

## *Un Immense honneur*

Le 15 avril 2019, date de l'incendie très dommageable de la cathédrale Notre-Dame de Paris, le départ d'un camion chargé de pierres dures de la Croix Huyart à Bonneuil, pour restaurer les contreforts de la cathédrale, fut annulé.



En janvier 2023 c'est une profusion de ces excellentes pierres de la *Croix Huyart de notre Vallée des Pierres du Valois* qui sont arrivées à pied d'œuvre pour la reconstruction de certaines parties détruites ou ravagées par l'incendie du gros œuvre de cette emblématique cathédrale nationale.

*C'est une très grande fierté pour nos carrières,  
et un très grand bonheur pour nous.*

## Récapitulatif sommaire de l'émission ARTE du 4 mars 2023

### Le *pèlerinage* entre ces 2 magnifiques cathédrales mariales : *Notre-Dame de Paris et Notre-Dame de Chartres*



Façade de Notre-Dame de Paris vue du parvis,

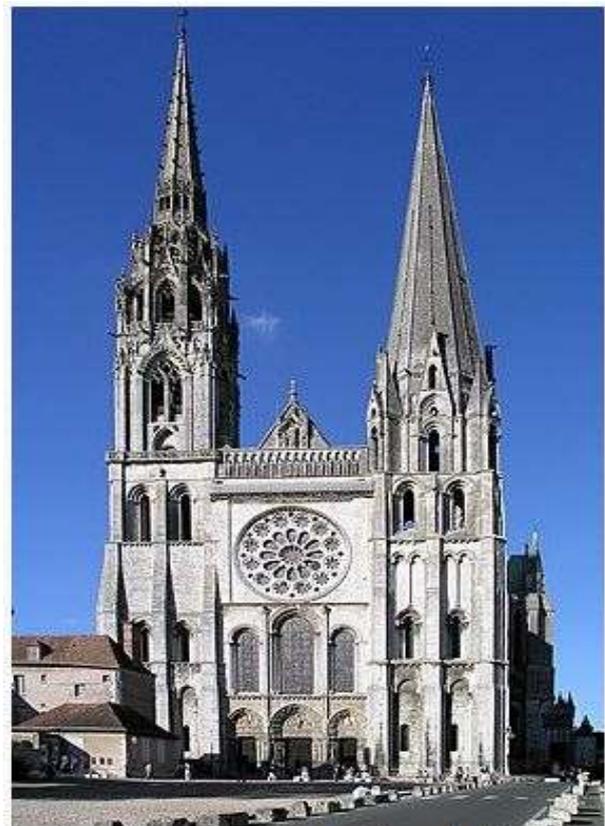
### *Cathédrale Notre-Dame de Chartres* *Inscrite au patrimoine mondial de* *l'UNESCO en 1979*

**Selon l'UNESCO :** cette cathédrale a une valeur universelle exceptionnelle au titre du patrimoine mondial de l'humanité.

2 photos Wikipédia

### Il existe une grande complémentarité entre ces deux édifices

La *cathédrale Notre-Dame de Paris* est l'un des monuments les plus emblématiques de la capitale. Elle tient une place symbolique considérable dans le cœur des parisiens, des français et de beaucoup de citoyens du monde. *Inscrite au patrimoine mondial de l'UNESCO en 1991*



La façade occidentale, le portail royal et le parvis.

## La pierre

L'essentiel des pierres d'origine de ces deux cathédrales provient de l'étage géologique **Lutétien** ; elles sont datées pour ces bancs utilisés  $\approx -44$  millions d'années à  $\approx -41,5$  Ma pour *Notre-Dame de Paris*.

**Elles proviennent de divers bancs de calcaire dur de sédimentation marine, parfois de calcaires laguno/marins.**

Contrairement aux pierres de notre Vallée des Pierres du Valois, aucun banc de calcaire parisien n'est dolomitisé (Jean-Pierre Gély). Ce ne sont donc pas des dolomies, un carbonate double de calcium et de magnésium.

