



---

# **NRC - CNRC**

---

## **IBANA-Calc Manual de l'utilisateur**

**Birta, J.; Bradley, J.S.; Estabrooks, T.**

**NRCC-45330F**

[www.nrc.ca/irc/irepubs](http://www.nrc.ca/irc/irepubs)



# **IBANA-Calc**

# **Manuel de l'utilisateur**

J. Birta, J.S. Bradley et T. Estabrooks

Novembre 2001

## **Remerciements**

Le projet IBANA, y compris la production du logiciel IBANA-Calc, a été financé principalement par Transports Canada, le ministère de la Défense nationale et le Conseil national de recherches du Canada. L'Administration de l'aéroport international de Vancouver a également apporté un soutien financier. Nous tenons à exprimer notre vive reconnaissance aux membres du personnel des aéroports d'Ottawa, de Toronto et de Vancouver pour leur collaboration à la coordination des différentes mesures prises sur le terrain.

La version initiale du logiciel a été créée par S. Wrinch. Le programme a été ensuite modifié par E. Nichols, S. Norcross et T. Estabrooks.

## **Avertissement**

Le logiciel IBANA-Calc a été élaboré par le laboratoire d'acoustique de l'Institut de recherche en construction du Conseil national de recherches du Canada. Bien que tous les efforts aient été déployés pour que le logiciel ne comporte pas d'erreur, ni le Conseil national de recherches, ni Transports Canada, ni le ministère de la Défense nationale, ne peut garantir qu'il est exempt de bogue.

## Table des matières

1.	Introduction.....	1
1.1	Ce que le logiciel fait .....	1
1.2	Comment se retrouver dans le manuel.....	2
2.	Aperçu du programme.....	3
2.1	Ce que le programme accomplira.....	3
2.2	Concept du scénario.....	3
2.3	Assistant de démarrage rapide.....	4
2.4	Bases de données.....	4
2.5	Résultats du programme : fichiers de scénarios, rapports imprimés et fichiers CSV.....	5
2.6	Fonctions audio .....	6
3.	Installation du programme .....	7
3.1	Matériel.....	7
3.2	Installation et désinstallation du programme .....	7
4.	Utilisation du programme.....	8
4.1	L'Assistant de démarrage rapide .....	8
4.2	Aide .....	8
4.3	Création d'un nouveau scénario .....	9
4.4	Spectre de source et niveau .....	9
4.5	Corrections touchant la source possible et la perte de transmission .....	10
4.6	Absorption de la pièce .....	11
4.7	Sélection des éléments de façade.....	12
4.8	Définition du scénario .....	12
4.9	Duplication d'un scénario .....	12
4.10	Comparaison de scénarios .....	12
4.11	Enregistrement et récupération de scénarios .....	13
4.12	Impression des rapports .....	13
4.13	Écoute des scénarios .....	13
4.14	Modification des bases de données .....	13
4.15	Remplacement des bases de données .....	13
5.	Description de chaque fenêtre du logiciel.....	14
5.1	Fenêtre Choisir source par défaut .....	14

5.2	Sources standard .....	14
5.3	Sources mixables .....	15
5.4	Fenêtre Scénario .....	17
5.5	Fenêtre Éléments de façade .....	18
5.6	Sélection des éléments de façade .....	20
5.7	Sélection des sous-éléments de façade .....	20
5.8	Définition des descripteurs de scénario .....	23
5.9	Changement de source .....	24
5.10	Enregistrer scénario(s) .....	26
5.11	Dupliquer un scénario .....	28
5.12	Imprimer un scénario sur papier .....	29
5.13	Imprimer un scénario dans un fichier .....	29
5.14	Comparer des scénarios .....	29
5.15	Combiner des scénarios .....	32
5.16	Entendre les scénarios .....	33
5.17	Corrections du spectre de source et de perte de transmission .....	36
5.18	Charger des scénarios .....	37
5.19	Fenêtre Éditeur de base de données – Données de perte de transmission .....	38
5.20	Fenêtre Éditeur de base de données – Données de source .....	41
6.	Menu principal et éléments de menu .....	45
6.1	Fichier .....	45
6.2	Source .....	45
6.3	Scénario .....	45
6.4	Rapports .....	47
6.5	Base de données .....	48
6.6	Fenêtre .....	49
6.7	Aide .....	50
7.	Calculs d'isolation acoustique .....	51
7.1	Relations entre les indices NEF, Leq24 et Ldn .....	51
7.2	Calcul des niveaux sonores intérieurs .....	51
7.3	Sommation de la perte de transmission réalisée par les éléments .....	52
7.4	Corrections – Angle vertical .....	52

7.5	Corrections – Angle de vue horizontal.....	53
7.6	Corrections – Réflexion par le sol.....	53
8.	Exemples.....	55
8.1	Exemple 1 – Mur avec fenêtre et ouverture.....	55
	Annexe A – Codes de construction.....	62
	Notes .....	63

# **1. Introduction**

## **1.1 Ce que le logiciel fait**

Le logiciel IBANA-Calc a été conçu pour calculer l'effet de l'isolation acoustique sur le bruit produit par les aéronefs et pour mesurer, à l'intention de l'utilisateur, les niveaux sonores intérieurs en fonction d'une variété de bruits extérieurs d'aéronef et de caractéristiques de bâtiment. Le logiciel a été élaboré pour être à la fois plus précis et plus commode que les outils antérieurs<sup>1</sup>, qui faisaient appel à des tables de référence et à des indices composites d'isolation acoustique pour fournir cette information.

Ce logiciel, qui a été élaboré dans le cadre du projet IBANA (Insulation Buildings Against Noise from Aircraft [isolation des immeubles contre le bruit produit par les aéronefs]), comprend une grande base de données récentes sur la perte de transmission acoustique que permettent les éléments de façade des immeubles, de même qu'une base de données sur les spectres de bruits produits par les aéronefs, ces deux ensembles de données ayant été collectés dans le cadre du projet.

Le logiciel se veut un outil de calcul commode des effets de différents ensembles de construction sur l'insonorisation. Il ne s'agit pas d'un système expert, de sorte que l'utilisateur doit posséder certaines compétences dans le domaine du génie acoustique.

Pour se servir du programme, l'utilisateur commence par indiquer le type de bruit extérieur d'aéronefs dans la base de données sur les sources de bruits et choisit ensuite les éléments de bâtiment pour chaque composant de la façade de l'immeuble dans la base de données sur la perte de transmission. L'isolation acoustique réalisée par la combinaison des éléments choisis est ensuite calculée et utilisée pour établir les niveaux sonores intérieurs prévus lors du passage de l'aéronef. L'utilisateur peut à la fois visualiser graphiquement et entendre réellement les niveaux sonores intérieurs de la combinaison des sources de bruits et des éléments de façade qu'il a choisis.

Le programme comporte non seulement des bases de données étendues sur les sources de bruits d'aéronef et la perte de transmission sonore, mais il offre également à l'utilisateur l'option d'ajouter de nouveaux types de bruits d'aéronef ou de nouvelles données d'isolation acoustique.

## **1.2 Comment se retrouver dans le manuel**

Le manuel comporte huit sections.

- Section 1 - Présente le contexte du projet IBANA et les grandes lignes de ce que le programme IBANA-Calc peut faire.
- Section 2 - Donne un aperçu du logiciel, y compris les différents intrants et extrants du programme.
- Section 3 - Explique la procédure d'installation du programme et le matériel nécessaire à son fonctionnement.
- Section 4 – Détaille de ce que l'utilisateur doit savoir pour utiliser le programme et décrit chacune des étapes.
- Section 5 - Décrit chacune des fenêtres du programme.
- Section 6 – Décrit chaque élément de menu.
- Section 7 - Décrit les calculs effectués par le programme.
- Section 8 – Donne des exemples de calculs et quelques exemples d'imprimés.

## **2. Aperçu du programme**

### **2.1 Ce que le programme accomplira**

L'utilisation du logiciel IBANA-Calc se déroule en trois grandes étapes.

ÉTAPE 1 – Tout d'abord l'utilisateur doit sélectionner un spectre de source. Il définit ainsi le type de bruit extérieur, de même que le niveau sonore. L'utilisateur a le choix entre choisir une source de bruit définie à l'intérieur de la base de données sur les bruits d'aéronef, créer une source « mixée » à partir des sources de la base de données ou introduire ses propres données de sources.

ÉTAPE 2 – À la deuxième étape, l'utilisateur indique le niveau d'absorption dans la pièce cible et les caractéristiques et surfaces de chaque élément de façade. On décrit donc à cette étape les caractéristiques de construction de la façade de l'immeuble qui fera écran entre le bruit extérieur et les occupants à l'intérieur.

ÉTAPE 3 – La troisième étape ne nécessite pas de saisie de la part de l'utilisateur. L'ordinateur calcule, puis affiche la réduction sonore totale ou le niveau sonore intérieur prévu d'après les données introduites par l'utilisateur aux étapes 1 et 2. Celui-ci peut alors visualiser les résultats sous forme graphique à l'écran de l'ordinateur, les imprimer ou en écouter une simulation dans ses haut-parleurs ou son casque d'écoute.

Le logiciel, tournant sous Windows, est écrit en Visual Basic et fonctionne sur un ordinateur de type PC standard.

### **2.2 Concept du scénario**

Dans le logiciel, un scénario est la combinaison entre la source de bruit et les éléments de construction. L'utilisateur a le loisir de calculer et d'afficher plusieurs scénarios à la fois, ainsi que de les sauvegarder à la pièce en vue d'une consultation ultérieure. Les résultats de chaque scénario peuvent être affichés selon la perte de transmission totale, le niveau sonore intérieur, le niveau sonore intérieur pondéré A ou le niveau sonore extérieur.

On peut comparer graphiquement les scénarios au moyen de la fonction de Comparaison de scénarios, et on peut également les combiner pour étudier des situations plus complexes dans lesquelles le bruit entre dans la pièce par plus d'une façade de l'immeuble. En plus de comparer les résultats numériques, l'utilisateur peut comparer différents scénarios en écoutant, pour chacun d'eux, le bruit intérieur calculé produit par le passage de l'aéronef.

### **2.3 Assistant de démarrage rapide**

Les nouveaux utilisateurs peuvent s'initier rapidement aux principales fonctions du logiciel IBANA-Calc en consultant les cinq écrans de l'Assistant de démarrage rapide. Les cinq écrans portent les titres suivants :

- a) Choisir un spectre de source
- b) Début du scénario
- c) Ajout des éléments de façade au scénario
- d) Et maintenant ?
- e) Ajout de vos propres données à la base

### **2.4 Bases de données**

Le programme contient deux bases de données : l'une réunit des spectres de bruits d'aéronefs, tandis que l'autre contient des mesures en laboratoire de perte de transmission selon différents éléments de bâtiment courants.

#### **2.4.1 Base de données 1 – Spectres de sources de bruits d'aéronefs**

La base de données comprend trois spectres de sources courants et quatre spectres mixables. Le spectre « Standard Aircraft » (aéronefs standard) est censé être le choix par défaut pour les emplacements près des aéroports commerciaux courants accueillant un trafic important d'avions à réaction. La source « Standard Canada Mortgage and Housing Corporation (CMHC) » (Société canadienne d'hypothèques et de logement [SCHL]) ne rend pas compte des avions à réaction modernes, de sorte qu'elle n'est incluse que pour des fins de comparaison avec des méthodes antérieures. La source « Standard Outdoor Indoor Transmission Class (OITC) » (Indice de transmission extérieure intérieure) correspond au spectre de source de la norme ASTM E1332<sup>2</sup>.

Les spectres de sources mixables sont : les avions à réaction du Chapitre 2, les avions à réaction du Chapitre 3, les avions à hélices (Propeller) et les hélicoptères. Pour rendre compte de conditions spéciales, l'utilisateur peut créer un nouveau spectre de source en mélangeant ces quatre types de sources. Les réactés commerciaux du Chapitre 2 et du Chapitre 3 sont représentatifs de la plupart des petits bimoteurs, tels que le A320 et le B737.

#### **2.4.2 Base de données 2 – Données sur la perte de transmission sonore produite par les éléments de façade de l'immeuble**

IBANA-Calc contient également une base de données de mesures en laboratoire de perte de transmission pour différents éléments de façade d'immeubles. Ces résultats d'essai, qui sont récents, comprennent 50 murs extérieurs, 50 composants toit-plafond, 40 éléments de fenêtre et de vitrage et quelques portes. Comme c'est le cas pour la base de données sur les spectres de sources, l'utilisateur peut, en tout temps, ajouter à la base ses propres résultats de perte de transmission.

La base de données se subdivise en plusieurs catégories. Un premier classement est fait par types d'éléments de façade : mur, toit-plafond, porte, fenêtre, vitrage. Les composants de murs et de toit-plafond se répartissent à leur tour en catégories secondaires selon le type d'ossature. Ainsi, pour les murs, nous avons les catégories 2x4, 2x6, 2x6 + profilés souples, poteaux en chicane et poteaux en chicane + profilés souples. Pour les toits-plafonds, nous avons les catégories solives en bois, fermes en bois, fermes en bois à chevrons relevés et platelage en tôle.

Dans la fenêtre *Éléments de façade*, une zone de liste affiche, sous forme de codes, tous les éléments de façade contenus dans la base de données. On trouvera à l'annexe A ou dans le module d'Aide du logiciel une liste complète de tous les codes utilisés dans le programme.

Par exemple :

VIN1\_GFR25\_OSB11\_WS89(406)\_GFB89\_RC13(406)\_2G13

Ce code décrit les caractéristiques d'un mur avec poteaux en bois de 2 po x 4 po (38 mm x 89 mm) d'une face à l'autre. Voici la description de chaque composant :

VIN1	parement de vinyle de 1 mm
GFR25	isolant de fibre de verre rigide de 25 mm
OSB11	panneau de copeaux orientés de 11 mm
WS89(406)	poteaux en bois de 38 x 89 mm à entraxe de 406 mm
GFB89	matelas de fibre de verre de 89 mm
RC13(406)	profilés souples de 13 mm à entraxe de 406 mm
2G13	2 couches de placoplâtre de 13 mm

La fenêtre *Éléments de façade* permet à l'utilisateur de visualiser tous les éléments de construction contenus dans la base de données dans leur forme codifiée, chacune étant accompagnée d'une description. Cette fenêtre affiche également un graphe de perte de transmission selon la fréquence, pour chaque ensemble de construction, conformément aux mesures prises en laboratoire. Figurent également au bas de l'écran deux indices composites, soit l'Indice de transmission du son (ITS) et l'Indice OITC (Outdoor-Indoor Transmission Class – Indice de transmission extérieure intérieure) se rapportant à chaque ensemble de construction. Bien que l'ITS soit largement utilisé pour les bruits intérieurs, l'Indice OITC convient mieux aux sons extérieurs tel qu'un bruit d'aéronef caractérisé par une énergie acoustique de basse fréquence.

## **2.5 Résultats du programme : fichiers de scénarios, rapports imprimés et fichiers CSV**

Le logiciel IBANA-Calc fournit trois types de résultats. Les fichiers électroniques de scénarios, qui peuvent contenir un certain nombre de scénarios différents, sont enregistrés sous forme de fichiers .scn. Le deuxième type de résultats est

l'information provenant des deux bases de données. On peut exporter les données de ces bases sous forme de fichiers de variables séparés par des virgules (.csv) ou en format MS Excel. L'utilisateur peut également imprimer des rapports présentant les données sur les spectres de bruits produits par les aéronefs, les données sur la perte de transmission des bruits aériens, l'information sur des scénarios particuliers, de même que des comparaisons et des combinaisons de scénarios.

## **2.6 Fonctions audio**

IBANA-Calc offre également une fonction de simulation acoustique des résultats de différents scénarios. Le bruit produit par le survol d'un aéronef est modifié en fonction des atténuations calculées pour chacun des scénarios et reproduit par le biais d'une carte son standard. On peut comparer jusqu'à quatre scénarios pour chaque simulation auditive. La qualité de la reproduction dépendra de la qualité de l'amplificateur et des haut-parleurs utilisés. Il est donc préférable d'utiliser un amplificateur et des haut-parleurs capables de reproduire des sons graves comme ceux produits à l'intérieur par le passage d'un aéronef.

### 3. Installation du programme

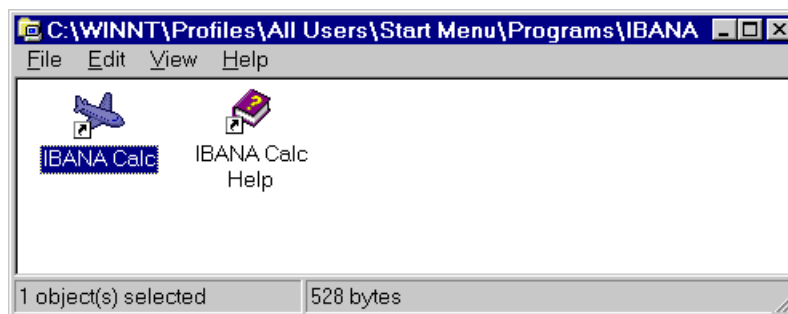
#### 3.1 Matériel

Voici le matériel nécessaire au fonctionnement du logiciel IBANA-Calc :

- un ordinateur Pentium
- Windows 95/98/2000 ou NT
- une carte son
- des haut-parleurs (la qualité de la simulation acoustique dépendra de la qualité des haut-parleurs utilisés)

#### 3.2 Installation et désinstallation du programme

Pour installer le logiciel IBANA-Calc, insérer le cédérom dans le lecteur et suivez les instructions de l'Assistant d'installation d'IBANA. On demande d'abord à l'utilisateur de choisir entre les versions anglaise et française du programme. Ce choix déterminera la langue des différents écrans, de même que la langue utilisée dans l'information de la base de données. (Bien entendu, cela ne changera pas la langue de votre système d'exploitation Windows.) À la fin de l'installation, vous devez réamorcer votre ordinateur. Une fois l'installation terminée, une fenêtre *IBANA* contenant une icône IBANA apparaît sur le bureau.



**Figure 1 – Fenêtre IBANA avec icône IBANA**

Pour désinstaller le programme IBANA-Calc, l'utilisateur doit suivre la procédure courante de désinstallation pour sa version de Windows.

## 4. Utilisation du programme

### 4.1 L'Assistant de démarrage rapide

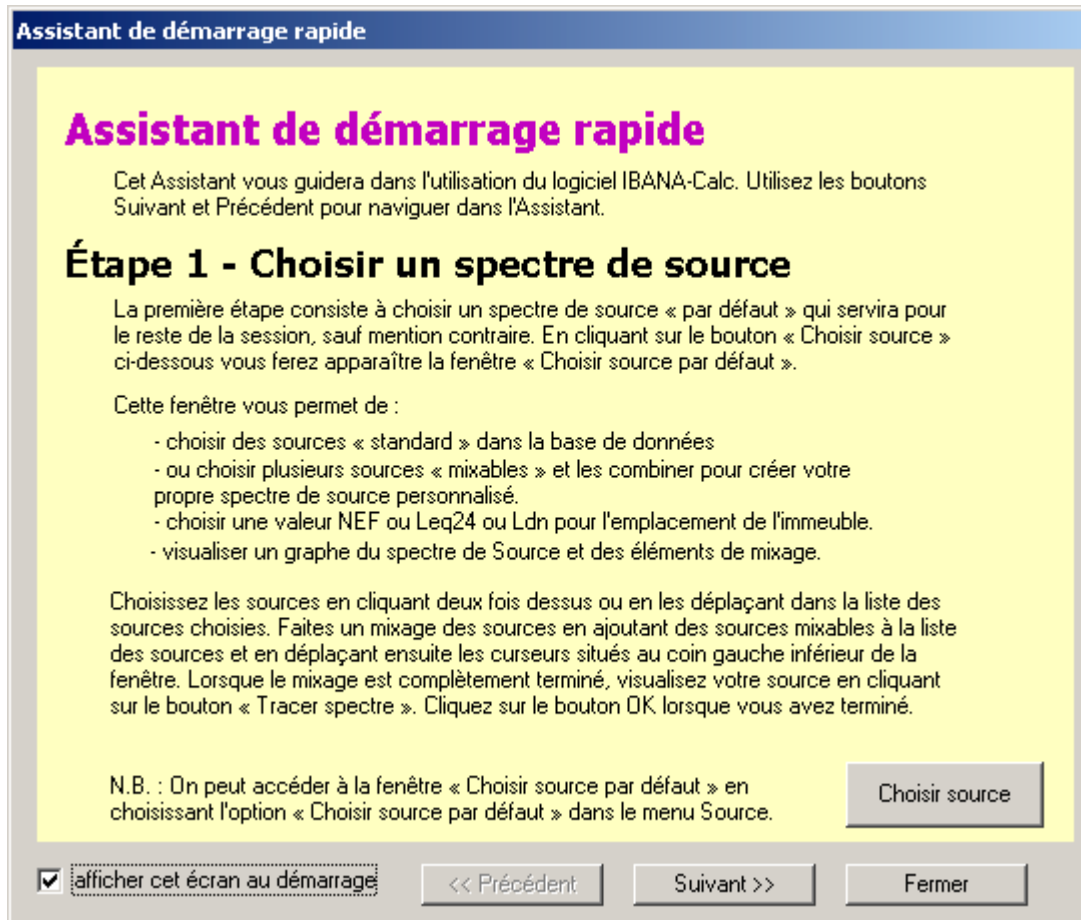


Figure 2 – Fenêtre Assistant de démarrage rapide, Étape 1

Lorsque vous lancez le programme IBANA-Calc, la fenêtre *Assistant de démarrage rapide* apparaît automatiquement. Cette fonction vous aide dans l'utilisation du logiciel. L'utilisateur peut y accéder en tout temps à partir du menu d'Aide déroulant. On peut désactiver l'Assistant de démarrage rapide afin qu'il n'apparaisse pas au démarrage du logiciel en décochant la case *Afficher cet écran au démarrage* dans l'écran initial.

