

# Place et rôle des métaux architecturaux à l'époque gothique en Picardie<sup>1</sup>

*Émeline Lefebvre*

*Docteure en Archéologie médiévale*

En Picardie, dès la seconde moitié du XIII<sup>e</sup> siècle, les professions se regroupèrent en associations afin de réglementer le travail relevant d'un métier spécifique<sup>2</sup>. À Amiens<sup>3</sup>, Abbeville<sup>4</sup> et Saint-Quentin<sup>5</sup>, les métiers des métaux sont dès lors fortement régis par des statuts, réglementant le travail du métal et la qualité des matières premières qu'il était possible d'importer. À l'instar des ouvriers de la construction, certains forgerons et certains plombiers possédaient un statut particulier et leur renommée pouvait les faire mander en qualité d'experts dans des lieux fort éloignés<sup>6</sup>.

C'est dans ce contexte que de nombreux éléments métalliques furent employés dans la construction monumentale

de l'époque médiévale. Ils furent utilisés dans la réalisation des armatures et des panneaux des vitraux, dans la mise en place des couvertures et de l'évacuation des eaux mais également afin de permettre l'assemblage et le renforcement des structures architecturales ainsi que l'assemblage et la fixation des décors architecturaux et sculpturaux.

## Les armatures et les panneaux des vitraux

Au cours de la période gothique, la hauteur des édifices culturels, tout spécialement des plus grands, augmenta et les vitraux gagnèrent en superficie jusqu'à occuper la totalité de l'espace se trouvant entre les organes de contrebutement. Les fins réseaux de pierres des baies n'auraient pu résister sans une armature solide venant renforcer l'ensemble tout en permettant de fractionner la surface totale afin d'amoindrir les risques de prises au vent<sup>7</sup>. Dans ces édifices, les vitraux nécessitèrent donc une grande quantité de métaux. Du point de vue technique (Fig. 1), les panneaux, constitués de petits morceaux de verre reliés entre eux par des joints de plomb, sont fixés à l'aide de clavettes placées dans les panetons des barlotières, de larges barres horizontales,

<sup>1</sup> Les exemples évoqués dans cet article sont pour la plupart issus de ma thèse. E. LEFEBVRE, *La place et le rôle des métaux dans l'architecture gothique en Picardie*, thèse de doctorat effectuée à l'Université de Picardie Jules Verne, Philippe Racinet et Arnaud Timbert (dir.), 2013-2014, 2 vol.

<sup>2</sup> R.-H. BAUTIER, « Notes sur le commerce du fer en Europe occidentale du XIII<sup>e</sup> au XVI<sup>e</sup> siècle (premier article) », *Revue d'Histoire de la Sidérurgie*, t. 1, n° 4, Hôtel de ville de Nancy, Nancy, 1960, p. 11.

<sup>3</sup> A. THIERRY (éd.), *Recueil des monuments inédits de l'histoire du Tiers État*, t. 1 *Les pièces relatives à l'histoire de la ville d'Amiens depuis l'an 1057 jusqu'au XV<sup>e</sup> siècle*, F. Didot Frères, Paris, 1850, p. 675676 et Bib. Mun., Amiens, AA 13, f°189 r° et v°.

<sup>4</sup> Arch. d'Abbeville, *Registre des statuts des corporations d'arts et métiers*, édité par A.

THIERRY (éd.), *Recueil des monuments inédits de l'histoire du Tiers État*, t. 4 *Les pièces relatives à l'histoire municipale d'Abbeville et à celle des villes, bourgs et villages de la Basse Picardie*, Imprimerie Impériale, Paris, 1870, p. 211 et 286-288.

<sup>5</sup> M. TRICOIT, *La collégiale de Saint-Quentin (Aisne) et sa place dans le paysage architectural du XIII<sup>e</sup> siècle*, thèse de Doctorat effectuée à l'Université de Charles-de-Gaulle-Lille 3, Anne-Marie Legaré (dir.), 2010-2011, vol. 1, p. 40-41.

<sup>6</sup> P. BENOIT, « La métallurgie urbaine en France au Moyen Âge : état de la question » dans P. BENOIT et D. CAILLEAUX (éd.), *Hommes et travail du métal dans les villes médiévales*, Actes de la table ronde « la métallurgie urbaine dans la France médiévale », Paris, 23 mars 1984, AEDEH, Paris, 1988, p. 246.

