



## Préambule

Ce guide est une introduction aux concepts de base de la mesure avec Smaart® v7.

Il constitue un excellent point de départ pour le lecteur soucieux de se familiariser avec les mesures multiples monocanales ou bicanales<sup>1</sup> et aux possibilités que celles ci peuvent lui offrir.

Il fournit également des informations concernant les modes opératoires relatifs aux différentes procédures.

Quelle que soit votre expérience des versions antérieures de Smaart (ou d'autres logiciels de mesure), nous vous conseillons de consacrer le temps nécessaire à la lecture et à la compréhension de ce document qui décrit de façon détaillée la nouvelle méthodologie de configuration utilisée avec Smaart v7.

Ce guide s'adresse à un public maîtrisant les fondamentaux de l'audio professionnel et déjà initié à la mise en œuvre et à l'alignement des systèmes de diffusion. Pour permettre au lecteur d'approfondir certains des concepts abordés ici, une liste de livres et ressources dont nous vous recommandons la lecture est fournie à la toute fin de ce document.

## Avertissements

Rational Acoustics LLC ne peut être tenu pour responsable d'éventuels dommages qu'une utilisation incorrecte de ses produits pourrait occasionner aux équipements.

Avant d'effectuer toute mesure telle que décrite dans cet ouvrage, Il est indispensable de maîtriser le raccordement des éléments de la chaîne du signal, et ce dans le respect des conventions de câblage, des rapports d'impédance, et des sensibilités d'entrée et sortie de chacun des éléments qui la compose.

---

<sup>1</sup> *Bicanales : adj fém plur ; Néologisme macduckien signifiant « avec deux canaux » !*



# Table des matières

<b>Préambule</b> .....	<b>2</b>
<b>Avertissements</b> .....	<b>2</b>
<b>Démarrage: chargement du logiciel et obtention d'une licence</b> .....	<b>6</b>
Configuration matérielle recommandée .....	6
Enregistrer le logiciel .....	6
<b>Concepts fondamentaux</b> .....	<b>7</b>
Mesure monocanale ou bicanale? .....	7
Analyse dans le domaine temporel et fréquentiel .....	8
FFT .....	9
Une architecture orientée objet .....	10
<b>Configurer Smaart v7 pour les mesures</b> .....	<b>10</b>
Configuration des entrées / sorties audio .....	11
Configuration des groupes de mesure .....	12
<b>L'interface graphique utilisateur (GUI)</b> .....	<b>13</b>
Modes opératoires .....	13
Survol de l'interface graphique utilisateur .....	13
Navigation .....	15
<b>Mesures de spectre</b> .....	<b>16</b>
Commandes .....	16
RTA .....	17
Spectrographe .....	17
Exemples d'applications .....	18
<b>Mesure de la fonction de transfert</b> .....	<b>21</b>
L'amplitude .....	22
La phase .....	22
La cohérence .....	23
Commandes .....	23
Réponse impulsionnelle en temps réel (Live IR) .....	24
Locateur de délai / suivi du délai .....	25
Exemples d'applications: égaliser un système de diffusion .....	25
<b>Gestion des données</b> .....	<b>27</b>
<b>Mesures de réponse impulsionnelle</b> .....	<b>28</b>
Commandes .....	28
Vues Log/Lin/ETC .....	30
Vue dans le domaine fréquentiel .....	30
Réponse impulsionnelle, mode spectrographe .....	31
<b>Appendice</b> .....	<b>32</b>
Raccourcis clavier .....	32
Où trouver des réponses à vos questions? .....	33
Lectures recommandées .....	33

## Démarrage: chargement du logiciel et obtention d'une licence

L'installation de Smaart 7 sur votre ordinateur est très conventionnelle. Il vous suffit soit de lancer l'installateur « setup » (Windows OS), soit d'ouvrir l'image disque « dmg » puis glisser l'icône Smaart v7 dans votre dossier « applications » (Mac OSX).

## Configuration matérielle recommandée

Smaart v7 est capable de fonctionner correctement avec une très large gamme d'ordinateurs du commerce. Toutefois, et afin de bénéficier de toute la puissance qu'offre la procédure de mesures multiples, nous vous recommandons pour toute nouvelle installation la configuration minimum suivante :

### Windows®

**Système d'exploitation:** Microsoft XP, Vista ou Windows 7 (32 & 64 bit)

**CPU:** Processeur Intel Dual Core 2 GHz ou plus rapide (ou compatible)

**RAM:** 2 GB ou plus

**Vidéo:** processeur graphique avec 128 M de RAM dédiés à la vidéo, affichage minimum 1024 x 600 pixels

**Carte son:** Interface audio avec pilote wav/wdm/mme, ASIO compatible avec la version de l'OS utilisée.

### Macintosh

**Système d'exploitation:** Mac OSX 10.5 or 10.6 (Léopard et Snow Léopard)

**CPU:** Processeur Intel Dual Core 2 GHz ou plus rapide

**RAM:** 2 GB ou plus

**Vidéo:** processeur graphique avec 128 M de RAM dédiés à la vidéo, affichage minimum 1024 x 600 pixels

**Carte son:** Interface audio compatible avec pilotes Core Audio et la version de l'OS utilisée

## Enregistrer le logiciel

Une fois l'installation effectuée, le premier événement qui suit le lancement initial du logiciel est l'apparition de sa fenêtre d'activation. Celle-ci affiche le code d'identification à 10 chiffres propre à votre machine « **Machine ID** » et la demande de votre code d'Activation pour finaliser l'installation. Ce dernier (comme le code PIC de la version 5) ne peut fonctionner qu'avec le code unique qui identifie votre ordinateur.

Si votre ordinateur est relié à internet au moment de l'installation, vous pouvez opter pour la procédure d'activation en ligne immédiate « **Activate Online Now** ».

Si la machine sur laquelle vous installez Smaart n'est pas connectée à internet, il vous est quand même possible via un autre ordinateur raccordé d'obtenir votre code d'activation auprès de <http://my.RationalAcoustics.com>.

Dans tous les cas, il est nécessaire que vous entriez votre numéro de licence (à 20 caractères hexadécimaux XXXXX – XXXXX – XXXXX – XXXXX) ainsi que le mot de passe du compte utilisateur sur lequel celle-ci a été enregistrée.

Si votre licence Smaart v7 n'a pas encore été enregistrée sur un compte utilisateur vous devrez, soit créer un nouveau compte avec mot de passe, soit choisir un compte existant (par exemple celui de votre licence SmaartLive V6).

Chaque licence permet d'effectuer deux installations du logiciel. Les utilisateurs qui souhaitent acquérir d'autres autorisations d'installation doivent contacter Rational Acoustics ou l'un de ses distributeurs agréés.<sup>2 3</sup>

<sup>2</sup> En cas de difficulté concernant la procédure d'installation, veuillez consulter le document « Installer et activer Smaart V7 » disponible sur le site de [rational acoustics.fr](http://www.rationalacoustics.fr).

<sup>3</sup> La licence de Smaart est accordée à un seul utilisateur défini en tant que personne physique ou morale (société).

## Concepts fondamentaux

Pour certaines applications, Smaart v7 peut réclamer à son utilisateur un haut niveau de compréhension des procédures liées à la mesure et au réglage des systèmes audio professionnels. Les détailler ici de manière exhaustive va bien au-delà des objectifs de ce guide. Toutefois, les différents thèmes abordés dans ces lignes mettent en lumière un certain nombre de concepts fondamentaux indispensables à la compréhension du logiciel et de ses applicatifs. Pour permettre au lecteur d'approfondir ces concepts, un appendice en fin de ce manuel répertorie les ouvrages de référence qui, de notre point de vue, y répondent avec le plus de pertinence.

### Mesure monocanale ou bicanale?

Par essence, Smaart réalise deux types de mesure bien distincts: le type « monocanal » (analyse d'un signal) et le type « bicanal » (analyse d'une réponse de système).

La mesure monocanale traite des datas captées en un seul point de la chaîne du système. Ce type de mesure peut être décrit par l'expression « analyse de signal ». Cette procédure permet d'évaluer des caractéristiques telles le niveau du signal et son contenu fréquentiel. Les datas sont affichées dans Smaart en tant que mesure de spectre (RTA, Spectrographe) ou de pression sonore (SPL). En mesure monocanale, l'opérateur acquiert un signal issu d'une sonde électrique (par exemple à partir d'un Y) ou acoustique (un micro de mesure). L'analyse du signal s'opère directement. Cette méthode fournit des valeurs absolues et permet de répondre aux questions suivantes : « quelle quantité d'énergie possède le signal à 1kHz ? », « quelle est donc cette fréquence ? » ou encore « quelle est la valeur du niveau sonore pour cette place de l'auditoire ? »

La mesure bicanale compare deux signaux afin d'étudier la relation qui les lie. Avec Smaart, c'est le signal d'entrée du système "**reference**" qui est comparé au signal de sortie "**measure**" du système en test. Cette procédure permet d'étudier les modifications apportées au signal par le système. Ce type de mesure peut être décrit par l'expression "analyse de la réponse du système". Avec Smaart, nous utilisons la méthode bicanale pour à la fois mesurer la réponse en fréquence du système (fonction de transfert) et également la réponse impulsionnelle. La mesure bicanale fournit une mesure relative (sortie / entrée du système en test) et permet de répondre à ce type de questions: "quelle est la fréquence de croisement du filtre de répartition?", "quelle est la valeur du gain, de l'atténuation?" ou bien encore "quelle est la valeur du temps de propagation de l'enceinte au micro?".

Les deux types de mesures, monocanale ou bicanale, sont pour l'ingénieur système des outils extrêmement puissants à condition de les utiliser dans leur domaine d'application adéquat.

Bien trop souvent, concernant l'utilisation d'un analyseur, de mauvaises décisions de la part de l'opérateur sont la conséquence d'une certaine confusion entre les deux types de mesure.

Les mesures effectuées avec Smaart v7 débutent par une étape dite de configuration des groupes. C'est lors de celle-ci qu'on indique à Smaart le type de mesure à utiliser, monocanale pour le signal, ou bicanale pour la réponse du système.

---

Toute installation concernant une licence donnée doit être effectuée sur des ordinateurs propriétés de cet utilisateur.

## Analyse dans le domaine temporel et fréquentiel

Afin de mettre à profit toute la puissance de notre plateforme de mesure, il est nécessaire de bien appréhender les points forts d'une analyse effectuée soit dans le domaine temporel, soit dans le domaine fréquentiel. Pour répondre à une problématique d'alignement, pouvoir disposer de ces deux modes de représentation est extrêmement utile, que ce soit dans le cadre de l'analyse d'un signal ou de la réponse d'un système. Chacun des principaux modes de fonctionnement de Smart v7 (analyse en temps réel et réponse impulsionnelle) possède sa représentation aussi bien dans le domaine fréquentiel que temporel.

L'analyse dans le domaine temporel fait référence à l'examen du signal et de la réponse du système au fil du temps. La représentation d'un signal dans le domaine temporel (amplitude en fonction du temps) est appelée "forme d'onde". Cette représentation est coutumière du domaine du montage son utilisant des stations audionumériques. Concernant nos applications d'ingénierie, la représentation de la réponse du système dans le domaine temporel (réponse impulsionnelle) permet de déterminer le temps de propagation du signal à travers le système et d'analyser les arrivées retardées de ce même signal (réflexions, échos, réverbération).

L'analyse dans le domaine fréquentiel fait référence à l'examen du signal et de la réponse du système en fonction de la fréquence. La représentation d'un signal dans le domaine fréquentiel (amplitude en fonction de la fréquence) est appelée spectre. Elle est fort utile pour surveiller la balance tonale ou évaluer la fréquence d'une réaction acoustique. La représentation de la réponse du système dans le domaine fréquentiel (fonction de transfert ou réponse en fréquence) est la mieux adaptée pour observer la réponse tonale du système et sa réponse en phase (en temps).

