



HAL
open science

Archeotracker, la prospection pédestre géolocalisée à haute résolution spatiale

Nicolas Poirier, Florent Hautefeuille, Anna Luiza Rezende Ladeia, Émile Hautefeuille

► **To cite this version:**

Nicolas Poirier, Florent Hautefeuille, Anna Luiza Rezende Ladeia, Émile Hautefeuille. Archeotracker, la prospection pédestre géolocalisée à haute résolution spatiale. *Les Nouvelles de l'archéologie*, 2019, 155, pp.5-11. 10.4000/nda.5565 . hal-02296788

HAL Id: hal-02296788

<https://hal.science/hal-02296788>

Submitted on 23 May 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.

Archeotracker

La prospection pédestre géolocalisée à haute résolution spatiale

Nicolas Poirier, Florent Hautefeuille, Anna Luiza Rezende Ladeia et Émile Hautefeuille



Édition électronique

URL : <https://journals.openedition.org/nda/5565>

DOI : 10.4000/nda.5565

ISSN : 2425-1941

Éditeur

Editions de la maison des sciences de l'homme

Édition imprimée

Date de publication : 11 juillet 2019

Pagination : 5-11

ISBN : 978-2-7351-2531-9

ISSN : 0242-7702

Ce document vous est offert par Université Toulouse 2 - Jean Jaurès



Référence électronique

Nicolas Poirier, Florent Hautefeuille, Anna Luiza Rezende Ladeia et Émile Hautefeuille, « Archeotracker », *Les nouvelles de l'archéologie* [En ligne], 155 | 2019, mis en ligne le 06 septembre 2019, consulté le 23 mai 2022. URL : <http://journals.openedition.org/nda/5565> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/nda.5565>



Archeotracker

La prospection pédestre géolocalisée à haute résolution spatiale

Nicolas Poirier

CHARGÉ DE RECHERCHE AU CNRS, UMR 5608 TRACES « TRAVAUX ET RECHERCHES ARCHÉOLOGIQUES SUR LES ESPACES, LES CULTURES ET LES SOCIÉTÉS », CNRS/ UNIVERSITÉ DE TOULOUSE 2/MINISTÈRE DE LA CULTURE, MAISON DE LA RECHERCHE, 5, ALLÉES ANTONIO-MACHADO 31058 TOULOUSE, CEDEX 9.
NICOLAS.POIRIER1@UNIV-TLSE2.FR

Florent Hautefeuille

MAÎTRE DE CONFÉRENCES À L'UNIVERSITÉ DE TOULOUSE 2 JEAN-JAURÈS, UMR 5608 TRACES « TRAVAUX ET RECHERCHES ARCHÉOLOGIQUES SUR LES ESPACES, LES CULTURES ET LES SOCIÉTÉS », CNRS/UNIVERSITÉ DE TOULOUSE 2/ MINISTÈRE DE LA CULTURE, MAISON DE LA RECHERCHE, 5, ALLÉES ANTONIO-MACHADO 31058 TOULOUSE, CEDEX 9.
FLORENT.HAUTEFEUILLE@UNIV-TLSE2.FR

Anna Luiza Rezende Ladeia

TITULAIRE D'UN MASTER DE L'UNIVERSITÉ DE TOULOUSE 2 JEAN-JAURÈS.
ANNA.LADEIA@GMAIL.COM

Émile Hautefeuille

LYCÉEN

Introduction

La prospection pédestre, historiquement la plus ancienne des méthodes de l'archéologie moderne, a connu peu d'évolutions techniques sur le terrain. Les méthodes décrites dans une recension (Dieudonné 1989) ou un manuel (Dabas *et al.* 1998) sont sensiblement les mêmes que celles couramment pratiquées aujourd'hui. Pourtant, les questions de la validité et de la représentativité des données obtenues ont donné lieu à de nombreuses discussions. Un récent article tente de faire le point sur l'ensemble des biais méthodologiques pouvant entraîner des distorsions dans l'interprétation de ces données, depuis la médiocre visibilité des artefacts jusqu'à l'inexpérience de l'équipe des prospecteurs (Banning *et al.* 2016). La quantification de l'erreur reste cependant aléatoire et l'objectivisation des données une panacée inatteignable (Heilen & Altschul 2013). La représentativité des corpus recueillis est une des questions les plus souvent discutées.

