



Nicole Lemaitre (dir.)

## Des routes et des hommes : la construction des échanges par les itinéraires et les transports

Éditions du Comité des travaux historiques et scientifiques

---

# Traverser les montagnes du Jura : identification de voies antiques de franchissement de la haute chaîne jurassienne par analyse LiDAR

Vincent Bichet, Arthur Barbier, Valentin Chevassu, Daniel Daval, Émilie Gauthier, Murielle Montandon, Hervé Richard et Matthieu Thivet

---

DOI : 10.4000/books.cths.4356

Éditeur : Éditions du Comité des travaux historiques et scientifiques

Lieu d'édition : Éditions du Comité des travaux historiques et scientifiques

Année d'édition : 2019

Date de mise en ligne : 14 janvier 2019

Collection : Actes des congrès nationaux des sociétés historiques et scientifiques

ISBN électronique : 9782735508891



<http://books.openedition.org>

### Référence électronique

BICHET, Vincent ; et al. *Traverser les montagnes du Jura : identification de voies antiques de franchissement de la haute chaîne jurassienne par analyse LiDAR* In : *Des routes et des hommes : la construction des échanges par les itinéraires et les transports* [en ligne]. Paris : Éditions du Comité des travaux historiques et scientifiques, 2019 (généré le 23 novembre 2020). Disponible sur Internet : <<http://books.openedition.org/cths/4356>>. ISBN : 9782735508891. DOI : <https://doi.org/10.4000/books.cths.4356>.

---

Ce document a été généré automatiquement le 23 novembre 2020.

---

# Traverser les montagnes du Jura : identification de voies antiques de franchissement de la haute chaîne jurassienne par analyse LiDAR

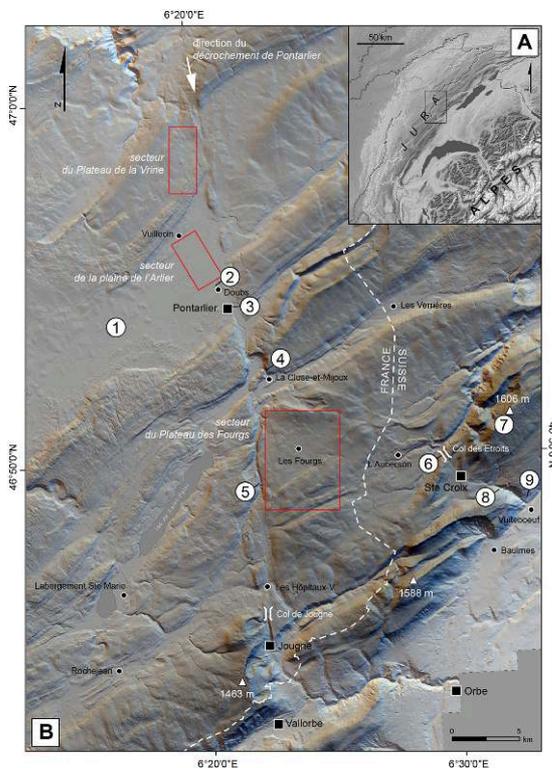
Vincent Bichet, Arthur Barbier, Valentin Chevassu, Daniel Daval, Émilie Gauthier, Murielle Montandon, Hervé Richard et Matthieu Thivet

---

- 1 En comparaison avec le massif alpin voisin, distant seulement d'une cinquantaine de kilomètres vers l'est, le Jura est une modeste chaîne montagneuse dont les plus hautes crêtes dépassent à peine 1 700 mètres d'altitude (fig. 1A). Son histoire géologique lui a conféré une morphologie arquée du sud vers le nord, depuis les cluses du Rhône jusqu'aux confins de la dépression bâloise, et asymétrique de l'est vers l'ouest, de la haute chaîne, qui domine le bassin lémanique, aux plateaux d'altitude décroissante qui s'ouvrent sur les basses vallées du Doubs et de la Saône.
- 2 Frontière entre la Suisse et la France, le Jura est situé aux débouchés des grands cols alpins après la courte traversée du plateau suisse, sur la route de la Bresse et de la plaine de la Saône. Sur cet axe, le franchissement de la partie haute du massif est contrarié par le relief plissé du substrat géologique, qui partitionne la haute chaîne en une succession de vallées et de monts linéaires, perpendiculaires à la direction de circulation. À quelques endroits cependant, de grandes failles linéaires affectent la structure géologique et déterminent d'étroits couloirs de circulation à travers les plis du relief.
- 3 C'est le cas du décrochement de Pontarlier, qui offre, sur près de trente kilomètres, un passage peu accidenté permettant le franchissement de la haute chaîne centrale entre Pontarlier, en France, et Vallorbe, en Suisse (fig. 1B), sur l'axe plus général Besançon-Lausanne. Cette voie de passage culmine à 1 012 mètres au col de Jougne, limite de partage des eaux entre la mer du Nord et la Méditerranée, tandis que les reliefs voisins s'élèvent à plus de 1 400 mètres d'altitude.

- 4 Pour tous les historiens et archéologues qui se sont intéressés à cette région depuis le XVIII<sup>e</sup> siècle, le décrochement de Pontarlier s'impose comme une évidence pour franchir la montagne. Tous les auteurs citent abondamment cet axe comme la voie majeure de traversée de la haute chaîne, entre le bassin suisse et les plateaux du Jura en direction des plaines bourguignonnes, et lui confèrent un rôle déterminant pour les circulations internationales et le développement régional depuis la protohistoire (Droz 1760, Bichet et Millotte 1992).

Fig. 1. – Le secteur d'étude et les principaux sites mentionnés dans le texte. A : cadre géographique ; B : cadre topographique. Les trois principaux secteurs sur lesquels ont été détectées des voies antiques par prospection LiDAR sont figurés en rouge. 1 : Nécropole protohistorique de l'Arlier ; 2 : nécropole mérovingienne de la Grande Oye ; 3 : agglomération antique d'Ariolica ; 4 : fort de Joux et fort Mahler (Cluse de Joux) ; 5 : borne milliaire de Fontaine-Ronde ; 6 : col des Étroits ; 7 : sanctuaire antique du Chasseron ; 8 : sanctuaire antique de Covatannaz ; 9 : faisceau de voies de la côte de Vuitebœuf.



© Vincent Bichet.

## Des arguments diachroniques pour un axe de circulation transjurassien

- 5 Outre le fait que l'axe européen E23 emprunte aujourd'hui cette voie de passage et constitue l'axe transjurassien principal des circulations routières, les principaux arguments inscrivant le décrochement de Pontarlier comme voie ancienne majeure sont les suivants (fig. 1B) :
- la découverte d'une borne milliaire vers 1829 (Bourgon 1830) au lieu-dit Fontaine-Ronde (commune des Hôpitaux-Vieux). Cette borne, conservée au musée municipal de Pontarlier, porte une dédicace à l'empereur Trajan. Elle indique la distance de 42 000 pieds depuis

*Vesontio* (Besançon) et la mention du second consulat de l'empereur permet de la dater du début du II<sup>e</sup> siècle ;

