

**Institut de Recherche et de Coordination Acoustique/Musique (Ircam)  
Centre National d'Art de de Culture Georges Pompidou**

**Appels à propositions sur les Autoroutes de l'information**

**Projet Studio en ligne**

**Rapport final**

**Deuxième version - janvier 1999**



## TABLE DES MATIERES

<b>1 Introduction .....</b>	<b>5</b>
<b>2 Résumé de l'ensemble du projet .....</b>	<b>5</b>
2.1 Organisation .....	5
2.2 Déroulement .....	6
2.3 Principaux aboutissements.....	7
2.4 Exploitation et évolutions ultérieures .....	8
2.4.1 Exploitation des services existants .....	8
2.4.2 Evolutions techniques et partenariats .....	8
<b>3 Descriptif des travaux réalisés dans le cadre des différentes tâches .....</b>	<b>10</b>
<b><i>Phase 1 - Conception .....</i></b>	<b><i>10</i></b>
3.1 Etude des besoins et spécifications .....	10
<b><i>Phase 2 - Bases de données de sons originaux et de sons pré-traités .....</i></b>	<b><i>10</i></b>
3.2 Enregistrements .....	10
3.3 Classification des sons .....	11
3.3.1 Vérification et correction des sons enregistrés .....	12
3.3.2 Taxonomie .....	12
3.3.3 Interface de recherche par contenu .....	12
3.4 Définition et développement des formats de fichiers son .....	12
3.5 Système de gestion de la base de données de sons (SGBD).....	12
3.5.1 Architecture .....	13
3.5.2 Versions .....	14
3.5.3 Problèmes rencontrés .....	15
3.5.4 Matériel .....	15
3.6 Système de consultation et interfaces de visualisation audio .....	17
3.7 Indexation, mise à jour et stockage.....	17
<b><i>Phase 3 - Bibliothèque de traitements .....</i></b>	<b><i>17</i></b>
3.8 Système de conversion de format de fichiers son.....	17
3.9 Analyse/synthèse du son .....	18
3.10 Contraction/étirement et filtrage temporel, transposition .....	18
3.11 Réverbération et audio 3D (spatialisation) .....	18
3.12 Morphing sonore.....	18
3.13 Synthèse vocale .....	19
3.14 Synthèse par modèles physiques .....	19
3.15 Environnement utilisateur et interfaces audio .....	19
3.15.1 Description fonctionnelle de la nouvelle interface d'utilisation .....	19
3.15.2 Plates-formes .....	23
3.16 Serveur de logiciels.....	24
<b><i>Phase 4 - Interconnexion.....</i></b>	<b><i>24</i></b>

3.17	Codage et compression en ligne .....	25
3.18	Facturation .....	25
Annexe 1 - liste des sigles et abréviations employés .....		26
Annexe 2 - copies d'écrans .....		28

# 1 Introduction

Le projet Studio en ligne (Studio Online en anglais, d'où l'abréviation SOL), labellisé d'intérêt national dans le cadre des appels d'offres « Autoroutes de l'information » lancés par le ministère chargé de l'Industrie, est financé par l'Ircam et par les ministères chargés de l'Industrie et de la Culture (Mission de la Recherche et de la Technologie).

Il a pour but l'expérimentation de services en ligne de production sonore, destinés à des professionnels de la musique, du son et du multimédia, comportant une base de données d'échantillons sonores et une bibliothèque de traitements.

Ce rapport, qui clôt la réalisation du projet qui s'est étendue de janvier 1996 à novembre 1998, comprend deux parties : un résumé de l'ensemble des travaux réalisés, et un descriptif détaillé de ceux qui ont été effectués au cours de la période finale s'étendant de février à novembre 1998.

Deux rapports d'avancement ont été réalisés pour les périodes s'étendant respectivement de janvier 1996 à février 1997 et de mars 1997 à janvier 1998. On s'y réfèrera pour toutes descriptions détaillées des travaux effectués au cours de ces périodes.

## 2 Résumé de l'ensemble du projet

### 2.1 Organisation

Le projet Studio en ligne a été réalisé à l'Ircam, dans le cadre de son département Recherche et développement sous la supervision du directeur scientifique Hugues Vinet, en coordination avec le directeur de la Valorisation Vincent Puig, notamment pour les différentes formes d'exploitation et de partenariat envisagées.

Sa mise en œuvre a nécessité des compétences très diverses, à la fois scientifiques (traitement du signal, acoustique, psychoacoustique), informatiques (bases de données, réseaux, architectures client-serveur, interfaces graphiques) et artistiques (constitution d'une base de données d'échantillons instrumentaux).

L'organisation choisie a consisté à mettre en place une équipe pilote (dite équipe Studio en ligne dans la suite), sous la responsabilité du chef de projet Guillaume Ballet, travaillant en coordination avec l'ensemble des équipes concernées de l'Ircam (acoustique des salles, analyse/synthèse, perception et cognition musicales, ...) et assurant la maîtrise de l'ensemble du projet.

En fonction des différentes tâches à réaliser, des sous-équipes ont été constituées, notamment pour la campagne d'enregistrements d'échantillons instrumentaux et pour la réalisation de produits dérivés tels qu'un serveur Web à vocation pédagogique sur le son instrumental, financé par la Mission de la Recherche et de la Technologie du Ministère de la Culture et de la Communication.

Malgré les aléas dûs au départ de certains participants, notamment du conseiller artistique et du développeur principal fin 1997, pour des raisons indépendantes du projet, la continuité de celui-ci a été assurée. L'équipe a été reconstituée début 1998 sur des bases d'efficacité accrue, lui permettant d'aboutir, dans les temps impartis et avec un niveau de finalisation satisfaisant, aux réalisations prévues.

La direction de l'Ircam sait gré au chef de projet Guillaume Ballet d'avoir mené à bien avec scrupule et compétence l'encadrement des multiples tâches qui se sont présentées et la supervision technique d'un projet à la pointe des technologies actuelles.

## 2.2 Déroulement

Le déroulement du projet a comporté trois phases principales :

- l'année 1996 a principalement été consacrée à des études préalables et aux spécifications, portant sur l'analyse des besoins, l'analyse de l'existant à l'Ircam, l'analyse des technologies en rapport avec le projet et la mise en place d'une veille technologique dans les domaines correspondants : réseaux, architectures client-serveur, Corba, Java, commerce électronique, compression de sons, etc... Des recherches spécifiques devant intervenir en amont du développement ont également été menées, en particulier sur l'analyse/synthèse et le traitement du son et l'adaptation de travaux de psychoacoustique à la recherche par contenu sonore. Cette période s'est achevée par la réalisation, fin janvier 1997, d'une première maquette préfigurant les services à développer et réalisant une première expérimentation autour d'une interface d'utilisation sous forme d'applet Java. Cette maquette a été présentée en public aux portes ouvertes de l'Ircam qui se sont tenues fin janvier, ainsi qu'à Montréal dans le cadre du Marché International du Multimédia, avec une liaison RNIS en full duplex.
- l'année 1997 a été consacrée à la constitution de l'architecture finale du projet, à la fois matérielle (serveur Sun, ensemble Raid) et logicielle (Java, Corba, base de données Oracle 8). Ces travaux ont abouti à la réalisation, fin 1997, d'une deuxième maquette, donnant accès à une partie des sons de la base et à de nouvelles fonctionnalités, dont un prototype d'interface basée sur la recherche par contenu. Cette maquette a été présentée à l'International Computer Music Conference qui s'est tenue à Thessalonique en Grèce en septembre 1997. Les recherches en amont, portant sur l'analyse/synthèse, la psychoacoustique et le traitement sonore ont été poursuivies. Parallèlement, une première campagne d'enregistrements des instruments des l'orchestre, initiée fin 1997, a été réalisée pour 11 instruments et coordonnée à un travail continu de mise en forme des échantillons et de constitution d'une taxonomie adaptée.
- La dernière phase du projet a été principalement consacrée à la réalisation d'une nouvelle interface graphique comportant de nombreuses fonctionnalités nouvelles, ainsi qu'au perfectionnement et à la fiabilisation de l'ensemble des services proposés, prenant en compte les retours d'utilisation des maquettes précédentes. La possibilité de commande semi-automatique de cédéroms a été ajoutée pour suppléer à la lenteur actuelle des réseaux. La campagne d'enregistrements d'échantillons instrumentaux a été poursuivie avec 5 nouveaux instruments, en vue de la constitution d'un ensemble cohérent et original de 16 instruments représentant plus de 120.000 sons sur 6 pistes. Un travail conséquent a été réalisé sur la taxonomie de la base et le perfectionnement des interfaces de consultation, portant notamment sur les sons multiphoniques. Un produit pédagogique dérivé, sous la forme d'un site Web sur le son instrumental, a été réalisé et inauguré le 20 mars 1998 par Madame Catherine Trautmann, Ministre de la Culture et de la Communication, à l'occasion de la fête de l'Internet. A la rédaction du présent rapport, les services développés dans le cadre du projet sont opérationnels et différentes formes d'exploitation sont prévues à partir de début 1999.