<sup>7</sup> D. KIMPEL et R. SUCKALE., *L'architecture gothique en France 1130-1270*, Flammarion, Paris, 1990, p. 43.

permettant de maintenir le tout en place. Pour renforcer l'ensemble, les vitraux sont fixés à l'aide de petites attaches de plomb soudées sur les panneaux à des baguettes de faible section, les vergettes<sup>8</sup>.

Dans les édifices, où les limites de l'équilibre furent poussées au maximum, de grandes barres métalliques traversent parfois les fenêtres hautes et ceignent les édifices. Ces barres, qu'il faut différencier des barlotières, permettent de renforcer les structures architecturales et de lutter contre l'effet du vent. Elles sont commodément appelées chaînages. De tels dispositifs sont attestés dans les cathédrales d'Amiens et de Beauvais. À Amiens (Fig. 2), ces chaînages sont exclusivement localisés dans les parties où le triforium est ajouré. Ces barres, de section plus importante que les barlotières, sont situées à l'extérieur, au-dessus des chapiteaux des baies hautes. Elles furent très vraisemblablement mises en place durant la construction de l'édifice, soit dans la seconde moitié du XIII<sup>e</sup> siècle. À Beauvais (Fig. 3), il existe quatre niveaux de renforcement datant très certainement du milieu du XIII<sup>e</sup> siècle. Trois traversent les fenêtres hautes alors qu'un quatrième permet la liaison de l'imposte de l'arcature du triforium.

### Les couvertures et l'évacuation des eaux

Avec les vitraux, les couvertures des édifices étaient le poste qui nécessitait les

plus grandes quantités de métal. À l'époque médiévale, les charpentes pouvaient être recouvertes de végétaux, d'ardoises, de tuiles ou de plomb. Or, aux XII<sup>e</sup> et XIII<sup>e</sup> siècles, les ardoises, les tuiles et le plomb, qui demandaient un investissement beaucoup plus important, étaient le plus souvent réservés aux demeures luxueuses et aux grands édifices religieux. Les charpentes étaient généralement construites à l'aide d'assemblages bois-bois qui ne nécessitaient que très rarement l'utilisation d'éléments métalliques<sup>9</sup>. Or, la méthode traditionnelle, pour couvrir les édifices charpentés, consistait à poser la couverture sur des voliges fixées à la charpente à l'aide de clous. De plus, les couvertures en ardoise et en plomb nécessitaient une grande quantité de clous et/ou de crochets soit une masse importante de métaux ferreux<sup>10</sup>. D'ailleurs, dans le cas des couvertures en plomb, les besoins en métaux pour la réalisation des tables se chiffrent alors en tonnes.

Bien que des exemples de couvertures en plomb soient attestés dès le XI<sup>e</sup> siècle afin de couvrir certains édifices culturels<sup>11</sup>, sur le territoire picard, le premier exemple parfaitement documenté date de la fin du XIII<sup>e</sup> ou du tout début du XIV<sup>e</sup> siècle. Il s'agit de l'ancienne flèche de la cathédrale d'Amiens. Cette flèche détruite en 1528 par un incendie était vraisemblablement une construction en bois recouverte de plomb<sup>12</sup>. Cette hypothèse est corroborée par un poème en prose qui aurait été écrit peu de temps après l'incendie et dans lequel l'auteur fait allusion à une charpente en bois et à du plomb

<sup>8</sup> N. BLONDEL, *Le vitrail. Vocabulaire typologique et techniques*, Ministère de la Culture et de la Francophonie-Imprimerie Nationale, Paris, 1993, p. 124-149.

<sup>9</sup> F. EPAUD, *De la charpente romane à la charpente gothique en Normandie*, Publication du CRAHM, Caen, 2007, p. 107-128 et P. BENOIT, « Conclusions. Métal et construction en France au Moyen Âge » dans O. CHAPELOT et P. BENOIT (dir.), *Pierre et métal dans le bâtiment au Moyen Âge*, EHESS, Paris, 1985, Paris, p. 361.

<sup>10</sup> G.-A. BORGNI, *Traité élémentaire de construction appliqué à l'architecture civile*, Bachelier, Paris, 1823, p.253 et A.-Ch. QUATREMÈRE, dit Quatremère de Quincy, *Encyclopédie méthodique. Architecture*, H. Agasse, Paris, 1801, t.2, p. 143.

<sup>11</sup> F. EPAUD, *op. cit.*, p. 128.