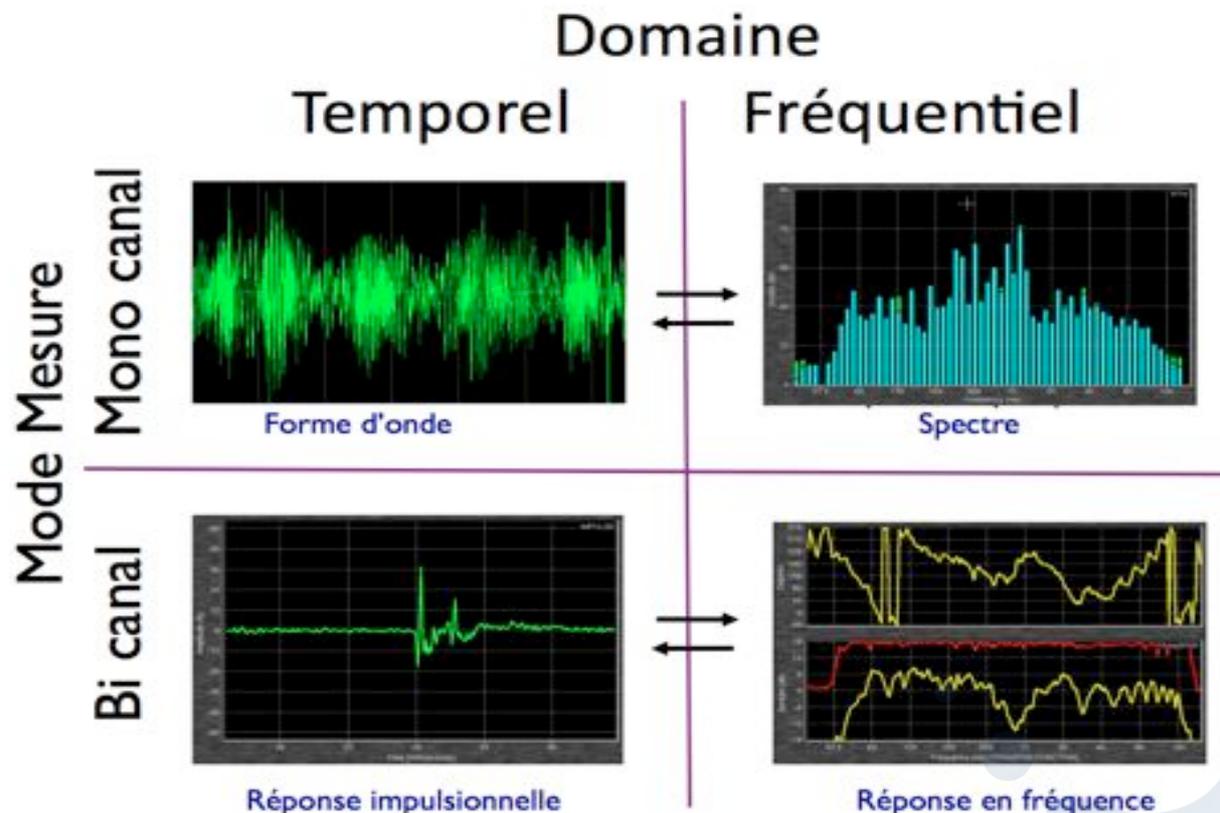


Figure 1: Mesure mono ou bicanale dans les domaines temporel et fréquentiel

L'exemple de la figure 1 illustre l'intérêt d'une mesure affichée à la fois dans le domaine temporel et dans le domaine fréquentiel.

La réponse en fréquence y présente une série de creux et de pics espacés de manière linéaire. Cette ondulation spécifique appelée filtrage en peigne est un phénomène dont la cause est clairement analysable dans le domaine temporel où la réponse impulsionnelle met en évidence un écho franc survenant quelques millisecondes après le son direct.

### FFT

Smaart utilise la transformée de Fourier rapide (FFT) et la transformée de Fourier inverse (IFT) pour transférer des données du domaine fréquentiel au domaine temporel et inversement. La FFT ne prend en compte qu'une portion limitée dans le temps de la forme d'onde pour en extraire le contenu fréquentiel.

Même si une compréhension rigoureuse du processus mathématique utilisé par la FFT n'est pas nécessaire pour faire fonctionner Smaart, il est utile d'apprécier la relation remarquable qui lie les performances des deux domaines d'analyse.

La résolution en fréquence de la mesure est inversement proportionnelle à la constante de temps ( $FR = 1/TC$ ). En d'autre terme, pour accroître la résolution du spectre fréquentiel, il est indispensable d'augmenter la durée de la portion de signal prise en compte.

Il convient de noter ici que Smaart v7 utilise un paramétrage de FFT particulier appelé MTW (Multi Time Window). Au lieu d'utiliser une seule FFT de longueur fixe, MTW utilise de multiples FFT, d'une longueur décroissante lorsque la fréquence augmente. L'efficacité du processus permet d'afficher une fonction de transfert possédant au-dessus de 60 Hz une résolution homogène plus fine que le 48ème d'octave ainsi qu'une fonction de cohérence de plus en plus sensible dans les aigus pour les réflexions tardives.

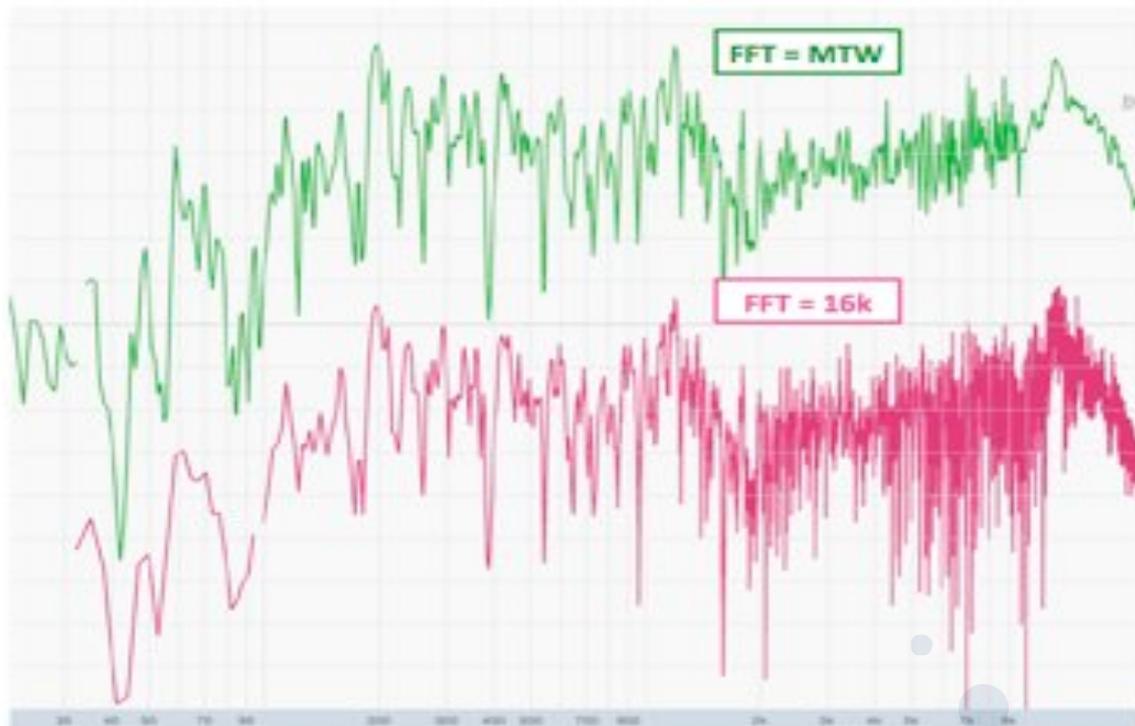


Figure 2: Fonctions de transfert MTW et FFT 16K unique

La figure 2 compare la même mesure de FFT réalisée d'une part en mode MTW et d'autre part en mode FFT unique de 16K. On peut noter que la FFT "MTW" présente une meilleure résolution dans le grave et que la FFT "16K", une résolution excessive dans l'aigu.<sup>4</sup>

## Une architecture orientée objet

La puissance de la nouvelle plateforme Smaart v7 est due à l'architecture de son programme orienté objet. En effet, le logiciel est constitué de nombreux modules de code informatique dénommés "objets", qui fonctionnent de manière individuelle et se gèrent de façon interdépendante. Ainsi, l'acquisition des données est assurée par les objets "module d'entrée" ; les mesures sont gérées par les objets "spectre" (mesure monocanale) et "réponse" (mesure bicanale). Les graphes ainsi que l'interface graphique utilisateur (GUI) possèdent également leurs propres objets spécifiques.

Cette architecture permet de créer un environnement de mesure qui peut s'adapter aisément aux besoins de l'utilisateur. Ainsi, il est possible de lancer simultanément autant de mesures de spectres et de réponses du système que l'ordinateur et son système d'entrées sorties le permettent.

Cela signifie également que les tracés des mesures sont des objets indépendants des données qu'ils représentent. Pour l'utilisateur, l'avantage immédiat est de pouvoir modifier les paramètres d'affichage à la volée (lissage, largeur de bande, gamme du spectrographe, seuil d'affichage de la cohérence, couleur des courbes) sans que le logiciel n'ait à recalculer les données pour les nouveaux paramètres d'affichage.

## Configurer Smaart v7 pour les mesures

Avec Smaart v7, le processus de mesure commence par la configuration des mesures monocanales (spectre) et bicanales (réponse). Ce paragraphe détaille le processus et les fonctions impliquées dans la configuration du logiciel.

A la différence des versions précédentes qui ne supportaient qu'une carte son à deux entrées, Smaart v7 permet d'utiliser simultanément plusieurs interfaces audio, chacune d'entre elles pouvant intégrer de multiples canaux d'entrées et de sorties. Smaart v7 ne pouvant présumer du nombre d'entrées et de sorties dont aura besoin son premier utilisateur, il propose par défaut une configuration totalement vierge dont le paramétrage originel est confié à l'opérateur lors de son premier lancement.

Cependant une fois cette tâche réalisée, Smaart, à son extinction, retient pour les prochaines sessions de mesure la configuration programmée<sup>5</sup>. Smaart v7 peut acquérir des signaux à partir de n'importe quelle interface reconnue par le système d'exploitation de votre ordinateur et compatible ASIO, CoreAudio ou wav.

De fait, il est possible de traiter plusieurs signaux à partir de multiples sources et ce simultanément<sup>6</sup>.

---

<sup>4</sup> Pour plus d'informations sur la FFT, veuillez consulter le document SmaartLive® TechNote "FFT Fundamentals" qui traite de ce sujet en profondeur.

<sup>5</sup> Dans le cas de la version de démonstration, la configuration de mesure n'est pas retenue lors d'une fermeture de session. Elle doit donc être reconstruite à chaque lancement du logiciel.

<sup>6</sup> Avec l'ASIO, un seul périphérique de ce type est utilisable à la fois.

Au démarrage de Smart v7, le logo ci-contre apparaît. C'est pendant l'affichage de cette fenêtre d'attente qu'en tâche de fond se construit la liste des interfaces compatibles. Une fois l'une d'entre elles découverte, elle est accréditée dans une liste de sélection et reste mémorisée afin d'être rapidement utilisable lors de futurs démarrages, que cette interface soit ou non raccordée au moment du lancement de Smart<sup>7</sup>.



### Configuration des entrées / sorties audio

Même si ce n'est pas une tâche prioritaire, l'utilisateur peut configurer le système d'entrée - sortie au moyen de la boîte de dialogue "audio I/O".

Les paramètres concernés sont : la sélection de la fréquence d'échantillonnage, le choix de la quantification, et la labellisation personnalisée des interfaces audio et des canaux d'entrée / sortie. Cette dernière procédure facilite l'identification des différents signaux.

La boîte de dialogue est accessible à partir du menu déroulant "Options" ou encore du raccourci clavier [Alt + A].

