



**HAL**  
open science

## La maçonnerie en épi : une technique de construction spécifique aux ouvrages militaires des X-XIIe siècles ?

Cédric Moulis

### ► To cite this version:

Cédric Moulis. La maçonnerie en épi : une technique de construction spécifique aux ouvrages militaires des X-XIIe siècles ?. *Conflits et progrès scientifiques et techniques en Lorraine à travers les siècles*, Oct 2014, Metz, France. pp.191-200. hal-02019813

**HAL Id: hal-02019813**

**<https://hal.science/hal-02019813>**

Submitted on 20 Aug 2019

**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.

COMITÉ D'HISTOIRE RÉGIONALE

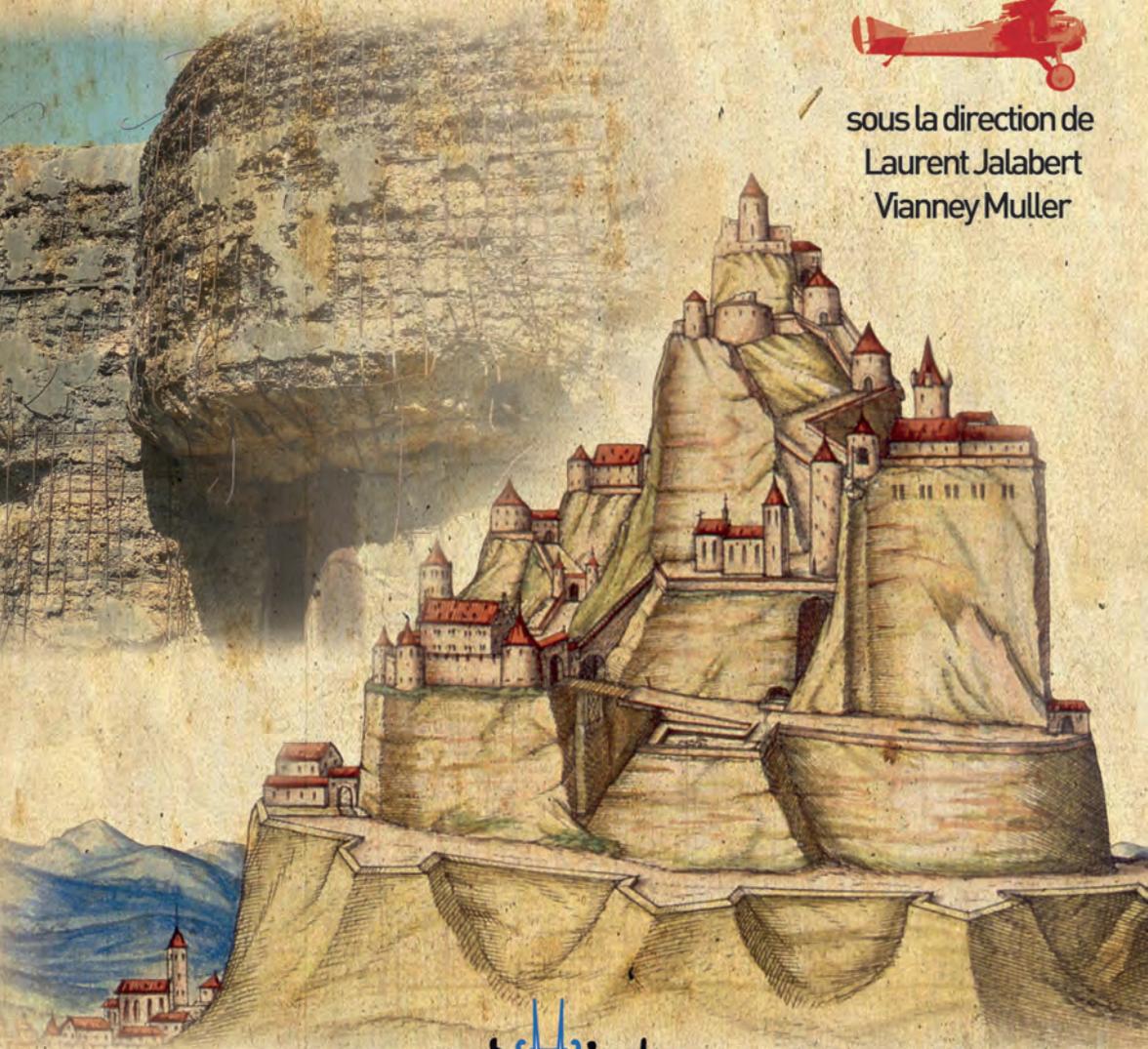
# CONFLITS

**ET PROGRES SCIENTIFIQUES ET  
TECHNIQUES EN LORRAINE**

**A TRAVERS LES SIECLES**



sous la direction de  
Laurent Jalabert  
Vianney Muller



ed<sup>H</sup>isto

2015



**Cédric MOULIS**

*Ingénieur d'études*

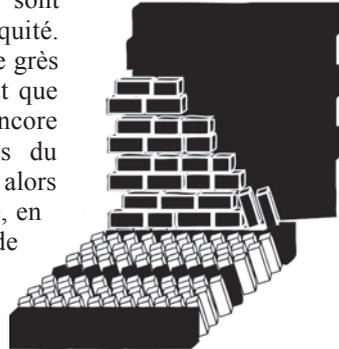
*EA 1132 Hiscant-MA, Pôle archéologique*

*Université de Lorraine*

## **L**a maçonnerie en épi : une technique de construction spécifique aux ouvrages militaires des X-XII<sup>e</sup> siècles ?

### **1. ÉTAT DE LA RECHERCHE**

Les structures en épi (*opus spicatum*) sont employées dans les maçonneries depuis l'Antiquité. Elles sont formées de briques ou de moellons de grès ou de calcaire. Leur succès en Europe ne s'est que rarement démenti, si bien qu'on en retrouve encore dans les constructions publiques ou privées du XIX<sup>e</sup> siècle en Isère et dans la Drôme. Elles sont alors constituées de galets. Un peu partout en France, en particulier en Champagne et en Normandie, de nombreuses églises du premier âge roman ont vu leurs murs se revêtir de ce type d'appareillage, de manière relativement régulière. Les matériaux utilisés sont variés puisqu'on



retrouve selon les édifices, de la pierre, et plus rarement du galet, voire de la terre cuite. Pour autant, il n'y a pas qu'en Europe où ce dispositif est, ou a été, utilisé. De nos jours encore, en Iran, on fabrique des briques en terre crue que l'on dispose en épi dans le parement des habitations, en ne les faisant sécher qu'une fois posées, afin que la déformation des briques comble les interstices générés entre elles. Quel que soit le matériau employé, le relatif succès de ce mode constructif<sup>1</sup> réside sans doute dans le fait que la maçonnerie ainsi créée reste légère et aérée, facile à mettre en œuvre.

---

1 – Il reste toutefois très minoritaire par rapport à la maçonnerie classique, où les pierres sont posées à plat, sur leur plus grande surface.