### 4.2 Aide

Un fichier d'aide électronique est accessible au moyen du menu déroulant d'Aide. On peut également accéder à de l'aide se rapportant à chacun des écrans en cliquant sur le bouton droit de la souris et en choisissant *Aide sur cette fenêtre*, ou en appuyant sur F1.

### 4.3 Création d'un nouveau scénario

Chaque combinaison de sources et d'ensembles de construction est définie par le programme sous la forme d'un scénario. Le scénario combine les détails touchant la source de bruit, les éléments de façade de l'immeuble et les caractéristiques de la pièce. Lorsqu'il définit un scénario, l'utilisateur doit choisir le spectre de source et le niveau sonore, apporter des corrections éventuelles quant à la distance et à la direction de la source et paramétrer le niveau d'absorption de la pièce et les éléments de façade. L'utilisateur peut nommer le scénario afin de pouvoir le sauvegarder et le récupérer plus tard. Le programme est capable de calculer et d'afficher des scénarios multiples et de combiner ensemble différents scénarios. On peut créer de nouveaux scénarios en tout temps en sélectionnant « Nouveau scénario » dans le menu déroulant *Scénario*.

L'utilisateur peut également ouvrir des scénarios déjà sauvegardés à partir du même menu déroulant.

### 4.4 Spectre de source et niveau

Lorsque l'on crée un scénario, la première étape consiste à choisir un spectre de source et le niveau général du bruit produit par les aéronefs. Ce spectre de source par défaut sera utilisé pendant le reste de la session à moins d'un changement de la part de l'utilisateur.

L'utilisateur a le choix entre sélectionner l'une des « sources standard » contenues dans la base de données et combiner des sources afin de créer un spectre de source « mixé » personnalisé. À moins d'un motif particulier, l'utilisateur devrait choisir le spectre de source *Standard Aircraft*.

Le programme contient trois sources standard : *Standard Aircraft*, *Standard CMHC Source* et *Standard OITC Source*. Le spectre *Standard Aircraft* correspond à la moyenne d'un mélange de types et de tailles d'aéronefs modernes. On a conçu cette source à partir des mesures prises, dans le cadre du projet, aux aéroports d'Ottawa, de Vancouver et de Toronto. La *Standard CMHC Source* est inspirée d'une publication de la Société canadienne d'hypothèques et de logement (1981)<sup>1</sup>. Cette source ne rend pas compte des aéronefs modernes et n'est incluse ici qu'à des fins de comparaison avec cette méthode antérieure. La source *Standard OITC* est inspirée de la norme ASTM E1332<sup>2</sup>.

IBANA-Calc permet également à l'utilisateur de mixer ensemble plusieurs spectres de sources afin de créer un spectre « mixé ». L'utilisateur choisira cette option lorsqu'un immeuble est près d'un terrain d'aviation dont le spectre de source des bruits produits par les aéronefs est différent de celui d'un aéroport commercial typique. Une fois que l'utilisateur a choisi les sources mixables qu'il veut utiliser, il doit pondérer chaque source en pourcentage de la source « mixée » totale qu'il est en train de créer. L'utilisateur doit préciser complètement la pondération de la source avant de pouvoir créer le spectre « mixé ». Une fois définis, le spectre mixé et les spectres le composant seront affichés sous forme graphique en cliquant sur le bouton *Tracer spectre*.

On paramètre le niveau général du bruit produit par les aéronefs en entrant la valeur de l'indice NEF (Noise Exposure Forecast [prévision d'ambiance sonore]), la valeur Leq24 ou la valeur Ldn. Ces valeurs représentent la moyenne du niveau sonore global sur l'emplacement de l'immeuble pendant une période de 24 heures. Lorsque l'on définit la valeur NEF, Leq24 ou Ldn pour l'emplacement de l'immeuble, cela a pour effet de modifier vers le haut ou le bas le niveau de toutes les fréquences, de sorte que le spectre de source correspond à la valeur NEF, Leq24 ou Ldn indiquée. L'utilisateur n'a qu'à indiquer l'une ou l'autre de ces trois valeurs. Quand c'est fait, le programme calcule les autres valeurs d'après l'hypothèse que la valeur NEF correspond aux calculs du programme de prévision de la courbe de bruit NEF\_1.7 de Transports Canada (voir également section 7). Toutefois, tous les calculs sont effectués au moyen des valeurs Leq24.

#### **4.5 Corrections touchant la source possible et la perte de transmission**

Le programme offre plusieurs options facultatives de correction du spectre du son incident extérieur produit par les aéronefs et selon les variations de perte de transmission en fonction de l'orientation relative de l'aéronef et de la façade. L'utilisateur ne doit apporter ces corrections que s'il est certain qu'elles sont pertinentes aux conditions qui l'intéressent. Plusieurs de ces corrections sont fondées sur des données de mesure limitées, de sorte que leur validité ne peut être garantie. Les calculs détaillés de chaque correction sont décrits à la section 7, Calculs d'isolation acoustique. Une brève description des corrections est présentée ci-dessous.

##### **4.5.1 Correction de l'absorption par l'air**

Cette option permet de corriger le spectre de source en tenant compte de différentes valeurs d'absorption par l'air. Cette correction se fonde sur les normes ANSI S1.26 1995<sup>3</sup> et ISO 9613-1<sup>4</sup>, qui décrivent comment l'absorption par l'air du son varie en fonction de la distance, de la température et de l'humidité relative. Bien que la forme du spectre soit ajustée en conséquence, les valeurs NEF, Leq24 ou Ldn ne seront pas modifiées. En règle générale, cette correction n'a que peu d'effet sur les niveaux sonores intérieurs parce qu'elle influence surtout l'importance relative des niveaux sonores à haute fréquence.

##### **4.5.2 Correction de l'angle vertical**

On s'attend à une variation des valeurs de perte de transmission (PT) en fonction du cosinus de l'angle vertical d'incidence, conformément aux normes ASTM E966<sup>5</sup> et ISO 140/V<sup>6</sup>. Selon les mesures sur le terrain effectuées<sup>7</sup>, il semble que ce phénomène se produise pour les fréquences inférieures à 1000 Hz. IBANA-Calc n'accepte que les angles verticaux entre 0 et 80 degrés, parce que la validité de cette correction n'est pas connue au-delà de cette plage. Les corrections qui en résultent sont généralement relativement faibles.

Les données à l'appui de cette correction manquent de précision de sorte qu'il faut faire preuve de prudence dans son utilisation.

### **4.5.3 Correction de l'angle horizontal**

Cette correction n'est pas offerte dans la version actuelle du logiciel par manque de données pertinentes.

### **4.5.4 Correction de l'angle de vue horizontal**

On suppose que l'énergie acoustique incidente d'un aéronef est proportionnelle à l'angle de vue horizontal de la ligne de vol de celui-ci par rapport à la façade concernée. Si la totalité du survol est visible, l'angle de vue horizontal du passage de l'aéronef est de 180 degrés. Si la façade est perpendiculaire à la ligne de vol, l'angle de vue ne sera plus que de 90 degrés et seulement la moitié de l'énergie va frapper la façade concernée. IBANA-Calc peut corriger (réduire) l'énergie acoustique incidente réelle en fonction d'une réduction de l'angle de vue horizontal. La correction varie légèrement selon la fréquence parce qu'une partie de l'énergie est diffractée autour de l'arête verticale de l'immeuble.

La correction totale est relativement faible, mais les données à l'appui manquent de précision, de sorte qu'il faut apporter cette correction avec prudence.

### **4.5.5 Correction de la réflexion par le sol**

La combinaison du bruit direct de l'aéronef et de la réflexion par le sol de ce bruit peut créer une interférence destructive à basse fréquence, ce qui réduit l'énergie acoustique incidente réelle à basse fréquence. La fréquence à laquelle cet effet est le plus grand dépend de la distance entre le milieu de la façade et le niveau du sol. Cette correction n'a d'effet tangible que pour les façades du rez-de-chaussée, de sorte qu'elle ne doit pas être utilisée dans les autres cas.

La correction est fondée sur des mesures prises dans une seule maison d'essai. Son applicabilité générale n'a pas encore été validée, de sorte qu'elle doit être utilisée avec prudence.

## **4.6 Absorption de la pièce**

Pour calculer le niveau sonore intérieur, il est nécessaire de préciser l'absorption de la pièce. Celle-ci est estimée en pourcentage de la surface de plancher pour le type de pièces à modéliser par IBANA-Calc. Différents types de pièces possèdent différentes caractéristiques d'absorption acoustique. Les valeurs acceptables d'absorption en pourcentage de la surface de plancher vont de 50 à 150 %.

Dans le cadre d'un scénario, l'utilisateur doit donc choisir la quantité d'absorption pour la pièce. Pour ce faire, ou bien il choisit le type de pièce à partir d'une liste, qui fixe automatiquement l'échelle d'absorption en pourcentage de la surface de plancher, ou il règle l'échelle de manière indépendante en déplaçant un curseur. L'utilisateur doit également indiquer la surface de plancher en mètres carrés (ou en pieds carrés).

La valeur d'absorption, combinée avec la surface de plancher de la pièce, aura une influence sur le niveau sonore intérieur global qui sera prédit par IBANA-Calc.

#### **4.7 Sélection des éléments de façade**

En ajoutant des éléments de façade à un scénario, on précise les caractéristiques de construction de l'immeuble à utiliser par le programme. L'utilisateur doit définir les éléments qui seront exposés à la source de bruit. Le programme contient une base de données sur les mesures en laboratoire de perte de transmission d'éléments de façade, notamment les murs, les portes, les fenêtres et les composants toit-plafond. L'utilisateur peut également ajouter, en tout temps, ses propres résultats de perte de transmission.

Une fois que l'utilisateur a choisi la nature d'un élément de façade, il doit préciser la surface de celui-ci. Il a également l'option d'insérer des sous-éléments, par exemple une fenêtre ou une porte, dans un élément existant, tel qu'un mur ou un composant toit-plafond, afin de décrire avec précision la portion de l'immeuble qui est exposée au bruit.

Un graphe composite permet de visualiser la perte de transmission selon la fréquence pour chaque élément et sous-éléments de façade, de même qu'un tracé du calcul de la perte de transmission selon la fréquence correspondant à la combinaison des spectres de perte de transmission pondérés par la surface de chaque élément de façade choisi. L'indice ITS et l'indice OITC sont également affichés pour le spectre de perte de transmission calculé.

#### **4.8 Définition du scénario**

Les scénarios sont le concept central du programme IBANA-Calc. Chaque combinaison de caractéristiques de construction et de source de bruit est définie par le programme sous l'appellation de « scénario ». Un scénario est donc la combinaison des données sur la source, des renseignements sur les éléments de façade de l'immeuble et des détails définissant la pièce de réception. Lorsqu'il configure un scénario, l'utilisateur doit choisir le spectre de source et le niveau sonore, apporter les corrections possibles quant à la distance et à la direction de la source, définir l'absorption de la pièce et paramétrer les éléments de façade. L'utilisateur peut nommer le scénario, de manière à pouvoir l'enregistrer et le récupérer ultérieurement. Le programme a la capacité de calculer et d'afficher plusieurs scénarios, de même que de combiner ensemble différents scénarios.

#### **4.9 Duplication d'un scénario**

Une fois que l'utilisateur a défini un scénario, il peut facilement dupliquer toutes les caractéristiques de ce scénario. Il peut alors modifier cette copie pour y apporter de petites modifications permettant des comparaisons rapides.

#### **4.10 Comparaison de scénarios**

Une fois que deux scénarios ou plus ont été définis, IBANA-Calc permet à l'utilisateur de les comparer en affichant les résultats de plusieurs scénarios à la fois dans le même graphe. Cette fonction est utile dans le cas de pièces possédant différentes façades exposées à différents bruits d'aéronef.

#### **4.11 Enregistrement et récupération de scénarios**

Une fois qu'un scénario est complètement défini (y compris le spectre de source, la surface de plancher et les éléments de façade), l'utilisateur peut l'enregistrer (sous la forme d'un fichier de scénarios .scn) en vue d'une récupération ultérieure. Lorsque le scénario est enregistré dans un fichier de scénarios, toutes ces caractéristiques sont incluses, tels que le spectre de source utilisé et les éléments de façade paramétrés.

#### **4.12 Impression des rapports**

L'utilisateur peut imprimer un rapport sur papier reproduisant tous les renseignements se rapportant au scénario. Cette information peut également être consignée dans un fichier électronique.

#### **4.13 Écoute des scénarios**

L'utilisateur peut écouter le son produit à l'extérieur ou à l'intérieur par le survol d'un aéronef et comparer ainsi jusqu'à cinq scénarios. Afin de mieux comparer, il peut même passer d'un scénario à un autre pendant le passage de l'aéronef. Le casque d'écoute ou les haut-parleurs utilisés pour entendre le bruit intérieur calculé doivent pouvoir reproduire les sons à basse fréquence qui dominent généralement dans le bruit produit à l'intérieur par un aéronef.

#### **4.14 Modification des bases de données**

IBANA-Calc contient deux bases de données – l'une contient les spectres de bruits produits par les aéronefs, tandis que l'autre contient les données sur les mesures en laboratoire de perte de transmission de différents ensembles de construction courants. L'utilisateur peut ajouter de nouvelles données aux deux bases. Tout renseignement ajouté peut être modifié ou supprimé en tout temps, mais ce n'est pas le cas des données fournies initialement avec le logiciel, qui, elles, ne peuvent pas être modifiées.

#### **4.15 Remplacement des bases de données**

IBANA-Calc contient deux bases de données – l'une contient les spectres de bruits produits par les aéronefs, tandis que l'autre contient les données sur les mesures en laboratoire de perte de transmission de différents ensembles de construction courants. Le programme permet à l'utilisateur de remplacer les deux bases par de nouvelles, à condition que les fichiers aient le bon format. Le fichier IBANA-Calc\_database.xls fourni avec le logiciel est un exemple du format qu'il faut utiliser, et ce fichier comprend toutes les données fournies avec le logiciel.

## **5. Description de chaque fenêtre du logiciel**

### **5.1 Fenêtre Choisir source par défaut**

Cette fenêtre permet à l'utilisateur de choisir les sources « standard » contenues dans la base de données ou de combiner des sources afin de créer une source « mixée ». L'utilisateur doit également choisir une valeur NEF, Leq24 ou Ldn afin d'indiquer l'intensité sonore des aéronefs à l'emplacement de l'immeuble concerné.

La Figure 3 donne un exemple de la fenêtre *Choisir source par défaut* et des nombreuses zones qu'elle contient.

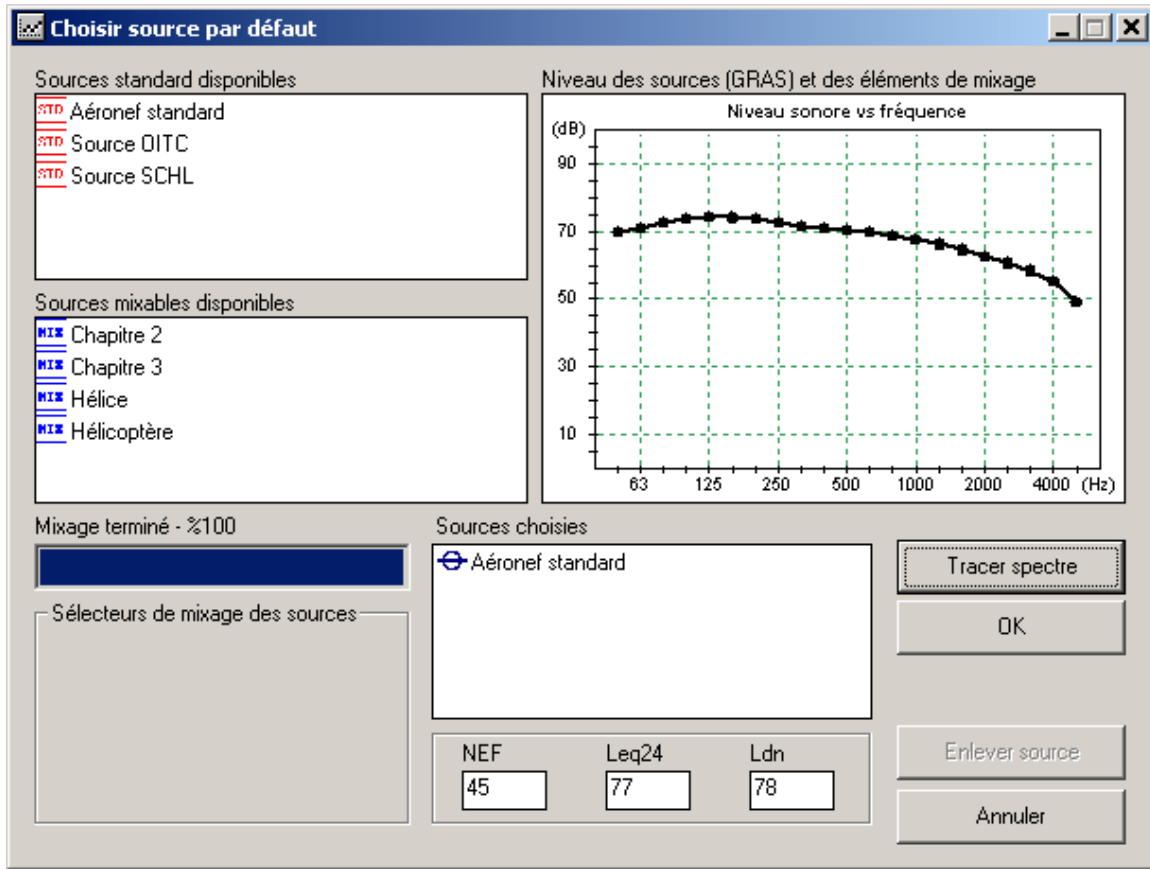
Dans cette fenêtre, on choisit la source de bruit qui sera utilisée dans les calculs. L'utilisateur peut sélectionner une source standard ou une source « mixable » unique.

### **5.2 Sources standard**

Les sources standard contenues dans la base de données des sources de bruits figurent dans la zone de liste *Sources standard disponibles*. Pour afficher un graphe de n'importe lequel de ces spectres, l'utilisateur n'a qu'à cliquer sur l'une ou l'autre des sources standard énumérées, et le tracé s'affichera dans la zone *Graphe des sources*. Pour choisir l'une de ces sources, l'utilisateur peut soit cliquer deux fois sur l'icône de la source désirée dans la zone de liste *Sources standard disponibles* ou faire glisser l'icône depuis la zone de liste *Sources standard disponibles* vers le bas jusque dans la zone de dépôt *Sources choisies*. Un graphe de la source choisie apparaîtra dans la zone *Graphe des sources*, illustrant le niveau sonore de la source selon la fréquence pour la gamme des fréquences allant de 50 Hz à 5000 Hz.