La méthode classique consiste à faire arpenter un espace rural par des prospecteurs qui collectent les artefacts visibles en surface selon un maillage dense. L'identification d'un site se fait lorsqu'est observée une concentration d'artefacts qui peut être délimitée et semble chronologiquement cohérente. La méthode peut alors évoluer pour tenter de circonscrire les contours du site et estimer l'intensité de l'occupation. Dans la plupart des cas, c'est seulement à cette étape qu'entre en jeu la question de la spatialisation fine des vestiges (Banning 2002). Celle-ci peut se faire par un enregistrement des objets en fonction d'un carroyage préalablement défini, par échantillonnage des vestiges sur des transects traversants (Cherry *et al.* 1991), ou par un pointage systématique des vestiges par le biais d'une station totale ou d'un géopositionnement par satellite (Gps). S'il améliore de manière sensible les possibilités d'enregistrement (Howard 2006; Tripcevich 2004),

l'emploi d'un tel système reste limité à l'enregistrement et à l'analyse intra-site. Le géoréférencement systématique des données recueillies hors-sites a été tenté mais il demeure expérimental, en raison de la complexité technique qu'il induit et surtout de sa faible rentabilité, si l'on rapporte le temps passé à la surface documentée (Canillos 2008; Kotarba 1998).

Pour dépasser cette barrière, nous avons développé une méthode qui puisse répondre à plusieurs contraintes :

- économie de temps. L'utilisation classique d'un Gps se fait par positionnement *a posteriori* d'objets repérés à la surface d'un sol. Cette méthode offre l'avantage de la précision mais elle est excessivement coûteuse en temps. Elle peut difficilement être envisagée hors des sites sur des parcelles où l'échantillonnage du mobilier peut se traduire par la découverte de plusieurs centaines à plusieurs milliers d'artefacts par unités de collecte. La seule solution consiste donc en un enregistrement direct de l'information au moment de la découverte.
- faible coût. Les prospections se faisant essentiellement dans le cadre d'une archéologie universitaire programmée, il convenait de mettre au point une technique dont le coût soit compatible avec les moyens d'une équipe de recherche classique en Europe et, dans la mesure du possible, dans des pays au faible niveau économique.
- simplicité d'utilisation. Un étudiant non spécialisé doit pouvoir l'appliquer après une formation réduite à quelques minutes.

C'est dans ce cadre qu'a été développé un outil dédié à la prospection, en l'occurrence une application pour smartphones appelée *Archeotracker*. L'idée était de profiter de la généralisation des smartphones équipés de Gps offrant une précision suffisante pour l'objectif fixé. Cette application a été intégrée au programme REPERAGE – Recherches

