



HAL
open science

La ressource sol et les traits archéopédologiques utiles dans les structures archéologiques : vers un enregistrement systématique ?

Kai Fechner, Frédéric Broes

► To cite this version:

Kai Fechner, Frédéric Broes. La ressource sol et les traits archéopédologiques utiles dans les structures archéologiques : vers un enregistrement systématique ?. Archéo.doct, 2019, Actes des Journées doctorales 2018 de l'Ecole doctorale d'archéologie (ED112) de l'université Paris 1 Panthéon-Sorbonne. hal-03955872

HAL Id: hal-03955872

<https://hal.science/hal-03955872>

Submitted on 25 Jan 2023

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

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

La ressource sol et les traits archéopédologiques utiles dans les structures archéologiques : vers un enregistrement systématique ?

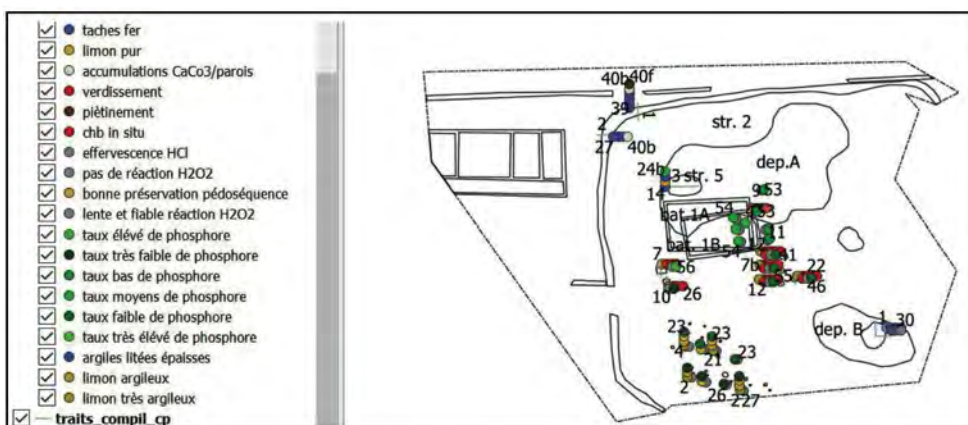
Soil as Source and Archaeopedological Traces: Towards a Systematical Recording?

Kai Fechner et Frédéric Broes

1. Préambule et applications

- 1 L'article propose de décrire systématiquement des traits des pédologues lors du relevé des coupes archéologiques. Les objectifs, en résumé, sont de deux natures. En premier lieu, cette méthode permet d'obtenir une carte de répartition, via un SIG de site, des traits présents et absents selon les structures. Dès le début de fouille archéologique ou du diagnostic, on peut ainsi orienter les stratégies de terrain, de consultations de spécialistes, d'échantillonnage et d'analyses post-fouille (fig. 1). Ensuite, en post-fouille, cette répartition des traits contribue en soi à la compréhension du contexte environnemental et fonctionnel des vestiges, en complémentarité avec des analyses plus approfondies, menées notamment sur une sélection raisonnée de certains de ces traits.

Figure 1



Exemple de système d'information géographique reprenant la répartition de traits pédologiques et des résultats des simples tests proposés dans l'article, sur un site fictif constitué d'un enclos de plan quadrangulaire, diverses fosses et puits, structures de combustion et unités architecturales

Réalisation F. Broes, légende partielle, © QGIS.

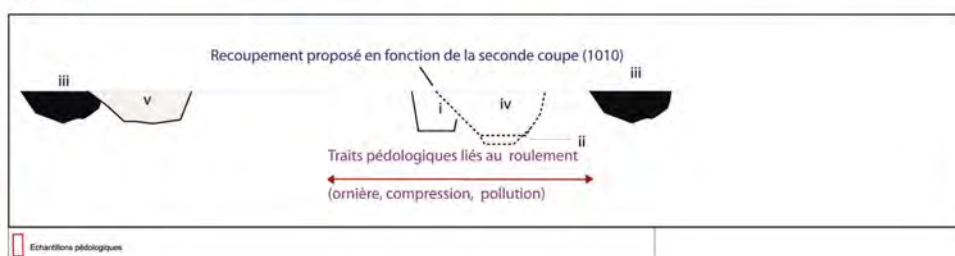
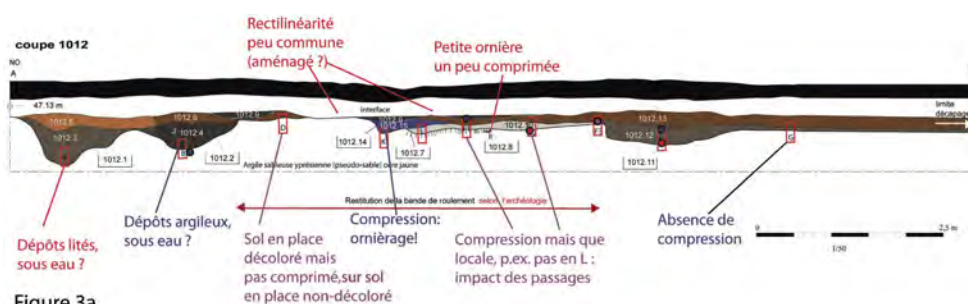
Figure 2. Tableau reprenant les 13 traits essentiels proposés

I.	Micro-laminations plus et moins dominées par l'argile, caractéristiques d'une succession de dépôts hydriques.
II.	Agencement en marches des couches, caractéristique d'un glissement de terrain.
III.	Remplissage en blocs à la séquence naturelle du sol encaissant, longeant la paroi interne de la structure en creux, caractéristique d'un effondrement de paroi
IV.	Concavité marquée du comblement, caractéristique d'une subsidence par maturation naturelle.
V.	Taux de décomposition des artefacts et écofacts minéraux (os, terres cuites, pierres, ...), plus ou moins bien conservés.
VI.	Taux de décomposition des artefacts et écofacts organiques, prise en compte de la profondeur des premières traces de restes organiques mal et bien conservés.
VII.	Remplissage constitué majoritairement de fragments bien délimités, typique d'un remplissage rapide.
VIII.	Trace d'enfoncements caractéristiques d'un passage, notamment caractéristiques d'un piétinement ou d'une ornière.
IX.	Accumulation plus ou moins concentrée de fer et de manganèse liée à l'oxydoréduction.
X.	Rubéfaction <i>in situ</i> par le feu.
XI.	Mélanisation (noircissement, brunification ou bleuissement) <i>in situ</i> par le feu.
XII.	Présence de divers types de dépôts <i>in situ</i> , issus de l'action du feu.
XIII.	Présence de divers dépôts en position secondaire, issus de l'action du feu.
	(XIV. Autres plus complexes).

- 2 Pourtant, les auteurs ont constaté que les indications pédologiques dans les descriptions archéologiques étaient rares. Ceci est lié à une méconnaissance de ces traits pédologiques, mais également – parfois – à une difficulté de bonne reconnaissance de ceux-ci. La terminologie pose, aussi, parfois problème¹. Cette absence d'enregistrement constitue une perte nette d'information de terrain. Or, la prise en compte de ces indices d'origine humaine et le fait de ne pas les confondre avec les traits d'autres origines permettent de réduire les erreurs d'interprétation des stratigraphies, puis de proposer des hypothèses fonctionnelles soutenues par des arguments environnementaux.
- 3 Les types de structures anciennes concernées par cette approche comprennent les fosses, fossés, enclos et palissades, horizons de surface anciens, levées de terre, les structures de combustion et leurs rejets, et, enfin, les unités architecturales (voir diverses références bibliographiques plus loin). Deux contextes archéologiques peuvent être évoqués à titre d'exemples d'applications. Le premier est celui des chemins et routes anciennes (par exemple chaussées gallo-romaines de Templeuve (Nord, France : Gillet (dir.), 2017), de Waudrez (Deramaix (dir.), 2006 ; Bécu et Fechner, 2001), et

de Willerval (Pas-de-Calais, France : Broes, 2016). Ici les traits pédologiques permettent de délimiter les zones de roulage et de passage, fissurées, car comprimées, parfois piétinées ou ornérées (fig. 3), et enfin celles enrichies en phosphore par les animaux de trait ou les troupeaux. Ce dernier aspect est reflété par de simples tests de phosphore de terrain ou par des taches de phosphore visibles et confirmées par ces tests. Les autres zones se distinguent par l'absence de tels traits (fossés, bords de route sans compression,...) et/ou la présence de traits différents (par exemple des poches naturelles de divers types). Un contexte particulier peut parfois être mis en évidence, comme celui d'une accumulation de lits d'argile déposés sous eau (voir fig. 9), avec piétinement de grands mammifères, dans un chemin devenu progressivement un espace de parage des bestiaux au premier Moyen Âge (Léry, Eure, Roudié (dir.), 2010).

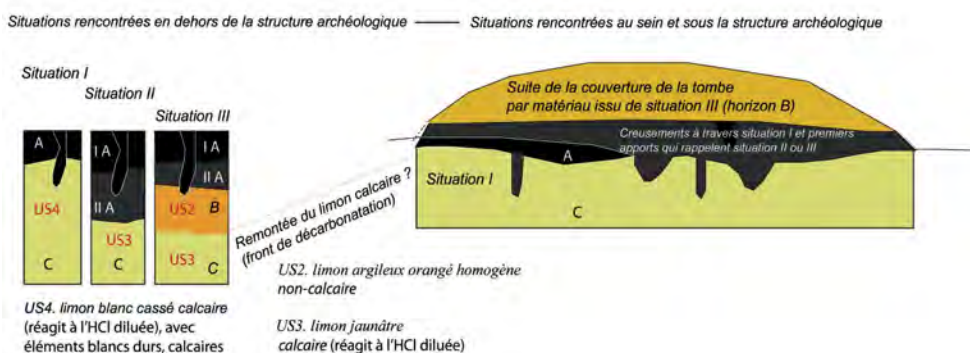
Figure 3



a. Traits pédologiques de terrain observés sur une des deux coupes de la chaussée de Templeuve (en bleu : phase plus récente ; en rouge : phase ancienne ; en mauve : indifférencié ; dessin : E. Gillet/K. Fechner, d'après Gillet 2017).

b. Proposition schématique de synthèse pour la phase ancienne (dessin : K. Fechner, d'après Gillet 2017) : i. fossé de drainage central peu profond ; ii. potentiel fossé ou rigole synchrone de i ; iii. fossés de la phase ancienne ; iv. fossé central de la phase récente ; v. fossé de la phase récente ?