<sup>12</sup> G. DURAND, *Monographie de l'église Notre-Dame, cathédrale d'Amiens*, Yvert et Tellier-A. Picard, Amiens-Paris, 1901-1903, vol. 1, p. 512-513.

fondue<sup>13</sup>. D'ailleurs, vers 1530<sup>14</sup>, lors de la reconstruction de cette flèche, même s'il fut un temps question d'utiliser des ardoises, il fut finalement décidé d'édifier une nouvelle flèche à âme de bois, recouverte de plomb<sup>15</sup>.

### **Assemblage et fixation des décors architecturaux et sculpturaux**

Bien que les quantités mises en œuvre s'avèrent souvent bien moins importantes que pour les vitraux et les couvertures, les éléments permettant l'assemblage et la fixation des décors furent abondamment employés. De tels éléments permettent de retenir les sculptures des portails des cathédrales d'Amiens<sup>16</sup> et de Senlis<sup>17</sup>. Ces emplois, attestés dès la construction des édifices, semblent perdurer au moins jusqu'au XVI<sup>e</sup> siècle. Des renforts métalliques permettent ainsi de retenir les statuettes et d'assembler les différents éléments des pendants du portail sud de la cathédrale de Senlis. Une armature métallique a également été mise en évidence dans la structure de la voûte de la chapelle orientale du bras sud du transept. Celle-ci permet vraisemblablement de réduire les risques de dislocation de cette structure très aérienne composée d'une série d'arcs et de pendants<sup>18</sup>. D'ailleurs, à la même époque, des éléments métalliques permirent la liaison des petites pièces rapportées au portail sud du transept de la cathédrale de Beauvais (Fig. 4) alors que les boutons des voûtes de la chapelle de Bon Secours de la cathédrale de Noyon (Fig. 5) étaient fixés à l'aide de grandes barres de fer arrêtées par des clavettes.

### **Assemblage et renforcement des structures architecturales lors de la construction**

Des métaux sous formes de goujons, d'agrafes, de tirants et de chaînages furent

également employés afin d'assembler et de renforcer les structures architecturales.

**Les semelles de plomb** Les éléments métalliques sont très souvent employés lors de l'usage d'éléments monolithiques. Il existe ainsi de nombreux exemples de semelles de plomb interposées entre les bases et les fûts des colonnes monolithiques (Fig. 6) afin d'éviter l'éclatement des supports lors des tassements différentiels accusés par les monuments durant la durée du séchage du mortier. On en trouve au rondpoint des chœurs architecturaux de la cathédrale de Noyon (1155-1160) et de l'abbatiale de Saint-Leu d'Esserent (1160-1175), à la cathédrale de Senlis (1160-1165), à l'église Saint-Pierre de Doullens (1200-1220), aux supports orientaux de la nef de la cathédrale de Laon (1205-1220) et à la cathédrale de Soissons (vers 1190).

*Picardie*, t. 19, A. Lemer-J.-B. Dumoulin, Amiens-Paris, 1863, p. 375-400.

<sup>14</sup> P. HOFFSUMMER, *Les charpentes du XI<sup>e</sup> au XIX<sup>e</sup> siècle en France du Nord et en Belgique*, Cahier du Patrimoine, n° 62, Monum-Éditions du Patrimoine, Paris 2002, p. 125.

<sup>15</sup> Bib. Mun., Amiens, Ms. 563 et Délibérations capitulaires des 17 septembre, 30 septembre et 25 octobre 1528, 8 octobre et 17 novembre 1529, 17 janvier 1529, v. s. ainsi que 3 juin 1530-Comptes de la fabrique Extraits des comptes de la fabrique de 1532 à 1534 cité dans G. DURAND, *op. cit.*, 1901-1903, vol. 1, p. 517-519.

<sup>16</sup> DRAC Picardie, 80-DOE-18 (V. BRUNELLE, 1998) et DRAC Picardie, 80-DOE-boîte non numérotée (V. BRUNELLE, 1994).

<sup>17</sup> J. AYCARD, *Le chantier flamboyant de la cathédrale de Senlis (1400-1550)*, thèse de doctorat effectuée à l'Université de

<sup>13</sup> Bib. Mun., Amiens, Ms. 919, n° 3. Ce texte est retranscrit dans Ch. DUFOUR, « L'incendie du clocher de la cathédrale

d'Amiens en 1527 d'après un témoin oculaire », *Mémoires de la Société des Antiquaires de*

Picardie Jules Verne, Philippe Racinet et Arnaud Timbert (dir.), 2009-2010, vol. 1 p. 263.

