



HAL
open science

Utilisation du pénétromètre dynamique léger PANDA® pour la détection et la caractérisation des sols anthropiques en Région Centre-Val-de-Loire

Amélie Laurent-Dehecq

► **To cite this version:**

Amélie Laurent-Dehecq. Utilisation du pénétromètre dynamique léger PANDA® pour la détection et la caractérisation des sols anthropiques en Région Centre-Val-de-Loire. XXI^e colloque d'archéométrie du GMPCA, May 2019, Montréal Québec, Canada. . hal-04284960

HAL Id: hal-04284960

<https://hal.science/hal-04284960>

Submitted on 14 Nov 2023

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

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

Utilisation du pénétromètre dynamique léger PANDA® pour la détection et la caractérisation des sols anthropiques en Région Centre-Val de Loire, France

Dans le cadre des opérations archéologiques préventives et programmées, il est nécessaire de détecter et caractériser le plus précisément possible le gisement archéologique des sites. Pour répondre à ces objectifs, plusieurs méthodes de détection ponctuelles peuvent être mises en œuvre en couplage avec les sondages mécaniques traditionnels et les méthodes de détection surfaciques (géophysiques)

Amélie Laurent-Dehecq
Service Archéologie Préventive du Loiret
UMR 7324 CITERES - LAT - Université de Tours
amelie.laurent@loiret.fr



En région Centre-Val de Loire (France), des recherches sont menées depuis 15 ans sur l'application du pénétromètre dynamique léger PANDA® en milieu urbain mais également en contexte castral ou pour des problématiques géomorphologiques.

Méthodes et applications

Principes du PANDA®

(Pénétromètre Automatique Numérique Dynamique Assisté par ordinateur)

Mesurer la résistance de pointe (Qd en MPa) que reçoit une tige en fonction de son enfoncement au coup de marteau.

Avantages :

