



**HAL**  
open science

# Caractérisation des aménagements routiers gallo-romains par le biais de la micromorphologie d'après des données d'archéologie préventive dans le nord-est de la France

Marie-Caroline Charbonnier, Cécilia Cammas

## ► To cite this version:

Marie-Caroline Charbonnier, Cécilia Cammas. Caractérisation des aménagements routiers gallo-romains par le biais de la micromorphologie d'après des données d'archéologie préventive dans le nord-est de la France. Voies, réseaux, paysages en Gaule: colloque en hommage à Jean-Luc Fiches, Jun 2016, Pont-du-Gard, France. pp.439-446. hal-03158936

**HAL Id: hal-03158936**

**<https://inrap.hal.science/hal-03158936>**

Submitted on 6 Jan 2022

**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.

# Caractérisation des aménagements routiers gallo-romains par le biais de la micromorphologie d'après des données d'archéologie préventive dans le nord-est de la France

Marie-Caroline CHARBONNIER, Cécilia CAMMAS

avec la collaboration de Virginie BAK, Magalie CAVÉ

## Poster

### ▼ Résumé :

*L'approche géoarchéologique et micromorphologique des niveaux de circulation fait partie intégrante des recherches portant sur l'interaction homme/milieu, sur la dynamique des sols et sur la structuration du paysage à différentes échelles (du quartier de ville au territoire). Les résultats issus de différentes opérations d'archéologie préventive dans le Nord-Est de la France ont révélé la présence de portions d'espaces de circulation présentant diverses matérialités. Les travaux géoarchéologiques et micromorphologiques menés sur ces opérations ont visé à mettre en évidence les modes d'aménagements mais aussi de fonctionnement de ces espaces de circulation ainsi que leur évolution au cours du temps. Aussi, pour les espaces apparaissant non aménagés, des traces de passage intense et de roulement ont pu être mis en évidence. Pour les espaces aménagés, des réfections et des unités dévolues à la circulation ont pu être différenciées affinant ainsi notre connaissance du fonctionnement des rues et des voies. Les résultats sont à étayer et à approfondir mais ils témoignent du fort potentiel de ces études pour renseigner de l'usage socio-spatial des espaces de circulation.*

### ▼ Mots-clés :

*Antiquité, nord-est de la France, rue, voie, micromorphologie.*

### ▼ Abstract:

*The geoarchaeological and micromorphological approach of the levels of traffic is an integral part of the researches concerning the interaction human / environment, on the dynamics of grounds and the structuring of the landscape with various scales (from the city district to the territory). The results stemming from various operations of preventive archeology in the Northeast of France revealed the presence of spaces of circulation presenting diverse materialities. The geoarchaeological and micromorphological works led conducted on these operations aimed at highlighting the modes of facilities but also functioning of these levels of traffic as well as their evolution in time. So, for spaces seeming not made up, tracks of intense traffic and rolling were able to be highlighted. For the made up spaces, repairs and units devolved to the traffic able to be differentiated and refining our knowledge of the functioning of the streets and ways. The results are to be supported and to be deepened but they testify of the high potential of these studies to inform of the socio-spatial use of the spaces of circulation.*

### ▼ Keywords:

*Antiquity, north-east France, street, road, micromorphology.*

## I. CONTEXTE ET OBJECTIFS

L'approche géoarchéologique et micromorphologique des niveaux de circulation fait partie intégrante des recherches portant sur l'interaction homme/milieu, sur la dynamique des sols et sur la structuration du paysage à différentes échelles (du quartier de ville au territoire) (Charbonnier, Cammas 2015 ; Robert, Verdier 2015 ; Hanoune 2007 ; Ballet 2008).

Les travaux présentés dans cet article s'inscrivent dans une problématique large qui vise à documenter le mode de construction, l'organisation et la caractérisation des tronçons de voies (Karkanis, Van de Moortel 2014 ; Cammas 2015 ; Charbonnier, Cammas 2015). Ces travaux visent également, à terme, à dégager des constantes liées à la circulation fondée sur l'étude et l'analyse de nombreux tronçons de voirie (Charbonnier, Cammas 2015), tels que dégagés lors d'opérations d'archéologie préventive.

