

## DESCRIPTIF TECHNIQUE DE LA RÉALISATION DU PROJET

### Introduction

La transmission du: jeu de l'organiste jusqu'aux soupapes et registres de l'instrument était à "son origine" entièrement mécanique. Inerte et sans assistance, la traction mécanique sur de très grands instruments n'offrait pas, dans bien des cas, tout le confort et la souplesse que pouvaient en attendre les virtuoses de ces instruments.

L'apparition de l'électricité comme système de transmission et de motorisation fut un bouleversement notable de l'art du facteur d'orgue. Ce phénomène s'est amplifié ces dernières années avec l'apport de l'électronique au sein des différents organes de transmission. Mais une nouvelle étape vient d'être franchie avec le système informatique unique en son genre, conçu et mis en place par la société SYNAPTEL, spécifiquement pour le Grand Orgue de Notre Dame de Paris.

Véritable système nerveux de l'instrument, la traction informatique permet de capter, de numériser, de transmettre et de mémoriser le jeu de l'organiste pour finalement commander en temps réel les quelques huit cents actionneurs de l'imposant buffet, qui vont générer les sons. L'utilisation de micro-calculateurs spécialisés, de micro-ordinateurs industriels et de réseaux locaux informatiques offre à l'organiste tout à la fois puissance et souplesse d'utilisation, alliées à une grande fiabilité de fonctionnement. Les **développements** de capteurs et de micro-calculateurs spécialisés ont bénéficié du savoir-faire éprouvé de Synaptel dans le domaine des hautes technologies industrielles et le soin apporté à leur conception et à leur intégration offre au système une plate-forme qui garantit un large éventail d'évolutions.

## 1. Architecture du Système

La "chaîne informatique" qui relie les actionneurs du buffet aux différents modules de commande se décompose en stations et sous-stations reliées entre elles par des réseaux locaux informatiques. Les réseaux locaux informatiques permettent de transmettre les informations du jeu de l'organiste jusqu'aux stations terminales qui ont en charge la commande des électro-aimants. De station en station, ces informations codées peuvent être modifiées en fonction des configurations de jeu souhaitées par l'organiste (accouplement, tirasse, sostenuto). Les réseaux informatiques permettent aussi d'échanger entre la console et le calculateur superviseur toutes les informations nécessaires au fonctionnement du combinateur.

Le réseau principal, dénommé Réseau Local d'Exploitation, relie entre eux les micro-ordinateur de console, micro-ordinateur superviseur et micro-ordinateur de buffet. Des sous-réseaux locaux permettent à la station micro-ordinateur de console de communiquer avec les sous-stations micro-calculateurs de la console et à la station micro-ordinateur de buffet de communiquer avec les sous-stations micro-calculateurs du buffet.

Une architecture conçue sur des réseaux locaux permet la connexion ou le déport de différentes stations informatiques spécifiques. Ainsi la présence au sein du système d'une passerelle avec le réseau MIDI\* permet à l'organiste de mémoriser, de travailler et de restituer son interprétation ; soit en éditant une partition, soit en réécoutant l'interprétation qu'il vient de réaliser. Enfin la mise en place future d'une console déportée ou de sommiers supplémentaires est grandement facilitée par l'utilisation de cette architecture de réseaux locaux.

## 2. Station Console

Le dispositif maître de ce poste est le micro-ordinateur industriel de gestion de la console. Placé à l'intérieur de la console, il pilote via deux sous-réseaux locaux internes des micro-calculateurs basés sur des cartes à microprocesseurs dédiés à différents sous-ensembles. Certaines de ces cartes gèrent les capteurs de mesure de déplacement des touches du clavier, d'autres, les dispositifs répartis sur les **panneaux et le fronton de la console.**

## 2.1 Capteurs à effet Hall

Chaque touche de clavier est munie d'un capteur à effet Hall qui permet de mesurer avec précision la position de la touche. La nature du capteur lui permet de rester insensible aux éléments étrangers et en particulier à la poussière. La mesure est convertie en une valeur numérique puis transmise et traitée par les micro-calculateurs. En particulier; l'organiste peut régler la valeur d'enfoncement de la touche qui correspond au seuil de déclenchement de la soupape, ainsi que la valeur à priori plus basse pour laquelle la soupape sera relâchée. On crée ainsi un phénomène d'hystérésis ajustable sur lequel l'organiste peut jouer au gré de son humeur ou des nécessités de l'interprétation.