**Outre leurs bonnes qualités géotechniques, ces robustes et belles pierres lutétiennes d'un poids raisonnable se prêtent très bien à la taille et à la sculpture, comme le magnifique et très recherché liais de Paris qui a permis de réaliser d'admirables sculptures.**

Si aujourd'hui la reconstruction de *Notre-Dame de Paris* fait appel aux pierres de l'Oise, **particulièrement de Bonneuil-en-Valois**, durant des siècles ce furent les pierres de Paris qui furent exportées vers la province et même jusqu'à la cathédrale de Sens. *Il est vrai que depuis le IV<sup>e</sup> siècle, Sens était le siège archiépiscopal de 7 évêchés dont Paris et Chartres jusqu'en 1622. À cette date Paris, Chartres, Meaux et Orléans furent disjoints pour former le nouvel évêché de Paris.*

**Beaucoup des pierres d'origine proviennent des carrières de la vallée de la Bièvre ou de Charenton.** Leur épuisement partiel explique peut-être pourquoi les voussoirs des voûtes de Notre-Dame de Paris sont de faible épaisseur de l'ordre de  $\approx 15$  cm et de largeur assez variable de l'ordre de  $\approx 18$  cm. *(La cathédrale de Sens qui fut la première en France, vers 1140, à utiliser la croisée d'ogive novatrice et caractéristique du gothique, a des voûtes épaisses de  $\approx 30$  à  $35$  cm).*

## L'extraction

Source : Monsieur Marc Viré (ses inégalables connaissances historiques et techniques furent mises au service de la restauration de Notre-Dame de Paris).

1) Dans un premier temps dans la carrière, **lors de l'extraction au pic et aux coins**, les blocs de pierre étaient faits à des dimensions optimales pour réaliser un second débit hors de la carrière.

2) Un épannelage approprié permettait de fournir, à partir du bloc extrait venu au grand jour, une ou deux pierres dimensionnelles.

3) Soigneusement ébauchées ces pierres seront acheminées sur les chantiers de construction pour une taille définitive, souvent même une sculpture.

4) Pour gagner en rapidité de construction, par la suite il y aura une standardisation de la taille des pierres qui deviendront des modules de dimensions constantes. **Elles pourront être posées directement en place comme pour la très vaste cathédrale Notre-Dame d'Amiens qui bénéficia de ce gain de productivité.**

Etages géologiques :

. Le **Lutétien** qui a fourni des pierres pour la construction de *Notre-Dame de Chartres* pour le calcaire de Morencez **L 12** daté  $\approx -41,5$  Ma

. Le **Stampien terminal** pour le calcaire de Berchères **R 14** daté  $\approx -28,5$  Ma.

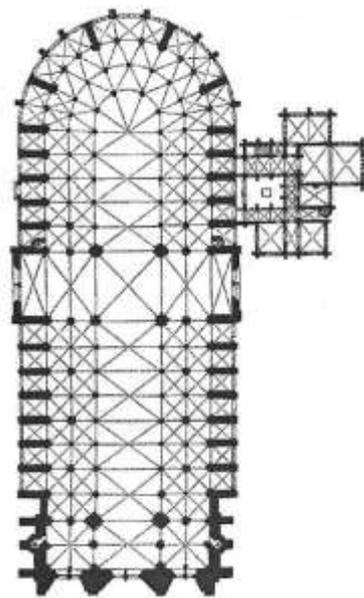
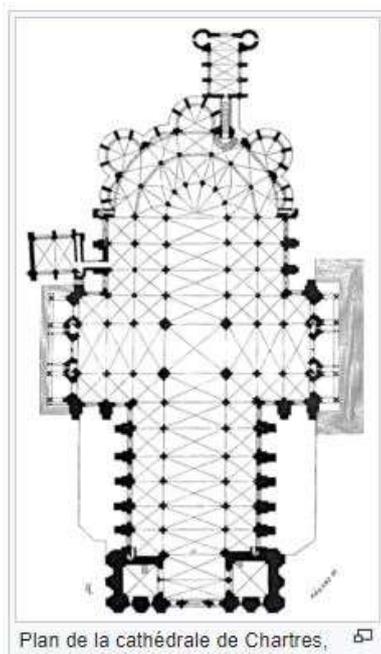
La cathédrale de Chartres est bâtie en calcaire très dur essentiellement en pierre de Berchères (carrières distantes de 5 km de la cathédrale). C'est un très résistant calcaire lacustre provenant de vastes lagunes de faibles profondeurs où venaient mourir des cours d'eaux venant du Massif Central, incapables d'atteindre la mer plus au nord.