Dans cette perspective, les sites de Verquin (Pas-de-Calais) et de Bezannes (Marne) ont été sélectionnés pour cette étude, car, d'une part, ils sont localisés dans des contextes pédologiques différents, et, d'autre part, ils présentaient, sur le terrain, des portions d'espaces de circulation présentant des matérialités différentes.

L'objectif de cet article est d'appréhender la nature des niveaux de voirie sur ces 2 sites en couplant les observations faites sur le terrain aux analyses au microscope. Plus particulièrement, pour les espaces apparaissant non aménagés sur le terrain, les questions archéologiques posées portaient sur la possibilité de distinguer des traces de passage intense et/ou de roulement. Pour les espaces aménagés et observables lors des opérations de fouille, les questions concernaient la différenciation de réfections et d'unités dévolues à la circulation.

## II. MATÉRIEL ET MÉTHODES

### Matériel

Les 2 sites présentés dans cette étude sont des occupations gallo-romaines localisées dans des contextes pédo-sédimentaires différents : à Verquin, l'aménagement routier se situe sur des sols limono-argileux brun-jaune ; à Bezannes, il s'agit de sols carbonatés (fig. 1 et 2).

#### *Le site de Verquin (62)*

Une intervention archéologique menée par l'Inrap en 2013 à l'emplacement de la future ZAC du Beaupré a révélé la présence d'un tronçon de voie orienté nord-ouest/sud-est, de trois bâtiments à vocation domestique et d'un puits, tous datés entre le II<sup>e</sup> et le IV<sup>e</sup> siècle de notre ère. Si les structures funéraires ne sont pas contemporaines des bâtiments, il semble que l'axe de circulation ait fonctionné sur une longue durée (Bak 2017).

Repérés au centre de l'emprise de fouille, les différents aménagements liés à la circulation sont constitués de sables et de blocs de calcaire de différents modules. En fonction de l'implantation topographique (en haut ou en bas de vallon), le nombre de couches et l'épaisseur de la structure peuvent varier.

Sur le terrain, la voie (ST 109) était clairement construite, une alternance de blocs calcaires, de dépôts sableux et argileux étaient visibles uniquement en aval de l'emprise. En amont et en aval de la voie, ce sont des lits ferrugineux d'épaisseur millimétrique à centimétrique qui marquaient le tracé. Ces couches étaient scellées par des limons jaune-orangé très lessivés d'une puissance d'1 à 2 mètres. Afin de préciser l'aménagement et le fonctionnement de la voie, 9 prélèvements micromorphologiques ont été réalisés sur le terrain sur deux coupes différentes afin d'appréhender la variabilité spatiale de la zone de circulation : en premier lieu, en amont de l'emprise : une zone de circulation où la couche de circulation (Sandrine Robert et Nicolas Verdier précise que le terme de couche de circulation sera préféré à celui de bande de roulement « car il rend compte de mode de circulation plus varié ») paraissait non aménagée (**log 3**), le prélèvement a été réalisé dans les séquences localisées directement sous le niveau de décapage ; puis, en aval de l'emprise, une zone où la couche de circulation était aménagée par des blocs calcaires (**log 5**), le prélèvement a été réalisé juste en-dessous de la couche de circulation. Un prélèvement a également été réalisé dans une coupe d'un fossé bordier en amont de l'emprise afin de caractériser le fonctionnement de ce fait associé à la voirie (**log 1**) (fig. 1).

**Fig. 1** – L'aménagement d'une voie : un radier de type bande de circulation à Verquin (62). Aménagements perceptibles sur le terrain ; séquence microstratigraphique, scan de lames minces, photographie de détail au microscope, © Marie-Caroline Charbonnier, Cécilia Cammas, Inrap. Clichés de terrain et coupes, Marie-Caroline Charbonnier, Inrap. ▶

#### *Le site de Bezannes (51)*

La commune de Bezannes, en préalable à l'aménagement d'une vaste zone concertée, a fait l'objet de fouilles préventives pendant plusieurs années. L'importante surface fouillée a permis de distinguer une organisation périurbaine dense et diachronique.

Durant 2 mois en 2014, la fouille de l'emprise des secteurs G et H a permis d'observer notamment la présence d'un axe de circulation daté de la période augustéenne. Celui-ci semble être fréquenté jusqu'à la période moderne (Cavé 2016).