## 2.3 Principaux aboutissements

Studio en ligne est le premier projet entièrement basé sur les technologies de l'Internet et donnant accès, au moyen d'un environnement applicatif intégré et interactif, à un ensemble d'échantillons et de traitements sonores. Le choix de développer l'interface client sous forme d'applet Java permet d'envisager son utilisation dans des conditions de sécurité satisfaisantes à partir de multiples plate-formes, même si les versions actuelles des outils de navigation n'ont pas encore totalement intégré les versions 1.1 du JDK nécessaires au fonctionnement du client.

Studio en ligne permet l'utilisation de traitements sonores de haute qualité à partir d'interfaces simples d'accès : transposition, compression/expansion temporelle, filtrage,... Tous les traitements initialement prévus n'ont cependant pas été intégrés, pour diverses raisons. Bien qu'une interface graphique en Java ait été développée et finalisée pour le Spatialisateur, l'adaptation du moteur de traitement temps réel FTS nécessaire à son fonctionnement, qui sortait des moyens restant disponibles en 1998 et nécessitait un investissement supplémentaire de la part de l'équipe concernée (Systèmes temps réel), n'a pu être entièrement réalisée dans les échéances du projet. L'intégration du Spatialisateur à Studio en ligne reste donc possible et ne nécessiterait que quelques semaines de travail. De plus, pour la cohérence de l'interface d'utilisation (écran gestion des sons), il a été choisi de ne pas donner accès aux fonctions d'hybridation et de morphing existant dans les bibliothèques de traitement intégrées au serveur (SVP et analyse/synthèse additive), celles-ci nécessitant deux fichiers son en entrée au lieu d'un seul pour les traitements qui ont été retenus. Les fonctions de synthèse (vocale et par modélisation physique) n'ont également pas été implantées, à la fois pour des raisons de cohérence fonctionnelle (seuls des traitements à partir des échantillons sont proposés), mais également en raison de la complexité du contrôle de ces modèles, réservé à des spécialistes, qui sort du cadre d'utilisation défini pour les services proposés. Il est également à noter que la plupart des fonctionnalités nouvelles développées en 1998, telles que la compression statique de la dynamique ou la recherche de sons multiphoniques à partir de leur différentes composantes, n'étaient pas prévues au départ. Elles ont été définies à partir des premiers retours d'utilisation des maquettes précédentes et jugées prioritaires. Il résulte de ces choix une simplicité et une cohérence des fonctions et des interfaces proposées, qui sont propices à une utilisation élargie de ces outils par des utilisateurs non professionnels.

L'importante campagne d'enregistrements entreprise dans le cadre du projet a abouti à la constitution d'une base de données d'échantillons instrumentaux sans équivalent à ce jour, tant par l'exhaustivité des modes de jeu et le nombre d'échantillons que par la qualité technique des enregistrements (6 pistes sur 24 bits à 48 kHz). La mise en œuvre d'une taxonomie complète associée à l'ensemble des modes de jeu a permis la réalisation d'une interface de consultation interactive et efficace. L'exhaustivité de la base d'échantillons conjuguée avec la simplicité et l'efficacité de l'interface de consultation donnent une valeur unique à cette réalisation. La rigueur des protocoles mis en œuvre pour les enregistrements sur 6 pistes est également propice à des études scientifiques inédites. Ainsi, la comparaison des signaux enregistrés pour la clarinette à l'intérieur et à proximité de l'instrument a contribué à la mise en évidence du rôle du mouvement de l'interprète sur la variation des signaux produits.

L'adaptation de travaux de recherche fondamentale en psychoacoustique sur la caractérisation des attributs perceptifs du timbre a permis aux équipes de l'Ircam d'acquérir une expertise de pointe dans le domaine quasi-inexploré de la recherche par contenu sonore, dont les retombées industrielles sont prometteuses. L'aboutissement de ce travail dans le cadre du projet a donné lieu à la réalisation d'une interface de consultation simplifiée, qui synthétise l'état de nos connaissances dans le domaine. Il s'agit là d'un vaste champ d'investigations qui s'ouvre et dans lequel l'Ircam, à la hauteur de ses moyens, est déterminé à jouer un rôle prépondérant.

La réalisation, à la demande du ministère de la Culture et de la Communication, d'un site Web à vocation pédagogique sur « le son instrumental, production/transformation », accessible à l'URL <http://sol.ircam.fr/instruments/>, a montré la richesse des contenus pouvant être dérivés du projet.

L'accès à Studio en ligne est possible aujourd'hui à l'URL : <http://sol.ircam.fr/external/joba>  
L'aide est disponible à l'URL : <http://sol.ircam.fr/help.html> . La liste des publications, non exhaustives, et démonstrations est visible à l'URL : <http://sol.ircam.fr/~ballet/rapports>

## 2.4 Exploitation et évolutions ultérieures

### 2.4.1 Exploitation des services existants

Les échantillons sonores sont actuellement consultables en ligne et téléchargeables pour une durée limitée à 2 secondes. Ce système sera maintenu pour permettre aux utilisateurs de faire un choix. Il sera complété sur demande par l'envoi d'une nomenclature de l'ensemble des sons disponibles. La commande pourra ensuite intervenir en ligne ou hors ligne avec livraison sur cédérom.

L'accès aux échantillons sans limitation de durée sera réservé à des utilisateurs moyennant un abonnement annuel modique similaire à celui d'un groupe Forum. L'utilisation des traitements actuellement en ligne (filtrage, transposition, synthèse additive) restera gratuite.

Des partenariats seront recherchés afin de compléter la base de sons instrumentaux par d'autres bases d'échantillons (musique, bruitages, etc...), pour développer d'autres fonctions spécifiques ou pour transférer des technologies de Studio en ligne. Des accords de diffusion des sons sur cédérom sont actuellement à l'étude en co-édition avec la société Univers Son.

### 2.4.2 Evolutions techniques et partenariats

En fonction des moyens disponibles, une évolution naturelle consistera à intégrer l'environnement jMax/FTS et permettre d'une part l'utilisation du Spatialisateur, d'autre part l'accès à un ensemble de *patches* (algorithmes) de traitement représentatifs des utilisations souhaitées en création musicale et sonore, facilement programmable dans l'environnement graphique jMax.

L'adaptation de l'architecture existante à un domaine d'utilisation grand public est également envisagée, en particulier dans le cadre d'une intégration au projet Cité Cœur de Réseau de la Cité des Sciences et de l'Industrie, qui est actuellement à l'étude. Les deux projets partagent en effet en grande part les mêmes options techniques : Java pour l'interface client, Corba (et son implantation Visibroker) pour le middleware. Au-delà d'une exploitation intégrée à la Cité des Sciences et de l'Industrie, des expérimentations pourront également être menées, autour de l'utilisation de technologies xDSL optimisant l'exploitation de la boucle locale, pour un accès domestique.

Plus largement, diverses initiatives ont été et seront engagées vis à vis d'opérateurs en vue de l'intégration de Studio en ligne à des bouquets de services accessibles par des liaisons rapides : ADSL, câble, satellite, etc... Un des leaders mondiaux de la téléphonie sans fil a également manifesté son intérêt pour le projet.

Le laboratoire d'informatique du Conservatoire National des Arts et Métiers a proposé à l'Ircam une collaboration visant, par l'utilisation d'implantations temps-réel de Corba, à une utilisation



interactive des services proposés dans Studio en ligne. Ce projet pourra être proposé dans le cadre d'appels d'offres tels que ceux du RNRT.

Il est enfin important de signaler que l'expertise acquise par l'Ircam dans le cadre du projet dans le domaine de la recherche par contenu dans les bases de données sonores fait l'objet d'une valorisation multiforme. Ainsi, la DGIII de la Commission européenne a confié à l'Ircam l'animation du groupe de travail européen CUIDAD (Content Based Interfaces for Digital Audio Databases), qui mène des études et prospections dans le domaine de la structuration des contenus sonores. La présentation d'un projet dans le cadre du 5<sup>ème</sup> PCRD européen, qui s'inscrit dans la continuité des travaux de CUIDAD, est ainsi prévue.

### **3 Descriptif des travaux réalisés dans le cadre des différentes tâches**

Cette période finale des travaux a principalement été consacrée à la réalisation d'une nouvelle interface graphique, ainsi qu'au perfectionnement et à la fiabilisation de l'ensemble des services proposés, prenant en compte les retours d'utilisation des maquettes précédentes.

De nombreuses fonctionnalités nouvelles ont été implantées dans l'interface du client et dans le dialogue client/serveur. De plus, le " look and feel " de l'interface a été complètement transformé par sa reprogrammation en Java 1.1 et Java Foundation Class 1.03 (JFC, ex Swing).

La possibilité de commande semi-automatique de cédéroms a été ajoutée pour suppléer à la lenteur actuelle des réseaux.

La campagne d'enregistrements d'échantillons instrumentaux a été poursuivie avec le saxophone, le tuba, la harpe, l'accordéon et la guitare, permettant la constitution d'un ensemble cohérent et original de 16 instruments représentant plus de 120.000 sons sur 6 pistes. Un travail conséquent a été réalisé sur la taxonomie de la base et le perfectionnement des interfaces de consultation, portant notamment sur les sons multiphoniques.