Figure 4

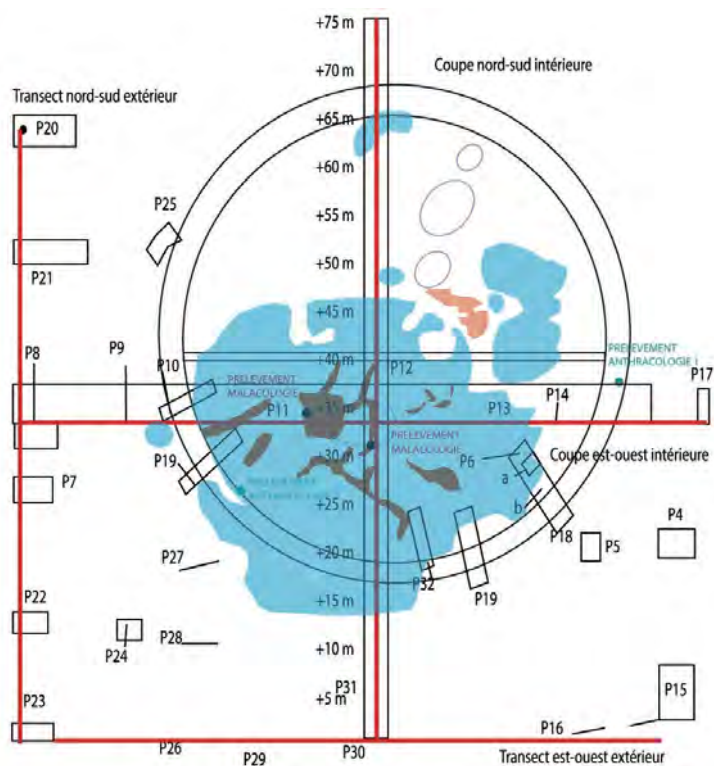


Exemple théorique des traits pédologiques présents en dehors (à gauche) et au niveau des structures anthropiques (à droite) : le cas d'un tumulus ou d'une levée de terre.

Dessin : K. Fechner.

- 4 Un second contexte exemplaire est celui des enclos funéraires marqués par un ou plusieurs fossés de plan annulaire et, le plus souvent, une ou plusieurs levées de terre circulaires ou annulaires. Ces levées peuvent être préservées ou uniquement reflétées par la persistance de certains traits pédologiques indiquant leur présence et répartition passées (fig. 4-5). Dans le contexte nord-ouest européen, la présence de certains indices spécifiques révèle ainsi la répartition de levées de terre aujourd'hui disparues (Leroy-Langelin et Collette, 2011). Les cas de reconstitutions de Marœuil en sont des exemples parlants (fig. 4 ; Lorin, 2017, Pas-de-Calais ; et de Wittes, fig. 5). La démarche s'appuie sur des études antérieures de levées de terre tant archéologiques (Langohr, 1992 ; Fechner, 1992 ; Gebhardt et Langohr, 1993 et 1999 ; Langohr, 2009) qu'expérimentaux (Holst *et al.*, 2001 ; Breuning-Madsen *et al.*, 2001). Comme pour les chemins, on se focalise pour cela sur les traits présents uniquement dans les zones délimitées par les traces archéologiques : des limites inférieures d'horizons repérées au sein du sol encaissant qui sont systématiquement moins profondes dans les endroits concernés par les levées qu'ailleurs, que ce soit celle à la base de la décarbonatation ou de la migration d'argile ; la présence des traces de grandes galeries irrégulières, plus ou moins horizontales interprétées comme galeries de blaireau (fig. 4). La bonne reconnaissance et la cartographie des traits permettent de ne pas les confondre avec ceux présents plus largement et de manière naturelle, donc tant à l'intérieur qu'autour de l'enclos : des lits discontinus de nodules de craie hérités de la mise en place tardiglaciaire des dépôts, les poches dues aux animaux fouisseurs ou à la cryoturbation, enfin les horizons habituels de décarbonatation et d'enrichissement en argile rencontrés dans la région sur ce type de matériau.
- 5 L'exemple de l'étude de coupe initiée en 2017 dans la tombe 23 de Svestari (Razgrad, nord-est de la Bulgarie ; Broes et Fechner, en préparation), sur limon bien drainé le plus souvent calcaire, montre l'applicabilité d'une méthodologie semblable à un contexte d'Europe orientale. Ici, c'est la différenciation des indices au sein d'un épais ensemble humifère, en dessous d'un apport plus jaunâtre, qui permet de distinguer, puis de caractériser, les niveaux d'aménagement initial et d'élévation de la tombelle par rapport au sol encaissant (fig. 6).

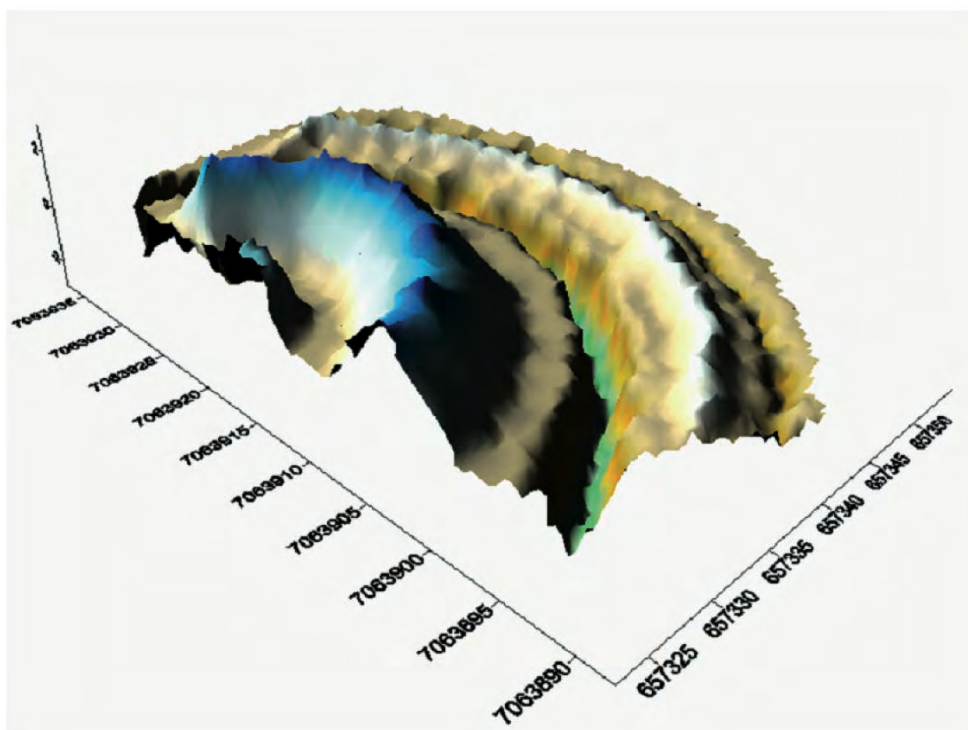
Figure 5. Traits pédologiques au sein du fossé annulaire de Marœuil, représentés sur un schéma et non un relevé archéologique



En bleu : zone moins profondément décarbonatée. En rouge : traces probables des galeries de blaireaux, plus sombres, avec malacofaune. Cercles mauves : remontée de l'horizon B3t (front de migration d'argile). On note la multiplicité des points d'observation et le fait que la zone moins profondément décarbonatée est légèrement décalée dans le sens du versant, en relation probable avec le mouvement des infiltrations d'eau.

Dessin : K. Fechner, d'après Lorin, dir. 2017.

Figure 6. Tentative de reconstitution en trois dimensions des levées du double fossé annulaire de Wittes sur base des traits pédologiques



Réalisation : F. Broes, avec l'aimable autorisation de V. Thoquenne.

Figure 7. Mode d'enregistrement des traits pédologiques pour la reconstitution de l'environnement passé d'un site, d'une structure ou d'une couche archéologiques

1. Informations à recueillir dans trois zones :
 - I. dans une ou plusieurs couches archéologiques,
 - II. aux interfaces entre ces couches,
 - III. dans le sol en place (d'où la nécessité de réaliser de coupes qui outrepassent d'au moins 20 à 30 cm les limites de la structure archéologique).
- ↓
2. Enregistrement détaillé de la configuration spatiale :
 - de la structure et/ou de la couche archéologique,
 - des indices pédologiques associés à celle(s)-ci.
3. Appréciation de la représentativité de la ou des coupe(s) et réalisation éventuelle de coupes complémentaires susceptibles de mieux illustrer tels ou tels indices et/ou processus pédologiques.
4. Sont pris en compte lors de l'enregistrement des indices sur le terrain, en lame mince, au laboratoire :
 - leur distribution relative,
 - leur variabilité spatiale (différences d'une coupe à l'autre, p. ex. dans l'association entre différents indices).
 - leur chronologie relative (déduite de l'emplacement dans le remplissage soit, de bas en haut, du plus ancien au plus récent ou de leur succession à un même endroit, visible p.ex. en lame mince).
 - leur absence autant que leur présence,
 - les observations réalisées aux autres échelles que celle à laquelle on réalise l'observation de terrain, par exemple à l'échelle microscopique quand on travaille sous microscope ou à l'échelle macroscopique ou mésoscopique (sous loupe binoculaire) quand on travaille sur les échantillons.

R. Langohr, K. Fechner.

- 6 Dans ce qui suit, nous proposons tout d'abord une description des 13 traits pédologiques reconnus fréquemment dans le nord-ouest de l'Europe continentale, afin que les archéologues les incluent dans leurs descriptions routinières de coupes de terrain. Il s'agit de traits que Fechner *et al.* (2004) ont considéré comme plus aisés à reconnaître et suffisamment typés pour ne pas être confondus. Afin de faciliter leur

reconnaissance, ils sont ici brièvement expliqués et illustrés en renvoyant aussi à d'autres publications. Une brève méthodologie est également proposée en préalable.

