



Les terres cuites architecturales comme sources d'information chronologique et technique pour l'histoire de la construction de bâtiments pré-romans : l'exemple de notre-dame-sous-terre (Mont-Saint-Michel, Manche)

Pierre Guibert⁽¹⁾, Sophie Blain⁽¹⁾⁽⁶⁾, Maylis Baylé⁽⁵⁾, Christian Sapin⁽⁴⁾, Philippe Lanos⁽²⁾, Emmanuelle Vieillevigne⁽¹⁾, Philippe Dufresne⁽²⁾, Annick Chauvin⁽³⁾, Stéphane Büttner⁽⁴⁾,

(1) Institut de Recherche sur les Archéomatériaux - CRP2A UMR 5060 CNRS Université de Bordeaux 3, Maison de l'Archéologie, 33607 Pessac cedex

(2) IRAMAT-CRP2A, Géosciences-Rennes - Université Rennes 1, Campus de Beaulieu, Bât. 15, CS 74205 - 35042 RENNES Cedex – UMR 6118

(3) Géosciences-Rennes - Université Rennes 1, Campus de Beaulieu, Bât. 15, CS 74205 - 35042 RENNES Cedex – UMR 6118

(4) Laboratoire Archéologie, culture et société - UMR 5594 CNRS Université de Bourgogne, 6 boulevard Gabriel - 21000 Dijon

(5) Laboratoire de médiévisitque occidentale de Paris (LAMOP) – UMR 8589 CNRS Université Panthéon-Sorbonne (Paris I), 17, rue de la Sorbonne – 75231 Paris cedex 05

(6) Luminescence Laboratory, Department of Archaeology, University of Durham – Dawson Building, South Road, Durham DH1 3LE – Grande-Bretagne

L'évolution des techniques d'approche du bâti archéologique depuis une quinzaine d'années en Europe a permis d'appréhender non seulement les formes mais plus encore les matériaux de la construction en les situant plus précisément dans l'histoire. Leur caractérisation fait partie désormais du passage obligé pour tendre vers une connaissance affinée du bâtiment conservé ou retrouvé en fouille.

L'archéologie des matériaux du bâti tend à se développer (Sapin, 1997, 2002) et plusieurs composants sont déjà l'objet d'attention et d'études par diverses équipes CNRS et universitaires (origine et taille des pierres, mortiers, enduits, fer ou plomb...), pour certaines au sein de PCR (Programme collectif de recherche du ministère de la Culture) ou de PPF (Programme pluri-formation multi-universitaire du MRES, "Matériaux de construction : datation, caractérisation, évolution"). Cela rejoint les préoccupations déjà amorcées ces dernières années autour des décors peints (Cf. Études des pigments par spectroscopie Raman par exemple) ou stuqués (Cf. Colloque international CNRS « Stucs et décor de la fin de l'Antiquité au Moyen Âge, V -XII^e siècle », Poitiers, sept. 2004).

Créé en 2005, le groupe de recherche européen (GdRE) *Terres cuites architecturales et nouvelles méthodes de datation (TCA médiévales et datation)* est né de la nécessaire coordination entre les spécialistes de chronologie et les archéologues du bâti. Ils s'intéressent particulièrement à des monuments médiévaux pré-romans comportant des éléments de terre cuite.

Pour les spécialistes du Moyen Âge, nous choisissons des monuments correspondant à des sites emblématiques de périodes charnières pour lesquelles les techniques de constructions sont encore mal connues et mal datées, traditionnellement attribuées aux périodes comprises entre le IX^e et le XI^e siècle (Baylé, 1997, 2000). Dans un premier temps, le choix s'est porté sur un ensemble d'édifices de l'Ouest de la France dont la plupart ont récemment fait l'objet d'étude du bâti avec des relevés et des premières analyses des mortiers. Il s'agit entre autres de la chapelle Notre-Dame-sous-Terre du Mont-Saint-Michel (Manche), des églises de Saint-Martin d'Angers (Maine-et-Loire), de Saint-Philbert de Grandlieu (Loire-Atlantique), de Vieux-Pont-en-Auge (Calvados) et de Rugles (Eure), et du château de Mayenne (Mayenne).

Mieux dater pour mieux comprendre

Il s'agit ici, en partant des terres cuites architecturales, et en particulier de la brique utilisée comme matériau mixte au sein de la pierre, d'avancer un nouveau paramètre dans le champ des datations possibles, en posant les questions des remplois, des déplacements, des productions et en définitive de la place du composant dans une structure.