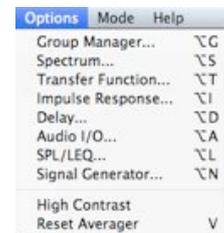


Figure 3: Menu Options

### Boîte de dialogue Audio I/O

- Sélection de l'interface audio des entrées via la liste "Device"
- Personnalisation des labels de l'interface audio et des entrées

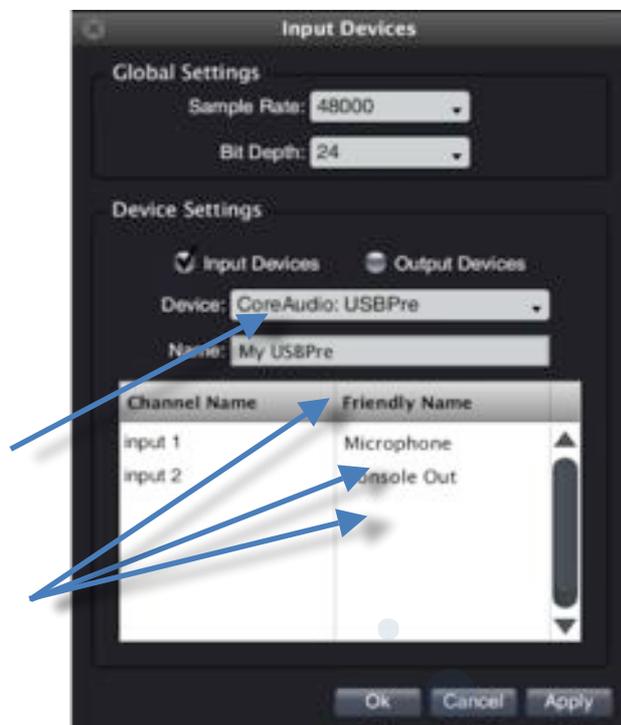


Figure 4: Options Audio I/O

<sup>7</sup> Alors qu'un dispositif E / S peut apparaître dans la liste Smart des interfaces configurables, il doit être connecté à l'ordinateur au moment du démarrage pour être accessible lors de l'exécution du programme.

## Configuration des groupes de mesure

Pour effectuer des mesures avec Smart v7, l'utilisateur doit construire sa configuration de mesure. Souvenez-vous qu'à l'inverse des versions précédentes où la topologie était nécessairement fixe, Smart v7 permet maintenant de configurer autant de mesures monocanales (pour l'analyse spectrale) ou bicanales (pour la réponse FFT) que le système le permet. Mieux encore, ces mesures peuvent être menées soit individuellement, soit simultanément, en fonction des besoins de l'opérateur.

Afin de structurer et gérer les différentes configurations, il convient d'organiser les topologies matérielles des entrées en "Groupes Spectre" et "Groupes Réponse".

La configuration des groupes de mesure se fait par la boîte de dialogue "Group manager" accessible à partir du menu déroulant "Options" ou le raccourci clavier [Alt + G] ou bien encore le bouton dédié.

A l'aide de la boîte de dialogue "Group manager", un utilisateur définit ses objets et les organise en groupes.

La partie gauche de la boîte est dédiée à l'arborescence des mesures. C'est ici que l'on visualise, crée, copie, supprime des groupes "spectre" et des groupes "réponse", et que l'on observe les configurations des mesures individuelles attribuées à chacun d'entre eux.

Cet arbre agit également comme navigateur et permet en le dépliant d'accéder directement à un groupe et à ses onglets.

Une fois qu'un groupe a été créé, l'utilisateur peut le sélectionner dans l'arborescence et ajouter une nouvelle mesure en cliquant sur le bouton "New input" pour une mesure RTA ou "new pair" pour une réponse.



Figure 5: Bouton Group Manager

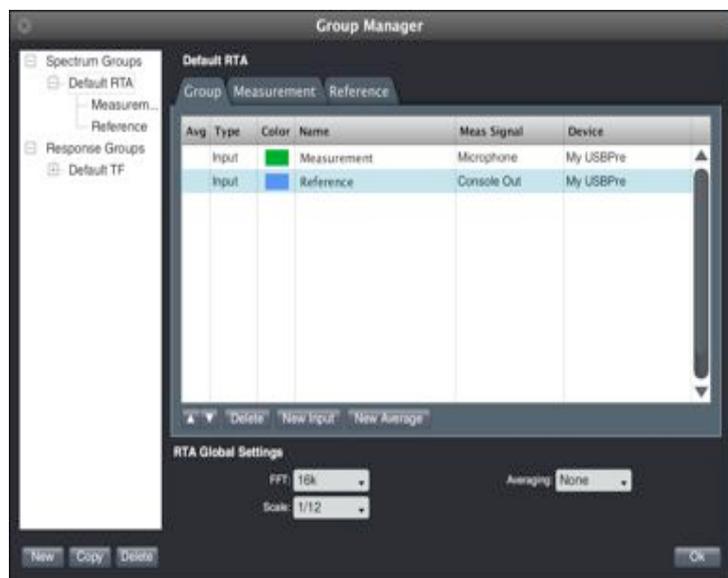


Figure 6: Le gestionnaire de groupe est une interface puissante pour configurer, contrôler et adapter notre système de mesure.



Figure 7: le bouton « new input » crée un nouvel objet de mesure monocanale



Figure 8: le bouton « new pair » crée un nouvel objet de mesure bicanale

Lors de la configuration d'une nouvelle mesure de signal dans un groupe "spectre", l'utilisateur doit sélectionner l'interface audio puis l'entrée à exploiter.

Lors de la configuration d'une nouvelle mesure de système dans un groupe "réponse", l'utilisateur doit sélectionner l'interface puis une entrée pour la mesure et une autre pour la référence. Dans chaque cas, le menu déroulant affiche les noms personnalisés que l'utilisateur aura préalablement attribués<sup>8</sup>.

A partir de l'onglet d'affichage du gestionnaire de groupes, l'utilisateur peut organiser chaque groupe de mesure, ajuster l'ordre dans lequel chacun d'entre eux apparaîtra dans le tableau principal, sélectionner le canal d'entrée, établir ou modifier le nom et la couleur de chaque tracé, et enfin configurer via le bouton "**new average**" des mesures de moyenne en temps réel.



Figure 9: Onglet du gestionnaire de groupe montrant le paramétrage de la moyenne en temps réel

Chaque objet de mesure configuré dans la boîte de dialogue du Gestionnaire de groupe est par lui-même un moteur de mesure complet de Smart, chacun avec son jeu personnel de paramètres à configurer.

Pour réaliser cette tâche, chaque objet dans le groupe possède donc son onglet particulier donnant accès à ces paramètres.

Les paramétrages « global » et « individual » du gestionnaire de groupe seront davantage détaillés dans les pages qui suivent<sup>9</sup>.

## L'interface graphique utilisateur (GUI)

Ce paragraphe survole l'interface utilisateur de Smart v7 et rappelle ses principaux outils de navigation et concepts. Compte tenu des développements en cours, Le GUI doit être considéré comme une zone d'amélioration continue en constante évolution. Toutefois, le standard de mise en page, les outils de navigation et les paradigmes détaillés dans ces lignes persisteront.

## Modes opératoires

Smart fonctionne en deux modes distincts : temps réel et réponse impulsionnelle.

Alors que tous deux peuvent mesurer des données et les afficher aussi bien dans le domaine temporel que fréquentiel, la distinction fondamentale entre ces modes est leur objectif opérationnel.

Le mode temps réel est conçu comme un environnement pertinent pour mesurer et capturer spectres et réponses de systèmes, souvent multiples. Ce mode est spécialement optimisé pour réaliser des travaux in situ de réglage et d'alignement de systèmes.

Le mode réponse impulsionnelle est conçu pour fournir un solide ensemble d'outils intuitifs aptes à mesurer et étudier la réponse acoustique des systèmes dans leur environnement.

Avec la version 7, ce mode a considérablement progressé et continuera de se développer afin d'inclure l'ensemble des fonctionnalités du logiciel AcousticTools<sup>10</sup>.

<sup>8</sup> Les canaux « mesure » et « référence » doivent être sélectionnés à partir de la même interface d'entrée sortie

<sup>9</sup> Bien qu'il soit aisé de configurer et d'exécuter simultanément des mesures de réponse multiples, il est fortement recommandé que les nouveaux (et même expérimentés) utilisateurs démarrent avec des configurations relativement simples dont ils augmenteront la complexité à mesure de leur progression dans la maîtrise des procédures.

<sup>10</sup> Logiciel de mesure et d'analyse acoustique développé par SIA SOFT

## Survol de l'interface graphique utilisateur

Disposition générale du GUI pour le mode temps réel :



Disposition générale du GUI pour le mode réponse impulsionnelle :



Chaque mode contient une "bande de contrôle" sur le côté droit de l'interface graphique. De plus le mode temps réel comporte sur son côté gauche un panneau de contrôle pour la mémorisation des données. L'aire principale des interfaces de chaque mode est consacrée au traçage des données. La partie supérieure de l'interface, dédiée à la lecture du curseur est active lorsque le pointeur de la souris est positionné sur la zone de traçage. Selon le type de graphisme, elle indique les coordonnées du pointeur en amplitude, fréquence ou unités de temps.

## Navigation

Avec Smart v7, naviguer, contrôler, configurer peut se faire de trois façons différentes : d'une part par l'interface graphique via la souris, d'autre part par les menus déroulants et boîtes de dialogue à option, enfin par les raccourcis clavier<sup>11</sup>. La plupart du temps, plusieurs solutions sont possibles pour une même fonction, ce qui est indispensable dans les cas d'utilisation où une méthode ne peut se substituer à une autre, par exemple, pour un opérateur utilisant une tablette PC. Toutefois, l'interface graphique de Smart v7 a été pensée pour être essentiellement contrôlée par la souris ; soit en utilisant les boutons et les champs de données des bandes de contrôle et des aires de données, soit en utilisant les fonctions cliquer glisser des poignées de contrôle des aires de traçage. Les contrôles de chaque mode sont détaillés un peu plus loin dans les sections traitant des différents types de mesure. Dès maintenant cependant, nous allons couvrir les contrôles traitant spécifiquement de la mesure, de son mode de sélection, et du choix de sa représentation visuelle.

### Sélection de la mesure :

Pour les deux modes, l'utilisateur peut sélectionner dans le coin supérieur gauche de chaque zone de traçage le type de représentation dans lequel les données doivent s'afficher.

### Disposition de la fenêtre de sélection:

Les boutons de sélection pour la mise en page de l'aire de traçage des données permettent de déterminer le nombre de fenêtres utilisables (1 ou 2) et dans le cas de la fonction de transfert, l'affichage optionnel de la réponse impulsionnelle en temps réel (Live IR). Lors de l'utilisation d'un écran partagé, l'un des graphes (ou traces) est considéré comme l'élément actif



(sélectionné) ce qu'indique la couleur plus claire de son

panneau de commande<sup>12</sup>.

En mode temps réel, juste au-dessus des boutons de mise en page se trouvent deux boutons qui permettent de rappeler les configurations de base suivantes :

Figure 12: sélection du type de représentation des datas en RTA

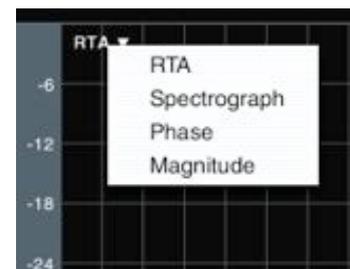


Figure 13: Sélection de mise en page des datas, en mode temps réel



Figure 14 : Vues des pré-configurations



Le bouton "spectre" présente une fenêtre unique où les données s'affichent en mode RTA. Le bouton "Transfer" bascule vers un affichage à deux fenêtres où la phase s'affiche dans la fenêtre supérieure et l'amplitude dans la partie inférieure.