Aborder cette question n'a pourtant rien d'évident. En effet, pour le Moyen Âge occidental, les maçonneries en épi restent encore aujourd'hui peu étudiées. Dans la plupart des cas, l'*opus spicatum* n'est évoqué que de manière anecdotique, au détour de monographies, et sert de prétexte depuis le XIX<sup>e</sup> siècle pour reculer la datation des bâtiments. Toutefois, avec l'avènement de l'archéologie du bâti et le renouvellement des problématiques sur l'art de bâtir, le sujet commence à être abordé de manière plus réfléchie. Nicolas Reveyron s'est essayé à une synthèse historiographique du sujet et a posé les jalons d'une méthodologie et d'une typologie à partir de multiples exemples d'Europe occidentale<sup>2</sup>. Quelques embryons de synthèses régionales sont également à signaler<sup>3</sup>. Il reste néanmoins abordé de manière très succincte – lorsqu'il l'est – dans les manuels destinés aux étudiants en archéologie<sup>4</sup>.

Au sein du corpus de sites initialement réuni, la prédominance des édifices à vocation militaire a conduit à tester l'hypothèse d'un emploi de la technique de l'épi dans ce cadre spécifique. L'examen des sites castraux est ainsi plus détaillé que les sites religieux mais ces derniers ne peuvent être écartés totalement du propos et amènent à nuancer cette hypothèse.

En Lorraine, la problématique des épis n'est pas traitée. On connaît par ailleurs peu de sites où ce dispositif a été observé (fig. 1). Ils sont pour l'instant au nombre de dix, dont deux à Metz, mais des campagnes d'observations systématiques, notamment sur les édifices religieux, pourraient sans doute faire augmenter ce chiffre. Les grands travaux concernant les fortifications médiévales dans la région n'abordent pas ce sujet<sup>5</sup>. Les opérations d'archéologie préventive ne mentionnent pas de telles observations non plus.

2 – Nicolas REVEYRON, « La crypte de Saint-Philibert de Tournus entre texte et prétexte », *Medioevo : Arte e Storia*, [X Convegno Internazionale di Studi di Parma (Parma, 18-22 septembre 2007)], Parma, 2008, p. 408-413.

3 – Anne BAUD, Gilles ROLLIER, « Les modes de construction aux X<sup>e</sup> et XI<sup>e</sup> siècles dans le clunisois. L'exemple de l'*opus spicatum* », Dominique IOGNA-PRAT, Michel LAUWERS, Florian MAZEL, Isabelle ROSÉ (dir.), *Cluny. Les moines et la société au premier âge féodal*, Rennes, Presses Universitaires de Rennes, 2013, p. 459-470. Une petite synthèse pour l'ouest de la France est proposée dans Daniel PRIGENT, « Le petit appareil : méthodes d'analyse et premiers résultats. L'exemple du Val de Loire », Éliane VERGNOLLE, Sébastien BULLY (dir.), *Le « premier art roman » cent ans après. La construction entre Saône et Pô autour de l'an Mil. Études comparatives*, Besançon, Presses Universitaires de Franche-Comté, 2012, p. 194. Quelques lignes de synthèse nationale sont enfin proposées dans Daniel PRIGENT, Christian SAPIN, « La construction en pierre au Moyen Âge », Jean-Claude BESSAC, Odette CHAPELOT, Raffaël De FILLIPPO (dir.), *La construction. Les matériaux durs : pierre et terre cuite*, Paris, Errance, 2004, p. 127.

4 – Jean-Luc FRANÇOIS, Les fondations des constructions monumentales. Évolution au cours des siècles, Philippe RACINET, Joël SCHWERDROFFER (dir.), *Méthodes et initiations d'histoire et d'archéologie*, Nantes, 2004, p. 261.

5 – Gérard GIULIATO, *La politique défensive des princes lorrains, XIII<sup>e</sup>-XIV<sup>e</sup> siècles*, Thèse d'habilitation à diriger des recherches, [1 vol. de synthèse, 2 vol. de planches], Université de Nancy, 2006 ; Yves

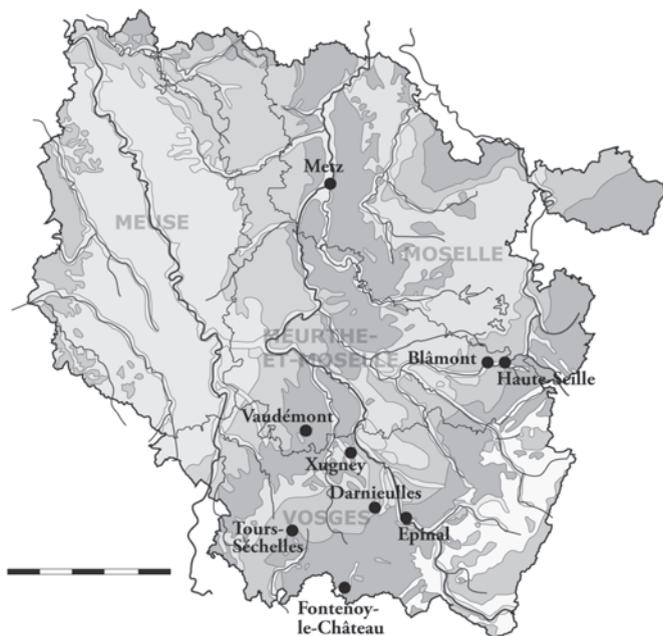


Fig. 1 : Les sites lorrains avec maçonnerie en épi attestée.

Nous avons commencé à examiner cette question lors de la constitution d'un Projet Collectif de Recherche (PCR) sur « La pierre en Lorraine aux périodes historiques, de l'extraction à la mise en œuvre ». Nous reprenons également de manière plus approfondie cette thématique dans le cadre d'une thèse de doctorat actuellement en cours.

De nos investigations sur le territoire lorrain, nous avons choisi de classer les sites concernés en quatre grands types de structures en épi, selon leur emplacement et leur importance dans le mur.

Le type 1 correspond à un dispositif en épi observé en fondation.

Le type 2 regroupe les épis observés partiellement en parement.

Le type 3 est constitué des maçonneries en épi constituant partiellement un blocage.

Le type 4 rassemble enfin les constructions dont l'épi constitue majoritairement un blocage.

HENIGFELD, Amaury MASQUILIER (dir.), *Archéologie des enceintes urbaines et de leurs abords en Lorraine et en Alsace (XII<sup>e</sup>-XV<sup>e</sup> siècles)*, Dijon, Revue archéologique de l'Est, 26<sup>e</sup> supplément, 2008.

Aucun site lorrain ne présente d'*opus spicatum* sur de grandes surfaces de parement. Nous n'emploierons d'ailleurs plus ce terme latin, qui reste spécifique à l'organisation du parement, et ne peut donc convenir à la description des types 3 et 4.

## 2. TYPE 1 : ÉPI OBSERVÉ EN FONDATION

Cette technique est observée dans les vestiges de l'Antiquité, notamment ceux découverts en fouilles. De nombreuses *villae* lorraines reprennent ce dispositif, qui permettait d'utiliser les pierres locales ramassées sur place, ce qui nettoyait la zone d'implantation de la *villa*. Pour le Moyen Âge, si de nombreux exemples sont attestés un peu partout en Europe occidentale et à toutes les périodes<sup>6</sup>, force est de constater qu'en Lorraine, peu de fondations en épi ont été recensées. Ce déficit est certainement dû principalement à un manque d'observations de terrain. Nous ne connaissons pour l'heure que trois sites lorrains où est référencé ce type 1 avec certitude.