<sup>18</sup> *Ibid.*, vol. 1, p. 265-266.

### **Goujons et agrafes**

De même, de nombreux exemples de goujons ont pu être mis en évidence afin de retenir des colonnettes monolithiques en délit. Des vestiges de trous de goujons (Fig. 7) sont ainsi visibles au-dessous des chapiteaux encadrant les chapelles rayonnantes de l'abbatiale de Chaalis (1200-1220), sur des bagues de la cathédrale de Laon, sur des chapiteaux et des clefs de voûte du château de Coucy-le Château (1225-1230) ainsi que sur des chapiteaux du château de Lucheux (1<sup>er</sup> quart du XIII<sup>e</sup> siècle).

De tels éléments furent également employés à la cathédrale de Noyon (vers 1145-1230) et ce dès la première campagne de construction. Il est à noter que dans le triforium de la nef (vers 1185-1230), seules les colonnettes des extrémités de travée sont renforcées par des goujons disposés entre le fût et le chapiteau. Au même niveau, pour les colonnettes du bloc de façade (fin XII<sup>e</sup>-début XIII<sup>e</sup> siècle) et le transept (vers 1170-1185), le schéma d'assemblage est similaire : seules les colonnettes se trouvant aux extrémités sont dotées d'un renfort en métal. Ce modèle se rapproche fortement de celui que l'on trouve au triforium du chœur de l'abbatiale de Saint-Quentin (mi XIII<sup>e</sup> siècle) et dans de petits édifices tels que l'église de Gamaches (fin XII<sup>e</sup>-début XIII<sup>e</sup> siècle) ou la collégiale de Mello (vers 1200) même si dans ce cas il s'agit d'une attache de type agrafe située entre le fût et le chapiteau, et permettant la liaison entre la colonnette monolithique et le pilier auquel elle est accolée. En revanche, tous les éléments constitutifs des colonnettes qui reçoivent la retombée des voûtes des transepts de Noyon (vers 1170-1185) sont renforcés par des éléments métalliques. Ce schéma se rapproche de celui que l'on retrouvera, dans la première moitié du XIII<sup>e</sup> siècle, dans l'ensemble de la cathédrale d'Amiens (colonnes du déambulatoire, colonnettes recevant les nervures des voûtes des chapelles rayonnantes, colonnettes du triforium et galerie située en revers de façade, juste sous la rose).

À noter qu'à la cathédrale d'Amiens, la présence de renforts métalliques est attestée entre les chapiteaux, les bases et les fûts de chaque colonnette monolithique des parties hautes. Ce modèle n'a pu être mis en évidence que dans des édifices de grande dimension et semble totalement absent des petits édifices.

Pour lier des éléments monolithiques à l'enveloppe du chœur de l'église de Coucy-le-Château (1<sup>er</sup> quart du XIII<sup>e</sup> siècle) ou pour les colonnettes de l'arcature aveugle de la cathédrale d'Amiens (2<sup>nd</sup> tiers du XIII<sup>e</sup> siècle), les constructeurs utilisèrent des liaisons de type agrafe (Fig. 8).

L'étude systématique d'un grand nombre d'édifices de la période gothique permet cependant de préciser que les colonnettes monolithiques ne furent pas nécessairement renforcées par des éléments métalliques. Nombre d'édifices en sont même dépourvus, les constructeurs de l'époque gothique préférant parfois d'autres techniques. Certaines colonnettes furent obtenues à partir de fûts à tambour et même, lorsqu'il fut fait usage de fûts monolithiques, certains constructeurs placèrent des colonnettes appareillées aux extrémités des travées ainsi qu'aux endroits soumis à la poussée des voûtes. Cette dernière disposition est celle qui fut adoptée à la tour-lanterne de l'abbatiale de Braine (fin XII<sup>e</sup>-début

XIII<sup>e</sup> siècle) ainsi qu'à l'abbatiale Saint-Ferréol d'Essômes-sur-Marne (1<sup>er</sup> quart du XIII<sup>e</sup> siècle). Notons que dans ces édifices, les colonnettes sont également nettement moins élancées que lorsqu'il fut fait usage de colonnettes monolithiques avec renforts métalliques. Ces préférences correspondent très certainement à des choix économiques. Une fois terminés, les édifices médiévaux recevaient un décor peint. Pour un rendu esthétique proche, il n'existait donc pas une mais plusieurs réponses. En fonction des matériaux mais surtout des finances disponibles, l'une ou l'autre des solutions pouvait être adoptée.