- léger, portable
- accès petites surfaces
- peu coûteux
- non-destructif

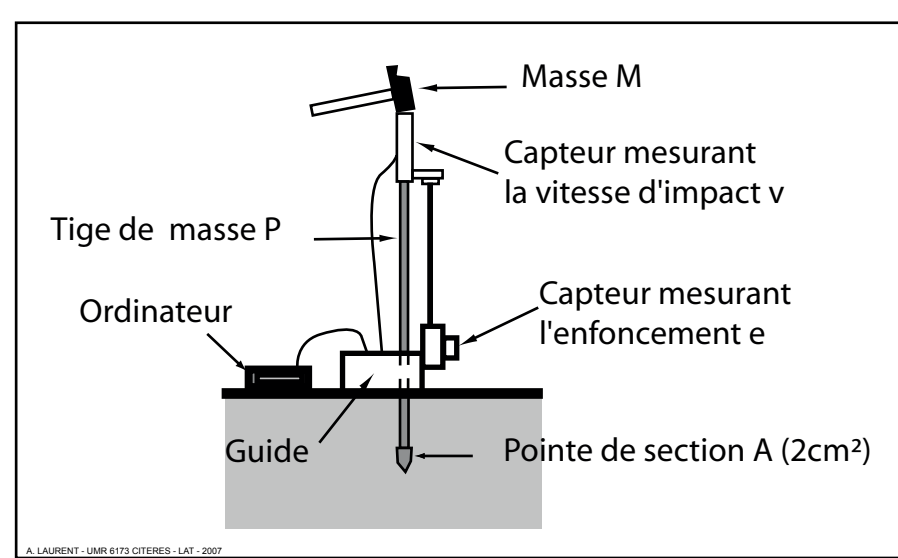


Schéma du dispositif



Cliché d'une intervention

Objectifs

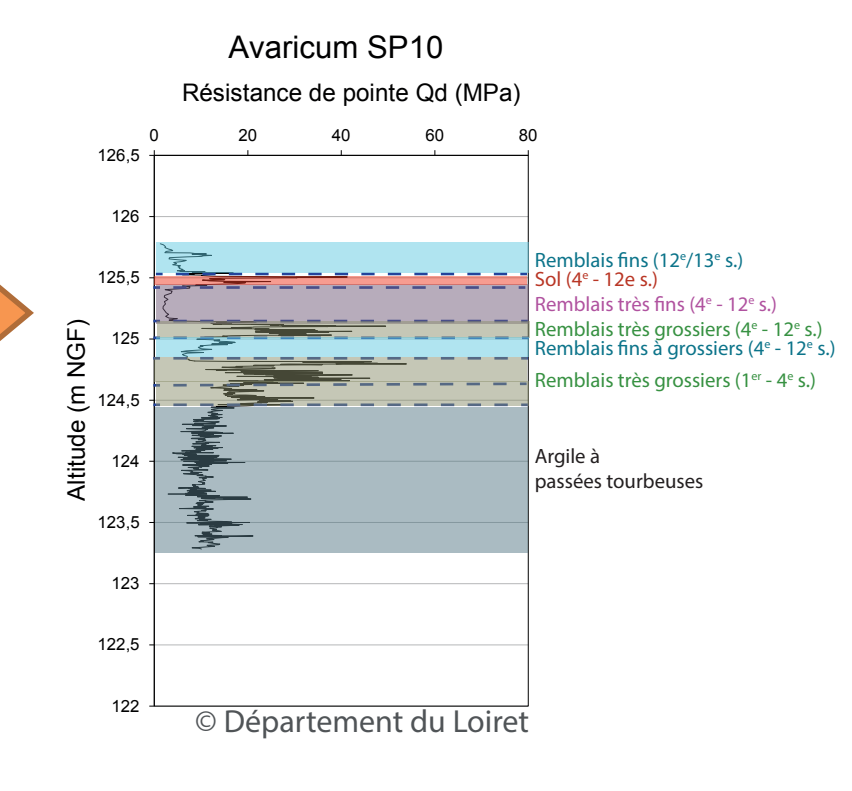
- Distinguer le dépôt archéologique des sols géologiques
- Caractériser le dépôt archéologique et proposer des hypothèses sur la fonction des couches stratigraphiques (remblai, occupation extérieure...)

