



**HAL**  
open science

## Le chant dans le chœur de Notre-Dame à la fin du XIIe siècle. Expérimentations et analyses

Valérie Nunes-Le Page, Sarabeth S Mullins, Brian F. G. Katz, Frédéric Billiet

► **To cite this version:**

Valérie Nunes-Le Page, Sarabeth S Mullins, Brian F. G. Katz, Frédéric Billiet. Le chant dans le chœur de Notre-Dame à la fin du XIIe siècle. Expérimentations et analyses. Résonances gothiques, Sep 2023, Avignon, France. pp.27-44, 10.5281/zenodo.14163337 . hal-04817836

**HAL Id: hal-04817836**

**<https://hal.science/hal-04817836v1>**

Submitted on 6 Dec 2024

**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.

# RÉSONANCES GOTHIQUES



Actes du colloque d'archéoacoustique et musicologie  
(Avignon, 7-9 septembre 2023)

# INSTITUT COLLEGIUM MUSICÆ DE L'ALLIANCE SORBONNE UNIVERSITÉ

Collection MusiqueS & Interdisciplinarité

## Direction scientifique du volume

Béatrice CASEAU

Frédéric BILLIET

## Comité Scientifique

Frédéric BILLIET (Sorbonne Université)

Susan BOYNTON (Columbia University)

Béatrice CASEAU (Sorbonne Université)

Achille DAVY-RIGAUX (CNRS)

Mark EVERIST (University of Southampton)

Brian F.G. KATZ (Sorbonne Université)

Lucia ORLANDI (École française de Rome)

Théodora PSYCHOYOU (Sorbonne Université)

## Coordination des publications du Collegium Musicæ

Achille DAVY-RIGAUX

## Direction du Collegium Musicæ

Théodora PSYCHOYOU

## Coordination d'édition

Nancy HACHEM

## Secrétariat de rédaction

Lucia Maria ORLANDI

## Design graphique

Adeline GOYET

## Design graphique, mise en page et illustration de couverture

Fabien TESSIER

Novembre 2024

DOI → <https://doi.org/10.5281/zenodo.14163436>

Disponible en versions PDF et E PUB

Avec le soutien de l'ANR pour le projet PHEND (The Past Has Ears at Notre-Dame) et  
de l'European Union's Joint Programming Initiative on Cultural Heritage pour PHE (The Past Has Ears)



# Le chant dans le chœur de Notre-Dame à la fin du XII<sup>e</sup> siècle

Expérimentations et analyses

## Valérie NUNES-LE PAGE

IReMus, Sorbonne Université, France  
v.le.page.su@gmail.com

## Sarabeth S. MULLINS

Institut Jean Le Rond d'Alembert, Sorbonne Université, France  
sarabeth.mullins@sorbonne-universite.fr

## Brian F.G. KATZ

Institut Jean Le Rond d'Alembert, CNRS, Sorbonne Université, France  
brian.katz@sorbonne-universite.fr

## Frédéric BILLIET

IReMus, Sorbonne Université, France  
frederic.billiet@sorbonne-universite.fr

DOI → <https://doi.org/10.5281/zenodo.14163337>

## RÉSUMÉ

Dans le cadre du projet ANR-PHEND, une expérimentation sonore dans la cathédrale Notre-Dame de Paris à l'époque de son édification et plus particulièrement à la fin de la première phase de construction (1160-1199) a été effectuée en étroite collaboration entre musicologues, acousticiens et chanteurs. La nécessité de faire appel à un ensemble vocal rompu à la musique de cette époque s'est immédiatement imposée. En s'appuyant sur des recherches iconographiques et grâce aux travaux menés par les historiens de l'art, cette mise en pratique du chant liturgique a permis d'aller plus avant dans les questionnements relatifs au nombre, au placement des chantres, aux différents répertoires et au lien possible entre architecture musicale et l'architecture du bâtiment. Plusieurs phases d'enregistrement ont été réalisées sur des pièces monodiques et polyphoniques proposées par les musicologues et dans des configurations architecturales différentes. La présentation portera sur l'analyse de la préparation, des procédures mises en place et des premiers résultats obtenus. Il sera également question d'une enquête en parallèle, diffusée largement auprès de musiciens médiévistes. Nous nous intéresserons à l'analyse des résultats de ce sondage sur la perception du chant dans différentes configurations de l'acoustique architecturale. Cette recherche tend à expliquer la difficulté parfois ressentie par les interprètes à produire des répertoires dans des lieux pour lesquels ils ont été composés mais dont les conditions acoustiques ont subi de telles modifications que leur diffusion et leur perception en sont considérablement altérées.



|  |           |
|--|-----------|
| <b>LE PROJET PHEND (THE PAST HAS EARS AT NOTRE-DAME)</b> ..... | <b>29</b> |
| LES DOMAINES DE RECHERCHE .....                                | 29        |
| LE SON DE NOTRE-DAME .....                                     | 30        |
| LA CONSTRUCTION DE LA NOUVELLE CATHÉDRALE .....                | 32        |
| <b>ACOUSTIQUE</b> .....  | <b>37</b> |
| COMPARAISON ENTRE LES DEUX CATHÉDRALES .....                   | 38        |
| MÉSURES .....  | 39        |
| EXPÉRIMENTATIONS .....   | 42        |

# **LE CHANT DANS LE CHŒUR DE NOTRE-DAME À LA FIN DU XII<sup>e</sup> SIÈCLE**

Expérimentations et analyses

**Valérie NUNES-LE PAGE, Sarabeth S. MULLINS,  
Brian F.G. KATZ et Frédéric BILLIET**

## **LE PROJET PHEND (THE PAST HAS EARS AT NOTRE-DAME)**

Depuis 2020, le projet PHEND<sup>1</sup> dirigé par Brian F.G. Katz a pour objectif de comprendre et restituer le son de Notre-Dame depuis le début de sa construction en 1163 jusqu'à l'incendie de 2019. C'est dans le cadre de ces travaux financés par l'Agence Nationale de la Recherche (ANR)<sup>2</sup> que nous essayons de mettre à profit à la fois des éléments d'architecture, l'accessibilité relative de l'édifice et les collaborations entre disciplines mises en place pour l'optimisation des travaux afin de mieux comprendre le lien entre l'évolution de l'architecture et celle du répertoire musical à la fin du XII<sup>e</sup> siècle.