## 2.2 Ecrans de console

A la mesure de l'enrichissement des potentialités de l'orgue, on assiste à une inflation parallèle des boutons, tirants et autres poussoirs que les panneaux ne suffisent plus à porter. Un nouvel outil de dialogue a donc été proposé aux organistes: il se compose de deux écrans graphiques couleurs de dimensions réduites et associés chacun à quatre boutons poussoirs.

Par leur intermédiaire, l'organiste va pouvoir enregistrer l'état du combineur, rappeler un état du combineur précédemment mémorisé ou commander la passerelle MIDI. Autre bénéfice, la modification ou l'enrichissement des dialogues consiste uniquement en des mises à jour du logiciel du calculateur de console : c'est donc une façon particulièrement souple et élégante de faire évoluer l'instrument.

## 2.3 Synthèse vocale

Un système de synthèse vocale se trouve au côté du micro-ordinateur de gestion de la console auquel il est relié. La voix synthétique permet d'avertir un organiste non-voyant d'une modification d'état de la console, ou sur sa demande, le renseigne sur la configuration des dispositifs à un instant donné. En effet, si les dispositifs habituels qui équipent une console (tirants, dominos, ...) permettent au toucher de connaître la position d'un registre ou l'état des accouplements de claviers, il n'en est plus de même pour les poussoirs munis de voyants et pour les informations affichées sur l'un des deux écrans.

## 2.4 Cartes d'accès

A l'ancienne clé qui permettait de mettre sous tension la console, on a substitué une carte puce qui contient les données d'identification de son = propriétaire. Les paramètres de configuration de l'orgue sont mémorisés pour chaque organiste, et ceux-ci sont rétablis dès reconnaissance de l'utilisateur.

## 3. Station Buffet

Constituée d'un micro-ordinateur industriel, la station de buffet reçoit toutes les informations de traction. Son rôle est de trier ces informations et de les diriger ensuite via trois sous-réseaux vers l'ensemble des sous-stations micro-calculateurs du buffet. Ces micro-calculateurs sont des cartes à microprocesseur qui ont en charge la commande des soupapes, registres, ou tremblants.

## 4. Station Supervision

La station de supervision est à la fois la mémoire et l'administrateur du système.

### 4.1 Archivage

C'est sur le disque magnétique du micro-ordinateur de supervision que sont stockées toutes les données des organistes : les paramètres par défaut, les états mémorisés du combinateur.

### 4.2 Editeur de combinaisons

Le traitement informatique des commandes de traction permet de disposer de combinaisons inaccessibles en usant des seules commandes de la console. Ainsi, n'importe quel sommier peut s'associer à n'importe quel clavier. Le niveau de finesse de telles associations n'est plus le clavier mais la touche.

Pour accéder à ces nouvelles combinaisons, un logiciel d'édition et de génération de combinaisons est mis à la disposition de l'organiste. Cet outil permet de créer, de modifier et de mémoriser sur disquette une infinité de collection de combinaisons. Une fois chargées par le micro-ordinateur de supervision, l'organiste peut appeler ces combinaisons directement de la console de l'orgue.

#### 4.3 Télémaintenance

L'ordinateur tient un journal de bord de toutes les activités du système. Une ligne téléphonique et un modem permettent aux équipes de maintenance de consulter celui-ci de leur laboratoire et donc d'effectuer des diagnostics à distance.

#### 5. Station Passerelle MIDI

La passerelle MIDI\* effectue en temps réel une conversion bidirectionnelle entre le Réseau Local d'Exploitation et un réseau au standard MIDI. Si le format ONDP des messages qui circulent sur le réseau est parfaitement adapté à la transmission numérique des orgues, le format MIDI permet de connecter au Grand Orgue de Notre-dame de Paris toute sorte d'appareil qui dispose d'une interface à la norme MIDI. Dès à présent, un séquenceur et un éditeur de partition musicale est mis à la disposition des organistes. Le séquenceur va permettre d'enregistrer le jeu de l'organiste sur disque magnétique et de le restituer par la suite. L'ensemble séquenceur et passerelle MIDI joue alors un rôle identique à celui de la console sur le RLE. L'organiste peut également jouer sur la console concurremment au séquenceur, et même enregistrer le tout.

Il est bien sûr possible d'intervenir à l'aide des outils proposés par le séquenceur sur le jeu mémorisé. L'éditeur de partition musicale et une imprimante laser fournissent enfin une forme papier du jeu enregistré.

\* MIDI : Interface normalisée de communication pour les instruments de musique  
(Musical Interface Digital Instrument)