<sup>11</sup> Une liste exhaustive des raccourcis est disponible via le fichier d'aide de Smart.

<sup>12</sup> En mode temps réel, La bande de contrôle et de mémorisation des datas correspond toujours au type de mesure de la fenêtre active.

### Mode de sélection:

Les utilisateurs peuvent basculer d'un mode à l'autre en utilisant : les boutons de mode de la bande de contrôle, le menu "Mode", ou les raccourcis clavier [I] + [R].

### Zoom:

L'utilisateur peut zoomer dans l'une des fenêtres de données en maintenant enfoncés la touche [Commande] + le bouton gauche de la souris (ou seulement le bouton droit), puis en faisant glisser la souris sur la zone de zoom souhaitée dans la fenêtre de traçage. Des raccourcis claviers sont également disponibles comme commande de zoom<sup>13</sup>.

## Mesures de spectre

Les mesures de spectre monocanales permettent à l'utilisateur d'étudier le contenu spectral des signaux audio en certains points du système. Ces mesures sont utiles dans nombre d'applications comme la détection des fréquences d'accrochage en sonorisation, la mesure du bruit (et l'exposition des personnes à celui-ci), l'optimisation des systèmes de sonorisation pour le cinéma, et plus généralement la surveillance des signaux audio.

Avec Smart, les signaux sont représentés en standard dans le mode RTA (analyseur en temps réel), mais également dans le mode spectrographe à l'aide d'une vue tridimensionnelle, le niveau étant représenté en fonction du temps et de la fréquence.

## Commandes

Une fois configurées, les mesures individuelles de spectre apparaissent comme des éléments dans la bande des contrôles. Ici, l'utilisateur peut choisir la mesure à exécuter activement,  et/ou de surveiller le niveau d'entrée du signal, et/ou de montrer ou cacher la trace.



Figure 15: bande des contrôles du spectre

### Paramètres généraux du spectre

Par défaut, tous les objets du groupe spectre utilisent pour les mesures les mêmes paramètres généraux d'affichage (FFT, moyennage, pondération et échelle). Les paramètres généraux de moyennage et d'échelle peuvent être ajustés directement à partir de la bande des contrôles, tandis que les autres paramètres globaux peuvent être configurés avec la boîte de dialogue du gestionnaire de groupe.

En outre, moyenne et pondération peuvent être, si nécessaire configurées individuellement pour chaque onglet de mesure du Gestionnaire de groupe.

Figure 16 paramétrages généraux par le gestionnaire de groupe



<sup>13</sup>

Cliquer sur les axes X (horizontal) ou Y (vertical) de l'aire de traçage réinitialise son zoom par défaut

## RTA

L'analyseur en temps réel (RTA) est un outil familier aux professionnels de l'audio. En ajustant l'échelle et le moyennage, un utilisateur est en mesure d'affiner la résolution en fréquence et la réactivité des données pour s'adapter à la tâche à accomplir.

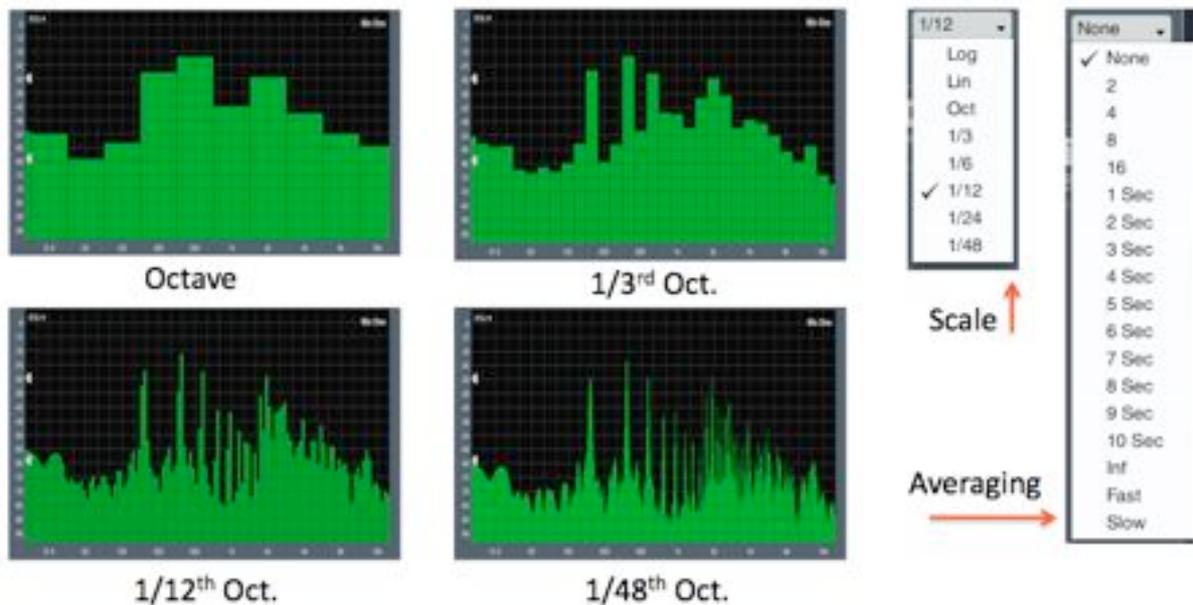


Figure 17: ajustement du moyennage et de l'échelle du RTA

## Spectrographe

Alors que le RTA reste la présentation la plus couramment utilisée par les ingénieurs du son professionnels, le spectrographe (ou spectrogramme), façon lumineuse d'afficher ces données, a fréquemment été utilisé depuis des années dans les domaines de la reconnaissance vocale, de l'analyse des vibrations et de l'acoustique sous-marine. Il représente l'évolution du spectre d'un signal dans le temps. Cet affichage hybride fournit une série continue de mesures de spectre avec sur un axe le contenu fréquentiel, sur l'autre le temps qui défile, et enfin le niveau indiqué par une échelle de couleur.

Dans Smart, ce graphique est fondamentalement régi par le paramétrage du seuil à partir duquel les données apparaissent. Quand une bande de fréquences dans le spectre passe juste au-dessus du seuil, elle se manifeste tout d'abord sur le graphe par une couleur bleue foncée, puis au fur à mesure que le niveau augmente, passe par le vert, le jaune, l'orange et enfin aux plus hauts niveaux, le rouge. Le blanc indique que le niveau du seuil supérieur est dépassé par le niveau du signal mesuré.

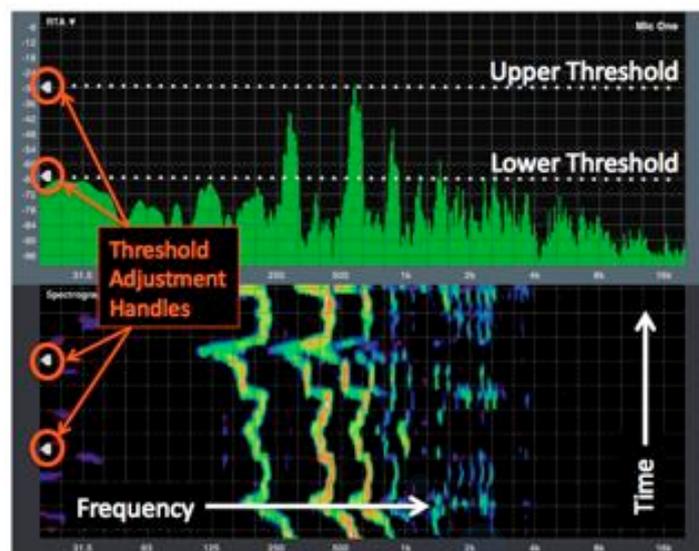


Figure 18 : seuils du spectrographe

La clé pour un spectrographe exploitable est le paramétrage de la gamme dynamique de son affichage et le seuil à partir duquel s'affichent ou non les données du spectre. En définissant une plage trop importante, l'affichage perd en définition et des caractéristiques importantes peuvent être perdues. En réglant une plage trop étroite ou en paramétrant le seuil inférieur trop haut, les données essentielles viennent à manquer.

Une des nouvelles fonctions puissantes de Smart v7 est la mise à disposition de poignées de réglage sur la gauche des fenêtres de traçage du RTA et du spectrographe. Avec ces contrôles, un utilisateur peut ajuster les seuils du spectrographe dynamiquement, sans avoir à acquérir et calculer de nouvelles données.



Figure 19: paramètres du spectrographe dans la boîte de dialogue des options du spectre

En outre, le spectrographe conserve un historique des "x dernières tranches" du spectre mesuré ; un utilisateur peut ainsi faire défiler en arrière des données historiquement plus anciennes même si elles sont sorties de l'écran. Via la boîte de dialogue des options du spectre, l'opérateur peut accéder et ajuster la taille du fichier "historique" ainsi que la taille d'affichage des tranches<sup>14</sup>.

## Exemples d'applications

Les deux exemples de mesures de spectre qui suivent sont des applications communes au "monde réel". La première utilise à la fois le RTA et le spectrographe pour examiner un contenu fréquentiel, plus précisément, l'identification de fréquences d'accrochage. La seconde utilise le spectrographe afin d'examiner les modes d'interaction (filtrage en peigne) causés par un son direct et ses réflexions avec une paroi proche.

### Identification de la réaction acoustique:

Dans cet exemple, le signal d'un microphone de chant est acheminé à travers un système de sonorisation simple.

Pour notre mesure du spectre nous prélevons le signal en sortie de la console. Le gain de cette dernière est augmenté progressivement jusqu'à ce que soit obtenue une réaction acoustique "maîtrisée"<sup>15</sup>.

<sup>14</sup> Smart ne dessine que les données de la "mesure du spectre active", et ce même si de multiples mesures de type monocanale sont en cours d'exécution simultanément.

<sup>15</sup> Débutants Attention ! Il est indispensable de savoir rapidement maîtriser le larsen pour éviter d'endommager à la fois les transducteurs du système de diffusion et vos oreilles.