À moins d'un motif particulier, l'utilisateur devrait employer le spectre de source Standard Aircraft.

Une fois la source choisie, l'utilisateur doit indiquer une valeur NEF, Leq24 ou Ldn afin de préciser le niveau du bruit. Il utilise pour ce faire, les cases identifiées à cette fin au bas de l'écran. L'utilisateur n'a qu'à entrer une seule de ces valeurs; l'ordinateur calculera la valeur correspondante des deux autres indices non saisis. L'utilisateur clique ensuite sur le bouton *Tracer spectre* afin d'afficher un graphe du spectre de source qui sera utilisé par le programme pour ce scénario calibré selon la valeur NEF (ou Leq ou Ldn) choisie.



**Figure 3 – Fenêtre Choisir source par défaut – Sélection d’une source standard**

La Figure 3 illustre la fenêtre *Choisir source par défaut*, dans le cas où l’utilisateur choisit la source de bruit Standard Aircraft et qu’il introduit une valeur NEF de 45.

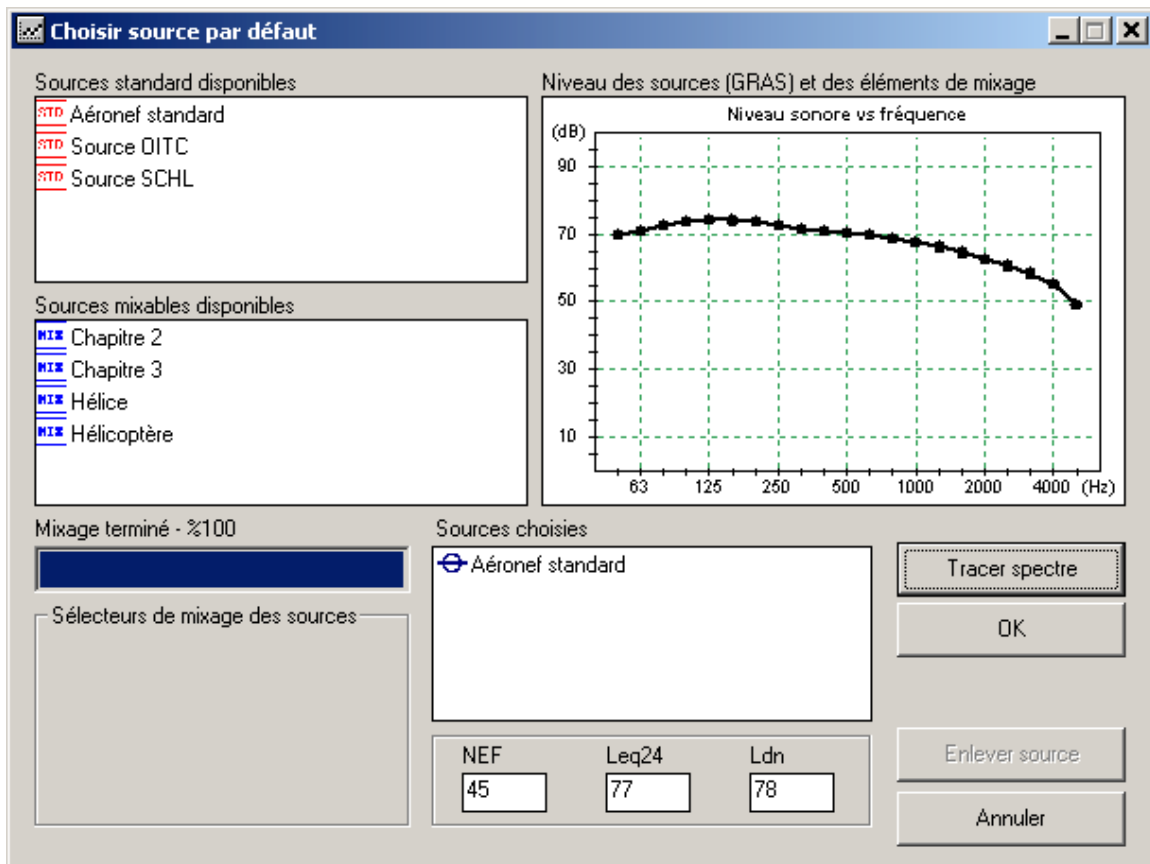
### 5.3 Sources mixables

Sous la zone de liste *Sources standard disponibles*, se trouve la zone de liste *Sources mixables disponibles*. On y trouve les options de spectres de bruits mixables qui sont offertes dans la base de données des sources de bruits du programme. Pour afficher un graphe de l’un ou l’autre de ces spectres, l’utilisateur n’a qu’à cliquer sur l’une ou l’autre des sources standard énumérées, et le graphe s’affichera dans la zone *Graphe des sources*. Pour choisir l’une de ces sources, l’utilisateur n’a qu’à cliquer deux fois sur l’icône de la source choisie dans la zone de liste *Sources standard disponibles* ou faire glisser l’icône depuis la zone de liste *Sources mixables disponibles* vers le bas jusque dans la zone de dépôt *Sources choisies*.

L’utilisateur peut sélectionner une ou plusieurs des sources figurant dans la zone de liste *Sources mixables disponibles*. Lorsqu’il choisit une source, un graphe du spectre de bruit s’affiche pour cette source dans la zone *Graphe des sources*. Une fois que les sources mixables à utiliser ont été choisies, l’utilisateur doit

pondérer chacune d'entre elles en pourcentage de la source totale « mixée » qu'il est en train de créer.

Afin de pondérer chacune des sources choisies, l'utilisateur doit déplacer les curseurs des *Sélecteurs de mixage des sources* correspondant dans l'ordre à chacun des éléments de la zone de liste *Sources choisies*. L'utilisateur doit définir 100 % de la pondération des sources avant de terminer la création de son spectre « mixé ». Pour faire afficher un graphe présentant chacun des spectres choisis de même que le spectre final « mixé », l'utilisateur doit cliquer sur le bouton *Tracer spectre*. Un graphe illustrant chacune des sources individuelles, en leur affectant le symbole adjacent au nom de la source dans la zone de liste *Sources choisies*, de même que la source « mixée » en gras, s'affichera dans la zone *Graphe des sources*. Le graphe illustre le niveau sonore selon la fréquence pour la gamme de fréquences allant de 50 Hz à 5000 Hz.



**Figure 4 – Fenêtre Choisir source par défaut – Sélection des sources mixables**

Une fois la source choisie, l'utilisateur doit indiquer une valeur NEF, Leq24 ou Ldn afin de préciser le niveau du bruit. Il utilise pour ce faire, les cases identifiées à cette fin au bas de l'écran. L'utilisateur n'a qu'à entrer une seule de ces valeurs; l'ordinateur calculera la valeur correspondante des deux autres indices non saisis. L'utilisateur clique ensuite sur le bouton *Tracer spectre* afin d'afficher

un graphe du spectre de source qui sera utilisé par le programme pour ce scénario calibré selon la valeur NEF (ou Leq ou Ldn) choisie.

La Figure 4 illustre ce à quoi ressemble la fenêtre *Choisir source par défaut* si l'utilisateur sélectionne une source mixable comprenant 55 % de réactés du Chapitre 2, 20 % de réactés du Chapitre 3, 25 % d'hélicoptères et une valeur NEF de 35.

Pour passer à la fenêtre suivante, l'utilisateur clique sur le bouton OK.

#### **5.4 Fenêtre Scénario**

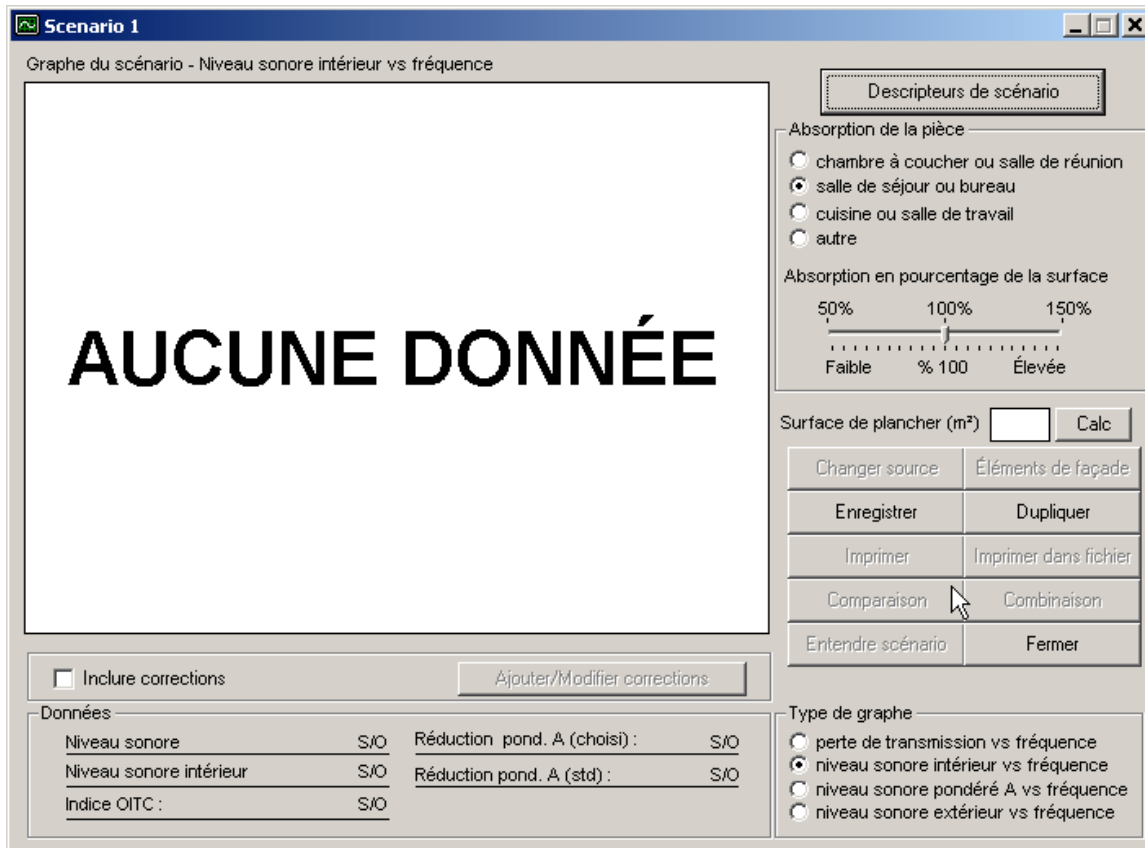
La fenêtre *Scénario* constitue le pivot de l'application IBANA-Calc. Elle permet à l'utilisateur d'accéder à tous les renseignements concernant le scénario, notamment le spectre de source, les caractéristiques de construction des éléments de façade et les niveaux sonores dans la pièce cible.

Dans la fenêtre *Scénario*, l'utilisateur doit tout d'abord définir l'absorption de la pièce en pourcentage de la surface de plancher. La valeur d'absorption sera établie par une combinaison du type de pièces et de la surface de plancher; cette valeur va influencer le niveau sonore intérieur global calculé par IBANA-Calc. Le programme offre plusieurs valeurs d'absorption prédéfinies correspondant aux pièces que l'on trouve couramment dans les maisons et les immeubles à bureaux, (chambre à coucher, salles de réunion, salles de séjour, bureaux, cuisines et salles de travail). L'utilisateur peut sélectionner l'une de ces valeurs prédéfinies en cliquant sur le bouton radio correspondant dans la zone *Absorption de la pièce*. Une fois l'une des quatre options choisies, le curseur illustrant l'absorption en pourcentage de la surface de plancher pointera de lui-même vers une valeur qui sera stockée dans le programme, conformément au type de pièces choisi.

S'il veut indiquer une valeur autre que la valeur prédéfinie, l'utilisateur peut déplacer le curseur de la zone *Absorption en pourcentage de la surface* vers n'importe quelle valeur allant de 50 à 150 %. Lorsque l'utilisateur déplace le curseur, le bouton radio « autre » est automatiquement sélectionné.

L'utilisateur doit ensuite définir une surface de plancher. Il peut le faire de plusieurs manières. Il peut introduire directement une valeur dans la zone *Surface de plancher*. Si l'utilisateur ne connaît pas la surface, il peut cliquer sur le bouton *Calc*. La fenêtre *Indiquer la surface de plancher* apparaîtra, ce qui permet à l'utilisateur d'introduire la longueur et la largeur de la pièce. Par défaut, IBANA-Calc utilise des unités métriques. Toutefois, l'utilisateur peut choisir les unités impériales dans l'élément de menu Fenêtre→Options→Unités par défaut du nouveau scénario. On peut définir les unités pour chacun des scénarios.

La Figure 5 présente la fenêtre *Scénario*, une fois que l'absorption de la pièce et la surface de plancher ont été définies, mais avant que les éléments de façade n'aient été paramétrés. Dans la Figure 5, on a choisi une chambre à coucher ou salle de réunion de 18 mètres carrés.



**Figure 5 – Fenêtre Scénario – avec absorption de la pièce et surface de plancher définis**

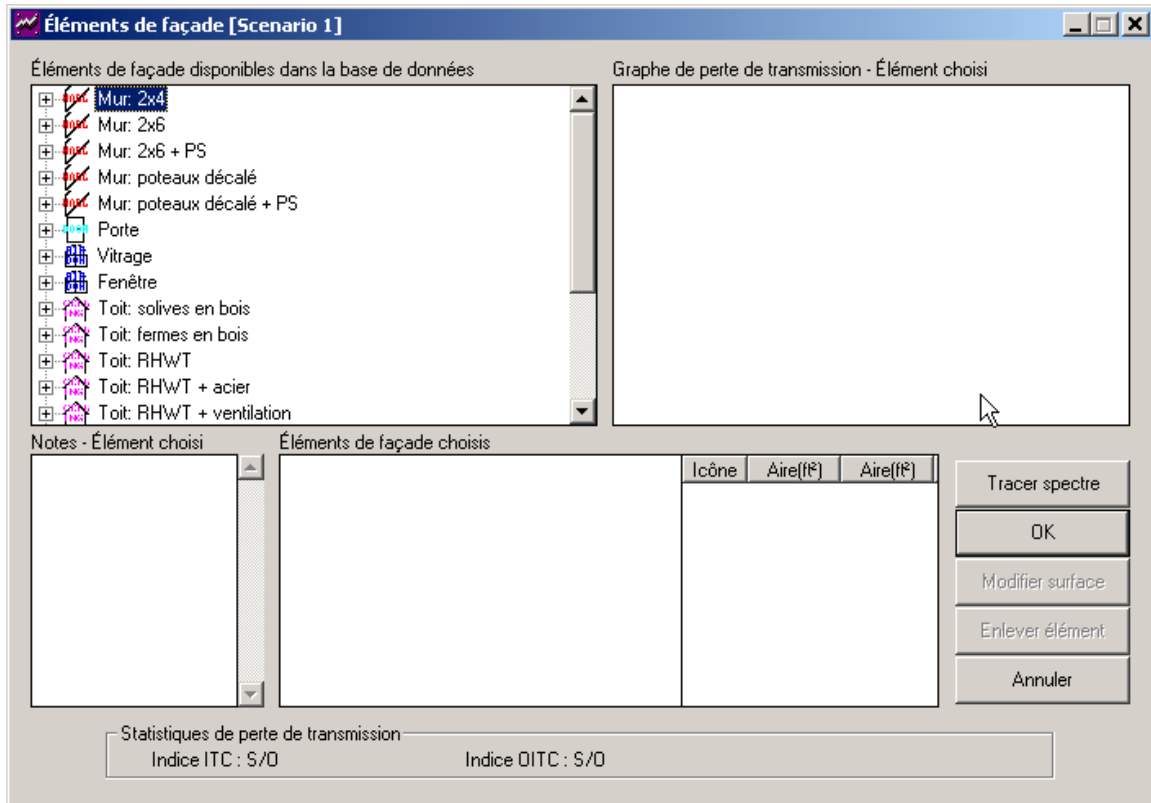
Après avoir indiqué l'absorption de la pièce et la surface de plancher, l'utilisateur peut choisir les éléments de façade en cliquant sur le bouton *Éléments de façade*.

### 5.5 Fenêtre *Éléments de façade*

Cette fenêtre permet à l'utilisateur de préciser les caractéristiques de construction des éléments qui seront exposés au bruit. En ajoutant des éléments de façade au scénario, on précise des caractéristiques de construction de l'immeuble, ce qui constitue la base des calculs de perte de transmission.

IBANA-Calc contient une base de données sur les mesures en laboratoire de perte de transmission pour différents éléments de façade de bâtiment. Les caractéristiques de constructions contenues dans la base de données des éléments de façade sont énumérées dans la zone de liste *Éléments de façade disponibles dans la base de données*.

La Figure 6 illustre la fenêtre *Éléments de façade* avant que les éléments aient été choisis.



**Figure 6 – Fenêtre Éléments de façade – Aucun élément de façade choisi**

Chaque élément de construction énuméré dans la base de données apparaît en format codifié dans la zone de liste *Éléments de façade disponibles dans la base de données*. On trouvera à l'annexe A ou dans la fonction d'Aide du programme une description de chacun des codes. Les éléments de construction se subdivisent en plusieurs catégories. Les principales catégories se répartissent par type d'élément de façade : mur, toit-plafond, porte, fenêtre, vitrage. Les composants de mur et de toit-plafond se subdivisent à leur tour en catégories selon le type d'ossature. Pour les murs, on a les catégories suivantes : 2x4, 2x6, 2x6 + profilés souples, poteaux en chicane et poteaux en chicane + profilés souples. Les composants toit-plafond se subdivisent dans les catégories suivantes : solives en bois, fermes en bois, à chevrons relevés et platelage en tôle. On peut agrandir et réduire les menus de la zone de liste *Éléments de façade disponibles dans la base de données* en cliquant sur les signes « + » et « - » selon le cas.

Un exemple d'un ensemble de construction codifié serait :

VIN1\_GFR25\_OSB11\_WS89(406)\_GFB89\_RC13(406)\_2G13

Ce code décrit les caractéristiques d'un mur avec poteaux en bois de 2 po x 4 po (38 mm x 89 mm) d'une face à l'autre. Voici la description de chaque composant :

VIN1	parement de vinyle de 1 mm
GFR25	isolant de fibre de verre rigide de 25 mm
OSB11	panneau de copeaux orientés de 11 mm
WS89(406)	poteaux en bois de 38 x 89 mm à entraxe de 406 mm
GFB89	matelas de fibre de verre de 89 mm
RC13(406)	profilés souples de 13 mm à entraxe de 406 mm
2G13	2 couches de placoplâtre de 13 mm

En cliquant sur l'un ou l'autre code des éléments de façade, un texte de description apparaît dans la zone *Notes*. Un graphe de perte de transmission selon la fréquence pour la gamme de fréquences allant de 50 Hz à 5000 Hz s'affichera dans la zone *Graphe de perte de transmission* pour l'ensemble de construction choisi. De plus, les indices IPS et OITC apparaîtront au bas de l'écran dans la zone *Statistiques de perte de transmission*.

### **5.6 Sélection des éléments de façade**

Afin de choisir un élément de façade pour un scénario, l'utilisateur peut soit cliquer deux fois sur le code de l'élément choisi dans la zone de liste *Éléments de façade disponibles dans la base de données* ou faire glisser le code depuis cette même zone de liste vers le bas jusque dans la zone de dépôt *Éléments de façade choisis*. Lorsqu'un élément de façade est choisi, la boîte de dialogue de la calculatrice de surface s'ouvre. On demande alors à l'utilisateur d'indiquer la surface de l'élément ou sa largeur et sa hauteur, en unités métriques ou en unités impériales. Une fois qu'un élément a été choisi par l'utilisateur et que sa surface a été indiquée, celui-ci apparaît dans la zone de dépôt *Éléments de façade choisis* sous la forme d'une formule codée, accompagné du symbole utilisé dans le graphe et d'une surface en mètres carrés. Le graphe de l'élément choisi apparaît dans la zone *Graphe de perte de transmission* qui illustre la perte de transmission selon la fréquence pour une gamme de fréquences allant de 50 Hz à 5000 Hz. De plus, les valeurs ITS, OITC et de réduction du niveau pondéré A apparaîtront au bas de l'écran dans la zone *Statistiques de perte de transmission* pour l'élément de façade choisi.