Méthodes d'intervention

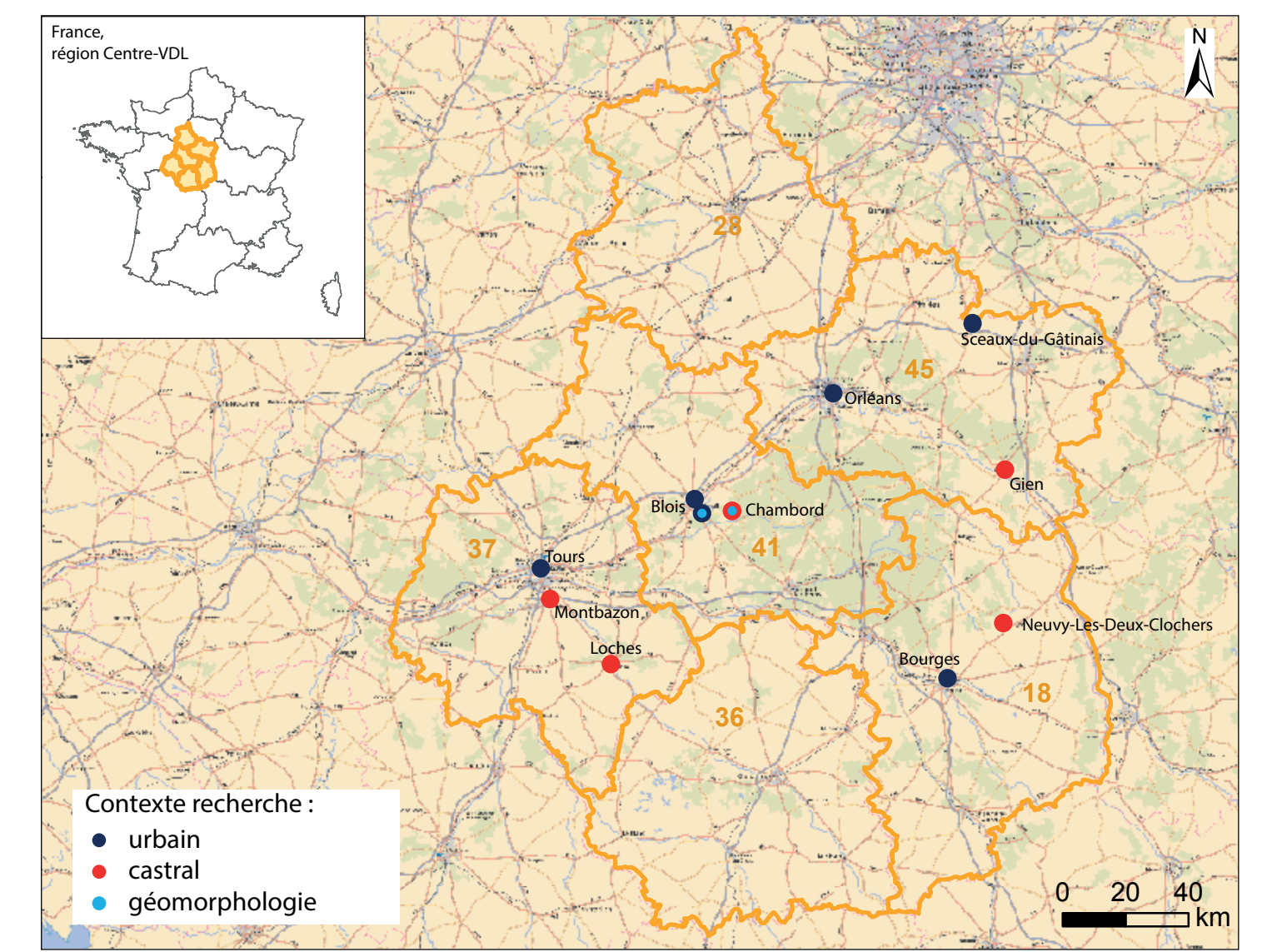
Étalonnage sur site : réalisation de quelques sondages en bord de coupe stratigraphique ou en couplage avec un sondage carotté.



Localisation en bord de coupe



Pénétrogramme interprété



Contexte d'intervention

Archéologie préventive (diagnostics et fouilles) et programmée (prospections et fouilles).

Thématique	Opération	Dpt	Type opération	Année réalisation
géomorphologie	Blois - rives sud	41	prospection PCR Blois	2013-2018
milieu péri-urbain	Chateaufort - Opidum	18	fouille programmée	2018
	Sceaux-du-Gatinais - Le Préau	45	sondage / diagnostic	2014 / 2016
milieu urbain	Bourges - ZAC Avaricum	18	fouille préventive	2012
	Bourges - diagnostic	18	9 diagnostics	2013 - 2015
	Orléans - 18 quai Fort Alleaume	45	diagnostic	2015
	Bourges - jardin de l'Evêché	18	prospection thématique	2016-2017
	Orléans - quartier Saint-Aignan	45	prospection APR SICAVOR	2016-2018
	Tours - Haut rue Nationale	37	diagnostic	2014
site castral	Gien - château	45	diagnostic / fouille préventive	2012-2014
	Montbazou - Donjon	37	fouille programmée	2013
	Chambord - château	41	fouille préventive	2016
	Loches - Château	37	fouille programmée	2018
	Neuvy-Les-Deux-Clochers	18	prospection PCR Vesvre	2008 / 2016

Référentiel archéo-mécanique

Descriptions statistiques

Attribution des mesures pénétrométriques aux séquences stratigraphiques

Calcul de variables : Moyenne Qd, c.v.(Qd), Epaisseur, Moyenne profondeur, Z moyen

Fourchettes de valeurs A

Probabilités de Bayes B

Analyse factorielle (ACP) C

Classification des séquences D

Résultats

On observe une non-unicité des propriétés mécaniques des séquences étudiées. Les différentes expériences montrent cependant la possibilité de distinguer le substrat calcaire et les maçonneries des autres types de séquences.