La configuration du Raid a été achevée dans son intégralité, après acquisition d'un ensemble de disques supplémentaires destiné à doter le système de la capacité requise, à la fois à l'accueil de tous les échantillons de la base et au stockage des fichiers créés par les utilisateurs.

#### *Phase 1 - Conception*

##### **3.1 Etude des besoins et spécifications**

Les études préalables à la réalisation du projet sont décrites dans le premier rapport d'avancement.

#### *Phase 2 - Bases de données de sons originaux et de sons pré-traités*

##### **3.2 Enregistrements**

Responsable : Guillaume Ballet, équipe Studio en ligne

Conseiller artistique : Fabien Lévy

Collaboration interne : équipe Acoustique des salles.

Participants : Laurent Cerveau, Jean-Marc Jot, Fabien Lévy, Vèrène Gribonval, Olivier Warusfel.

Interprètes : Tanya Chagnot (guitare), Pascal Contet (accordéon), Gérard Buquet (tuba), Claude Delangle (saxophone), Virginie Tarrête (harpe).

Suite au départ aux Etats-Unis du précédent conseiller artistique, une nouvelle équipe a été constituée pour les enregistrements, autour de Fabien Lévy pour les aspects artistiques et Vèrène Gribonval pour la prise de son et les aspects techniques. Dans la perspective de la finalisation du projet, l'objectif principal a été de favoriser la cohérence et l'originalité de l'ensemble de la base de données. Le choix d'enregistrements d'instruments supplémentaires par rapport aux 11 déjà réalisés a été opéré dans ce sens : saxophone, harpe, tuba, accordéon, guitare.

Suite à une réflexion menée avec l'ensemble des personnes concernées, dont les utilisateurs, à la fois en production sonore et en recherche, il a été décidé de modifier le protocole de prise de son précédemment défini, en autorisant plusieurs positions des microphones au cours de l'enregistrement en fonction de l'intensité du jeu. Un compromis a ainsi été trouvé entre l'échelle dynamique de la totalité des sons d'un instrument et la nécessité de garder une référence fixe pour les utilisations scientifiques.

Les méthodes utilisées, travaux réalisés et descriptifs des modes de jeu pour chacun des enregistrements sont décrites de manière exhaustive dans des rapports rédigés sous la responsabilité de Fabien Lévy. Ceux-ci sont trop volumineux pour être intégrés au présent texte mais peuvent être obtenus sur demande à la direction scientifique de l'Ircam.

A la rédaction du présent rapport, tous les instruments mentionnés ci-après ont été enregistrés et intégrés à la base de données, à l'exception de la guitare, dont l'enregistrement a été réalisé, et dont la post-production est en cours :

Accordéon	6 075	Sons
Alto	1 758	Sons
Basson	3 920	Sons
Contrebasse	14 764	Sons
Clarinette	4 045	Sons
Cor	4 365	Sons
Flûte	5 338	Sons
Guitare	En cours de post-production	
Harpe	4 650	Sons
Hautbois	3 858	Sons
Saxophone	4 117	Sons
Trombone	4 835	Sons
Trompette	4 617	Sons
Tuba	4 609	Sons
Violoncelle	14 522	Sons
Violon	16 537	Sons

Soit 113.823 sons en 48 KHz / 24 bits sur 6 pistes, qui représentent environ 130 Go en fichiers AIFC, pour une durée d'écoute cumulée de 12 jours.

### 3.3 Classification des sons

Responsables : Guillaume Ballet (équipe Studio en ligne), Stephen McAdams, équipe Perception et cognition musicales

Participants : Rodolphe Bailly, Nicolas Misdariis, Bennett Smith.

Les travaux réalisés au cours de cette dernière phase ont porté :

- sur un réexamen complet de la taxonomie existante, qui comportait de nombreuses imperfections et erreurs. De plus, le contenu de certains sons présentait des erreurs dûes à l'enregistrement ou à la post-production et une importante campagne d'écoute de l'ensemble des sons enregistrés à été réalisée et les corrections nécessaires apportées.
- sur l'extension de la taxonomie existante, de façon à pouvoir rechercher les sons multiphoniques (comprenant simultanément plusieurs hauteurs) à partir de leurs différentes

composantes. Cette fonctionnalité inédite renforce l'originalité des services proposés par Studio en ligne pour les musiciens.

- sur la mise en œuvre d'une interface de recherche par similarité, sur la base d'une évaluation en vraie grandeur des critères psychoacoustiques intervenant dans le calcul de la distance entre deux sons, et d'une recherche de simplification pour une utilisation simple.

### 3.3.1 Vérification et correction des sons enregistrés

De nombreux outils ont été développés pour intégrer les sons sur le système de fichiers, pour corriger la taxinomie initiale, pour supprimer les raies spectrales parasites issus de l'enregistrement de la clarinette, pour calculer et contrôler le maximum d'intensité atteint instrument par instrument, pour intégrer dans la base les doublons issus des cédéroms et de la post-production, pour écouter tous les sons (120.000) et éliminer ou corriger ceux présentant des défauts, pour " parser " les sons et intégrer leurs références dans Oracle, pour rehausser les niveaux instrument par instrument, pour calculer les paramètres de chaque son devant servir aux recherches psycho-acoustiques, pour intégrer ces paramètres dans Oracle et en contrôler la pertinence...

Ces programmes ont été écrits en Shell, Perl et Java, dès lors qu'il était nécessaire d'établir une connexion vers Oracle.

### 3.3.2 Taxonomie

La taxonomie a été complètement revue et corrigée. L'intégration des multiphoniques, en particulier, a nécessité le renommage d'une partie importante des sons.

Nous avons développé des outils de représentation automatique des arbres taxinomiques, basés sur les analyses des tokens des noms de sons. Ces représentations graphiques nous ont aidés dans l'analyse et la correction des rapports entre tokens.

La taxonomie est basée sur la notation française des octaves.

### 3.3.3 Interface de recherche par contenu

La description des critères utilisés pour la recherche par similarité est donnée au paragraphe 3.15.1.

## **3.4 Définition et développement des formats de fichiers son**

Les travaux relatifs à la définition des fichiers d'échantillons sont détaillés au chapitre 3-8

## **3.5 Système de gestion de la base de données de sons (SGBD)**

Responsable : Guillaume Ballet, équipe Studio en ligne

Participants: Guillaume Ballet, Peter Hoffmann, Riccardo Borghesi

### 3.5.1 Architecture

L'architecture n'a que partiellement évolué ; peu de changements structurels ont eu lieu. Hormis la réécriture des IDL Corba, représentant l'ajout de nouvelles fonctionnalités et des modifications des dialogues client / serveur ou serveur / base de données, le changement le plus conséquent est le déplacement d'une table de référence des sons, du serveur Java vers la base de donnée Oracle. Nous gagnons en cohérence, en rapidité et en flexibilité.

Nous avons aussi réécrit certaines des méthodes du serveur de session (SSM) " multithread " de manière synchrone, ceci pour ne pas provoquer de conflits d'accès dans Oracle lors de l'ouverture de sessions.

Nous gérons en fait les opérations " ACID " en dehors d'Oracle (pas de procédures stockées en PL/SQL), et devons donc en prendre toute la mesure.

L'applet a été réécrite avec le JDK 1.1, ce que permet aujourd'hui l'évolution des navigateurs. Ceci est un pré-requis pour l'utilisation de Swing. Les serveurs, quant à eux, sont écrits en C++ et Java (JDK 1.1 majoritairement, quelques méthodes restant en Java 1.02).

Les modules permettant de sortir de la " sand box " de la JVM sont développés en Perl et à l'aide des API de CGI. Ils sont toujours nécessaires pour plusieurs raisons :

- Pour des raisons de portabilité et d'accessibilité, il n'est pas possible d'installer des logiciels supplémentaires sur la machine client (hors téléchargement automatique) : Java Media FrameWork (JMF), DLL supplémentaires... Ceci va à l'encontre du cahier des charges initial.
- Le projet " Studio Online " n'a pas les moyens financiers de faire certifier son code.
- Le JDK 1.1 ne permet pas de jouer les fichiers sons aux formats souhaités. Le JDK 1.2 le permet, mais au mieux en qualité 16 bits / 22 Khz stéréo !
- La technologie du " Java Plug-in " (ex Activator) n'est pas pour nous une panacée. Hormis le fait qu'effectivement certains privilèges peuvent être accordés à l'applet, il n'en reste pas moins qu'il s'agit ici de télécharger sur le poste client toute la JVM à partir du site W3 de Sun. Ce site est aux USA, et chacun connaît la lenteur des connexions inter-atlantique à certaines heures. Nous devons déjà télécharger l'ORB et Swing... Télécharger de plus la JVM serait très démotivant pour nos clients. De plus, cette technologie n'existe pas actuellement pour le Macintosh.

Nous avons modifié la répartition et le nombre des serveurs. Apache, notre serveur W3, écoute maintenant les ports 80 sur les deux machines " sol " et " soleil " (" soleil " est un aliasing sur " sol ").

Le GateKeeper V3.2 (Gkp) écoute le port 8080 sur " soleil ". Les classes ne sont plus servies par le Gkp mais par Apache sur " soleil " (ceci sur les conseils de Visigenic pour corriger un bug : en fait cette modification ne corrige pas le problème). Le dialogue Corba se fait donc entre l'applet et le Gkp sur le port 8080.