## LES DOMAINES DE RECHERCHE

À la suite de l'incendie en avril 2019, la nécessité immédiate de restaurer l'architecture emblématique de Notre-Dame est devenue évidente, il est apparu simultanément crucial de rétablir le patrimoine immatériel représenté par son acoustique. Dans le cadre des huit groupes de travail du Chantier Scientifique Notre-Dame de Paris, mis en place par le ministère de la Culture et le Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) pour assister les équipes travaillant sur la restauration de la cathédrale, le groupe spécialisé dans l'acoustique, coordonné par Brian F.G. Katz et Mylène Pardoën, regroupait des chercheurs spécialisés dans le domaine du son, engagés dans la documentation et la compréhension de l'identité sonore de la cathédrale.

Le projet PHEND, financé par l'ANR et en tant qu'extension française du projet européen du patrimoine culturel PHE (The Past Has Ears) (EU JPI-CH), a émergé simultanément avec le groupe de travail sur l'acoustique du Chantier Scientifique Notre-Dame de Paris. Il s'agit d'un projet interdisciplinaire favorisant la collaboration entre les sciences humaines et sociales, l'acoustique et les sciences numériques. Rassemblant des spécialistes de la musicologie médiévale,

1 <http://phend.pasthasears.eu> (consulté le 04/06/2024).

2 ANR 20-CE38-0014.

de la reconstruction acoustique virtuelle appliquée aux espaces patrimoniaux, de l'histoire liturgique, de l'histoire de l'art, de l'architecture patrimoniale et de l'archéologie sonore, il explore comment, par le biais de mesures, de recherches et de reconstructions virtuelles, l'acoustique de l'un des espaces patrimoniaux les plus remarquables de France peut être documentée, reconstruite et vécue à la fois par les chercheurs et le grand public. Le projet se concentre sur la reconstruction numérique de Notre-Dame de Paris, site du patrimoine mondial, la ramenant des cendres, examinant son évolution et son importance dans l'histoire, et collaborant avec l'équipe de restauration pour son avenir.

### LE SON DE NOTRE-DAME

Nos travaux se concentrent sur plusieurs événements historiquement et musicalement remarquables qui coïncident avec des étapes de la construction ou des aménagements et des travaux engagés au cours des siècles tels que, entre autres, la post-consécration du chœur liturgique en 1198, la transformation du chœur liturgique et du sanctuaire au début du XVIII<sup>e</sup> siècle, selon le vœu que Louis XIII avait émis en 1638, le sacre de Napoléon en 1802. Nous nous concentrons, dans cette communication, sur la première période, celle qui nous mène à l'achèvement du chœur liturgique, et plus précisément à l'année 1198-1199.

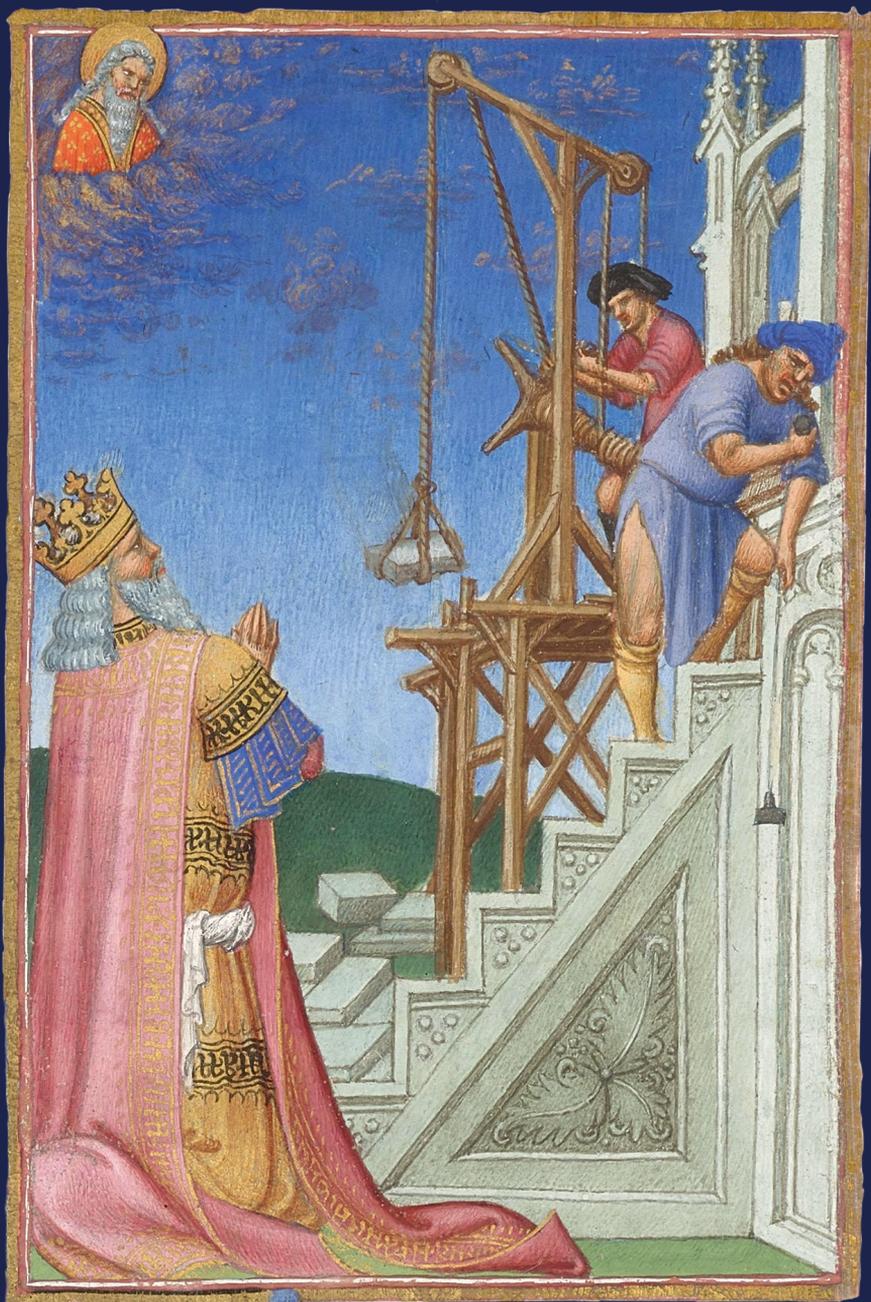
La fonction première d'une église est la liturgie, essentiellement chantée, à cette époque. Les sources, telles que les ordinaires<sup>3</sup>, utilisent souvent le verbe latin « réciter », mais il semble que la terminologie latine nous autorise souvent à confondre « réciter » et chanter. On peut donc supposer que la majeure partie des textes qui nous sont parvenus pour les offices et les messes était chantée. Chaque journée était ponctuée par de nombreux services liturgiques<sup>4</sup> auxquels s'ajoutaient les messes basses, les messes votives et les processions.