1. Les treize traits pédologiques

1.1. Introduction et types de structures concernées

- 7 Les treize traits pédologiques sont ceux que nous proposons de pointer dans les descriptions de routine lorsqu'ils apparaissent sur le terrain de fouille. Ce faisant, il est tenu compte de leur position et de leur distribution relative, en disposant de coupes suffisamment nombreuses, larges et lisibles (fig. 7). Il s'agit de les reconnaître et de les enregistrer, pas de les interpréter. La description des treize traits pédologiques constitue une première étape permettant une meilleure compréhension des séquences et un échantillonnage plus adapté à des fins d'études approfondies en post-fouille. Ensuite, pour l'interprétation environnementale proprement dite des divers traits en présence, les étapes traditionnelles de la géo-archéologie (études de terrain par un géo-archéologue formé à la pédologie, études de laboratoire, de lames minces, etc.) sont à mettre en œuvre. En effet les traits pédologiques découlent de processus physico-chimiques complexes, faisant appel, entre autres, à des notions de chimie, de physique, de biologie des sols, et enfin de fonctionnement d'ensemble de ces facteurs de formation pédologique, qui correspondent, dans chaque région, à des conditions géomorphologiques et climatiques spécifiques.
- 8 S'agissant de traits qui modifient des dépôts ou leur sont associés spatialement (dessus, dessous, parfois autour d'une couche), ils peuvent être appelés US d'altération (Desachy 2008 : 65-6)². L'exemple proposé par cet auteur est celui d'une altération par le feu intervenue au sommet d'un apport de sédiment, avant l'apport suivant, montre bien l'importance de numéroter cette US d'altération séparément, au même titre que les autres types d'US. Les explications de quelques-unes d'entre elles dans le présent article devraient permettre de bien les reconnaître et de les distinguer des US positives (apports) et négatives (creusement, enlèvement, dont seul la ligne de creusement subsiste).
- 9 La plupart des treize traits pédologiques proposés ont déjà été renseignés anciennement (Fechner *et al.*, 2004). La liste et les références proposées par cet article ont ici été mises à jour et sont pour la première fois présentées en français. D'autres traits sont détaillés dans des articles spécifiques à certains types de traits (par exemple Fechner *et al.*, 2002 ; Fechner *et al.*, 2015 ; Devos *et al.*, 2011, Broes *et al.*, 2017) ou à certains types de structures (par exemple Langohr, 1992 et 2009 ; Langohr et Fechner, 1993 ; Fechner, 1993 ; Fechner, 2000 ; Fechner *et al.* 2006 ; Boulen *et al.*, 2012). Pour chacun des traits sélectionnés, les processus de formation sont indiqués et quelques risques de confusions potentiels sont exposés.

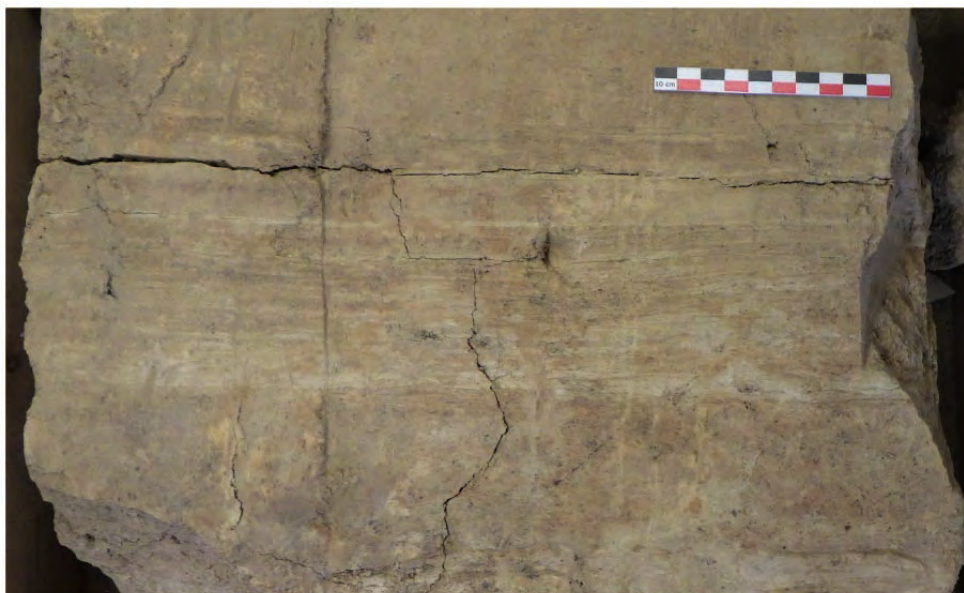
1.2. La liste des treize traits pédologiques

- 10 Les traits décrits dans ce paragraphe sont résumés dans la figure 2.

Trait I. Micro-laminations plus et moins dominées par l'argile, caractéristiques d'une succession de dépôts hydriques

- 11 Il s'agit de rendre compte de la présence de fins lits superposés de texture alternante, généralement horizontaux (fig. 8-9) ou proche de l'horizontalité (Langohr, 1990, 1992 et 2000 ; Fechner *et al.*, 2004). On observe un grano-classement des lamines qui se confirme, le cas échéant, en lame ou lors d'analyses granulométriques. Ils peuvent aussi être repris dans des fragments en position secondaire, remblayés ou effondrés. Il peut être intéressant de quantifier au moins grossièrement le nombre de lits et la domination plus ou moins forte des lits de texture plus fine (fig. 9), voire fort plastique (par exemple « présence d'un lit de 2 cm d'argile au sommet de l'unité ») et plus grossiers (par exemple « pourcentage 50 % de lits plutôt sableux et de 50 % de lits plutôt limoneux »).
- 12 Il y a plusieurs risques de confusions, mais à la morphologie un peu différente ; les dépôts dus non à l'eau, mais au vent, les bandes de migration d'argile (fig. 10) et/ou d'humus, les anciennes couches de matière organique incomplètement décomposées (voir trait VI) ou, enfin, les strates mises en place par les remblaiements anthropiques, lorsqu'elles sont fines et homogènes. Dans l'ordre, les dépôts éoliens sont observés essentiellement en milieu sableux des sites homogènes, avec de fines lamines peu contrastées. Les bandes de migration se caractérisent par un sommet qui est toujours à la fois abrupt et ondulant, alors que la limite inférieure sera plus graduelle (fig. 10). Si cette migration comprend de la matière organique elle est de couleur sombre, indiquant la présence d'humus. Enfin, les strates d'effondrements ou de remblaiement changent d'épaisseur et/ou comportent par endroits des inclusions aux contours abrupts, caractéristiques des apports rapides (voir trait IX).

Figure 8



Micro-laminations constituées ici d'une alternance de fins lits limoneux plus clairs et de fins lits un peu plus riches en argile, plus sombres, dans le fond du fossé d'enceinte laténien n° II de l'habitat de Brugelette « Bois d'Attre » (prov. de Hainaut, Belgique). Seuls certains lits, sans doute plus argileux, sont soulignés par une fissure.

Photo : F. Broes ; d'après Fechner 2000, ; Livingstone *et al.* 1995.

Figure 9



Micro-laminations limoneuses passant progressivement à des dépôts de décantation, faits uniquement d'argile homogène micro-laminée, plus sombre. On est situé dans le comblement d'un large et profond chemin creux ancien (non daté) à Ghislenghien « Ferme du Moulin ».
D'après Collet *et al.*, 2017.

Figure 10



Confusion possible : des bandes de migrations dans le comblement inférieur du fosse du Néolithique ancien en aval (n° 130) de l'habitat de Remicourt « En Bia Flo » 2 (prov. de Liège, Belgique). À noter le sommet localement très ondulant voire irrégulier, mais toujours abrupt de ces bandes.

Photo : K. Fechner.

Figure 11



Glissement de terrain en forme de marches d'escalier, ayant causé l'effondrement d'une partie du château médiéval de Laarne (Flandre orientale, Belgique), dont on aperçoit une fondation en bordure droite

Photo. et comm. pers. : R. Langohr.

Trait II. Agencement des couches en marches, caractéristique d'un glissement de terrain

- 13 Ce type de phénomène de perturbation non-biologique est actif au sein du matériau ou du sol, et non à sa surface. Le processus implique un sédiment poreux et saturé en eau. Il s'agit d'un déplacement différentiel des parties adjacentes du sous-sol (fig. 11). Un tel phénomène peut parfois expliquer l'abandon ou la nécessité de restauration d'une construction (résumé dans Fechner *et al.* 2004, fig. 2, nota bene, avec une légende placée erronément en fig. 3 par les éditeurs, corrigée dans la version électronique). Une confusion possible serait l'effet d'un phénomène de tectonique géologique.

Trait III. Remplissage en bloc préservant la séquence naturelle du sol encaissant, longeant la paroi interne de la structure en creux, caractéristique d'un effondrement de paroi

- 14 Il est reconnaissable au fait que le sol en place adjacent à la paroi a été déplacé plus bas dans la structure archéologique en creux. L'étude de la distribution relative de ces dépôts montre une association avec les parois. La morphologie des dépôts au sein des blocs rappelle celle du sol adjacent.
- 15 La reconnaissance aide à la reconstitution de la forme et largeur originelles de la structure en creux (Langohr 1990 et 2000 ; Fechner et Langohr 1995 ; Kuper *et al.*, 1974 ; Boelicke *et al.*, 1976 ; Jewell et Dimbleby, 1977 ; Coles, 1979 ; Leroyer et Krier, 1991 ; Bell *et al.*, 1996). L'absence d'effondrement est aussi un indice utile (Fechner, 2000 ; Fechner et Langohr, 1993 ; résumé dans Fechner *et al.*, 2004, fig. 3, nota bene avec une légende

erronée, corrigée dans la version électronique). Les processus impliqués sont avant tout les gels de parois ou, plus rarement, seulement un effet de la gravité. Une confusion éventuelle pourrait être celle avec un rejet anthropique en bloc de sédiment.

Trait IV. Concavité marquée du comblement, caractéristique d'une subsidence par maturation naturelle (fig. 12-13)

- 16 Ce trait traduit une perte irréversible de l'eau du sol, en général dans une couche originelle meuble et saturée d'eau qui perd graduellement une part de sa porosité à la suite d'une alternance sec-mouillé ou humide-mouillé ou gel-dégel. Ce processus post-dépositionnel peut se développer sur une longue durée ; il s'observe fréquemment dans les puits et les fosses profondes. Son sédiment meuble est souvent lié à un remplissage anthropique rapide (Collet et Van Neer, 2000 ; Fechner, 1992 ; résumé dans Fechner *et al.*, 2004, fig. 4). Une des confusions possibles serait un effet délibéré de compaction par l'homme.