Le Gkp est configuré de manière à toujours agir en Proxy. Son port de " CallBack " est le 45173.

Cela implique pour les administrateurs réseau de devoir ouvrir leurs routeurs filtrants ou " firewall " de niveau 4 sur les ports 80, 8080 et 45173 en TCP. Sans cela l'applet ne peut pas initialiser l'ORB.

En cas d'utilisation d'un " proxy " de niveau 5 il est souhaitable de configurer le port 8080 pour le protocole IOP. Si cela ne peut être fait, il faut obligatoirement configurer le port 8080 en TCP. Ceci permettra un fonctionnement normal, quoique plus lent, de " Studio Online ". En effet IOP est alors automatiquement encapsulé dans HTTP sur TCP. Par contre le port de " Callback " doit impérativement être transparent pour le protocole IOP. Si cela ne pouvait être réalisé, le " Callback " ne pourrait pas fonctionner en encapsulant IOP dans HTTP. En effet, HTTP n'étant pas un protocole connecté, il est alors impossible de garder la connexion ouverte, et le serveur ne peut pas initier une connexion avec l'applet (restriction de la " sandbox "). L'applet dans ce cas-là ne peut garder son contexte de fonctionnement que pendant 10 mm.

Dans le cas de l'utilisation d'un " proxy " non transparent, il est nécessaire de se procurer le GateKeeper 3.2 de Visigenic qui agit, en l'occurrence sur le bastion, comme " proxy " IOP. L'utilisation de " proxy " transparents est par contre immédiate. Bien entendu, l'utilisation du masquering est possible (il agit au niveau 3).

Aucun produit du marché n'incorpore une version du Gkp dans un serveur W3, ce qui nous contraint à conserver l'usage d'Apache.

SOL ne fonctionne maintenant qu'avec un seul " TransServer " (serveur de transactions) au lieu de deux.

Le " LifeGuard " n'est plus lancé automatiquement par le démon " init ". Ceci occasionnait des problèmes de " timing " avec le démarrage d'Oracle. Il est donc nécessaire en cas de " reboot " de " soleil " de lancer manuellement le script d'initialisation de SOL.

Le Gkp V3.2 est aussi bogué que son prédécesseur (au moins deux bogues bloquants référencés). Il est donc toujours nécessaire de le relancer automatiquement toutes les nuits grâce au démon " cron ".

Le " SSM " (serveur de sessions) est toujours connecté à Oracle par le biais de l'API du JDBC grâce à un " driver " de niveau 2, fonctionnant au niveau des IPC et attaquant la base Oracle par son API (OCI).

Les destructions d'environnement utilisateur sont gérées à deux niveaux : en cas de sortie de l'applet (même en cas de rupture brutale de la connexion : " reboot " de la machine cliente, " kill " du navigateur, débranchement du réseau...), et par un mécanisme de " callback " lancé à intervalles réguliers et testant une réponse du client.

Les destructions d'objets des serveurs sont gérées par un mécanisme propriétaire de SOL en cas de destruction de l'applet, pour pallier au manque crucial de " garbage collector réparti " normalement géré par l'ORB.

### 3.5.2 Versions

Les versions utilisées dans " Studio Online " sont :

Visigenic ORB C++ 3.1

Visigenic ORB Java 3.2

Oracle 8.0.3  
JDK 1.1.3 - Applet  
JDK 1.02 et 1.1.3 – SSM  
Solaris 2.5.1  
JDBC 8.0.4.0.6  
Cosmocode 2.2  
Irix 6.3  
Perl 5.0.3  
Apache 1.2.4  
Swing 1.0.3

### 3.5.3 Problèmes rencontrés

Dans le cadre d'un environnement de développement, il est nécessaire de doubler tous les serveurs (GateKeeper, LifeGuard, SSM, TransServer, OSAgent). Mais dans ce cas-là, il peut se produire une collision entre les deux SSM pour deux connexions " simultanées ". Pour les éviter il faut programmer dans le cœur même d'Oracle, en PL/SQL ou en Java (avec Oracle V8i), la gestion d'attribution de ressources non partageables. Ce point est très important à souligner pour des extensions futures du projet.

Le démon " cron " est essentiel à la bonne gestion de la version de production de " Studio Online ". Il redémarre le Gkp toutes les nuits (sans quoi " Studio Online " ne " survit " pas plus de deux jours), gère le quota de commande de cédéroms (pour éviter, après un oubli de l'Ircam, un dépassement de la capacité du Raid), produit chaque jour des statistiques de connexions.

Un des problèmes graves auxquels nous avons été confrontés est l'ouverture " en cascade " de " curseurs Oracle " par le biais du JDBC, et donc d'appels trop nombreux par le client (" clic " en série dans les boîtes de sélections). Le dépassement du nombre autorisé de curseurs ouverts par Oracle se manifestait par un blocage du SSM qui devait alors être redémarré. Nous avons donc été contraints de brider l'interface utilisateur : un " clic " est seulement possible après réception du résultat de la requête précédente. Ceci nuit à la fluidité de l'interface, mais est indispensable dans le contexte. Il n'est pas non plus exclu que de trop nombreuses utilisations simultanées du système ne répètent ce problème. La solution passerait alors par la gestion de méthodes synchronisées dans le SSM, ce qui nuirait grandement aux performances du serveur.

Nous avons été confrontés à de trop nombreux bogues de Cosmocode 2.2 (notre outil de développement). Ces bogues ont été référencés par nous dans la base de données de Cosmo, filiale de Silicon Graphics Inc. Malgré nos efforts, aucun fait tangible n'est venu appuyer nos demandes réitérées de correction de l'outil. Nous avons été stupéfaits d'apprendre la liquidation de cette société qui, d'une part ne nous a été d'aucun secours, d'autre part a abandonné à leur triste sort les développeurs assez naïfs qui lui ont fait confiance. Il faut savoir que cet outil est propriétaire, ce qui signifie qu'un projet commencé avec CosmoCode ne peut sans des efforts conséquents être porté vers un autre environnement plus ouvert.

### 3.5.4 Matériel

Après de longues négociations avec Sun, nous avons acheté 21 disques supplémentaires pour le Raid RSM 2000 (ce qui porte le total des disques à 35, plus un disque en " cold spare ", c'est à dire en réserve hors du Raid).

Nous avons configuré deux disques du Raid en " hot spare " pour une fiabilité totale. Les contrôleurs des " Tabasco " gérant les disques de la matrice en ligne, et étant non redondés, il était indispensable de configurer les Raids en colonne. En cas de panne d'un contrôleur, le système n'est pas touché car chaque Raid ne perd qu'un disque.

Les Raids destinés aux FS des sons ont été configurés en Raid 5, ce qui ne dégrade en rien les performances en lecture. Nous avons utilisé Sun DiskSuite pour agréger les différents Raids 5. C'est un outil logiciel, consommant des ressources CPU sur l'Enterprise 3000, et non maintenu par Sun dans le cas de son utilisation sur un système Raid RSM 2000. Cependant, de l'aveu même de commerciaux de Sun, cette politique uniquement commerciale est destinée à vendre un nouveau produit.

Nous n'avons constaté ni dysfonctionnement ni baisse de performance du serveur. Cet outil nous fournit donc un FS de 190 Go de capacité utile après formatage utilisable pour stocker les sons de la base de données de SOL.

Une des choses fondamentale à retenir est qu'en cas de destruction d'un Raid (c'est à dire deux HD du même Raid tombant en panne l'un après l'autre dans un intervalle de temps trop court pour que la reconstruction du Raid soit achevée grâce à un des HD " hot spare "), c'est tout le système de fichiers des sons qui est détruit. Lorsque l'on connaît le temps passé en diverses tâches de post-production et en intégration des sons sur le Raid à partir de CD-ROM, un accident comme celui-ci aurait de graves conséquences sur le projet.

La probabilité de destruction d'un Raid est très faible : 0.06 % au bout de trois ans (évaluée sous des hypothèses d'une courbe d'incident linéaire, d'incidents décorrélés et d'un MTBF de 1 million d'heures par disque).

Cependant, il ne faut aucunement négliger les pannes " en série ", ni les " pannes " dues à des incidents électriques ou de climatisation. Nous avons déjà subi, en quelque mois, deux de ces " pannes " avec comme conséquence la perte d'un HD du Raid.

Nous avons choisi de configurer le FS d'Oracle en Raid 0+1, ce qui assure une sécurité maximale pour cette partie vitale du serveur. Ce FS de 2 HD fait donc 8 Go de capacité utile.

Le Raid est maintenant considéré comme " standalone ". Ceci est indispensable afin de limiter les coûts de fonctionnement à l'avenir.