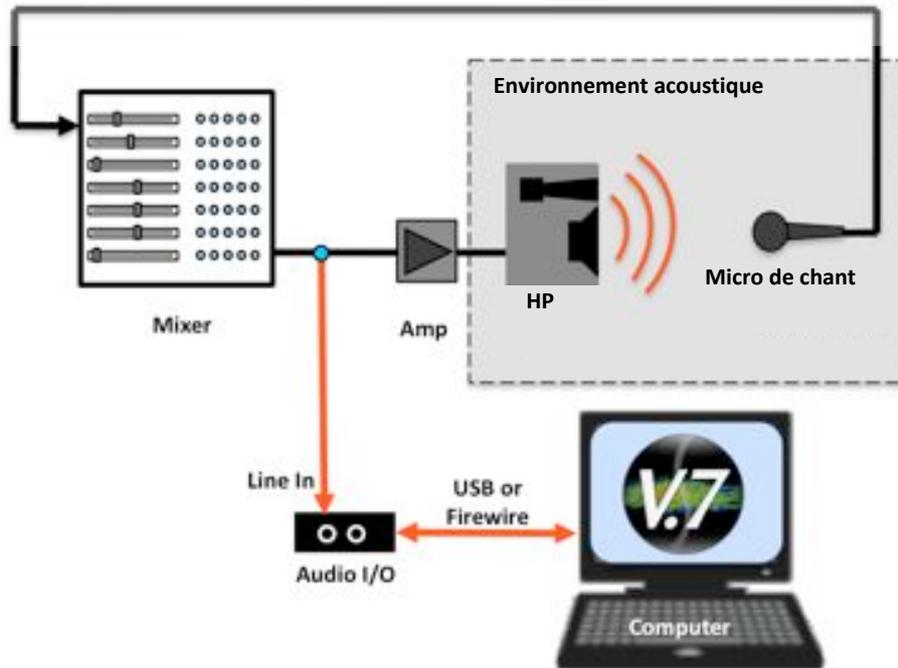


Figure 20: configuration du système pour provoquer une réaction acoustique

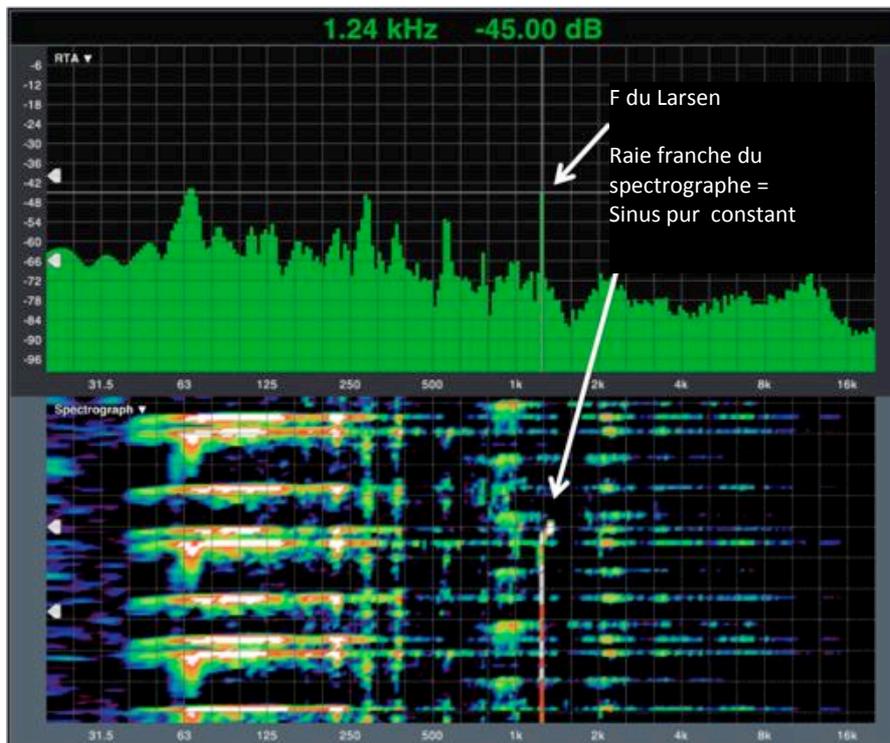


Figure 21: affichage du Larsen dans les fenêtres RTA et spectrographe

La fréquence du Larsen peut être identifiée par la raie verticale ici à 1,24 kHz dans la fenêtre RTA. Cependant, comme d'autres données que le larsen passent en même temps par le système, il est plus facile de distinguer la raie verticale constante et bien établie de l'accrochage dans l'image du spectrographe.

### Examen des figures d'interaction avec le spectrographe:

Ce qui suit est une technique simple qui utilise le spectrographe dans l'examen de la couverture et des figures d'interaction entre les systèmes de diffusion. L'utilisateur alimente le système de diffusion avec du bruit rose, ce qui doit produire un niveau (une couleur) relativement constant à toutes les fréquences, puis déplace le micro de mesure dans l'aire d'audition.

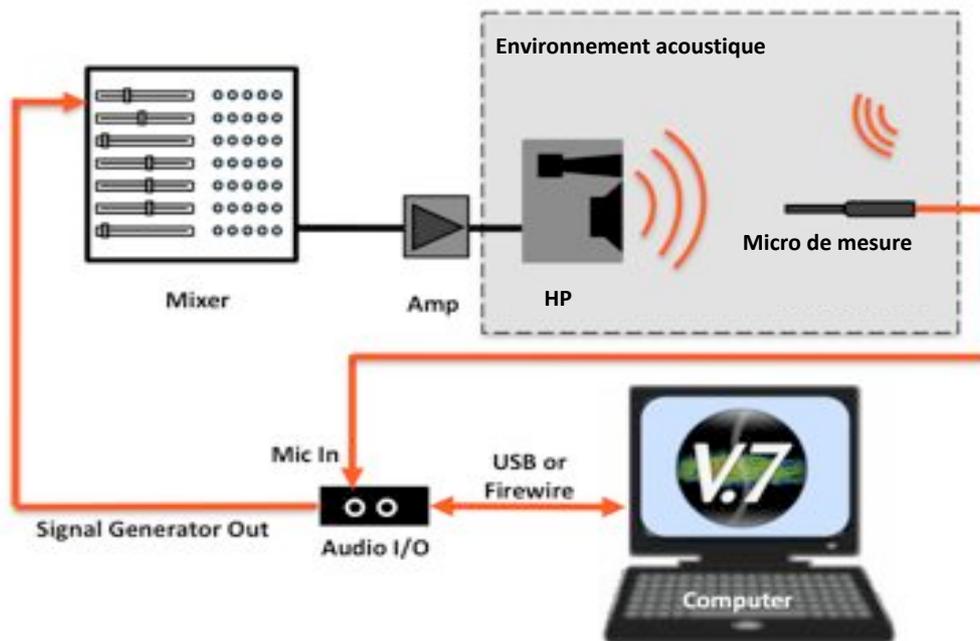


Figure 23: Configuration du système pour l'étude des interactions

L'analyse des interactions prélevées par le micro montre des variations de niveau (tout comme le filtrage en peigne audible provoqué par une réflexion sur le son direct). Le spectrographe révèle des figures typiques des modes d'interactions. Le bon ajustement de la plage dynamique du spectrographe aide à mettre ces modes en évidence.

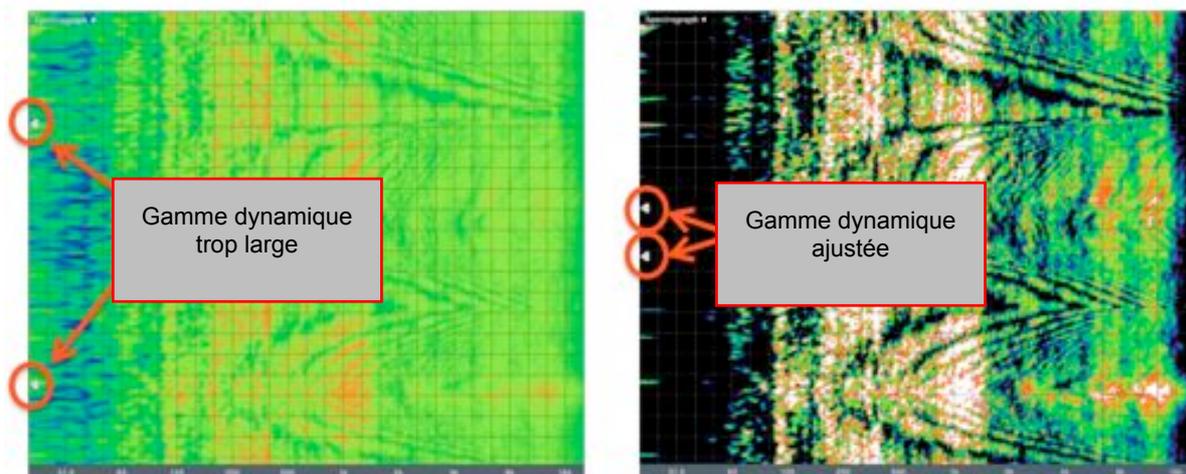


Figure 22: Figure typique de filtres en peigne affichés par le spectrographe

### Mesure de la fonction de transfert

La fonction de transfert est une mesure bicanale qui détermine la réponse en fréquence d'un système en comparant son signal de sortie (mesure) à son signal d'entrée (référence). Cette mesure montre la différence en amplitude et en phase entre ces deux signaux et représente le comportement du système en fonction de la fréquence.

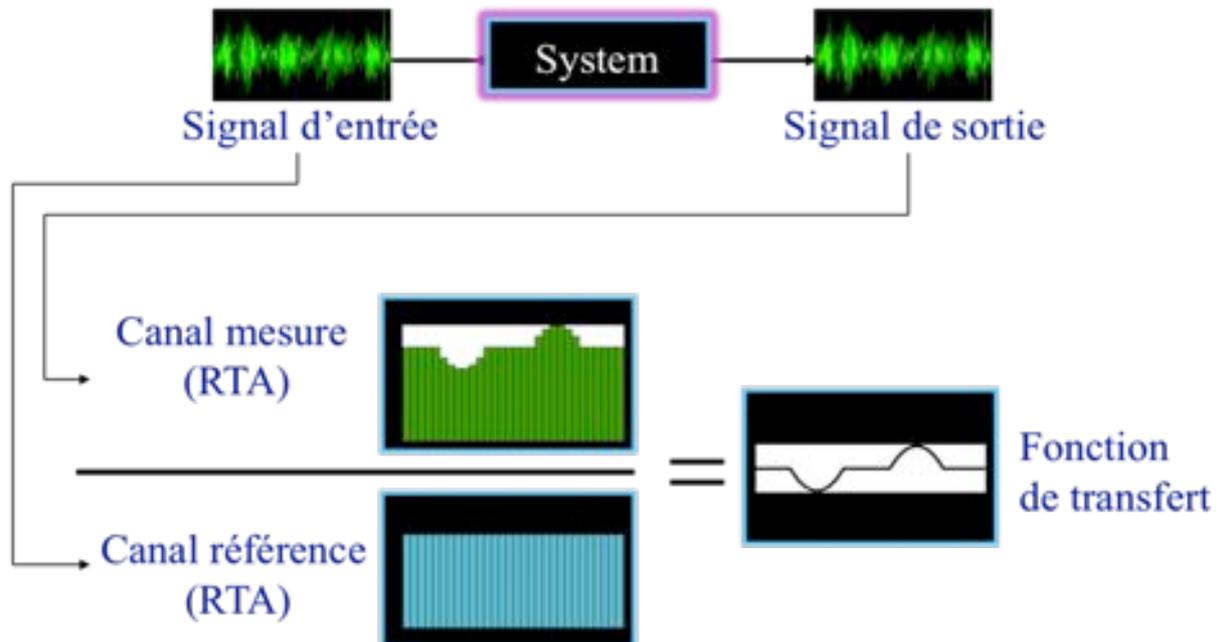


Figure 24: Fonction de transfert

La mesure de la fonction de transfert permet à l'opérateur d'étudier la réponse en fréquence de différents éléments du système audio; à la fois électriques (égaliseurs, consoles, processeurs) et électroacoustiques (haut-parleurs, environnement acoustique et leurs traitements électroniques).

Ces mesures sont extrêmement utiles dans de nombreuses applications, notamment la conception de haut-parleurs, l'évaluation du matériel, l'égalisation et l'optimisation du système.

En mode fonction de transfert, il est possible d'observer les données avec quatre représentations distinctes dans trois fenêtres différentes : la réponse en amplitude et la cohérence (dans une même fenêtre), la phase, et la réponse impulsionnelle en temps réel (tracée dans le domaine temporel).<sup>16</sup>

<sup>16</sup> La mémorisation de la fonction de transfert comprend les courbes d'amplitude, de phase et de cohérence - la réponse impulsionnelle Live n'est pas capturée.

## L'amplitude

La fenêtre " **Magnitude** " montre à la fois la courbe d'amplitude (Réponse en fréquence), et la courbe de cohérence de la fonction de transfert (voir ci-dessous). Pour le relevé de la courbe de réponse, gain et atténuation représentent les écarts avec la ligne horizontale " 0 dB " située par défaut au centre de la fenêtre.