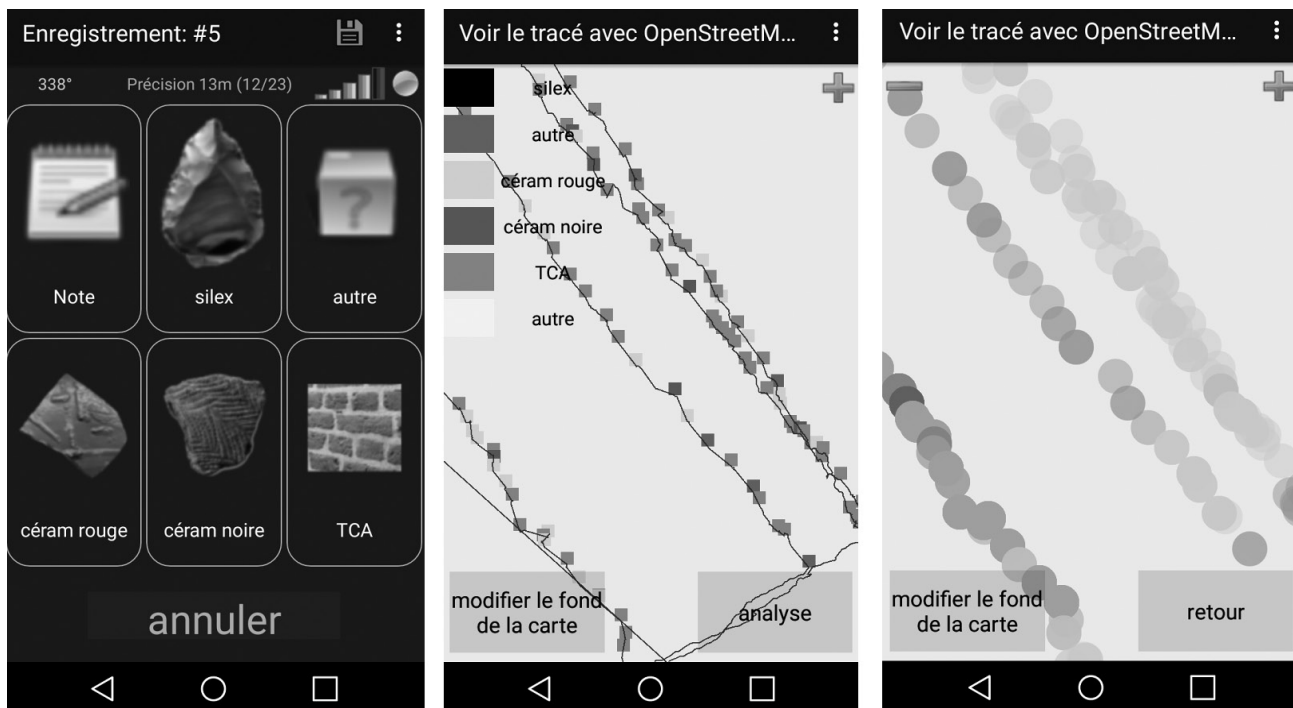


Fig. 1. Interface de l'application *Archeotracker*: boutons personnalisables, carte de localisation des traces et artefacts, carte de densité. © Nicolas Poirier.

sur les espaces, le peuplement et les réseaux anciens de la Garonne –, financé par le SRA Occitanie et l'UMR 5608 TRACES, et placé sous la responsabilité de Nicolas Poirier¹. Il vise à étudier les processus d'anthropisation du lit majeur et des premières terrasses du fleuve, et repose entre autres sur des campagnes de prospection systématique. Les exemples utilisés dans cet article proviennent de ces campagnes.

Description de l'outil et de la méthode proposée

L'application *Archeotracker* reprend l'essentiel du code de l'application open source *OSMTracker*, développée par Nicolas Guillaumin dans le cadre du projet *Open Street Map*. L'application initiale a été complètement adaptée à l'usage archéologique². Sa version 2 est disponible gratuitement sur le *Playstore* de *Google*, en français et en anglais³.

Chaque prospecteur doit être équipé d'un téléphone sous Android sur lequel a été préalablement installée l'application. Le téléphone se porte au bras sous un étui résistant à l'eau, sur le modèle des brassards pour jogging. L'application fonctionne sans réseau et il est recommandé de placer le téléphone en mode avion de manière à économiser l'énergie. Il est cependant possible de s'appuyer sur un support cartographique de type *Open Street Map*

pour visualiser les données dans leur contexte en temps réel. Il est également possible d'intégrer dans le téléphone des fonds de cartes spécifiques au format *MBTiles*, qui est une spécification pour stocker des données cartographiques tuilées dans des bases de données relationnelles *SQLite*, accessibles par le langage SQL pour *Structured Query Language*. L'ensemble des tutoriels est intégré à l'application, qui offre par défaut une interface de boutons permettant d'enregistrer de 4 à 8 catégories d'artefacts. Le nombre et la nature de ces boutons sont modifiables et leurs configurations transférables par Bluetooth, de manière à homogénéiser les interfaces de tous les appareils utilisés par l'équipe.

L'application enregistre dans le même temps la trace du parcours d'un prospecteur et les artefacts qu'il a pu observer et collecter. Lorsqu'une zone à prospecter a été définie, le prospecteur démarre une trace qu'il est possible de nommer avec le code d'enregistrement dédié. Dès que la trace est ouverte, l'application enregistre strictement l'ensemble des déplacements à raison d'un point toutes les secondes au maximum. Cela permet éventuellement de mesurer la vitesse de déplacement et, partant de là, la minutie de la collecte, l'enregistrement par grandes catégories des artefacts collectés se faisant par un simple clic, grâce à une interface simple (fig. 1).

Ainsi, lorsqu'un silix est trouvé, une pression sur le bouton dédié sur l'écran permet d'enregistrer sa position avec une marge d'erreur allant de 2 à 5 m selon les modèles de puce GPS équipant les smartphones⁴. Il est également

1. <https://sites.google.com/view/reperage/>

2. La conception de l'application a été assurée par Florent Hautefeuille, mais l'essentiel du développement technique (codage en Java) a été réalisé bénévolement par Émile Hautefeuille. Qu'il soit remercié de son implication dans ce projet.

3. https://play.google.com/store/apps/details?id=fr.universite_toulouse.umr_5608_traces.archeotracker&hl=fr

4. Lors des premières campagnes d'utilisation et de validation de la procédure, de manière à mieux maîtriser les données, nous avons équipé l'ensemble des prospecteurs avec un modèle de téléphone unique de type Huawei Ascend Y 330, doté d'un chipset Mediatek MT6572 bas de gamme.



Fig. 2. Traces Gps des prospecteurs et cartographie thématique des artefacts sous Sig. © Nicolas Poirier.

possible d'ajouter une note écrite pour commenter tel ou tel objet. Quand la ligne de prospection est achevée, l'enregistrement est suspendu pour reprendre à la ligne suivante. Lorsqu'un site est découvert, il est évidemment possible de créer un fichier-trace spécifique avec un code d'enregistrement propre. Quelle que soit la méthode mise en œuvre, l'ensemble des objets attachés au site peut être référencé et chaque prospecteur peut observer en direct la répartition spatiale de ses découvertes pour visualiser les lieux où il est déjà passé dans le cadre d'une recherche aléatoire. L'outil peut également servir à rectifier une trajectoire quand les écartements entre prospecteurs sont importants. Une fois la prospection du site achevée, il est possible de revenir sur le fichier de zone de prospection et de reprendre sa ligne au point où elle avait été laissée.