Tableau de la matrice des disques durs du RAID :

Ctr. Tabasco 1	Raid n°1 (5)	Raid n°2 (5)	Raid n°3 (5)	Raid n°4 (5)	Raid n°5 (5)	Raid n°6 (5)	Hot Spare
Ctr. Tabasco 2	Raid n°1 (5)	Raid n°2 (5)	Raid n°3 (5)	Raid n°4 (5)	Raid n°5 (5)	Hot Spare	Raid n°7 (5)
Ctr. Tabasco 3	Raid n°1 (5)	Raid n°2 (5)	Raid n°3 (5)	Raid n°4 (5)	Raid Oracle (0+1)	Raid n°6 (5)	Raid n°7 (5)
Ctr. Tabasco 4	Raid n°1 (5)	Raid n°2 (5)	Raid n°3 (5)	Raid Oracle (0+1)	Raid n°5 (5)	Raid n°6 (5)	Raid n°7 (5)
Ctr. Tabasco 5	Raid n°1 (5)	Raid n°2 (5)	Raid n°3 (5)	Raid n°4 (5)	Raid n°5 (5)	Raid n°6 (5)	Raid n°7 (5)
Cold Spare							



(offline)

Il est à noter ici la disposition particulière des Raids 0+1 et des " hot spare ". Le fait de ne pas les aligner en colonne permet de garder des Raids 5 d'au moins 4 HD, ce qui minimise les pertes de place occasionnées par ce niveau de Raid (1/n). Ils ne sont pas non plus disposés en ligne pour les raisons exposées plus haut ; la perte d'un contrôleur de " Tabasco " ne doit pas avoir de conséquence.

### **3.6 Système de consultation et interfaces de visualisation audio**

La description des travaux réalisés sur les interfaces de consultation est détaillée au paragraphe 3.15, ainsi qu'au paragraphe 3.3 pour les modèles développés pour la taxonomie et la recherche par contenu.

### **3.7 Indexation, mise à jour et stockage**

Responsable : Guillaume Ballet, équipe Studio en ligne

Conseiller artistique : Fabien Lévy

Collaboration interne : équipe Acoustique des salles.

Participants : Jon Arneke , Rodolphe Bailly, Cyril Chantelot, Gérard d'Elia, Sylvain Griotto, Cécile Lenoir, Fabien Lévy, Benjamin Malrieu, Antoine Mercier, Nicolas Misdariis, Eric Pochat , Bennett Smith, Véréne Valat.

Un important travail de vérification des échantillons existants et de finalisation de la taxonomie a été réalisé est décrit au paragraphe 3.3. Les nouvelles possibilités de consultation, relatives notamment aux multiphoniques et à la recherche par similarité, ont donné lieu à la définition de champs supplémentaires, calculés pour l'ensemble des échantillons concernés et gérés par la base de données.

Par ailleurs, la mise en forme des échantillons issus des enregistrements effectués depuis la fin 98 a été réalisée, en vue de leur intégration dans la base de données. Ce travail est actuellement en cours pour le dernier instrument enregistré (guitare).

### *Phase 3 - Bibliothèque de traitements*

### **3.8 Système de conversion de format de fichiers son**

Responsables : Xavier Rodet, équipe Analyse/Synthèse, Guillaume Ballet, équipe Studio en ligne

Participant : Peter Hoffmann.

Les travaux ont porté d'une part sur la réalisation d'un système de compression de la dynamique, décrit au paragraphe 3.17, d'autre part sur l'implantation d'un système de conversion pour fichiers .wav, qui est le standard des fichiers son sur PC/Windows. Les formats de fichiers son supportés sont donc AIFF, AIFC, WAVE et IRCAM, en 8, 16,24 bits ou flottant selon les formats, et à divers taux d'échantillonnage de 8 kHz à 48 kHz, toutes les conversions étant réalisées à la volée à partir des échantillons stockés sans la base de données avec la résolution maximale (24 bits, 48 kHz).

De plus, un système d'*uploading* a été mis en place, permettant à l'utilisateur de charger ses propres sons sur le serveur en vue de traitements. Cependant, une incompatibilité du logiciel Microsoft Explorer dans sa version actuelle avec les formats de fichiers sur Macintosh ne permet pas encore l'envoi de fichiers à partir de cette plate-forme.

### **3.9 Analyse/synthèse du son**

Responsables : Xavier Rodet, équipe Analyse/Synthèse, Guillaume Ballet, équipe Studio en ligne  
Participant : Michèl Koenders

Le travail réalisé a principalement consisté à tester systématiquement le logiciel SVP, qui constitue la principale bibliothèque de traitement utilisée, et à effectuer les modifications requises pour corriger les défauts rencontrés et fiabiliser le fonctionnement du programme.

De plus, les paramètres issus de l'analyse additive sont maintenant accessibles à l'utilisateur par l'intermédiaire d'un fichier texte qui contient le descriptif de l'ensemble des partiels.

### **3.10 Contraction/étirement et filtrage temporel, transposition**

Responsables : Xavier Rodet, équipe Analyse/Synthèse, Guillaume Ballet, équipe Studio en ligne  
Participant : Michèl Koenders

Le travail réalisé portant sur le logiciel SVP, est décrit au paragraphe 3.9.

Le développement d'une nouvelle interface donnant accès à des paramètres variables dans le temps pour le filtrage multi-bandes, la transposition et la compression/expansion temporelle (voir 3.15) a nécessité des adaptations des commandes envoyées au serveur SVP.

### **3.11 Réverbération et audio 3D (spatialisation)**

Responsables : Olivier Warusfel , équipe Acoustique des Salles, Guillaume Ballet, équipe Studio en ligne  
Participant : Laurent Cerveau

Le travail réalisé a porté sur la finalisation de l'implantation dans le Spatialisateur de pré-réglages des paramètres de configuration associés à l'acoustique de salles de concert.

### **3.12 Morphing sonore**

Responsables : Xavier Rodet, équipe Analyse/Synthèse, Guillaume Ballet, équipe Studio en ligne  
Participants : Peter Hoffmann, Diemo Schwarz

Les travaux réalisés sur le logiciel SVP sont décrits aux paragraphes 3.9 et 3.10.

L'autre technique utilisée pour le morphing sonore étant basée sur la méthode additive, celle-ci a été améliorée par l'adjonction d'un système pour la gestion des enveloppes spectrales.

### 3.13 Synthèse vocale

Responsables : Xavier Rodet, équipe Analyse/Synthèse, Guillaume Ballet, équipe Studio en ligne

L'étude d'implantation d'un système de synthèse vocale, notamment autour des noyaux de synthèse Chant et Diphone, a été poursuivie, notamment par l'adaptation du format SDIF à ces formes de synthèse. Une telle réalisation n'a pas été possible dans les échéances du projet mais pourrait être envisagée pour la suite.

### 3.14 Synthèse par modèles physiques

Responsables : Xavier Rodet, équipe Analyse/Synthèse, Guillaume Ballet, équipe Studio en ligne

Des modèles simples d'interaction tels que la corde frottée ont été expérimentés dans l'environnement FTS et pourraient être intégrés à l'avenir au projet comme algorithmes élémentaires, dans la perspective d'une utilisation du serveur FTS fournissant une bibliothèque de traitement usuels.

### 3.15 Environnement utilisateur et interfaces audio

Responsable : Guillaume Ballet (équipe Studio en ligne)

Participants : Riccardo Borghesi, Peter Hoffmann

#### 3.15.1 Description fonctionnelle de la nouvelle interface d'utilisation

Une partie importante du travail réalisé en 1998 sur l'ensemble du projet a porté sur le développement d'une nouvelle interface d'utilisation, basée sur les classes Swing 1.03 de Java, et prenant en compte les retours et demandes des utilisateurs des versions précédentes.. Par rapport à l'austérité de l'AWT, ce nouveau " look and feel " permet l'ajout de menus, d'onglets, de bulles d'aide...etc. Mais de façon plus fondamentale il permet la portabilité sur les différentes plates-formes du marché, ce que l'AWT trop proche du système d'exploitation ne permettait pas. Les couleurs et les polices sont respectées, les boîtes de dialogue apparaissent de façon identique.

Toute l'applet est maintenant " resizable ", graphiques et " text field " s'ajustent automatiquement à la taille de la fenêtre du navigateur. Il faut cependant nuancer ce propos : seul Internet Explorer sur PC est à ce jour conforme à cette possibilité.

Les fonctionnalités les plus importantes ont été implémentées sous forme de raccourcis clavier. Des bulles d'aide peuvent être activées. Elles ne fonctionnent correctement que sur PC (cf. plates-formes).

De façon générale, la vitesse de réaction de l'Interface Homme Machine (IHM) a été optimisée dans ses moindres détails, ceci aussi bien dans le code de l'applet que dans la réécriture d'une partie du dialogue client/serveur.

La page HTML de garde (celle qui a pour charge le lancement de l'applet) contient, entre autres, un lien vers une page d'aide de configuration des clients (OS, navigateurs, " helpers ") et réseaux (" Firewalls ", routeurs filtrants). Elle contient aussi des statistiques sur les vitesses moyennes de téléchargement du code de l'applet et des sons de la base.

#### 3.15.1.1 Préférences

Le module du choix des préférences utilisateur a été complété par un compresseur statique agissant au niveau de la base. Cet ajout, demandé par les premiers utilisateurs, notamment à l'Ircam, permet de réduire à volonté la dynamique des sons dans leur ensemble. Le niveau de sortie est calculé en fonction d'une courbe de compression statique qui module l'intensité en fonction du niveau stocké dans la base. Ce dispositif permet donc de normaliser automatiquement les sons envoyés à l'utilisateur. Les valeurs de cette courbe peuvent être sauvegardées dans la base avec les préférences de l'utilisateur.