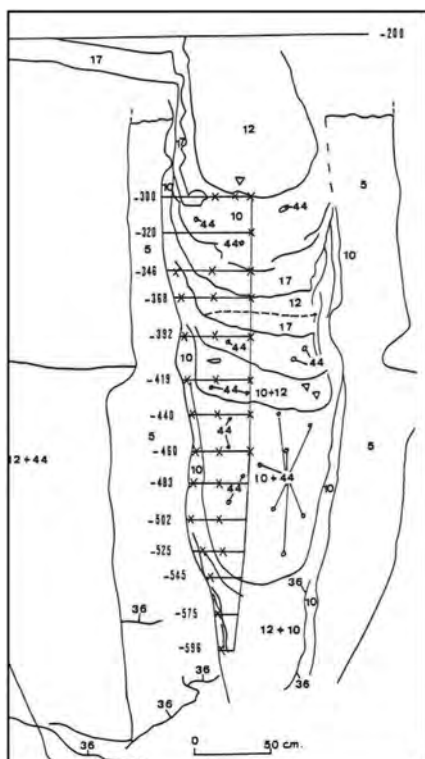
Figure 12



Fosse gallo-romaine comblée par des strates épaisses qui ont subi une subsidence, habitat de Kruishoutem « Kapellekouter ». À noter l'accrochage de restes de couches sombres le long des parois, à la hauteur où elles se trouvaient avant subsidence.

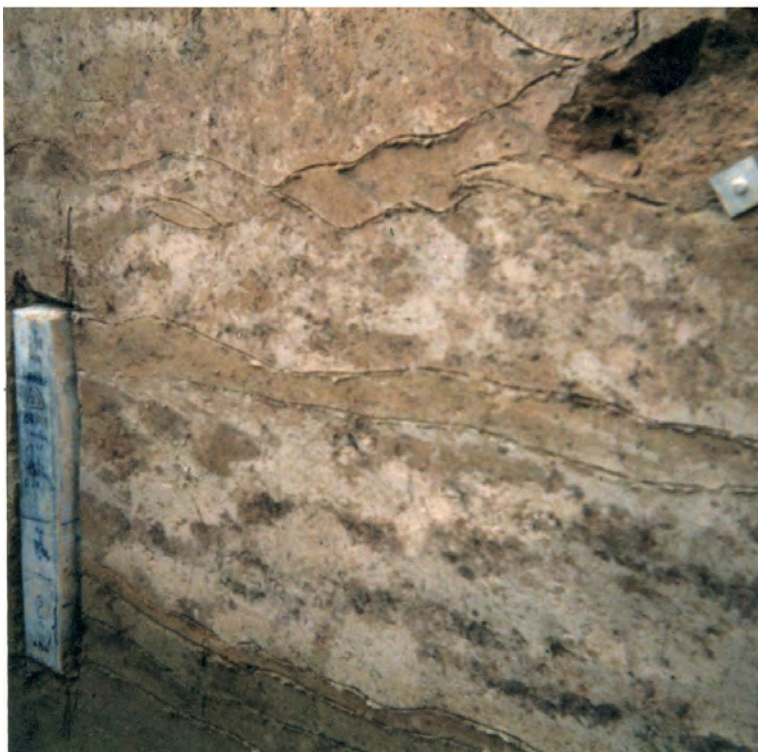
Prov. de Flandre occidentale, Belgique. Photo : K. Fechner ; d'après Fechner 1992 : fosse F4.

Figure 13. Relevé en coupe schématisée du comblement d'un puits alto-médiéval ayant subi une forte subsidence, au sein de la motte de Werken « Hoge Andjoen »



Prov. de Flandre occidentale, Belgique. Dessin : K. Fechner ; d'après Fechner 1992.

Figure 14



Remplissage inférieur en fragments en forme de lentilles d'une des grandes fosses polylobées de l'âge du Fer d'Hélécine « Chapeauveau ». Les couches rejetées massivement sont surtout beiges ou brun foncé, correspondant aux horizons moins riches en argile au sommet du sol encaissant traversé par le creusement

Prov. de Liège, Belgique, photo : K. Fechner. D'après Fechner K. 1999 ; Goffioul *et al.* 2000 ; l'échelle est donnée par la boîte de prélèvement de 30 cm.

Figure 15



Confusion possible : une décoloration locale sous forme de taches à bord abrupte et multilobée pourrait être confondue avec des rejets de fragments plus jaunes, mais en est différencié par son contour ondulant. La couche humifère, sombre, y est décolorée par l'action des micro-organismes. Saint-Just-en-Chaussée "Les Rossignols", fossé d'enclos laténien F5, Oise, France ; photo : K. Fechner.

Trait V. Taux de décomposition des artefacts et écofacts minéraux (os, terres cuites, pierres,...), plus ou moins bien conservés

- 17 Les processus impliqués sont l'altération acide, la fissuration par des sels, par l'alternance sec-mouillé. Le degré d'altération est tributaire de la durée et de l'intensité d'un ou plusieurs de ces processus et révèle des contextes environnementaux particuliers à certaines structures (Collet *et al.*, 2017 : site de Ghoy ; Fechner et Kleiner 1997 ; Gillet *et al.* 2009 ; voir aussi résumé dans Fechner *et al.*, 2004).
- 18 Une confusion possible pourrait être un effet semblable dû à une fragmentation intentionnelle ou un piétinement par l'Homme ou les animaux.

Trait VI. Taux de décomposition des artefacts et écofacts organiques, prise en compte de la profondeur des premières traces de restes organiques mal et bien conservés

- 19 Ce processus implique la présence en limite supérieure de la nappe phréatique battante ou environnement chimique qui empêche la décomposition finale par les bactéries aérobies.
- 20 Une bonne conservation indique que la nappe phréatique n'est pas descendue en dessous de ce niveau depuis la formation de la plante ou la mise en place du matériau organique. La conservation moyenne indique la présence d'une nappe fluctuante périodique (Heidinga, 1986 ; Willerding, 1970). Des environnements chimiques de

conservation plus localisés sont situés au contact avec des objets en fer ou avec de la suie et/ou aux endroits de substitutions partielles par de l'argile (par exemple Fechner *et al.*, 2002 ; 2003 ; Doutrelepont *et al.*, 2012 ; résumé dans Fechner *et al.* 2004).

- 21 Pour des traces noirâtres, les risques de confusion possible sont notamment les charbons de bois, le manganèse, la pyrite, les bandes d'illuviation de matière organique, la contamination par des plantes récentes, des racines ou d'autres restes organiques provenant de plus haut, la mélanisation par le feu (voir trait XI). Un simple test, évoqué plus loin, contribue à éviter ces confusions.

Trait VII. Remplissage constitué majoritairement de fragments bien délimités, typique d'un remplissage rapide

- 22 Il s'agit d'un des traits liés à la présence d'un contexte très anthropisé. Ces fragments doivent être observés régulièrement dans une couche pour être significatifs (fig. 14). Le processus impliqué est un comblement par l'homme. Les confusions les plus fréquentes sont celles avec un effondrement d'une ou plusieurs parois ou le comblement d'une biogalerie ou d'un chablis. On peut aussi évoquer les tâches dues à la décomposition de l'humus par des micro-organismes, à la morphologie un peu différente (fig. 15).

Trait VIII. Trace d'enfoncement caractéristique d'un passage, notamment d'un piétinement, d'un coup de gaffe pour pousser une embarcation (fig. 16) ou d'une ornière (fig. 17)

- 23 On distingue les phénomènes de petite taille et qui maintiennent la forme originelle de la trace (par exemple piétinement à sec ou *trampling*) des formes plus grandes, déformées et mélangées (par exemple enfoncement ou *puddling*). Pour le *trampling*, une confusion est notamment possible avec une petite biogalerie, coup de bêche, de houe, sillon d'araire (si allongé). Les processus impliqués par le *trampling* sont un sol humide sans être saturé en eau.
- 24 Pour le *puddling* les confusions possibles sont, entre autres, une biogalerie, la partie inférieure d'une souche d'arbre ou d'un sillon de charrue, l'enfoncement d'une grosse branche (Fechner, 2018), la cryoturbation. Les processus impliqués par le *puddling* sont, eux, un sol saturé en eau et meuble.
- 25 Des zones et leur extension telles qu'une étable, un abreuvoir ou un seuil, ainsi qu'une route ou un chemin, avec ou sans ornières, peuvent être reconstituées (résumé dans Fechner *et al.* 2004, fig. 7 ; voir aussi par exemple Gebhardt et Langohr, 2015). Au niveau affecté par ces traits, la présence d'une ancienne surface est confirmée, par exemple, au sein d'une levée de terre, d'une grande fosse ou d'un grand fossé, matérialisant un arrêt dans les apports et un lieu privilégié d'échantillonnage et d'étude de l'environnement.

Trait IX. Accumulation plus ou moins concentrée de fer et de manganèse liée à l'oxydoréduction

- 26 L'accumulation du fer et/ou du manganèse est associée à une décoloration (un lessivage au sens large du terme) qui implique le déplacement de ces éléments, souvent intervenus dans un passé plus ou moins lointain. On retrouve les éléments déplacés à la limite de la zone décolorée (fig. 16-18), à moins que cette limite ne soit en dehors du champ observable (par exemple de la coupe). Les processus impliqués sont un manque

d'oxygène (par saturation en eau ou compaction), suffisant pour atteindre le potentiel de réduction du fer et/ou du manganèse (ce potentiel étant dépendant du pH), et la présence concomitante d'humus qui engendre l'activité des micro-organismes du sol. On doit distinguer cette décoloration du phénomène de réduction actif (saturation du sédiment en eau). Dans ce dernier processus, le sol redevient brunâtre au contact prolongé avec l'air car il contient toujours ces éléments.

- 27 La variabilité temporelle et la distribution relative doivent être prises en compte pour reconstituer la séquence des événements pédologiques et environnementaux d'une structure archéologique dont l'interprétation peut être liée à ce phénomène (par exemple Wesemann, 1991 ; Fechner *et al.*, 2006). Le lessivage associé à une structure peut parfois aller de pair avec une compaction (trait VIII), confirmant ou précisant la présence d'une ornière (fig. 2 et 15) ou d'un trou d'un poteau à forte charge (par exemple Fechner, 2012 ; résumé dans Fechner *et al.*, 2004, fig. 5-6).