### **5.7 Sélection des sous-éléments de façade**

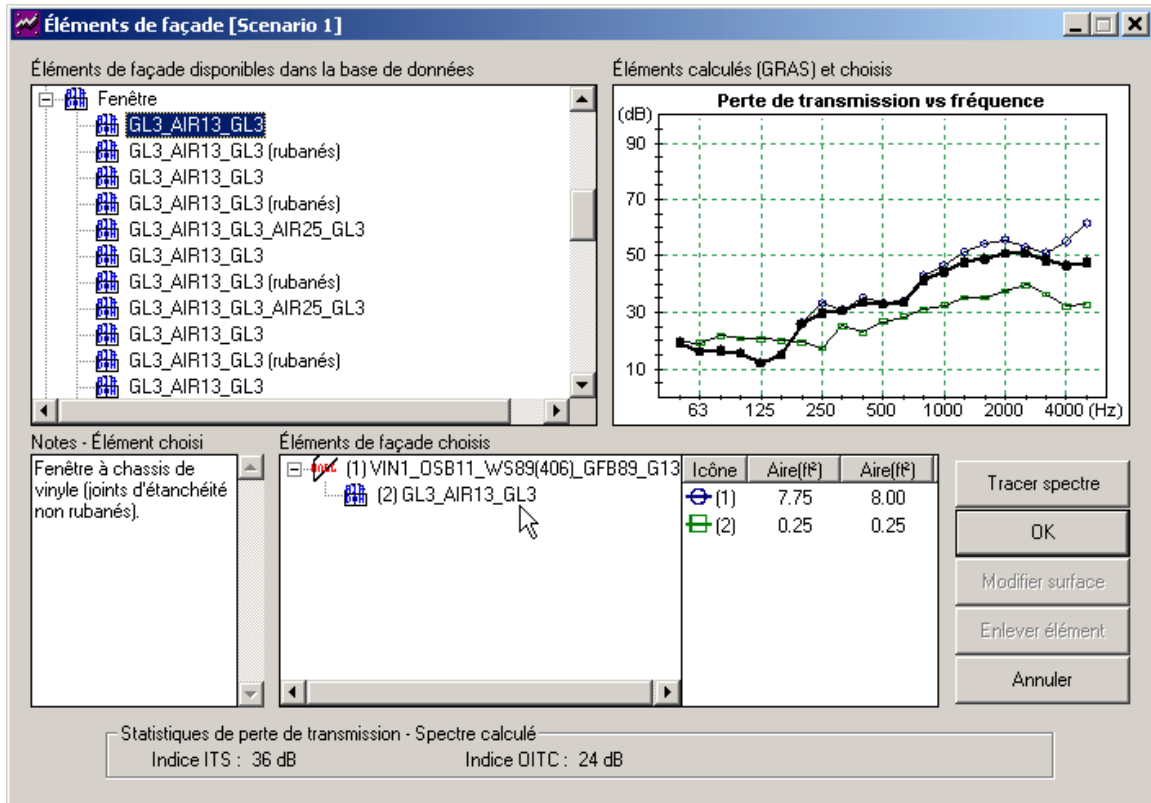
Il est également possible de définir des éléments de façade en tant que sous-éléments d'éléments déjà définis. Par exemple, d'insérer une fenêtre dans un mur. Lorsque l'on ajoute un sous-élément à un élément existant, la surface du sous-élément est soustraite de la surface de l'élément parent existant, et les deux surfaces sont affichées.

Pour ajouter un élément de façade en tant que sous-élément d'un autre élément, l'élément parent doit tout d'abord figurer dans la zone de dépôt *Éléments de façade choisis*. Le sous-élément est déposé sur l'élément de façade « parent » qui figure déjà dans la zone de dépôt *Éléments de façade choisis*. La boîte de dialogue de la calculatrice de surface s'ouvre et demande à l'utilisateur d'indiquer la surface ou la largeur et la hauteur de l'élément de façade en unités métriques

ou impériales. Le sous-élément figurera ensuite dans la zone de dépôt *Éléments de façade choisis* en retrait de l'élément parent plutôt qu'en tant qu'élément séparé. Le graphe de la zone *Graphe de perte de transmission* est mis à jour et présente un tracé de chaque élément et sous-élément accompagné de leur symbole correspondant, tels qu'ils figurent dans la zone de dépôt *Éléments de façade choisis* de même qu'un tracé composite, en gras, combinant l'élément parent et ses sous-éléments. De plus, les indices ITS et OITC apparaissent dans la zone *Statistiques de perte de transmission* pour l'élément composite.

L'utilisateur peut sélectionner plusieurs éléments et sous-éléments de façade. Après avoir choisi les éléments et sous-éléments de façade désirés, le graphe de perte de transmission selon la fréquence de l'élément composite peut être mis à jour en cliquant sur le bouton *Tracer spectre de PT*. Ce graphe montrera chaque élément de façade sous forme d'une série de données particulières, un symbole unique étant associé à chaque élément. Le graphe présente également en gras la série de données de perte de transmission calculée correspondant à la combinaison des spectres de perte de transmission pondérée selon la surface de chacun des éléments de façade choisis. Les indices ITS et OITC apparaissent au bas de la fenêtre pour le spectre de perte de transmission calculé.

La Figure 7 présente la fenêtre *Éléments de façade* pour un mur de 8 m<sup>2</sup> défini en tant qu'élément de façade parent et une fenêtre coulissante en vinyle de 0,25 m<sup>2</sup> en tant que sous-élément du mur. Comme on peut le voir dans la zone de dépôt *Éléments de façade choisis*, la surface du mur a été rajustée en fonction de la taille de la fenêtre.



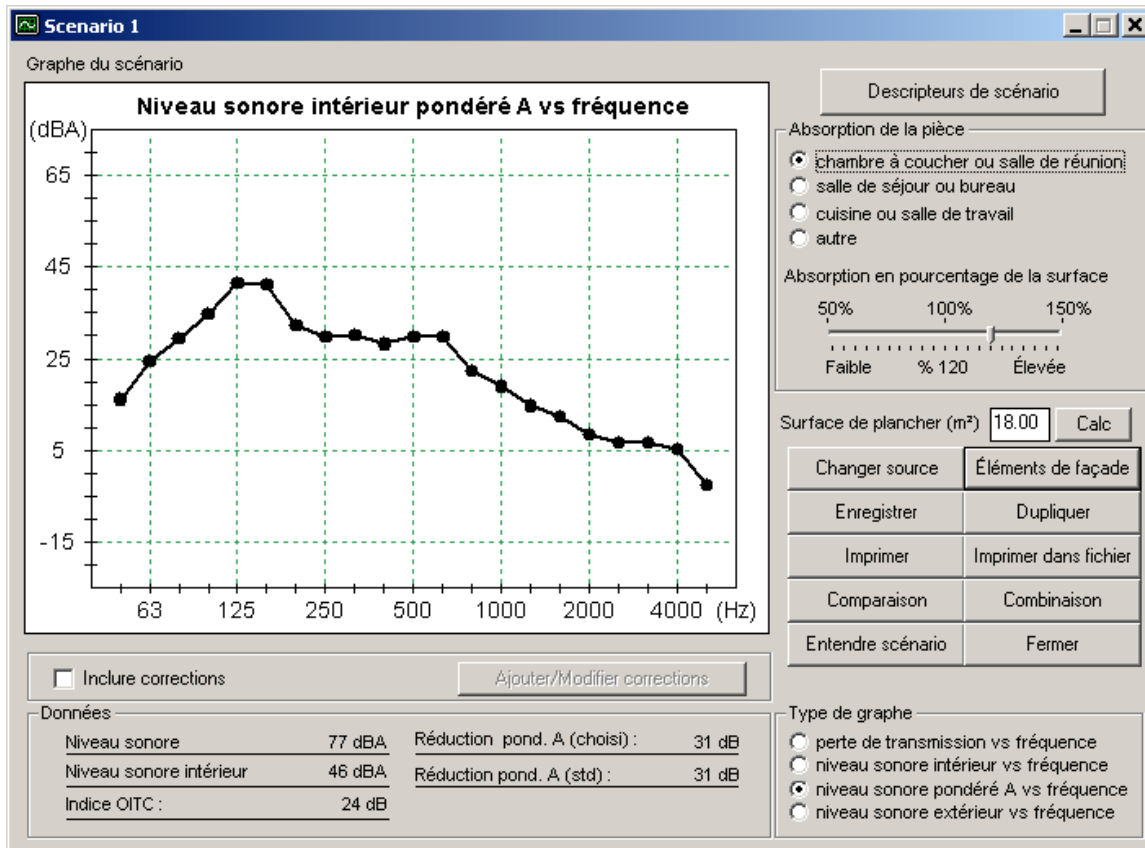
**Figure 7 – Fenêtre Éléments de façade – sélection d'un mur comme élément et d'une fenêtre comme sous-élément**

L'utilisateur peut retirer en tout temps des éléments de façade définis en les surlignant dans la zone de dépôt *Éléments de façade choisis* et en cliquant sur le bouton *Enlever élément*.

Une fois définis tous les éléments et sous-éléments désirés dans la fenêtre *Éléments de façade*, l'utilisateur clique sur le bouton *OK* pour retourner à la fenêtre *Scénario*.

Lorsque la fenêtre *Scénario* s'ouvre, un graphe apparaît alors dans la zone *Graphe du scénario*. L'utilisateur peut tracer quatre graphes différents : Perte de transmission vs fréquence, Niveau sonore intérieur vs fréquence, Niveau sonore intérieur pondéré A vs fréquence et Niveau sonore extérieur vs fréquence. Il indique le type de graphe désiré dans la zone *Type de graphe* se trouvant dans le coin inférieur droit de la fenêtre *Scénario*.

La Figure 8 illustre un graphe du niveau sonore intérieur pondéré A selon la fréquence, la source choisie étant *Standard aircraft*, le niveau d'absorption étant celui d'une chambre à coucher d'une salle de réunion de 18 mètres carrés avec un élément de façade constitué d'un mur de 8 m<sup>2</sup> et d'une fenêtre intégrée de 0.25 m<sup>2</sup>. La zone *Données* au bas de la fenêtre présente un certain nombre d'indices composites pour le scénario.

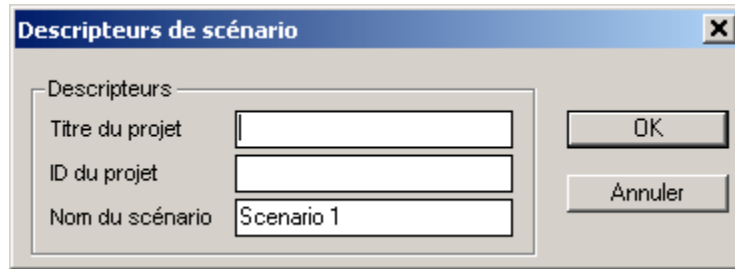


**Figure 8 – Fenêtre Scénario – Graphe du niveau sonore pondéré A vs fréquence**

La fenêtre *Scénario* peut également servir à définir un descripteur de scénario, à changer la source, à enregistrer un scénario, à dupliquer un scénario, à imprimer un scénario, à imprimer un scénario dans un fichier, à comparer des scénarios, à combiner des scénarios et à entendre un scénario. Cette fenêtre permet également à l'utilisateur d'apporter ou non des corrections. Chacune de ces options est décrite dans les lignes qui suivent.

### 5.8 Définition des descripteurs de scénario

En cliquant sur le bouton *Descripteurs de scénario*, dans le coin supérieur droit de la fenêtre *Scénario*, l'utilisateur peut indiquer des renseignements utiles décrivant un scénario donné. Lorsque l'on clique sur le bouton *Descripteurs de scénario*, la fenêtre *Descripteurs de scénario* apparaît, comme dans l'exemple ci-dessous.

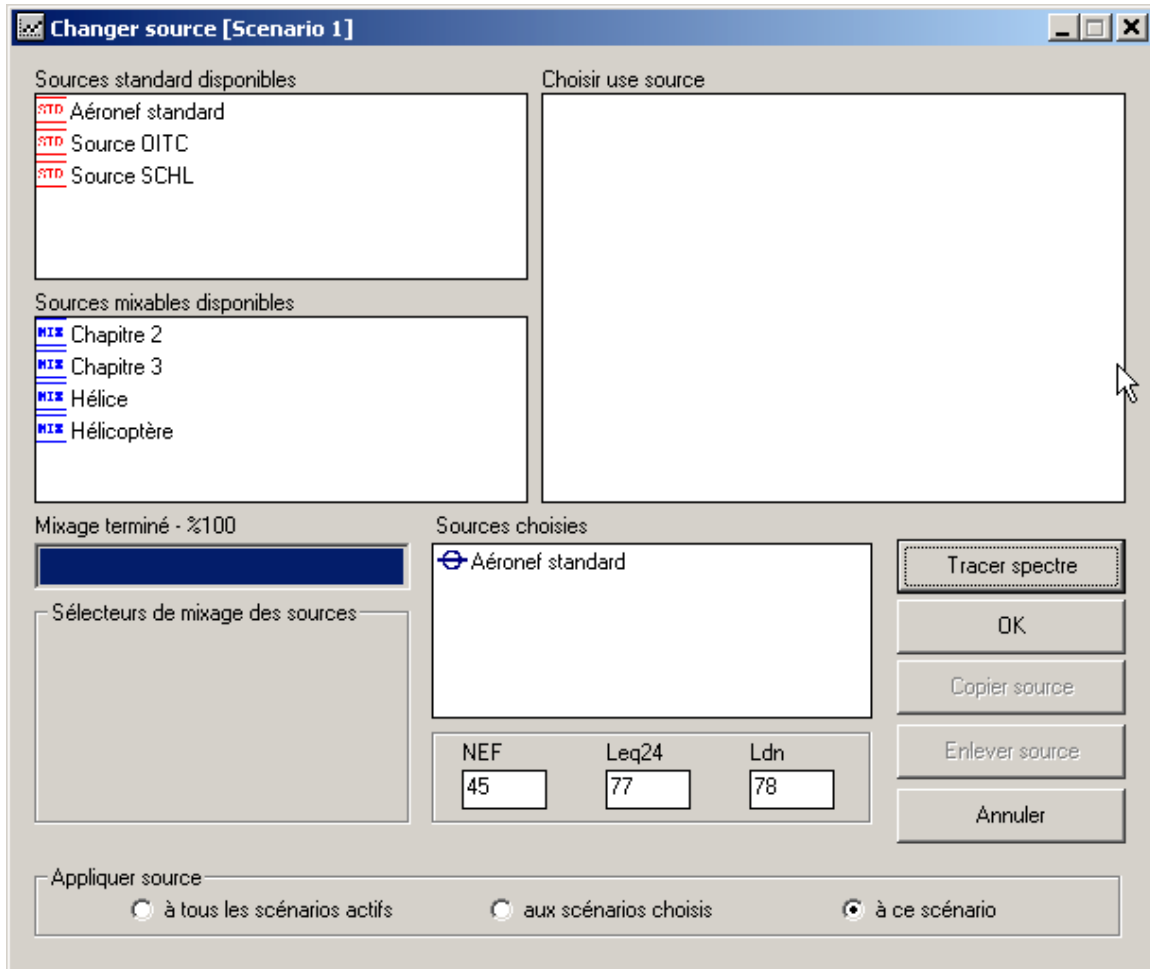


**Figure 9 – Fenêtre Descripteurs de scénario**

L'utilisateur peut alors entrer le Titre du projet, l'ID du projet, de même que le Nom du scénario

### 5.9 Changement de source

Le bouton *Changer source* de la fenêtre *Scénario* permet de changer la source utilisée dans le scénario. Lorsque l'on clique sur ce bouton, la fenêtre *Changer source* apparaît.



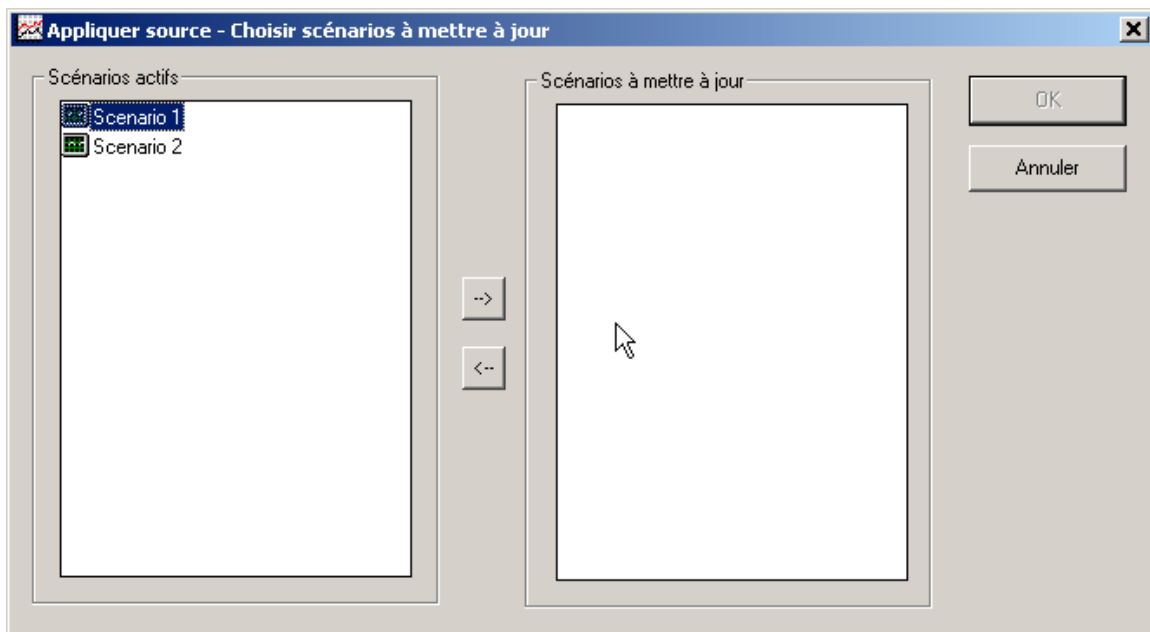
**Figure 10 – Fenêtre Changer source pour le Scénario 1**

L'utilisateur peut alors choisir de changer le type de source et le niveau sonore. Il peut choisir une source de bruit en sélectionnant une source standard ou une source « mixable » unique, selon la procédure décrite aux sections Sources standard et Sources mixables (sections 5.2 et 5.3) du présent manuel.

La fenêtre *Changer source* offre une option additionnelle au bas de l'écran. L'utilisateur peut choisir d'appliquer le changement de source à tous les scénarios actifs, aux scénarios choisis ou à ce scénario seulement.