À la fin de la journée ou quand la prospection d'une zone est terminée, l'application fusionne par Bluetooth l'ensemble des traces enregistrées par chacun des membres de l'équipe. Il suffit pour cela d'appairer les téléphones, c'est-à-dire de les réunir et de désigner celui qui va fusionner toutes les traces reçues. On dispose ainsi, en quelques minutes, des données globales de l'ensemble de l'équipe de prospecteurs. La dernière version de l'application propose également un premier outil d'analyse par carte de chaleur (fig. 1) qui aide à visualiser sur le terrain d'éventuelles anomalies de concentration de mobilier sans même passer par un transfert vers un ordinateur et un Sig.

Il est ensuite possible d'exporter ces fichiers de synthèse au format GPX5 par Bluetooth, par mél ou par clef USB6. La table attributive de chaque fichier détaille, aussi bien pour les déplacements que pour les enregistrements d'artefacts, l'origine (le nom du téléphone) de l'ensemble des données. La traçabilité de l'information est donc complète.

Bien sûr, la couche des objets identifiés permet de faire apparaître soit l'ensemble du mobilier recueilli soit seulement une ou plusieurs catégories d'objets (fig. 2). Toutes les techniques d'analyses spatiales peuvent alors être entreprises afin d'optimiser l'interprétation.

Un nouvel outil au service de l'analyse

Dans le cadre du programme REPERAGE, l'usage de cet outil a été systématisé. L'ensemble du territoire a été découpé en unités de collectes de faibles dimensions (moyenne d'environ 2,5 ha). Chacune a été prospectée par

5. Le format de fichier GPX, pour *Gps eXchange Format*, autorise l'échange de coordonnées Gps, afin de décrire une collection de points utilisables sous forme de point de cheminement (*waypoint*), trace (*track*) ou itinéraire (*route*).

6. La norme Usb, pour *Universal Serial Bus*, sert à connecter des périphériques informatiques à un ordinateur ou à tout type d'appareil prévu à cet effet (tablette, smartphone, etc.).

des groupes de 5 à 10 personnes, en général des étudiants inscrits à l'université de Toulouse 2 Jean-Jaurès. Leurs lignes de prospection étaient espacées de 10 mètres. La méthodologie mise en œuvre sur le terrain a consisté à prélever la totalité des artefacts observés par chacun(e) dans sa bande de circulation. Lors de cette étape, l'enregistrement du mobilier dans l'application est fait selon quatre grandes catégories (nombre qu'il est possible de faire évoluer) : terres cuites architecturales ou TCA (tuiles, briques, pavements, etc.), céramiques, silex, ainsi qu'une catégorie mixte intégrant entre autres le verre et le métal. Les terres cuites architecturales ont été décomptées et classées par types avant d'être rejetées dans les champs. Le reste du mobilier a été prélevé, lavé et étudié selon un protocole classique, pour discerner une première chronologie.

Validité des corpus mesurés

L'identification des artefacts reposant sur des étudiants à l'expérience de terrain variable, la première observation qui ressort des comptages issus de l'application est que, globalement, les choix opératoires s'avèrent pertinents.

Si l'on considère les 124 unités de collecte ayant bénéficié de l'usage de cette application en 2015 et 2016, on observe une bonne adéquation entre le nombre total d'artefacts enregistrés via l'application et les comptages réalisés sur le terrain en fin de prospection. En effet, à plus de 75 % ces unités présentent une différence inférieure à 25 % à ce total, et pour près de 90 % la différence est inférieure à la moitié. De telles observations sont globalement rassurantes sur la prise en main de l'application par les utilisateurs. Les quelques écarts observés correspondent probablement à des « clics » involontaires liés au caractère tactile de l'interface. C'est un biais qu'il faudra corriger en insistant bien sur la bonne pratique de l'application et son installation dans un brassard étanche correctement placé sur le bras.