Sur le terrain, les coupes 1, 2, et 6 montraient une alternance de cailloux et de blocs calcaires (Baize, Jabiol 1985), de fragments de tuiles, de matériaux hétérogènes de type céramiques et de lits ferrugineux d'épaisseur millimétrique à centimétrique. Les 5 prélèvements réalisés en colonne continue sur les différentes coupes (P1-P2 et P3-P4) et en spatial (P5), concernent uniquement la voie (fig. 2).

### Méthode

La méthode d'étude est la micromorphologie, celle-ci consiste à étudier la nature et l'organisation des constituants depuis l'œil nu jusqu'à l'échelle microscopique. À cette fin, les échantillons ont été séchés à l'air libre et à l'étuve, puis imprégnés de résine, et amincis sur un porte objet en verre jusqu'à une épaisseur de 25 microns (Guilloré, 1985). Les lames minces sont analysées au microscope polarisant suivant les principes de chronologie relative utilisés en pédologie et en pétrographie sédimentaire (Fedoroff et Courty 1992), et décrites selon Fitzpatrick (1980), Bullock *et al.* (1985), Fedoroff et Courty (1992), Stoops (2003), Stoops *et al.* (2010), Gé *et al.* (1992). Les quantifications sont estimées avec des chartes d'abondance (Bullock *et al.* 1985, Stoops 2003). La hiérarchisation des signatures des différents mécanismes débouche sur une chronologie événementielle des processus naturels et des actions anthropiques (Courty *et al.* 1989 ; Cammas 1994 ; Cammas et Watez 2009 ; Cammas 2015).