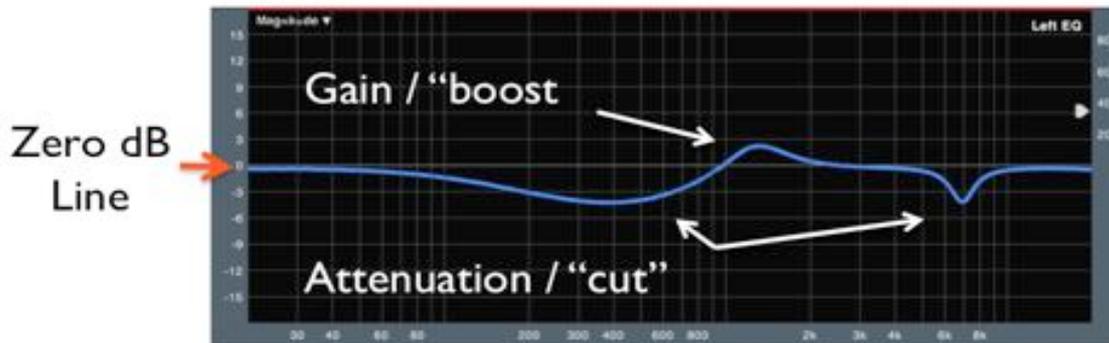


Figure 25: courbes de réponse et de cohérence d'une fonction de transfert

L'opérateur peut à l'aide de la souris cliquer sur la courbe et la faire glisser dans la fenêtre pour la déplacer verticalement.

## La phase

Cette fenêtre affiche la courbe de phase issue de la mesure de la fonction de transfert. Elle présente la différence, en degrés, entre les signaux " référence " et " mesure ". Elle donne une indication du temps de traitement en fonction de la fréquence, des décalages de phase liés au filtrage et enfin de la polarité du système en test. La courbe de phase est une fonction circulaire sur 360°. La ligne horizontale du haut du tracé (180°) à la même valeur que la ligne horizontale du bas (-180°). La courbe de phase ci-dessous montre un tracé continu qui abandonne la fenêtre à 200 Hz par le bas et prolonge son tracé à cette même fréquence par le haut.



Figure 26: courbe de phase d'une fonction de transfert

L'opérateur peut, à l'aide de la souris, cliquer sur la courbe de phase et la déplacer verticalement pour changer la position de la ligne 0°. Quelle que soit la position du 0°, la fenêtre de phase affiche toujours une mesure sur 360° dans son format (enveloppe) de présentation standard.

## La cohérence

La courbe de cohérence affiche la stabilité des données de la fonction de transfert en regard d'une série de mesures moyennées. Elle s'exprime en pourcentage de 0%, mauvaise cohérence (données inconsistantes), à 100%, cohérence parfaite (données très sûres). Si le moyennage de la fonction de transfert est paramétré en "instantané", la cohérence n'est pas calculée.

La courbe de cohérence utilise la 1/2 fenêtre supérieure de la fenêtre de magnitude.

Il existe principalement trois causes de cohérence réduite. Tout d'abord un problème avec le système de mesure, le plus fréquent étant un délai de mesure mal paramétré. Ensuite, un bruit de fond acoustique trop important, cause d'une contamination significative de la mesure se traduisant par un rapport signal sur bruit trop faible. Et troisièmement, un excès de réverbération faisant chuter le rapport son direct sur son réverbéré dans la mesure du système.

Fondamentalement, la courbe de cohérence fournit une excellente indication de l'intelligibilité de la diffusion. C'est aussi une bonne source d'informations qui nous renseigne sur la qualité du système mesuré.

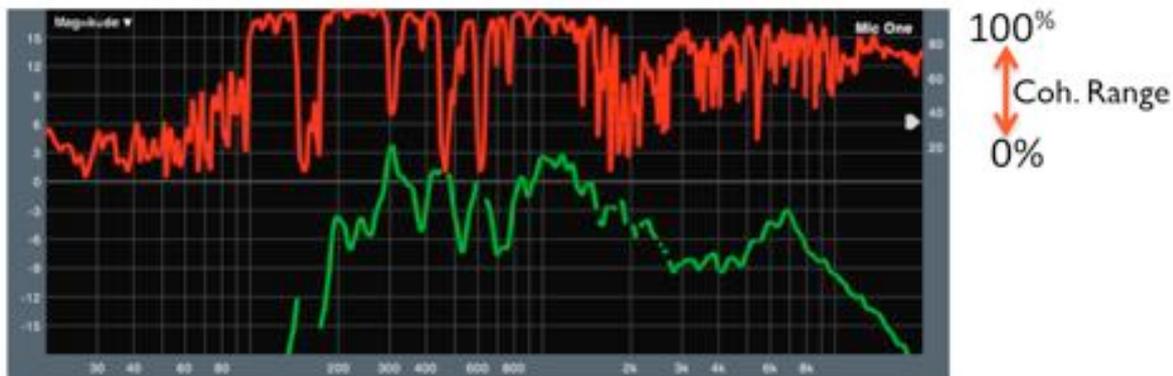


Figure 27: courbe de cohérence de la fonction de transfert

Smart utilise une fonction de seuillage qui cache les données de la fonction de transfert aux fréquences où la cohérence est inférieure à la valeur définie par l'opérateur. Le réglage de ce seuil est disponible par une poignée de réglage accessible directement sur l'échelle de pourcentage en partie supérieure droite de la fenêtre magnitude.

## Commandes

Comme pour le spectre, toutes les mesures de la fonction de transfert utilisent par défaut le même "paramétrage général" pour la FFT, le moyennage, le lissage, etc. ; à moins qu'ils ne soient configurés pour ignorer ces paramètres dans les onglets des mesures individuelles du Gestionnaire de groupe.



Figure 28: Les contrôles de la fonction de transfert



### Moyennage :

La fonction de moyennage stabilise la mesure et aide au rejet des bruits non corrélés. Smart v7 utilise en standard des registres FIFO pour calculer la moyenne des niveaux faibles (2, 4, 8, 16) et au-dessus, bascule vers des registres d'accumulation (1sec, 2sec, etc.). Ces accumulateurs ont nettement amélioré la stabilité des grands registres FIFO d'autrefois et leur sont nettement préférables pour la mesure acoustique.

### Lissage :

Smart v7 comprend de nouveaux algorithmes de lissage en fraction d'octave afin de réduire lors de l'affichage d'une fonction de transfert les brusques ondulations des tracés. Le lissage aide à mieux visualiser la tendance générale des inflexions de la courbe de réponse.

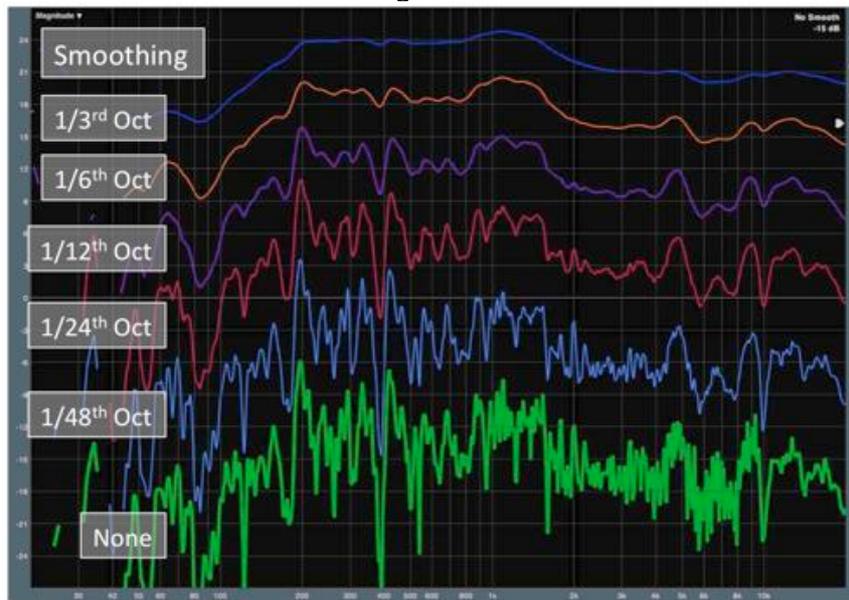


Figure 29: Lissage

### Réponse impulsionnelle en temps réel (Live IR)

La fonction de transfert peut également être interprétée comme une "RI live". La figure ci-dessous montre la réponse impulsionnelle dans le domaine temporel, tracée avec une échelle d'amplitude linéaire.

Le délai est verrouillé au centre de l'écran.

Les paramètres de la réponse impulsionnelle en temps réel peuvent être ajustés dans la boîte de dialogue à options de la fonction de transfert.



Figure 30: paramétrage de la RI en temps réel

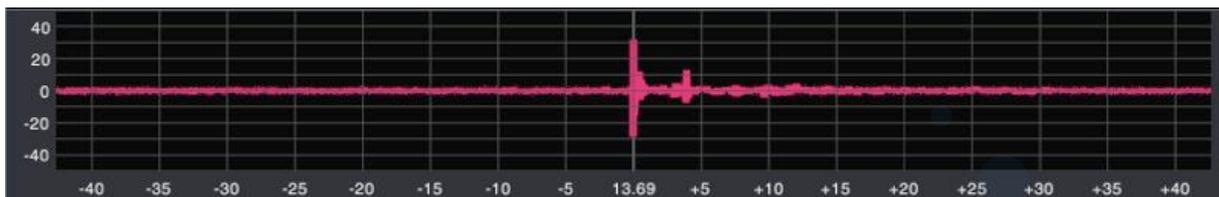


Figure 31: fenêtre de la réponse impulsionnelle en temps réel

## Locateur de délai / suivi du délai

La fonction de transfert est calculée en comparant le signal sortant au signal entrant dans le système en test. La plupart du temps, il y a un temps de retard apporté par le système en test. Souvent il peut être la conséquence d'une latence du traitement numérique, d'un délai apporté au signal, ou inévitablement du temps nécessaire à la propagation acoustique. Chaque fonction de transfert possède une mesure de délai utilisable pour retarder le signal de référence et le synchroniser au signal de mesure.

En conséquence, Smaart a intégré une fonction de localisation de délai. Celle-ci effectue une mesure de la réponse impulsionnelle et associe le temps de propagation mesuré au sommet de l'impulsion. Pour chaque objet de mesure, cette fonction peut être rappelée par le bouton "find" de son panneau de contrôle.



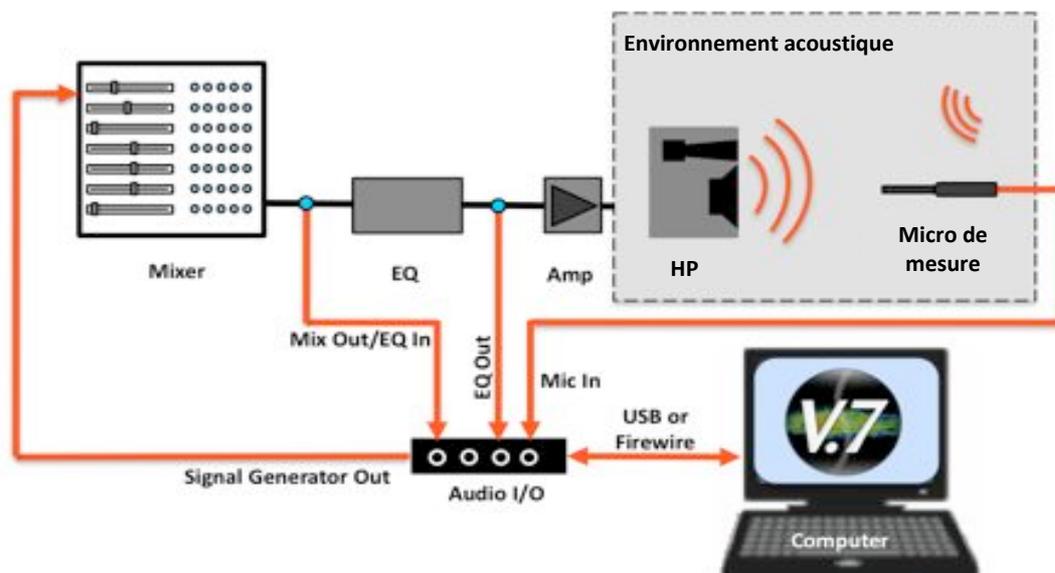
Figure 32: panneau des contrôles d'un objet « fonction de transfert »

Alternativement, l'opérateur peut, à partir de la fonction "Track" située dans le panneau de contrôle de l'objet, suivre en permanence le retard de la mesure concernée<sup>17</sup>.