Il s'agit tout d'abord de Saint-Pierre-aux-Nonnains de Metz (Moselle). La dernière fouille de cet édifice, menée par Xavier Delestre en 1987, a permis la mise au jour de murs de fondation d'environ un mètre de largeur constitués de pierres disposées en épi de façon extrêmement régulière sur au moins six rangs successifs (fig. 2). Ils correspondent aux fondations en grille de la phase 3 de l'édifice, qui semblent avoir été réalisées en deux temps, car deux qualités d'épi sont attestées<sup>7</sup>.

Un second édifice messin possédait des fondations en épi. Il s'agit de la cathédrale ottonienne, dont la construction est décidée par l'évêque Thierry I<sup>er</sup> (965-984). Ce type de fondation ne semble avoir été reconnu que sous la façade occidentale, qui est vraisemblablement la première partie bâtie du nouveau bâtiment, le transept et le chœur étant construits au XI<sup>e</sup> siècle, dans une seconde phase de travaux<sup>8</sup>.

6 – Nicolas REVEYRON, « Remarques sur la technologie des fondations au Moyen Âge (XI<sup>e</sup>-XII<sup>e</sup> siècles) », Robert CARVAIS *et alii* (dir.), *Édifices et artifices, histoires constructives*, [Actes du premier congrès francophone d'histoire de la construction, Paris, 19-21 juin 2008], Paris, Picard, 2010, p. 322-330 ; Hans-Rudolf SENNHAUSER, « Du carolingien au roman en Suisse. Décor architectural et techniques de construction », Éliane VERGNOLLE, Sébastien BULLY (dir.), *Le « premier art roman » ...*, loc. cit. n.3, p. 234.

7 – François HEBER-SUFFRIN, « Saint-Pierre-aux-Nonnains », *Congrès archéologique de France. 149<sup>e</sup> session. Les Trois-Évêchés et l'ancien duché de Bar. 1991*, Société française d'archéologie, Paris, 1995, p. 501.

8 – François HEBER-SUFFRIN, « La cathédrale de Metz, des origines à 1040 », *Congrès archéologique de France. 149<sup>e</sup> session. Les Trois-Évêchés et l'ancien duché de Bar. 1991*, Société française d'archéologie, Paris, 1995, p. 437, 442-443. Ces fondations sont vraisemblablement mises au jour lors de la seconde grande campagne de sondages, menée par Wilhelm Schmitz entre 1914 et 1916.



Fig. 2 : Fondations de la phase 3 de l'église Saint-Pierre-aux-Nonnains à Metz. Photo F. Héber-Suffrin.

Le troisième édifice présentant ce dispositif est la chapelle Saint-Jean-Baptiste de la commanderie templière de Xugney (Rugney, Vosges). Ses fondations en épi affleurent dans la première travée de la nef, mais elles ont été observées dans de meilleures conditions lors de sondages effectués en 2009 de part et d'autre d'un pan du chevet pentagonal. On y aperçoit des fondations peu profondes, et parmi les assises plus ou moins régulières, une rangée de pierres disposées en épi sur une longueur d'au moins deux mètres. Certaines pierres sont placées quasiment à la verticale, sans doute à cause de leur faible longueur (fig. 3).



Fig. 3 : Fondations du chevet de la chapelle Saint-Jean-Baptiste de Xugney. Photo C. Moulis.

### 3. TYPE 2 : ÉPI OBSERVÉ EN PAREMENT

Cette technique est également très employée à la période romaine, aussi bien avec la pierre qu'avec la brique. Sa fonction semble essentiellement décorative. Au Moyen Âge, on la retrouve à partir de l'époque carolingienne.

Nous distinguons deux sous-types de cette catégorie. Les épis peuvent être bien structurés, avec des moellons relativement réguliers. C'est surtout le cas dans les bâtiments religieux, mais hors de Lorraine, comme à Dommartin-le-Franc (Haute-Marne)<sup>9</sup> ou les églises de Pierre-Ronde à Beaumesnil et de Reuilly (Eure)<sup>10</sup>, même si nous connaissons quelques exemples castraux. Le château de Frauenberg (Suisse) et les *aulae* carolingiennes de Doué-la-Fontaine (Maine-et-Loire) et Ivry-la-Bataille (Eure) présentent en effet des parements quasi-exclusivement constitués de pierres disposées en épi très proprement agencées<sup>11</sup>. Cette technique permet d'obtenir des niveaux de réglage précis toutes les deux ou trois assises, ce qui facilite la construction. Dans le cas du château suisse, un rang de petites pierres plates aide également à obtenir un niveau de réglage extrêmement horizontal.

Mais la plupart du temps, sur les édifices castraux, les épis sont très partiels, sur des longueurs ne dépassant pas quelques mètres et deux ou trois assises d'affilée au maximum. Ils sont composés de moellons d'aspects et de dimensions très variables selon les sites et les matériaux employés, comme sur les donjons de Rougemont (Côte-d'Or) ou d'Avranches (Manche), à Moulins-Engilbert (Nièvre)<sup>12</sup>, au « Château-Liresse » (Vivy, Belgique)<sup>13</sup>, au « Château des fées » (Montcy-Notre-Dame, Ardennes)<sup>14</sup>, à Mornas (Vaucluse)<sup>15</sup>, sur l'enceinte castrale de Saint-Pierre-des-Clars (Montredon-des-Corbières, Aude), ou encore les *castra*

9 – Toutefois situé dans le diocèse de Toul. Merci à François Griot de nous avoir fourni de la documentation sur cette église.

10 – Ces sites ont été portés à notre connaissance par les travaux qu'y mène Nicolas Wasylyszyn.

11 – On observe également une structure en épi mais réalisée en briques de terre cuite dans le cœur de la cheminée de l'*aula* à Doué-la-Fontaine.

12 – Florian BONHOMME, « Le château de Moulins-Engilbert (Nièvre) : approche et étude du bâti d'un chef-lieu de châtelainie », Hervé MOUILLEBOUCHE (dir.), *Châteaux et maisons fortes III*, [Actes des journées de castellologie de Bourgogne, 2008-2009], 2010, p. 19-39.

13 – André MATTHYS, « Les fortifications du 11<sup>e</sup> siècle entre Lesse et Semois », Horst-Wolfgang BÖHME (dir.), *Burgen des Salierzeit. I. In der Nördlichen Landschaften des Reiches*, Römisch-Germanisches Zentralmuseum, Monographien, 25, Sigmaringen, 1991, p. 225-280.

14 – Cédric MOULIS, Jean-Pierre LÉMANT (dir.), *Le Château des fées, mémoires de confins de l'Ardenne en l'an Mil*, Bilan 2009, 67 p. ; Cédric MOULIS, « Aux confins de l'Ardenne : le Château des fées de Montcy-Notre-Dame », Jean-Michel POISSON, Philippe MIGNOT (dir.), *L'archéologie des résidences aristocratiques du x<sup>e</sup> siècle dans la Francia Media*, [Actes de la table ronde des 30-31 mai 2011], Amay (Belgique), à paraître.