À partir d'édifices-phares de l'Ouest de la France nous montrons comment le couplage des études de bâti et des méthodes de datation par thermoluminescence et archéomagnétisme sur terres cuites aboutit à des informations particulièrement novatrices sur la chronologie de la production des briques, leur éventuel emploi ou sur leur production *ad nove*. Plus inattendu, ce couplage nous apporte des informations sur des modalités de leur fabrication.

Cette approche pluridisciplinaire peut, à terme, remettre en question ou au contraire confirmer les datations traditionnelles reposant, souvent, uniquement sur un texte ou un élément stylistique. Il importe pour cela de développer les méthodes et de les croiser. L'intérêt de ce programme est moins l'écart subsistant encore dans les datations, que la combinaison des méthodes utilisées. Il s'agit en l'occurrence d'associer Carbone-14, Thermoluminescence, Luminescence Optiquement Stimulée, Archéomagnétisme (tableau 1).

La finalité pour les sciences humaines, en associant des spécialistes de l'archéométrie, des historiens de l'art, et des archéologues est de proposer une autre idée de l'histoire du monument. Celui-ci ne peut être considéré comme figé dans son élaboration car il révèle aussi les transformations sociales, religieuses et politiques de son temps. Il s'agit ainsi de mieux dater pour mieux comprendre.

Méthode	Événement recherché	Élément de maçonnerie concerné	Matériau support	Événement daté
Carbone-14	édification	mortier	charbon de bois dans mortier	croissance de l'élément végétal
Thermoluminescence (TL) ou Luminescence optiquement stimulée (OSL)	production des briques	brique	quartz ou autres minéraux prélevés au coeur	dernier chauffage
Archéomagnétisme	production des briques	brique	oxydes magnétiques	dernier chauffage
Luminescence optiquement stimulée (OSL)	édification	brique	quartz ou autres minéraux en surface de la brique	dernière exposition à la lumière

Tableau 1 : méthodes de datation mises en oeuvre dans le cadre du GdRE. L'application de l'OSL à la datation de surface est en cours de développement.

Présentation succincte des méthodes de datation (archéomagnétisme et thermoluminescence)

L'archéomagnétisme repose sur la propriété du champ magnétique terrestre (CMT) de varier au cours du temps, en direction et intensité, et sur la propriété qu'ont les argiles d'enregistrer sous forme d'aimantation ce champ au cours du refroidissement consécutif à un chauffage supérieur à 700 C (Lanos *et al.*, 1999 ; Lanos 1994, 2002). La mesure de cette aimantation sur un ensemble de briques cuites à un même moment dans un four peut permettre de dater la cuisson de fabrication par comparaison aux courbes de variation de référence du CMT. La précision des résultats de datation obtenus à partir de la direction varie entre ± 50 à ± 100 ans. Pour la période considérée ici, l'objectif est d'acquérir de nouvelles mesures magnétiques (en direction et en intensité) sur des sites datés par

la TL, le ¹⁴C et l'archéologie, dans le but d'améliorer la courbe de variation de la direction du CMT et aussi de construire celle de l'intensité.

La **thermoluminescence** (TL) est l'émission de lumière induite par le chauffage d'un minéral préalablement irradié par des rayonnements ionisants. Les particules et photons de la radioactivité en cédant leur énergie au matériau, provoquent l'accumulation durable et progressive d'électrons (ou de trous) au niveau de défauts ponctuels des minéraux cristallisés (Aitken, 1985). Ce phénomène est exploité en chronologie pour la datation du dernier chauffage de minéraux, tels ceux contenus dans des briques, l'irradiation provenant de la radioactivité naturelle. Dater une brique par TL revient donc à déterminer le temps écoulé depuis sa production, ce que l'on sait faire aisément aujourd'hui, bien que l'obtention des résultats demeure encore assez longue (Guibert *et al.*, 1998). On arrive au même résultat en utilisant une technique proche de la TL, la **luminescence optiquement stimulée** (OSL) (Bailliff et Holland, 2000) ; dans ce cas, une exposition à la lumière au laboratoire remplace le chauffage pour libérer les charges piégées. L'OSL permet donc, comme la TL de dater le dernier chauffage d'une brique avec les minéraux, des cristaux de quartz de préférence, prélevés dans sa partie interne (donc sa production s'il n'y a pas eu d'incendie depuis). L'OSL permet aussi d'accéder à la dernière exposition à la lumière. Si l'on prélève les quartz en surface, on parvient à dater l'insertion