Approche multiscale : possibilité d'analyse spatiale à l'échelle d'un terroir

L'analyse des dynamiques d'occupation d'un espace rural repose tant sur les processus d'installation et d'abandon des centres de peuplement que sur la mesure des modalités d'exploitation des terroirs. Or, la localisation ponctuelle de chaque artefact récolté en surface ouvre la voie à une cartographie des densités de mobilier hors-sites, à l'échelle intra-parcellaire. Cette approche permet de dépasser la cartographie des densités de vestiges généralement conduite par parcelle ou fragment de parcelle (les unités de collecte), dont la taille varie de 2 à 5 ha. Il en ressort la possibilité d'analyser la répartition de ce mobilier à haute résolution spatiale (fig. 3). Généralement interprété comme la trace archéologique des épandages de fumures (Poirier & Nuninger 2012), le mobilier recueilli hors des sites les relie au terroir, par la lecture d'un gradient de l'intensité de la mise en valeur agraire de l'espace au cours du temps. Une lecture fine de sa répartition était jusqu'à présent limitée par l'hétérogénéité en taille des unités de

collecte. Les analyses spatiales fondées sur la localisation individuelle des vestiges dans *Archeotracker* permettent désormais de générer des cartes de densité dont la résolution est de quelques mètres carrés. Une telle « performance » est particulièrement précieuse pour une remise en contexte des sites archéologiques identifiés – mais aussi des habitats actuels – dans un contexte plus large de mise en valeur des terroirs. Dans le cas d'une forte stabilité des noyaux de peuplement, on peut inférer la date d'implantation d'un habitat actuel par la datation du halo de mobilier hors-site épandu autour de lui.

Précision dans l'identification des sites

La procédure de terrain suivie dans le cadre du test de l'application *Archeotracker* a consisté à associer une méthode traditionnelle de délimitation des sites par la reconnaissance visuelle de l'emprise des concentrations de mobilier, avec un pointage systématique des vestiges caractéristiques des dites concentrations. L'objectif était de confronter une délimitation approximative à une emprise mesurable par la localisation individuelle des vestiges. Il en ressort une bonne adéquation entre les deux (fig. 4).

Identification des sites *a posteriori*

La localisation individuelle des vestiges présents dans la couche arable et leur représentation spatiale sous forme de cartes de densités peut aboutir à l'identification de certaines concentrations particulières de mobilier n'ayant pas été identifiées sur le terrain. Le repérage de ces anomalies dans la répartition du mobilier hors-sites doit inciter à un retour sur le terrain pour une vérification de l'anomalie en question. Toutefois, il faut rappeler que le critère de concentration n'est pas le seul à prendre en compte comme indice de site. La cohérence, notamment chronologique, du mobilier qui la compose doit également être appréciée, car des concentrations « artificielles » d'objets d'origine diverse peuvent tout à fait avoir été générées par des phénomènes post-dépositionnels (érosion de bas de pente, apports alluviaux) ou étrangers à l'histoire de l'occupation du sol (transports de matériaux d'un endroit à l'autre du terroir).

Maintien du rendement

Si l'utilisation de l'application ne fait pas gagner de temps, elle permet néanmoins de ne pas en perdre dans le recueil de cette nouvelle échelle d'information que représente la densité intra-parcellaire des vestiges. En effet, entre 2015 et 2016 (année de généralisation de l'utilisation de l'application), le rendement de nos prospections est même passé de 1,42 ha/j/pers à 2,81 ha/j/pers, malgré une densité plus importante de sites à délimiter et prélever (de 24,35 ha/site à 18,09 ha/site). Le gain d'information produit n'est donc en rien pénalisant.

Responsabilisation des étudiants/bénévoles

L'usage de l'application est en outre intéressant et valorisant pour les étudiants et bénévoles qui participent aux prospections, dans la mesure où ils sont invités à progresser dans une détermination sommaire des artefacts (entre fragments de TCA et tessons de poterie par exemple) et à s'impliquer dans l'observation des variations de densité de