15 – Merci à Jean-Denis Laffite d'avoir porté ce site à ma connaissance.

de Maders (Hérault) et d'Andone (Charente)<sup>16</sup>. Cette utilisation témoigne plus d'une volonté d'insérer toutes les pierres à disposition que d'une intention esthétique ou d'une nécessité technique.

Pour la région concernée, nous n'avons recensé que trois cas : Épinal, les « Tours Séchelles », Blâmont. Alors que cela s'est vérifié dans d'autres régions, nous ne possédons en Lorraine aucun exemple de parement en épi ayant un rôle esthétique.

À Épinal (Vosges), il existe sur le site du château les vestiges (quelque peu restaurés par ailleurs) d'un mur présentant une alternance d'assise plate et d'assise en épi (fig. 4). Les pierres font 25 cm à 30 cm de long pour une épaisseur variant de 10 cm à 15 cm. Si cette maçonnerie a été perçue par nos prédécesseurs comme un premier plan, abandonné, du donjon du XIII<sup>e</sup> siècle<sup>17</sup>, il nous semble plus pertinent d'y déceler la trace d'une construction antérieure.



Fig. 4 : Château d'Épinal. Vestige de maçonnerie en épi à l'intérieur du donjon. Photo C. Moulis.

---

16 – Luc BOURGEOIS (dir.), *Une résidence des comtes d'Angoulême autour de l'an mil : le castrum d'Andone (Villejoubert, Charente). Publication des fouilles d'André Debord (1971-1995)*, Caen, Publication du Centre de Recherches Archéologiques et Historiques Médiévales, 2009, p. 59. L'épi, situé juste au-dessus des fondations, est interprété comme un dispositif destiné à améliorer le drainage.

17 – Michel BUR (dir.), *Le château d'Épinal, XIII<sup>e</sup>-XVII<sup>e</sup> siècles*, Paris, Comité des Travaux Historiques et Scientifiques, 2002, p. 86-87. Selon l'auteur, un donjon de type *bergfried* aurait initialement été envisagé avant de finalement changer les plans et d'opter pour un donjon de type résidentiel. Mais on ne retrouve nulle part ailleurs cette technique en épi sur les vestiges du château, tous datés des XIII<sup>e</sup>-XVII<sup>e</sup> siècles. Il doit donc s'agir d'une phase antérieure.

La commune de Saint-Baslemont (Vosges) possède sur un éperon rocheux à l'écart du village les vestiges d'un château anhistorique, appelé depuis la période moderne « Tours Séchelles ». Il présente les vestiges d'une enceinte de basse-cour, d'au moins un mètre de largeur, dont le parement extérieur est composé alternativement de rangs de pierres posés à plat et en épi (fig. 5). Le rang en épi le plus haut observé possède 12 pierres alors que celui en dessous en comporte au moins 17. Les pierres font entre 25 cm et 30 cm de long pour une épaisseur comprise entre 10 cm et 20 cm. Leur disposition et leurs mensurations rappellent fortement celles observées à Épinal ; les deux maçonneries pourraient donc être contemporaines, mais cette hypothèse demande à être vérifiée par une fouille.



Fig. 5 : Parement de l'enceinte des « Tours Séchelles ». Photo C. Moulis.

Dernier exemple, le château de Blâmont (Meurthe-et-Moselle) possède ce type 2 en plusieurs endroits. En premier lieu, le donjon (10 m x 10 m de côté et 3,5 m d'épaisseur de mur) présente une assise où les pierres sont partiellement disposées de chant<sup>18</sup>. Ici on peut supposer qu'il s'agit d'une solution circonstanciée au manque de modules adéquats pour terminer une assise avec la bonne hauteur de pierre. On les a donc disposés de chant. Nous remarquons en revanche des exemples plus convaincants au sein de la courtine est (fig. 6). Les parements extérieurs et intérieurs de la première enceinte présentent un dispositif en épi très

18 – Cette disposition est également appelée *en madone*. Nicolas REVEYRON, « La crypte de Saint-Philibert de Tournus... » *op. cit.* n. 2.

ponctuel, et qui n'est composé que de quelques pierres (une quinzaine au maximum) sur une seule assise<sup>19</sup>. On ne retrouve ce type 2 que deux ou trois fois sur la totalité de cette enceinte, ce qui montre là encore le caractère très circonstancié de cette technique.



Fig. 6 : Château de Blâmont, courtine est. Rangs d'épis partiels en parement. Photo V. Muller.

### 4. TYPE 3 : ÉPI CONSTITUANT PARTIELLEMENT LE BLOPAGE

Cette technique de construction a en réalité été peu observée, et donc peu étudiée. Ce type 3 a été reconnu en Alsace, sur les *bergfried* du Grand-Ringelsberg et du Warthenberg, l'enceinte d'Eguisheim, le mur-bouclier de l'Edenburg<sup>20</sup>, mais aussi en Ardenne belge au « Château-Liresse », déjà cité. Ces pierres sont noyées au sein des maçonneries, liées au mortier de chaux ou à la terre, et n'ont pas vocation à être vues. Si le rôle décoratif voire ostentatoire est donc *de facto* éliminé, il ne reste pas moins que cette technique de mise en œuvre du blocage est voulue, réfléchi. Comme pour les épis en parement, nous n'y voyons donc pas une technique de construction systématisée, mais plutôt une réponse circonstanciée à un manque de matériaux.

19 – Une seconde enceinte vient s'appuyer contre la courtine primitive, apportant une consolidation face aux progrès balistiques mais également un support à de nouveaux aménagements résidentiels.

20 – Jacky KOCH, *L'art de bâtir dans les châteaux forts en Alsace (xe-xiii<sup>e</sup> siècles)*, thèse de doctorat, 2 tomes, Université de Lorraine, 2012.

Pour la période romaine, la recherche en Lorraine ne fait état d'aucun blocage en épi recensé. Ce constat peut être simplement lié au manque cruel de sites en élévation. Pour le Moyen Âge, on recense cinq sites présentant quelques pierres disposées en épi sur une longueur ne dépassant jamais deux ou trois mètres, et sur moins de cinq assises de suite. Il s'agit de la tour seigneuriale de Darnieulles, des « Tours Séchelles », des châteaux de Blâmont et Épinal, et de l'abbaye de Haute-Seille.

La tour seigneuriale de Darnieulles (Vosges) est un édifice rectangulaire de 11 m x 15 m de côté pour 12 m de hauteur. Le parement est essentiellement constitué de moellons calcaires posés à plat. Les nombreuses brèches dans la maçonnerie permettent d'observer que le blocage est en partie constitué de pierres disposées en épi, et ce quel que soit le pan de mur et quelle que soit la hauteur dans l'élévation<sup>21</sup>. Les pierres employées sont d'un module assez petit (17 cm x 8 cm) et sont regroupées en segments d'assises de quelques décimètres à deux mètres de long au maximum (fig. 7). Leur agencement rappelle celui autrefois visible sur le donjon de Jaujac (Ardèche)<sup>22</sup>.



