

## Sciences et facture d'orgue

Joseph Hamel

Professeur honoraire, ISMRA

jetj.hamel@wanadoo.fr

Inventé il y a environ vingt trois siècles, l'orgue a toujours été l'objet d'un attrait à la fois musical et technologique. Le but de cette communication est de présenter l'évolution de l'instrument depuis ses origines jusqu'à nos jours. Si la physique et la technologie interviennent sans contestation possible dans la facture d'orgues (mécanique, dynamique des fluides, acoustique, électricité etc.) d'autres sciences telles que les mathématiques ou l'archéologie ont un rôle important lorsqu'on aborde l'instrument.

Pour éviter toute confusion, il faut au préalable définir sans ambiguïté la nature de l'objet qui nous préoccupe.

Lorsqu'on pense « orgue » il vient tout naturellement à l'esprit la représentation des grands instruments souvent perchés sur des tribunes d'églises. Ces orgues aux boiseries souvent décorées par des sculptures ou des peintures ne laissent apparaître que quelques dizaines de tuyaux que l'on appelle la « montre » (parce qu'on les montre !); certains sont d'ailleurs muets et ne servent qu'à la décoration (on les appelle fort irrévérencieusement des chanoines...) Derrière ces façades, il y a tout un univers caché de mécanique, de tuyaux et de systèmes plus ou moins complexes que nous allons aborder.

Ces « grands orgues » ne doivent pas nous faire oublier tous ces petits instruments, hélas trop peu en usage de nos jours, dont on garde le souvenir grâce aux enluminures, aux vitraux, tableaux ou tapisseries anciennes. Ces petits orgues étaient très répandus au moyen âge. Certains se portaient, les « *portatifs* » ou « *organettos* » et se jouaient d'une main, tandis que de l'autre main, l'organiste actionnait un soufflet. D'autres orgues, un peu plus grands, se posaient sur une table ou directement sur le sol, on les appelait « *positifs* ». Ils ne comportaient qu'un nombre assez restreint de tuyaux.

Qu'ils soient grands, monumentaux ou tout petits, ces instruments ont tous en commun la même composition en trois parties :

- Un matériau acoustique constitué de tuyaux sonores. Il y a un tuyau par note, donc autant de tuyaux que de sons pouvant être émis. Dans un grand orgue on en trouve plusieurs milliers (les plus grands peuvent atteindre une dizaine de mètres de longueur alors que les plus petits ne mesurent que quelques centimètres !) il y en a seulement quelques dizaines dans les tout petits instruments. Ces tuyaux se classent en deux catégories : les tuyaux à embouchure de flûte et les tuyaux à anche ;

- Une alimentation en air comprimé : la soufflerie. Elle fournit une pression d'air qui doit impérativement rester constante quel que soit le débit demandé. J. S. Bach attachait la plus grande importance à la soufflerie et il commençait toujours par tester les soufflets lorsqu'il visitait un orgue. Il les assimilait aux poumons dont l'état doit être irréprochable pour permettre à l'instrument de s'exprimer correctement ;
- Une commande de l'émission sonore du tuyau grâce à un clavier qui actionne une mécanique plus ou moins sophistiquée : la « transmission ». C'est ce dispositif qui injecte l'air dans les tuyaux.

Ces trois composantes : tuyaux, soufflerie et claviers sont indispensables pour constituer un orgue et cela permet une définition claire et sans ambiguïté de l'instrument. Nous excluons ainsi ces autres instruments qui portent la dénomination trompeuse d' « orgue électronique », d' « orgue digital » ou d' « orgue numérique ».

L'orgue ainsi défini, serait l'invention en 246 avant J.-C. d'un ingénieur grec d'Alexandrie : Ctésibios. Il inventa divers jouets mécaniques, des automates, des jeux d'eau et des pompes à incendie. Les premiers orgues s'appelaient « *organa hydraulica* » ou « *hydraulos* ». Ils utilisaient l'eau pour régulariser la pression de l'air et mettaient en œuvre les lois de l'hydrostatique (il est intéressant de rappeler les travaux dans ce domaine du savant grec Archimède, contemporain de Ctésibios). L'intérêt suscité alors par l'*hydraulos* fut plus technique que musical d'où ses descriptions fort détaillées provenant de deux techniciens : Héron d'Alexandrie (ingénieur) et Vitruve (architecte). Leurs écrits donnent de grands développements techniques alors que l'aspect musical est totalement négligé.