Dans les chapelles rayonnantes de la collégiale de Saint-Quentin (1210-1225), des

agrafes posées à la verticale furent employées, en lieu et place de goujons (Fig. 9). Néanmoins, malgré cet exemple, il s'avère que les agrafes permettent généralement d'assurer la liaison entre deux pièces d'une même assise. Les recherches effectuées à la cathédrale d'Amiens permettent de mettre en évidence un usage important d'agrafes disposées perpendiculairement au sol du triforium. L'usage de tels éléments perdura au minimum jusqu'à la fin du Moyen Âge puisqu'au XVI<sup>e</sup> siècle, les blocs des balustrades extérieures de Beauvais et du bras sud du transept de Senlis<sup>14</sup> étaient encore reliés les uns aux autres par des agrafes de fer scellées au plomb.

### Les tirants

Les tirants désignent une pièce allongée de bois ou de métal pouvant travailler en traction et en compression. Ils servent à étréssillonner une charpente ou une maçonnerie afin d'en limiter au maximum les déformations<sup>15</sup>. Des tirants de bois furent employés dès le début de l'époque médiévale et leur usage perdura durant de nombreux siècles. Ce n'est que dans un second temps que l'on fit appel au métal pour les renforcer puis pour les remplacer.

Le passage des tirants bois aux tirants métalliques est parfaitement illustré à la cathédrale d'Amiens. Des tirants en bois

furent vraisemblablement mis en place entre 1220 et 1245 dans les parties occidentales de l'édifice (Fig.10). Ceux-ci étaient fixés à la maçonnerie par une sorte de grosse cheville en bois formant ancrage et la partie encastrée de celui-ci était entourée latéralement et en bout par un fer plat fixé par de gros clous<sup>16</sup>. En revanche, dans la partie tournante du chœur de cet édifice, dont la construction débuta vers 1240, des crochets en métal ferreux impliquent que les tirants utilisés étaient très certainement métalliques.

De même, dans la seconde moitié du XII<sup>e</sup> siècle, à la cathédrale de Laon, les tirants de bois qui traversaient les vaisseaux étaient ancrés dans la maçonnerie à l'aide de pitons en fer<sup>17</sup>. Des renforts similaires, mis en place à la fin du XII<sup>e</sup> siècle ou au tout début du XIII<sup>e</sup> siècle, ont également été mis en évidence à la cathédrale de Soissons<sup>18</sup>, édifice où des tirants métalliques furent utilisés afin de renforcer le bras sud du transept (Fig. 11). La datation de ces éléments est encore soumise à discussion mais l'absence de contrebutement extérieur, lors de la construction, permet de supposer l'existence, à l'origine, d'un système similaire<sup>19</sup>. Toutefois, alors que certains passent dans des anfractuosités nettement taillées à la base des chapiteaux et semblent avoir été installés au cours de la construction de l'édifice, pour d'autres, il semble que la maçonnerie ait été légèrement modifiée. D'ailleurs, des analyses effectuées sur ces éléments permettent de préciser qu'ils furent pour la plupart obtenus par le biais de

<sup>14</sup> *Ibid.*, vol. 1, p. 263.

<sup>15</sup> R. GINOUVES et R. MARTIN, *op. cit.*, 1985, p. 115.

<sup>16</sup> A. SALLEZ, « La réparation d'un chapiteau de la nef de la cathédrale d'Amiens » dans COLLECTIF, *Les monuments historiques de la France*, t. 2, Édition de la Caisse Nationale des Monuments Historiques, Paris, 1968, p. 67.

<sup>17</sup> X. DE MASSARY, « La cathédrale : architecture et décor » dans M PLOUVIER (dir.), *Laon. Une Acropole à la française*, vol. 1, AGIR Pic., Amiens, 1995, p. 268-270 et M PLOUVIER, « Le fer dans l'architecture » dans M PLOUVIER (dir.),

*Laon. Une Acropole à la française*, vol. 1, AGIR Pic., Amiens, 1995, p. 120.

<sup>18</sup> E. BRUNET « La restauration de la cathédrale de Soissons », *Bulletin Monumental*, t. 87, A. Picard, Paris, 1928, p. 83.