de la brique dans la maçonnerie et donc l'édification du mur, et non plus la seule production du matériau (Vieillevine *et al.*, 2006). Cependant, la complexité du processus d'échantillonnage et l'opacité des terres cuites restent un frein à la systématisation de cette approche. La datation de surface par OSL nécessite encore aujourd'hui d'importants développements méthodologiques, d'où l'importance d'un tel projet, car les historiens de l'art et les archéologues, sont aussi partie prenante des progrès qui seront réalisés au cours de (et grâce à) ce GdRE.

La précision atteinte en datation par luminescence dépend des propriétés des matériaux mis en oeuvre ; en général, la datation d'un seul échantillon est connue avec une incertitude (1 écart-type) comprise entre 4 et 8 %, la multiplication des prélèvements sur lesquels s'effectuent au laboratoire des études indépendantes, permet de réduire cette incertitude, par exemple d'un facteur 2 si l'on étudie 4 échantillons au lieu d'un seul cependant, le temps de travail est multiplié par 4.

Un exemple d'étude : Notre-Dame-sous-Terre au Mont-Saint-Michel (Manche)

Etudié par Paul Goult en 1907, puis analysé et restauré par Yves-Marie Froidevaux (architecte en chef des Monuments historiques) en 1958, ce petit édifice à deux nefs (figure 1) situé sous l'abbatiale romane offre un appareil associant briques et pierres : les claveaux des baies, des arcades centrales et des tribunes sont faits de briques et la maçonnerie du mur-de-refend fait alterner moellons réguliers et rangs de briques. Notre-Dame-sous-Terre a fait l'objet de 1958 à 1965 d'importantes controverses (de Boüard, 1961; Froidevaux, 1961). Sa place dans l'histoire montoise, sa chronologie interne, ses relations avec son environnement architectural posent problème. À quelle date situer sa construction par rapport aux jalons historiques fournis par les sources ?

- l'arrivée des Bénédictins qui remplacent les chanoines en 965,
- le sinistre qui détruit l'abbatiale préromane entre 991 et 1009,
- la construction de l'église romane élevée à partir de 1023, achevée vers 1085, reprise par suite d'un effondrement du côté nord en 1103.

L'étude archéologique du bâti (analyse des maçonneries, des joints, mortiers et enduits) montre un hiatus entre le pourtour de l'édifice d'une part et le mur-de-refend longitudinal d'autre part. La structure à deux nefs fut-elle décidée dès l'origine malgré cette constatation ou bien est-elle le résultat d'une insertion plus tardive du mur de refends et des chapelles hautes ? Si oui, quel rapport entre ces modifications et la construction de l'église romane ? Autant de questions que les recherches récentes permettent d'aborder sur des bases nouvelles.



figure 1 : Notre-Dame-sous-Terre, Mont-Saint-Michel (Manche, France). Vue intérieure depuis la tribune. On distingue à gauche le mur médian (dit de refend) qui sépare les deux nefs de la chapelle. Fenêtres et arcs comportent des briques qui sont l'objet de cette étude. (Photo PG, IRAMAT-CRPAA, CNRS)

Les datations par thermoluminescence (Blain *et al.*, sous presse) réalisées à partir des grains de quartz extraits des briques, montrent pour l'ensemble des maçonneries testées que la production des briques a eu lieu dans le courant du X^e siècle, à l'exception d'un échantillon prélevé dans la galerie supérieure dont la date significativement plus ancienne que les treize autres pourrait être l'indice d'un emploi d'un matériau confectionné environ deux siècles plus tôt (tableau 2). Les échantillons appartiennent à deux ensembles maçonnés, le pourtour de l'édifice et le mur de refends. On définit ainsi deux phases de construction. Les âges moyens obtenus pour la production des briques (on suppose que chaque phase d'aménagement est de courte durée et que les productions de briques correspondantes sont contemporaines) sont les suivants :

phase 1 (8 datations) 952 ± 26 ap. J.-C.

phase 2 (5 datations) 986 ± 31 ap. J.-C.