# Une voie non aménagée : l'exemple du site de Bezannes (51)

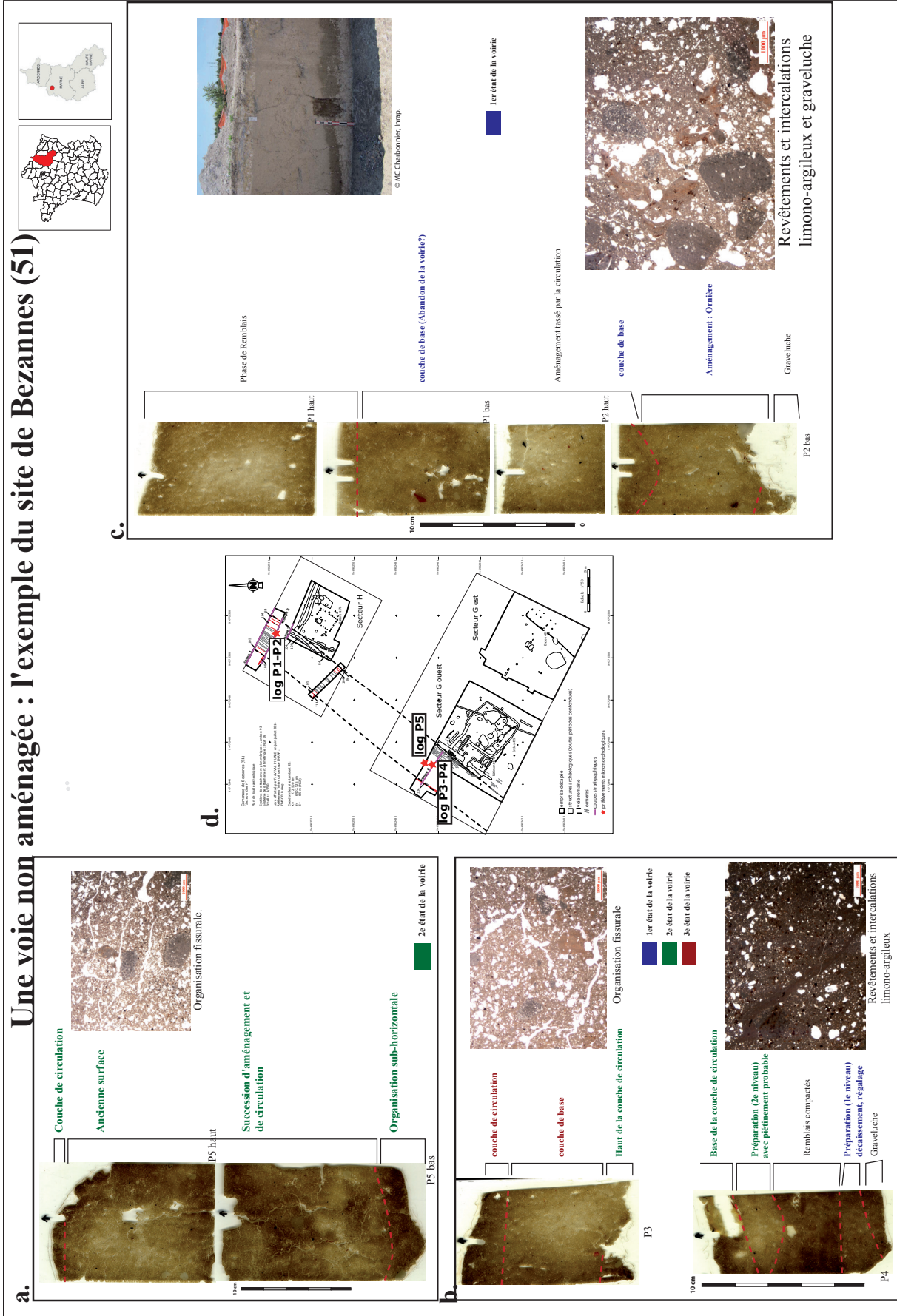


Fig. 2 – Une voie non aménagée : l'exemple du site de Bezannes (51). Aménagements non perceptibles sur le terrain : séquence microstratigraphique, scan de lames minces, photographie de détail au microscope, © Marie-Caroline Charbonnier, Cécilia Cammas, Inrap. Cliché de terrain © Marie-Caroline Charbonnier, Inrap. Plan masse des faits et localisation des prélèvements micromorphologiques, © Cellule topographique de Champagne-Ardennes, Inrap.

### III. RÉSULTATS

#### Une voie à radier bordée de fossés : l'exemple de Verquin (62)

En amont de l'emprise, le log **3** (fig. 1a) est dans la continuité de la voirie, même si aucun aménagement particulier n'était visible sur le terrain.

Les observations microscopiques effectuées sur les différentes séquences de la voie (ST 109) montrent que les sédiments sont constitués principalement de limons argileux à limono-argileux jaunes/orangés similaires aux niveaux de Bt sous-jacent.

Dans l'ensemble du log 3, la microstructure est massive avec une porosité fissurale et cavitaire. Cet état de fait résulte de l'effondrement de la structure lors de passage en conditions sursaturées en eau. Dans cette même séquence, la compaction, l'accumulation et l'intégration de constituants anthropiques sont typiques du phénomène de passage. L'accumulation progressive, assez boueuse, et la circulation perdurent jusqu'au sommet de l'unité. La compaction est plus exprimée dans les deux tiers supérieurs de l'unité, et de petites variations verticales dans la compaction témoignent d'un passage rythmé. Les imprégnations ferrugineuses témoignent d'un mauvais drainage et d'une compaction forte. À la surface de l'unité, des constituants anthropiques plus abondants (charbons et nodules de céramique roulés) et une compaction bien exprimée marquent la transition avec l'aménagement sus-jacent. En revanche, aucune «ornière» n'a été décelée dans cette séquence stratigraphique.

En aval de l'emprise de fouille, le log **5** est localisé sous la couche de circulation à un emplacement caractérisé, sur le terrain par des sédiments gris et des croûtes ferrugineuses (fig. 1b).

En lame mince, l'encaissant est différent du log 3 : ce sont, à la base, des sables limono-argileux avec des grains de glauconie. Il s'agit très probablement d'un faciès issu des sables d'Ostricourt (il s'agit de sables verts ou gris vert glauconieux prenant souvent une teinte jaune par altération). La limite supérieure des sables est assez nette : elle est marquée par l'emboîtement de lentilles plus sableuses et plus limoneuses, ce qui suggère une troncature suivie d'un recouvrement par des apports assez rapides de type colluvions fine / ruissellement. Ensuite, les sables sont surmontés d'apports successifs d'origine différente des précédents : il s'agit de limons argileux avec quelques revêtements argileux, ils sont typiques d'horizon Bt d'un sol brun lessivé (fig. 1b).