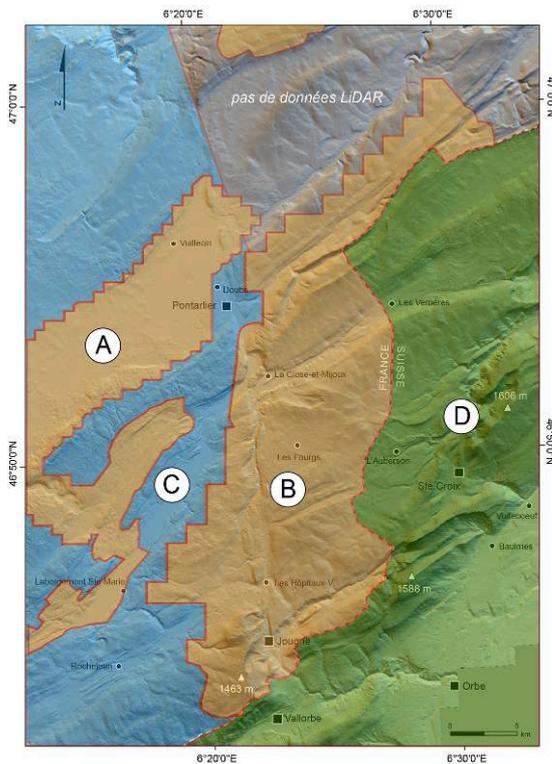
- les vestiges antiques découverts à Pontarlier, révélant une agglomération structurée sur un axe de circulation central au plan de construction (Marguet 1966) ;
  - les tracés de la *Table de Peutinger*, qui dessinent un axe de circulation entre *Ariolica* (Pontarlier) et *Lousonna* (Lausanne), associés à une digitation depuis *Ariolica* vers *Eburodunum* (Yverdon). On notera que le toponyme *Ariolica* est mentionné à plusieurs reprises sur la *Table de Peutinger*. Outre la mention jurassienne, qui correspondrait à Pontarlier, le toponyme existe également dans le Massif central et les Alpes (Dacko 2016). Il ferait référence à un lieu situé « devant la falaise, devant le rocher » (Delamarre 2003) ;
  - l'existence de péages historiques à Jougne (Chomel et Ebersolt 1951), mais surtout à La Cluse-et-Mijoux, où l'étroit passage est défendu par le fort de Joux, au moins depuis le X<sup>e</sup> siècle, et par le fort Malher, depuis le XIX<sup>e</sup> siècle ;
  - la présence, à proximité de l'axe de passage, de trois ensembles archéologiques majeurs dans le contexte de la haute chaîne du Jura. C'est le cas de la nécropole tumulaire protohistorique de l'Arlier, à proximité de Pontarlier, dont la fouille a révélé une occupation notoire de ce territoire durant la période du premier âge du Fer (Bichet et Millotte 1992, Passard-Urlacher *et al.* 2015), avec la présence d'un mobilier caractérisé par des influences italiques bien affirmées. Toujours à la périphérie de Pontarlier, on citera également la nécropole mérovingienne (seconde moitié du VI<sup>e</sup> siècle-fin du VII<sup>e</sup> siècle) de « la Grande Oye », à Doubs, dont le mobilier et les modes d'inhumation reconnus dans près de six cents tombes traduisent une culture indigène associée à des influences rhénanes et rhodaniennes explicites, et sans doute favorisées par l'implantation du site sur la voie transjurane du décrochement de Pontarlier (Urlacher *et al.* 1998, Passard-Urlacher 2016). Le troisième ensemble archéologique remarquable est constitué par les sites antiques du secteur du mont Chasseron et de la commune de Sainte-Croix, sur le versant suisse du relief. Dans ce secteur un peu excentré, mais situé seulement à une dizaine de kilomètres du décrochement de Pontarlier et dominant directement le bassin lémanique, deux sanctuaires antiques ont été récemment mis au jour : le premier au sommet du mont Chasseron (sanctuaire à *fanum*, principalement fonctionnel durant le Haut-Empire : Luginbühl *et al.* 2013) et le second dans les gorges de Covatannaz, où un spectaculaire site cultuel en falaise a fonctionné essentiellement durant l'Antiquité tardive (Luginbühl *et al.* 2010a). À ces deux sites s'ajoute également le complexe militaire tardo-républicain du col des Étroits (Demierre *et al.* 2015) ;
  - toujours en périphérie du décrochement de Pontarlier, on citera également l'existence de voies à ornières aménagées sur le rocher, dans la côte qui mène au Fourgs depuis La Cluse-et-Mijoux (fig. 1B), où elles ont été repérées dans les années 1950-1960 (Marguet 1966), et l'important faisceau de voies à ornières de la côte de Vuiteboeuf, aménagées pour descendre de la région de Sainte-Croix vers le plateau suisse (Mottaz 1986, Wagner 2013).
- 6 Hormis les exemples venant d'être cités, la densité de sites archéologiques de cette région d'altitude reste néanmoins très faible, si l'on compare ce secteur aux pourtours jurassiens de moindre altitude, qu'il s'agisse du versant français ou du versant helvétique (Richard *et al.* 2013).
- 7 Dans cet environnement, où les arguments précédemment évoqués plaident avec force pour désigner le décrochement de Pontarlier comme un axe majeur de franchissement de la montagne depuis toujours, les indices de terrain traduisant la matérialité de cette voie et d'éventuelles voies associées font encore largement défaut. La chronologie de son aménagement, son tracé exact, son mode de construction et ses digitations

éventuelles sont inconnus. De surcroît, la question de l'incidence de ce tracé sur l'anthropisation de la haute chaîne demeure largement inexplorée.

## L'atout de la technique LiDAR

- 8 La réalisation récente de missions aéroportées LiDAR (*light detection and ranging*) sur cette région agropastorale et forestière de montagne offre l'occasion de revisiter la carte archéologique et de localiser nombre de vestiges inédits. Parmi ce nouveau corpus de données disponibles, la question des voies peut être approchée avec une belle pertinence. Pour mémoire, la détection LiDAR aéroportée (ou lasergrammétrie) permet une mesure 3D de haute précision de la topographie du sol, à travers le couvert végétal.
- 9 Sur le secteur français de la zone d'étude, les missions LiDAR ont été réalisées successivement par la communauté de communes Frasné-Drugeon en 2011, puis par le syndicat mixte des Milieux aquatiques du Haut-Doubs en 2015. Ces deux missions complémentaires, destinées principalement à imager le réseau hydrographique des vallées (tourbières et zones humides) ne couvrent que partiellement la région périphérique au décrochement de Pontarlier (fig. 2) ; les zones sommitales du relief, en particulier, n'ont pas été traitées lors de ces missions, mais elles bénéficient pour partie de la couverture de la mission LiDAR IGN-RGE, disponible depuis l'été 2017.
- 10 Sur le secteur suisse, la couverture LiDAR est totale, puisque les cantons de Neuchâtel au nord-est et de Vaud au sud-est ont réalisé des missions couvrant l'intégralité de leur territoire à plusieurs reprises au cours de la dernière décennie. La dernière version de données disponibles datent de 2015 pour le canton de Vaud, et de 2016 pour le canton de Neuchâtel<sup>1</sup>.

Fig. 2. – Couverture LiDAR de la zone d'étude. Zones A et B : communauté de communes Frasnè-Drugeon et syndicat mixte des Milieux aquatiques du Haut-Doubs (6 pts/m<sup>2</sup>) ; C : IGN (1 pt/m<sup>2</sup>) ; D : canton de Neuchâtel et canton de Vaud (30 et 15 pts/m<sup>2</sup>).