Ce calcaire très lourd est peu poreux et imperméable, insensible aux maladies de la pierre. Il est aussi très résistant au temps mais sa texture grossière, ses inclusions et sa dureté considérable le rendent peu propice à la sculpture. Cependant il fut largement utilisé pour cet usage, sauf pour les portails où ce fut la bonne craie de Vernon, avec parfois des silex mal venus, ou l'excellent Liais de Paris qui furent employés.

### *Reconstruction* de *Notre-Dame de Paris* suite à l'incendie

Parmi  $\approx 70$  voussoirs des arcs doubleaux (\*) de Notre-Dame de Paris qui ont chuté lors de l'incendie du 15 avril 2019, 15 peuvent être remis à leur place exacte grâce à de remarquables modélisations numériques rendues possibles par un très précieux relevé de mesures réalisé en 2008 avec une précision centimétrique.

**Un plan de pose à l'échelle 1 a permis de positionner au sol les voussoirs.**



(\*) Les arcs doubleaux sont des arcs transversaux perpendiculaires à l'axe de la nef ; les arcs formerets sont des arcs latéraux parallèles à l'axe de la nef.

Ils forment ensemble la limite extérieure de la croisée d'ogives et sont reliés en diagonale par les arcs ogives aux oculus centraux des voûtes divisant ainsi la croisée d'ogives en quatre parties égales.

Cependant, comme à *Notre-Dame de Paris*, il peut s'agir de voûtes sexpartites par l'adjonction, depuis les oculi centraux de la voûte, de deux demis arcs perpendiculaires à l'axe de la nef.

Les voûtes en gothique lancéolé de la nef de *Notre-Dame de Chartres* sont différentes. Il s'agit de voûtes quadripartites barlongues, ce qui signifie que les croisées d'ogives ne sont pas établies sur un plan carré mais rectangulaire. De ce fait les arcs doubleaux sont plus longs que les arcs formerets latéralement plus resserrés, c'est la conséquence d'une largeur de la nef de 16,40 m, le maximum des cathédrales françaises.

L'intégration des 15 voussoirs sauvés de *Notre-Dame de Paris* avec les nouveaux voussoirs de la reconstruction ne pose pas de problèmes : les maçonneries d'origine ne furent pas réalisées à sec mais ourdies avec un mortier de chaux aérienne et de sable.

Ce type de mortier peut parfaitement remplir les modestes irrégularités dues à une chute de 30 m de hauteur.

**De plus le mortier d'origine, plus tendre que les pierres des claveaux, conférait aux arcs porteurs une légère mais très précieuse souplesse aux maçonneries qui ainsi ne connaissaient plus la lente mais pernicieuse usure par mini frottements des pierres posées à sec.**

Environ tous les 5 ou 6 claveaux de discrètes encoches, peu visibles à 30 m de hauteur, permettaient lors de la construction le maintien des boulines en bois mis en butée pour supporter au début tout le poids des maçonneries et des échafaudages.

## Le Bois

C'est le chêne qui fut de loin le plus utilisé pour les charpentes bien sûr, mais aussi pour la construction, les bois de soutènements et la réalisation de machines élévatoires.

Une sylviculture particulière fut mise en œuvre dans les forêts médiévales pour fournir les très nombreux fûts nécessaires pour la réalisation des immenses charpentes des cathédrales.

Ce n'étaient pas les vénérables et très puissants chênes multi-centenaires qui étaient recherchés mais des chênes de 80 à 100 ans aux troncs droits et élancés à la recherche de la lumière naturelle.