Fig. 7 : Tour seigneuriale de Darnieulles. Blocage du mur est. Photo C. Moulis.

21 – Cédric MOULIS, *Tour d'habitation de Darnieulles*. Rapport de prospection thématique, 2012, p. 34.

22 – Pierre-Yves LAFFONT, *Atlas des châteaux du Vivarais (X<sup>e</sup>-XIII<sup>e</sup> siècles)*, Lyon, DARA n° 25, 2004, p. 117. La structuration du blocage du donjon est aujourd'hui rendue invisible par une restauration bienvenue dans l'idée, malheureuse dans les faits.

Le type 3 se remarque également au sein du blocage de la tour sud aux « Tours Sécheltes ». Cette tour extrêmement ruinée, de 11 m de largeur et 16 m de longueur, est composée de grès et possède un blocage partiellement en épi, constitué de modules aux dimensions similaires à ceux utilisés dans le parement de l'enceinte.

Au château de Blâmont, le blocage du donjon est principalement constitué de pierres en épi très plates. Toutefois, ce procédé n'est pas respecté dans l'ensemble de la maçonnerie. Aucune reprise d'importance (hormis les consolidations contemporaines, bien marquées) n'ayant pu être mise en évidence pour expliquer ces différences, nous en concluons que plusieurs équipes de maçons, travaillant différemment, ont œuvré sur le chantier. Les épis ne présentent pas d'alternance régulière. On peut observer la pose de quatre rangées successives dans le même sens, puis un lit droit (qui correspond à un niveau de réglage) qui est ensuite surmonté par une alternance irrégulière de rangs d'épis tournés à gauche ou à droite. Ailleurs, on remarque uniquement des pierres posées à plat sur plusieurs assises.

Sur le même site, nous pouvons observer dans le blocage de la courtine nord un dispositif en épi relativement bien structuré. Il est constitué de rangs de pierres qui alternent presque systématiquement leur orientation (fig. 8). Un niveau de réglage se distingue tous les deux rangs. Il n'est visible que sur les premiers mètres de l'élévation. Une poutre située dans la partie sommitale, là où l'épi ne semble plus exister, a été datée du milieu du XIII<sup>e</sup> siècle par dendrochronologie ; le bas de la courtine semble donc antérieur à cette date. L'existence d'un angle arrondi sur cette courtine, semblable à ceux du donjon, renforce cette hypothèse. Enfin, une structuration en épi sporadique du blocage était visible avant restauration sur l'enceinte sud, sous les fenêtres dites de la chapelle.

Un autre exemple de pierres disposées en épi se retrouve à Épinal, sur la portion de mur où nous avons déjà observé cette disposition dans le parement (type 2). Le mauvais état de conservation du vestige ne permet pas d'obtenir plus d'informations.

Jusqu'à très récemment, le corpus de site avec un blocage en épi ne comportait aucun site religieux, probablement parce que ceux-ci sont pour la plupart bien entretenus, offrant rarement des fenêtres d'observation sur le cœur de leur maçonnerie. Toutefois, l'examen des ruines de l'ancienne abbaye de Haute-Seille (Cirey-sur-Vezouze, Meurthe-et-Moselle) a permis de remarquer cette disposition, au moins dans le blocage des parties basses de l'abbatiale (fig. 9). Les pierres sont en calcaire et mesurent 20 cm à 30 cm de long pour 5 cm à 12 cm d'épaisseur. Elles sont quasiment posées à la verticale et correspondent en fait à la hauteur des assises du parement, constitué d'un moyen appareil de pierres de taille en grès.



Fig. 8 : Château de Blâmont, courtine nord. Blocage en épi. Photo C. Moulis.



Fig. 9 : Abbaye de Haute-Seille. Le blocage en épi apparaît derrière un contrefort arraché. Photo C. Moulis.

## 5. TYPE 4 : ÉPI CONSTITUANT MAJORITAIREMENT LE BLOCAGE

Ce dernier type est certainement le moins connu et le moins représenté actuellement. Les pierres y sont disposées en épi dans la plus grande partie du blocage, voire sa quasi-totalité.

Il s'agit donc ici d'une véritable technique de construction, liée à la nature et aux propriétés des matériaux utilisés. Les avantages de la disposition des pierres en épi dans le blocage semblent multiples. Tous n'étaient pas nécessairement connus des ouvriers qui ont bâti ces murs. Il semble évident que ce type de maçonnerie permet un gain en matériaux non négligeable, puisque des vides sont générés entre les pierres. Le mortier, d'une viscosité variable selon les sites, ne peut toujours se glisser dans les interstices, le travail se réalise donc plus rapidement. Au gain de matériau s'ajoute donc un gain de temps. Un autre intérêt est de permettre l'emploi de toutes les pierres disponibles, quelles que soient leurs dimensions. En effet, si la pierre est longue, on l'incline fortement, si elle est courte, on la dresse quasiment à la verticale, ce qui permet d'obtenir une assise plate qui permet de continuer le montage du mur dans de bonnes conditions pour assurer l'horizontalité des assises et son aplomb.

Tous ces éléments, nous pouvons supposer que les bâtisseurs en avaient conscience. Il reste que d'autres propriétés inhérentes à ce type de structure ne leur étaient pas familières et apportaient pourtant un avantage indéniable à la pérennité de l'édifice. Les vides générés par les changements d'inclinaison des pierres permettent une respiration du mur. Les échanges thermiques sont facilités, ce qui limite d'autant l'humidité stagnante. La structure est également plus souple, elle peut se déformer<sup>23</sup>. De ce fait, elle offre une meilleure résistance à la compression. Sa structure se rapproche en effet des matériaux cellulaires que nous employons de nos jours<sup>24</sup>, tout comme des structures alvéolées que l'on peut trouver dans la nature (nid d'abeille), même si nous sommes loin d'avoir une porosité de 70 % au sein de nos maçonneries. Ainsi, des murs de 15 m de haut et de 4,5 m d'épaisseur sont restés sains malgré les siècles. L'architecture liée à l'adaptation à l'artillerie à poudre à la fin du Moyen Âge ne reprend pas cette composition et opte pour des maçonneries pleines, avant d'utiliser la souplesse de la terre et du sable dans les bastionnements.

Le seul site extrarégional de ce type porté à notre connaissance est une structure interprétée hâtivement comme un mur mérovingien visible dans une cave tardive du château d'Arlay dans le Jura. Le « Château des fées » de Montcy-Notre-Dame (Ardennes) semble lui aussi posséder un blocage intégralement en épi, mais la faible hauteur des vestiges ne permet pas de le certifier. En Lorraine, nous

23 – Ce point est néanmoins contesté dans Nicolas REVEYRON, « La crypte de Saint-Philibert de Tournus... », *op. cit.* n.2. Nous rejoignons en revanche l'auteur sur l'absence de lien de causalité entre épi et voûtement des bâtiments.