Figure 16



De haut en bas : dépôt d'argile gris foncé homogène, sur grandes poches d'enfoncement aux strates obliques d'argile sombre et de limon clair (coup de gaffe d'une embarcation ou piétinement dans un sédiment gorgé d'eau), le tout au sein d'un dépôt décoloré (perte de fer et de manganèse), lui-même souligné d'une croûte (accumulation durcie) de fer. Il s'agit du comblement dessous d'un très large fossé de datation romaine probable, interprétée comme canal ou une autre structure en eau (Waremmes « Costale », prov. de Liège, Belgique).

Photo : K. Fechner ; d'après Fechner & Laurent 1997 ; Bosquet & Fock 1997.

Figure 17. Ornière au sein des dépôts médiévaux et modernes du site de Bruxelles « Rue du Midi » (Belgique)



À noter le décalage entre son fond et l'accumulation de fer sous-jacente, dû à la compression et décoloration du matériau situé entre les deux. L'échelle est donnée par une truelle d'env. 15 cm.

Photo : K. Fechner ; d'après Fechner 2001.

Figure 18. Décoloration (perte de fer et de manganèse) sur une croûte (accumulation durcie) de fer sur une précipitation (non-durcie) de manganèse. Le tout est situé dans le sol naturel, en-dessous d'une grande fosse du néolithique ancien interprétée comme mare (Verlaine « Harduémont », prov. de Liège, Belgique)



Échelle : env. 30 cm sur 20 cm.

Photo : K. Fechner ; Fechner *et al.* 2006.

Trait X. Rubéfaction *in situ* par le feu

- 28 Les traces liées au feu sont dues à des processus physico-chimiques particuliers. Ces traces archéologiques assez classiques, sont pourtant rarement précisées en matière de traits plus spécifiques, ni suffisamment calibrées par des analyses ou lames minces pour être bien distinguées entre elles (Fechner *et al.*, 2002). La rubéfaction et la mélanisation (ci-dessous) correspondent à une coloration par le feu intervenue à l'endroit de l'observation (fig. 19, voir aussi les résumés dans Fechner *et al.*, 2004, fig. 8 et tab. 8) ; elles ne sont pas toujours dues à l'activité humaine. Une continuité et une gradation de la coloration sont observées au sein de la surface brûlée. La rubéfaction implique une coloration plus rougeâtre que le sol encaissant adjacent non-transformé. Le manque de coloration au contact du feu peut, dans certains cas, être dû au manque de contact direct avec les braises (protection par le combustible non-transformé,...), à une cuisson à l'étouffée ou encore à l'absence de fer dans le sol affecté par le feu (par exemple Louwagie et Langohr, 2005). Une consolidation (durcissement), voire une vitrification (fort durcissement et cimentation, présence de bulles) peuvent parfois intervenir.
- 29 En ce qui concerne la consolidation par le feu, il s'agit de ne pas la confondre avec une compaction préliminaire à la cuisson du sédiment. Ici, le processus impliqué est la déshydratation du sédiment. Parmi les risques de confusion pour la rubéfaction, on mentionnera les fortes concentrations de fer (trait IX) ou la rubéfaction préliminaire du sol, notamment en cas de sols antérieurement tropicaux. Une simple détermination des couleurs contribue à éviter ce risque.

- 30 Pour la vitrification, on signalera la confusion possible avec des scories issues d'une activité métallurgique ou de production de verre. Le processus implique la fusion des minéraux lorsqu'ils atteignent leur point de fusion, en présence éventuelle de fondants qui abaissent ce point.

Trait XI. Mélanisation (noircissement, brunification, verdissement ou bleuissement) *in situ* par le feu

- 31 La mélanisation implique une coloration plus noirâtre, plus brunâtre, plus verdâtre ou plus bleutée (fig. 20) que le sol encaissant adjacent non-transformé. La couleur et le processus de la mélanisation ont été expliqués par Canti et Linford (2000) et sont surtout révélés ou confirmé en lame mince (par exemple Fechner *et al.*, 2002 et 2003).
- 32 Pour la mélanisation, une confusion de diagnostic de terrain serait la présence de divers constituants de sol sombres, verdâtres ou bleutés, d'un dépôt ou d'une migration noirâtre (voir aussi trait VI). Un simple test évoqué plus loin et une simple détermination des couleurs contribuent à éviter ces confusions.

Trait XII. Présence de divers types de dépôts *in situ*, issus de l'action du feu.

- 33 Il s'agit de dépôts formés pendant la combustion, en position primaire. Le résultat peut être plus ou moins important en volume. Les cendres et/ou charbons de bois produits forment un dépôt le plus souvent homogène (fig. 21 : base de structure) où les éléments peuvent varier de taille (résumés dans Fechner *et al.*, 2004, tab. 9) et avoir des sources variées (par exemple Broes *et al.*, 2017 : fosse sur le site de Sauchy-Lestree). Un simple test évoqué plus loin et une simple détermination des couleurs contribuent à la bonne caractérisation de ces dépôts et évitent les confusions.

Figure 19. Échantillon de la rubéfaction par le feu intervenue sur le fond du foyer en fosse n° 2 de Mainvault « Embise », rehaussé ensuite pour former un four à sole aménagée



Bas Moyen Âge, prov. de Hainaut, Belgique ; à noter le dégradé de la coloration observé en s'éloignant de la surface ayant subi le feu (en haut).

Photo : F. Broes ; d'après Fechner *et al.* 2002.

Figure 20. Sommet du sol en place au décapage du fond du foyer à plat expérimental n° 1 de Spiennes



Cuisson au bleu durcie, au jaune verdâtre, durcie, et au rouge, non durcie, tous sans traces de vitrification. On note à la fois la superposition et la juxtaposition de ces phénomènes, en partant de la surface et du centre de la structure, les plus impactés par la cuisson.

Photo : K. Fechner ; d'après Fechner et al. 2002.

Figure 21. Couche de fond de charbon de bois continue et homogène, résidu d'une combustion, en dessous de rejets de charbons de bois et de terre brûlée, hétérogènes et discontinus



Diest, prov. du Brabant flamand, Belgique, photo. et comm. pers. : Dr. R. Langohr.

Figure 22. Élément rubéfié en forme de colombine au sein du remplissage de fosse n° 92 du Néolithique ancien



Alleur « Domaine militaire », prov. de Liège, Belgique.
Photo : K. Fechner ; cf. Fechner *et al.*, 2002 ; 2003.

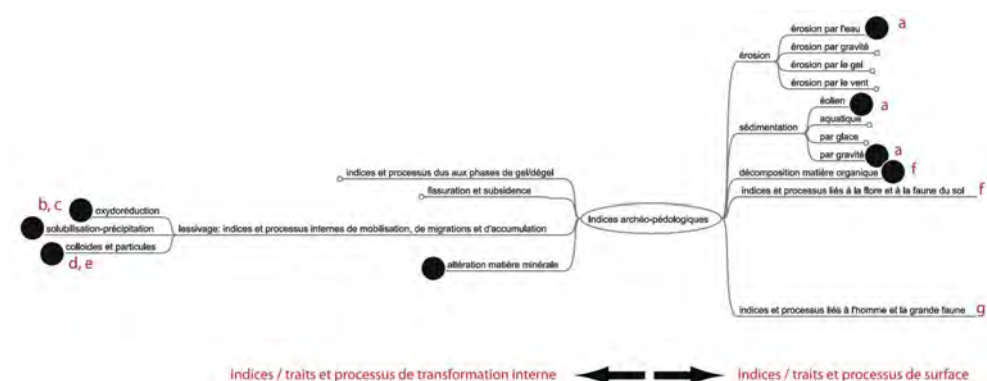
Trait XIII. Présence de divers dépôts en position secondaire, issus de l'action du feu

- 34 Il s'agit de dépôts issus de la combustion, puis déplacés (fig. 21 : comblement de structure ; voir aussi le résumé dans Fechner *et al.*, 2004, tab. 9). Sont concernés : des rejets d'éléments ayant les traits X, XI et XII. Ici aussi, un simple test évoqué plus loin et une simple détermination des couleurs contribuent à la bonne caractérisation des dépôts et évitent les confusions. Pour certains éléments de terre brûlés, la forme et la coloration peuvent être utiles à préciser, par comparaison avec les parois ou fond ou superstructure de structures de combustion au fonctionnement connu (fig. 22).

1.3. Les autres traits pédologiques

- 35 Un « quatorzième trait » ou « joker » correspond aux autres traits et observations pédologiques sur le terrain qui ne sauraient être associés à l'un des treize précédents. Ils sont pour la plupart sujets à de forts risques de description erronée, à éviter. Trois exemples peuvent être mentionnés : une grosse épaisseur de sédiment homogène, des taches ou lignes de couleur verdâtre, des taches ou lignes de couleur plus claires que les autres unités (blanchâtres, gris clair, beiges etc.). Tous trois peuvent être rattachés à une multitude de processus et traits pédologiques (fig. 23-24). Il est donc préférable de noter la présence d'une anomalie en tant que « joker », mais d'appeler un pédologue avant de l'attribuer à un trait précis. C'est ce que montre, pour le dernier de ces exemples, l'article traitant des processus divers de « lessivages » et de décolorations en milieu archéologique (Fechner *et al.*, 2015). Les traces claires se retrouvent à elles seules dans 10 catégories de processus (fig. 23-24) sur les 17 dont fait état l'inventaire complet des traits et processus pédologiques rencontrés par les auteurs à ce stade dans les structures archéologiques du nord-ouest de l'Europe continentale³.

Figure 23. Arborescence simplifiée des processus et indices pédologiques utilisés sur les sites holocènes des régions concernées



Un seul indice de base peut être présent dans plusieurs grandes catégories : ici les traits correspondant à des horizons / taches / lignes / couches gris clair / blanchâtres / beiges (c'est-à-dire plus claires que le matériau encaissant). Ils sont représentés par les boules noires. Légende : a- érosion et tri par impact des gouttes de pluies (splash) ; b- perte de fer et/ou de manganèse ; c- perte de phosphore ; d- perte d'argile ; e- perte d'humus ; f- activité de décomposition d'humus par les micro-organismes ; g- mélanisation (couleur gris clair) et vitrification par le feu, dépôt de cendres...

Dessin : F. Broes & K. Fechner ; d'après Fechner *et al.* 2015.