Contrairement au hêtre, le chêne n'est pas une espèce d'ombre mais de lumière qui accepte mal d'être recouvert et dominé par un autre arbre. Si en ambiance forestière on coupe à ras du sol un vieux chêne des rejets de sa souche vont apparaître. Si on sélectionne de 1 à 3 beaux rejets ceux-ci vont filer tout droit vers la lumière. En grossissant suffisamment ils formeront de beaux fûts bien rectilignes convenant parfaitement pour les vastes charpentes.

À *Notre-Dame de Paris*, pour un meilleur report du poids de la couverture sur les fermes il fallut démonter la charpente et la rehausser en la reposant sur un nouveau mur périphérique, haut d'environ 2 m, rebâti pour ceinturer l'ensemble des voûtes.

Curieusement l'incendie du 15 avril 2019 de *Notre-Dame de Paris* s'est propagé rapidement dans la charpente en vieux chêne pas très facile à brûler ; **il remonta même contre le vent.**



Ce ne fut pas de même le 4 juin 1836 pour l'incendie qui ravagea totalement « la forêt », l'immense charpente de *Notre Dame de Chartres*.



L'histoire de ce triste événement est bien connue : ce matin du 4 juin des plombiers, occupés à réparer des avaries, allument un brasero qui provoque un incendie et détruit la totalité de la charpente dans la nuit. Il semble peu probable que le peintre ait été présent à Chartres au moment du sinistre...

**La charpente totalement détruite fut remplacée par une charpente en fonte et en fer. La couverture en plomb fut remplacée par une couverture en cuivre plus légère.**

**Miraculeusement toutes les élévations et l'intérieur de la cathédrale furent épargnés.**

Déjà le 26 juillet 1506 la flèche en bois de la tour nord fut incendiée par la foudre. Elle fut remplacée en 1513 par un clocher neuf en gothique flamboyant haut de 115 m.

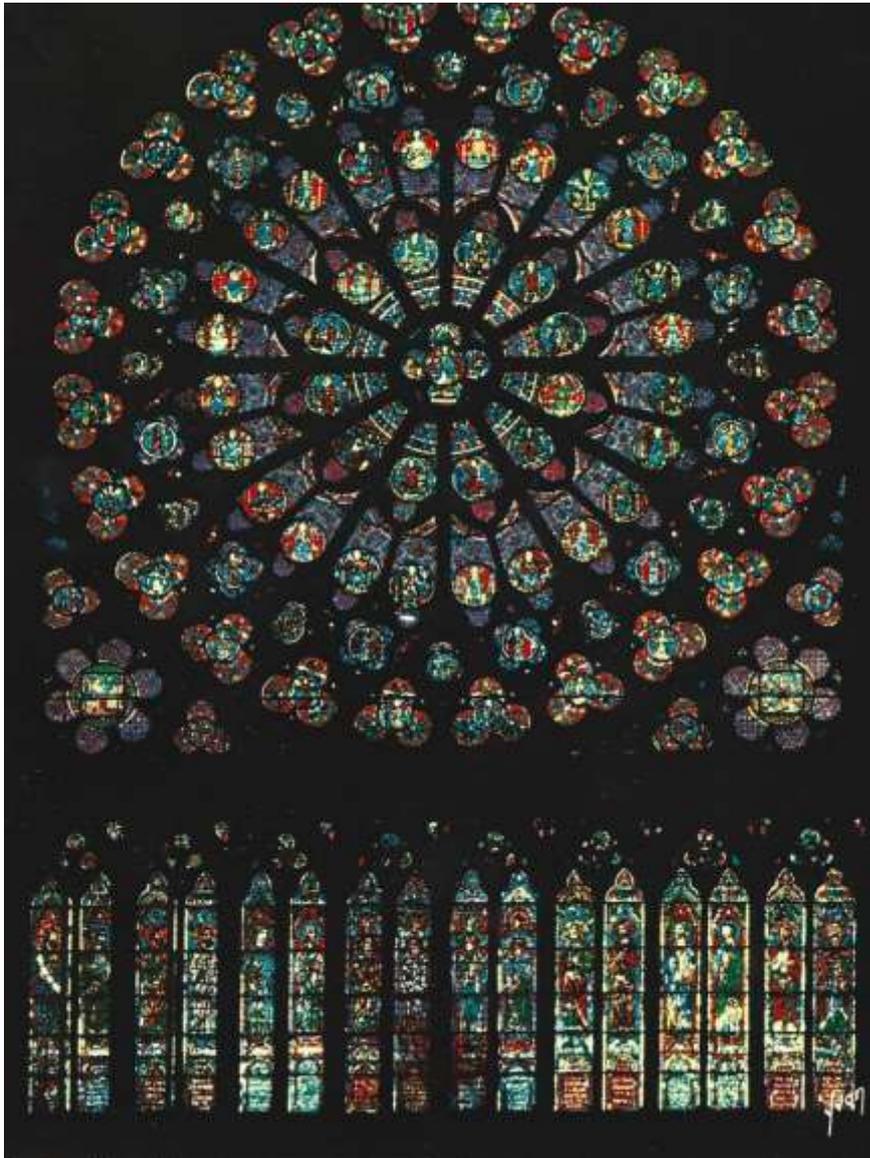
**La cathédrale sortie indemne de cet incendie.**