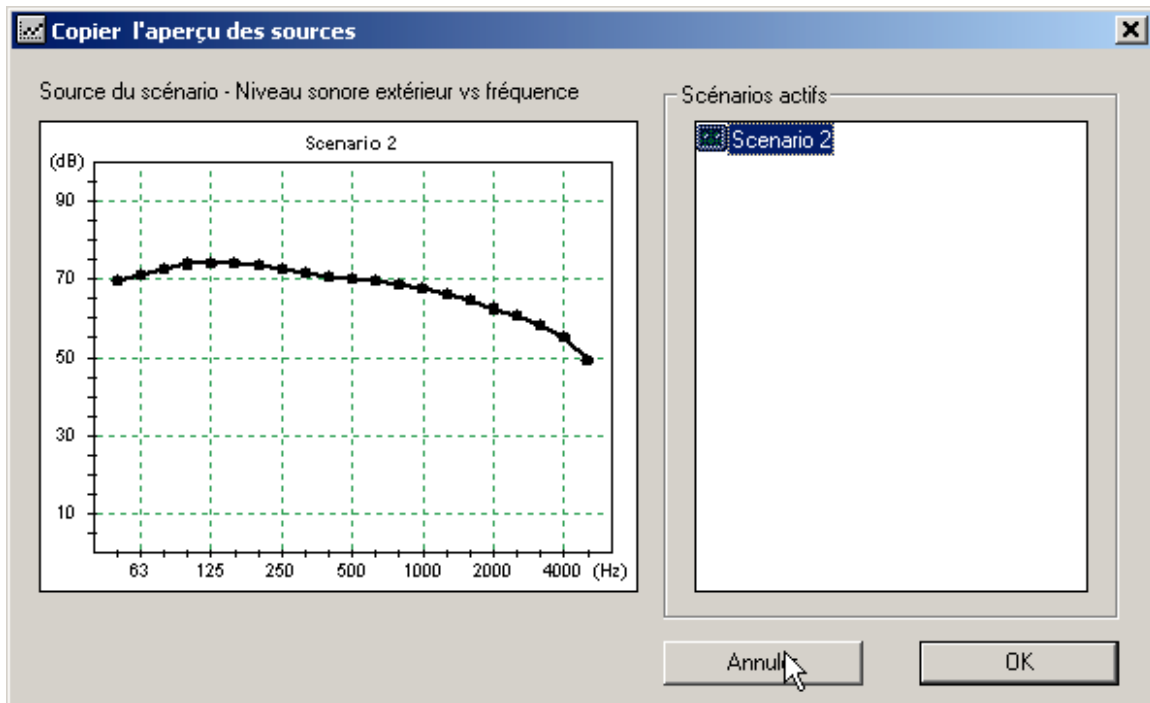
À moins d'un motif particulier, l'utilisateur devrait sélectionner la source de spectre Standard Aircraft.

Si l'utilisateur a choisi l'option « aux scénarios choisis », la fenêtre *Appliquer source – Choisir scénarios à mettre à jour* apparaît. L'utilisateur choisit alors les scénarios pour lesquels il veut que la source changée s'applique en cliquant deux fois sur les scénarios désirés dans la zone de liste *Scénarios actifs*, en faisant glisser les scénarios souhaités depuis cette zone jusque dans la zone *Scénarios à mettre à jour*, ou en les surlignant et en les déplaçant ensuite au moyen du bouton →. Une fois que les scénarios ont été choisis, l'utilisateur clique sur le bouton *OK* pour compléter l'opération. La source utilisée dans les scénarios choisis sera alors changée.



**Figure 11 – Appliquer source – Choisir scénarios à mettre à jour**

Dans la fenêtre *Changer source*, l'utilisateur peut également copier la source en cliquant sur le bouton *Copier source*. Ce bouton ne sera actif que si plus d'un scénario est ouvert. Lorsque l'on clique sur le bouton *Copier source*, la fenêtre *Copier l'aperçu des sources* s'ouvre. L'utilisateur clique alors sur le nom du scénario de la source à copier, tel qu'il est affiché dans la zone de liste *Scénarios actifs*.



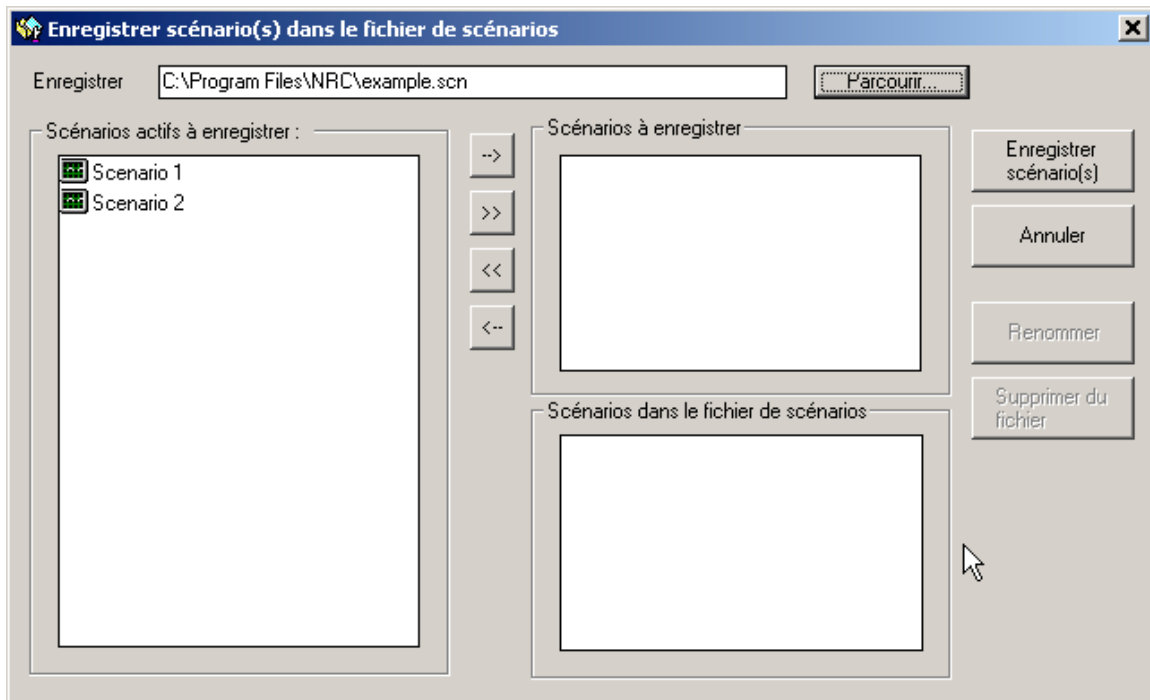
**Figure 12 – Copier l'aperçu des sources – Scénario 2 choisi**

Cette option s'avère utile si une source mixée complexe a été définie.

### **5.10 Enregistrer scénario(s)**

Une fois que l'utilisateur a défini un scénario (source, absorption de la pièce, éléments de façade), il peut enregistrer le scénario en vue d'une utilisation future. Toutes les caractéristiques du scénario défini seront sauvegardées (spectre de source, éléments de façade définissant les caractéristiques de construction de l'immeuble).

Pour enregistrer le scénario, l'utilisateur clique sur le bouton *Enregistrer* dans la fenêtre *Scénario* ou sélectionne l'option *Enregistrer scénarios* dans le menu *Scénario*. La fenêtre *Enregistrer scénario(s) dans le fichier de scénarios* apparaîtra (voir Figure 13).



**Figure 13 – Enregistrer scénario(s) dans le fichier de scénarios**

Lorsque l'utilisateur clique sur le bouton *Parcourir*, la fenêtre *Enregistrer scénarios dans* s'ouvre. L'utilisateur peut alors taper un nom pour le fichier de scénarios ou choisir un fichier de scénarios déjà enregistré. L'utilisateur indique également dans quel dossier il veut enregistrer le fichier de scénarios. Lorsqu'il clique sur le bouton *Enregistrer*, l'utilisateur retourne à la fenêtre *Enregistrer scénarios(s) dans le fichier de scénarios*.

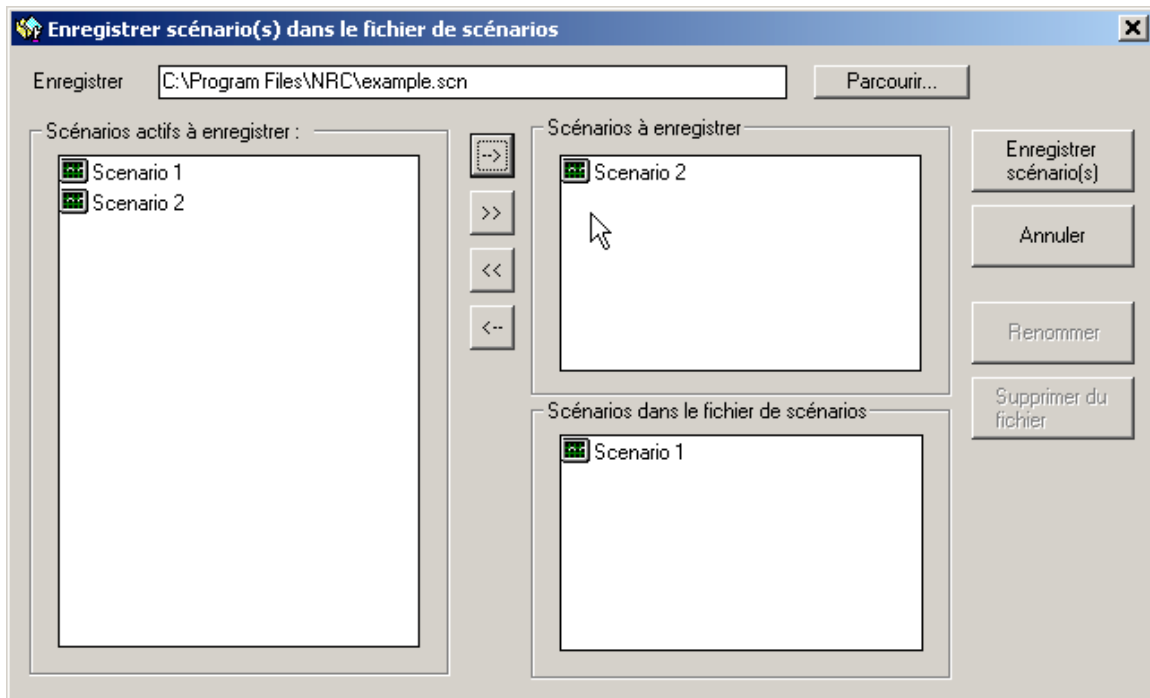
Le chemin d'accès et le nom du fichier de scénarios apparaîtra en haut de cette fenêtre. Le nom des scénarios qui sont déjà enregistrés dans ce fichier de scénarios s'affichera dans la zone *Scénarios dans le fichier de scénarios*. Les noms des scénarios actifs et prêts à être ajoutés au fichier seront énumérés dans la zone de liste *Scénarios actifs à enregistrer*.

L'utilisateur choisit les noms de scénarios dans la zone de liste *Scénarios actifs à enregistrer* qu'il veut enregistrer, en cliquant deux fois sur le scénario souhaité, en le faisant glisser et en le déposant dans la zone *Scénarios à enregistrer*, ou en les surlignant et en les déplaçant avec le bouton  $\rightarrow$ . Le bouton  $\gg$  permet de déplacer tous les scénarios énumérés dans la zone de liste *Scénarios actifs à enregistrer* vers la zone *Scénarios à enregistrer*.

Une fois que les noms de scénarios ont été sélectionnés, l'utilisateur doit cliquer sur le bouton *Enregistrer scénario(s)* pour confirmer l'opération. Pour retirer le nom d'un scénario de la zone *Scénarios à enregistrer*, l'utilisateur peut surligner ce nom et cliquer sur le bouton  $\leftarrow$ . S'il clique sur le bouton  $\ll$  tous les noms de scénarios énumérés dans la zone *Scénarios à enregistrer* seront retirés.

Le fichier est sauvegardé avec l'extension .scn. Chaque fichier de scénarios peut contenir plusieurs scénarios. Lorsque le scénario est enregistré dans un fichier de scénarios, toutes ses caractéristiques sont incluses (spectre de source et éléments de façade caractérisant l'immeuble).

La Figure 14 présente un fichier de scénarios baptisé exemple.scn. Ce fichier contient déjà un scénario portant le nom Scenario 1, c'est-à-dire qu'il y a déjà été enregistré. Lorsque l'utilisateur cliquera sur le bouton *Enregistrer Scénario(s)*, un deuxième scénario (portant le nom Scenario 2) sera enregistré dans le fichier exemple.scn.



**Figure 14 – Enregistrer Scénario(s) dans le fichier des scénarios – Ajout du Scénario 2 au fichier exemple.scn**

On peut utiliser la fenêtre *Enregistrer Scénario(s) dans le fichier de scénarios* pour modifier le nom d'un scénario en surlignant le scénario et en cliquant sur le bouton *Renommer*.

On peut également se servir de cette fenêtre pour supprimer un scénario dans un fichier de scénarios en surlignant le scénario et en cliquant sur le bouton *Supprimer du fichier*.

### **5.11 Dupliquer un scénario**

Le bouton *Dupliquer* de la fenêtre *Scénario* permet de faire un double du scénario actif. Toutes les caractéristiques du scénario sont reproduites (spectre de source, absorption de la pièce et éléments de façade). Le scénario dupliqué reçoit automatiquement un numéro de scénario. L'utilisateur peut modifier ce

numéro en cliquant sur le bouton *Descripteurs de scénario* ou en cliquant sur le bouton *Renommer* lorsque le scénario dupliqué est enregistré.

### **5.12 Imprimer un scénario sur papier**

Le bouton *Imprimer*, permet d'imprimer sur papier les résultats du scénario. Le rapport imprimé comprend trois pages. Sur la première, on trouve les renseignements sur le scénario (spectre de source choisi par l'utilisateur, caractéristiques de la pièce et caractéristiques des éléments de façade choisis). Aux pages 2 et 3, on peut visualiser les quatre graphes, de même que les indices composites, se rapportant au scénario.

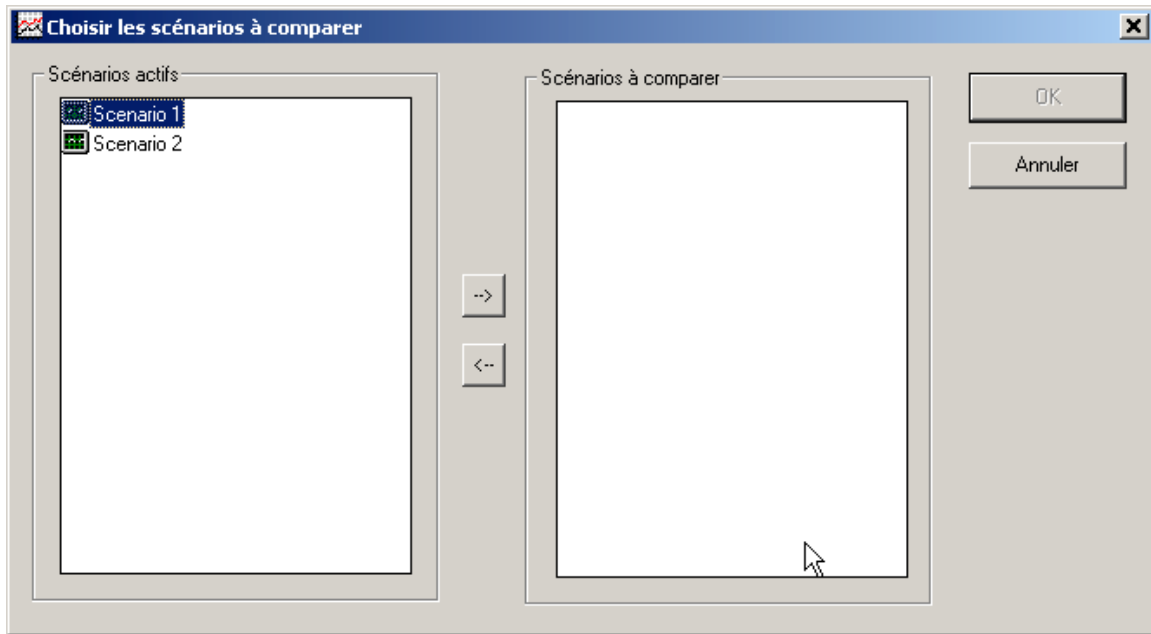
Les quatre graphes présentés sont Niveau sonore intérieur vs fréquence, Niveau intérieur pondéré A vs fréquence, Perte de transmission vs fréquence et Niveau sonore de la source vs fréquence (calibré selon les valeurs NEF, Leq24 et Ldn). Tous les graphes illustrent les valeurs pour la gamme de fréquences allant de 50 Hz à 5000 Hz. Chaque graphe est accompagné d'un tableau des données utilisées pour le produire.

### **5.13 Imprimer un scénario dans un fichier**

Lorsque l'on clique sur le bouton *Imprimer dans fichier*, la fenêtre *Imprimer scénario dans un fichier* apparaît. L'utilisateur peut indiquer dans cette fenêtre un nom de fichier dans lequel il veut que le rapport soit enregistré. Tous les renseignements du rapport sur papier seront alors sauvegardés dans un fichier de texte portant l'extension .txt. La seule différence entre le rapport imprimé et le fichier texte est que, dans ce dernier, les graphes sont sauvegardés sous forme de tableaux de données et non pas sous forme graphique. Lorsque l'utilisateur clique sur le bouton *Enregistrer*, le programme retourne à la fenêtre *Scénario*.

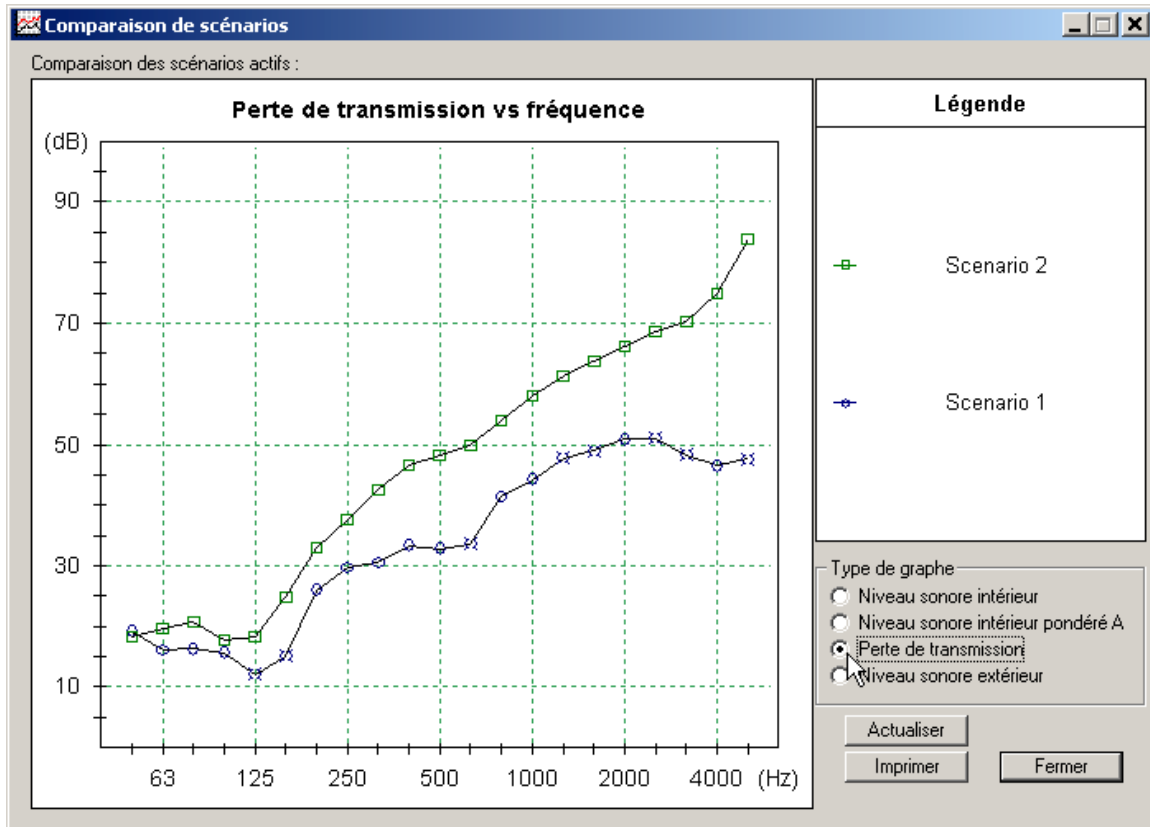
### **5.14 Comparer des scénarios**

Lorsque l'on clique sur le bouton *Comparaison*, la fenêtre *Choisir les scénarios à comparer* apparaît.



**Figure 15 – Fenêtre Choisir les scénarios à comparer**

L'utilisateur sélectionne les scénarios qu'il veut comparer dans la zone de liste *Scénarios actifs* en cliquant deux fois dessus, en les faisant glisser jusque dans la zone *Scénarios à comparer* ou en les surlignant et les déplaçant au moyen du bouton →. Pour enlever un scénario, l'utilisateur surligne le scénario et clique sur le bouton ←. Une fois que les scénarios ont été sélectionnés, l'utilisateur clique sur le bouton *OK* pour confirmer l'opération. La fenêtre *Comparaison de scénarios* apparaît.



