en milieu boisé. Le jeune taillis couvrant la parcelle légèrement en pente a été éclairci. Le passage intense des animaux a détruit l'humus, déstabilisant rapidement l'horizon organique supérieur du sol. Tombant sur le sol nu, la pluie peut libérer des particules de terre et entraîner les colloïdes argileux en aval sur la pente (Ellison, 1948 ; Poesen, 1986 ; Langohr, 1990). Ainsi, à Lann Gouh, après deux semaines de pacage, les racines sont à nu (fig.7a,b). De plus, le tassement et le colmatage de la porosité du sol peut mener à une réduction de l'infiltration qui augmente le ruissellement d'un rapport de 1 à 12 en comparaison avec des terrains similaires non pâturés (Rey *et al*, 2004).

Un horizon colluvionné d'une quinzaine de centimètres d'épaisseur apparaît en aval de la parcelle. En lame mince, on repère très bien cet apport de sédiment légèrement compacté, et à la limite nette, par-dessus la séquence pédologique naturelle (fig.7c,d). Il s'agit d'un mélange d'horizons organiques et d'horizons minéraux plus compacts (Gebhardt, 1995).

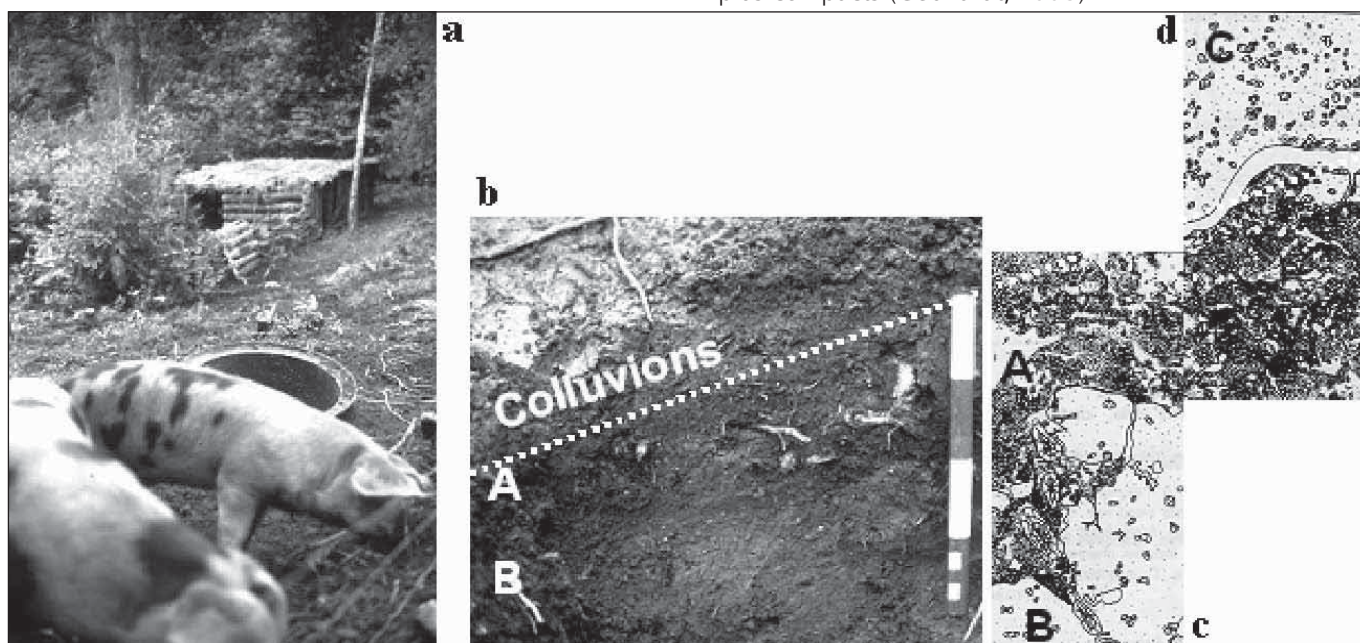


Figure 7 : Lann Gouh (Melrand, Morbihan). (Clichés et dessins A. Gebhardt)

5. - Conclusion

Considéré comme protecteur et peu anthropisé, comparé aux zones d'urbanisme ou d'agriculture intensive, le milieu forestier n'en est pas moins fragile.

Sa régulière fréquentation (chemins, pacage), son exploitation (bois, charbon, matériaux divers...), voire sa mise en culture temporaire ont conduit à une déstabilisation localisée des sols. La modification de ces derniers peut encore être ponctuellement détectée à différentes échelles, depuis le terrain (terrasses, chemins creux, aménagements divers, ...) jusqu'au microscope (agrégats dus au labour, indices de mise à nu du sol ou d'érosion, artefacts anthropiques,...).