Figure 24. Détail d'une partie de l'arborescence de fig. 23

Indice de base observé sur le terrain (coupe ou plan) ou sur l'échantillon	Exemples de tels indices: quelques-uns des 10 types de taches / fines couches / horizons plus clairs que le matériau encaissant, donc gris clair/ blanchâtres / beiges (boules noires de fig. 23)		
Expertise / détermination via analyse de laboratoire / microscopie	Splash/ lamination sableuse/ limoneuse= a	Associé à perte de fer= b / de phosphore= c / d'argile= d / d'humus= e et f	Durci, gris clair, riche en bulles
Processus impliqué(s)	Erosion/ sédimentation	Lessivages au sens large= a-f / décomposition par micro-organismes= f	Feu avec vitrification = g
Environnement lié à ces processus	Divers environnements / activités humaines bien déterminé(e)s		

En partant d'un même descriptif (par exemple taches / fines couches/horizons plus clairs), on aboutit à des types de processus très différents et en finale à la définition d'environnements naturels ou anthropiques variés. Légende : a-g : voir fig. 23.

Dessin : K. Fechner ; d'après Fechner *et al.*, 2015.

2. La démarche de terrain

- 36 L'identification de traits pédologiques peut parfois nécessiter de mettre au point une méthodologie sur le terrain, en déterminant la texture, la nature chimique et la couleur des matériaux sédimentaires.

2.1. Quand et comment envisager une description sommaire des textures ?

- 37 Nous constatons régulièrement la difficulté de décrire correctement la texture (ou granulométrie sommaire) des unités, pourtant souvent assez détaillée sur les relevés de coupes. Or, cela peut conduire à certaines erreurs de compréhension de ces descriptions, notamment en matière de corrélation entre coupes et structures décrites par différentes personnes sur un même site. Il est suggéré de faire appel à des tests simples de reconnaissance digitale, proposés dans divers manuels (par exemple Touyre, 2001, p. 40-42 ; Baize et Jabiol, 1995, p. 109-116) : par exemple la plasticité caractéristique d'une domination de l'argile, révélée par la possibilité de créer un anneau ou un torque avec le sédiment humidifié (pas trempé) et malaxé, la douceur au doigt révélatrice d'une dominante limoneuse, la rugosité révélatrice d'une domination des sables ou juste d'une présence plus ponctuelle de grains de sable. Ces derniers sont les seuls à être individualisés par l'œil (plus de 0,05 mm), tout comme, évidemment, les graviers (plus de 2 mm) et les cailloux (plus de 2 cm).

2.2. Quand et comment envisager une description des couleurs ?

- 38 La couleur permet parfois certaines corrélations stratigraphiques entre diverses coupes et de reconnaître des traits liés à l'hydromorphie, à l'humification, à la combustion

(rubéfaction, noircissement ou mélanisation), ou à d'autres formes de transformation pédogénétique (brunification, illuviation, humification). Pour la majorité de ces traits, il suffit de comparer à l'œil la couleur en prenant un bout de sédiment et en le comparant directement, par juxtaposition, dans des conditions semblables d'humidité du sédiment, avec celle d'une autre unité. Cela évite notamment de donner une dénomination générale identique de couleur à deux unités de couleur très différente, comme souvent constaté. On pourra aussi éviter des termes particulièrement flous dans les descriptions générales de couleur, tel que « gris », en distinguant, par exemple, entre unités « gris claire » (le plus souvent non organique) et « grise foncée » (potentiellement organique).

- 39 Pour certains de ces traits seulement, une description plus détaillée des couleurs à l'aide d'un code de couleur peut s'avérer un outil précieux de distinction entre traits (traits IX par rapport à X ou XI) ou du même trait d'une structure à l'autre (traits VI, X et XI). Pour une telle systématisation, les utilisateurs font appel à un code de couleurs des sols unique et internationalement reconnu (par exemple code de Cailleux : Cailleux, s. d. ; ou code de *Munsell*, par exemple Oyama et Takehara, 1967). Une attention sera apportée alors portée à la comparaison des échantillons humides ou humidifiés, et non secs ni trempés.

2.3. Quand et comment envisager un premier test chimique de terrain ?

- 40 Les géo-archéologues de terrain sont parfois munis de produits chimiques fortement dilués⁴ qui permettent de donner une caractérisation un peu plus poussée au sédiment. En cas de tache ou ligne noirâtre, on peut ainsi envisager de contrôler la réaction à l'eau oxygénée diluée, afin de montrer qu'il s'agit d'une tache de manganèse ou de privilégier l'idée, au contraire, qu'il s'agisse de charbon de bois ou de matière organique plus ou moins mal décomposée, voire d'un des nombreux autres traits et éléments noirâtres rencontrés dans le sol (voir traits VI et XI).
- 41 Un autre test de même type consiste à appliquer une goutte d'acide chlorhydrique très fortement diluée dans de l'eau sur le sédiment lorsqu'il s'agit de le caractériser comme calcaire, ou au contraire acide à neutre. Cela suffit parfois à expliquer des différences de colorations, ou encore l'absence partielle ou totale d'artefacts ou écofacts dominés par le calcium (ossements, coquilles, pierres calcaires, etc.).
- 42 Enfin, un test chimique à l'aide de trois produits chimiques fortement dilués et de papier-filtre sans phosphore (Eidt, 1984) permet d'attester la présence plus ou moins forte de phosphore, un traceur classique de l'impact de l'homme (par exemple Broes *et al.*, 2012 et 2017). Ce test est plus précis et plus facile à mettre en œuvre dans un lieu à l'abri des impacts climatiques (chaleur, vent, précipitations) et des variations de lumière que sur le terrain. Il ne se substitue pas à des analyses de laboratoire ou en lame mince qui aboutiront, eux, à la compréhension des causes, des intensités et des moments précis de telles différenciations (par exemple mise en évidence d'un déplacement des éléments chimiques depuis leur accumulation).

3. Perspectives de mise en pratique de la proposition : méthodes et formations mises en place

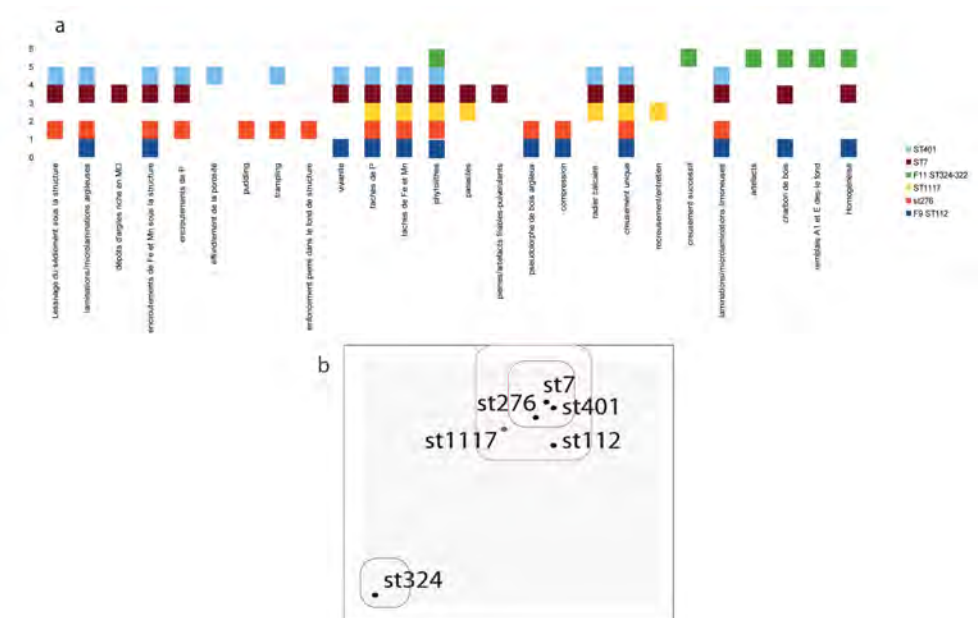
3.1. Quelques méthodes mises en place à des fins de systématisation

- 43 Pour une plus forte systématisation, trois applications seraient à développer davantage. La première est l'application des systèmes d'information géographique de site à l'étude de la distribution des traits pédologiques (traits, catégorie de test de phosphore, couleurs,...), que ce soit en plan (fig. 1) ou au sein de grandes coupes. En second lieu, la mise en œuvre d'un traitement statistique simple des présences et absences de traits pédologiques s'avère utile pour les comparaisons inter-sites (fig. 25). Enfin, les premiers enregistrements sur un ordinateur de terrain, mis en place par C. Tuffery, chargé des techniques et outils de relevé et d'enregistrement à l'Inrap, sont en ce moment menées en faisant appel à la présence des 13 (+1) traits.

3.2. Un manque de formation initiale à combler

- 44 Il est suggéré de multiplier les formations ayant pour objectif la reconnaissance des phénomènes évoqués (formations déjà proposées au sein de l'Inrap). Les personnes formées pourront servir de trait d'union entre le spécialiste délocalisé et l'équipe de fouille, en précisant sur son conseil les modes de prélèvement ou, au contraire, en conseillant d'appeler le spécialiste pour mettre en œuvre celui-ci.
- 45 Si elle est formée, une personne-ressource pourra également exécuter les premières observations et les premiers tests sur ces échantillons en post-fouille (acidité, test de phosphore, nature des taches noires, couleurs y compris de mortiers, de sédiments potentiellement cuits), et en faire l'inventaire sur Excel en vue d'une utilisation dans un SIG de site.
- 46 Le référent local, en liaison avec le spécialiste, pourrait tester quelques échantillons à la base dès la phase de terrain, et veiller à standardiser des données de terrain. Cela permettra d'orienter de façon dynamique la suite de la fouille et d'éviter l'échantillonnage et les dispersions de moyens inutiles.

Figure 25



a. Spectres de traits pédologiques indicatifs des associations environnementales et fonctionnelles dans quelques fosses de grande taille gallo-romaines des Hauts- et d'Ile-de-France (F. Broes).
 b. Rapprochement rationnel entre structures sur base du nombre de traits environnementaux communs (rouge : sous eau, enrichi en P, traces d'animaux ; mauve : humide, enrichi en P ; bleu : extraction) (dessin : F. Broes).

Conclusions

- 47 Le bon enregistrement des traits pédologiques sur le terrain améliore grandement la capacité d'interprétation des équipes de fouille. Il est par contre nécessaire de former un maximum de personnes à l'enregistrement des indices de base, afin de produire des enregistrements normalisés pouvant être exploités de manière unifiée et automatisée. Cela aidera également à l'intégration des documents remis par les spécialistes des sciences de la terre dans les rapports et publications des fouilles, dans un langage enfin partagé.