<sup>19</sup> A. SALAMAGNE, « Du vocabulaire et de l'identification de la pierre dans l'architecture gothique » dans I. PARRON-KONTIS et N. REVEYRON, N. (éd.), *Archéologie du bâti. Pour une harmonisation des méthodes*, Actes de la table ronde, Musée archéologique de Saint-Romain-en-Gal (Rhône), 9-10 novembre 2001, Errance, Paris, 2005, p. 44-52.

la filière directe et qu'il pourrait avoir été installés soit à l'origine, vers 1176, soit au plus tard au XIV<sup>e</sup> siècle<sup>20</sup>. La construction de la cathédrale de Beauvais nécessita également l'emploi de nombreux tirants.

On peut encore observer la trace de certains de ces éléments dans le déambulatoire ainsi qu'à la naissance des voûtes et au-dessus des voûtes du chœur. D'autres, probablement mis en place pour certains dès le XIII<sup>e</sup> siècle<sup>21</sup>, renforcent les arcs-boutants de cet édifice.

Le passage progressif du bois au métal n'est cependant pas linéaire et l'emploi des deux types de tirants coexista parfois. Ainsi, à l'église Saint-Germain d'Amiens afin de renforcer les arcs-boutants, des tirants en bois, rattachés à la construction par des agrafes en fer, furent placés au-dessus des voûtes, à une date ancienne, peut-être dès la construction, au XV<sup>e</sup> siècle<sup>22</sup>.

### Les armatures et les chaînages

Des agrafes formant chaînage furent mises en place durant la construction des édifices afin de renforcer les structures architecturales avant qu'elles ne soient contrebutées et qu'une charge suffisante ne les stabilise. De tels éléments furent employés dans le triforium, du côté sud de la nef et du côté sud-ouest du transept, ainsi que sur l'assise supérieure des murs surmontant les doubleaux des bas-côtés de la nef de la cathédrale d'Amiens. Un usage similaire a d'ailleurs été mis en évidence dans les combles de la collégiale de Saint-Quentin. Il ne s'agit plus ici d'éviter la désolidarisation de deux pièces mais de stabiliser des ensembles architecturaux complexes. Ces

dispositifs sont comparables à celui qu'Eugène-Emmanuel Viollet-le-Duc décrit lorsqu'il indique que « les crampons de fer scellés au plomb si fréquemment employés dans les constructions du XIII<sup>e</sup> siècle tenaient lieu alors de chaînage ». Ces éléments permettaient en effet de résorber la poussée des voûtes sous-jacentes.

Par ailleurs, on admet généralement que la construction des arcs-boutants et de la charpente précédait celle des voûtes. Lorsque cette chronologie était effective, les arcs-boutants devaient être désactivés jusqu'à la construction des voûtes. En effet, les arcs-boutants génèrent des poussées destinées à annuler les poussées des voûtes. Or, en l'absence de ces dernières, les poussées des arcs-boutants imposent au bâti une pression qui pourrait s'avérer dommageable pour l'intégrité structurelle du bâtiment. C'est pour cette raison que dans certains édifices, comme, par exemple, la cathédrale de Beauvais, des tirants métalliques furent placés sous la naissance des arcs.

### Les éléments métalliques mis en place après la construction

Lorsque l'équilibre architectonique des édifices était mis en doute, il fut parfois nécessaire d'avoir recours à l'utilisation de renforts métalliques.

Ainsi, à la fin du XV<sup>e</sup> siècle, à la cathédrale d'Amiens, la présence de fissures dans les structures maçonnées et le flambage<sup>23</sup> des quatre piliers de la croisée firent redouter de possibles risques d'écroulement. De 1497 à 1503<sup>24</sup>, une

<sup>20</sup> Ph. DILLMANN, « De Soissons à Beauvais :

Le fer des cathédrales de Picardie, une approche archéométrique » dans A. TIMBERT (dir.), *L'homme et la matière. L'emploi du fer et du plomb dans l'architecture gothique*, Actes du colloque de Noyon, 16-17 nov. 2006, Picard, Paris, 2009, p. 96-98.

<sup>21</sup> *Ibid.*, p. 96-98.

<sup>22</sup> G. DURAND, « Église Saint-Germain l'Écossais », *Picardie historique et*

*monumentale*, Yvert et Tellier, Amiens, 1895, t. 3, p.124.