Par ailleurs, la mise à nu des sols forestiers, volontaire dans le cas de la préparation d'une aire de faulde ou d'un chemin de vidange, et involontaire à l'occasion de pâtures intensifs ou de déboisements a généré une érosion non négligeable surtout si le terrain est en pente. Là encore, outre le repérage d'accumulations colluvionnées en zones boisées, une observation pédo-sédimentaire minutieuse du sol peut apporter des informations sur le mode d'exploitation des parcelles amont.

Le sol forestier est, lui aussi, riche en informations sur le mode d'occupation anthropique d'un lieu donné. Son étude est incontournable pour approfondir la connaissance des premières influences de l'homme sur le milieu. A l'instar des micro-reliefs anciens construits par l'homme et des artefacts archéologiques, il reste vulnérable face aux modes d'exploitation forestier modernes. Ne l'oublions pas !

Bibliographie

- BERTRAN P. ET TEXIER J.-P., 1999, Facies and microfacies of slope deposits, *Catena*, 35, p.99-121.
- BOITHIAS J.-L. ET BRIGNON M., 1985, *Les scieries et les anciens sagards des Vosges. Bûcherons, schlitteurs, voituriers et voileurs. Métier : Technique et artisans.*
- BOUCHET K., 2005, *Contrexéville, Liaison Vittel-A31 : Le Grand Hachu - Remivaux*, document final de synthèse de la fouille archéologique préventive 2002, Inrap Grand-Est Nord, Metz, 2005.
- CHALAVOUX J., 1993, Structures agraires médiévales : La ferme archéologique de Melrand. *Archéologie du paysage, Actes du colloque de Melrand 28-29 mai 1991, organisé par l'IRPa, Penn ar Bed n°148/149*, p 67-69.
- CHALAVOUX J., GEBHARDT A., LE CABEC Y., 1990, De la fouille à l'expérimentation en passant par les archéosciences : l'exemple de la micromorphologie, *Revue d'Archéométrie*, 14, p.17-22.
- COURTY M.-A., GOLDBERG P., MACPHAIL R.I., 1989, *Soils and micromorphology in archaeology*, Cambridge manuals in archaeology, 344 p.
- COURTY M.-A., FÉDOROFF N., 2002, Micromorphologie des sols et sédiments archéologiques, in *Géologie de la préhistoire*, Miskovsky J.-C. (dir), Géopré, presses Universitaires de Perpignan, p.511-554.
- DUCHAFOUR P., 1983, *Pédogenèse et classification*, Masson (éd), t1, 490 p.
- ELLISON W.D., 1948, Erosion by raindrop, *Scientific american*, 817, p.2-7.
- FOURNIER A., 1891, *Vieilles coutumes, usages et traditions populaires des Vosges.*
- GARNIER E. 2004a. *Terre de conquêtes. La forêt vosgienne sous l'ancien régime.* éd.Fayard, 620 p.
- GARNIER E., 2004b, Un mode de transport montagnard traditionnel : le schlittage (XVIe-XIXe siècle), in Corvol (éd.) : *Forêts et transports traditionnels*, Cahiers d'Etudes Forêt Environnement et Sociétés, XVIe-XIXe siècle, n°14, p.67-75.
- GEBHARDT A., 1991, Analyse micromorphologique des modifications apportées à la structure du sol par différents outils, *Archéologie Aujourd'hui, Archéologie expérimentale. La terre*, 2, p.223-228.
- GEBHARDT A., 1992, Evolution du paléopaysage agricole dans le Nord-Ouest de la France : Premiers résultats micromorphologiques, *Revue d'Archéométrie*, 16, p.51-61.
- GEBHARDT A., 1993, Soil micromorphological evidence of soil deterioration since the Mid-Holocene in Brittany, France, *The holocene*, vol.3. n°3, p.333-341.
- GEBHARDT A., 1995, Soil micromorphological data from experimental and traditional agriculture, in *Archaeological sediments and soils : analysis, interpretation and management*, Barham, Macphail (eds), Archetype press, London, p.5-40.
- GEBHARDT A., 1999, Micromorphological analysis of soil structural modification caused by different cultivation implements. Prehistory of agriculture, new experimental and ethno graphic approaches, in P. Anderson (ed), *Monographie du CRA*, 40, Institute of archaeology, Univ. of California, LA, p. 260-266.
- GEBHARDT A., 2000, Le rôle de la micromorphologie des sols dans la formation des paysages, *Etudes rurales*, 153-154, p.139-149.