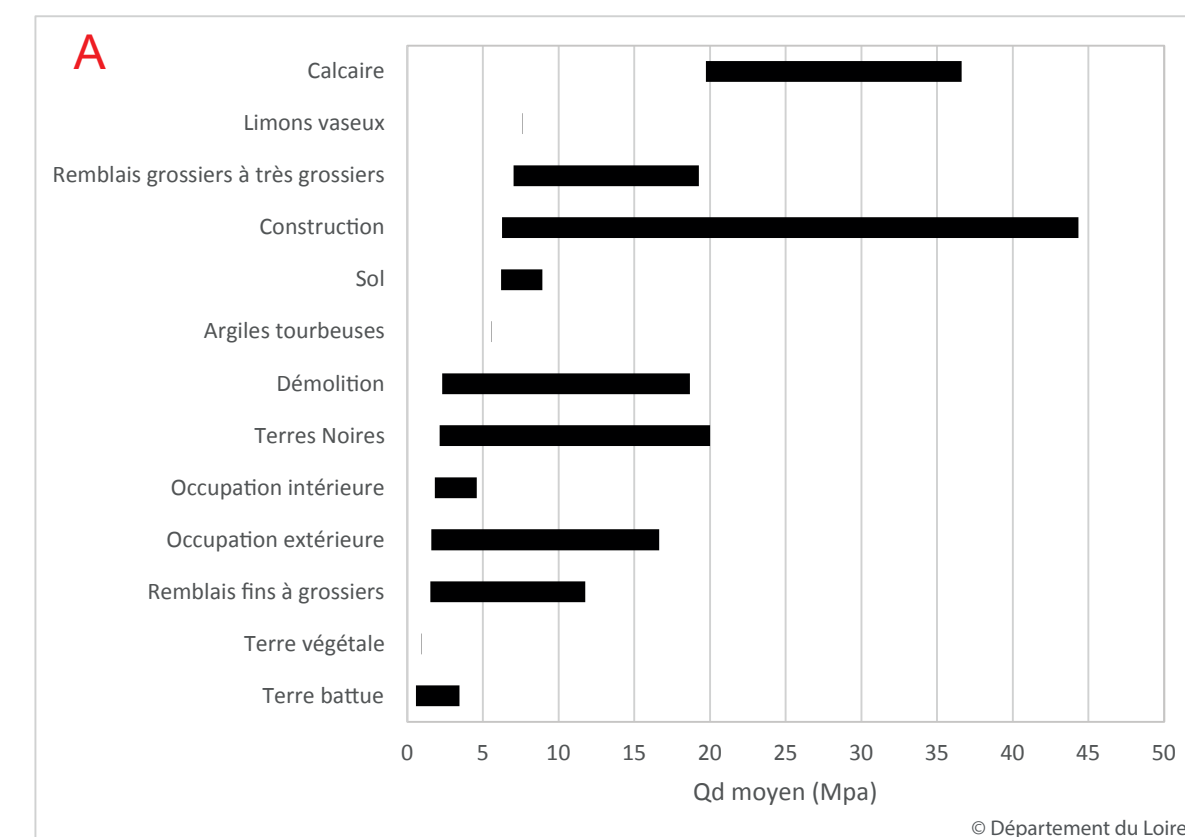
Les références altimétriques et la présence d'une coupe de référence et/ou d'un sondage carotté permettent d'affiner les interprétations fonctionnelles des pénétrogrammes.