## Exemples d'applications: égaliser un système de diffusion

Dans cet exemple, un opérateur mesure la fonction de transfert d'un haut-parleur, puis ajuste un égaliseur afin de linéariser la réponse globale. Ici, l'utilisateur possède un système d'entrée sortie à multiples canaux. Il lui est donc possible simultanément de mesurer d'une part l'égaliseur (sortie mix de la console comparée à la sortie de l'égaliseur) et d'autre part le système de diffusion complet du haut parleur (sortie mix comparée au signal en sortie du micro de mesure). Cet exemple peut également être réalisé en effectuant les mesures séquentiellement via une interface bicanale.

### Matériel utilisé :



<sup>17</sup> La fonction Track est gourmande concernant les ressources processeur de votre ordinateur ; aussi si votre délai ne change pas (mic et hp à des positions fixes) il est préférable de débrayer cette fonction une fois le temps de propagation acquis.

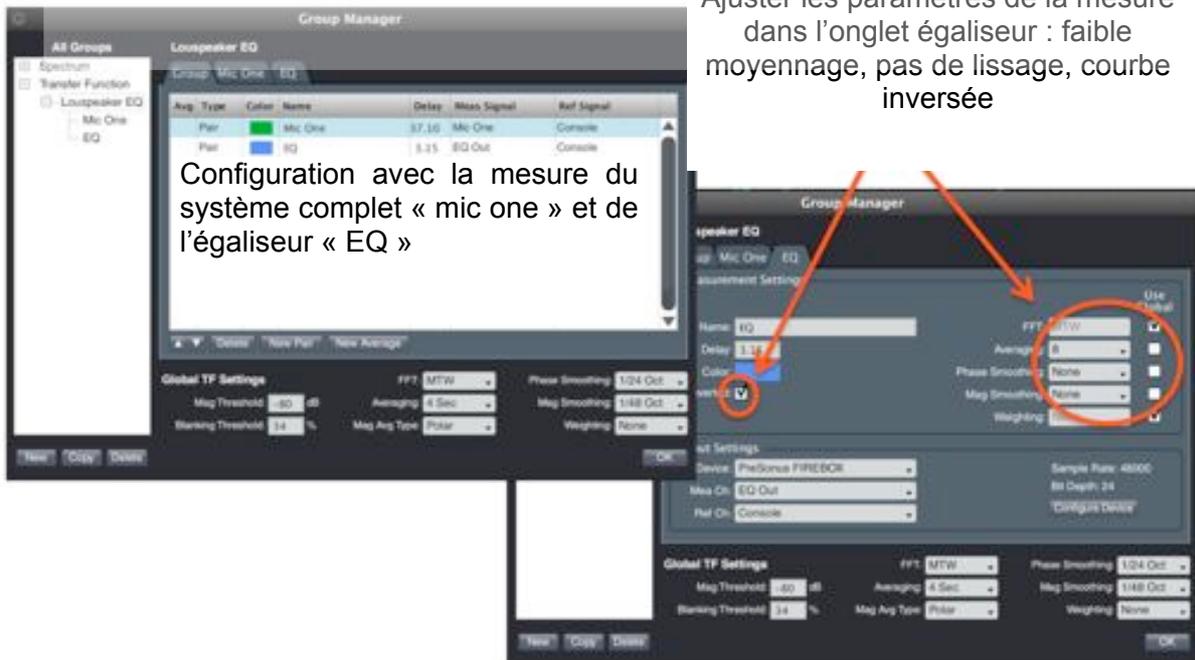


Figure 33: Exemple de configuration pour la fonction de transfert

Initialement, cette configuration produit cette mesure :



Figure 34: Mesure des fonctions de transfert initiales – HP et EQ

1. Capturer la courbe de réponse brute du haut parleur,
2. Ajuster l'égaliseur
3. Observer le résultat sur la mesure active du système complet.

Noter que la réponse de l'égaliseur a été configurée pour obtenir le tracé inverse de sa courbe de réponse, ainsi il est possible de régler l'égaliseur en calquant directement sa réponse sur la courbe mémorisée. Cette procédure est d'une grande aide pour affiner fréquence et sélectivité des filtres paramétriques.



**Figure 35: Mesure des fonctions de transferts**  
 Réponse brute initiale du système (Mémorisée),  
 EQ (inversé)  
 Haut-parleur égalisé.

### Gestion des données

Les données des mesures de la version 7 sont traitées de manière très semblable à celles de SmartLive v5.

Les données mesurées sont "mémorisées" dans des registres et l'opérateur peut à son gré afficher ou cacher les courbes capturées.

La partie gauche de l'interface graphique utilisateur est dédiée à la bande de contrôle de la mémorisation des données. Les bandes sont différentes pour la mémorisation des données "spectre RTA" et "fonction de transfert FT", avec un panneau de contrôle des mémoires qui correspond toujours au type de la fenêtre active des données (même principe que pour la bande de contrôle.)

Les traces capturées résident en RAM. L'opérateur peut décider de les stocker de manière permanente en sélectionnant un registre puis en activant le bouton "save". Dorénavant Les données de Smart sont sauvegardées dans des formats séparés pour le spectre (.sfr) et la fonction de transfert (.trf). Ceci permet à l'utilisateur de rapidement identifier le type de données des fichiers sauvegardés<sup>18</sup>.

Les utilisateurs de Smart v7 peuvent charger des données sauvegardées .ref, .sfr, ou .trf créées à partir de n'importe quelle version de Smart (passée ou présente). Il leur suffit de sélectionner un registre, d'activer le bouton "load" puis de sélectionner le bon fichier dans son répertoire de stockage. Smart ne peut pas charger des fichiers de type .rgp (reference groupe file).



**Figure 36: bande de mémorisation des datas**

<sup>18</sup> Les anciens fichiers « .ref » n'identifiaient pas dans leur extension le type de données sauvegardées

Pour capturer une trace, sélectionnez un registre et cliquez sur le bouton "Capture" ou le raccourci [barre d'espace]. Alternativement l'opérateur peut choisir de capturer et enregistrer des données simultanément en utilisant le raccourci [command] + [F].

Placer le curseur de la souris sur un emplacement de données fait apparaître une étiquette renseignant sur les données saisies dans le registre.

Pour effectuer une moyenne des données sauvegardées, maintenir enfoncée la touche [Command], mettre en surbrillance le registre où la moyenne devra être stockée et activer le bouton "Average". La moyenne sera alors mémorisée dans le prochain registre ouvert.<sup>19</sup>

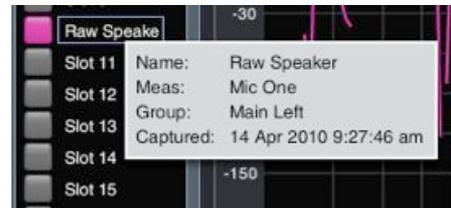


Figure 37: étiquette de renseignement sur les registres

## Mesures de réponse impulsionnelle

Le mode réponse impulsionnelle est conçu pour fournir un solide ensemble d'outils intuitifs pour mesurer et étudier la réponse acoustique des systèmes dans leur environnement.

Avec la version v7, ce mode a considérablement progressé et va continuer de se développer afin d'inclure l'ensemble des fonctionnalités du logiciel AcousticTools<sup>20</sup>.

Dans ce mode, il est possible d'analyser des réponses impulsionnelles préalablement sauvegardées ou d'autres informations du domaine temporel stockées dans des fichiers audio standards .wav ou .aiff (MAC)

## Commandes

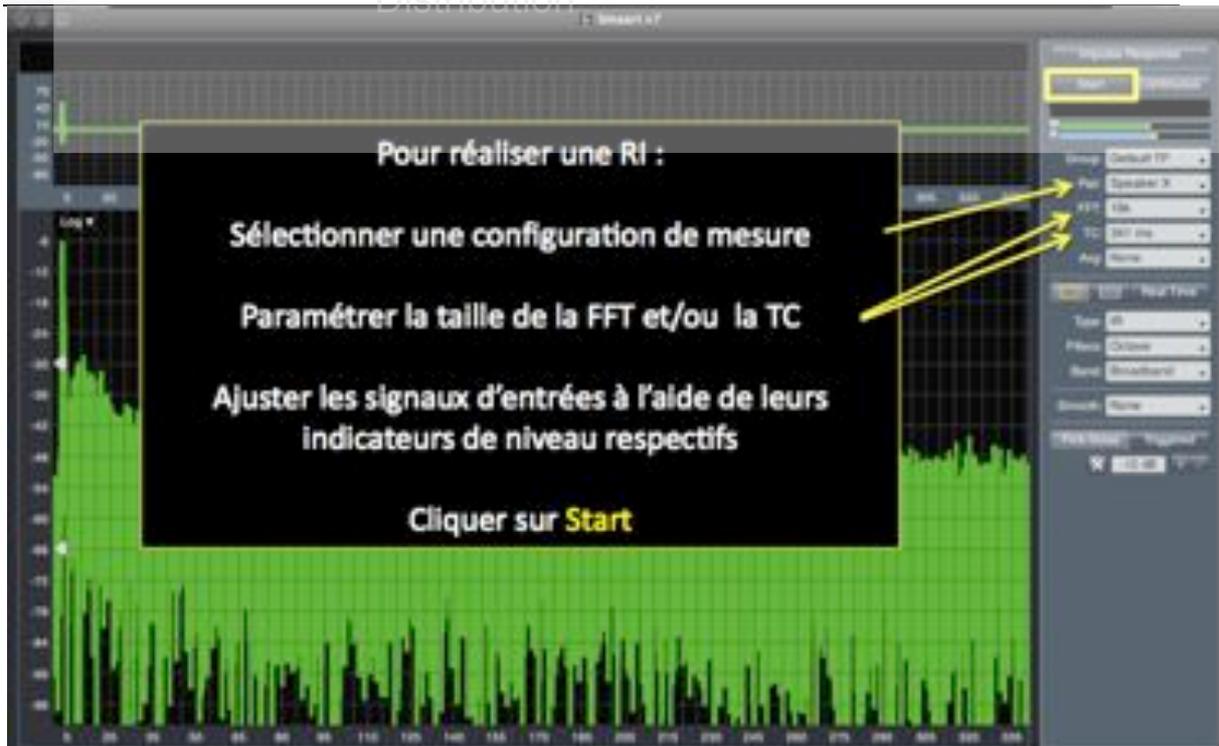
Dans le mode IR, un opérateur peut réaliser des mesures de réponse impulsionnelle en utilisant un des objets "réponse" configurés préalablement. Une fois sa paire d'entrée sélectionnée, il convient de configurer les paramètres de la FFT (principalement la taille de la FFT ou sa constante de temps TC<sup>21</sup>) puis activer le bouton "Start" afin d'acquérir le signal.

Alternativement l'opérateur peut charger via le bouton "File" un fichier audio déjà enregistré. En haut de l'interface utilisateur, une fenêtre affiche l'ensemble de la réponse impulsionnelle en vue linéaire. Cette fenêtre de navigation permet de zoomer dans le domaine temporel afin de ne sélectionner dans la fenêtre inférieure que la portion du signal à analyser. Tout comme dans le mode "real time" utiliser la fonction « cliquer glisser » pour choisir la valeur du zoom et cliquer sur l'un des axes de la fenêtre active pour revenir au zoom par défaut.