- GEBHARDT A., 2003a, Les sols d'habitat et les niveaux d'occupation : quelles analyses., in *Bâtiments ruraux Lorrains, d'Auguste à Bismarck*, Document de travail de la Table Ronde du 3 juin 2003, Bliesbrück, p.59-62.
- GEBHARDT A., 2003b, The impact of wood exploitation on the landscape : ancient and recent logging tracks in the Vosges (France)., in *Second International Conference on Soils and Archaeology, Pisa, 12-15mai 2003, Extended Abstracts*, p.147-148
- GEBHARDT A., 2005a, Les sols d'habitat et niveaux d'occupation, quelles analyses ?, Actes de la table ronde «Bâtiments ruraux lorrains, d'Auguste à Bismarck», Bliesbrück, juin 2003, *Cahiers Lorrains*, sous presse.
- GEBHARDT A., 2005b, Impact of charcoal making activities on a soil profile: the soil micromorphological point of view, in *2d Congress of soil and archaeology, Pisa 2002*, sous presse.
- GEORGES-LEROY M., DUPOUEY J.-L., DAMBRINE E., LAFFITE J.D., 2003, Habitats gallo-romains et structures agraires fossiles du plateau de la Côte Bajocienne (Meurthe et Moselle et Vosges), Etat de la question, in *Colloque AGER V de Besançon 19-20sept. 2000 "Actualité de la recherche en histoire et archéologie agraire"*, Coll. Annales Littéraires, vol 764, série 'environnement et archéologie'n° 5, PUF-C, p.173-180.
- HUSSON J.-P., 1991, *Les hommes et la forêt en Lorraine*, Ed. Bonneton, 312 p.
- JEHIN P., 1993, *Les hommes contre la forêt*, Bibliothèque alsacienne, 205 p.
- KEIFLIN C., 1998, *Gens de Bruche, une vallée vosgienne et son patois Welche*, La nuée bleue, Strasbourg, 94 p.
- KWAAD, F.J.P.M., 1977, Measurement of rainsplash erosion and the formation of colluvium beneath deciduous woodland in the Luxembourg Ardennes, *Earth Surface processes*, Vol.2, p.161-173.
- LANGOHR R., 1986, La pédologie et l'évolution de l'utilisation des terres dans la région limoneuse de Belgique, *Hommes et terres du nord*, 2/3, p.94-97.
- LANGOHR R., 1990, L'homme et les processus d'érosion des sols limoneux de Belgique et du Nord-Ouest de la France, in *Les Celtes en France du Nord et en Belgique*, Ve-le siècle av.J.-C., Crédit Communal (ed.), p.211-222.
- LANGOHR, R., 1981, Detailed survey of man's impact on soils and land morphology in a forest area. Example of the zonien forest (Belgium), *Proc. Int. Congr. Neth. Soc. Landscape Ecol.*, Pudoc, Wageningen, p.140-141.
- MARGUERIE D., ANTOINE A., THENAIL C., BAUDRY J., BERNARD V., BUREL F., CATTEDU I., DAIRE M.-Y., GAUTIER M., GEBHARDT A., GUIBAL F., KERGREIS S., LANOS P., LE COEUR D., LE DU L., MÉROT P., NAAS P., OUIN A., PICHOT D., VISSET L., 2003, Bocages armoricains et sociétés, genèse, évolution et interactions, in *Des milieux et des hommes : fragments d'histoires croisées*, Elsevier SAS, p.115-131.
- MECHIN C. ET CLAUDEL M.-C., 1984, *Le boeuf d'attelage dans les Vosges*, Musée Municipal de St Dié.
- MEURERS-BALKE, 1985, Experimente zum Anbau und Zur Verarbeitung prähistorischer getreidearden. *Archäologische Informationen*, 8/1, p.8-17.
- MEYER N., 2003, Les parcelles fossiles du massif vosgien. Secteur de Sarrebourg (Moselle) et de Saverne (Bas-Rhin), in *Sols et structures agraires*, Document de travail de la Table Ronde du 10/11 octobre 2003, Sarrebourg, p.60-69.
- MICHIELS A. ET SCHULER T., 1857, *Les bûcherons et les schlitteurs des Vosges*, Morizot et Simon (éd), Strasbourg, rééd. Gyss, Strasbourg.
- MURPHY, C.P., 1986, *Thin section preparation of soil and sediments*, AB Academic Publ.Berkhampsted, England, 149 p.
- PÉTRY, 1977, Structures agraires archaïques en milieu gallo-romain, *Bulletin des Antiquités Luxembourgeoises*, VIII, p.117-158.
- PÉTRY F., 1994, 156 Haegen-Wasserwald (Bas-Rhin), in Mangin M., Petit J.P., (dir) – *Atlas des agglomérations secondaires de Gaule Belgique et des Germanies*, Bliesbrück, p.151-152.
- POESEN J., 1986, Field measurements of splash erosion to validate a splash transport model, *Z. Geomorph.N.F.*, Suppl.-bd.58, p.81-91.
- REY F., BALLAIS J.-L., MARRE A., ROVERA G., 2004, Rôle de la végétation dans la protection contre l'érosion hydrique de surface, *C.R. Géosciences*, 336, p.991-998.