En lame mince, les transformations liées au passage s'observent dès le premier apport. Il est massif et la porosité vési-

culaire témoigne d'un apport à l'état boueux, ainsi que d'un passage à l'état saturé en eau. Il est surmonté d'une croûte ferrugineuse qui témoigne de phénomènes d'oxydo-réduction. La couche suivante montre une organisation sub-horizontale et une porosité aplatie qui témoignent d'un apport progressif et de la compaction de l'unité. Dans le log 5 la microstructure devient graduellement fissurale à sub-angulaire ou encore localement prismatique. Cette microstructure, et les imprégnations ferrugineuses, témoignent du tassement intense et des conditions d'oxydo-réduction. Ces faciès semblent ainsi typiques des fortes transformations du substrat induit par des aménagements grossiers et du passage intense, et sous ceux-ci.

#### Le cas du fossé bordier

Un seul échantillon correspondant à 1 lame mince a été prélevé dans le fond du fossé (**log 1**, fig. 1c). Sous le microscope, l'encaissant présente des plages limono-argileuses décarbonatées et des plages de limons carbonatés pédogénéisés, ce qui indique qu'il s'agit d'un horizon profond, localisé à la base du sol brun lessivé.

L'analyse micromorphologique montre une succession d'apports de limons argileux où prédomine l'action de l'eau (ruissellements/saturation/engorgement). En ce qui concerne les conditions de milieu, des alternances de phases d'engorgement et de compaction ont été observées. En effet, des imprégnations ferrugineuses témoignent de la stagnation des solutions. Enfin, la présence de résidus végétaux ferruginisés évoque un aménagement ou des apports organiques qu'il n'a pas été possible de discriminer (du fait de l'évolution post-dépositionnelle de ces composants).

La base du remplissage du fossé bordier présente une structure massive avec des fissures sub-horizontales, des revêtements argileux et des plages lavées organisés aléatoirement. Le matériau argileux avec des revêtements argileux provient d'un Bt, et la forme des agrégats et des plages témoigne d'une mise en place rapide, s'apparentant plutôt à des colluvions boueuses. Enfin, le haut de cette unité indique la présence d'une ancienne surface caractérisée par un passage peu intense, une alternance de lits limoneux à argilo-limoneux, indices d'un fort ruissellement. Cette phase colluviale semble résulter d'un comblement naturel du fossé laissé ouvert et non entretenu.

Dans un second temps, les apports par ruissellement apparaissent et deviennent dominants. Des intercalations/lentilles plus argileuses ou plus lavées ainsi que des revêtements marquent des percolations et des circulations d'eau au sein du fossé. La variation dans la nature des apports est similaire à celle des colluvions post-romaines, et elle pourrait refléter des événements météorologiques, ou le comblement naturel du fossé par des colluvions limoneuses décarbonatées.

### Les aménagements discrets d'une voie : l'exemple du site de Bezannes (51)

La colonne micromorphologique **P1-P2** a été réalisée dans l'axe de la voirie, au nord de l'emprise. Il n'y avait pas d'aménagements particuliers visibles sur le terrain, peut-être du fait du compactage intense des remblais avant l'intervention archéologique à cet endroit (fig. 2c).

En lame mince, les observations effectuées sur cette séquence montrent des sédiments constitués principalement de limons calcaires brun clair présentant une proportion faible et variable d'argiles. La microstructure est globalement massive et on distingue dans la masse des fissures et des cavités. Cette microstructure résulte de leur remaniement à l'état humide. Dans la plupart des unités, la compaction, l'accumulation et l'intégration de constituants anthropiques indiquent le passage. L'accumulation est rythmée et la circulation perdue jusqu'en haut de l'unité P1. La compaction est plus exprimée dans les deux tiers inférieurs de l'unité.