## Le Fer

L'utilisation du fer fut primordiale dans les grandes réalisations gothiques. Les tirants en fer de liaison, imprudemment retirés du ceinturage des arcs boutants de la cathédrale de Beauvais, fragilisèrent dangereusement le chœur gothique le plus haut du monde avec ses 48 m.

À Paris, à la Sainte Chapelle, ce sont des verrières admirables qui servent de mur ; il n'y avait pas la place à l'extérieur pour réaliser des arcs boutants. Dans les combles ce sont des tirants en fer perpendiculaires à l'axe de la chapelle qui neutralisent les poussées latérales inverses des voûtes.

Les bourrasques exerçaient une très importante et dangereuse pression qui imposait



une armature en fer pour la solidité des immenses rosaces des cathédrales gothiques.

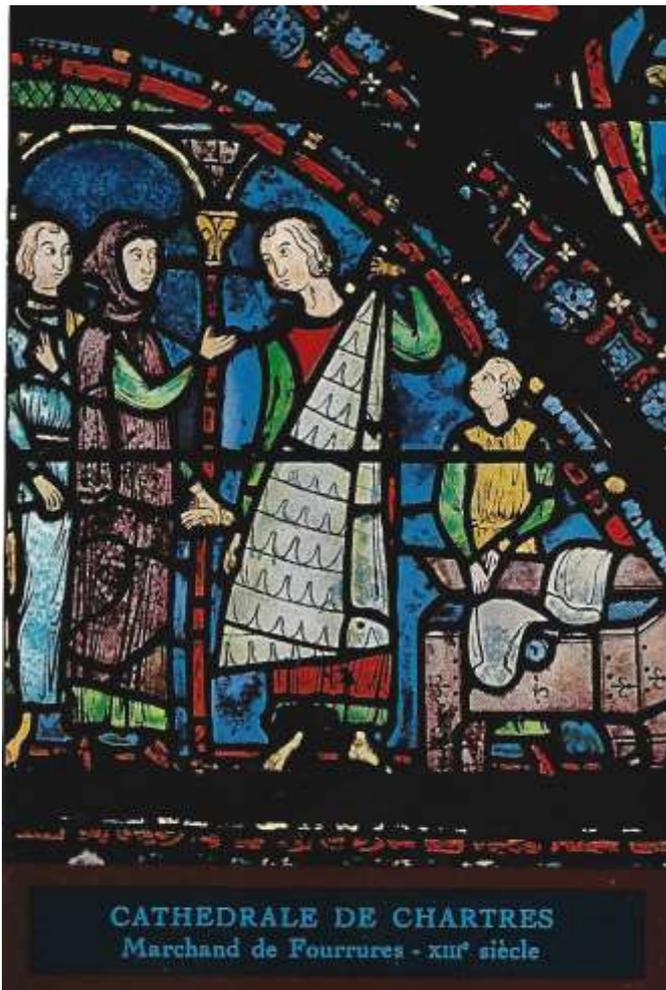
Ci-contre :

« **La Rose du Midi** » de *Notre-Dame de Paris* (12,90 m de diamètre) offerte en 1260 par le roi Saint Louis.