On sait toutefois qu'il y avait des concours d'exécution en Grèce au 1<sup>er</sup> siècle avant J.-C. Plus tard, les romains développèrent à leur tour un instrument analogue à celui de Ctésibios : une soufflerie hydraulique, un clavier à tirettes et quelques tuyaux à anche ou à embouchure de flûte. De nombreux restes archéologiques (monnaies, lampes à huile, mosaïques... et même les restes d'un petit instrument retrouvés à Acquinum...) permettent de se faire une excellente idée de ce qu'était alors l'instrument et de le reconstituer assez fidèlement, au moins en ce qui concerne la partie mécanique. Cet orgue était joué pour accompagner les jeux du stade.

À partir du VI<sup>e</sup> siècle, les renseignements sur l'orgue en Occident sont très rares. Constantin le Grand fait de Bysance la capitale de son empire et l'orgue, oublié en Occident, est très apprécié en Orient. L'*hydraula* se retrouve dans les pays arabes, très répandu comme instrument de rue. Dans les Califats de Cordoue, du Caire et de Bagdad il était surtout un objet d'études et d'expériences.

Au VIII<sup>e</sup> siècle, l'orgue réapparaît en Occident, d'abord sous forme de petits instruments pour les palais puis dans les églises. La soufflerie s'est modifiée. On a abandonné le système hydraulique fort lourd et peu maniable pour le remplacer par des soufflets en peau analogues aux soufflets de forge.

Vers 900 apparaissent les premiers traités sur les méthodes de construction de l'orgue et sur les « tailles » des tuyaux (la taille est synonyme de diamètre), il est évident que la longueur est naturellement imposée par la hauteur du son émis – fréquence – alors que le diamètre a un rôle primordial sur le timbre et l'émission du son.

Jusqu'alors, les diamètres des tuyaux d'orgues étaient tous identiques, ce qui limitait considérablement les possibilités d'étendue sonore de l'instrument. Avec la progression dans les tailles, le facteur d'orgues élargit la texture de l'instrument. Malheureusement, la transmission est encore assez sommaire et rend l'orgue peu facilement jouable. Il faut souvent plusieurs organistes sur le même instrument !

Durant le bas Moyen Âge (du XIII<sup>e</sup> siècle au XV<sup>e</sup> siècle), l'évolution technologique est considérable, grâce à de nouvelles inventions :

- introduction de l'abrégié : sorte de levier basculant permettant de ramener toutes les touches au centre de l'orgue et de jouer avec les doigts des mains ou avec les pieds ;
- multiplication des claviers : manuels et pédalier ;
- redécouverte de la registration grâce à l'utilisation de sommiers à registres qui permettent la « programmation » des familles de tuyaux (les jeux) que l'on veut faire parler ;
- introduction du buffet, pour protéger l'orgue de la poussière. C'est après la disparition momentanée du buffet, au début du XX<sup>e</sup> siècle pour des raisons purement esthétiques correspondantes aux goûts du moment, dans quelques instruments, que l'on découvre ses propriétés acoustiques intéressantes.

La mise en place de ces nouveautés permet l'avènement de l'orgue classique suivi de l'orgue baroque. À ce moment, la facture d'orgue se nationalise, c'est-à-dire que chaque pays apporte sa spécificité à l'aspect et à l'esprit sonore de l'orgue sans modifier de façon importante la structure globale de l'instrument.

Deux ouvrages sont particulièrement marquants dans l'histoire de l'orgue français des XVII<sup>e</sup> et XVIII<sup>e</sup> siècles : *L'Harmonie universelle* (livre sixième) de Marin Mersenne (1636) et *L'Art du Facteur d'Orgues* de Dom Bedos de Celles (1766). Dans le premier ouvrage, l'auteur développe la théorie et la pratique de la musique. Dans le livre sixième, il entend expliquer par une démarche scientifique la figure et les parties des cabinets d'orgues avec tout ce qui leur appartient. Il présente l'orgue comme l'une des plus admirables machines pneumatiques qui furent jamais inventées et il en analyse très en détail tout l'aspect mécanique, pneumatique et sonore.

La registration et toutes les combinaisons possibles des différents jeux caractérisés par leur timbre et leur tessiture tient une bonne partie de l'ouvrage sous forme d'analyse combinatoire. Les problèmes d'accord et de tempérament sont aussi largement évoqués.