**Figure 16 – Fenêtre Comparaison de scénarios**

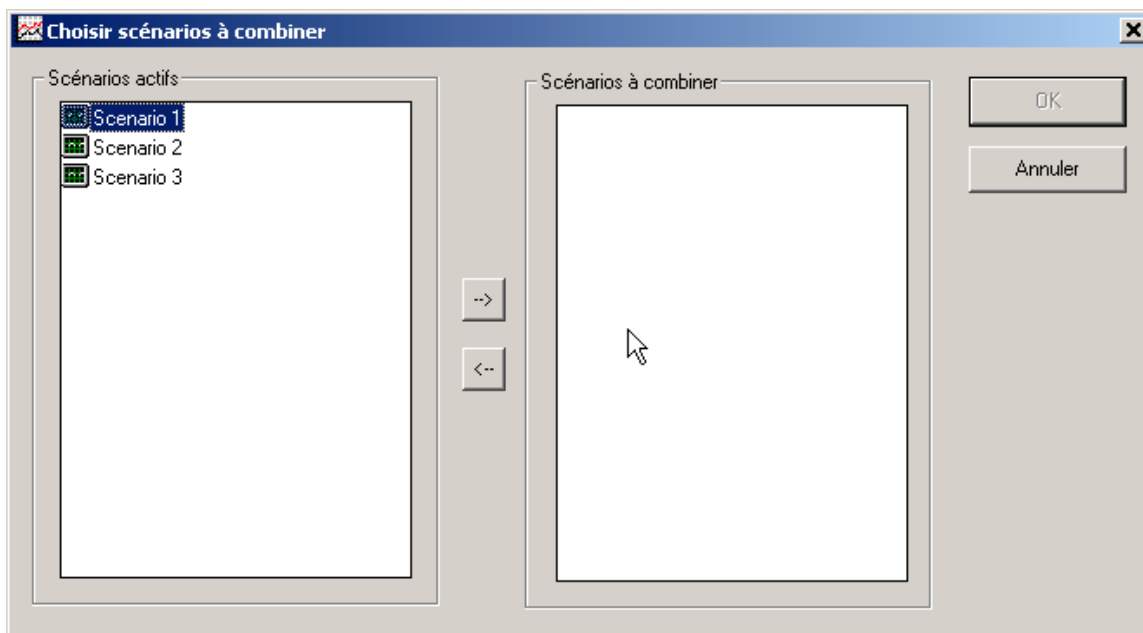
La fenêtre *Comparaison de scénarios* présente un graphe de tous les scénarios que l'utilisateur a choisi de comparer. L'utilisateur a l'option d'afficher quatre types différents de graphes dans la fenêtre : Niveau sonore intérieur vs fréquence, Niveau sonore intérieur pondéré A vs fréquence, Perte de transmission vs fréquence et Niveau sonore extérieur vs fréquence. On choisit le type de graphe dans la zone *Type de graphe* dans le coin inférieur droit de la fenêtre *Comparaison de scénarios*.

IBANA-Calc permet à l'utilisateur d'apporter des changements aux scénarios pendant que la fenêtre *Comparaison de scénarios* est ouverte. Si des changements sont apportés, l'utilisateur devra cliquer sur le bouton *Actualiser* pour mettre à jour le graphe de comparaison.

Le bouton *Imprimer* permet d'imprimer une copie papier des quatre graphes.

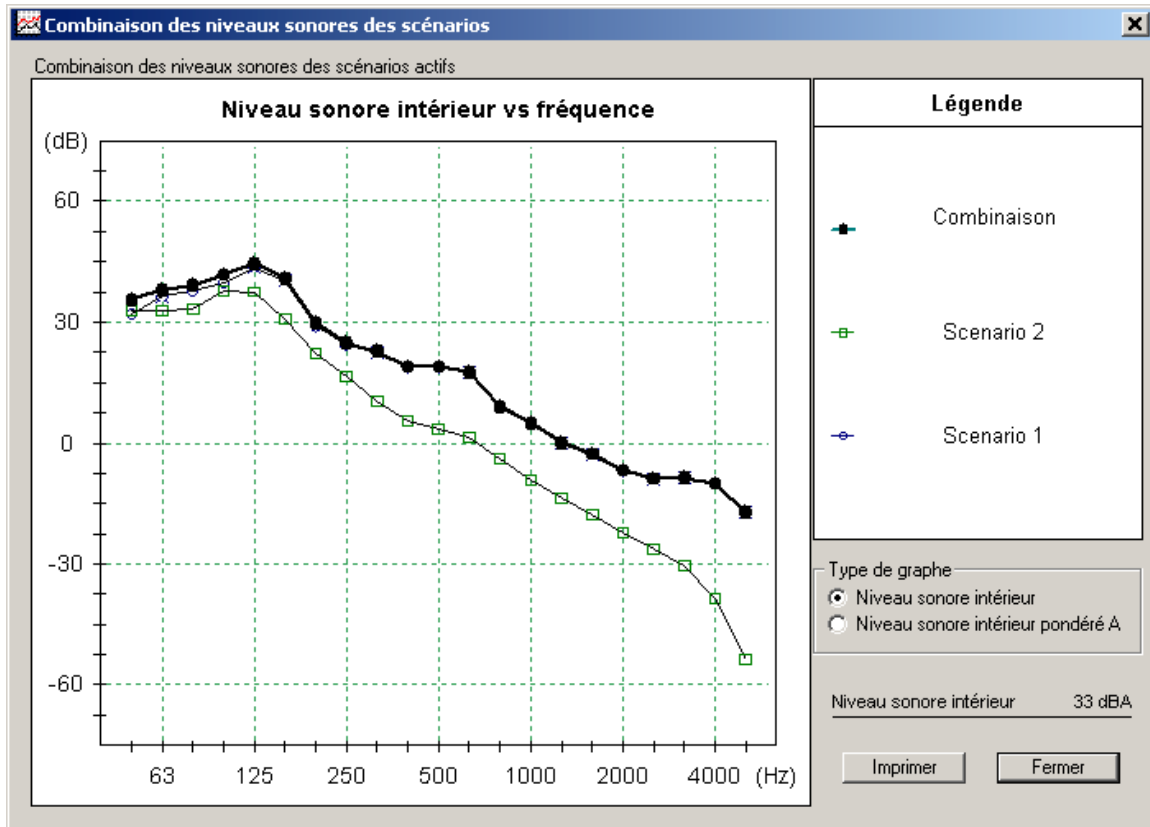
### 5.15 Combiner des scénarios

Lorsque l'utilisateur clique sur le bouton *Combinaison*, la fenêtre *Choisir scénarios à combiner* apparaît.



**Figure 17 – Fenêtre Choisir scénarios à combiner**

L'utilisateur sélectionne les scénarios qu'il veut combiner dans la zone de liste *Scénarios actifs* en cliquant deux fois dessus, en les faisant glisser jusque dans la zone *Scénarios à combiner* ou en les surlignant et en les déplaçant au moyen du bouton →. S'il veut retirer un scénario, l'utilisateur surligne le scénario et clique sur le bouton ←. Une fois que les scénarios ont été sélectionnés, l'utilisateur clique sur le bouton *OK* afin de confirmer l'opération. Apparaît alors la fenêtre *Combinaison des niveaux sonores des scénarios*.



**Figure 18 – Fenêtre Combinaison des niveaux sonores des scénarios – Deux scénarios combinés avec affichage du graphe de niveau sonore intérieur**

La fenêtre *Combinaison des niveaux sonores des scénarios* affiche un graphe de tous les scénarios que l'utilisateur a choisi de combiner, de même que, en gras, les résultats de la combinaison de ces scénarios. Le niveau sonore intérieur pondéré A total est également calculé et affiché dans le coin inférieur droit de la fenêtre.

L'utilisateur peut faire afficher des graphes différents dans la fenêtre : Niveau sonore intérieur vs fréquence et Niveau sonore intérieur pondéré A vs fréquence. Il fait ce choix dans la zone *Type de graphe* se trouvant dans le coin inférieur droit de la fenêtre *Combinaison des niveaux sonores des scénarios*.

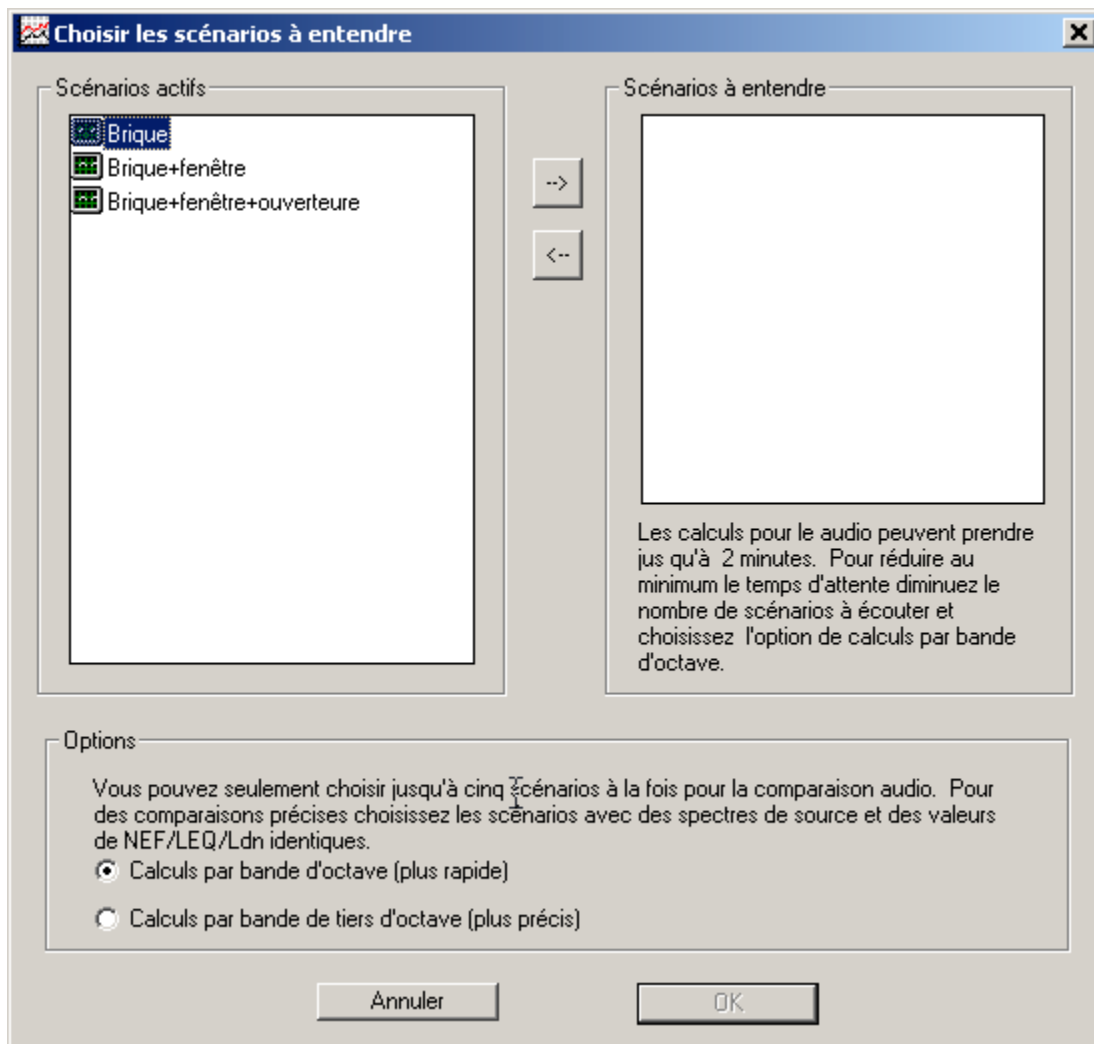
Le bouton *Imprimer* permet d'imprimer une copie papier des deux graphes.

### **5.16 Entendre les scénarios**

L'utilisateur peut écouter le bruit produit par le survol d'un réacté, à l'extérieur ou à l'intérieur, en fonction des caractéristiques des scénarios particuliers. Pour amorcer cette opération, l'utilisateur clique sur le bouton *Entendre scénario* dans la fenêtre *Scénario* ou il sélectionne cet élément dans le menu *Scénario*.

La fenêtre *Choisir les scénarios à entendre*, illustrée à la Figure 19, apparaît alors. L'utilisateur peut sélectionner jusqu'à cinq scénarios pour les besoins de la comparaison auditive.

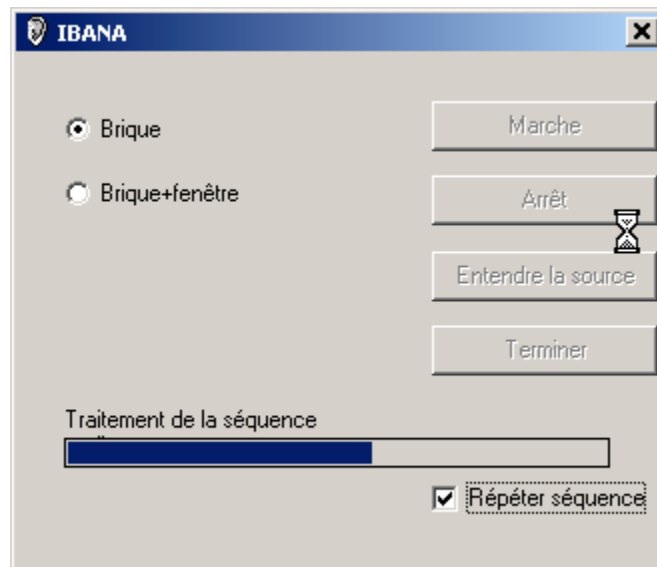
L'utilisateur sélectionne les noms des scénarios qu'il veut entendre dans la zone de liste *Scénarios actifs* en cliquant deux fois dessus, en les faisant glisser jusque dans la zone *Scénarios à entendre* ou en les surlignant et en les déplaçant au moyen du bouton →.



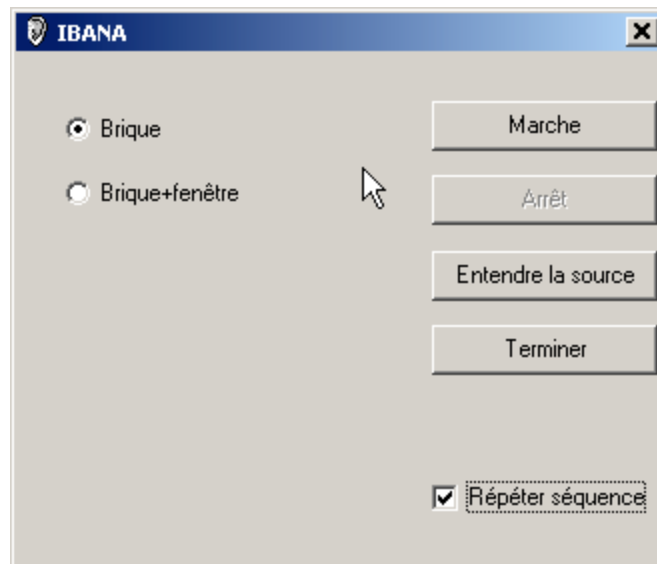
**Figure 19 – Fenêtre Choisir les scénarios à entendre – Un scénario sélectionné sur trois disponibles**

Les calculs peuvent être exécutés par bande d'octave ou par bande de tiers d'octave. Normalement, on utilisera les calculs par bande d'octave parce que l'opération est beaucoup plus rapide et que la précision supplémentaire conférée par les calculs par bande de tiers d'octave est rarement nécessaire. On peut également accélérer la durée des calculs en sélectionnant moins de scénarios.

Une fois que les scénarios à comparer ont été sélectionnés, cliquez sur le bouton *OK*.



**Figure 20 – Fenêtre d’écoute IBANA – La barre de progression indique l’avancement des calculs**



**Figure 21 – Fenêtre d’écoute IBANA – Bouton *Marche* sélectionné**

Après avoir cliqué sur le bouton *OK* dans la fenêtre *Choisir les scénarios à entendre*, la fenêtre *IBANA Audio* apparaît et la barre de progression indique l’avancement des calculs en vue de la reproduction audio. Lorsque les calculs sont terminés, la barre de progression disparaît et l’utilisateur peut cliquer sur le bouton *Entendre la source* ou sur le bouton *Marche*.

Le bouton *Entendre la source* a pour effet de reproduire le bruit produit à l'extérieur par le survol de l'aéronef (les sons extérieurs ayant été en fait réduits de 10 dB, comparativement aux sons intérieurs, par rapport à ce qui est indiqué afin de diminuer l'intensité des niveaux sonores écoutés).

Le bouton *Marche* reproduit les sons intérieurs calculés pour le scénario choisi. Les boutons radio permettent à l'utilisateur de commuter d'un scénario à un autre sans interrompre le survol de l'aéronef. Lorsque la case *Répéter séquence* est cochée, le survol est répété jusqu'à ce que l'utilisateur clique sur le bouton *Arrêt*.

Pour fermer la fenêtre de la fonction *IBANA Audio*, l'utilisateur clique sur le bouton *Terminer*.

### 5.17 Corrections du spectre de source et de perte de transmission

Dans la fenêtre *Scénario*, l'utilisateur peut choisir d'apporter des corrections au scénario en cochant la case *Inclure corrections*. Si cette case est cochée, le bouton *Ajouter / Modifier corrections* devient actif. Lorsque l'on clique sur ce bouton, la fenêtre *Correction du spectre de source et de PT* apparaît.

**Assistant de correction du spectre de source et de PT**

Instructions de correction  
- pour apporter une correction au Scénario, cochez la case adjacente à la correction souhaitée.  
- pour voir les détails d'une correction, cliquez sur son nom.

- Absorption par l'air
- Angle vertical
- Angle horizontal
- Angle de vue horizontal
- Réflexion par le sol

Calcul de l'atténuation du bruit extérieur des aéronefs due à l'absorption par l'air selon les normes ISO 9631-1 et ANSI S1.26-1995.

Correction de l'absorption par l'air du spectre de source

Entrer la distance entre la ligne de vol et la façade de l'immeuble  
250 m

Entrer la température :  
20 C

Entrer l'humidité relative :  
50 %

Rétablir les défauts   Terminer   Annuler

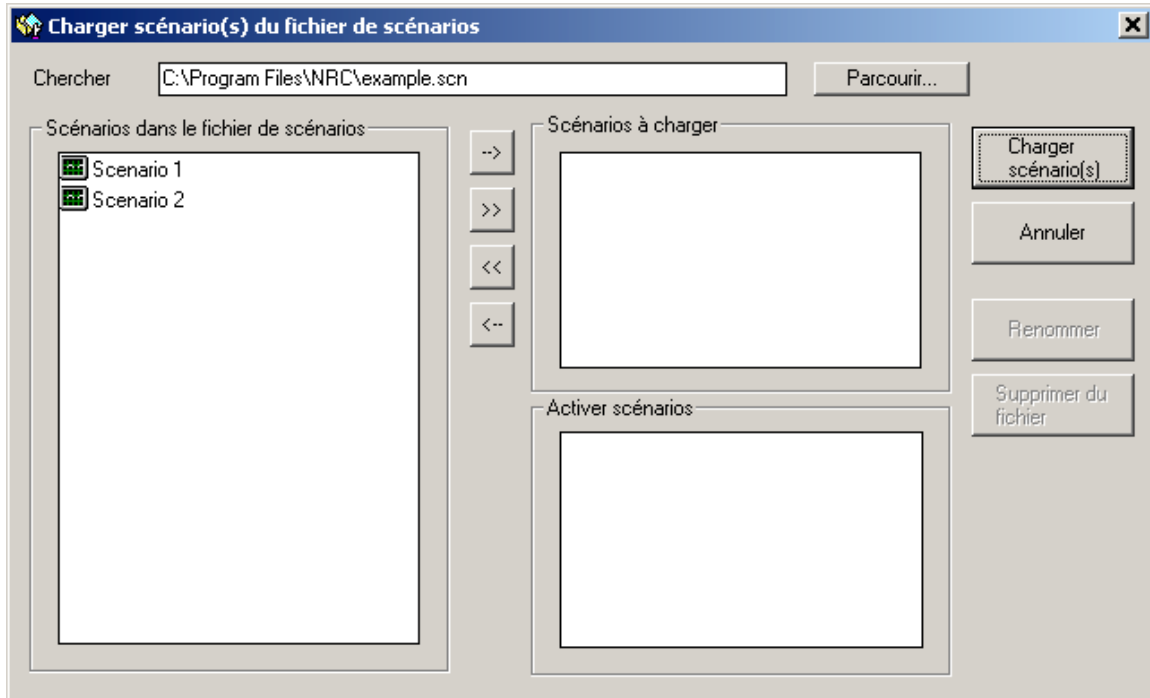
**Figure 22 – Fenêtre Correction du spectre de source et de PT – Correction de l'absorption par l'air sélectionnée**

Pour appliquer une correction au scénario actif, l'utilisateur clique sur la case adjacente à la correction à apporter. Une brève description de la correction s'affiche alors à l'écran pour la correction dont le nom est surligné. Pour de plus amples détails sur chacun des corrections énumérées, consultez la section 4.5 du présent manuel.