Le format " wave " a été ajouté aux divers formats déjà existants. Les valeurs possibles des taux d'échantillonnages ont été élargies. La fréquence 8 Khz peut maintenant être sélectionnée, ce qui peut s'avérer utile dans le cas de réseaux extrêmement lents.

Un double " dithering " additif est automatiquement effectué par les modules du serveur pour les sons délivrés en 8 bits.

Nous avons modifié les types " Mime " de pré-écoute et de téléchargement. Ceux ci s'ajustent maintenant automatiquement aux choix de format de pré-écoute, ce qui simplifie la configuration des " helpers " sur le poste client. Le type " Mime " de téléchargement a été fixé à " sol/save\_to\_disk " ce qui permet de contourner certains bugs des navigateurs et systèmes d'exploitation.

#### 3.15.1.2 Sélecteur

Ce module est certainement celui qui a subi le plus de modifications. Il permet la sélection des sons de la base de façon très conviviale et semi-automatique.

Une fonctionnalité d'auto-complétion des rubriques a été ajoutée ; cela signifie que lorsqu'il n'y a qu'un choix possible pour une rubrique, elle est automatiquement renseignée. Ceci fait gagner un temps précieux pour des sélections nombreuses.

Un " text field " a été ajouté. Il permet de restreindre l'affichage des items sélectionnables en se basant sur leurs premières lettres. Ceci est utile surtout pour les rubriques " modes de jeux " et " sous-catégories " qui comprennent un nombre important d'items.

L'interface et la logique applicative ont été modifiées de manière à pouvoir gérer les multiphoniques, qui par leur nature même sont composés de plusieurs notes et octaves (jusqu'à quatre).

L'utilisateur peut donc sélectionner un multiphonique par l'une des notes le composant. Ceci, de l'avis même des compositeurs approchés, n'existe nulle part ailleurs que dans " Studio Online ".

Les pistes sont maintenant gérées de façon identique aux autres rubriques, ce qui permet une uniformisation du mode de sélection des sons, ainsi qu'une réduction de la résolution nécessaire de l'écran.

Le plus important demeure la faculté de sélectionner en un seul " clic " jusqu'à 24 sons à ajouter au gestionnaire de sons. Cela permet, par exemple, de sélectionner une octave pleine (avec ses quarts de ton).

Un buffer conséquent a été ajouté. Il permet de réaliser des " undo / redo " multi- niveaux. Ceci permet à l'utilisateur de revenir à une configuration de sélection antérieure et éventuellement de repartir de cette configuration pour sélectionner un nouveau " set " de sons.

### 3.15.1.3 Gestionnaire de sons

Le gestionnaire de sons reste comme auparavant le lieu où les sons envoyés par l'utilisateur ou sélectionnés dans la base, apparaissent et peuvent être transformés.

Grâce à Swing, les sons sélectionnés sont visualisés sous forme d'arbre. Cela permet de comprendre d'un seul coup d'œil la hiérarchie des transformations issues d'un son racine. Cet arbre peut être parcouru avec les touches du clavier ou avec la souris pour sélectionner un ou plusieurs sons.

Ces sons peuvent alors être téléchargés en une seule fois sur le poste client, d'où un précieux gain de temps.

Le poids total des sons sélectionnés est visible dans l'interface. Ceci permet de ne pas lancer un téléchargement voué à l'échec car trop important.

Le client récupère une archive contenant les sons et autres " logs " et fichiers paramètres demandés ainsi qu'un fichier " README " contenant dans la langue " préférée " de l'utilisateur les correspondances entre les noms informatiques et les noms musicaux des sons.

Si un seul fichier est sélectionné, l'utilisateur peut alors passer dans les différents modules de transformation que nous nous attarderons à décrire plus loin dans ce rapport.

Dans le cas où le poids total des sons est supérieur à 10 Mo et inférieur à 600 Mo, l'utilisateur peut commander un cédérom à l'Ircam. Il lui suffit de cliquer sur le bouton " commander ", d'imprimer le formulaire HTML qui s'ouvre, de le compléter et de le faxer avec le montant indiqué (paiement par carte bancaire), ou bien de le poster (paiement par chèque). Il recevra alors par la poste le cédérom avec les sons sélectionnés.

Si la commande dépasse 600 Mo (plusieurs CD-ROM), et pour bénéficier des conditions de tarifs dégressifs offerts par l'Ircam, l'utilisateur devra commander les cédéroms un par un sans tenir compte des factures correspondantes, puis contacter l'Ircam pour obtenir un formulaire multi CD-ROM. Ce formulaire tiendra compte de la quantité totale des sons commandés pour établir le prix.

La commande de cédérom est limitée dans le temps à une semaine pleine. Cela signifie que si l'Ircam ne reçoit pas dans un délai de 8 jours le bon de commande avec acceptation des conditions de cession des sons, l'archive contenant la commande est automatiquement détruite.

L'utilisateur peut racheter ses propres sons, une fois transformés par les moteurs de calculs de l'Ircam.

Il faut noter que les sons du gestionnaire de sons ne sont pas persistants entre les différentes sessions utilisateur. Seuls sont persistants ceux téléchargés vers le serveur (et non pas ceux issus de transformations ou de la base de données).

Un quota de 20 Go est appliqué à l'utilisation des disques dévolus aux commandes de CD-ROM. Ce quota n'est pas nominatif ; il est général à tous les utilisateurs du système.

Cela implique, en cas de forte demande de CD-ROM, l'impossibilité de satisfaire une commande particulière (le bouton " commande " demeure grisé). Dans ce cas-là, il suffit de renouveler la commande quelques temps après.

Un quota de 300 Mo par utilisateur est appliqué à l'utilisation des disques. La place occupée sur les disques se répartit entre les sons téléchargés sur le serveur et les sons issus de transformations.

Enfin, un quota de 20 Mo par son est appliqué aux sons téléchargés vers le serveur.

#### 3.15.1.4 Traitements

Les traitements ne sont plus limités aux fichiers monophoniques. Ils peuvent de plus être chaînés, ce qui permet de réaliser de manière simple des traitements sophistiqués.

Tous les traitements peuvent être interrompus par l'utilisateur si celui-ci se rend compte de la non-pertinence ou de la trop longue durée des calculs lancés sur le serveur. Une indication d'avancement du calcul en cours apparaît dans l'interface.

L'interface de recherche par ressemblance est achevée. Elle permet de rechercher selon des critères psycho-acoustiques les sons se " rapprochant le plus " du son de référence (issu de la base de données). Elle est configurable par plusieurs commutateurs : sons entretenus ou non entretenus, nuance, hauteur. Ces commutateurs sont couplés par des " et " logiques.

L'utilisateur peut aussi spécifier les contraintes de recherche par l'intermédiaire de trois axes perceptifs : la brillance, la richesse et l'attaque. Ces axes comprennent trois positions chacun. Un memento coloré, basé sur les trois couleurs primaires en synthèse additive de la couleur, permet à deux compositeurs d'échanger facilement des informations de configuration. Le nombre des solutions recherchées est configurable jusqu'à 100 sons.

L'interface permettant de spatialiser des sons a été achevée. Elle permet à partir d'un fichier monophonique d'obtenir une image sonore, paramétrable par l'utilisateur, représentant le son comme si celui-ci avait été enregistré dans une salle particulière ou bien comme si la source sonore s'était déplacée en cours d'enregistrement.

Les serveurs correspondants sont basés sur le logiciel " temps réel " de l'Ircam, Faster Than Sound (FTS). Malgré tous les efforts entrepris, ce moteur n'a pas été porté sur le système d'exploitation du serveur dans les temps impartis par l'équipe concernée. Cet état des choses nous a finalement contraints à retirer de l'applet les modules de spatialisation. Cette intégration pourra être opérée dans le cadre d'une poursuite du projet

Le module de transposition, qui permet de changer la hauteur d'un son sans modifier sa durée, a été grandement amélioré en terme de fonctionnalités.

Il permet maintenant de définir des transpositions dépendantes du temps. L'utilisateur peut sous forme graphique et interactive définir une fonction discontinue par morceau (BPF), de longueur égale à la durée du son et comprenant un nombre quelconque de points. La seule limitation est l'intervalle de temps minimum entre deux points qui, pour des raisons liées à des contraintes du moteur de calcul, est d'un centième de seconde.

Un buffer permet de garder en mémoire un certain nombre de trajectoires. Celles-ci peuvent être appliquées à posteriori à d'autres sons de durée différente, la trajectoire s'adaptant alors

automatiquement. Ce mécanisme est accessible par le biais de " undo / redo " rappelant les courbes mémorisées.

Bien entendu la transposition " statique " sur un son est toujours possible.

Le module de dilatation et contraction suit exactement les mêmes principes que ceux du module de transposition.

Une indication précieuse est donnée à l'utilisateur : la durée estimée du son transformé. Ceci permet de ne pas lancer des calculs générant des fichiers gigantesques.