Les résultats sont assez similaires d'un site à l'autre alors que le fond sédimentaire est varié dans la région (alluvions, substrat marneux ou calcaire).

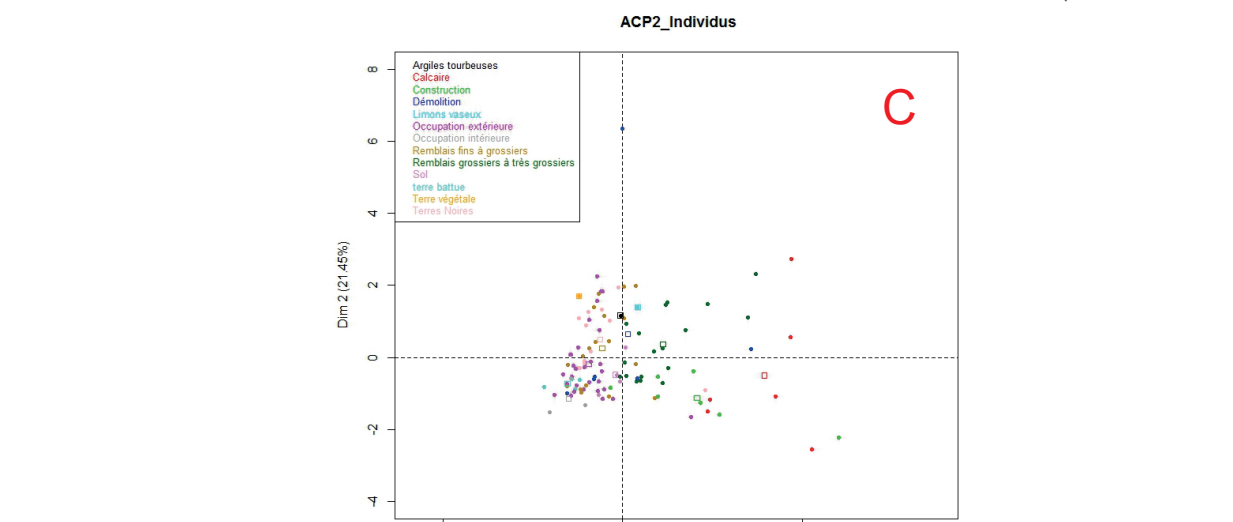
Exemple du référentiel à Bourges

(en collaboration avec M. Fondrillon, Bourges-Plus)

9 sites, 20 sondages étalonnés, 112 séquences



Fonction	Probabilité a posteriori					Total
	<2,5	2,5 - 4	4 - 4,9	4,9 - 10	>13,5	
Calcaire				42,9%	5,4%	48,3%
Construction			4,2%	17,6%	21,4%	25,6%
Démolition	5,6%	5,3%	8,3%	5,9%	7,1%	22,2%
Occupation extérieure	50,0%	40,0%	36,8%	25,0%	7,1%	27,7%
Occupation intérieure	11,1%	5,3%				16,4%
Remblais fins à grossiers	16,7%	15,0%	36,8%	12,5%	11,8%	26,1%
Remblais grossiers à très grossiers			20,8%	64,7%	14,3%	16,1%
Sol				16,7%		16,7%
Terre battue	5,6%	15,0%				20,6%
Terre végétale	5,6%					5,6%
Terres Noires*	5,6%	30,0%	15,8%	4,2%		55,6%