Un siècle plus tard, Dom Bédos de Celles, bénédictin et facteur d'orgues, rédige son ouvrage monumental *L'Art du Facteur d'Orgues*. On y trouve tout ce qu'il est nécessaire de connaître pour bien exercer cet art, depuis les notions de géométrie, de mécanique statique, de menuiserie, d'architecture etc. Les tailles des différents jeux sont répertoriées dans des graphiques qui n'ont rien à envier aux publications scientifiques actuelles et tout l'ouvrage est merveilleusement illustré par des gravures multiples exceptionnelles par leur précision. Cet ouvrage est le livre de base incontournable de tout facteur d'orgues.

La facture d'orgue au XIX<sup>e</sup> siècle est marquée par le romantisme et l'orchestration de l'instrument. C'est un bouleversement total de l'instrument. Jusqu'alors, l'orgue était un instrument de synthèse grâce aux différents jeux pouvant se combiner dans de savants mélanges, il devient un instrument à caractère symphonique. Le facteur d'orgues cherche à imiter les instruments de l'orchestre d'où une nouvelle recherche sur les paramètres pouvant modifier les timbres des tuyaux. La figure marquante de cette époque en France est sans conteste le facteur Aristide Cavallé-Coll. Les nécessités musicales amènent aussi de grands bouleversements techniques : la transmission mécanique est complétée par un système complexe de relais pneumatiques inventé par un anglais : Barker. Cavallé-Coll très actif dans l'innovation présente de très nombreux comptes rendus à l'Académie des Sciences. Il développe, en particulier, plusieurs innovations dans l'alimentation en vent et n'hésite pas à varier la pression selon les plans sonores. Un peu plus tard, l'électricité entre dans la vie quotidienne et aussi dans la facture d'orgue. On assiste vers la fin du XIX<sup>e</sup> siècle à une véritable frénésie de l'invention. Chaque facteur d'orgues en mal de célébrité imagina son propre système de transmission et se glorifia d'attestations du Bureau des Brevets. On connaît la suite...

Au début du XX<sup>e</sup> siècle, on électrifie à tort et à travers les transmissions d'orgues. Vers les années 1960 on redécouvre les bienfaits de la transmission mécanique et, alors qu'on

est dans une époque de très haute technicité, les grands facteurs d'orgues construisent, à nouveau, leurs instruments dans l'esprit des XVII<sup>e</sup> et XVIII<sup>e</sup> siècles.

La facture d'orgues contemporaine n'est pas étrangère aux technologies les plus avancées. Dans beaucoup d'instruments, on fait appel maintenant aux ordinateurs pour « gérer » les transmissions entre la console et les matériaux sonores. L'introduction de « capteurs » mettant en œuvre des découvertes récentes de la physique (capteurs à effet Hall par exemple) de même que la mise en œuvre de l'optoélectronique avec les fibres optiques permettent de nouvelles possibilités pouvant offrir de nouveaux horizons à la création artistique (?).

Pour conclure ce survol succinct, on constate que l'orgue a globalement gardé son identité depuis ses origines, tout en subissant une évolution constante.

Peut-on parler de progrès ? Utilisé dehors, l'orgue romain du II<sup>e</sup> siècle après J.-C. était un instrument parfait. Aucun orgue ultérieur n'aurait pu le remplacer pour le combat des gladiateurs.

Frescobaldi ne sonne jamais aussi parfaitement que sur un orgue renaissance italien ; de même pour Buxtehude et les orgues baroques de l'Allemagne du nord, ou pour Reger et l'orgue romantique des années 1900.

On ne peut parler de perfectionnements mais uniquement de changements continuels : à certains moments, on peut croire au perfectionnement indubitable et... la suite se charge de démontrer qu'il n'en est rien ! Toutefois, il est évident que certaines périodes dans l'histoire de l'orgue se sont montrées plus généreuses que d'autres. Qu'en sera-t-il de la nôtre ?

Voici, en annexe, deux exemples récents d'utilisation massive de « hautes technologies » dans le domaine de la facture d'orgues.

Le premier exemple concerne la restauration, en 1992, de l'orgue de Notre Dame de Paris.