BIBLIOGRAPHIE

- Baize D., Jabiol B., *Guide pour la description des sols*, Versailles, Quae, 2011.
 Baize D., Duval O., Richard G. (dir.), *Les sols et leurs structures. Observations à différentes échelles*, Versailles, Quae, 2013, 264 p.
 Becu B., Fechner K., *Rapport pédologique et sédimentologique de la coupe 1 de la chaussée romaine de Waudrez (Binche)*, 2001, 32 p.

Bell M., Fowler P.J., Hillson S.W.(dir.), *The Experimental Earthwork Project 1960-1992*, York, University of York, 1996.

Boelicke U., Kuper R., Loehr H., Lüning J., Schwellnus W., Stehli P., Zimmermann A., « Untersuchungen zur neolithischen Besiedlung der Aldenhovener Platte », VI. *Bonner Jahrbücher*, 176, 1976.

Bosquet D., Fock H., « Waremme : fossés et structures d'époques diverses au lieu-dit "La Côtale" », *Chronique de l'archéologie wallonne*, 4-5, 1997, p. 131-34.

Boulen M., Créteur Y., Fechner K., Loicq S., Zech-Matterne V., avec la collaboration de E. Bonnaire, D. Bossut, V. Clavel, O. Decocq, F. Deligne, R. Peuchot, J.-L. Slachmuylder, F. Toulemonde, « Environnement et exploitation des sols autour des sites protohistoriques champenois. Première confrontation des résultats archéobotaniques, malacologiques et pédologiques », dans M. Schönfelder, S. Sievers (dir.), *L'âge du Fer entre la Champagne et la vallée du Rhin. Die Eisenzeit zwischen Champagne und Rheintal. 34^e colloque international de l'AFEAF d'Aschaffenburg*, Römisch-Germanisches Zentralmuseum Mainz, Tagungen. Band 14, Mainz, Verlag des Römisch-Germanisches Zentralmuseum, 2012, p. 41-76.

Breuning-Madsen H., Holst M. K., Rasmussen M. , « The Chemical Environment in a Burial Mound Shortly after Construction—An Archaeological—pedological Experiment », *Journal of Archaeological Science*, 28/7, p. 691-699. DOI : 10.1006/jasc.1999.0570.

Broes F., *Rapport d'étude pédologique du site de Willerval*, Inrap, 2016.

Broes F., Fechner K., *Rapport des interventions pédologiques 2016 et 2018 sur le complexe funéraire thrace de Sbornovo (Svestari, Bulgarie)*, Villeneuve d'Ascq/Genève, INRAP/ Université de Genève, en préparation.

Broes F., Clavel V., De Clercq W., Fechner K., Rouppert V., Vanmoerkerke J., avec la collaboration de C. Cammas, Y. Créteur, P. Gambier, G. Hulin, I. Praud, P. Verdin et V. Zech-Matterne, « À la recherche des espaces de stabulations. Étude pluridisciplinaire d'habitats de cas des périodes néolithique à médiévale dans le nord de la France, application du SIG », *Archéopages*, 35, p. 6-16. DOI : 10.4000/archeopages.257.

Broes F., Fechner K., Clavel V., « Unités architecturales interprétées à l'aide des sciences du sol dans le Nord de la France : résultats et tendances pour l'époque romaine », *Aquitania*, supplément 38, p. 69-96.

Cailleux A., *Code des couleurs des sols*, Boubée, s.d., 15 p.

Canti M., Linford N., « The Effects of Fire on Archaeological Soils and Sediments: Temperature and Colour Relationships », *Proceedings of the Prehistoric Society*, 66, p. 385-95. DOI: 10.1017/S0079497X00001869.

Coles J., *Experimental Archaeology*, Londres/New York, Academic Press, 1979.

Collet H., Van Neer W., « Stratigraphie et faune d'un puits d'extraction néolithique à Petit-Spiennes », *Anthropologica et praehistorica*, 113, p. 73-104.

Collet H., Fechner K., Gillet E., Henton A., Laurent C., Martin B., Mathieu S., Van Assche M., « "Par monts et par vaux". Suivi archéologique de la pose d'un gazoduc entre Flobecq et Quévy (Ht) » *Vie Archéologique. Bulletin de la Fédération des Archéologues de Wallonie et de Bruxelles*, 2017, p. 5-140.

Deramaix I. (dir.), *Binche, Waudrez. Chaussée romaine, constructions riveraines et nécropole : rapport de fouilles menées lors d'aménagements modernes*, Namur, Ministère de la Région wallonne/Direction générale de l'aménagement du territoire et du logement. Division du patrimoine, 2006, 147 p.

Desachy B., « De la formalisation du traitement des données stratigraphiques en archéologie de terrain », thèse de doctorat en archéologie, soutenue en 2008 à l'université Paris 1 Panthéon-Sorbonne.

Devos Y., Fechner K., Mikkelsen J. H., « The Application of Phosphorus Cartography to Archaeological Structures: The Development of a Protocol », dans K. Fechner, Y. Devos, M. Leopold, J. Völkel (dir.), *Archaeology, Soil and Life Sciences Applied to Enclosures and Fields.*, vol. 2222, 2011, p. 9-28.

Doutrelepont H., Fechner K., Vrielynck O., Vandromme P., « Taphonomie des matières organiques dans les tombes mérovingiennes de Moyenne Belgique et du nord de la France : phénomènes pédologiques et études botaniques associées : observations préliminaires » dans F. Carré, F. Henrion (dir.), *Le bois dans l'architecture et l'aménagement de la tombe : quelles approches ?*, Saint-Germain-en-Laye, Association française d'archéologie mérovingienne, 2012 (Mémoires publiés par l'Association française d'Archéologie mérovingienne, XXIII), p. 75-90.

Eidt R. C., « Methodology of Phosphate Analysis: Field Application », dans R. C. Eidt, *Advances in abandoned settlement analyses. Application to Prehistoric Anthrosols in Colombia, S. America*. Milwaukee, University of Wisconsin Milwaukee, 1984, p. 33-39.

Fechner K., *Soil Characteristics Due to Water in Archaeological Contexts in the Sandy to Sandy Loam Regions of Northern Belgium*, mémoire remis pour l'obtention du diplôme de licence en Science du sol, Gand, université de Gand, 1992, 182 p.

Fechner K., « Étude pédologique d'une fosse d'extraction adjacente au tumulus romain d'Avernas-le-Baudouin (Hannut) », *Bulletin des musées royaux d'art et d'histoire*, 64, 1993, p. 259-270.

Fechner K., « Hélecine et Orp-Jauche/Orp-le-Grand. La contribution de la pédologie à l'interprétation des fosses et des fossés de l'Age du Fer aux lieux-dits "Chapeaveau" et "Le Tierceau" », *Chronique de l'Archéologie wallonne*, 7, 1999, p. 6-8.

Fechner K., « Comparaison des histoires pédo-sédimentaires des fossés protohistoriques étudiés en Belgique et dans le Nord de la France », *Revue archéologique de Picardie*, 1-2, p. 23-56.

Fechner K., « Étude pédologique, dans I. Nachtergaele, Découverte de la Tour des Carmes, rue du Midi (1994) », *Archéologie à Bruxelles/Archéologie in Brussel*, 4, p. 93-104.

Fechner K., « Annexe 8. Description des indices pédologiques liés aux poteaux (annexes au chapitre 6. Paléoenvironnement) », dans A. Livingstone-Smith (dir.), *Habitats du Néolithique ancien en Hainaut occidental (Ath et Boleil, Belgique) : Ormeignies « Le Pilon » et Aubechies « Coron Maton »*, Namur, Institut du patrimoine wallon, 2012, p. 260-262.

Fechner K., Kleiner F., « The Combination of SEM, Microchemical, Micromorphological and Other Analyses for Interpreting Archaeological Sites in Wallonia and Brussels (Belgium) », *Bulletin of the Archaeological Micromorphology Working Group 1: Round Table III: phosphates*, 1997.

Fechner K., Langohr R., « De grachtvulling op de Alfsberg te Kontich. Bodemkundige gegevens en interpretatie », *Archaeologie in Vlaanderen*, 3, p. 85-90.

Fechner K., Laurent C., « Waremme : premiers résultats pédologiques et micro-archéologiques du sondage dans le fond de vallée du Geer », *Chronique de l'Archéologie wallonne*, 4-5, p. 129-31.

Fechner K., Marchal J.-P., Degryse H., Doutrelepont H., Vrydaghs L., « Bilan d'une étude pédologique et micromorphologique approfondie : le site rubané d'Alleur "Domaine militaire" (campagne de fouille 1998) », *Notae Praehistoricae* 23, p. 109-123.

Fechner K., Bosquet D., Blancquaert G., en collaboration avec H. Fock, R. Langohr, J.-L. Slachmuylder, L. Vrydaghs et H. Doutrelepont, « Indices pédologiques liés au (re)creusement et à

l'utilisation des fosses : les cas exemplaires de Remicourt (Néolithique ancien, Wallonie, Belgique) et Dourges (La Tène, Pas-de-Calais, France) », dans M.-C. Frère-Sautot (dir.), *Des trous... Structures en creux pré- et protohistoriques*, actes du colloque de Dijon et Baume-les-Messieurs, Dremil-Lafage, éditions Mergoïl, 2006, p. 47-74.

Fechner K., Broes F., Clavel V., « Des sols "lessivés". L'évolution différentielle des sols et de l'érosion depuis 3000 ans dans le Nord de la France », dans C. Beck, F. Guizard, J. Heude (dir.), *Sols en mouvement*, actes des rencontres internationales de Liessies de 2014, *Revue du Nord*, hors-série n° 23, p. 41-57.

Fechner K., Becu B., Degryse H., Doutrelepon H., Vrydaghs L., « Indices sédimentaires liés aux structures de combustion en Moyenne Belgique », dans K. Fechner, M. Mesnil (dir.), *Pain, foyers et foyers des temps passés. Archéologie et traditions boulangères des peuples agriculteurs d'Europe et du Proche Orient*, actes de la table ronde internationale des 5 et 6 octobre 1995, *Civilisations*, 49/1-2, p. 311-362.

Fechner K., Langohr R., Devos Y., « Archaeopedological Checklists: Proposal for a Simplified Version for the Routine Archaeological Record in Holocene Rural and Urban Sites of North-Western Europe », dans G. Carver (dir.), *Digging the Dirt. Excavations in a New Millennium*, Oxford, John and Erica Hedges Ltd, 2004, p. 239-256.