L'incertitude sur les dates correspond à un écart-type. Ce dernier ne caractérise que la variabilité des mesures. Les dates TL moyennes tendent à se séparer chronologiquement dans le sens conforme à l'étude architecturale, avec une probabilité très voisine de 80 %.

Brique	Dates (ap. J.-C.) ±1σ _{total} (ans)	écart-type (ans)	Maçonnerie	Dates moyennes (ap. J.-C.) ±1σ _{total} (ans)	écart-type (ans)	Phase	Dates moyennes par phase (ap. J.-C.) ±1σ _{total} (ans)	écart-type (ans)
Bdx8853	947±131	125	fenêtre n°65	985±68	56	1	952±47	26
Bdx8854	1049±93	86						
Bdx8856	947±100	92						
Bdx8866	941±89	79	fenêtre n°66	941±89	79			
Bdx8861	946±85	76	fenêtre n°62	958±52	36			
Bdx8862	962±75	41						
Bdx8858	916±86	76	fenêtre n°73	899±80	69			
Bdx8859	832±168	162						
Bdx8864	1054±75	67	absidiole n°27	1021±62	50	2	986±48	31
Bdx8865	985±85	76						
Bdx8863	954±75	64	absidiole n°22	954±75	64			
Bdx8851	994±75	68	mur médian	977±61	50			
Bdx8857	958±82	73						
Bdx8860	716±84	70	voûte de la galerie supérieure	716±84	70	?		

Tableau 2: Dates individuelles des échantillons, dates moyennes pondérées par maçonnerie en supposant la contemporanéité des productions, et dates moyennes pondérées des phases architecturales. Les écarts-types correspondants sont présentés ainsi que la composante statistique de l'incertitude (tableau extrait de Blain et al. sous presse). Celle-ci sert de base de comparaison pour l'estimation de la contemporanéité ou de l'écart chronologique entre les structures maçonnées datées.

Les datations radiocarbone des maçonneries (tableau 3) sont en général concordantes avec les datations TL des briques, à l'exception d'un élément de maçonnerie, la fenêtre 65 (Lyon-2377) pour laquelle une plus grande ancienneté du charbon est attestée par rapport à la TL, d'une part, et par rapport aux autres charbons des maçonneries de la même phase architecturale, d'autre part. Cet écart de 100 à 200 années par rapport à l'âge de cuisson des briques peut s'expliquer par un effet "vieux bois" particulièrement visible pour cet échantillon. La comparaison des séries de dates à la figure 1 montre globalement une tendance à des âges radiocarbone plus élevés que la TL, les recouvrements se situant au X^e siècle. Les datations radiocarbone effectuées dans les parties romanes sont très significativement plus tardives : elles recouvrent le XI^e et la première moitié du XII^e siècles.

maçonnerie	référence de la datation	âge BP	intervalle de confiance (95%)
<i>phase 1</i>			
fenêtre 65	Lyon-2377 (OxA)	1235±40	686-890
maçonnerie 63G	Lyon-3131 (Poz)	1100±30	891-1000
maçonnerie 63	Lyon-3130 (Poz)	1140±30	782-981
maçonnerie 24	Lyon-3127 (Poz)	1100±30	888-999
<i>phase 2</i>			
maçonnerie 45	Lyon-3128 (Poz)	1065±35	897-1021
maçonnerie 18	Lyon 2381 (OxA)	1165±35	778-977
maçonnerie 19	Lyon-2374 (OxA)	1120±40	783-1015
maçonnerie 50	Lyon-2375 (OxA)	1120±40	783-1015
maçonnerie 58	Lyon-2376 (OxA)	1110±40	784-1016
<i>partie romane</i>			
maçonnerie 2	Lyon-2373 (OxA)	985±40	985-1158
maçonnerie 56	Lyon-3129 (Poz)	1020±30	981-1146

Tableau 3 : datations radiocarbone de charbons de bois extraits de mortiers de Notre-Dame-sous-Terre.