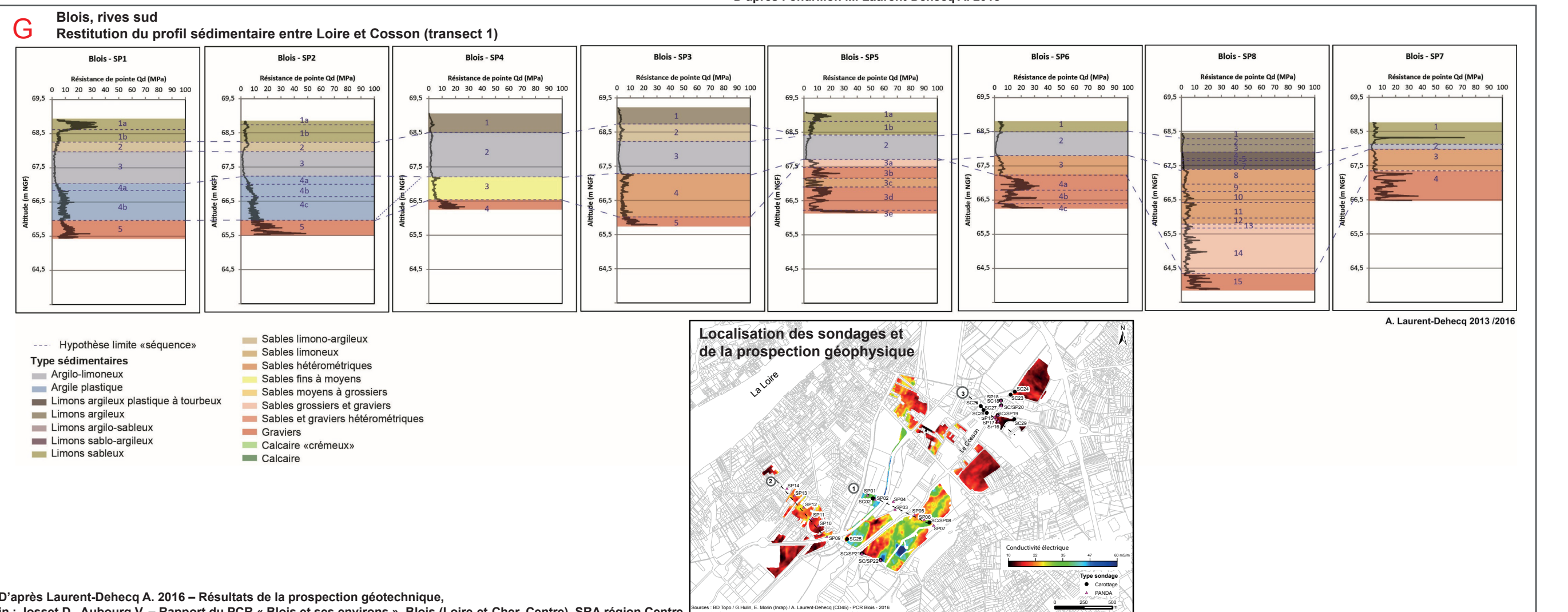
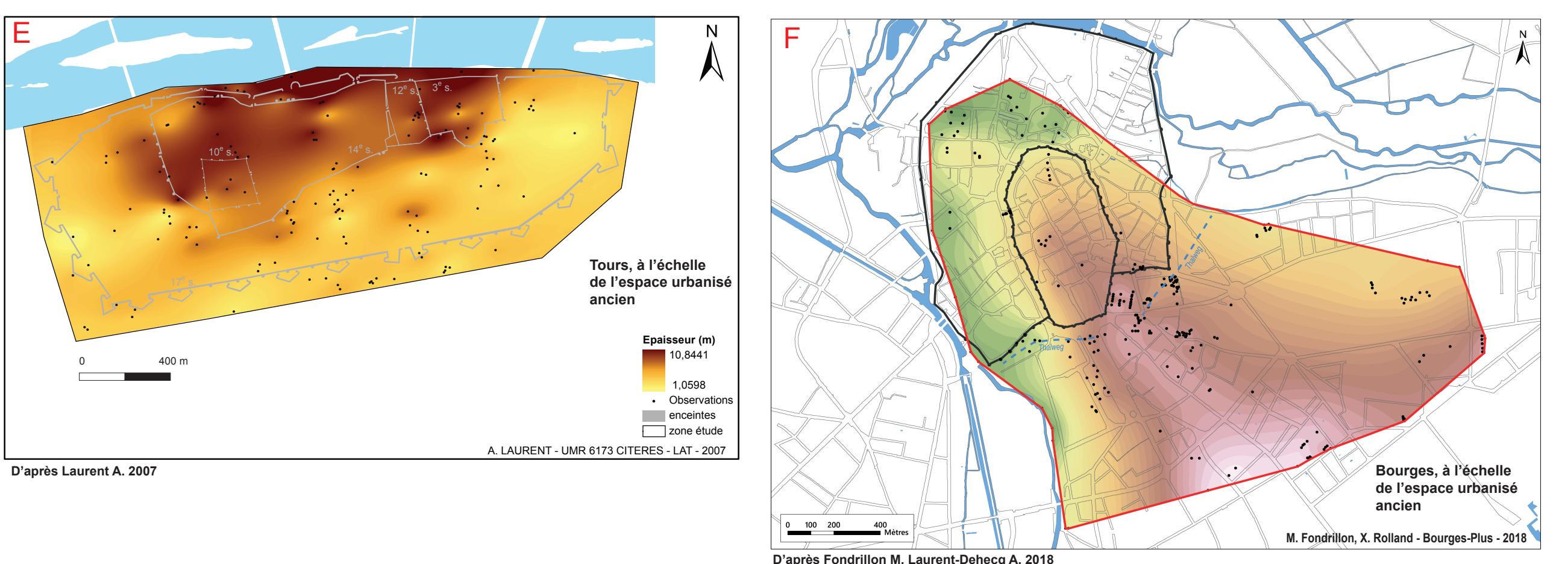