Notre travail consiste à étudier les différentes organisations de l'espace du chant liturgique à l'intérieur, comme à l'extérieur de l'édifice (**Fig. 1**) et leur lien avec l'évolution du répertoire. En effet, dès le début, le but de Maurice de Sully<sup>5</sup> semble être la construction de l'un des plus grands édifices de son temps, avec la volonté d'une rapide avancée des travaux. Nous constatons là une vision globale d'un chantier qui avance vite pour l'époque. Après le décès

3 Un ordinaire ou *Ordo* liturgique est un livre contenant les pièces de la liturgie ainsi que le détail de l'organisation des services (déplacements, qualité des chanteurs et/ou célébrants, etc.).

4 Dont les offices : lectures, laudes, tierce, sexte, none, vêpres et complies.

5 Évêque de Paris de 1160 à 1196.



**Figure 1.** *Les Très Riches Heures du duc de Berry*, xv<sup>e</sup> siècle (Musée Condé, Chantilly, ms. 65, f. 49v).

de Maurice de Sully en 1196, Eudes de Sully poursuit les travaux, mais les innovations qui le caractérisent sont davantage d'ordre liturgique et montrent notamment un encouragement de la polyphonie à quatre voix pour les grandes fêtes, l'utilisation d'une musique mesurée avec l'usage des modes rythmiques caractéristiques de ce que l'on appellera plus tard l'École de Notre-Dame.

Les sources concernant la musique à Notre-Dame – et actuellement à notre disposition – sont lacunaires pour cette période. Des traités antérieurs<sup>6</sup> détaillent les règles de composition et des polyphonies déjà répandues dans l'Occident médiéval (Pérez, 1988). Les recueils liturgiques tels que les bréviaires, missels, ordinaires, etc., renseignent, eux, sur les chants composant les offices, mais aussi, ce qui est important dans ce travail, sur l'organisation des offices et événements liturgiques, tels que, entre autres, le nombre de chanteurs, leur qualité, leur placement, l'organisation des processions.

Pour compléter ces données, nous nous appuyons sur des sources iconographiques principalement issues de manuscrits enluminés. On y trouve des représentations de scènes surchargées et peu lisibles et qui restent rares, des personnages isolés ou en groupe, mais non représentés dans leur contexte général, en tout cas pour le XII<sup>e</sup> siècle<sup>7</sup>.

## LA CONSTRUCTION DE LA NOUVELLE CATHÉDRALE

En effet, que nous apprend l'iconographie sur l'architecture et l'organisation de l'espace ? Comment percevait-on le son dans les cathédrales gothiques à la fin du XII<sup>e</sup> siècle ? Dans les enluminures, le décor est peu renseigné et peut appartenir à de nombreux édifices ; la plupart des images collectées ne montrent que des personnages isolés ou des représentations partielles des espaces (**Fig. 2-4**).

Dès la fin du XIII<sup>e</sup> siècle, les espaces sont décrits plus largement (**Fig. 5-6**) et montrent des édifices de plus en plus hauts, ce qui correspond à la tendance qui s'est développée et a fait de Notre-Dame de Paris, au moment de sa construction, la cathédrale la plus haute du monde chrétien occidental. C'est ce qui nous pousse à nous demander si l'émergence et l'importance de l'École dite de Notre-Dame par Anonymous IV au siècle suivant<sup>8</sup> sont liées, voire sont à l'origine de l'élévation des voûtes de cet édifice (**Fig. 7-8**).

6 *Musica et Scolica Enchiriadis* (IX<sup>e</sup> siècle), *Micrologus* de Guido d'Arezzo (BnF, ms. lat. 7461, XI<sup>e</sup> siècle), *Regule de arte musica* de Gui de Chalis (Bibliothèque Sainte-Geneviève, ms. 2284, milieu XII<sup>e</sup> siècle).

7 C'est le sujet de la recherche parallèle menée en iconographie par Valérie Nunes-Le Page dans le but d'élargir le corpus d'images de cette période. Sujet de thèse en cours « La représentation du chant dans l'iconographie musicale au Moyen Âge ».

8 Le traité date du milieu XIII<sup>e</sup> siècle, avant 1270.



**Figure 2.** *Vita et miracula s. Mauri*, XII<sup>e</sup> siècle (Bibliothèque municipale, Troyes, ms. 2273, f. 45v).



**Figures 3-4.** 3. *Graduel de Fontevault*, XIII<sup>e</sup> siècle (Bibliothèque municipale, Limoges, ms. 2, f. 44r) ; 4. *Pontifical de Guillaume Durand*, XIV<sup>e</sup> siècle (Bibliothèque Sainte-Genève, Paris, ms. 143, f. 251r).