L'analyse révèle une séquence complexe composée de plusieurs unités superposées. L'encaissant est composé de graveluche (ce terme désigne en Champagne, de la craie altérée sous forme de graviers) (**P2**, fig. 2c). Les nombreuses ponctuations ferrugineuses témoignent d'un mauvais drainage qui peut résulter d'une compaction forte. Cette unité est surmontée d'un apport dans lequel certains traits, tels que des cavités plus ou moins aplaties, parfois alignées obliquement, ainsi que des alignements de sables marquent le cisaillement dans un état humide. Ces traits sont typiques des ornières. Au-dessus, il a été possible de distinguer une unité fortement tassée et réorganisée sub-horizontalement à la base, puis plus grossièrement mélangée sous l'effet de la circulation et de l'enfoncement des roues dans sa partie supérieure. Progressivement, vers le haut bien que les sédiments soient toujours assez compactés, des vides plus abondants, parfois des chenaux ont été distingués. Ces traits suggèrent un passage moins intense et une reprise modérée de l'activité biologique qui peut marquer un abandon. Le reste de la séquence (**P1**) correspond aux remblais récents.

Plus au sud de l'emprise, deux logs (log **P3-P4** et log **P5**) ont été prélevés afin d'appréhender la voie dans des emplacements où elle était perceptible sur le terrain, en particulier du fait de la présence de nombreuses fissures sub-horizontales et des ferruginisations. Cet échantillonnage, à deux emplacements différents de la même zone et présentant des caractères de terrain similaires, permet de tester la variabilité des faciès identifiés sur le terrain (fig. 2b).

En lame mince, et pour le log P3-P4, la nature, l'abondance et la distribution des traits ferrugineux témoignent d'engor-

gement plus ou moins prononcé. Les caractères de la masse fine indiquent des alternances d'humectation / dessiccation.

L'encaissant est composé de graveluche, dans sa partie supérieure marqué par quelques revêtements limono-argileux, qui deviennent plus abondants à la limite supérieure de l'unité et qui témoignent de l'exposition de cette unité à l'air libre et aux intempéries. Associé à l'absence d'horizon de surface, ceci suggère que le sol ait été décapé avant l'installation de la voirie.

La graveluche est recouverte par un petit apport, très tassé, avec de la graveluche ferruginisée, qui correspond probablement à une première préparation du sol. Cet apport présente également d'épais revêtements dans sa partie supérieure, ce qui suggère qu'il ait aussi été exposé aux intempéries. Ensuite il a été procédé à un apport de sédiments différents du dessous, moins sableux et avec très peu de graveluche, ce sont des limons fins triés. La porosité cavitaire à vésiculaire marque un passage des sédiments dans un état très humide, l'aspect massif des sédiments témoigne de leur compaction. Ce remblai est recouvert par un nouvel apport plus tassé et réorganisé sub-horizontalement. Il s'agit d'un second niveau de préparation de la voie, probablement piétiné. Cette série d'apports, interprétée comme des aménagements, se termine par un niveau très massif avec quelques traces de cisaillement : il s'agit de la couche de circulation du premier état de la voirie (**P4**).

Un second état de voirie a également été distingué : il est composé d'une couche de circulation caractérisée par le mélange des sédiments sous l'effet de la circulation de véhicules (**P3**). Elle est surmontée d'une couche de circulation enrichie en graveluche, plus dense et plus massive (**P3**).

Enfin, en ce qui concerne le log **P5** (fig. 2a), il se distingue par une intense fissuration des sédiments. La base de la séquence est composée d'une succession d'unités organisées grossièrement sub-horizontalement où s'alternent des aménagements peu épais, parfois composés de lits de sables, et d'épisodes de circulation, marqués, entre autres par la fissuration des grains de graveluche.

Sur ce site comme sur d'autres étudiés dans des régions aux faciès géologiques et pédologiques différents, par exemple à Famars (Charbonnier, Cammas 2015), la présence de sables témoigne d'un apport anthropique pour l'aménagement de la bande de circulation. La distribution de cette fraction dans toute l'épaisseur de la couche témoigne donc d'un remaniement mécanique au moment du roulement. Le haut de la séquence, aménagée avec des sables fins, correspond donc clairement à du passage très intense de type voie.

Dans l'ensemble des séquences analysées sur ce site, les observations au microscope ont mis en évidence la faible présence de constituants anthropiques (os, charbons, céramique,) ce qui suggère un entretien de cet espace.