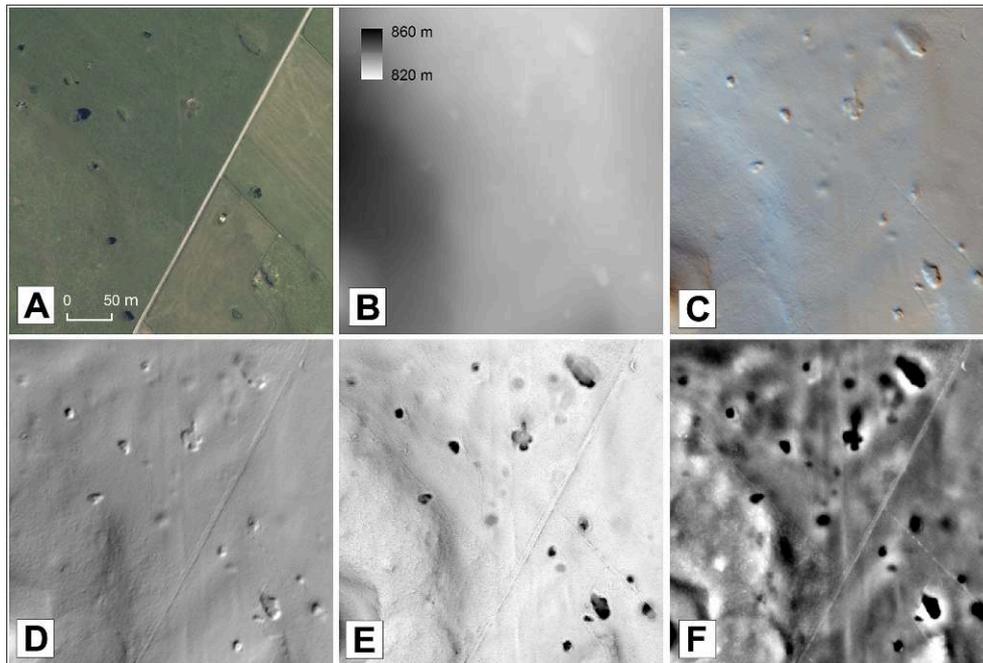
© Vincent Bichet.

- 11 Les caractéristiques techniques des différentes missions ne sont pas toutes équivalentes et comportent des différences de qualité qui se traduisent, pour un usage de prospection archéologique, par des différences de résolution et de précision. En France, les deux missions réalisées par les collectivités locales sont sensiblement équivalentes : elles bénéficient d'une densité minimale de points bruts au sol de 6 pts/m<sup>2</sup>, avec une précision planimétrique de 30 cm EMQ (erreur moyenne quadratique) et altimétrique de 15 cm EMQ. Le semi de points bruts est dégradé et traité pour produire un modèle numérique de terrain (MNT) de 1 m de résolution. En revanche, le LiDAR IGN-RGE est de moindre précision, avec une densité de 1 pt/m<sup>2</sup>, une précision planimétrique et altimétrique respectivement de 60 cm EMQ et 20 cm EMQ. Il est également distribué avec une résolution numérique de 1 m.
- 12 Sur le versant suisse, la couverture LiDAR, d'acquisition plus récente, offre une précision accrue, puisque le canton de Neuchâtel (LiDAR 2016) est couvert avec une densité de l'ordre de 30 pts/m<sup>2</sup>, avec 20 cm de précision planimétrique et 10 cm de précision altimétrique. Cette qualité d'acquisition permet de générer un MNT à 25 cm de résolution. Pour le canton de Vaud (LiDAR 2015), la densité de mesure est de l'ordre de 15 pts/m<sup>2</sup>, pour des précisions XY de 20 cm et Z de 10 cm. Le MNT dérivé de l'acquisition est généré à 50 cm de résolution.
- 13 Malgré cette hétérogénéité de précision et de résolution des données de part et d'autre de la frontière, la couverture LiDAR disponible est opérationnelle pour appréhender la présence de voies aménagées en remblai et/ou en déblai.

## Traitements numériques du modèle numérique de terrain

- 14 Dans le cadre de cette étude, les données ont été traitées de façon similaire, sur la base des MNT. Bien que les fichiers de points bruts (fichiers LAS) soient disponibles sur toute la zone d'étude (à l'exception du LiDAR IGN-RGE), au regard de la qualité des données disponibles, il ne nous a pas paru utile de procéder à des reclassifications pour générer nos propres MNT. En revanche, l'analyse des grilles MNT (fig. 3B) a été optimisée au moyen d'algorithmes numériques désormais classiques dans le domaine de l'analyse LiDAR appliquée à l'archéologie (Nuninger *et al.* 2010, Fruchard 2014). Parmi les outils disponibles, nous avons privilégié trois algorithmes principaux :
- l'ombrage unidirectionnel ou multidirectionnel, qui attribue à chaque pixel de la grille une valeur de luminosité et de couleur en fonction de  $n$  positions d'azimut et d'élévation du soleil sur l'horizon, donnant à l'image un effet de relief rendu sous différents éclairages (fig. 3C et D) ;
  - le *sky view factor* (SVF), qui mesure la portion de ciel visible depuis chaque point de la grille sur une demi-sphère (Kokalj *et al.* 2011). L'algorithme calcule l'angle vertical d'élévation par rapport à l'horizon pour  $n$  directions. Sur un point haut, la proportion de ciel visible sera grande, alors que dans un point bas, la portion de ciel visible sera réduite (fig. 3E) ;
  - le *topographical position index* (TPI) ou *local relief model* (LRM) qui permet de mieux visualiser les variations microtopographiques en calculant les dénivelés entre chaque point de la grille et la moyenne altimétrique des pixels voisins dans un rayon déterminé. Cette méthode annule la tendance topographique moyenne locale et code en valeur positive les surélévations et en valeur négative les dépressions (fig. 3F).
- 15 Une fois l'ensemble des traitements numériques appliqués aux MNT LiDAR de la zone d'étude, une analyse visuelle systématique a permis d'identifier des structures microtopographiques linéaires déconnectées des axes de circulation actuels, susceptibles de correspondre à des voies anciennes.

Fig. 3. – Orthophotographie (A) et exemples de traitements numériques appliqués au modèle numérique de terrain (B). C : ombrage multidirectionnel ; D : ombrage unidirectionnel ; E : *sky-view factor* ; F : *topographical position index*.

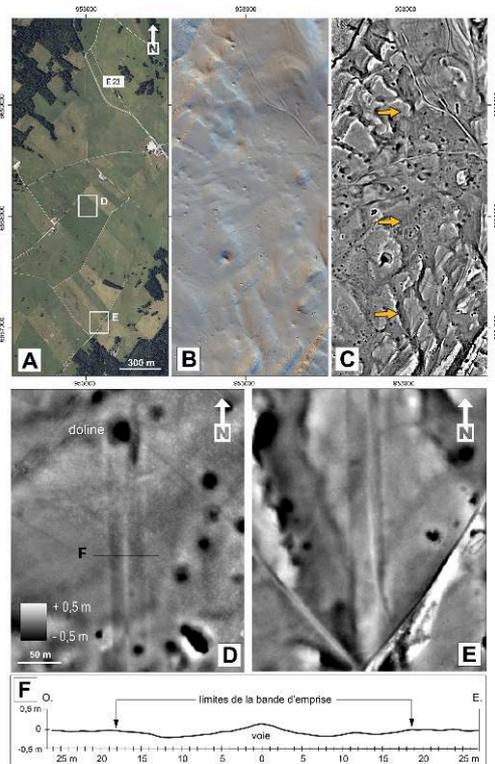


© Vincent Bichet.

## Au nord de Pontarlier, l'axe antique Vesontio-Ariolica

- 16 En limite nord de la zone d'étude, le LiDAR a confirmé la présence d'une voie déjà repérée en prospection aérienne par Jacques Aubert en 2012 (Aubert *et al.* 2012, Barbier 2015). Sur ce secteur dit du plateau de la Vrine, à 850 mètres d'altitude environ, un axe rectiligne pratiquement orienté nord-sud est identifiable sur près de 2,5 kilomètres de longueur. Il est constitué d'un remblai central d'environ 6 mètres de largeur pour deux ou trois décimètres d'élévation, et de deux dépressions latérales qui s'étendent de part et d'autre de la voie jusqu'à environ 18 ou 20 mètres de l'axe du remblai (fig. 4). Cette zone en dépression pourrait-elle correspondre à la zone d'extraction des matériaux nécessaires au terrassement du remblai central ? En l'absence d'un diagnostic plus abouti, la question ne peut être résolue. Si l'on se réfère aux observations de terrain faites sur ce tracé en période de croissance végétale, les limites externes de cette zone d'emprise paraissent limitées par un étroit fossé bordier, quasi invisible en topographie.