**Figure 5.** *Ovide moralisé*, XIV<sup>e</sup> siècle  
(Bibliothèque municipale, Rouen, ms. 1044 O.4, f. 167r).



**Figure 6.** *Trésor des histoires*, XIV<sup>e</sup> siècle  
(BnF, Arsenal, Paris, ms. 5077, f. 289r).



**Figure 7.** *Bible moralisée*, xv<sup>e</sup> siècle  
(BnF, Paris, ms. fr. 166, f. 135v).



**Figure 8.** *Psautier d'Alfonse V d'Aragon*, xv<sup>e</sup> siècle  
(British Library, Londres, Add. ms. 28962, f. 263v).

Si l'on considère les deux principaux maîtres d'œuvre du chantier de la nouvelle cathédrale cités plus haut, on constate une différence de conception entre la mise en œuvre des travaux par Maurice de Sully et leur poursuite par Eudes de Sully<sup>9</sup>. Le premier a pensé l'édifice et a fait en sorte que la rapidité du chantier lui confère une unité de construction ; le second a agi de façon déterminante sur le plan du répertoire musical qui serait entendu dans la nouvelle église puis rapidement dans toute l'Europe, allant jusqu'à imposer par décret, en 1198 et 1199, des polyphonies à quatre voix<sup>10</sup>.

Actuellement, nous disposons de peu d'informations iconographiques tant pour l'extérieur de la nouvelle cathédrale que pour son intérieur. Mais compte tenu des effets sonores qui résultent de l'évolution de l'architecture, nous nous demandons s'il est possible d'imaginer que les architectes qui construisaient les cathédrales étaient soucieux d'acoustique.

Si les architectes ne l'étaient pas, il faut rappeler que ceux que nous pourrions appeler les maîtres d'œuvre, les commanditaires, étaient souvent les évêques dont « Une partie essentielle de l'administration des biens consistait à veiller à l'entretien, à la réparation et à la construction des édifices consacrés au culte » (Mortet et Deschamps, 1911, p. LIII-LV). Par leur formation ecclésiastique, puis leurs obligations pendant certains services (notamment les fêtes solennelles), ces prélats intervenaient dans le chant liturgique, et en connaissaient les conséquences en matière de sonorité et de réverbération. Mortet signale aussi que les architectes et maçons étaient régulièrement hébergés sinon formés au sein des monastères.

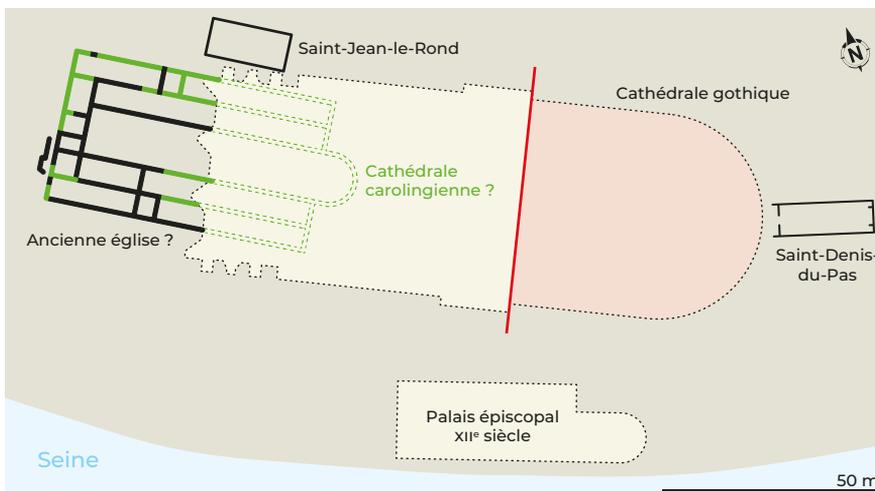
Cette pratique de chant liturgique qu'avaient à la fois les constructeurs et les commanditaires, lors des offices, peut laisser imaginer qu'ils avaient, sinon la connaissance, du moins l'intuition des conséquences de l'organisation du chant sur l'acoustique, et inversement. Nous pouvons dès lors nous interroger sur la question du lien qui pourrait exister entre l'évolution du chant polyphonique et l'évolution des règles architecturales. Les polyphonies à quatre voix superposées et l'utilisation des modes rythmiques pourraient correspondre à l'élévation des voûtes, à l'ajout de galeries supérieures avec le rythme des alignements de colonnes et d'ouvertures. Le modèle de la cathédrale gothique Notre-Dame en construction est radicalement différent, dans sa globalité, de celui de la cathédrale romane Saint-Étienne qu'elle va remplacer.

9 Évêque de Paris de 1197 à sa mort, en 1208.

10 Une autre caractéristique de ces polyphonies est l'usage de nouveaux modes rythmiques.

## ACOUSTIQUE

Puisque l'iconographie est insuffisante dans ce cas, les recherches s'appuient sur les traces archéologiques et les mesures acoustiques effectuées à partir de ces données. Nous constatons que le volume des deux cathédrales (l'ancienne et la nouvelle) est presque identique à la fin du XII<sup>e</sup> siècle (**Fig. 9**) ; la basilique carolingienne qui se trouve sous le parvis de Notre-Dame (ici appelée « Saint-Étienne ») a un volume interne d'environ 30 000 m<sup>3</sup> et Notre-Dame, dans la période 1182 à 1200 a un volume interne d'environ 28 000 m<sup>3</sup> (Mullins, Canfield-Dafilou et Katz, 2022).



**Figure 9.** Plan des vestiges archéologiques trouvés sous la cathédrale en 1847 (Hubert, 1964). La zone à l'Est de la ligne rouge indique la partie de la cathédrale dont on pense qu'elle a été utilisée entre ca 1182 et 1200 (DAO : Fabien Tessier, d'après Barbier, et al., 2012, p. 22).