Pour *Notre-Dame de Chartres*, bâtie sur un oppidum carnute et visible de si loin sur l'immensité de la Beauce, le vent était plus dangereux encore

C'est probablement aussi pour cela que malgré les difficultés d'emploi pour la sculpture ce fut quand même la pierre de

Berchères, particulièrement résistante et durcissant avec le temps, qui fut utilisée pour les vastes rosaces de *Notre-Dame de Chartres*.



*Accessoirement dans ce cas précis il est possible d'imaginer que cette pierre de Berchères, qui prend une belle tonalité jaune après la pluie, devait faire un bien joli contraste avec le célèbre « bleu de Chartres » des vitraux.*

C'est pour ce danger du vent que, dans le Valois, la petite mais élégante rosace de l'abbaye des moines Prémontré de Lieu-Restauré en Vallée de l'Automne ne présente maintenant aucun vitrage qui ferait obstacle au vent. Cela serait fatal vu la fragilité des pierres de cette ancienne rosace.

Outre le fer d'autres métaux furent utilisés pour la construction des cathédrales.

Le plomb essentiellement pour les couvertures mais aussi pour cimenter de façon inaltérable des pierres.

Le cuivre qui après l'incendie en 1836 de *Notre-Dame de Chartres*

remplaça le plomb sur la couverture.

Violet le Duc utilisa aussi le cuivre pour les 16 statues autour de la flèche de *Notre-Dame de Paris*, démontées juste avant l'incendie.



Les *agrafes en fer* méritent une mention très particulière pour leur rôle essentiel dans la tenue des voûtes de *Notre-Dame de Paris*. Des centaines furent fixées sur l'extrados des voûtes. Longues de 1 m à 1,10 m environ elles assuraient dans les combles, extérieurement, la cohésion des voussoirs.

Document Wikipédia : Abbaye de Lieu-Restauré, Bonneuil-en-Valois.

Elles furent probablement scellées au plomb dans la pierre qui est bien plus compatible et solide que le mortier de chaux dont le contact est agressif avec le fer. **Leur analyse très fine est riche d'enseignements.**

Tout d'abord ce qui était bien connu : ces fers médiévaux produits par une métallurgie différente de celle actuelle présentaient une remarquable longévité et résistance à la corrosion.

**De façon empirique les forgerons du temps des cathédrales étaient techniquement très remarquables.**

L'étude des agrafes avec leur cœur intact indique qu'elles sont toujours opérationnelles. **Leurs analyses montrent que beaucoup d'entre elles sont du recyclage issu de plusieurs chutes de fers empilées l'une sur l'autre et provenant de divers et multiples sites d'extraction du Bassin Parisien.**

**Remarquablement bien soudées entre elles ces chutes diverses de fer recyclé sont parfaitement capables de résister au temps.**

Ces forgerons de jadis travaillaient dans un environnement sombre pour mieux apprécier la couleur changeant du fer chauffé qui indiquait le moment optimal pour forger le fer. Le charbon utilisé était un élément important pour obtenir un bon résultat. Des forgerons belges, issus d'un pays au charbon abondant, venaient jusqu'en Anjou chercher un charbon particulier qui leur permettait de meilleurs résultats pour certains travaux.

Les forgerons de jadis savaient souder en jetant au bon moment dans le feu de la forge une poignée de sable qui lui aussi devait être particulier.

*Le Verre* était lui aussi un élément très important dans la construction des cathédrales.

Pour *Notre-Dame de Chartres* la réalisation des diverses rosaces, verrières et vitraux fut plus coûteuse que la construction de toutes les maçonneries.

Il ne s'agissait pas de faire du verre simplement coloré mais, par l'adjonction dans la pâte de verre de différentes poudres de métaux ou de substances très précieuses et chères, **de faire scintiller, irradier la lumière du jour.**

Cette cathédrale qui fut l'un des plus au lieu de l'alchimie, et qui a de superbes vitraux, n'a probablement pas livré tous ses secrets.

*Puissent toutes ces vénérables cathédrales éblouir  
encore pendant des siècles nos descendants.*