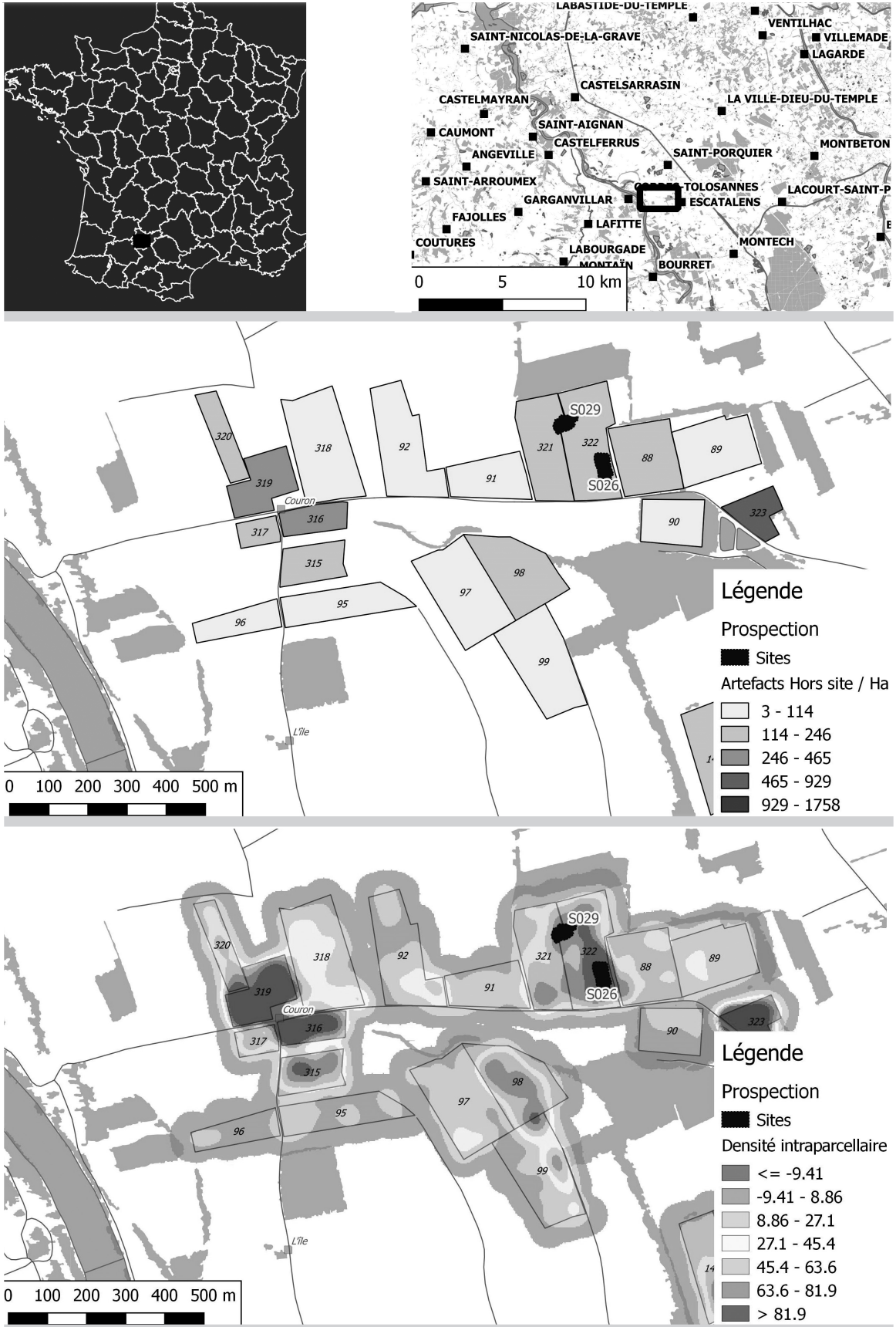


Fig. 3. Comparaison des densités de vestiges hors-sites pour la même zone, selon les densités parcellaires (en haut) et selon les densités intra-parcellaires (en bas). On mesure le gain d'information permis par l'application. © Nicolas Poirier.