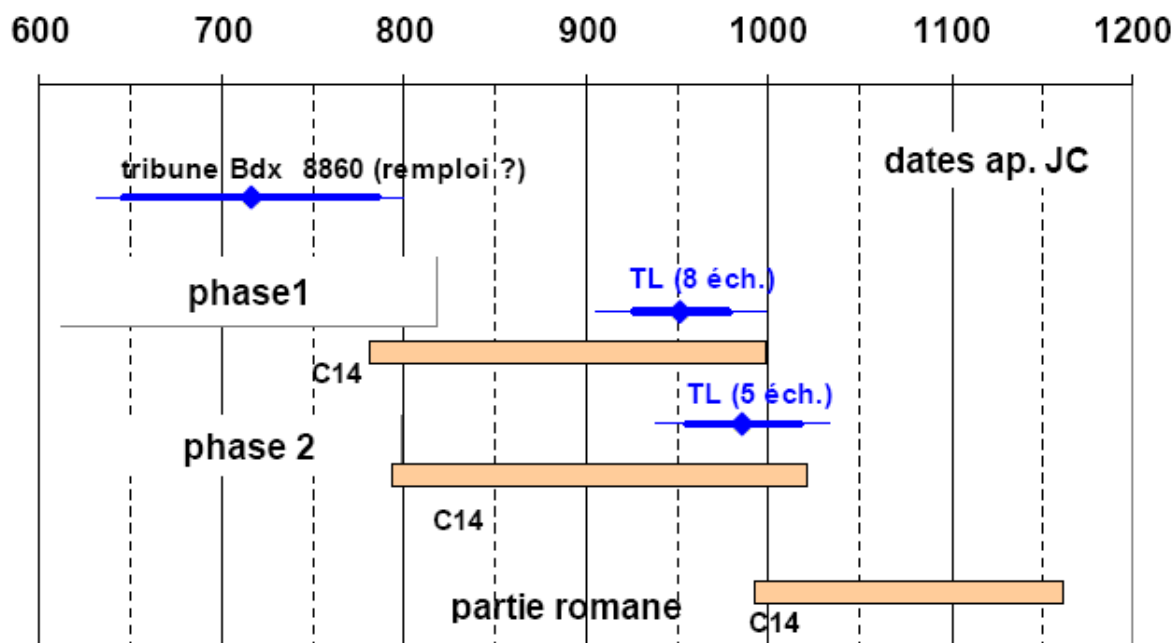


figure 2 : représentation graphique des datations TL et C14 obtenues à Notre-Dame-sous-Terre pour les parties pré-romanes. La barre d'erreur des dates TL moyennes correspond à un écart-type (incertitude statistique en double épaisseur, totale en simple épaisseur). L'ensemble des intervalles de confiance à 95% de probabilité du radiocarbone est schématisé par les barres larges (date minimale - date maximale). Le radiocarbone datant la branche qui a fourni le charbon, les datations correspondantes doivent être considérées comme un terminus post-quem vis-à-vis de l'édification des maçonneries. Il en est de même en toute rigueur pour l'âge de cuisson des briques par TL, cependant, un faisceau d'indices, notamment avec les résultats de l'archéomagnétisme, tend à montrer qu'il s'agit de petites productions qui selon toute vraisemblance sont liées à l'édification de Notre-Dame-sous-Terre.

L'étude archéomagnétique a montré l'absence d'arrangement régulier des briques lors de leur cuisson, contrairement à ce que l'on observe pour l'époque romaine et, plus tard, pour les derniers siècles du Moyen Âge. Malgré le grand nombre d'échantillons prélevés cette absence a empêché la datation archéomagnétique classique à partir de l'inclinaison du CMT. Cependant, des informations d'ordre technologique ont été obtenues. L'hypothèse d'un incendie ayant été exclue, après analyse du

signal archéomagnétique des briques (pas d'aimantations secondaires détectées lors des désaimantations thermiques au laboratoire) et étude TL d'échantillons de mortiers (on a vérifié que les grains de sable des mortiers n'avaient pas été chauffés), il restait la possibilité d'une cuisson sans ordonnancement particulier. La restitution des positions de cuisson des briques, par simulation 3D, indique qu'une cuisson en meule a fort probablement été réalisée, avec un empilement des briques selon des pendages très variés autour d'une position dominante sur tranche.

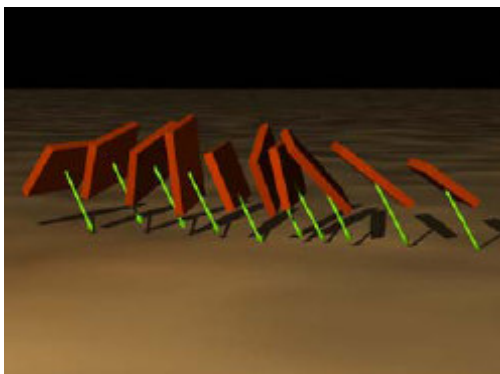


figure 3 : Restitution d'une position de cuisson possible d'un ensemble de briques cuites dans le courant du X^e siècle d'après les données archéomagnétiques. Le champ magnétique terrestre est représenté par les aimantations (flèches) mesurées sur chaque brique.