S'il veut revenir aux valeurs par défaut, l'utilisateur clique sur le bouton *Rétablir les défauts*. Pour fermer cette fenêtre, l'utilisateur clique sur le bouton *Terminer*.

### 5.18 Charger des scénarios

Pour charger un fichier de scénarios déjà enregistré, l'utilisateur sélectionne l'élément *Charger scénarios* du menu *Scénario*. La fenêtre *Ouvrir fichier de scénarios* apparaît. Une fois que le fichier de scénarios a été choisi, la fenêtre *Charger scénario(s) du fichier de scénarios* apparaît. Cette fenêtre est semblable à la fenêtre *Enregistrer scénario(s) dans le fichier de scénarios*.



**Figure 23 – Fenêtre Charger scénario(s) du fichier de scénarios**

L'utilisateur peut sélectionner quels scénarios du fichier de scénarios il veut charger en cliquant deux fois dessus, en les faisant glisser jusque dans la zone de dépôt *Scénarios à charger* ou en les surlignant et en les déplaçant au moyen du bouton →. Le bouton >> permet de déplacer tous les scénarios de la zone de liste *Scénarios dans le fichier de scénarios* vers la zone *Scénarios à charger*.

Pour retirer un scénario, l'utilisateur surligne le scénario et clique sur le bouton ←. S'il clique sur le bouton <<, tous les scénarios figurant dans la zone *Scénarios à charger* seront retirés.

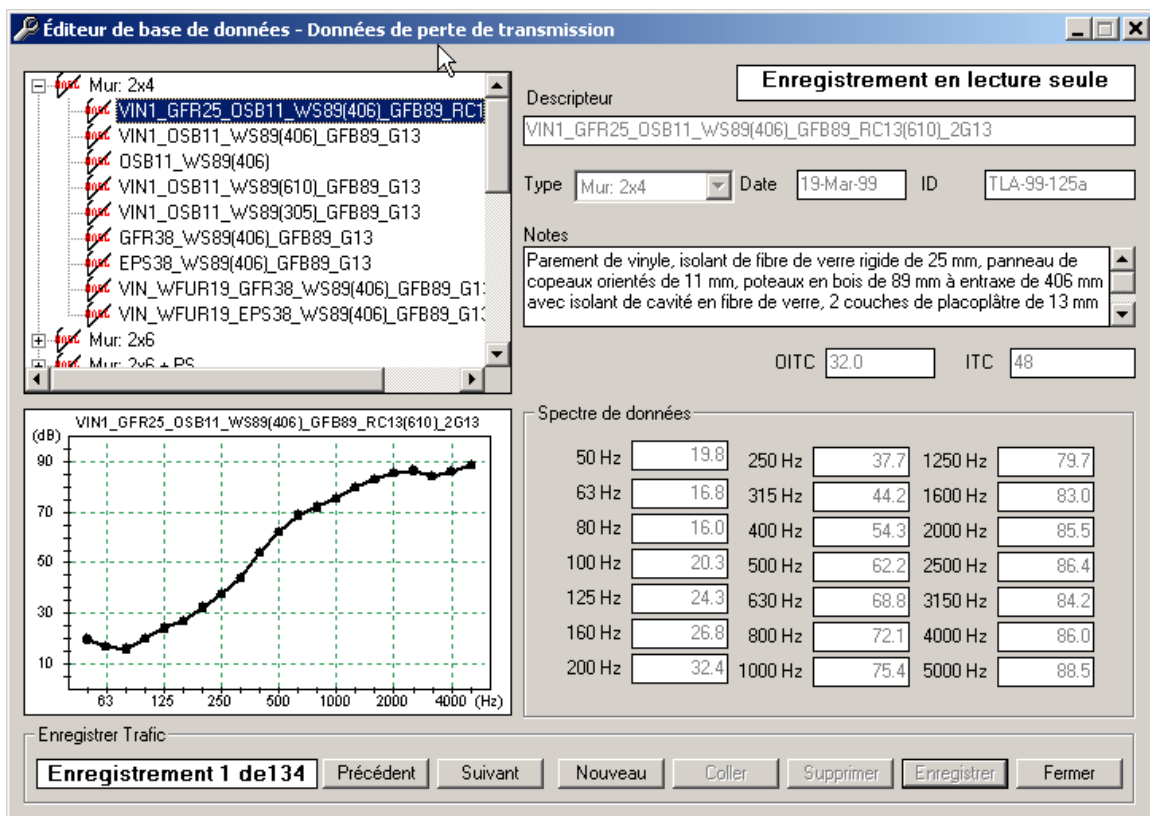
Une fois que tous les scénarios que l'utilisateur veut charger figurent dans la zone de dépôt *Scénarios à charger*, l'utilisateur clique sur le bouton *Charger scénario(s)*. L'utilisateur peut voir les noms de tous les scénarios actuellement actifs dans la zone *Scénarios actifs*. On peut également utiliser la fenêtre *Charger scénario(s) du fichier de scénarios* pour modifier le nom d'un scénario en le surlignant et en cliquant sur le bouton *Renommer*.

De plus, on peut également s'en servir pour supprimer des scénarios d'un fichier de scénarios en surlignant le scénario et en cliquant sur le bouton *Supprimer du fichier*.

### 5.19 Fenêtre Éditeur de base de données – Données de perte de transmission

IBANA-Calc contient une base de données de mesures en laboratoire de perte de transmission pour différents éléments de façade d'immeuble. La majorité des résultats d'essai sont récents; sont inclus 50 types de murs extérieurs, 50 composants toit-plafond, 40 fenêtres et vitrages et quelques portes.

Le programme permet à l'utilisateur de modifier, d'ajouter ou de supprimer de l'information dans la base de données de perte de transmission. La Figure 24 présente la fenêtre *Éditeur de base de données – Données de perte de transmission*.



**Figure 24 – Fenêtre Éditeur de base de données – Données de perte de transmission**

Cette fenêtre comprend plusieurs zones. Dans le coin supérieur gauche, on trouve une zone de liste qui présente, sous forme codifiée, tous les ensembles de construction contenus dans la base de données. On trouvera à l'annexe A une liste complète de tous les codes utilisés dans le programme. Les entrées codifiées se répartissent en plusieurs catégories. Les principales catégories se

répartissent en types d'éléments de façade : murs, composants toit-plafond, portes, fenêtres, vitrages. Les composants muraux et les composants toit-plafond se subdivisent à leur tour en catégories secondaires selon le type d'ossature. Ainsi, pour les murs on a les catégories 2x4, 2x6, 2x6 + profilés souples, poteaux en chicane et poteaux en chicane + profilés souples. Pour les composants toit-plafond, nous avons les catégories solives en bois, fermes en bois, fermes en bois à chevrons relevés et platelage en tôle.

Un graphe de perte de transmission selon la fréquence pour la gamme de fréquences allant de 50 Hz à 5000 Hz pour l'ensemble de construction surligné est affiché sous la zone de liste des codes d'ensembles de construction.

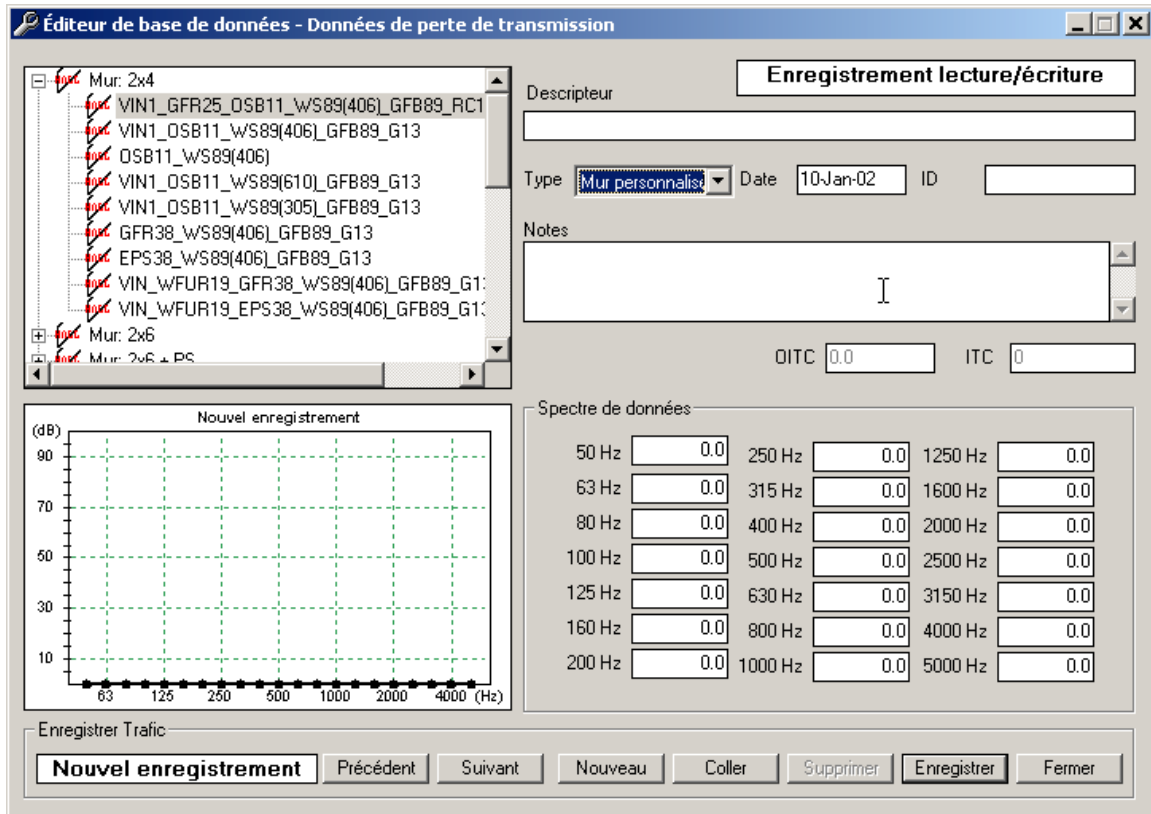
Dans le coin supérieur droit de la fenêtre, une case indique à l'utilisateur si l'enregistrement peut être modifié ou non. Dans le cas des données initiales fournies avec le programme, les enregistrements sont en LECTURE SEULE et ne peuvent être modifiés. Dans le cas des données que l'utilisateur a introduites, les enregistrements sont en LECTURE / ÉCRITURE et peuvent donc être modifiés. Cette fenêtre présente également de l'information sur les ensembles de construction, notamment une zone affichant le code de construction (descripteur), une zone indiquant le type ou la catégorie de l'ensemble de construction, la date de l'exécution de l'essai, l'ID de l'essai et une zone de notes décrivant au long les caractéristiques de l'ensemble de construction.

On trouve ensuite deux cases adjacentes indiquant les indices composites de l'ensemble de construction : l'indice OITC (Outdoor-Indoor Transmission Class [Indice de transmission extérieur intérieur]) et l'indice de transmission du son (ITS).

Sous les indices, se trouvent trois colonnes de cases affichant les données sur les mesures de perte de transmission pour chaque fréquence.

Grâce à cette fenêtre, l'utilisateur peut exécuter un certain nombre d'opérations sur les enregistrements de la base de données de perte de transmission. Tout en bas de la fenêtre, on trouve le numéro de l'enregistrement et le nombre d'enregistrements présents dans la base de données. L'utilisateur peut se servir des boutons *Précédent* et *Suivant* pour retourner à l'enregistrement précédemment affiché ou passer à l'enregistrement suivant de la base de données.

Pour créer un nouvel enregistrement, l'utilisateur doit cliquer sur le bouton *Nouveau*. La fenêtre suivante apparaît.



**Figure 25 – Fenêtre Éditeur de base de données – Données de perte de transmission, pour un nouvel enregistrement**

Pour ajouter un nouvel enregistrement, l'utilisateur a le choix entre introduire une description codifiée ou taper un titre quelconque évoquant l'ensemble de construction dans la zone *Descripteur*. Le descripteur apparaîtra dans la zone de liste des ensembles de construction codifiés.

L'utilisateur doit ensuite choisir une catégorie pour le nouvel ensemble de construction dans le menu déroulant *Type*. L'ensemble de construction apparaîtra donc sous la catégorie choisie dans la zone de liste des *Ensembles de construction*. L'utilisateur est limité à quatre catégories : mur personnalisé, fenêtre personnalisée, porte personnalisée, toit-plafond personnalisé, autre personnalisé. IBANA-Calc ne permet pas à l'utilisateur d'ajouter d'autres catégories d'ensembles de construction.

Lorsque l'on introduit de nouvelles données, la date du jour apparaît par défaut dans la case *Date*. L'utilisateur peut modifier cette date ou la laisser inchangée.

L'utilisateur peut également introduire un identificateur d'essai ou laisser la case *ID* vierge.

L'utilisateur peut également donner une description dans la zone *Notes* ou laisser cette zone vide. On peut utiliser cette zone pour ajouter des commentaires sur l'ensemble de construction.

L'utilisateur entre ensuite les données de perte de transmission du son aérien par tiers d'octave pour les gammes de fréquences allant de 50 Hz à 5000 Hz. L'utilisateur peut également coller des données à partir du presse-papiers au moyen du bouton *Coller*. Les données peuvent être copiées à partir d'une rangée ou d'une colonne de données dans une feuille de calcul de format MS Excel et collées ensuite dans la base de données de perte de transmission.

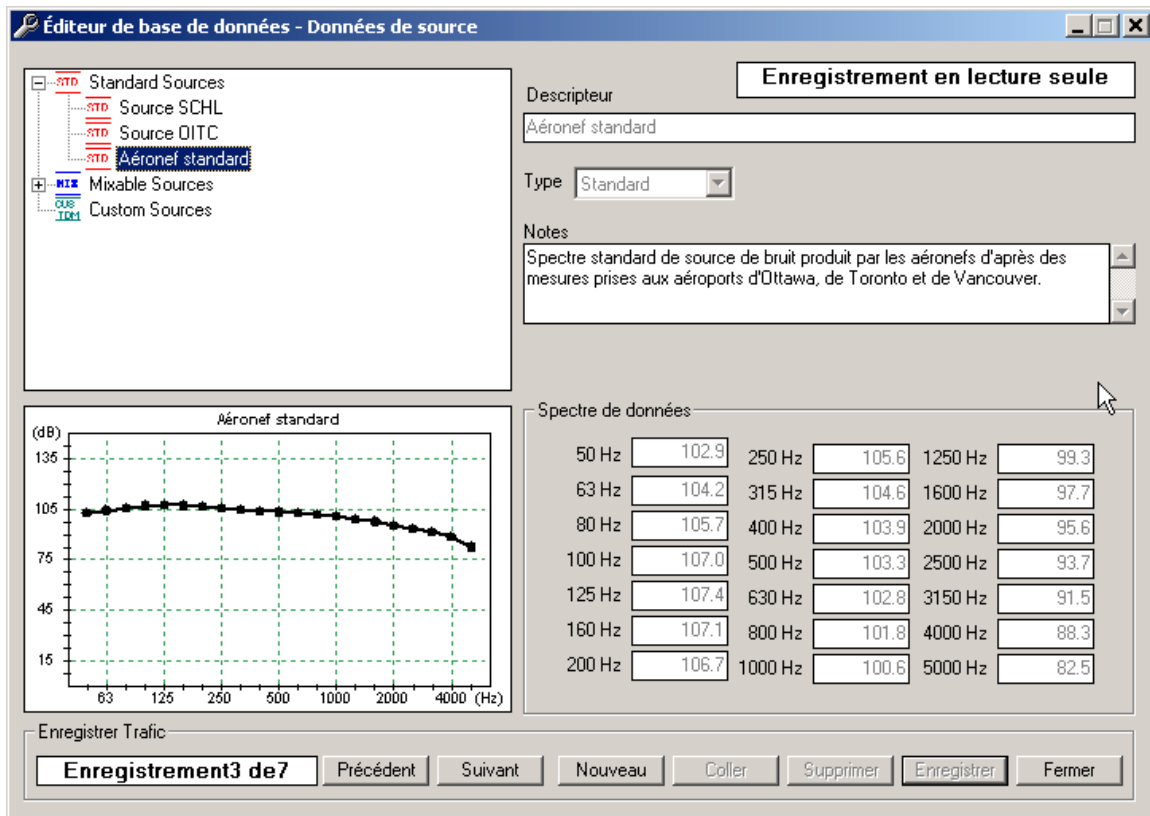
Une fois que tous ces renseignements sont introduits, l'utilisateur sauvegarde l'enregistrement dans la base de données de perte de transmission en cliquant sur le bouton *Enregistrer*.

Tous les enregistrements ajoutés à la base peuvent être supprimés en tout temps en affichant l'enregistrement à l'écran et en cliquant ensuite sur le bouton *Supprimer*.

### **5.20 Fenêtre Éditeur de base de données – Données de source**

IBANA-Calc contient actuellement des spectres de bruits produits par les aéronefs pour les avions à réaction du Chapitre 2, avions à réaction du Chapitre 3, avions à hélices et hélicoptères. Il contient également plusieurs spectres standard, tel que celui utilisé antérieurement dans le guide de la Société canadienne d'hypothèques et de logements<sup>1</sup>, le spectre standard OITC ASTM E1332<sup>2</sup> et un nouveau spectre standard d'aéronef fondé sur des mesures prises aux aéroports d'Ottawa, de Vancouver et de Toronto.

Le programme permet à l'utilisateur de modifier, d'ajouter ou de supprimer de l'information de la base de données sur les spectres de sources de bruits d'aéronefs. La fenêtre *Éditeur de base de données – Données de source* est reproduite à la Figure 26.



**Figure 26 – Fenêtre Éditeur de base de données – Données de source**

Plusieurs zones composent cette fenêtre. Dans le coin supérieur gauche se trouve une zone de liste présentant les sources offertes par la base de données. On trouve trois catégories principales : les sources standard (Standard Sources), les sources mixables (Mixables Sources) et les sources personnalisées (Custom Sources). Notons que seules les sources de la catégorie des sources personnalisées peuvent être modifiées.

Le graphe du niveau sonore selon la fréquence pour la gamme de fréquences allant de 50 Hz à 5000 Hz pour la source surlignée est affiché sous la zone de liste Sources dans la base de données.