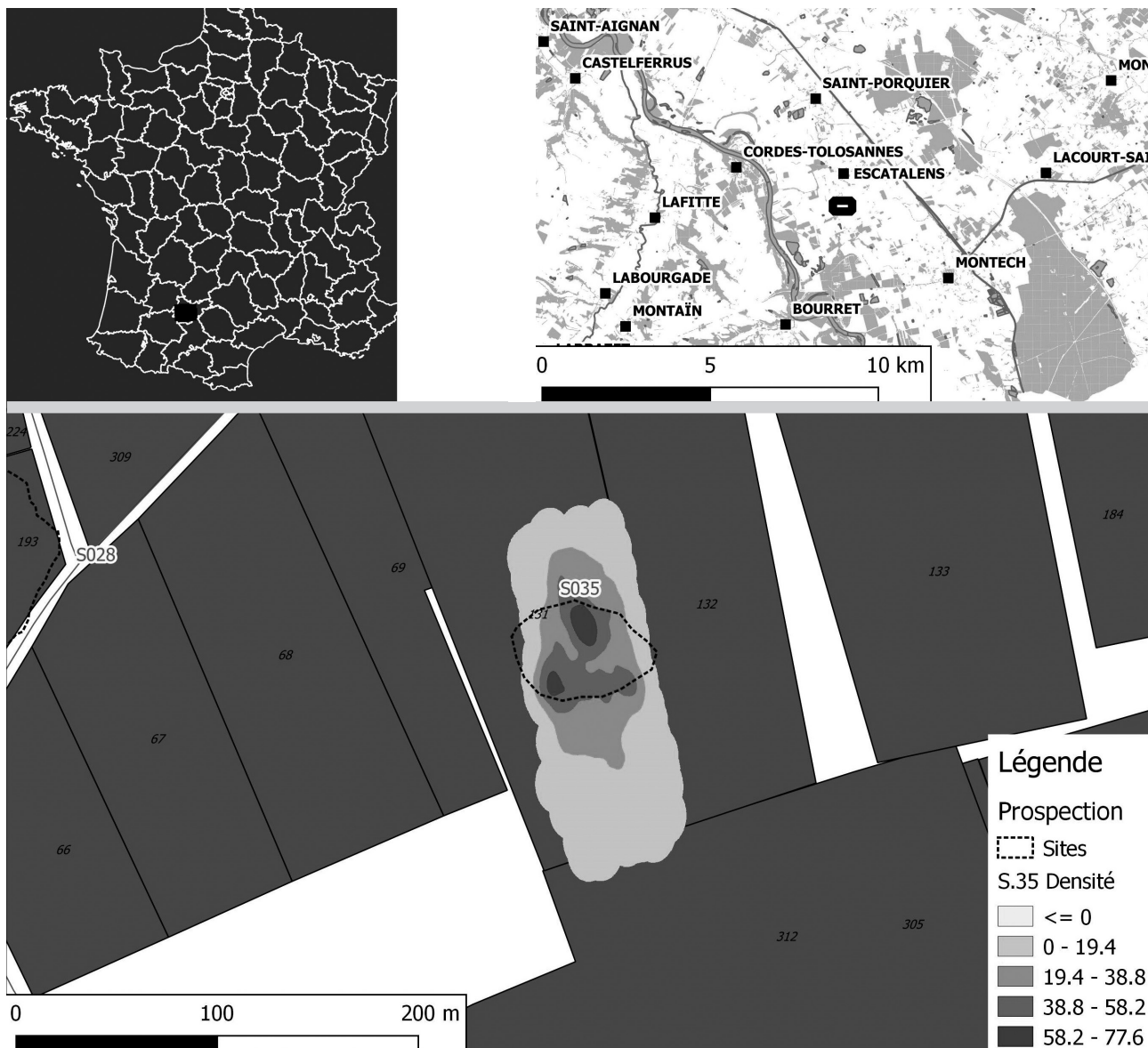


Fig. 4. Confrontation de l'emprise de la concentration de mobilier délimitée à l'œil sur le terrain (pointillés noirs) et la carte de densité du mobilier livrée par l'application. Celle-ci permet de valider l'existence du site et d'identifier plusieurs noyaux de concentration. © Nicolas Poirier.

mobilier hors-sites par la génération de cartes de densité, à tout moment, sur leur support mobile.

Discussion et perspective

On pourrait regretter que notre démarche d'enregistrement systématique du mobilier de surface à échelle individuelle ne concerne que la phase de terrain et ne puisse être prolongée au cours des opérations de traitement du mobilier. Il serait possible d'imaginer une procédure de conditionnement et d'étiquetage individuel de chaque artefact sur le terrain, en lui attribuant le numéro d'ordre fourni par l'application, de sorte que sa traçabilité soit assurée. Ceci permettrait, au terme de l'étude du mobilier, de cartographier très précisément la distribution de tel ou tel type

céramique, daté de telle ou telle période. Mais cette limitation est un choix lucide de notre part. La raison essentielle tient à la logistique qui serait nécessaire pour mettre en œuvre une telle procédure, particulièrement lourde. En effet, il faudrait disposer de lots importants de sachets, éventuellement pré-numérotés, et d'étiquettes remplies sur le terrain, au moment de la collecte, dans des conditions météorologiques souvent défavorables et peu propices aux travaux d'écriture... La logistique du traitement du mobilier en laboratoire pour les travaux de lavage, de tri et de comptage du mobilier s'en trouverait aussi considérablement alourdie. Autant d'étapes pouvant être mises en œuvre dans le cadre de la prospection d'un site particulier mais qui pénaliseraient gravement le rendement de prospections systématiques engagées à l'échelle de plusieurs communes.

Une perspective de traitement à venir, que l'application rend possible mais que nous n'avons pas encore testée, repose sur l'identification individuelle des traces GPS, pour nuancer les données brutes obtenues. En effet, l'association de chaque ligne de prospection à un étudiant ou un bénévole devrait permettre de mesurer et corriger les écarts observés dans l'acuité visuelle des différents membres d'une équipe ou les variations de collecte liées à leur formation, à leur expérience ou aux périodes chronologiques qui ont leurs préférences. Ces variations subjectives, souvent pressenties, n'ont jamais été réellement mesurées ni prises en compte dans une démarche de correction de l'information recueillie. Bien sûr, cette correction ne pourrait être qu'une étape d'analyse et ne serait en aucun cas substituée aux données brutes réellement mesurées.