24 – Alexandre FALLET, *Structures et propriétés mécaniques d'empilements aléatoires de sphères creuses : caractérisation et modélisation*, Thèse de doctorat, Université de Grenoble, 2008, p. 12-18.

pouvons assimiler deux sites, deux donjons, à ce type 4. Il s'agit de ceux de Fontenoy-le-Château et de Vaudémont.

À Fontenoy-le-Château, le blocage de la maçonnerie est visible sur les quatre faces du bâtiment, sur des hauteurs atteignant quelquefois dix mètres et sur la totalité de l'épaisseur du mur, soit 3,15 m. Il nous est ainsi possible de comprendre même en profondeur l'agencement du blocage (fig. 10). La grande majorité de ce dernier est constitué de pierres disposées en épi et en lits réguliers. Elles sont souvent quasiment posées de chant, perpendiculaires au parement, et leur profondeur avoisine les 30 cm. Ainsi, sur l'élévation nord-ouest, il faut sept rangées de pierres en épi pour remplir la largeur du mur. Les pierres de l'ensemble des rangées d'une même assise sont toujours disposées dans un sens identique, le changement d'orientation n'intervient qu'avec le passage à l'assise supérieure. Cette règle ne souffre que de quelques exceptions, où l'orientation est identique sur deux assises successives. En certains endroits, les pierres sont posées à plat, mais jamais sur des longueurs dépassant le mètre. Une dernière disposition est constituée de gros blocs de pierre. Pour certains d'entre eux, il est possible qu'il s'agisse des queues des boutisses les plus profondes du parement. Les autres semblent plutôt liés au réglage de la hauteur d'assise, sans doute afin de l'harmoniser avec celle du parement.

Malgré des assises très régulières et des joints maigres, nous devinons quelques rangées plus régulières que les autres, mieux marquées, avec des épaisseurs de mortier plus importantes dans le blocage<sup>25</sup>. Ces assises de réglage confèrent une horizontalité parfaite à la structure. D'une manière générale, on peut penser que l'utilisation des pierres de blocage en épi induit le fait de monter simultanément les deux parements. L'organisation particulière du blocage suppose en effet de régler, même grossièrement, chaque rangée de pierres, pour pouvoir disposer correctement la suivante.

À Vaudémont, 85 % des maçonneries du donjon de 16 m x 24 m de côté sont constitués par un blocage de pierres disposées en épi sur une épaisseur de 4,5 m (fig. 11). Une assise de réglage apparaît systématiquement après trois rangs de pierres disposées en épi, en sens alterné à chaque fois. Les pierres sont toujours disposées dans le même sens sur un rang. Leur niveau de réglage reprend celui constaté sur le parement extérieur, ce qui valide l'hypothèse d'une conception simultanée.

25 – Un lit de mortier de 8 cm d'épaisseur est ainsi visible entre les assises 17 et 18 de la face nord. Il présente une structure lamellée, montrant que cette couche a été réalisée par applications successives de mortier liquide.

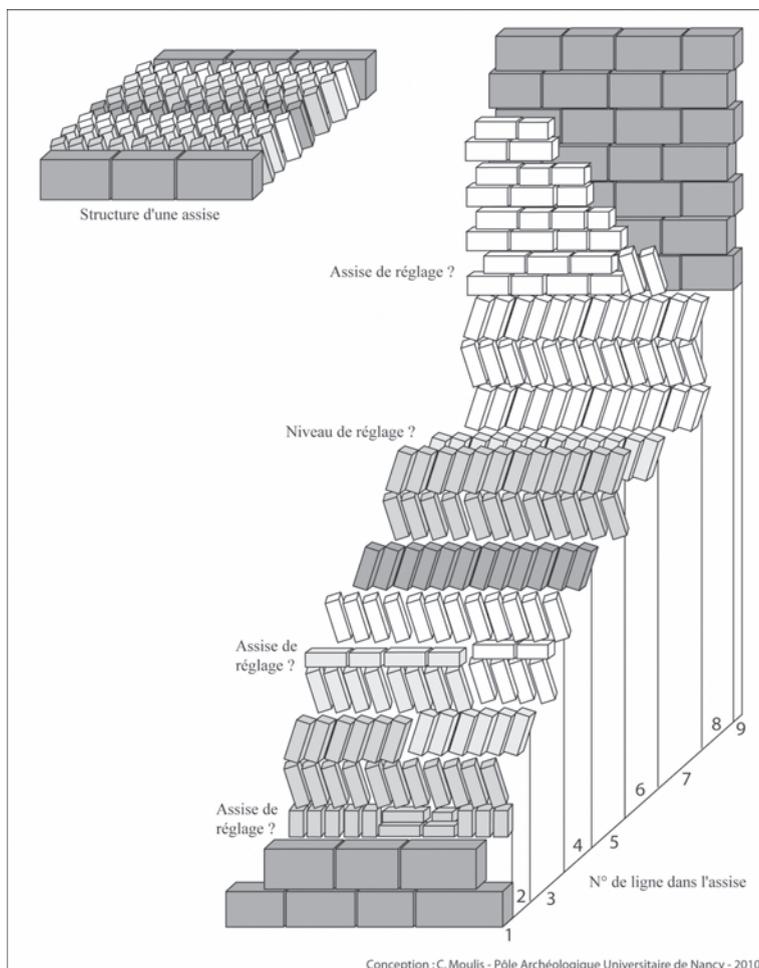


Fig. 10 : Donjon de Fontenoy-le-Château. Reconstitution de la disposition du blocage. DAO C. Moulis.

Nous avons pu mesurer l'angle d'inclinaison des pierres sur neuf assises, soit 290 pierres. L'inclinaison moyenne est de  $33^\circ$ , quel que soit le sens de la pose. Un premier rang était posé sur toute l'épaisseur du mur<sup>26</sup>, puis recouvert de mortier,

<sup>26</sup> – Nous estimons que l'épaisseur du blocage doit comporter 13 à 18 rangs de pierres disposées en épi, côte à côte et dans le même sens.

ensuite un second rang, incliné dans l'autre sens, était mis en place. On le recouvre également de mortier, puis on dispose un troisième rang de pierres, qui est censé récupérer le niveau de l'assise de réglage du parement. Travailler avec une structure en épi facilite cette tâche, car il suffit de jouer sur l'inclinaison de la pierre pour niveler le blocage et le parement. Lorsque que l'on observe le ratio entre la longueur des pierres et leur angle d'inclinaison, il se dessine une tendance globale qui nous permet de conclure que plus la pierre est longue, plus elle est posée dans une position proche de l'horizontalité. Ainsi, les pierres de toutes tailles pouvaient être employées sans distinction, sans obligation de les classer par taille, ce qui offrait un gain de temps lors de la manipulation.

Le blocage des angles du donjon est traité de trois façons différentes. Soit les épis continuent dans la même inclinaison, et forment un arc de cercle en tournant pour s'aligner avec le mur suivant. Dans ce cas, l'ensemble est réalisé lors d'une même phase de montage. Soit les épis s'entrecroisent à un endroit donné, montrant ainsi une jonction entre deux rangs isométriques réalisés en des temps ou par des équipes différents. Soit les pierres sont posées à plat. On retrouve ce procédé dans quelques niveaux de réglage, toujours dans le blocage.