Gebhardt A., Langohr R., « L'apport de l'archéopédologie et de la micromorphologie à l'étude de motte médiéval » dans M. Colardelle (dir.), *L'homme et la nature au Moyen Âge*, actes du v^e Congrès international d'archéologie médiévale, Grenoble, Errance, 1995.

Gebhardt A., Langohr R., « Micromorphological study of construction material and living floors in the Medieval motte of Werken (West Flanders, Belgium) », *Geoarcheology: An International Journal*, 14/7, p. 595-620.

Gebhardt A., Langohr R., « Traces de roulage ou de labour ? Le diagnostic micromorphologique », *Archéosciences*, 39, p. 31-38.

Gillet E., Demarez L., Henton A., *Le sanctuaire de Blicquy « ville d'Anderlecht »*, vol. 1, *Campagnes 1944-1996 : les vestiges néolithiques et protohistoriques, le théâtre gallo-romain, le secteur artisanal sud-est*, Namur, Institut du patrimoine wallon, 2009.

Gillet E., *Templeuve-en-Pévèle Rue Grande Campagne. Des tombes privilégiées gallo-romaines installées en bordure d'un axe routier*, rapport d'opération, Glisy, Inrap, 2017, 2 vol.

Goffioul C., Preud'homme D., Fock H., Bosquet D., « Traces d'occupations protohistoriques sur le tronçon oriental du TGV, à Hélécinne (prov. de Brabant) et à Voroux-Goreux (prov. de Liège) : le cas des grandes fosses d'extraction », *Lunula. Archaeologia protohistorica*, VIII, 2000, p. 35-44.

Heidinga H.A., « Toen het wer droog was. Een milieuramp in de 10e eeuw », dans *Verleden land archeologische opgravingen in Nederland*, Maastricht/Bruxelles, Amsterdam Meulenhoff, 1986.

Holst M.K., Breuning-Madsen H., Rasmussen M., « The South Scandinavian barrows with well-reserved oak-log coffins », *Antiquity*, 75, p. 126-136.

Jewell P.A., Dimpleby G.W. (dir.), « The Experimental Earthwork on Overton Down, Wiltshire, England: The First Four Years », dans D. Ingersoll, J. E. Yellen, W. Macdonald (dir.), *Experimental Archaeology*, New York, Columbia University Press, 1977.

Kuper R., Loehr H., Lüning J., Stehli P., « Untersuchungen zur neolithischen Besiedlung der Aldenhovener Platte », *Bonner Jahrbücher*, 174, 1974.

Langohr R., « L'homme et les processus d'érosion des sols limoneux de Belgique et du Nord-ouest de la France » dans *Les Celtes en France du Nord et en Belgique, VI^e-I^{er} siècles av. J.C.*, catalogue d'exposition, Valenciennes, 1990, p. 211-222.

Langohr R., « Soil Characteristics of the Motte of Werken (West Flanders – Belgium) », dans Tauber J. (dir.), *Methoden und Perspektiven der Archäologie des Mittelalters*, Liestal, 1992, p. 209-223.

Langohr R., « Creusement, érosion et comblement des fossés ; l'approche des sciences de la terre », *Revue archéologique de Picardie*, 1-2, p. 57-65.

Langohr R., « Sciences de la terre. Les facteurs de l'environnement et les sols », dans C. Massart, A. Defgnée, R. Langohr, S. 'T Kint, *Le tumulus gallo-romain de Glimes (Incourt). Rapport 2003 des fouilles réalisées en 2002*, Namur, Institut du patrimoine wallon 2009, p. 34-54.

Langohr R., Fechner K., « The Digging and Filling of Iron Age Monument Ditches in Northwest Belgium. The Pedological Approach », *Lunula Archaeologia protohistorica*, 1, 1993, p. 45-50.

Leroy-Langelin E., Collette O., avec la collaboration de H. Duviol, C. Samuelian, « La fouille des enclos circulaires de l'âge du Bronze : une nouvelle approche ? Contribution géopédologique à l'étude des monuments arasés sur substrat limoneux de Lauwin-Planque (Nord) », *Bulletin de la Société préhistorique française*, 108, 127-138.

Leroyer C., Krier V., « Études environnementales des remplissages de fosses : premiers résultats micromorphologiques et palynologiques expérimentaux », dans *Archéologie expérimentale, tome 2, La terre*. Paris, Errance, 1991.

Livingstone-Smith A., Bosquet D., Henton A., Defgnée A., Van Neer W., Deramaix I., Ingels D., Neven S., Dewamme E., « Un site d'habitat protohistorique à Brugelette-Bois d'Attre. Rapport préliminaire sur la fouille du secteur II », *Lunula, Archaeologia Protohistorica* III, 1995, p. 13-25.

Lorin Y. (dir.), *Marœuil, Pas-de-Calais, rue Curie : occupations du Néolithique au Bronze final : rapport de fouilles*, Glisy, Inrap, 2017, 2 vol.

Louwagie G., Langohr R., « Pedo-Lithostratigraphical Analyses », dans P. Crombé (dir.), *The Last Hunter-Gatherers-Fishermen in Sandy Flanders (NW Belgium). The Verrebroek and Doel Excavation Projects*, Gent, Academia Press, 2005.

Oyama M. M., Takehara H., *Revised Standard Soil Color Charts (Munsell code)*, s.l. 1970.

Roudié N. (dir.), *Des occupations médiévales aux marges du village (VII-XVI^e siècles), Léry, (Eure) : rapport de fouilles*, Cesson-Sévigné, Inrap, 2010, 1 vol.

Touyre P., *Le sol, un monde vivant. Formation, faune, flore*, Paris, Delachaux et Niestlé, 2001.

Wesemann M., « Neue Ausgrabungen in Bremen-Gramke », *Archäologie in Deutschland*, 1991/2, p. 48/2-3.

Willerding U., « Anbaufrüchte der Eisenzeit und des frühen Mittelalters, ihre Anbauformen, Standortverhältnisse und Erntemethoden » dans *Untersuchungen zur eisenzeitlichen Flur*, Göttingen, 1970.

NOTES

1. Voir pour cela glossaire des termes proposés sur <http://geoarch.free.fr/spip.php?rubrique7>.
2. Renseignement personnel de Bruno Desachy, université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, remerciements à Olivier Blamangin, Inrap.

3. Comprenant en tout 320 traits, basés sur études des auteurs, excursions scientifiques et recherches de littérature rassemblée dans la pédothèque (bibliothèque de sols) de l'INRAP de Villeneuve d'Ascq.
 4. Ces divers produits nécessitent une infrastructure spécifique pour être préparés et stockés mais plus après préparation (dilués).
-

RÉSUMÉS

Treize traits pédologiques ou unités d'altération sont proposés à des fins de description systématique. Il s'agit de différents types de micro-laminations, d'agencements en escalier des couches, d'effondrements de paroi montrant des fragments de sol, d'une concavité marquée liée à la maturation du comblement, d'une décomposition plus ou moins avancée des artefacts et écofacts minéraux, d'une décomposition plus ou moins avancée des artefacts et écofacts organiques, du remplissage rapide fait de fragments bien délimités, d'une compaction en plaquettes liée à l'impact d'une structure lourde ou au passage, d'une ornière ou d'un piétinement, d'une accumulation plus ou moins concentrée d'oxydes ou d'hydroxydes liée à l'oxydoréduction, de la rubéfaction *in situ* par le feu, de la mélanisation (noircissement/ brunification/bleuissement) *in situ* par le feu, de la présence de dépôts *in situ* issus du feu et, enfin, de la présence de dépôts remaniés issus du feu. Cette première étape qui consiste en une meilleure description des séquences stratigraphiques, ne remplace pas les étapes ultérieures d'étude et d'interprétation par les géoarchéologues. Elle augmente le potentiel d'interprétation des structures archéologiques, si l'on systématise l'enregistrement des phénomènes de (trans) formation pédologiques dans les coupes et décapages. Cela a été expérimenté pour les fosses et tombes, fossés, palissades, chemins et enclos, horizons de surface anciens, levées de terre, structures de combustion et terres cuites, unités architecturales, entre autres pour les périodes néolithiques et post-néolithiques en Europe du nord-ouest, mais toujours de manière ponctuelle. Une application plus systématique est donc indispensable dès le terrain. Enfin, les raisons de la non-systématisation passée de cette récolte d'indices, pourtant directement disponibles, sont évoquées, ainsi qu'une recherche de solutions, initiées par les voies pédagogique et informatique.

Thirteen soil traces or alteration unities are proposed for their systematic description in the stratigraphies by the archaeologists: different types of well-identified traces of micro-laminations, traces due to landslides, due to a process of wall collapse, due to a process of ripening of the fill, due to mineral decomposition, due to organic decomposition, due to rapid filling, due to anthropogenic passage, due to active or past oxydoreduction processes, in the form of reddening by fire, in the form of melanisation (brown, grey, bluish, black) by fire, in the form of *in situ* deposits related to burning, and, finally, in the form of reworked deposits related to burning. This first step, strictly limited to a better description of stratigraphies, encourages rather than replaces further steps of study and interpretation by geo-archaeologists. The interpretation potential of archaeological structures is seriously enlarged if we systematize a more correct recording of soil (trans)formation traces in vertical and horizontal cuts, necessarily starting in the field. This can be documented for different kind of neolithic and post-neolithic structures in north-western Europe, including pits and graves, ditches, palisades, pathways and enclosures, old surface horizons, earthen walls, fire places and ovens, as well as different kinds of house constructions, but is usually done in a punctual and non-systematic manner. Finally, the

possible reasons for the past lack of systematization of recording of soil traces, although at our immediate disposal, can be mentioned, as well as hints of solutions, both by educational and computer means.

INDEX

Mots-clés : pédologie, indices, Holocène, traitement statistique, formation

Keywords : soil science, traces, Holocene, statistics, education

AUTEURS

KAI FECHNER

Doctorant, UMR 7041 ArScAn, Equipe Archéologies environnementales, INRAP Hauts-de-France
Thèse : « Contribution de l'archéo-pédologie et de la stratigraphie à l'interprétation fonctionnelle et environnementale des structures du Néolithique et du Bronze ancien entre Rhin et Seine »
Kai.Fechner@inrap.fr

FRÉDÉRIC BROES

Doctorant Ugent HARG, INRAP Hauts-de-France
Thèse : « Analyses physico-chimiques et micromorphologie : approches pédologiques de l'étude des anthroposols de l'âge du Bronze ancien à La Tène finale »