L'intérêt de ces résultats est manifeste. Ils confirment les données de l'analyse du bâti, datent définitivement l'édifice du X^e siècle, montrent l'existence d'une différence de phase plus ou moins importante entre l'enveloppe et la structure centrale de la chapelle avec une forte probabilité pour que la seconde phase de travaux soit imputable au changement de statut religieux du site. Ils prouvent en outre la fabrication de briques lors de la construction de Notre-Dame-sous-Terre et infirment la théorie généralement admise que seules des briques gallo-romaines de remploi sont utilisées par les constructeurs des X^e et XI^e siècles. Il s'agit ici d'une fabrication artisanale, nettement différente de ce qui se pratiquait dans l'Antiquité, sans doute maladroite mais instructive sur les techniques utilisées vers l'an mil. Pour l'historien, ces recherches contribuent à éclairer d'un jour nouveau l'importance du X^e siècle, période trop longtemps négligée en raison des lacunes de nos connaissances. Cette étude permet désormais de placer la construction de Notre-Dame sous-Terre parmi les sites de références pour d'autres constructions identiques.

Pour les spécialistes de chronologie, ce travail en commun et le croisement des résultats ont permis une réflexion approfondie sur la signification des datations et leur lien avec les événements recherchés (facture des matériaux, édification des maçonneries). Le couplage entre thermoluminescence et archéomagnétisme a apporté des éléments chronologiques et techniques très novateurs pour l'histoire de l'architecture.

Remerciements :

support financier : Université de Bordeaux 3, CNRS Direction des Relations Internationales, CNRS-SHS, Conseil Régional d'Aquitaine, DRAC-SRA Basse-Normandie, Haute-Normandie, Pays-de-la-Loire, et Aquitaine, Conseil Général du Maine-et-Loire, Ministère de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur.

Références :

- Aitken MJ, 1985, Thermoluminescence Dating, Academic Press, London.
 Bailiff IK, Holland N, 2000, "Dating bricks of the two last millennia from Newcastle upon Tyne: a preliminary study", *Radiation Measurements* 32, pp 615- 619.
 Baylé M, 2000, 'Norman Architecture towards the Year 1000', *Proceedings of the Battle Conference (Anglo-Norman Studies)* 1999, Woodbridge.
 Baylé M, 1997, 'La brique dans l'architecture préromane et romane de Normandie', *Medieval Archaeology*, Brugge 97, Congrès international, Bruges 1997, T.7.
 Blain S., Guibert P., Bouvier A., Vieilleville E., Bechtel F., Sapin C., Baylé M., sous presse, TL-dating applied to building archaeology: the case of the medieval church Notre-Dame-sous-Terre (Mont-Saint-Michel, France), *Radiation Measurements*.
 de Boüard M, 1961, 'L'église Notre-Dame-Sous-Terre au Mont-Saint-Michel : essai de datation', *Journal des Savants*, 10-27.