Le module de filtrage suit les mêmes principes en ce qui concerne l'édition des courbes. Il permet un filtrage multi-bandes, jusqu'à quatre simultanément, la variation au cours du temps des bornes de fréquence de chaque filtre étant rendue possible au moyen d'une interfaces à multi-BPF. L'échelle des fréquences comporte un " zoom " qui permet un ajustement fin des BPF entre 0 et 1 Khz. Il s'agit de filtrage passe-bande, mais la possibilité d'en définir plusieurs permet également un filtrage coupe-bande.

Enfin le module d'analyse et de synthèse additive génère maintenant les résultats de l'analyse sous forme de fichiers ASCII. Ceux-ci peuvent être récupérés par l'utilisateur. Le fichier décrivant l'évolution de la fréquence fondamentale du son ainsi que celui décrivant ses formants peuvent être utilisés par les compositeurs, informaticiens et scientifiques pour créer des sons artificiels qui dérivent du son initial. Pour cela, il faut programmer un moteur de transformation.

### 3.15.2 Plates-formes

Actuellement, le client de " Studio Online " fonctionne dans l' " applet viewer " (hormis les fonctionnalités basées sur l'API CGI), ainsi que dans les machines virtuelles Java (JVM) des navigateurs suivants :

Sur PC, il est nécessaire de disposer de Netscape Communicator 4.5 (ou ultérieur), ou bien d'Internet Explorer 4.01 (4.72.xxxx.xx) fourni en standard avec Windows 98.

Sur beaucoup de points, Internet Explorer est supérieur à Communicator en termes de rapidité et de richesse. Toutefois, Microsoft ayant perdu son procès face à Sun, il va devoir modifier les API de sa JVM pour les rendre conformes aux spécifications publiques du JDK. Ceci, paradoxalement, peut poser des problèmes à terme : Internet Explorer " nouvelle génération " restera-t-il compatible avec Studio Online ?

Sur Macintosh, Netscape Communicator n'est toujours pas compatible avec la version 1.1 du JDK. Ce navigateur reste donc inutilisable sur cette plate-forme. Un développement commun Apple/Netscape a été annoncé autour d'une version 5 à venir de Communicator qui résoudrait des problèmes de compatibilité avec les machines virtuelles sur Macintosh.

Nous avons d'ailleurs implémenté un test automatique qui avertit immédiatement l'utilisateur et interdit de facto l'usage de " Studio Online " sur les navigateurs non compatibles.

Internet Explorer est utilisable (dans sa version US, 4.01 alias 4.72.xxxx.xx) si on remplace la JVM de Microsoft (incluse en standard) par la MRJ 2.1 EA2, ou supérieure. Ceci est heureusement possible dans cette version d'Internet Explorer !

Il faut souligner que cette configuration est relativement instable en raison du mauvais portage d'IE sur Macintosh, ainsi que de la qualité " beta version " de la machine virtuelle utilisée. Un certain nombre de méthodes ne sont pas implantées (événements clavier, resize...). En outre, il demeure impossible de télécharger des sons sur le serveur à partir de ce navigateur (mauvaise gestion du système de fichiers par IE). Nous ne pouvons qu'espérer des versions futures de la MRJ et de IE qui corrigent ces bugs.

Sur terminal X, l'usage de Studio Online n'est pas possible avec Netscape Communicator qui ne supporte pas l'initialisation de la JVM dans cette configuration. Ce problème est indépendant de Studio Online ". Il se produit avec n'importe quelle applet.

Internet Explorer n'étant généralement pas porté sur Unix, nous n'avons pas d'alternative. Les convertisseurs D/A des terminaux X étant le plus souvent des convertisseurs 12 bits et ces terminaux étant dépourvus de disque dur, l'intérêt de " Studio Online " sur de tels systèmes est de toutes façons limité.

Sur station Unix, Netscape Communicator 4.5 est compatible avec Studio Online.

Nota bene :

La version du JDK 1.2 incorpore les JFC (ex Swing) utilisées dans Studio Online. Mais les navigateurs sont actuellement, dans le meilleur des cas, seulement " compatibles " avec le JDK 1.1. Ceci nous impose de devoir servir les classes Swing avec l'applet SOL. De même, et pour des problèmes de politique commerciale entre Inprise et Netscape, l'ORB incorporé dans Communicator 4.5 est obsolète (version 2.0.5). Nous devons donc aussi servir les classes de la version 3.2 de l'ORB utilisées par SOL. Ceci augmente fortement la taille de l'archive téléchargée par l'utilisateur (environ 3 Mo). Cela implique 15 minutes de téléchargement, avec une bonne connexion !

Cependant, à partir du deuxième téléchargement de l'applet, l'attente se réduit à une minute, les navigateurs modernes cachant les fichiers de classes sur le disque local.

### **3.16 Serveur de logiciels**

Les choix opérés sur l'architecture du système, notamment celui d'applets Java pour le client, ont privilégié la possibilité d'accès au serveur à partir de plate-formes multiples. Cette solution, basée sur le téléchargement des applications client en début de session, a été préférée à la réalisation de logiciels spécifiques résidant entièrement sur le client.

La possibilité pour l'utilisateur d'avoir accès à de multiples applications de traitement, à partir d'algorithmes couramment utilisés en création musicale et sonore, a été envisagée à l'aide du serveur FTS. Ceci paraît techniquement possible, mais le temps a manqué pour la conception de *patches* (algorithmes) adaptés et le déploiement d'un tel système. Ce développement est envisageable à l'avenir, avec éventuellement la possibilité pour l'utilisateur de programmer ses propres algorithmes à l'aide d'un éditeur de patches en Java en cours de finalisation dans l'équipe Système temps réel.

## *Phase 4 - Interconnexion*



### **3.17 Codage et compression en ligne**

Responsable : Guillaume Ballet (équipe Studio en ligne)

Participants : Peter Hoffmann, Riccardo Borghesi

Les premières utilisations de la base d'échantillons ont mis en évidence un problème dû à la différence de dynamique entre les sons de la base (24 bits, soit 144 dB théoriques) et le dispositif de restitution des postes client (16 bits, soit 96 dB théoriques au maximum en général). Ainsi, les sons très faibles de la base étaient-ils restitués avec une perte de dynamique sur le poste client. Pour y remédier, un système de compression statique à deux bandes a été développé, et ses paramètres sont accessibles à l'aide d'une nouvelle interface graphique (voir 3.15).

### **3.18 Facturation**

La première exploitation des services développés est prévue à partir de début 1999, sur la base d'un prix à la taille des sons commandés, dégressif pour les volumes importants. Pour remédier à la lenteur constatée sur l'Internet au téléchargement de sons, un dispositif permettant à l'utilisateur de commander un cédérom contenant un ensemble de sons qu'il a spécifiés, a été réalisé (voir 3.15.3). La transaction ne se déroulant donc pas entièrement sur l'Internet, la mise en place d'un système de facturation destiné à sécuriser la transaction d'achat n'était pas justifiée dans l'immédiat. Si la commercialisation du projet doit être étendue, notamment à des réseaux rapides, l'usage de systèmes de facturation ad-hoc, tels que C-SET, pourra alors être envisagé.

## Annexe 1 - liste des sigles et abréviations employés

ACID	Atomic, Consistent, Isolated and Durable (Transactions)
AIFC	Audio Interchange Format Compressed
API	Application Programming Interface
ASCII	American Standard Code for Information Interchange
AWT	Abstract Windowing Toolkit
BPF	Break Point Function
CGI	Common Gateway Interface
CORBA	Common Object Request Broker Architecture
CPU	Central Processing Unit
D/A	Digital to Analog
DLL	Dynamic Link Library
FS	File System
FTS	Faster Than Sound
Gkp	GateKeeper
HD	Hard Disk
HTTP	Hyper Text Transport Protocol
IDL	Interface Definition Language
IE	Internet Explorer
IHM	Interface Homme Machine
IIOB	Internet Inter ORB Protocol
IPC	InterProcess Communications
JDBC	Java DataBase Connectivity
JDK	Java Development Kit
JFC	Java Fondation Class
JMF	Java Media FrameWork
JVM	Java Virtual Machine
MIME	Multipurpose Internet Mail Extensions
MRJ	Mac OS Runtime for Java
MTBF	Mean Time Between Failures
OCI	Oracle Call Interface

ORB	Object Request Broker
OS	Operating System
PC	Personal Computer
PL/SQL	Procedural Language / Structured Query Language
RAID	Redundant Arrays of Independant Disks
SOL	Studio Online
SSM	Session Manager (un des serveur de SOL)
TCP	Transmission Control Protocole
URL	Uniform Resource Location
W3	World Wide Web

## Annexe 2 - copies d'écrans

Menu principal Editer Gestion des sons Aide

*IRCAM Studio en Ligne III*

english

**Bienvenue à Studio en Ligne!**

Si vous utilisez déjà Studio En Ligne,  
entrez votre nom et mot de passe, S.V.P.  
Si vous êtes nouvel utilisateur, choisissez un nom  
(max. 32 char.) et un mot de passe (max. 8 char.).