#### IV. DISCUSSION ET CONCLUSION

Sur le site de Verquin, l'analyse micromorphologique a montré que les imprégnations ferrugineuses (nodules, croûtes) et la décoloration des sédiments sous-jacents témoignent d'engorgement favorisé par un fort tassement. Il s'avère que ces caractères sont significatifs de la présence d'un aménagement de type *bande de circulation*. Dans la zone non aménagée en amont de l'emprise, la compaction du support ainsi que la présence et l'intégration de quelques constituants d'origine anthropiques (charbons, os, fragments de céramique...) témoignent du passage (Cammass 1997).

Sur le site de Bezannes, dans un secteur en limite de la capitale de la cité des Rèmes, l'analyse a permis d'identifier une succession d'aménagements liés à la circulation et au roulement. Les observations de terrain couplées aux observations microscopiques ont offert la possibilité de distinguer au moins trois états de construction/utilisation de la voirie.

Sur ce site, les aménagements se caractérisent par des litages (verticaux ou obliques) sableux, d'épais revêtements limono-argileux et de nombreux fragments de graveluche. La circulation se caractérise par un tassement et une compaction intense visible sur le terrain par de nombreuses fissures sub-horizontales et définie en lame mince par une microstructure lamellaire. Ce type de microstructure qui a été observé sur l'ensemble des trois séquences témoigne donc de contraintes mécaniques de type humectation/dessiccation) et d'un intense tassement. Aussi, la compaction marquée juste en dessous des cailloux indique que la partie supérieure de cet aménagement a fonctionné comme une couche de circulation ou une

couche de surface (Charbonnier, Cammass 2015, 10; Robert, Verdier 2015, 39).

Ainsi, concernant la matérialité des voies, en plus de discriminer et de caractériser des aménagements et des niveaux de circulation, nous avons pu distinguer des aménagements de type préparation avec un réglage avant l'installation d'une couche de base «qui permet de donner de l'élasticité à la structure» afin de la renforcer contre les chocs et la pression du roulement (Robert, Verdier 2015, 39). Nous avons aussi déterminé des couches de circulation ou couches de surface (Robert, Verdier 2015, 39) (qui sont «l'élément qui permet de caractériser une voie». En effet, elles permettent «de limiter l'orniérage, d'assurer une bonne adhérence aux véhicules et de protéger les autres couches de l'eau.» (Robert, Verdier 2015, 39). Ces résultats montrent que l'approche géoarchéologique, et plus particulièrement micromorphologique de la matérialité des espaces de circulation révèle des caractères pédo-sédimentaires caractéristiques et met en exergue de fines variations microstratigraphiques qui sont significative de leur usage socio-spatial. Ainsi, la micromorphologie est une méthode qui participe pleinement à la caractérisation et à l'interprétation des tronçons de voirie.