Fonction/ Nb séquences	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
Limons vaseux		1		
Argiles tourbeuses		1		
Calcaire				6
Construction	1		5	1
Démolition	4	1	1	
Occupation extérieure	25	5	1	
Occupation intérieure	3			
Remblais fins à grossiers	9	7	2	
Remblais grossiers à très grossiers	4	5	9	
Sol	4			
terre battue	4			
Terre végétale	4			
Terres Noires	5	6	1	
Description	Qd + à ++	Qd + à ++	Qd ++ à +++	Qd ++ à +++
+			Variabilité ++	Variabilité ++
++	Epaisseur +	Epaisseur ++	+++	+++
+++				+++

Intégration aux modélisations du sous-sol : du point au site...

Les interprétations des pénétrogrammes sont converties sous forme de logs et peuvent être enregistrées dans des bases de données sédimentaires.

- carte d'estimation (méthode interpolation du krigage) de l'épaisseur du dépôt archéologique, par exemple à Tours (E), ou carte du toit du substrat naturel, par exemple à Bourges (F).
 - profil stratigraphique, comme c'est le cas pour la plaine alluviale de Blois (G) ou les abords du château de Chambord.
- Ces résultats sont considérés comme des outils d'aide à la décision pour l'aménagement des villes ou des sites archéologiques.



Conclusions

L'application du pénétromètre de type PANDA® sur des sites archéologiques en contexte préventif ou programmé permet de compléter les observations de terrain existantes, de proposer des hypothèses sur l'épaisseur du dépôt archéologique et de caractériser les couches ou séquences stratigraphiques.