<sup>23</sup> Déformation latérale d'une pièce longue et mince sous l'effet d'une compression axiale.

<sup>24</sup> Bib. Mun., Amiens, Ms. 802-803, t. 1, l. III, ch. 1, p. 22-23 ; L. DOUCHET (éd.), *Manuscrits de Pagès, marchand d'Amiens, écrits à la fin du 17<sup>e</sup> et au commencement du 18<sup>e</sup> siècle sur Amiens et la Picardie*, t. 5, L. Douchet, Amiens, 1862, p. 221 ; Bib. Mun., Amiens, Ms. 563, f<sup>o</sup>226-229 ; BB 18

campagne de travaux fut dirigée par Pierre Tarisel. Une seconde volée d'arcs-boutants fut installée, certaines piles du chœur furent reprises en sous-œuvre et un chaînage dit en « fer d'Espagne » fut mis en place dans la galerie du triforium (Fig. 12).

L'usage d'éléments métalliques afin de renforcer des structures dont l'état était jugé préoccupant perdura au XIX<sup>e</sup> et XX<sup>e</sup> siècles. D'ailleurs, un ensemble de travaux réalisé au début du XIX<sup>e</sup> siècle à la cathédrale d'Amiens illustre parfaitement ces usages. Dans un rapport du 28 octobre

1805, l'architecte Charles-Dominique Granclas faisait état d'« un mouvement des murs de la nef du dedans au dehors, de façon qu'à plusieurs travées, les voûtes se trouvaient séparées des murs d'une manière inquiétante, au point que, sur beaucoup de points, on pouvait "passer la main entre l'ogive et le mur" ; des lézardes coupaient la maçonnerie dans toute la verticale, des cintres étaient désunis, des pierres rompues, etc. ». Il décida alors de recourir à des tirants et de les placer au-dessus des voûtes du haut vaisseau<sup>25</sup>. Les tirants sont au nombre de six ; trois dans le chœur et trois dans la nef, aux travées les plus rapprochées de la croisée du transept (Fig. 13).

**Conclusion** L'usage de métaux pour raccorder les colonnettes monolithiques à la surface murale et pour renforcer les structures a été mis en évidence dans quelques édifices de moindre importance, à l'exemple de la collégiale de Mello qui put bénéficier de l'appui financier du seigneur local. On constate toutefois que pour les édifices les plus petits, tels que les églises paroissiales ainsi que les collégiales et abbaciales mineures, la masse de métal est généralement inférieure à 5 tonnes. À la collégiale de Mello, où le poids des renforts, exception

faites des vitraux, ne dépasse pas la vingtaine de kilos, les 5 tonnes correspondent pratiquement aux seules armatures des vitraux. D'ailleurs, les éléments ayant pu être utilisés pour la liaison des colonnettes monolithiques étaient souvent limités à quelques dizaines de kilos, tout au plus, une centaine de kilos pour les constructions comprenant plus de deux niveaux d'élévation.

En revanche, pour les édifices de taille moyenne, cette masse pouvait atteindre une vingtaine de tonnes, couvertures non comprises, et pour les plus grands, comme par exemple la cathédrale d'Amiens, on monte à 50 peut-être même 60 tonnes. Celle-ci montre cependant un usage très raisonné du métal. Avec des valeurs comparables à celles relevées à la cathédrale d'Amiens, c'est sans conteste la cathédrale de Beauvais qui nécessita l'apport le plus important en métal alors même que cet édifice n'est pas terminé et ne possède pas de nef. Il est donc probable que s'il avait été achevé, la masse de métal aurait été considérable et l'on peut sans crainte annoncer qu'elle aurait largement dépassé les 75 tonnes.

La quantité de métal employé dans les constructions gothiques de Picardie semble donc en rapport direct avec leur dimension et avec les techniques choisies. Ainsi, plus elles seront vastes, plus le nombre de baies sera important et plus la masse en métaux ferreux et en plomb, nécessaire à leur mise en œuvre, sera élevée. De même, le nombre et la disposition des colonnettes monolithiques pourront quelque peu augmenter cette masse de métaux. Cependant, le poids de ces éléments reste assez anecdotique. Il atteint tout au plus 1 t dans les édifices ayant fait un usage abondant d'agrafes, de goujons et d'attaches. Le poids en métal est donc le plus souvent égal à celui des armatures des baies,

---

f°36 et Arch. Dép. Somme, 4 G 3010, f°102. Ces travaux débutèrent dans le courant du XV<sup>e</sup> siècle et se terminèrent vers 1525-1526. Bib. Mun., Amiens, Ms. 840, p. 119.