---

MARIE-CAROLINE CHARBONNIER  
INRAP ET UMR 5140

---

CÉCILIA CAMMAS  
INRAP ET UMR 5140, DMOS AGROPARISTECH

---

VIRGINIE BAK  
INRAP ET UMR 8164

---

MAGALIE CAVÉ  
INRAP



## ■ Références bibliographiques

- Baize, Jabiol 1995** : BAIZE (D.), JABIOL (B.) – *Guide pour la description des sols*. INRA, Paris, 1995, 375 p.
- Ballet 2008** : BALLETT (P.), DIEUDONNÉ-GLAD (N.), SALIOU (C.) – *La rue dans l'Antiquité : définition, aménagement, devenir*. Actes du colloque de Poitiers, 7-9 septembre 2006. Presses Universitaires de Rennes, 2008, 361 p.
- Bak 2017** : BAK (V.) – De la pratique funéraire à la vie domestique : quatre siècles d'occupation à Verquin (62). Rapport de fouille, Inrap, Nord-Picardie, Amiens, 2017, 434 p.
- Bullock 1985** : BULLOCK (P.), FEDOROFF (N.), JONGERIUS (A.), STOOPS (G.), TURSINA (T.), BABEL (U.) – *Handbook for soil thin section*. Wayne Research Publications, Wolverhampton, 152 p.
- Cammass 2015** : CAMMAS (C.) – L'anthropisation des systèmes pédo-sédimentaires aux périodes protohistoriques et historiques : une recherche sur les sols urbains (géoarchéologie et micromorphologie), thèse de doctorat en Sciences Agronomiques et Ecologiques, AgroParisTech, 2015, 2 volumes.
- Cammass 1997** : CAMMAS (C.) – « Étude micromorphologique de la rue en bordure des thermes et du remplissage de l'égout ». In : GUYARD (L.), avec la coll. de ROCQUECAVE (M.-H.), TALIN D'EYZAC (F.) – *Le Vieil-Evreux (Eure), Les Terres Noires, thermes gallo-romains*, 27 684 001 AH, 1998, Rapport de fouille programmée, 1997, 69-79.
- Cammass 1994** : CAMMAS (C.) – Approche micromorphologique de la stratigraphie urbaine à Lattes : premiers résultats. In *Exploration de la ville portuaire de Lattes ; les îlots 2, 4-sud, 5, 7-est, 7-ouest, 8, 9 et 16 du quartier de Saint-Sauveur*, Lattara 7, Lattes, A.R.A.L.O., 1994, 181-202.
- Cammass, Wattez 2009** : CAMMAS (C.), WATTEZ (J.) – L'approche micromorphologique : méthode et applications aux stratigraphies archéologiques. In : FERDIÈRE (A.) éd. – *La géologie : les sciences de la Terre appliquées à l'Archéologie*. Collection Archéologiques, Errance, 181-216.
- Cavé 2016** : CAVE (M.) – *Une occupation du Hallstatt et deux établissements ruraux antiques en bordure de voie*. Rapport de fouille, Inrap Grand-Est-Nord, 2016.
- Charbonnier, Cammass 2015** : CHARBONNIER (M.-C.), CAMMAS (C.), CLOTUCHE (R.), GUYARD (L.), TEYSSEIRE (G.), CLERGET (J.) – Apport de la géoarchéologie à l'étude des espaces de circulation dans les villes antiques (Nord de la France). *Revue du Nord*, 23, Hors-série (collection art et archéologie, 12).
- Courty et al. 1989** : COURTY (M.-A.), GOLDBERG (P.), MACPHAIL (R.-I.) – *Soils and micromorphology in archaeology*. Cambridge University Press, 1989, 340 p.
- Fedoroff, Courty 1992** : FEDOROFF (N.), COURTY (M.-A.) – *Organisation du sol aux échelles microscopiques*. Doc. Ronéot., I.-N.-A. P.-G., document à diffusion restreinte.
- Fitzpatrick 1980** : FITZPATRICK (E.A.) – *Soils, their formation, classification and distribution*. London and New-York, Longman, 1980, 353 p.
- Gé et al. 1993** : GE (T.), COURTY (M.-A.), MATTEWS (W.), WATTEZ (J.) – Sedimentary formation processes of occupation surfaces. In : GOLDBERG (P.), NASH (D.T.), PETRAGLIA (M.D.) eds. – *Formation Processes in Archaeological Context*, Monographs in World Archaeology, 17, Prehistory Press, Madison, Wisconsin, 149-163.
- Guilloré 1985** : GUILLORÉ (P.) – *Méthode de fabrication mécanique et en série des lames minces*. Doc. Ronéot., I.N.A. P.-G., Département des sols, 1985, 22 p.
- Hanoune 2007** : HANOUNE (R.) – Les villes romaines du Nord de la Gaule, vingt ans de recherches nouvelles. *Actes du XXI<sup>e</sup> colloque international de Halma-Ipel, UMR CNRS 8164*. *Revue du Nord*, Hors-série N°10, 2007.
- Karkanass, Van de Moortel 2014** : KARKANASS (P.), VAN DE MOORTELT (A.) – Micromorphological analysis of sediments at the Bronze Age site of Mitrou, central Greece: patterns of floor construction and maintenance. *Journal of Archeological Science*, 43 (2014), 198-213.
- Robert, Verdier 2015** : ROBERT (S.), VERDIER (N.) – *Dynamique et résilience des réseaux routiers : archéogéographes et archéologues en Île-de-France*. Tours, FERACF, 2015, 259 p. (suppl. *Revue archéologique du Centre de la France*, 52).
- Stoops 2003** : STOOPS (G.) – *Guidelines for Analysis and Description of Soil and Regolith Thin Sections*. Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin.
- Stoops et al. 2010** : STOOPS (G.), MARCELINO (V.), MEES (F.) – *Interpretation of micromorphological features of soils and regoliths*. Elsevier, 2010.