Fig. 11 : Donjon de Vaudémont, mur sud-est. Le parement intérieur arraché, permet d'observer la disposition en épi du blocage. Photo C. Moulis.

## 6. SYNTHÈSE

L'agencement des maçonneries en épi reste un domaine peu étudié, et particulièrement en Lorraine. Les principales connaissances que nous possédons au niveau national sont essentiellement sur les parements en épi, car ils sont facilement identifiables. On a encore moins de données sur les fondations et les blocages. Ces lacunes expliquent les problèmes de datation que l'on rencontre sur ces constructions. Toutefois, dans les cas les plus éloquentes, les historiens de l'art des XIX<sup>e</sup> et XX<sup>e</sup> siècles ont amalgamé ce dispositif à l'*opus spicatum* observé sur les maçonneries romaines. Beaucoup de sites ont été ainsi datés de périodes reculées du seul fait de l'existence de cette structure en épi. Dans certains cas, comme les épis étaient moins soigneusement réalisés que dans les murs romains, on en a déduit qu'ils devaient dater de la période mérovingienne, perçue traditionnellement comme une période de décadence dans l'art de bâtir. Ainsi le donjon de Vaudémont a été dénommé « Tour Brunehaut » en partie pour ces raisons<sup>27</sup>. Un second cas très caractéristique est identifié hors de notre zone d'investigation, au château d'Arlay dans le Jura. Un pan de mur, qui correspond vraisemblablement au vestige d'une tour quadrangulaire du château primitif (X<sup>e</sup> siècle), est indiqué encore aujourd'hui comme *Mur mérovingien* (fig. 12).



Fig. 12: Château d'Arlay. Blocage en épi qui rappelle celui observé à Vaudémont. Photo C. Moulis.

27 – Brunehaut (vers 547-613) fut reine d'Austrasie dans la seconde moitié du VI<sup>e</sup> siècle.

En Lorraine, nous l'avons dit, ces sites étaient datés trop précocement. Puis, au cours du XX<sup>e</sup> siècle, une seconde vague de datation, basée sur l'interprétation des faits historiques consignés dans les textes d'archives, a, la plupart du temps, permis d'avancer leur date d'édification. Le processus était de faire coïncider les constructions avec les premières mentions retrouvées dans les textes, ou bien avec des faits politiques jugés importants. Ainsi, la construction du donjon de Blâmont a été estimée vers 1200, celui de Fontenoy, du milieu du XII<sup>e</sup> siècle et celui de Vaudémont de la fin du XI<sup>e</sup> siècle, en lien avec la création du comté éponyme<sup>28</sup>.

Ces dix dernières années, l'archéologie du bâti et les analyses radiocarbone effectuées essentiellement sur des charbons de bois retrouvés piégés dans les mortiers scellant les maçonneries en épi de ces sites ont systématiquement fait reculer d'un siècle leur date présumée d'édification<sup>29</sup>. Voici, selon les types d'épi recensés, les chronologies désormais admises sur les sites lorrains (fig. 13).

La chronologie paraît se confiner aux X-XII<sup>e</sup> siècles, ce qui semble donc bien montrer un art de bâtir témoin d'une période assez précise. Cette fourchette s'accorde d'ailleurs fort bien avec les datations de sites présentant des structures en épi ailleurs en France et dans les pays limitrophes. En effet, ces édifices sont également tous datés entre les IX<sup>e</sup> et XII<sup>e</sup> siècles. La technique de l'épi semble bel et bien disparaître de Lorraine avec le XIII<sup>e</sup> siècle.

Les épis peuvent être réalisés avec différentes natures de pierres. En Lorraine, nous avons employé des grès et des calcaires, mais le schiste est également utilisé dans les régions qui en possèdent (massif ardennais).

28 – Gérard GIULIATO, « Le château de Blâmont (XIII<sup>e</sup>-XVIII<sup>e</sup> s.) », Régine LE JAN, Alain SALAMAGNE (dir.), *Le château médiéval et la guerre dans l'Europe du Nord-Ouest. Mutations et adaptations, Revue du Nord, h.s. 5*, 1998, p. 77-88; Abbé Constant OLIVIER, « Fontenoy-le-Château », *Annales de la Société d'Émulation du Département des Vosges*, 1894; Hubert COLLIN, « Les plus anciens châteaux de la région de Nancy en Lorraine, Dieulouard, Mousson, Prény, Vaudémont », *Château-Gaillard*, II, Caen, CRAHM, 1967, p. 27-38.

29 – Gérard GIULIATO, *Châteaux et villes fortes du Comté de Vaudémont en Lorraine médiévale*, Nancy, Presses Universitaires de Nancy, 2008; Cédric MOULIS, Vianney MULLER, « Le donjon de Vaudémont », et Charles KRAEMER, « Les Tours Séchelles, commune de Saint-Baslemont », Karine BOULANGER, Cédric MOULIS (dir.), *La pierre aux périodes historiques en Lorraine, de l'extraction à la mise en œuvre*, Compte-rendu d'opération, PCR, 2010, p. 97-129; Cédric MOULIS, « Le donjon, ou tour carrée « Godefroy de Bouillon » de Fontenoy-le-Château (XI<sup>e</sup> siècle) », Jean-Paul ROTHOT (dir.), *Vallée du Cône, Comté de Fontenoy, métallurgie et thermalisme*, [Actes des Journées d'études vosgiennes, 15-17 oct. 2010], 2011, p. 221-242; Cédric MOULIS, « Le donjon de Blâmont », Karine BOULANGER, Cédric MOULIS (dir.), *La pierre aux périodes historiques en Lorraine, de l'extraction à la mise en œuvre*, Compte-rendu d'opération, PCR, 2011, p. 157-178. L'ensemble des monographies archéologiques de ces sites sont reprises dans la publication de ce PCR, prévue en 2016; Cédric Moulis, « Bâtir en Lorraine méridionale (XI<sup>e</sup>-XII<sup>e</sup> siècles). Chantier et mise en œuvre des matériaux », thèse de doctorat en cours à l'université de Lorraine.

commune	nature du site	structure	type d'épi	type de datation	datation	nature pierres	épaisseur mur
Metz	Église St-Pierre/Nonnains	fondations	1	archéo, textes	VII-VIII <sup>e</sup> s.	calcaire	env. 1 m
Metz	Cathédrale ottonienne	fondations	1	archéo, textes	965-984	calcaire	env. 1,8 m
Rugney	Chapelle de Xugney	fondations	1	dendro, textes	1157-1173	calcaire	1 m
St Baslemont	Fortif. <i>Tours Séchelles</i>	enceinte	2	hypothèse	X-XII <sup>e</sup> s.	grès	env. 1 m
Blâmont	Château	donjon	2	2 C <sup>14</sup>	1024-1186	calcaire	2,5 m
Blâmont	Château	courtine est	2	hypothèse	XI-XII <sup>e</sup> s.	calcaire	env. 2 m
Épinal	Château	1 <sup>er</sup> donjon?	2	hypothèse	XI-XII <sup>e</sup> s.	grès	2,5 m
Dommartin-le-fr	Église	gouttereaux	2	textes	avant 1127	calcaire	env. 1 m
Blâmont	Château	donjon	3	2 C <sup>14</sup>	1024-1186	calcaire	2,5 m
Blâmont	Château	courtine nord	3	hypothèse	XI-XII <sup>e</sup> s.	calcaire	2 m
St Baslemont	Fortif. <i>Tours Séchelles</i>	tour sud	3	hypothèse	X-XII <sup>e</sup> s.	grès	2,6 m
Darnieulles	Maison forte	tour d'habitat	3	3 C <sup>14</sup>	1019-1189	calcaire	1,25 m
Épinal	Château	1 <sup>er</sup> donjon?	3	hypothèse	XI-XII <sup>e</sup> s.	grès	2,5 m
Cirey/Vezouze	Abbaye Haute-Seille	abbatiale	3	textes	1140-1176	calcaire	1,3 m
Fontenoy	Château	donjon	4	C <sup>14</sup>	894-1020	grès	3,15 m