<sup>25</sup> Rapport du 28 octobre 1805 cité par J. BILSON, « La cathédrale d'Amiens et les "raffinements" de M. Goodyear », *Bulletin Monumental*, n° 71, A. Picard, Paris, 1907, p. 63-64 et par G. DURAND, *op. cit.*, 1901-1903, vol. 1, p. 159-160.

majoré s'il le faut de celui des couvertures en plomb.

Avec les métaux, il n'existe pas de règles préétablies. Les usages ne semblent pas suivre une mode qui aurait été en vigueur dans une région à un moment donné, bien au contraire. Des éléments bien différents furent parfois employés dans deux monuments voisins, construits à la même époque alors même que des éléments similaires furent utilisés dans des lieux que tout semble séparer.

D'ailleurs, l'étude des renforts métalliques a également permis de mettre en évidence une continuité des techniques sur de longues années.

Le schéma d'évolution des techniques ne suit pas un schéma évolutif simple, on remarque cependant une diversification de la forme et la taille des métaux architecturaux au cours des siècles.

Dans un premier temps, les pièces sont petites et le plus souvent linéaires ; parfois ces éléments sont reliés les uns aux autres afin de créer un ensemble de dimension supérieure. Dans un second temps, vraisemblablement dès la seconde moitié du XII<sup>e</sup> siècle mais surtout durant le XIII<sup>e</sup> siècle, les techniques de construction semblent avoir pu bénéficier des innovations de la métallurgie. Le nombre des éléments de grande taille répertoriés augmente de façon exponentielle. Durant cette période, les formes se diversifient et des éléments complexes font leur apparition.

Bien que la forme et les emplois des renforts métalliques ne puissent permettre une datation précise, grâce à l'étude des relations stratigraphiques, ces objets métalliques permettent néanmoins d'en préciser la datation. Ils permettent même de proposer des hypothèses de progression de chantier.

**Figure 3** : Chaînages des fenêtres hautes et du triforium de la cathédrale de Beauvais

**Figure 4** : Détail, transept sud de la cathédrale de Beauvais

**Figure 5** : Détail, bouton de la chapelle de Bon Secours de Noyon

**Figure 6** : Rond-point de la cathédrale de Noyon

**Figure 7** : Bague déposée de la cathédrale de Laon

**Figure 8** : Détail, arcature aveugle de la cathédrale d'Amiens

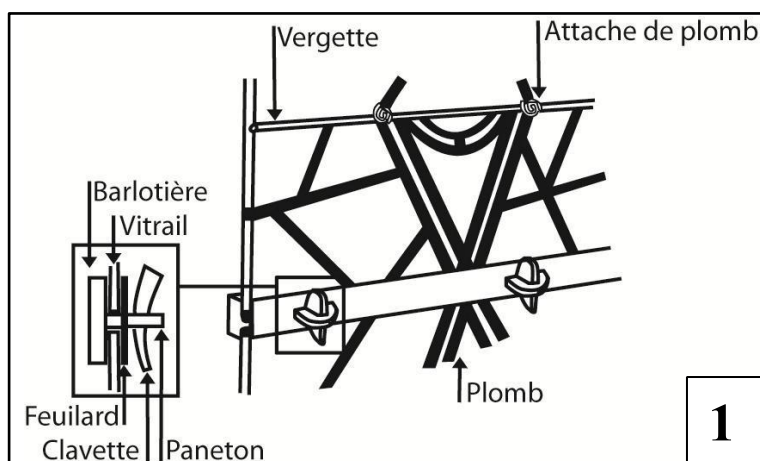
**Figure 9** : Chapelle rayonnante de la collégiale de Saint-Quentin

**Figure 10** : Vestiges des tirants en bois et des tirants métalliques de la cathédrale d'Amiens

**Figure 11** : Transept sud de la cathédrale de Soissons

**Figure 12** : Chaînage se trouvant dans le triforium de la cathédrale d'Amiens

**Figure 13** : Ancres des tirants se trouvant dans le grand comble de la cathédrale d'Amiens



**Figure 1** : Vocabulaire des vitraux

**Figure 2** : Chaînage des fenêtres hautes de la cathédrale d'Amiens