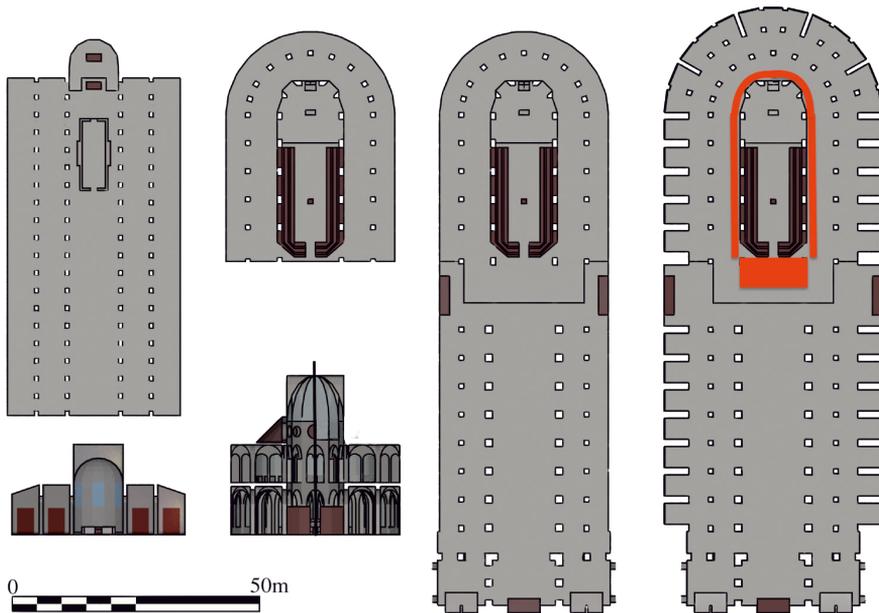
Est-ce la nouvelle forme, la nouvelle disposition des piliers et leur nombre qui permet une amplification de la résonance ? Les mesures effectuées montrent que les piliers de la nouvelle cathédrale sont plus gros et rapprochés ; ils vont donc fonctionner comme des réflecteurs pour la réverbération du son et, par conséquent, l'augmenter.

Le chœur liturgique est plus grand ; la réverbération sur la pierre sera plus importante jusqu'à l'installation des stalles en bois pour la mise en service du chœur gothique en 1182 (Sandron, 2021, p. 131). La clôture du chœur et toute sa décoration seront achevées en 1351 (Gillerman, 1977, p. 1).

Si la question se pose de la résonance à l'intérieur du chœur, qu'en est-il dans la nef ? À qui était destiné le chant liturgique ? Selon G. Gross : « Avant le premier tiers du XIII<sup>e</sup> siècle, le sanctuaire et le chœur ne sont séparés de

la nef que par une clôture basse. Malgré les murs recouverts de tentures qui devaient atténuer la portée du son, les laïcs pouvaient donc tout à fait percevoir les chants provenant du chœur. [...] À partir de la seconde moitié du XIII<sup>e</sup> siècle, la plupart des chœurs des grandes églises furent fermés et isolés de la nef. Ce changement a-t-il eu lieu suite à des discussions survenues entre les évêques et leurs chapitres et au cours desquelles les évêques durent céder aux vœux des chanoines, particulièrement intéressés à se clore ? Avec ces jubés monumentaux, clôtures hautes parfaitement fermées, les chanoines furent désormais chez eux dans les cathédrales, comme les religieux cloîtrés l'étaient dans leurs églises monastiques. Auparavant, les cérémonies du culte n'étaient point dérobées aux yeux... et aux oreilles des fidèles.» (Gross, 2011, p. 501-502). On peut supposer que jusqu'à l'ouverture de la nef, le chœur était réservé aux chanoines, aux clercs et aux enfants de chœur et éventuellement au pouvoir royal qui portait un grand intérêt à la cathédrale parisienne (Wright, 1989, p. 318 ; Tryoen, 2019), au moins lors des grands offices comme les premiers dimanches de l'Avent et de Pâques.

#### COMPARAISON ENTRE LES DEUX CATHÉDRALES (FIG. 10)



**Figure 10.** Développement architectural sur le site de Notre-Dame de Paris de la basilique carolingienne (à gauche) jusqu'à environ 1350 (à droite). Jubé et clôture sont dessinés en rouge (Mullins, *et al.*, 2022, p. 3, fig. 1).

Dans l'état actuel de nos connaissances, il est difficile d'imaginer ce qui était perçu par les différents auditeurs dans l'ancienne et la nouvelle cathédrale.

Dans l'ancienne cathédrale, il n'y avait pas de jubé ni de stalles basses ; qu'entendait-on depuis le fond de l'église ? Dans la nouvelle cathédrale gothique, on voit s'élever un jubé terminé avant 1335, une clôture du chœur est installée entre 1296 et 1350 (Aubert, 1923, p. 106-107), avec l'adjonction de stalles hautes, le son reste dans le chancel.

Comme nous l'avons déjà mentionné, la disposition des murs et des piliers par rapport au chœur a profondément changé à cette époque. Nous n'avons aucune preuve de l'existence d'un jubé à Saint-Étienne, et les basiliques romaines auxquelles nous nous référons pour comprendre Saint-Étienne contiennent des stalles basses (sans dossier).

La construction de la nouvelle cathédrale a commencé vers 1163, et nous savons que vers 1177, des fonds ont été donnés pour la construction de stalles de chœur (Wright, 1989, p. 12-13). À ce jour, nous ne connaissons pas la hauteur des stalles qui ont été construites grâce à ce don, et nous n'avons pas non plus trouvé de preuves que les stalles ont été remplacées jusqu'à plusieurs siècles plus tard. La mention suivante des stalles apparaît en 1551, lorsque 17 stalles ont dû être remplacées à la suite de leur effondrement lors d'une procession de reliquaires (Aubert, 1909, p. 27).