Fig. 4. – Voie antique du plateau de La Vrine. A : Orthophotographie ; B : ombrage multidirectionnel ; C : *topographical position index* (TPI) ; D et E : détails TPI ; F : profil TPI.



© Vincent Bichet.

- 17 Les caractéristiques morphologiques de cette structure correspondent sans conteste au module d'un aménagement routier antique constitué d'une bande de circulation centrale édifiée en *agger*, associée à deux fossés latéraux d'emprise de la voie, matérialisant le domaine public et la zone *non aedificandi* (Agache 1968, Sillièrre 1990). La présence de cette bande d'emprise parfaitement matérialisée reflète très probablement le statut de la voie et son importance dans le réseau routier public (Chevallier 1997). On notera que sur ce même axe, dans la région bisontine, à plus basse altitude, des caractéristiques identiques ont été mises en évidence dans la traversée de la dépression du marais de Saône (Kasprzyk et Nouvel 2011). Concernant l'aménagement de la voie de circulation en remblai, on peut également citer l'analogue jurassien de la voie antique mise au jour à proximité de Porrentruy, en Suisse (Demarez et Othenin-Girard 1999).
- 18 Sur le tronçon repéré ici, le tracé est quasiment rectiligne. Il n'est que très légèrement dévié dans sa partie centrale, où il évite de quelques mètres seulement deux dolines karstiques situées dans la bande d'emprise délimitée par les fossés externes (fig. 4D). On notera également qu'à son extrémité sud, la voie centrale se déporte vers l'est sans respecter la régularité linéaire de la bande d'emprise (fig. 4E).
- 19 Vers le sud, les indices LiDAR qui matérialisent la voie sur le plateau disparaissent à l'approche du relief qui domine la plaine de Pontarlier. Pour autant, la descente vers la plaine, qui s'inscrit dans une pente de l'ordre de 15 à 20 %, révèle un ensemble de tracés en cavées ou en tranchées plus ou moins parallèles, qui franchissent le versant en oblique pour amoindrir la rudesse de la pente. Il est probable qu'il s'agisse là de la continuité de la large voie du plateau de La Vrine en direction du pied du versant, et du pont sur la rivière le Drugeon, au niveau de l'actuel village de Vuillecin (fig. 1 et fig. 5).

- 20 Dans la plaine de Pontarlier, à 800 mètres d'altitude environ, l'analyse LiDAR a permis d'identifier un remblai linéaire d'axe nord-ouest / sud-est de 1,3 kilomètre de longueur, traversant la plaine entre le pont de Vuillecin et l'actuel village de Doubs, situé aux portes de la ville de Pontarlier (fig. 5). Ce tracé, relativement déconnecté des limites parcellaires et des voiries actuelles, est aménagé selon un module d'environ 6 mètres de largeur environ et un dénivelé de l'ordre de 1 à 2 décimètres, qui laisse supposer une voie de circulation aménagée en *agger*. Toutefois, aucun indice microtopographique ne permet d'identifier une éventuelle bande d'emprise de part et d'autre du tracé et de mettre directement cet axe en relation avec la voie antique précédemment décrite. Les indices d'une délimitation périphérique à la voie ont-ils été érodés par la mise en culture des terrains durant plusieurs siècles ? En l'absence de cet élément caractéristique et d'un diagnostic archéologique, la fonctionnalité précise et la chronologie d'utilisation de cet axe, tout aussi spectaculaire soit-il dans ce contexte, ne peuvent être établies avec certitude.

Fig. 5. – Tracés identifiés dans la plaine de Pontarlier (TPI).



© Vincent Bichet.

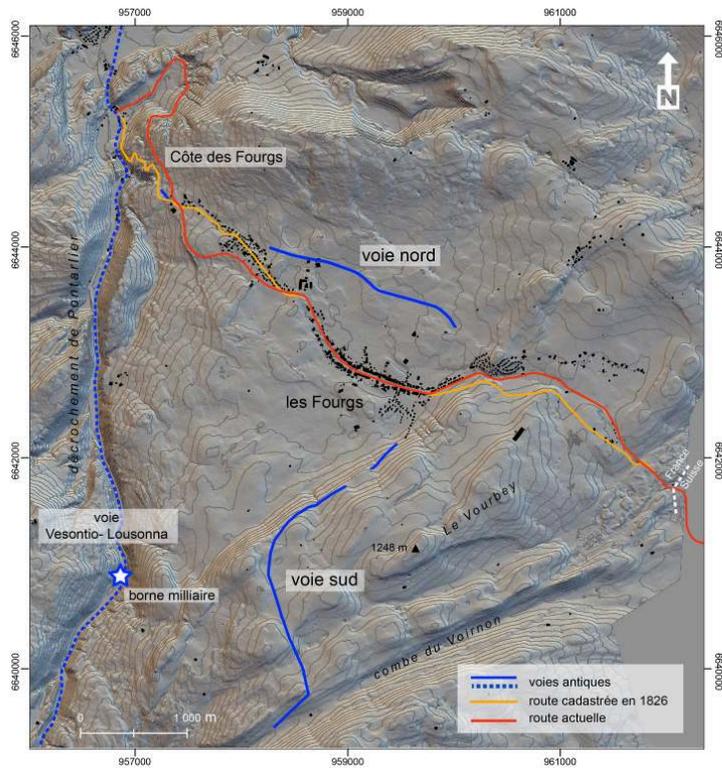
## Au sud de Pontarlier, l'axe antique Ariolica-Lousonna

- 21 Au-delà de Pontarlier vers le sud, en direction de la Suisse, commence la véritable traversée du haut massif et le décrochement géologique prend alors sa morphologie la plus encaissée dans les reliefs voisins. Sur cet axe étroit qui débute par la spectaculaire cluse de Joux et se termine après 25 kilomètres par le débouché sur le bassin suisse, vers Jougne puis Vallorbe, le LiDAR n'a révélé aucun indice susceptible de correspondre à un aménagement routier antique. Sur ce parcours, les vestiges de voies anciennes ont été probablement détruits par les terrassements des voies de circulation modernes (route nationale 57 – E23) et de la voie ferrée qui empruntent également ce passage. Ainsi, la borne milliaire découverte au lieu-dit Fontaine-Ronde au XIX<sup>e</sup> siècle ne semble être associée à aucun vestige de voie antique lui correspondant.