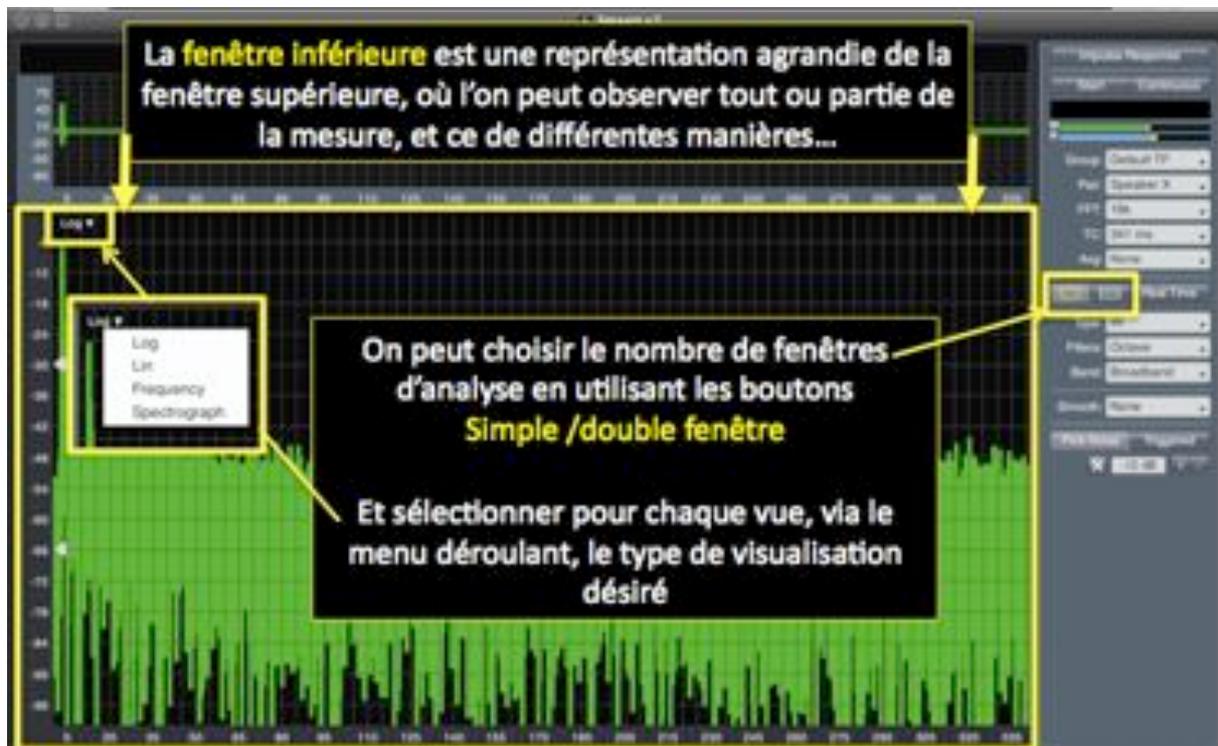
<sup>19</sup> La fonction de calcul des moyennes ne peut fonctionner qu'avec des courbes mémorisées avec les mêmes paramètres de FFT.

<sup>20</sup> Logiciel de mesure et d'analyse acoustique développé par SIA SOFT

<sup>21</sup> Lors de la mesure d'une réponse impulsionnelle, il est très important que le signal de référence soit suffisamment important afin de posséder une bonne visualisation de la réponse et assurez vous que la TC est paramétrée pour fournir une réponse au moins 5 fois plus longue que la section à observer, réverbération incluse.



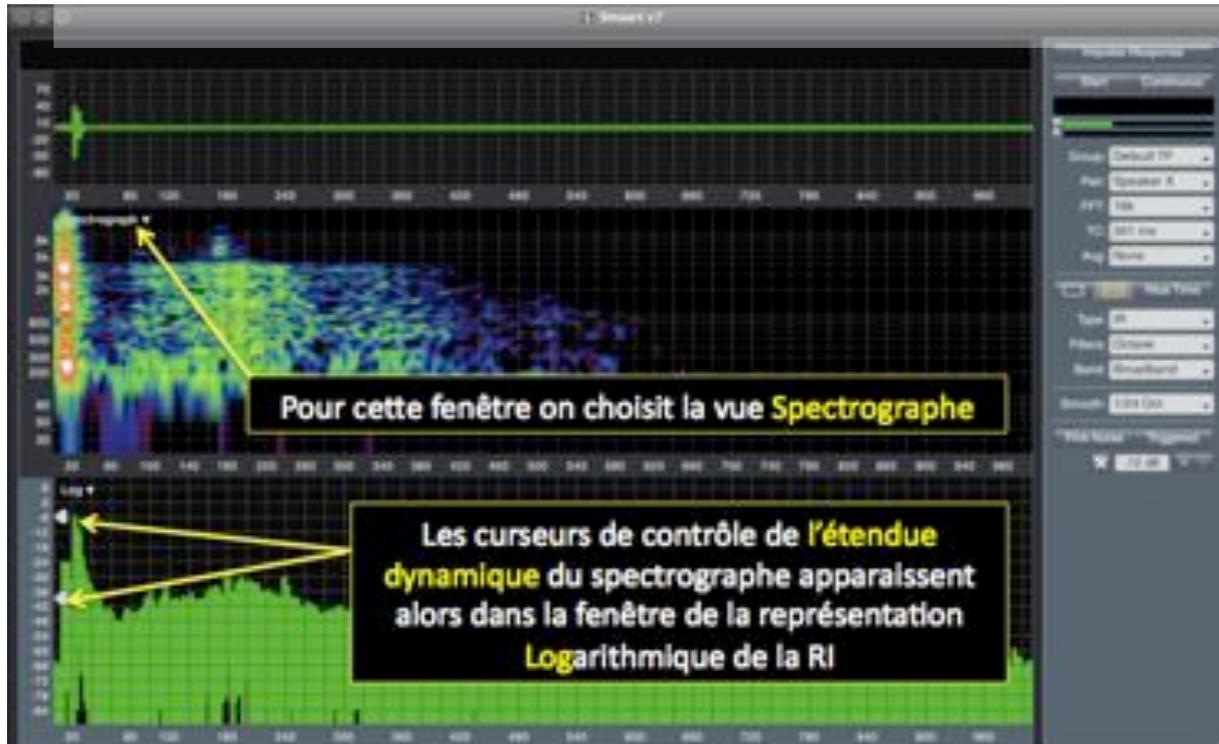
## Vues Log/Lin/ETC



## Vue dans le domaine fréquentiel



## Réponse impulsionnelle, mode spectrographe



Spectrogram Settings

FFT Size: 1k	Data Window: Hann
Overlap %: 75	Dynamic Range (dB FS):
Grayscale: <input type="checkbox"/>	Max: -30 Min: -66



## Appendice

### Raccourcis clavier « Azerty »

Une version sans cesse actualisée des raccourcis est consultable dans les fichiers d'aide fournis avec le logiciel.

#### Contrôle de la mesure

[O] mesure sélectionnée On/Off

[Cmd/Ctrl] + [O] On global (mise en marche de toutes les mesures en live du type sélectionné)

[Cmd/Ctrl] + [Alt] + [O] Off global (arrêt de toutes les mesures en live du type sélectionné)

[V] remise à zéro du moyennage

#### Delay Controls

[D] Track Delay (bascule le suivi du délai en mesure de fonction de transfert)

[Cmd/Ctrl] + [D] suivi global (mise en suivi du retard pour toutes les mesures actives en fonction de transfert)

[L] détection du retard (pour la mesure de la fonction de transfert sélectionnée)

[Cmd/Ctrl] + [L] détection de tous les délais (détecte les délais de toutes les fonctions de transfert)

[ ; ] incrémente le délai (pour la fonction de transfert sélectionnée)

[ : ] Décrémente le délai (pour la fonction de transfert sélectionnée)

#### Stockage des données et gestion des fichiers

[Space] Capture Trace (capture la trace en 1<sup>er</sup> plan du graphe sélectionné dans le registre sélectionné)

[Cmd/Ctrl] + [F] Capture et met en fichier la trace (crée un fichier permanent de la trace sur le disque)

[Cmd/Ctrl] + [S] sauvegarde dans un fichier (.wav, .srf ou .trf en fonction du mode opératoire)

[Suppr] vide le registre sélectionné (pas de touche « Suppr » sur Mcbook)

#### Contrôle de l'affichage

[I] mode analyse de RI

[R] Mode temps réel

[S] mode spectre

[T] mode fonction de transfert

[Cmd/Ctrl] + [I] RI live (montre/cache)

[Y] supprime l'offset Y (Sélectionné)

[Cmd/Ctrl] + [Y] supprime l'offset Y (global)

[Z] ordre du Cycle Z (en avant)

[Shift] + [Z] ordre du Cycle Z (en arrière)

[ - ] Zoom In Y

[ ) ] Zoom Out Y

[Cmd/Ctrl] + [ - ] Zoom In X/Y

[Cmd/Ctrl] + [ ) ] Zoom Out X/Y

[Cmd/Ctrl] + [Alt] + [ - ] Zoom In X

[Cmd/Ctrl] + [Alt] + [ ) ] Zoom Out X

[flèche ^] défilement vers le haut\*

[flèche v] défilement vers le bas\*

[flèche <] défilement vers la gauche

[flèche >] défilement vers la droite

\*ou déroule (enroule) l'enveloppe de la phase affichée.

[Cmd/Ctrl] signifie presser la touche [Ctrl] sur un ordinateur Windows ou la touche [Cmd] (parfois appelé clé « pomme ») sur un mac. La clé Alt sur un clavier Windows équivaut à activer la touche « option »

## Où trouver des réponses à vos questions?

En tant qu'ingénieur ou opérateur, l'utilisateur de Smaart est censé pouvoir répondre à ses propres interrogations, notamment quand celles-ci touchent à son domaine de compétence. Pour l'assister dans cette démarche, Rational Acoustics suggère d'utiliser les ressources suivantes :

1. Utiliser les fichiers HELP du logiciel – C'est une mine d'informations très facilement consultables sur les caractéristique et fonctions de Smaart.
2. Le forum Smaart de RationalAcoustics.com. Une version française voit le jour!
3. Les sessions de formation à Smaart (consulter le site de rationalacoustics.fr)
4. Les anciennes publications de Smaart, notamment les notes techniques et les précédents manuels disponibles à l'adresse [http://www.rationalacoustics.com/pages/New\\_Documentarium](http://www.rationalacoustics.com/pages/New_Documentarium)
5. Les lectures recommandées listées dans le paragraphe suivant.
6. Enfin, contactez-nous directement par courriel (très préférable) ou par téléphone...mais ce n'est pas gagné d'avance !

Les calendriers et contenus des formations sont consultables sur le site de Rational Acoustics, d'Haliotis et de Cohérence acoustique. La liste des organismes de formation agréés est disponible sur le site de <http://rationalacoustics.com>.

## Lectures recommandées

D. Davis, C. Davis: *Sound System Engineering*, 2nd edition. Carmel, IN: SAMS. 1994.  
M. Mehta, J. Johnson, C. Rocafort: *Architectural Acoustics: Principles and Design*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall. 1999.  
*American National Standard: Specification for Sound Level Meters*, ANSI S1.4 1983. New York, NY: Acoustical Society of America. 1983.  
R. Cabot, B. Hofer, R. Metzler: *Standard Handbook of Video and Television Engineering*: Chapter 13.3: "Nonlinear Audio Distortion", 4th edition. McGraw Hill Professional. 2003.  
*OSHA Standard: Occupational Noise Exposure*, OSHA 1910.95. Washington, DC: Occupational Safety & Health Administration. 1996.  
*Criteria for a Recommended Standard Occupational Noise Exposure, Revised Criteria 1996*, DHHS (NIOSH) Publication No. 96. Atlanta, GA: National Institute for Occupational Safety & Health. 1996.  
*MotionPictures*  
*BChain*  
*Electroacoustic Response Dubbing*  
*Theaters, Review*  
*Rooms and Indoor Theaters*, SMPTE 202M 1998. White Plains, NY: Society of Motion Picture and Television Engineers. 1998.

Si vous désirez approfondir vos connaissances concernant les concepts d'ingénierie basés sur la mesure FFT, les textes suivants peuvent vous être utiles :

A. Oppenheim, A. Willsky, S. Nawab: *Signals and Systems*, 2nd edition. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall Inc. 1997.  
A. Oppenheim, R. Schaffer, J. Buck: *Discrete Time Signal Processing*, 2nd edition. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall Inc. 1999.