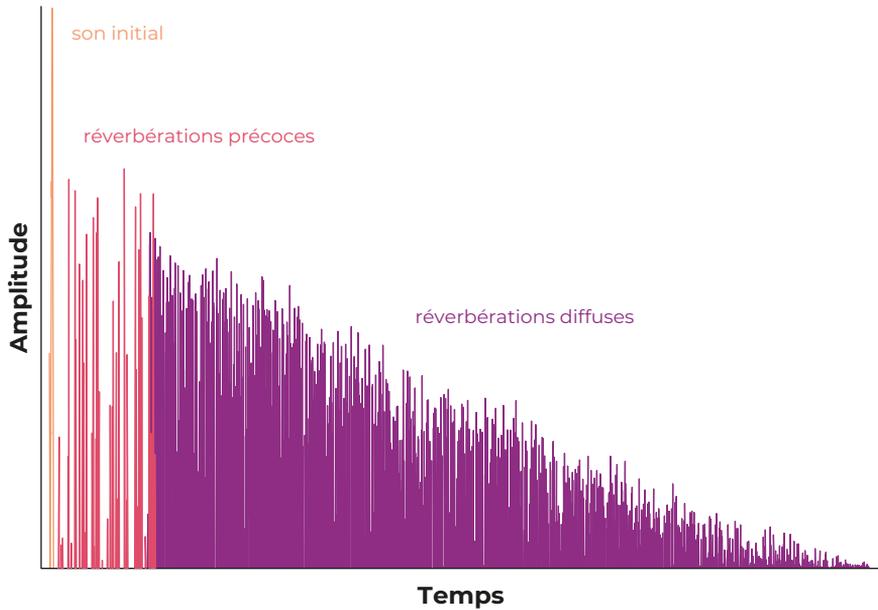
Après l'achèvement de la nef, une nouvelle campagne de construction a débuté vers 1300, ce qui a permis d'achever le jubé et la clôture au cours des cinquante années suivantes (Aubert, 1923).

La question qui se pose encore est celle de la date d'installation des grandes stalles dans la cathédrale.

## MESURES

Les traces archéologiques de la cathédrale ont été reconstruites dans un modèle acoustique géométrique tridimensionnel, en utilisant les inventaires des archives de la cathédrale, les descriptions des visiteurs et d'autres références pour meubler les intérieurs des modèles. Cela nous permet d'analyser les qualités acoustiques objectives du bâtiment en évolution (**Fig. 11**).

L'acoustique reconstituée de l'ancienne cathédrale doit tenir compte de l'ameublement et de la décoration de l'époque. Compte tenu des incertitudes qui entourent la forme et la date précises des stalles du chœur de Notre-Dame, la première étape a consisté à quantifier l'effet que chacun des meubles connus a pu avoir sur la sonorité du chœur. Pour comprendre l'effet de l'évolution du mobilier sur l'acoustique de Notre-Dame, un certain nombre de simulations ont été effectuées pour isoler l'effet de chaque meuble.

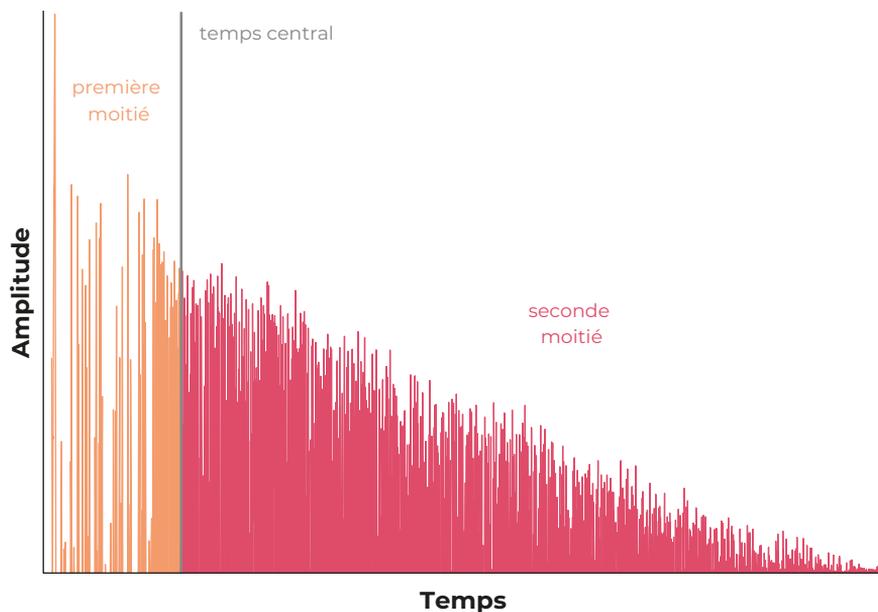


**Figure 11.** Anatomie de l'empreinte acoustique d'une salle, constituée du son initial entendu dans la salle, des réflexions précoces et tardives renvoyées par les murs, les colonnes, etc., et de la réverbération diffuse à la fin du son (Mullins, 2022).

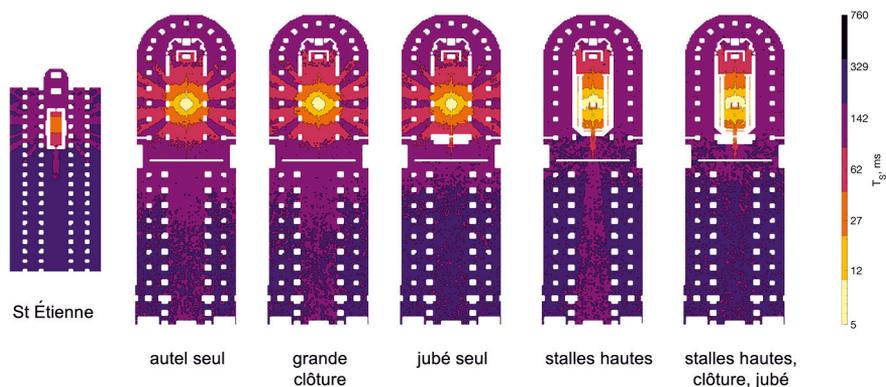
Les résultats affichent le paramètre « temps central » (**Fig. 12**), qui est lié aux questions de clarté et d'intelligibilité acoustiques. Le temps central mesure le point où une quantité égale d'énergie est contenue dans chaque moitié de la réverbération, le barycentre de la réponse de la salle. Un temps central élevé indique une grande quantité de réverbérance, de retour d'énergie tardive, tandis qu'un temps central faible indique une grande quantité de clarté, plutôt de l'énergie précoce, perceptivement.