## Découverte de deux voies antiques inédites sur le secteur frontalier des Fourgs

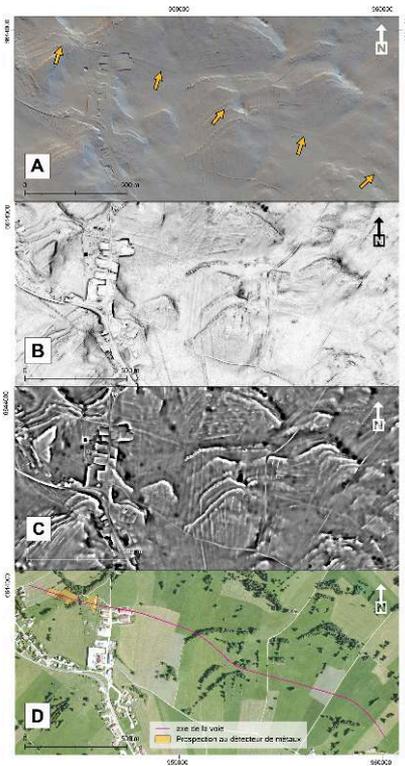
- 22 Au niveau de la mention de l'agglomération d'*Ariolica* sur la *Table de Peutinger*, identifiée comme étant Pontarlier, l'axe routier antique qui mène de *Vesontio* (Besançon) à *Lousonna* (Lausanne) à travers le Jura présente une digitation vers un second tracé. Ce tracé conduit d'*Ariolica* vers l'agglomération d'*Eburodunum*, correspondant à l'actuelle ville d'Yverdon, située dans la plaine suisse, à l'extrémité sud du lac de Neuchâtel. Dans cette région, l'identification d'une voie antique entre Orbe et Yverdon (Kasprzyk et Nouvel 2011, Nouvel et Cramatte 2013), comme la présence de multiples voies à ornières et tracés antiques et médiévaux sur le très raide versant du Jura qui domine Vuitebœuf et le bassin suisse (Mottaz 1986, Wagner 2013), confèrent à ce second axe transjurassien une probable réalité. Pour autant et jusqu'à présent, aucun argument archéologique ne matérialisait cette voie à travers le relief. La découverte de deux tracés inédits sur le secteur du village des Fourgs, à 1 100 mètres d'altitude, à proximité de l'actuelle frontière, atteste de la réalité d'un axe de circulation antique à l'est du décrochement de Pontarlier.
- 23 En effet, l'analyse des images LiDAR sur cette zone a révélé deux tracés linéaires atypiques dans la morphologie du terrain (fig. 6, 7 et 8). Ces tracés ont d'emblée été identifiés comme de potentielles voies anciennes plus ou moins érodées mais encore perceptibles dans les prairies ou sous le couvert forestier, sur un linéaire global de près de 5,2 kilomètres. En raison de leur localisation au nord et au sud du village actuel des Fourgs, ces voies ont été dénommées « voie nord » et « voie sud » (fig. 6).
- 24 La voie nord est repérable sur les images LiDAR sur 1,960 kilomètre (fig. 7). Elle s'inscrit dans la continuité vers l'est et la frontière franco-suisse du faisceau de voies à ornières et de tracés en tranchées qui monte de la cluse de Joux, à 860 mètres d'altitude, vers le plateau des Fourgs, à 1 100 mètres d'altitude (secteur de la « côte des Fourgs »). Ce faisceau de voies qui parcourt le versant était déjà connu antérieurement (Marguet 1966) (fig. 6).

Fig. 6. – Localisation des deux voies antiques localisées sur le plateau des Fourgs, dans leur contexte géographique.



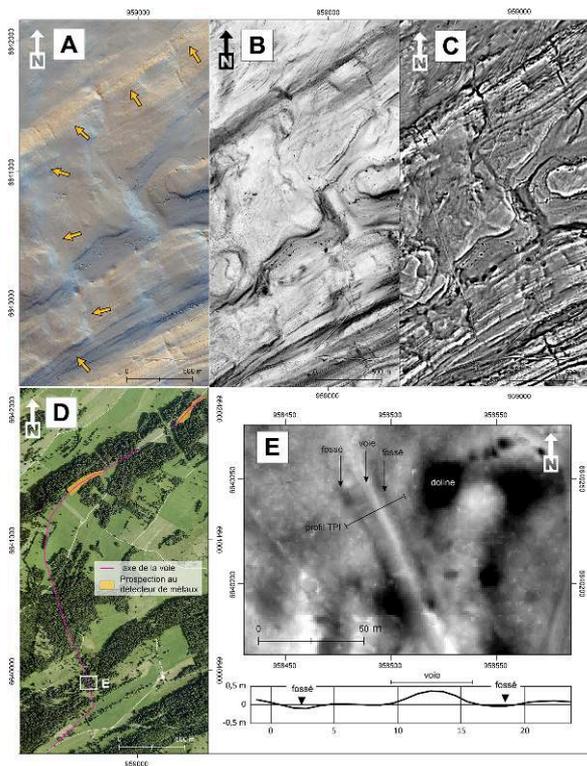
© Vincent Bichet.

Fig. 7. – Voie nord du plateau des Fourgs. A : Ombrage multidirectionnel ; B : *sky-view factor* ; C : TPI ; D : orthophotographie.



© Vincent Bichet.

Fig. 8. – Voie sud du plateau des Fourgs. A : Ombrage multidirectionnel ; B : *sky-view factor* ; C : TPI ; D : orthophotographie ; E : détail du tracé montrant une bande d'emprise (TPI).



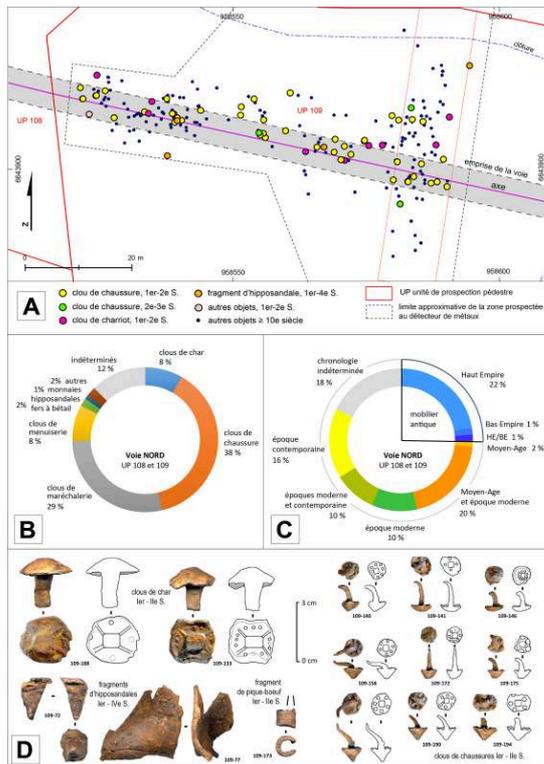
© Vincent Bichet.

- 25 Sur le plateau des Fourgs, la voie nord suit une direction ouest-nord-ouest / est-sud-est, et son tracé s'infléchit localement à mi-tracé pour éviter la dépression d'une doline karstique (fig. 7). À son extrémité est, la voie prend une direction sud-est, probablement en direction d'un carrefour commun avec la voie sud ou d'un potentiel aménagement annexe.
- 26 Sur toute la longueur identifiée, la voie se traduit par un remblai d'une largeur voisine de 6 mètres pour une hauteur, selon l'état de conservation, de 0,2 à 0,5 mètre. À aucun endroit il n'a été repéré clairement de fossés bordiers ou d'aménagements annexes, tant sur le terrain que sur les images LiDAR.
- 27 La voie sud a été repérée sur un linéaire de 3,2 kilomètres environ (fig. 8). À la différence de la voie nord, qui se dirige vers la frontière, la voie sud semble constituer le tronçon d'une voie reliant le secteur du village des Fourgs au village des Hôpitaux-Vieux, situé plus au sud, pour rejoindre le tracé de la grande voie du décrochement de Pontarlier. Cette voie permet de franchir le relief du Vourbey, qui culmine à 1 200 mètres. La voie s'adapte au relief avec un tracé en « S » qui permet de limiter son inclinaison sur les versants nord et sud du relief. Un premier segment de 1,35 kilomètre parcourt le flanc nord selon une pente d'environ 12 %. Malgré la pente et le dénivelé à franchir sur ce segment, et à la différence des voies multiples habituellement aménagées sur les zones de pente (Chevallier 1997, Dacko 2016), un seul tracé est repérable sur le versant. Sur cette zone, et selon la rudesse de la topographie, la voie est terrassée en tranchée, en terrasse ou en levée. Dans les courts secteurs en tranchée, sa largeur n'excède pas 3 mètres, voire moins ; dans les secteurs en remblai, le module de la voie est de l'ordre de 6 mètres pour une hauteur de remblai de 0,1 à 0,3 mètre. Sur

la partie sommitale du relief, plus tabulaire, la voie devient plus rectiligne sur près de 1,4 kilomètre, avant de redescendre sur le flanc sud du relief et rejoindre le pied de versant en travers de la pente par un segment de 450 mètres environ. Sur ces deux dernières portions, la voie est principalement construite en remblai, avec un module de 6 mètres de largeur.