- Froidevaux Y.-M., 1961, 'L'église Notre-Dame-sous-Terre de l'abbaye du Mont-Saint-Michel', *Les Monuments Historiques de la France*, 145-166.
- Guibert P, Ney C, Bechtel F, Schvoerer M, Araguas P, 1998, 'Datation par thermoluminescence d'éléments architecturaux en terre cuite de la « Seo del Salvador », cathédrale de Saragosse (Espagne)', *Revue d'Archéométrie* 22, 125-135.
- Lanos Ph., 1994, Pratiques artisanales des briquetiers et archéomagnétisme des matériaux d'argile cuite. Une histoire de positions de cuisson, *Histoire & Mesure*, IX - 3/4, p. 287-304.
- Lanos Ph., Kovacheva M., Chauvin A., 1999, Archaeomagnetism, methodology and applications : implementation and practice of the archaeomagnetic method in France and Bulgaria, *European Journal of Archaeology*, vol. 2(3), p. 365-392.
- Lanos Ph., 2002, Sites du Château Aurélien et du Gargalon: analyses archéomagnétiques de deux lots de briques, chap. 7 : chantiers et bâtisseurs, in *L'aqueduc romain de Fréjus, sa description, son histoire et son environnement*, dir. Ch. Gébara et J.-M. Michel, *Revue Archéologique de Narbonnaise*, Supplément 31, 225-233.
- Sapin C, 2002, 'Archéologie de l'architecture carolingienne en France : état de la question', *Hortus Artium medievalium*, Zagreb-Motovun, 57-70.
- Sapin C, 1997, 'Archéologie et monuments historiques : pour un langage commun', *Archéologie des élévations dans les études et les travaux des Monuments Historiques*, Fontevraud, Histoire et archéologie n°4, 1995-96, ed. 2001, 83-86.
- Vieilleveigne E, Guibert P, Zuccarello A.R, Bechtel F, 2006, The Potential of Optically Stimulated Luminescence for medieval building; a case study at Termez (Uzbekistan), *Radiation Measurements*, 41, 991-994.

Annexes :

Le GDRE réunit des laboratoires du CNRS :

- Laboratoire Archéologie, terre, histoire, sociétés, ARTeHIS-UMR 5594 CNRS - Université de Dijon : Stéphane Büttner, Christian Sapin
- Laboratoire de médiévistique occidentale de Paris (LAMOP) – UMR 8589 : Maylis Baylé
- Institut de recherche sur les archéomatériaux - Centre de recherche en physique appliquée à l'archéologie (IRAMAT-CRPAA), UMR 5060, CNRS - Université Michel de Montaigne (Bordeaux 3) : Sophie Blain (doctorante), Philippe Dufresne, Pierre Guibert, Philippe Lanos, Claude Ney, Emmanuelle Vieilleveigne (post-doc).
- Géosciences-Rennes, UMR 6118 CNRS - Université Rennes 1 : Annick Chauvin
- Laboratoire d'Archéométrie et archéologie : origine, datation et technologies des matériaux, UMR 5138 CNRS - Université Lumière (Lyon II) : Christine Oberlin, Anne Schmitt
- Laboratoire de Chronolo-écologie de Besançon – UMR 6565 CNRS - Université de Franche-Comté.

et des équipes partenaires européennes :

- Centre européen d'archéométrie, université de Liège (Directeur : Patrick Hofsummer) ,
- Luminescence Laboratory, Department of Archaeology, University of Durham – Grande-Bretagne
Directeur : Ian Bailiff ; Sophie Blain (doctorat cotutelle Bordeaux 3 - Durham), Tom Curling (doctorant)
- Centro Universitario per le Datazioni Milano Bicocca, Laboratorio di Luminescenza, Milan – Italie,
Chercheurs : Marco Martini, Laura Panzeri (doctorante), Emmanuela Sibilia ;
- LDL 1 BBCC (Laboratorio di Datazione mediante Luminescenza e di Metodologie Fische applicate ai Beni Culturali) , Università di Catania, Dipartimento di Fisica e Astronomia, Catane – Italie ,
Chercheurs : Olindo Troja, Anna Gueli.

Sont également associés au projet : le Laboratoire des Monuments Historiques, et le Service départemental d'archéologie de Maine-et-Loire, en relation avec les services de l'État concernés dans les DRAC (Service régional de l'Archéologie et Monuments historiques).

Contacts :

- Maylis Baylé, UMR 8589 CNRS-Université de Paris 1, 3 rue Michelet 75006 (ou maylis.bayle@wanadoo.fr)
- Sophie Blain, UMR 5060 CNRS-Université de Bordeaux 3 et Luminescence laboratory, Dpt of Archaeology, University of Durham, doctorante cotutelle Bordeaux 3 - Durham, allocataire CNRS-Région Aquitaine, <mailto:blain.sophie@gmail.com>
- Pierre Guibert, UMR 5060 CNRS-Université de Bordeaux 3, dir. IRAMAT-CRPAA, coordinateur adjoint du GdRE, guibert@u-bordeaux3.fr
- Philippe Lanos (UMR 5060 CNRS-Université de Bordeaux 3), philippe.lanos@univ-rennes1.fr,
- Christian Sapin, ARTeHIS-UMR 5594 CNRS-Université de Bourgogne, responsable du projet, cnrs.cem@wanadoo.fr