Lorsque l'on isole l'effet de chaque élément d'ameublement dans le chœur, il apparaît clairement que certaines structures ont un impact plus important sur l'acoustique dans le chancel ou le chœur liturgique. Les résultats, en jaune et orange clair (**Fig. 13**), indiquent des zones de clarté acoustique et d'intelligibilité élevées. Les couleurs orange moyen et rouge correspondent à des zones où il existe un équilibre entre le son direct et la réverbération de l'église. Les couleurs violettes correspondent aux zones où la réverbération de l'église commence à submerger le son précoce des interprètes.

À titre de comparaison, les régions « temps central » de Saint-Étienne sont indiquées à gauche de la **Fig. 13**. À côté, se trouvent les résultats d'une église Notre-Dame vide, avec seulement l'autel pour mobilier. Dans l'alignement, l'ajout d'une grande clôture n'a qu'un effet minime sur le paramètre. Ensuite,



**Figure 12.** Le temps central indique le point d'équilibre de l'énergie entre les deux moitiés de la réverbération (Mullins, 2022).



**Figure 13.** L'impact du mobilier du chœur sur le temps central à l'intérieur de Notre-Dame en longueur par rapport à l'ancienne cathédrale. Note : les résultats d'une clôture haute sont présentés par souci de concision, car cette structure constituerait l'obstacle le plus imposant pour le son quittant le chœur (Mullins, 2023).

si l'on supprime la clôture et que l'on ne s'intéresse qu'aux effets du jubé, on constate une augmentation du temps central à l'extrémité de la nef, mais un effet mineur dans le transept. La suppression du jubé et son remplacement par de grandes stalles apportent le plus grand changement à l'acoustique interne.

Ici, les stalles piègent le son qui s'accumule dans le chœur. Dans le scénario final, l'ajout du jubé et de la clôture donne les résultats escomptés. La clôture a un effet minime sur le temps central dans le déambulatoire et le sanctuaire, et le jubé augmente la durée centrale dans la nef et le transept.

Cette analyse indique que les stalles hautes ont l'impact le plus important sur l'acoustique du chœur. Pour les chanteurs, la dernière configuration est la meilleure. Elle augmente le nombre de personnes qui peuvent facilement chanter ensemble, et elle augmente le nombre de personnes qui peuvent avoir une bonne perception du chant. En outre, le siège épiscopal est situé dans une zone où l'acoustique est excellente pour l'écoute et permet à l'évêque d'être à la meilleure place pour entendre le chant.

En l'absence de preuves claires sur la date d'installation des grandes stalles du chœur, et en se référant au rapport de 1182 selon lequel l'évêque Maurice de Sully siégeait en dehors de son trône épiscopal et parmi le clergé (Wright, 1989, p. 7), nous supposons qu'il y avait un certain type de stalles dans le chœur, mais pas les grandes qui contribueront plus tard à une meilleure acoustique.

## EXPÉRIMENTATIONS

Pour tester plus en détail les simulations acoustiques, deux ensembles vocaux spécialisés dans la musique médiévale ont été placés à quatre époques du développement de la cathédrale : Saint-Étienne vers 1163, et Notre-Dame en 1198, 1225 et 1350. Les deux ensembles ont été invités à chanter des extraits du répertoire musical de Notre-Dame : le plain-chant *Invenit se Augustinus*, le *Viderunt omnes* de Pérotin et le *Salve Virgo* de Billart, un motet du xiv<sup>e</sup> siècle. Nous disposons ainsi d'une série de conditions acoustiques pour chaque extrait, correspondant ou non aux différentes époques, ce qui nous permet de nous demander si les chœurs chantent mieux dans telle ou telle condition acoustique. Les chanteurs ont été placés en arc de cercle au centre du chœur liturgique de chaque modèle et il leur a été demandé de chanter chaque extrait pour un total de 180 enregistrements par ensemble (3 répétitions × 3 extraits × 4 panneaux d'enregistrement × 5 acoustiques).

Le choix de deux ensembles s'explique par plusieurs raisons. Tout d'abord, il y a des différences de performance : l'un sans direction, l'autre avec un chef dirigeant les chanteurs. Ensuite, les études sur la performance musicale indiquent que les musiciens s'adaptent à l'acoustique, mais que cette adaptation est propre à chaque musicien. Comme il existe très peu d'études sur l'adaptation de la performance des ensembles, nous avons utilisé deux ensembles pour voir s'ils s'adaptent de la même manière ou s'ils s'adaptent d'une manière unique. Pendant les sessions d'enregistrement, nous avons observé la communication non verbale et d'autres modèles d'adaptation de la part des chanteurs.

Cependant, une analyse est en cours pour déterminer les questions d'interprétation musicale : vitesse, cohésion, accord, vibrato.

En utilisant les mêmes conditions acoustiques que les enregistrements et les mêmes morceaux de musique, un test d'écoute a été distribué en ligne à des spécialistes de musique médiévale. À ce jour, 19 réponses provenant de cinq pays ont été enregistrées en français et en anglais. Les participants ont écouté les morceaux de musique placés dans des conditions acoustiques identiques et différentes du siège de l'évêque, et ont été invités à évaluer l'adéquation de l'extrait avec l'acoustique d'aujourd'hui. Les participants ne savaient pas quelle acoustique était utilisée pendant le test. Les réponses sont encore en cours d'analyse, mais les premiers résultats suggèrent que les participants ont remarqué le changement d'acoustique entre Saint-Étienne et les premières versions de Notre-Dame. De plus, les premiers résultats suggèrent que la première version de Notre-Dame est perçue comme étant mieux adaptée à l'exécution de musiques complexes. Une extension du test d'écoute est prévue pour un public plus large et plus général de musiciens.