- 28 Sur un court segment d'environ 50 mètres sur le relief, l'image LiDAR (fig. 8E) montre que le remblai a été aménagé par décaissement du terrain de part et d'autre de la voie sur environ 10 mètres de largeur, et que deux légers fossés latéraux se dessinent parallèlement à la voie. C'est ici le seul indice conservé d'une bande d'emprise limitée par des fossés externes.
- 29 Les deux tracés repérés sur le plateau des Fourgs sont totalement déconnectés des limites parcellaires récentes (cadastre dit « napoléonien » et cadastre actuel) et des voiries modernes. Une telle disposition, en complément de la mise en évidence du court segment délimité par une bande d'emprise et des fossés, plaide pour un aménagement antique.
- 30 Afin de confirmer la fonction et de préciser la chronologie de ces deux axes, et en l'absence de résultats tangibles obtenus lors des prospections pédestres menées sur les deux voies, une zone test de quelques dizaines de mètres linéaires a été prospectée au détecteur de métaux sur chacun des tracés (Bichet et Richard 2016). Les objets métalliques collectés ont été systématiquement géolocalisés au GPS RTK (précision centimétrique) pour évaluer leur distribution sur le remblai routier et ses abords (fig. 9A). Sur les deux voies, les résultats des prospections sont similaires.
- 31 La typo-chronologie du matériel se répartit sur 14 catégories d'objets datables du Haut-Empire romain à l'époque contemporaine (fig. 9B et C) ; entre 24 et 29 % du mobilier peuvent être attribués à la période antique. Il s'agit principalement de clous de *caligae* et de clous de chars à décors, de fragments d'hipposandales et de pointes de pique-bœuf (fig. 9 D). L'essentiel du mobilier antique peut être daté des I<sup>er</sup> et II<sup>e</sup> siècles (Paccolat *et al.* 2011, Rodriguez Morales *et al.* 2012), et quelques objets sont attribuables à la période III<sup>e</sup>-V<sup>e</sup> siècle. Aucune fibule ou monnaie antique n'ont été collectées, sans doute en raison du très faible linéaire prospecté sur chacune des voies. La distribution spatiale des objets indique une augmentation des concentrations sur la voie par rapport à sa périphérie. La densité d'objets collectés sur l'axe de circulation est de l'ordre de 0,3 objet/m<sup>2</sup>.

Fig. 9. – A : Distribution du mobilier métallique collecté sur une zone test de la voie nord du plateau des Fourgs ; B et C : typologie-chronologie ; D : exemple de mobilier antique collecté sur la voie nord.



© Vincent Bichet et Daniel Daval.

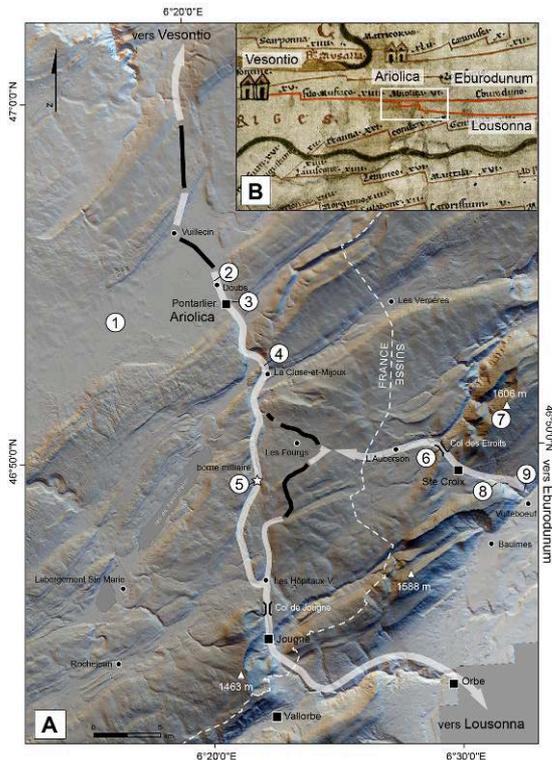
- 32 Ces premiers tests de prospection indiquent sans ambiguïté qu'il s'agit là de deux voies de circulation anciennes fréquentées dès l'époque antique par des piétons et des chars à traction animale. La typologie du mobilier indique un usage des voies durant le Haut-Empire, selon une chronologie tout à fait compatible avec la mention de l'empereur Trajan relevée sur la borne milliaire de découverte à Fontaine-Ronde, sur le tracé de la grande voie du décrochement de Pontarlier. En l'état des prospections réalisées, il est évidemment difficile de définir la période de leur aménagement et si leurs tracés empruntent des itinéraires existants antérieurement. À ce stade des investigations, on notera cependant que l'absence de mobilier métallique antérieur au 1<sup>er</sup> siècle ap. J.-C. donne à penser que ces deux voies ont pu être aménagées, dans leur état en *agger*, au cours du 1<sup>er</sup> siècle.

## Conclusion : un carrefour haut-jurassien sur le réseau routier antique d'Agrippa ?

- 33 Les caractéristiques morphologiques des voies repérées (fig. 10), en particulier la construction en remblai associée à une bande d'emprise limitée par des fossés sur le segment de La Vrigne, au nord de Pontarlier, et sur la voie sud des Fourgs, sont significatives des voies publiques antiques (Chevallier 1997). En outre, la présence d'une borne milliaire sur l'axe du décrochement de Pontarlier et de mobilier métallique datable des 1<sup>er</sup> et 2<sup>e</sup> siècles sur les deux voies des Fourgs indiquent que les tracés

identifiés sur les images LiDAR de la zone d'étude s'inscrivent très probablement dans un réseau de voies fonctionnelles à la même période, durant le Haut-Empire romain.

Fig. 10. – A : Organisation spatiale des voies antiques localisées par LiDAR (tracés noirs) dans la région du décrochement de Pontarlier et contexte archéologique (voir fig. 1) ; B : détail de la *Table de Peutinger*.



© Vincent Bichet.