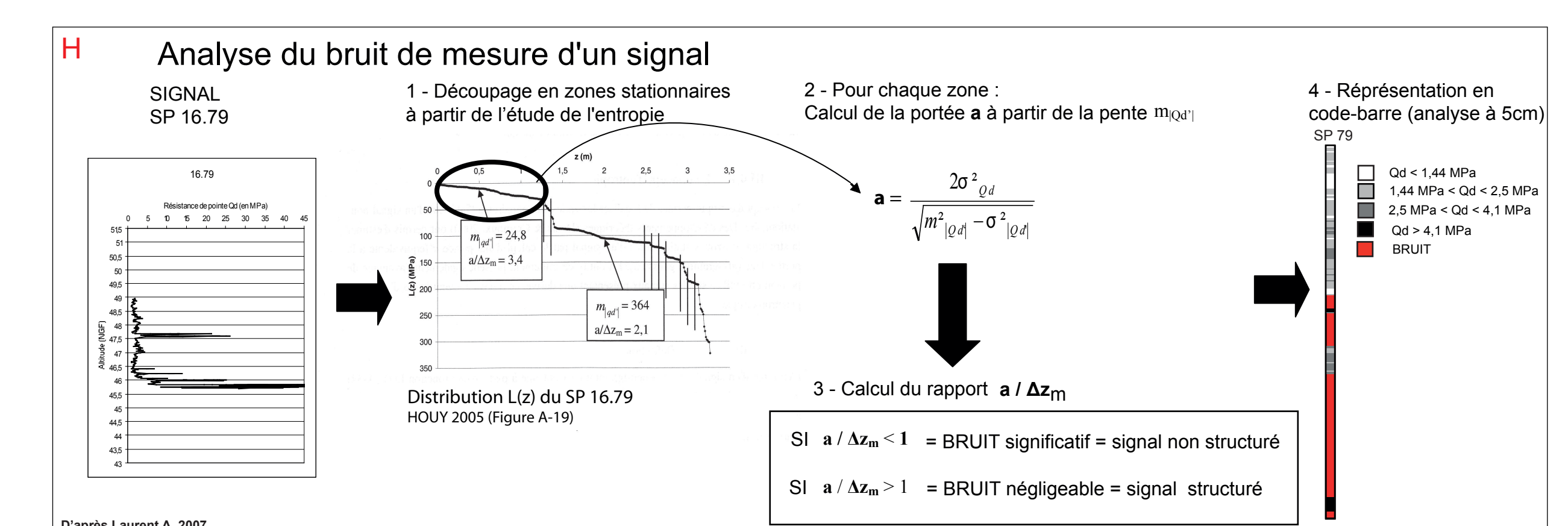
Un référentiel archéo-mécanique a été mis en place à l'échelle de la région Centre Val de Loire et est mis à jour en continu.

Son utilisation est conditionnée par :

- l'étalonnage in-situ
- l'évaluation documentaire en amont
- si possible le couplage avec d'autres méthodes non-destructives (sondages carottés et géophysique).

Perspectives

- Affiner les indicateurs statistiques et développer l'interprétation probabiliste.
- Poursuivre les travaux sur le traitement du signal (bruit de mesure (H) et découpage automatique par séquence).



* Galinié H., Laurent A., Rodier X., Breyse D., Houy L., Niandou H., Breul P. (2003) - Utilisation du pénétromètre dynamique de type PANDA en milieu urbain pour l'évaluation et la caractérisation du dépôt archéologique, *Revue d'Archéométrie*, 27 : 15-26.
 * Laurent A. (2007) - *Evaluation du potentiel archéologique du sol en milieu urbain*, mémoire de doctorat en histoire spécialité archéologie, (dir. H. Galinié, D. Breyse), Université de Tours, 4 vol., URL : <http://tel.archives-ouvertes.fr>
 * Laurent A., Fondrillon M. (2010) - Mesurer la ville par l'évaluation et la caractérisation du sol urbain : l'exemple de Tours, *Revue archéologique du Centre de la France*, 49, URL : <http://racf.revues.org/1485>.
 * Fondrillon M., Laurent-Dehecq A. (2018) - Methods of assessment and characterization for urban stratification at Tours and Bourges (France) and the question of early medieval dark earth deposits, *European journal of post-classical archaeologies*, vol 8 : 43-72.

Remerciements à tous les archéologues pour leur collaboration. A la mémoire de Michel Martinaud, un des premiers utilisateurs du PANDA® sur des sites archéologiques.