Fig. 13 : Tableau comparatif des sites lorrains. Nous y avons adjoint l'église de Dommartin-le-Franc, située en Haute-Marne mais comprise dans le diocèse de Toul.

L'indigence des vestiges de type 1 recensés en Lorraine, la pérennité des fondations en épi au cours des siècles ainsi que la faible incidence sur le parement du type 2, nous amène à nous focaliser davantage sur les deux derniers types, à savoir les épis employés dans le blocage. Nous constatons que lorsque le mur mesure moins de 2 m d'épaisseur, on a plutôt tendance à utiliser l'épi de manière partielle. Lorsque les maçonneries sont plus larges, la pose oblique ou de chant devient en revanche majoritaire. L'épaisseur joue donc un rôle. L'énorme quantité

de matériaux que requiert le blocage d'un mur épais nécessite une réelle organisation de celui-ci, car il devient la composante principale du mur. Nous avons par ailleurs déjà évoqué les avantages que procure cette technique (cf. 5.). Le type 4 semble ainsi plus spécifique aux donjons quadrangulaires des environs de l'an Mil. L'hypothèse d'un type 4 plus spécifique aux donjons quadrangulaires des environs de l'an Mil peut être formulée.

Au terme de ces observations, il convient de revenir à la question posée en préambule : la maçonnerie en épi peut-elle être considérée comme un progrès technique lié à l'art de la guerre ou, par extension, aux édifices militaires ?

À cela, nous pouvons répondre par l'affirmative, mais seulement en partie. Seule la disposition en épi dans le blocage, partielle ou complète (types 3 et 4) semble devoir se rapporter à une démarche technique plus spécifique à l'usage militaire.

La période concernée, du <sup>x</sup>e au <sup>xii</sup>e siècle, correspond à l'apogée de la féodalité. On constate une multiplication des rixes entre seigneurs. Dans un tel contexte, et encouragée par un essor économique conséquent, la fortification en pierre prolifère et devient le reflet de l'art défensif<sup>30</sup>. À l'image des structures en bois, elle reste toutefois réalisée rapidement, avec peu de moyens. Pour se défendre, ou montrer simplement leur puissance, les seigneurs s'installent dans de grandes tours résidentielles, aux murs très épais.

La logique que sous-tend le chantier n'est pas celle d'une standardisation des matériaux observés pour certains édifices soignés, notamment religieux, mais au contraire le choix d'une technique permettant l'emploi de moellons aux dimensions hétérogènes, limitant ainsi les contraintes d'approvisionnement du chantier et permettant sans doute une construction plus rapide, par une main-d'œuvre moins qualifiée, conditions qui répondent davantage aux nécessités de constructions nobiliaires à vocation militaire.

L'enquête proposée ici n'en est qu'à ses balbutiements. Il est vivement souhaitable qu'une investigation approfondie à l'échelle lorraine puisse avoir lieu dans les années à venir. Par ailleurs, la mise en commun des données sur ce sujet pour l'ensemble de la France, voire avec les pays limitrophes, serait une perspective intéressante pour la compréhension de ces structures. Enfin, des études pluridisciplinaires pourraient affirmer la caractérisation des propriétés mécaniques offertes ou non par ce dispositif.

30 – Pour paraphraser Gérard GIULIATO, « Le château, reflet de l'art défensif du <sup>x</sup>e au début du <sup>xiii</sup>e siècle », *La fortification en Lorraine : de l'enceinte gauloise de Metz à la ligne Maginot*, *Annales de l'Est*, n° 2, 2003, p. 55-76.

Préface	
PRÉSIDENT DU CONSEIL RÉGIONAL DE LORRAINE	p. 7
<b>Introduction</b>	
Laurent JALABERT, Vianney MULLER	p. 9
Guerre et diffusion de l'humanisme en Alsace et dans les Vosges au XVI <sup>e</sup> siècle	
François PETRAZOLLER	p. 17
La France de l'Est – Lorraine-Alsace (1917) de Paul Vidal de la Blache, une « classe creuse » de l'évolution épistémologique de la géographie française ?	
Francis GRANDHOMME	p. 39
Construire un droit exceptionnel pour prisonniers de guerre	
Laurent ERBS	p. 61
Le corps du génie comme incarnation des sciences et techniques au sein de l'armée : l'exemple de l'École royale du génie de Mézières (1748 – 1794)	
Camille CRUNCHANT	p. 75
L'implication de l'École supérieure de pharmacie de Nancy dans la recherche scientifique et technique au cours de la Grande Guerre	
Pierre LABRUDE	p. 89
Les usages de l'électricité à l'épreuve de la guerre (1887-1932)	
Pascal THIÉBAUT	p. 105
Guerre et progrès chez les gaulois : une relation ambiguë	
Gérard BATAILLE, Jenny KAURIN, Stéphane MARION	p. 115
La poudre noire : de l'engin pyrotechnique incendiaire au tir de mine	
Francis PIERRE	p. 141
L'évolution de l'aviation pendant la Première Guerre mondiale, des fléchettes au bombardement stratégique	
Nicolas CZUBAK	p. 161
La maçonnerie en épi : une technique de construction spécifique aux ouvrages militaires des X-XII <sup>e</sup> siècles ?	
Cédric MOULIS	p. 191
Introduction et généralisation du système bastionné en Lorraine : l'apport technique des ingénieurs italiens dans la seconde moitié du XVI <sup>e</sup> siècle	
Raphaël TASSIN	p. 211
Les fortifications françaises, entre pragmatisme et défiance, l'exemple Verdunois (1873-1914)	
Jean-René MONTACIÉ	p. 227
L'emploi du béton dans la Grande Guerre ; regard archéologique sur des vestiges contemporains	
Stéphanie JACQUEMOT, Guillaume JACQUINET, Denis MELLINGER	p. 235
Comment la Première Guerre mondiale a-t-elle fait évoluer l'entrepreneuriat en France ?	
Marie-Pierre PHILIPPE-DUSSINE	p. 259
Le ravitaillement civil comme front économique de la Grande Guerre : l'exemple du département des Vosges	
Anne PEROZ	p. 273
<b>Conclusions</b>	
Pascal RAGGI	p. 289