Voici ce qu'on peut lire à ce sujet (Internet : [www.uquebec.ca/musique/orgues/france/ndamep.html](http://www.uquebec.ca/musique/orgues/france/ndamep.html))

La restauration de l'orgue de Notre-Dame a réuni deux mondes jusque-là étrangers l'un à l'autre : la facture d'orgue (Maisons Boisseau, Emeriau, Giroud) et l'informatique (Maison Synaptel). D'une part, un artisanat de haut niveau, celui d'un pays dont le patrimoine organistique est très riche et où la politique de restauration des orgues anciens, poursuivie tant par l'État que par les municipalités, a permis de former des facteurs d'une compétence internationalement reconnue. D'autre part, le monde des ingénieurs, intégrateurs de systèmes informatiques dans les industries de pointe, aéronautique, astronautique ou télécommunications.

[...] Réfection de la console et de l'ensemble des transmissions par Synaptel : gestion purement numérique grâce à sept ordinateurs. Avec ce système unique au monde, l'organiste peut mémoriser, travailler et restituer son interprétation. Il peut régler la valeur d'enfoncement de la touche qui correspond au seuil de déclenchement de la soupape. Il dispose d'un logiciel d'édition et de génération de combinaisons qui lui permet de créer, de modifier, de mémoriser, sur diquettes, une infinité de collection de combinaisons. Avec la passerelle MIDI, il peut, après avoir joué, s'écouter afin d'évaluer son jeu ou sa registration.

Le second exemple concerne l'orgue de l'église Saint Pierre à Caen (Internet : [www.jf-dupont.com/orgue\\_en\\_ligne.html](http://www.jf-dupont.com/orgue_en_ligne.html)). On est là en présence d'une « invention » où la frénésie de l'innovation devient un vrai délire !

Avec son concept d'orgue à distance désormais activable par Internet, Jean-François Dupont ouvre la tribune de son instrument à la planète entière. Une révolution numérique qui décloisonne l'usage de l'orgue tout en offrant de réelles perspectives aux compositeurs du troisième millénaire.

Yves Guilloux, *Le Monde de la Musique*, novembre 1999

Le but de cette innovation est de permettre l'utilisation d'un véritable orgue à tuyaux dans des endroits où l'on ne peut disposer que d'instruments électroniques.

Le résultat musical ne peut être crédible que par une restitution sonore du meilleur niveau. Cela signifie que chaque maillon de la chaîne – qualité sonore de l'orgue – rapidité du temps de réponse – prise de son (micros, table de mixage) – transport téléphonique du son (codecs) – sonorisation (amplification, enceintes) – doit être au mieux de la technologie actuelle.

L'orgue de Caen a été dès sa conception équipé de doubles soupapes, lui permettant d'être joué soit par une mécanique traditionnelle, soit par une traction électrique ; celle-ci peut être activée sans mouvoir ni les claviers, ni la mécanique. Le tirage de jeux étant électrique, la télécommande agit sur les tirants de registres, de la même manière qu'un combineur.

Actuellement, entre le moment où l'organiste appuie sur une touche, et le moment où il entend le son associé, le temps écoulé est de l'ordre de 120 millisecondes. Ce délai est encore beaucoup trop important. Nous avons bon espoir de le réduire à environ 30ms, ce qui est indispensable pour permettre une utilisation plus large de ce procédé.

Au mieux le transport téléphonique du son est actuellement assuré par des codecs audio-numériques, matériel standard disponible sur le marché, mais pas nécessairement adapté à l'utilisation que nous en faisons. À terme, nous envisageons d'assurer ce retour son en passant directement par les cartes-son des deux ordinateurs, ce qui nécessite de développer un logiciel spécifiquement adapté à cette utilisation.

Ce projet ne laisse pas indifférent. Certains le soutiennent sans réserve, voyant une évolution dans l'utilisation de l'orgue qui leur paraît intéressante. D'autres voient en cela une atteinte insupportable à la tradition et une dégénérescence de l'instrument.

## Bibliographie

PERROT Jean, *L'orgue de ses origines hellénistiques à la fin du XIII<sup>e</sup> siècle. Étude historique et archéologique*, Paris, Picard, 1965.

JACOB Friedrich, *L'orgue*, Paris, Van de Velde/Payot, 1983.

GUILLOU Jean, *L'orgue. Souvenir et avenir*, Paris, Buchet/Chastel, 1978.

MERSENNE Marin, *Harmonie Universelle contenant la théorie et la pratique de la musique* [1636], Paris, CNRS, 1963.

DOM BEDOS DE CELLES François, *L'Art du facteur d'orgues*, Paris, Desaint et Saillant, 1770.