- 34 Au nord de la zone d'étude, la voie de la Vrîne, avec sa bande d'emprise de 18 à 20 mètres de part et d'autre de l'axe de circulation, correspond sans doute à un segment de la voie transjurassienne principale entre *Vesontio* (Besançon) et *Lousonna* (Lausanne), via le décrochement de Pontarlier et le col de Jougne. Sur le plateau de La Vrîne, le segment de voie suit un tracé presque parallèle à l'actuelle route nationale, tandis qu'à son extrémité méridionale, il paraît en lien avec le pont de Vuillecin puis avec le tracé identifié, mais mal défini, dans la plaine pour rejoindre Pontarlier. Au-delà, seule la borne milliaire restitue le tracé de la voie antique.
- 35 Les deux voies des Fourgs, quant à elles, correspondraient à des digitations depuis ou vers la voie du décrochement, en lien avec un second tracé à travers la haute chaîne, en direction d'*Eburodunum* (Yverdon) via le col des Étroits (commune de Sainte-Croix) et la côte de Vuitebœuf.
- 36 On rappellera ici l'existence, sur ce second axe et à l'est des voies des Fourgs, des sanctuaires gallo-romains du Chasseron et de Covatannaz, des indices d'occupation militaire romaine au col des Étroits et du faisceau de voies de la côte de Vuitebœuf, qui permet de rejoindre le plateau suisse (fig. 10) (Luginbühl *et al.* 2010b et 2013, Demierre *et al.* 2015, Mottaz 1986, Wagner 2013).
- 37 Ainsi, les trois voies forment un réseau triangulaire qui pourrait correspondre à un carrefour majeur du réseau public routier antique dit d'Agrippa, qui relie l'Italie à la

France via le massif alpin et la haute chaîne du Jura, probablement frontière entre la cité des Séquanes et l'Helvétie. Ce constat initial, établi à partir des données LiDAR et des premiers diagnostics de terrain, confirme donc les tracés de la *Table de Peutinger*, qui illustrent un carrefour au niveau d'*Ariolica* (Pontarlier). Ce carrefour correspondrait au triangle de voies qui relie La Cluse-et-Mijoux, Les Fourgs et Les Hôpitaux-Vieux.

- 38 Dans le contexte du haut Jura central, il semble d'ores et déjà que de tels vestiges de voies soient relativement uniques, puisque l'extension de la zone d'investigation LiDAR n'a, à ce jour, livré aucun indice identique, tant sur le versant suisse que français. Ce premier travail ouvre des perspectives nouvelles pour mener des prospections de terrain aux abords de ces voies situées dans un relatif « désert » archéologique. En effet, à l'exception des vestiges de Pontarlier et des sites de la région de Sainte-Croix, de quelques trouvailles fortuites d'objets disséminés, aucun vestige notable n'a été découvert à ce jour en relation directe avec le tracé de ces voies antiques.
- 39 Cette étude pose également les questions de l'origine protohistorique de ces axes de circulation transjurassiens et de leur incidence sur l'anthropisation du haut massif à l'époque antique, encore largement considéré par les historiens comme un « désert forestier » jusqu'au début du dernier millénaire (Carry-Renaud 2011). Par ailleurs, si le tracé de la voie du décrochement de Pontarlier a perduré jusqu'à nos jours, sans doute en raison de son importance, les voies des Fourgs semblent avoir été abandonnées entre l'époque antique et le Moyen Âge, durant lequel des tracés nouveaux sont mis en œuvre, préfigurant les axes routiers actuels. Quelle est la signification de cet abandon ? Faut-il y voir une période de déprise dans la haute chaîne du Jura ? Les études paléoenvironnementales qui accompagnent le projet archéologique en cours sur cette région apporteront sans doute des éléments de réponse.

---

## BIBLIOGRAPHIE

AGACHE R., 1968, « Présence de fossés parallèles à certaines voies romaines », *Bulletin de Picardie*, n° 52, p. 253-264.

AUBERT J., QUINCHE P., AUBERT J., BICHET V. 2012, *Prospections aériennes 2012, chantiers archéologiques*, rapport inédit, Besançon, Service régional de l'archéologie de Franche-Comté.

BARBIER A. 2015, « La voie romaine de l'Italie entre Besançon et la Suisse : reconnaissance du tracé et des occupations qui jalonnent son parcours », mémoire de master 2 en archéologie, cultures, territoires et environnement (ACTE), Besançon, Université de Bourgogne – Franche-Comté.

BICHET P. et MILLOTTE J.-P., 1992. *L'âge du Fer dans le haut Jura : les tumulus de la région de Pontarlier, Doubs*, Paris, Maison des sciences de l'Homme (DAF, 34).

BICHET V. et RICHARD H. (dir.), 2016, *Programme de recherche ArcheoPal haut Jura central : rapport d'activités 2016. Secteur des Fourgs et des Hôpitaux-Vieux (Doubs, France)*, Besançon, Université de Bourgogne Franche-Comté, UMR 6249 CNRS Chrono-environnement.

- BOURGON J.-I., 1830, *Notice sur la borne romaine trouvée à côté de la source intermittente de Fontaine-Ronde près de Pontarlier (Doubs)*, Auxonne, impr. X. T. Saunié.
- CARRY-RENAUD E., 2011, « L'homme et la forêt dans la Haute-Vallée du Doubs à la fin du Moyen Âge : modalités et paradoxes d'une anthropisation tardive », thèse, Université de Franche-Comté.
- CHEVALLIER R., 1997, *Les voies romaines*, Paris, Picard.
- CHOMEL V. et EBERSOLT J., 1951, *Cinq siècles de circulation internationale vue de Jougue : un péage jurassien du XIII<sup>e</sup> au XVIII<sup>e</sup> s.*, Paris, Colin.
- DACKO M., 2016, « Circuler dans le Massif central à l'époque romaine : réseaux infrastructures et équipements routiers. Le cas des cités arvene et vellave », thèse, Clermont-Ferrand, Université Blaise Pascal.
- DELAMARRE X., 2003, *Dictionnaire de la langue gauloise, une approche linguistique du vieux celtique continental*, Paris, Errance, 2<sup>e</sup> éd.
- DEMAREZ J.-D. et OTHENIN-GIRARD B. (dir.), 1999, *Une chaussée romaine avec relais entre Alle et Porrentruy*, Société jurassienne d'émulation (Cahiers d'archéologie jurassienne, n° 8).
- DEMIERRE M., LUGINBÜHL T., MONTANDON M., 2015, « Militaria tardo-républicains au col des Étroits (Jura vaudois, Suisse) », dans Lehmann G. A. et Wiegels R. (éd.), *"Über die Alpen und über den Rhein..." : Beiträge zu den Anfängen und zum Verlauf der römischen Expansion nach Mitteleuropa*, Göttingen, De Gruyter Akademie Forschung, p. 283-298.
- DROZ F. N., 1760, *Mémoires pour servir à l'histoire de la ville de Pontarlier*, Besançon, impr. C.-J. Daclin.
- FRUCHART C., 2014, « Analyse spatiale et temporelle des paysages de la forêt de Chailluz (Besançon, Doubs) de l'Antiquité à nos jours », thèse, Université de Franche-Comté.
- KASPRZYK M. et NOUVEL P., 2011, « Les mutations du réseau routier de la période laténiennes au début de la période impériale : apports des données archéologiques récentes », dans M. Reddé (dir.), *Aspects de la romanisation dans l'est de la Gaule, Bibracte*, 23, n° 1, p. 21-74.
- KOKALJ Ž., ZAKŠEK K., OŠTIR K., 2011, « Application of sky-view factor for the visualisation of historic landscape features in lidar-derived relief models », *Antiquity*, 85, 327, p. 263-273.
- LUGINBÜHL T., DEMIERRE M., LANTHEMANN F., MÜHLEMANN Y., MONTANDON M., 2010a, *Prospections et fouilles dans les gorges de Covatanne : fréquentations protohistoriques et lieu de culte tardo-antique dans les secteurs des sources du Fontanet*, Lausanne, rapport à la section d'Archéologie cantonale vaudoise.
- LUGINBÜHL T., DEMIERRE M., LANTHEMANN F., MONTANDON M., JOSEPH J., 2010b, *Fouilles UNIL-UNIGE-UNINE au col des Étroits : premier diagnostic sur les aménagements protohistoriques et antiques*, Lausanne, rapport à la section d'Archéologie cantonale vaudoise.
- LUGINBÜHL T., CRAMATTE C., HOZNOUR J. (dir.), 2013, *Le sanctuaire gallo-romain du Chasseron : découvertes anciennes et fouilles récentes : essai d'analyse d'un lieu de culte d'altitude du Jura vaudois*, Lausanne, Musée cantonal d'archéologie et d'histoire (Cahiers d'archéologie romande, 139).
- MARGUET A., 1966, *Ariarica et les vestiges routiers antiques encore visibles sur le sol comtois*, Dole, impr. Chazelle.
- MOTTAZ F., 1986, « De la plaine de l'Orbe en Franche-Comté : voie romaine et chemin saunier », *Archéologie suisse*, 9, p. 124-134.
- NOUVEL P. et CRAMATTE C., 2013, « Le massif du Jura à l'époque romaine : terre de frontière ou de peuplement ? État des données », dans Richard A., Schifferdecker F., Mazimann J. P., Bélet-

Gonda C. (dir.), *Le peuplement de l'arc jurassien de la Préhistoire au Moyen Âge. Actes des deuxièmes journées archéologiques frontalières de l'Arc jurassien, Delle (F) - Boncourt (CH), novembre 2007*, Besançon, Presses universitaires de Franche-Comté / Porrentruy, Office de la culture et Société jurassienne d'émulation, p. 385-409.