Conclusion

La mise à disposition de l'application *Archeotracker* auprès de la communauté a pour vocation de faciliter le travail de topographie de terrain au cours des prospections pédestres (délimitations de sites et zones prospectées), tout en fournissant l'opportunité d'un gain d'information et d'un changement d'échelle dans la résolution des données récoltées.

Par l'intermédiaire d'une interface simple, utilisable sur n'importe quel smartphone équipé d'une puce Gps, *Archeotracker* permet donc l'enregistrement individuel de tous les artefacts collectés à la surface du sol et leur classement par grande catégorie de mobilier.

Nous avons montré que l'exploitation de ces données dès la phase de terrain, offrant la possibilité de générer des cartes de densité «en temps réel», constituait un outil d'aide à la décision pouvant orienter le déroulement des opérations. Ces données permettent surtout d'objectiver la démarche d'identification des concentrations de mobilier interprétées comme des sites archéologiques potentiels, et de préciser l'emprise et les caractéristiques de surface de ces manifestations de vestiges enfouis.

Les cartographies intraparcellaires de la distribution des densités de mobilier peuvent aisément être croisées avec d'autres sources opérant à la même échelle, comme les données de télédétection aérienne (imagerie multispectrale ou Lidar), les données géophysiques (radars, magnétomètres) ou les données planimétriques anciennes (cadastre napoléonien, par exemple).

L'application *Archeotracker* met donc à la portée de tous, et ce à moindre coût, la haute résolution spatiale pour les données de prospection de surface. Par là, elle redonne toute sa valeur à cette méthode un peu délaissée, en l'intégrant pleinement à une démarche non-invasive de recherche archéologique.

Bibliographie

BANNING E. B. 2002. *Archaeological survey. Manuals in archaeological method, theory, and technique.* New York (États-Unis), Springer, 273 p.

BANNING E. B., HAWKINS A. L., STEWART S. T., HITCHINGS P. & EDWARDS S. 2016. «Quality Assurance in Archaeological Survey», *Journal of Archaeological Method & Theory*, 24, 2: 466-488.

CANILLOS T. 2008. «Nouvelles données sur les SIG: Prospection expérimentale sur un site de hauteur (Camp de César, Gard, France)». In: *L'inventaire archéologique, méthodes et résultats: confrontation des expériences dans l'espace méditerranéen: table ronde de l'université de Guelma.* Guelma (Algérie), université du 8 mai 1945: 113-122.

CHERRY J. F., DAVIS J. L., MANTZOURANI E. & WHITELAW T. M. 1991. «The survey methods». In: *Landscape Archaeology as Long-Term History: Northern Keos in the Cycladic Islands, From Earliest Settlement Until Modern Times.* Los Angeles (États-Unis), University

of California UCLA, Institute of Archaeology: 13-54.

DABAS M., DELÉTANG H. & FERDIÈRE A. 1998. *La prospection.* Paris, Errance.

DIEUDONNÉ N. 1989. «La prospection au sol: étude bibliographique», *Revue archéologique du Centre de la France*, 28, 2: 217-228.

HEILEN M. & ALTSCHUL J. H. 2013. «The Accuracy and Adequacy of In-Field Artifact Analysis: An Experimental Test at Two Archaeological Sites in the Western United States», *Advances in Archaeological Practice*, 1, 2: 121-138.

HOWARD P. 2006. *Archaeological surveying and mapping: recording and depicting the landscape.* New York (États-Unis), Routledge, 312 p.

KOTARBA J. 1998. «Valros, "Le Pirou" (Hérault): un exemple de l'apport des méthodes fines de lecture du sol en prospection pour la connaissance des sites de l'âge du fer». In: S. Mauné (dir.), *Recherches récentes sur les établissements ruraux protohistoriques en Gaule méridionale, IX^e-III^e siècle avant J.-C.:*

actes de la table ronde de Lattes, mai 1997. Montagnac, Mergoïl: 73-92.

POIRIER N. 2007. *Un espace rural en Berry dans la longue durée: expérience de micro-analyse des dynamiques spatio-temporelles du paysage et du peuplement dans la région de Sancergues (Cher).* Tours, université François-Rabelais (thèse de doctorat), 458 p.

POIRIER N. & NUNINGER L. 2012. «Techniques d'amendement agraire et témoins matériels. Pour une approche archéologique des espaces agraires anciens», *Histoire & sociétés rurales*, 38, 2: 11-50.

REYNOLDS P. J. 1998. «Sherd movement in the ploughzone—physical data base into computer simulation». In: S. Rahtz & J. Richards (dir.), *Computer and Quantitative Methods in Archaeology.* Oxford, British Archaeological Reports (BAR): 201-219 (coll. «Bar International Series», S393).

TRIPCEVICH N. 2004. «Flexibility by design: How mobile GIS meets the needs of archaeological survey», *Cartography and Geographic Information Science*, 31, 3: 137-151.