AVERTISSEMENT pour les utilisateurs de Macintosh:  
Il vous faut cliquer sur le fond d'écran  
du 'finder' avant de cliquer sur le login.  
(N'attendez pas le curseur normal de la souris!)

Nom:

Mot de passe:

login

Menu principal Editer Gestion des sons Aide

Base de sons Rechercher Gestion des sons **Préférences**

Format du son Compression

Format de l'écoute préalable

SoundFormat:

- AIFF
- AIFC (non-compressed)
- IRCAM
- WAV

SampleTypes:

- 8-bit
- 16-bit
- 24-bit

SamplingRate in Hz:

- 0000
- 16000
- 11025
- 22050
- 32000
- 44100
- 48000

Preserve format of uploaded sounds.

Format de téléchargement

SoundFormat:

- AIFF
- AIFC (non-compressed)
- IRCAM
- WAV

SampleTypes:

- 8-bit
- 16-bit
- 24-bit

SamplingRate in Hz:

- 0000
- 16000
- 11025
- 22050
- 32000
- 44100
- 48000

Preserve format of uploaded sounds.

Langage

english

français

Type Mime de 'preview'

audio/x-aiff

Type Mime de téléchargement

application/octet-stream

enregistrer

défaut

Menu principal Editer Gestion des sons Aide

Base de sons Rechercher Gestion des sons **Préférences**

Format du son Compression

Compression: cliquer dans le diagramme pour seuil et amplification

Seuil

(X,Y) (dB): -100,23 -60,36

Amplification max.

(dB): 39,87

enregistrer annuler

Niveau delivré à l'utilisateur

Niveau stocké dans la base

Menu principal   Editer   **Gestion des sons**   Aide

Base de sons   **Gestion des sons**   Préférences   Rechercher

Liste de sons   Transformer

**Sons**   poids de téléchargement des entrées sélectionnées: 1 325 57

- Sons de la base
  - hautbois, multiphoniques, forte, do #, 4, fa #, 5, si bémol, 3, Stéréo: 7.514583 sec (1 325 572 octets)
  - harpe, pizzicato Bartók, fortissimo, mi bécarré, 2, Stéréo - gauche
    - harpe, pizzicato Bartók, fortissimo, mi bécarré, 2, Stéréo - gauche: 34.33673 sec (3 028 499 octets)
    - Dilation
      - Paramètres: harpe, pizzicato Bartók, fortissimo, mi bécarré, 2, Stéréo - gauche (118 octets)
      - Messages de Log: harpe, pizzicato Bartók, fortissimo, mi bécarré, 2, Stéréo - gauche (153 octets)
      - Facteur=0.1: harpe, pizzicato Bartók, fortissimo, mi bécarré, 2, Stéréo - gauche: 2.737854 sec (241 478 octets)
    - violoncelle, tremolando, corde de sol, mezzo forte, do bécarré, 2, Stéréo - gauche: 7.791917 sec (687 247 octets)
  - tuba basse (fa), chante et joue à l'unisson, mezzo forte, mi bécarré, 3, Stéréo - gauche
    - tuba basse (fa), chante et joue à l'unisson, mezzo forte, mi bécarré, 3, Stéréo - gauche: 3.398937 sec (299 786 octets)
    - Transposition
      - Paramètres: tuba basse (fa), chante et joue à l'unisson, mezzo forte, mi bécarré, 3, Stéréo - gauche (396 octets)
      - Messages de Log: tuba basse (fa), chante et joue à l'unisson, mezzo forte, mi bécarré, 3, Stéréo - gauche (228 octets)
      - Cents=<paramètre dépendant du temps>: tuba basse (fa), chante et joue à l'unisson, mezzo forte, mi bécarré, 3, Stéréo - gauche (228 octets)
- Sons de l'utilisateur

◀

       

**Erreur lors de la requête du traitement!**

Menu principal **Editer** Gestion des sons Aide

Base de sons **Gestion des sons** Préférences

<b>instrument</b>	harpe	effacer
<b>mode de jeu</b>		effacer
<b>sous-catégorie</b>		effacer
<b>corde/registre</b>		effacer
<b>dynamique</b>	mezzo forte	effacer
<b>note</b>		effacer
<b>octave</b>		effacer
<b>note 2</b>	aucune	effacer
<b>octave 2</b>	aucune	effacer
<b>note 3</b>	aucune	effacer
<b>octave 3</b>	aucune	effacer
<b>note 4</b>	aucune	effacer
<b>octave 4</b>	aucune	effacer
<b>index</b>		effacer
<b>microphone</b>	Stéréo	effacer

**Paramètres sonores disponibles**

- jeu normal
- près de la table
- près des chevilles
- près de la table avec l'ongle
- tremolo de bisbigliando
- bisbigliando avec baguette
- sons étouffés
- doigté harmonique
- glissando lent
- glissando ascendant avec une tige
- glissando descendant avec une tige
- glissando avec ongle
- glissando près de la table
- double glissando
- frappe le corps de l'instrument
- corde frappée avec baguette
- cluster

rechercher:

**Selection courante**

ajouter écouter tout effacer

Menu principal **Editer** Gestion des sons Aide

Base de sons **Rechercher** Gestion des sons Préférences

### Recherche par similarité psychoacoustique

**Ensemble de recherche**

Distinction entre tenu/percussif

**Options**

Intensité

Hauteur

**Critères perceptifs**

Brillance

Richesse

Attaque

moins normal plus

1. [dist=2.0410642623901367] alto, sul ponticello - tremolo, corde de la, mezzo forte, si bémol, 4, Mono (proche)

2. [dist=2.084853172302246] violon, jeu normal, corde de mi, pianissimo, si bémol, 4, Mono (proche)

3. [dist=2.810892105102539] violon, harmonique artificielle, corde de ré, mezzo forte, si bémol, 5, Mono (proche)

4. [dist=3.2842094898223877] violon, harmonique artificielle, corde de ré, mezzo forte, re bémol, 6, Mono (proche)

5. [dist=3.426635980606079] alto, sul ponticello, corde de la, mezzo forte, si bémol, 3, Mono (proche)

6. [dist=3.467134952545166] violon, trille - seconde majeure, corde de la, mezzo forte, mi bémol, 4, Mono (proche)

7. [dist=3.4848814010620117] violon, jeu normal, corde de mi, pianissimo, do #, 5, Mono (proche)

8. [dist=3.819260358810425] violon, jeu normal, corde de mi, pianissimo, sol bémol, 4, Mono (proche)

9. [dist=3.9227843284606934] violon, sul ponticello - tremolo, corde de la, mezzo forte, mi bémol, 4, Mono (proche)

10. [dist=4.473267555236816] violon, sourdine, sourdine normale, corde de la, mezzo forte, sol bémol, 4, Mono (proche)

écouter original

écouter trouvé

ajouter

rechercher

maximum

violon, sul ponticello - tremolo, corde de la, mezzo forte, re bémol, 4, Mono (proche)

**10 sons trouvés!**

Menu principal Editer Gestion des sons Aide

Base de sons Rechercher **Gestion des sons** Préférences

Liste de sons **Transformer**

Transposition **Dilatation** Synth. additive Filtrage Spatialiser

### Dilatation / Contraction

Paramètres

Facteur  éditer

constante  dépendante du temps

**calculer**

saxophone alto (mib), flatterzunge, mezzo forte, mi bémol, 4, Stéréo

Menu principal Editer Gestion des sons Aide

Base de sons Rechercher **Gestion des sons** Préférences

Liste de sons **Transformer**

Transposition Dilatation **Synth. additive** Filtrage Spatialiser

### Analyse / Resynthèse additive

**calculer**

saxophone alto (mib), flatterzunge, mezzo forte, mi bémol, 4, Stéréo



Menu principal Editer Gestion des sons Aide

Base de sons Rechercher **Gestion des sons** Préférences

Liste de sons **Transformer**

Transposition Dilatation Synth. additive Filtrage Spatialiser

### Transposition

Paramètres

Cents

0 éditer

constante  dépendante du temps

calculer

saxophone alto (mib), flatterzunge, mezzo forte, mi bémol, 4, Stéréo

Menu principal Editer Gestion des sons Aide

Base de sons **Gestion des sons** Préférences Rechercher

Liste de sons **Transformer**

Transposition Dilatation Synth. additive Filtrage Spatialiser

### Transposition: Courbe de paramètre

Coord. (t, y): 1,81 1502 restaurer enregistrer fermer offset:

hautbois, multiphoniques, forte, do ♯, 4, fa ♯, 5, si bémol, 3, Stéréo

Menu principal Editer Gestion des sons Aide

Base de sons Rechercher **Gestion des sons** Préférences

Liste de sons **Transformer**

Transposition Dilatation Synth. additive **Filtrage** Spatialiser

### Filtrage passe-bande

Paramètres

Nombre de bandes de filtrage **4 bandes**

Bande num.1	Bande num.2	Bande num.3	Bande num.4
min frequency 200.0	min frequency 2000.0	min frequency 5000.0	min frequency 10000.0
max frequency 1000.0	max frequency 4000.0	max frequency 9000.0	max frequency 14000.0

**éditer**

constante  dépendante du temps

**calculer**

saxophone alto (mib), flatterzunge, mezzo forte, mi bémol, 4, Stéréo