L'étude d'une tradition musicale ancienne au sein d'une église ancienne est compliquée par le peu de preuves que nous pouvons tirer des sources contemporaines. Les bâtiments ont changé, beaucoup de manuscrits en usage à Notre-Dame à cette époque ont été perdus, nous obligeant sinon à des hypothèses, du moins à des interprétations des sources. De plus, notre culture musicale a tellement évolué que cette musique ne nous semble plus nouvelle. C'est la compilation des données actuellement en notre possession, tant acoustiques que musicologiques, qui nous permettra de mieux comprendre la réception et l'exécution du chant. En adoptant une approche méthodologique large et en abordant la question sous des angles multiples (modèles acoustiques virtuels, recréation de l'expérience du chant, recréation de l'expérience de l'écoute), nous tentons de retrouver des traces de la culture perdue dans l'histoire. La compilation actuelle nous apprend que l'acoustique de Notre-Dame, au début de sa construction, était probablement très différente de celle de l'ancienne cathédrale pour les musiciens de l'époque. En ce sens, elle pourrait correspondre à la volonté de développer la polyphonie de type Organum qui caractérisera l'École de Notre-Dame, volonté affirmée tant par les autorités ecclésiastiques que par la sphère intellectuelle de l'époque en pleine évolution.

## RÉFÉRENCES

- AUBERT Marcel. « La Cathédrale Notre-Dame de Paris : notice historique et archéologique », *Bulletin monumental*, t. 73, 1909, p. 382-384.
- AUBERT Marcel. « Les trois jubés de Notre-Dame de Paris », *La Revue de l'art ancien et moderne*, t. 43 (janvier-mai), 1923, p. 105-118.
- BARBIER Josiane, Didier BUSSON, Véronique SOULAY, « Avant la cathédrale gothique », *Notre-Dame de Paris (La grâce d'une cathédrale)*, éd. André Vingt-Trois, Paris, La Nuée Bleue, 2012, p. 17-28.
- GILLERMAN Dorothy W. « The Clôture of Notre-Dame and Its Role in the Fourteenth Century Choir Program », *Outstanding Dissertations in the Fine Arts*, New York, Garland Pub, 1977.
- GROSS Guillaume. « L'organum aux XII<sup>e</sup> et XIII<sup>e</sup> siècles : le discours musical comme stratégie de communication ou la légitimation implicite de l'autorité épiscopale », *Revue historique*, n° 659, fasc. 3, 2011, p. 487-510, <https://doi.org/10.3917/rhis.113.0487>.
- HUBERT Jean. « Les origines de Notre-Dame de Paris », *Revue d'histoire de l'Église de France*, t. 50, n° 147, 1964, <https://doi.org/10.3406/rhef.1964.1726>.
- MORTET Victor, Paul DESCHAMPS. *Recueil de textes relatifs à l'histoire de l'architecture et à la condition des architectes en France, au Moyen Âge, XI<sup>e</sup>-XIII<sup>e</sup> siècles*, Paris, Picard, 1911.
- MULLINS Sarabeth, Elliot K. CANFIELD-DAFILOU, Brian F.G. KATZ. « The Development of the Early Acoustics of the Chancel in Notre-Dame de Paris: 1160-1230 », *Proceedings of the 2<sup>nd</sup> Symposium: The Acoustics of Ancient Theatres*, Verona, July 2022, Verona, Associazione Italiana di Acustica, <https://hal.science/hal-03724923>.
- PÉRÈZ Marcel. « L'interprétation des polyphonies vocales du XI<sup>e</sup> s. et les limites de la paléographie et de la sémiologie », *Cahiers de civilisation médiévale*, 31<sup>e</sup> année, n° 122, Avril-juin 1988, *La notation des musiques polyphoniques aux XI<sup>e</sup>-XIII<sup>e</sup> siècles*, Actes des journées musicologiques de Poitiers, 9-10 mai 1986, éd. Dominique Patier, Gérard Le Vot, p. 169-178.
- SANDRON Dany. *Notre-Dame de Paris : histoire et archéologie d'une cathédrale (XI<sup>e</sup>-XIV<sup>e</sup> siècle)*, Paris, CNRS Éditions, 2021 [L'esprit des lieux].
- TRYOEN Lucie. « Des archives aux cartulaires : L'administration de l'écrit au chapitre de Notre-Dame de Paris (XII<sup>e</sup>-XIII<sup>e</sup> siècles) », *Administrer par l'écrit au Moyen Âge : (XII<sup>e</sup>-XV<sup>e</sup> siècle)*, éd. Harmony Dewez, Lucie Tryoen, Paris, Éditions de la Sorbonne, 2019, p. 137-168 [Histoire ancienne et médiévale, 161], <https://doi.org/10.4000/books.psorbonne.54522>.
- WRIGHT Craig. *Music and Ceremony at Notre Dame of Paris 500-1550*, Cambridge, United Kingdom, Cambridge University Press, 1989 [Cambridge Studies in Music].

De nombreux musicologues ont cherché à démontrer le lien et les interactions entre l'espace acoustique et la pratique et l'évolution des répertoires musicaux. Comment ne pas lier, par exemple, la nouvelle construction du chœur de Notre-Dame à la fin du XII<sup>e</sup> siècle et ce foisonnement d'expérimentations polyphoniques désigné par l'expression « École Notre Dame de Paris » ? D'autres lieux, comme la Chapelle Saint-Pierre Saint-Paul du Palais de Papes en Avignon amènent les chercheurs à se poser les mêmes questions sur une interaction forte entre architectures, interprétations musicales et techniques de composition. Il en est de même dans le cadre des études, toutes périodes confondues, sur les saintes chapelles ou les grandes églises à coupole de tradition architecturale orientale.

Cet ouvrage rassemble des études présentées au colloque international *Résonances gothiques*. Colloque d'archéoacoustique, organisé du 7 au 9 septembre 2023 au Palais des Papes Convention Center d'Avignon, à l'initiative des projets de recherche The Past Has Ears (PHE) et The Past Has Ears at Notre-Dame (PHEND), avec Sorbonne Université (IReMus et Institut Jean le Rond d'Alembert), l'IUF, le PRISM, et Aix Marseille Université, en collaboration avec Avignon Tourisme, pour faire le point sur les recherches dans les domaines de l'archéoacoustique en lien avec la musicologie, l'histoire et l'histoire de l'art, tout en interrogeant le point de vue des interprètes de chant sacré médiéval qui expérimentent l'acoustique des salles de concert pour trouver des résonances favorables sous les voûtes gothiques.



PHE



PHEND



IREMUS  
Institut de recherche  
en musicologie