NUNINGER L., FRUCHART C., OPITZ R., 2010, « LiDAR : quel apport pour l'analyse des paysages ? », *Bulletin AGER*, p. 34-43.

PACCOLAT O. (dir.), 2011, « Pfyng/Finges, évolution d'un terroir de la plaine du Rhône : le site archéologique de Pfyngut (Valais, Suisse) », annexe 2 : Volken M. *et al.*, « Les clous de chaussures du site de Pfyngut : les bases d'une typo-chronologie », *Cahiers d'archéologie romande*, n° 121 ; *Archaeologia Vallesiana* n° 4, p. 315-387.

PASSARD-URLACHER F., 2016, « Un "isthme" européen Rhin-Doubs-Saône-Rhône au Premier Moyen Âge ? L'expansion franque dans le nord de la Bourgogne, l'exemple franc-comtois », dans : *Des fleuves et des Hommes à l'époque mérovingienne : territoire fluvial et société au Premier Moyen Âge (V<sup>e</sup>-XII<sup>e</sup> siècle)*, actes des 33<sup>e</sup> Journées internationales d'archéologie mérovingienne de l'AFAM, Strasbourg, septembre 2012, Dijon, Association française d'archéologie mérovingienne, 42<sup>e</sup> supplément de la *Revue archéologique de l'Est* (Mémoires de l'AFAM, 32), p. 155-169.

PASSARD-URLACHER F. et URLACHER J.-P., 2015, « Contribution à l'étude du peuplement de la plaine de l'Arlier à l'âge du Bronze et à l'âge du Fer : les tertres de Chaffois "Sur le Mont", "La Carrière" et de La Rivière-Drugeon "Les Poiriers" (Doubs) dans leur environnement archéologique », *Revue archéologique de l'Est*, 64, p. 85-109.

RICHARD A., SCHIFFERDECKER F., MAZIMANN J.-P., BÉLET-GONDA C. (dir.), 2013, *Le peuplement de l'arc jurassien de la Préhistoire au Moyen Âge, actes des deuxièmes journées archéologiques frontalières de l'Arc jurassien, Delle (F) - Boncourt (CH), 16-18 novembre 2007*, Besançon, Presses universitaires de Franche-Comté / Porrentruy, Office de la culture et Société jurassienne d'émulation.

RODRIGUEZ MORALES J., FERNANDEZ MONTORO J. L., SANCHEZ SANCHEZ J., DE LUGO ENRICH L. B., 2012, « The clavi caligarii or Caliga's hobnails. Key elements to identify roman roads ». *LVCENTVM XXXI*, p. 147-164.

SILLIÈRES P., 1990, *Les voies de communication de l'Hispanie méridionale*, Bordeaux, Centre Pierre Paris.

URLACHER J.-P., PASSARD-URLACHER F., MANFREDI-GIZARD S., 1998, « La nécropole mérovingienne de La Grande Oye (Doubs), VI<sup>e</sup>-VII<sup>e</sup> s. ap. J.-C. », Dijon, Association française d'archéologie mérovingienne / *Revue archéologique de l'Est* (Mémoires de l'AFAM, 10).

WAGNER C., 2013. « Prospection », dans Possaz N. (dir.), *Archéologie vaudoise : chronique 2012*, Lausanne, Service archéologique du canton de Vaud.

## NOTES

1. Cette étude a bénéficié de multiples soutiens : les données LiDAR ont été gracieusement mises à disposition par la communauté de communes Frasne-Drugeon (G. Magnon), le syndicat mixte des Milieux aquatiques du Haut-Doubs (G. Magnon et J.-N. Resch) et l'Institut géographique national pour la France ; par le service de la Géomatique et du registre foncier du canton de Neuchâtel (M. Riedo) et l'Office de l'information sur le territoire (OIT) du canton de Vaud pour la Suisse (G. Gachet). Les prospections de terrain ont bénéficié de l'aide précieuse de B. Adreani, N. Desbrière, E. Carry-Renaud, D. Grand, R. Jaccard, S. Lehmann, V. Métral et G. Meulle. La commune

des Fourgs et les propriétaires des terrains concernés par les prospections ont autorisé l'accès à leurs parcelles. Le service régional de l'archéologie de Bourgogne – Franche-Comté a autorisé les travaux de prospection et apporte son soutien financier au programme ArcheoPal Haut JURA.

---

## RÉSUMÉS

La question du franchissement protohistorique ou antique des hauts reliefs du massif du Jura et des incidences des voies de circulation sur le peuplement de cette région frontalière de montagne reste à ce jour mal résolue en raison d'investigations archéologiques peu nombreuses. Les prospections LiDAR aéroportées réalisées dans la région centrale de la haute chaîne (800 à 1 450 mètres d'altitude), à proximité du décrochement de Pontarlier (faille géologique transversale aux plis du relief), ont permis d'identifier les vestiges de trois voies jusqu'à présent supposées ou inédites, susceptibles de correspondre à des axes du réseau routier antique d'Agrippa, reliant la Séquanie à l'Helvétie à travers la montagne jurassienne. Les caractéristiques morphologiques des voies identifiées, comme les premiers éléments de datation établis à partir du mobilier métallique collectés sur deux d'entre elles, paraissent indiquer une fréquentation centrée sur les I<sup>er</sup>, II<sup>e</sup> et III<sup>e</sup> siècles de notre ère. Le tracé des voies détermine un carrefour qui structure le franchissement du relief selon deux directions : vers la Suisse, depuis *Ariolica* (Pontarlier) vers *Eburodunum* (Yverdon), ou vers *Lousonna* (Lausanne).

## AUTEURS

### VINCENT BICHET

Laboratoire de Chrono-environnement (UMR 6249), CNRS / université de Bourgogne – Franche-Comté

### ARTHUR BARBIER

Association APRAGE (Approches pluridisciplinaires de recherche archéologique du Grand-Est)

### VALENTIN CHEVASSU

Laboratoire de Chrono-environnement (UMR 6249), CNRS / université de Bourgogne – Franche-Comté

### DANIEL DAVAL

Association de recherche et d'étude des sites archéologiques comtois (ARESAC)

### ÉMILIE GAUTHIER

Laboratoire de Chrono-environnement (UMR 6249), CNRS / université de Bourgogne – Franche-Comté

**MURIELLE MONTANDON**

CALIGAE, groupe de recherche sur la région de Sainte-Croix durant l'Antiquité

**HERVÉ RICHARD**

Laboratoire de Chrono-environnement (UMR 6249), CNRS / université de Bourgogne – Franche-Comté

**MATTHIEU THIVET**

Laboratoire de Chrono-environnement (UMR 6249), CNRS / université de Bourgogne – Franche-Comté