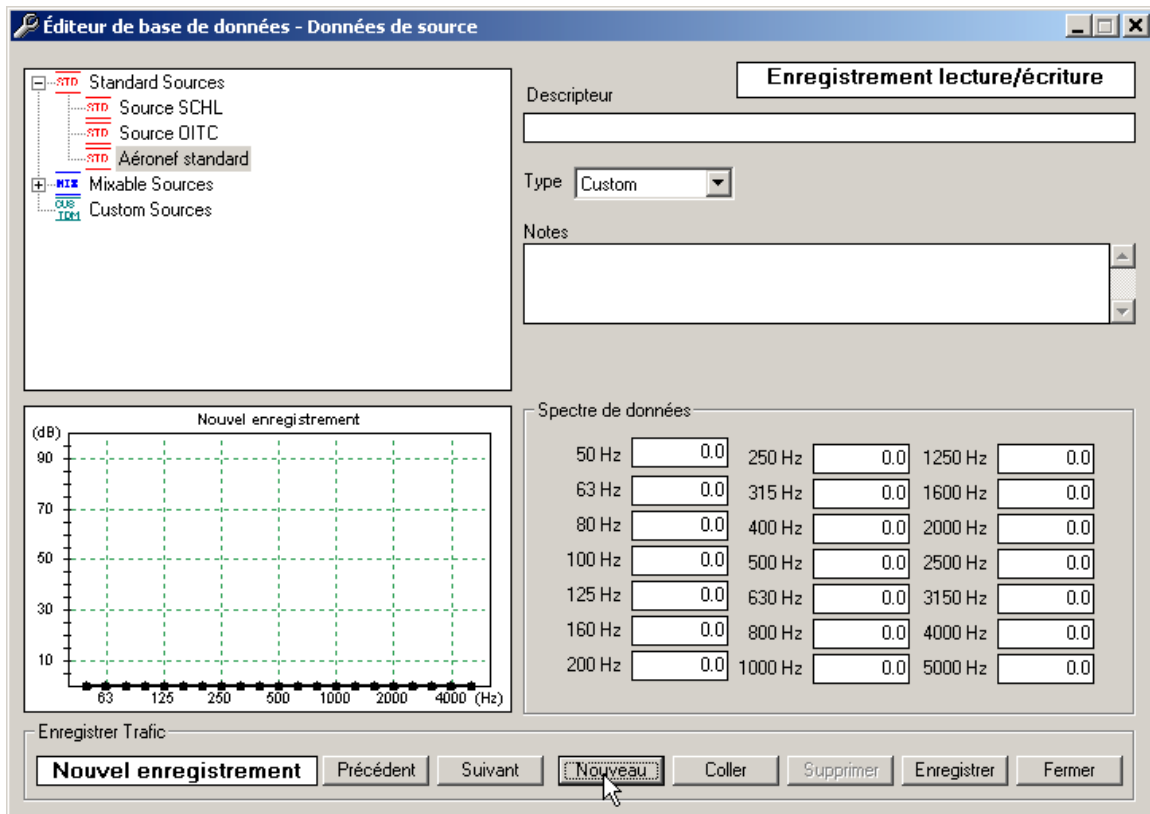
Dans le coin supérieur droit, une case indique à l'utilisateur si l'enregistrement peut être modifié ou non. Si l'enregistrement est en LECTURE SEULE, il ne peut être modifié. Toutefois, s'il s'agit de données que l'utilisateur a ajoutées, celles-ci porteront la mention ENREGISTREMENT EN LECTURE / ÉCRITURE et peuvent être modifiées. On peut ensuite visualiser de l'information sur la source, notamment une case affichant un descripteur de la source, une autre indiquant le type de source et enfin des notes décrivant la source.

Sous la case Notes, on trouve trois colonnes de cases présentant les données sur les niveaux mesurés pour chaque fréquence.

Grâce à cette fenêtre, l'utilisateur peut exécuter un certain nombre d'opérations sur les enregistrements de la base de données de perte de transmission. Tout en

bas de la fenêtre, on trouve le numéro de l'enregistrement et le nombre d'enregistrements présents dans la base de données. L'utilisateur peut se servir des boutons *Précédent* et *Suivant* pour retourner à l'enregistrement précédemment affiché ou passer à l'enregistrement suivant de la base de données.

Pour créer un nouvel enregistrement, l'utilisateur doit cliquer sur le bouton *Nouveau*. Le fenêtre suivante (Figure 27) apparaît.



**Figure 27 – Fenêtre Éditeur de base de données – Données de source pour un nouvel enregistrement**

Pour ajouter un nouvel enregistrement, l'utilisateur doit introduire une mention permettant d'identifier la source de son dans la case *Descripteur*. Ce descripteur apparaîtra dans la zone de liste sous la catégorie *Custom Sources* (sources personnalisées). L'utilisateur ne peut choisir le type de source dans lequel il veut ajouter de nouvelles données; celles-ci apparaîtront obligatoirement dans la catégorie *Custom Sources*. IBANA-Calc ne permet pas à l'utilisateur d'ajouter des données dans d'autres catégories de sources.

L'utilisateur peut également donner une description dans la case *Notes* ou laisser cette case vide. On peut utiliser cette case pour ajouter des commentaires sur l'ensemble de construction.

L'utilisateur entre ensuite les données sur le niveau sonore par tiers d'octave pour les gammes de fréquences allant de 50 Hz à 5000 Hz. L'utilisateur peut également coller des données à partir du presse-papiers au moyen du bouton *Coller*. Les données peuvent être copiées à partir d'une rangée d'une colonne de données dans une feuille de calcul de format MS Excel et coller ensuite dans la base de données de perte de transmission.

Une fois que tous ces renseignements sont introduits, l'utilisateur sauvegarde l'enregistrement dans la base de données de perte de transmission en cliquant sur le bouton *Enregistrer*.

Tous les enregistrements ajoutés à la base peuvent être supprimés en tout temps en affichant l'enregistrement à l'écran et en cliquant ensuite sur le bouton *Supprimer*.

## **6. Menu principal et éléments de menu**

On trouvera ci-dessous une description de chaque élément de menu. Pour bon nombre d'entre eux, il s'agit simplement d'une autre méthode permettant d'exécuter une opération donnée.

### **6.1 Fichier**

#### **6.1.1 Fichier → Fermer**

Cet élément de menu demande à l'utilisateur d'enregistrer tous les changements se rapportant au scénario actif. La fenêtre du scénario actif va ensuite se fermer.

#### **6.1.2 Fichier → Quitter**

Cet élément de menu demande à l'utilisateur d'enregistrer tous les changements à apporter et met ensuite fin au programme.

### **6.2 Source**

#### **6.2.1 Source → Choisir source par défaut**

Cet élément de menu amène l'utilisateur à la fenêtre *Choisir source par défaut*, où il pourra définir la source par défaut. Cette source par défaut nouvellement choisie servira pour tous les scénarios suivants jusqu'à ce que l'utilisateur en décide autrement.

#### **6.2.2 Source → Imprimer source par défaut**

Cet élément de menu permet d'imprimer une copie papier de la source de bruit par défaut utilisée dans la fenêtre de scénario actif. L'imprimé comprendra les valeurs NEF, Leq24 et Ldn, les caractéristiques du spectre de source et un graphe du niveau sonore selon la fréquence.

### **6.3 Scénario**

#### **6.3.1 Scénario → Nouveau scénario**

Cet élément de menu amène l'utilisateur à la fenêtre *Choisir source par défaut* et a pour effet d'ouvrir une nouvelle fenêtre *Scénario*.

#### **6.3.2 Scénario → Charger scénarios**

Cet élément de menu a pour effet d'ouvrir la fenêtre *Ouvrir fichier de scénarios*, de sorte que l'utilisateur peut choisir un scénario déjà enregistré afin de le charger.

#### **6.3.3 Scénario → Enregistrer scénario**

Cet élément de menu ouvre la fenêtre *Enregistrer scénarios(s) dans le fichier de scénarios*. L'utilisateur peut alors indiquer un nom de fichier de scénarios et choisir quels scénarios y seront enregistrés.

### **6.3.4 Scénario → Descripteurs de scénario**

Cet élément de menu a pour effet d'ouvrir la fenêtre *Descripteurs de scénario*. L'utilisateur peut alors introduire le Titre du projet et l'ID du projet pour le scénario, de même que le Nom du scénario.

### **6.3.5 Scénario → Changer source du scénario**

Cet élément de menu a pour effet d'ouvrir la fenêtre *Changer source*. Cette fenêtre permet à l'utilisateur de changer les caractéristiques de la source pour le scénario actif. Le nom du scénario apparaît entre crochets à côté du nom de la fenêtre.

L'utilisateur peut choisir des sources « standard » à partir de la base de données ou combiner des sources pour créer une source « mixée ». L'utilisateur doit indiquer une valeur NEF, Leq24 ou Ldn pour préciser le niveau du bruit produit par les aéronefs à l'emplacement de l'immeuble en question.

### **6.3.6 Scénario → Choisir éléments de façade**

Cet élément de menu a pour effet d'ouvrir la fenêtre *Éléments de façade*. Cette fenêtre permet à l'utilisateur de changer les éléments de façade choisis pour le scénario actif. Le nom du scénario actif apparaît entre crochets à côté du nom de la fenêtre.

Cette fenêtre permet à l'utilisateur de préciser les caractéristiques de construction des éléments qui sont exposés au bruit. Lorsque l'on ajoute des éléments de façade à un scénario, on précise les caractéristiques de construction de l'immeuble pour le scénario, ce qui constitue donc la base des calculs de perte de transmission.

### **6.3.7 Scénario → Dupliquer en tant que Nouveau**

Cet élément de menu a pour effet de faire un double du scénario actif. Il correspond au bouton *Dupliquer* de la fenêtre *Scénario*.

Toutes les caractéristiques du scénario sont reproduites (spectre de source, absorption de la pièce et éléments de façade). Le scénario dupliqué reçoit automatiquement un numéro de scénario. L'utilisateur peut modifier ce numéro en cliquant sur le bouton *Descripteurs de scénario* dans la fenêtre *Scénario* ou en cliquant sur le bouton *Renommer* lorsque le scénario dupliqué est enregistré.

### **6.3.8 Scénario → Visualiser comparaison**

Cet élément de menu a pour effet d'ouvrir la fenêtre *Choisir les scénarios à comparer*. Cet élément correspond au bouton *Comparaison* de la fenêtre *Scénario*.

L'utilisateur sélectionne les scénarios qu'il veut comparer dans la zone de liste *Scénarios actifs* en cliquant deux fois dessus, en les faisant glisser jusque dans la zone *Scénarios à comparer* ou en les surlignant et les déplaçant au moyen du bouton →. Pour enlever un scénario, l'utilisateur surligne le scénario et clique sur

le bouton ←. Une fois que les scénarios ont été sélectionnés, l'utilisateur clique sur le bouton OK pour confirmer l'opération.

### **6.3.9 Scénario → Entendre scénarios**

Cet élément de menu a pour effet d'ouvrir la fenêtre *Choisir les scénarios à entendre*.

L'utilisateur sélectionne les scénarios qu'il veut entendre dans la zone de liste *Scénarios actifs* en cliquant deux fois dessus, en les faisant glisser jusque dans la zone *Scénarios à entendre* ou en les surlignant et en les déplaçant ensuite au moyen du bouton →. S'il veut retirer un scénario, l'utilisateur le surligne et clique sur le bouton ←. Une fois que les scénarios ont été sélectionnés, l'utilisateur clique sur le bouton OK pour confirmer l'opération. La fenêtre de fonction *IBANA Audio* apparaît pour permettre la reproduction du bruit produit à l'intérieur ou à l'extérieur par le passage d'un aéronef.

### **6.3.10 Scénario → Combiner scénarios**

Cet élément de menu a pour effet d'ouvrir la fenêtre *Choisir scénarios à combiner*. Il correspond au bouton *Combinaison* de la fenêtre *Scénario*.

L'utilisateur sélectionne les scénarios qu'il veut combiner dans la zone de liste *Scénarios actifs* en cliquant deux fois dessus, en les faisant glisser jusque dans la zone *Scénarios à combiner* ou en les surlignant et en les déplaçant au moyen du bouton →. S'il veut retirer un scénario, l'utilisateur surligne le scénario et clique sur le bouton ←. Une fois que les scénarios ont été sélectionnés, l'utilisateur clique sur le bouton OK afin de confirmer l'opération.

## **6.4 Rapports**

### **6.4.1 Rapports → Imprimer source du scénario**

Cet élément de menu permet d'imprimer une copie papier de renseignements sur la source pour le scénario actif. Le rapport contient des renseignements sur le spectre de source choisi par l'utilisateur, y compris les valeurs NEF, Leq24 et Ldn, les caractéristiques du type de source et un graphe du niveau sonore selon la fréquence pour la gamme de fréquences allant de 50 Hz à 5000 Hz et un tableau des valeurs tracées.

### **6.4.2 Rapports → Imprimer scénario**

Cet élément de menu permet d'imprimer une copie papier des résultats pour le scénario choisi. Cet élément correspond exactement au bouton *Imprimer* de la fenêtre *Scénario*. Le rapport imprimé comprend trois pages. Sur la première, on trouve les renseignements sur le scénario (spectre de source choisi par l'utilisateur, caractéristiques de la pièce et caractéristiques des éléments de façade choisis). Aux pages 2 et 3, on peut visualiser les quatre graphes, de même que les indices composites, se rapportant au scénario. Les quatre graphes présentés sont Niveau sonore intérieur vs fréquence, Niveau intérieur pondéré A vs fréquence, Perte de transmission vs fréquence et Niveau sonore

de la source vs fréquence (calibré selon les valeurs NEF, Leq24 et Ldn). Tous les graphes illustrent les valeurs pour la gamme de fréquences allant de 50 Hz à 5000 Hz. Chaque graphe est accompagné d'un tableau des données utilisées pour le produire.

#### **6.4.3 Rapports →Écrire scénario dans fichier**

Cet élément de menu a pour effet d'écrire tous les renseignements d'un scénario dans un fichier. L'élément correspond au bouton *Imprimer dans fichier* de la fenêtre *Scénario*.

Lorsque l'on clique sur le bouton *Imprimer dans fichier*, la fenêtre *Imprimer scénario dans un fichier* apparaît. L'utilisateur peut indiquer dans cette fenêtre un nom de fichier dans lequel il veut que le rapport soit enregistré. Tous les renseignements du rapport sur papier seront alors sauvegardés dans un fichier de texte portant l'extension .txt. La seule différence entre le rapport imprimé et le fichier texte est que, dans ce dernier, les graphes sont sauvegardés sous forme de tableaux de données et non pas sous forme graphique.

#### **6.4.4 Rapports →Imprimer comparaison de tous les scénarios**

Cet élément de menu permet d'imprimer une copie papier des graphes pour tous les scénarios actifs. Cet élément de menu correspond au bouton *Comparaison* de la fenêtre *Scénario*.

Les graphes imprimés seront : Niveau sonore intérieur vs fréquence et Niveau sonore intérieur pondéré A vs fréquence, Perte de transmission vs fréquence et Niveau sonore de la source vs fréquence (calibré selon les valeurs NEF, Leq24 et Ldn). Tous les graphes présentent les valeurs pour la gamme de fréquences allant de 50 Hz à 5000 Hz.

#### **6.4.5 Rapports →Imprimer combinaison de tous les scénarios**

Cet élément de menu a pour effet d'imprimer une copie papier des graphes illustrant chaque scénario actif et, en gras, du tracé de la combinaison de tous les scénarios actifs. Cet élément de menu correspond au bouton *Combinaison* de la fenêtre *Scénario*.

Les graphes imprimés sont : Niveau sonore intérieur vs fréquence et Niveau sonore intérieur pondéré A vs fréquence. Un niveau sonore intérieur pondéré A total est également calculé et imprimé au haut de la page. Tous les graphes présentent les valeurs pour la gamme de fréquences allant de 50 Hz à 5000 Hz.

### **6.5 Base de données**

#### **6.5.1 Base de données →Modifier données de PT**

IBANA-Calc contient une base de données de mesures en laboratoire de perte de transmission pour différents éléments de façade d'immeuble. La majorité des résultats d'essai sont récents; sont inclus 50 types de murs extérieurs, 50 composants toit-plafond, 40 fenêtres et vitrages et quelques portes.

Cet élément de menu a pour effet d'ouvrir la fenêtre *Éditeur de base de données – Données de perte de transmission*. Cette fenêtre permet à l'utilisateur de modifier, d'ajouter ou de supprimer de l'information dans la base de données de perte de transmission.

#### **6.5.2 Base de données → Modifier données de source**

IBANA-Calc contient actuellement des spectres de bruits produits par les aéronefs pour les avions à réaction du Chapitre 2, avions à réaction du Chapitre 3, avions à hélices et hélicoptères. Il contient également plusieurs spectres standard, tel que celui utilisé au bas dans le guide de la Société canadienne d'hypothèques et de logements<sup>1</sup>, le spectre standard OITC ASTM E1332<sup>2</sup> et un nouveau spectre standard d'aéronefs fondé sur des mesures prises aux aéroports d'Ottawa, de Vancouver et de Toronto.

Cet élément de menu a pour effet d'ouvrir la fenêtre *Éditeur de base de données – Données de source*. Cette fenêtre permet à l'utilisateur de modifier, d'ajouter ou de supprimer de l'information dans la base de données sur les spectres de bruits d'aéronefs.

#### **6.5.3 Base de données → Importer des données en format Excel**

Cet élément de menu permet à l'utilisateur d'importer des données à partir d'un fichier MS Excel. Le fichier doit être exactement du même format que le fichier IBANA-Calc\_database.xls fourni avec le logiciel.

#### **6.5.4 Base de données → Exporter des données en format .CSV**

Cet élément de menu permet à l'utilisateur d'exporter des données dans un fichier de variables séparées par des virgules, portant l'extension .csv. Le fichier exporté contiendra tous les renseignements contenus dans les bases de données IBANA-Calc (base de données de perte de transmission et base de données de spectres de bruits d'aéronefs).

#### **6.5.5 Base de données → Exporter des données en format Excel**

Cet élément de menu permet à l'utilisateur d'exporter des données dans un fichier en format MS Excel (.xls). Le fichier exporté contiendra tous les renseignements contenus dans les bases de données IBANA-Calc (base de données de perte de transmission et base de données de spectres de bruits d'aéronefs).

### **6.6 Fenêtre**

#### **6.6.1 Fenêtre → Cascade**

Cet élément de menu permet de configurer les fenêtres ouvertes en format Cascade.

### **6.6.2 Fenêtre → Mosaïque**

Cet élément de menu permet de configurer toutes les fenêtres ouvertes en format Mosaïque

### **6.6.3 Fenêtre → Options → Unités par défaut du nouveau scénario**

Cet élément de menu permet à l'utilisateur de définir les unités (métriques ou impériales) qui seront utilisées pour chaque scénario nouvellement créé.

### **6.6.4 Fenêtre → (noms des fenêtres ouvertes)**

Cet élément de menu permet à l'utilisateur de commuter facilement entre les fenêtres ouvertes.

## **6.7 Aide**

### **6.7.1 Aide → Démarrage rapide**

Cet élément de menu a pour effet d'ouvrir l'Assistant de démarrage rapide.

### **6.7.2 Aide → Montrer Aide**

Cet élément de menu a pour effet d'ouvrir le manuel d'Aide électronique.

### **6.7.3 Aide → À propos de**

Cet élément de menu a pour effet d'ouvrir l'écran initial donnant la version du logiciel IBANA-Calc, le nom de ses concepteurs, de même que le nom des organisations qui ont contribué à sa création.

## 7. Calculs d'isolation acoustique

Les calculs d'isolation acoustique sont fondés sur les caractéristiques du bruit produit par les avions, les cotes d'insonorisation et la surface des divers éléments de façade. Par souci de précision et de rigueur, les calculs sont répétés pour une vaste gamme de fréquences et ils tiennent compte des différences entre les conditions en laboratoire et les conditions naturelles.

### 7.1 Relations entre les indices NEF, Leq24 et Ldn

On suppose que les valeurs NEF correspondent aux valeurs calculées par le programme NEF\_1.7 de Transports Canada pour prédire les courbes de prévisions d'ambiance sonore (NEF) autour des aéroports. L'indice NEF se rapporte aux valeurs mesurées de l'indice Leq24 de la manière suivante<sup>8</sup> :

$$\text{Leq24} = \text{NEF} + 32 \quad (1)$$

La conversion entre les valeurs Leq24 et Ldn est fondée sur la formule approximative suivante :

$$\text{Leq24} = \text{Ldn} - 1 \quad (2)$$

### 7.2 Calcul des niveaux sonores intérieurs

En ce qui concerne la propagation des sons provenant des avions, on peut généralement supposer que le son extérieur incident est, en gros, composé d'ondes planes se déplaçant selon un angle d'incidence donné. La méthode ASTM E966<sup>5</sup> et la norme ISO 140 partie V<sup>6</sup> expose la marche à suivre normalisée pour ce type de mesure. Cette marche à suivre se fonde sur l'équation suivante qui définit le lien entre la perte de transmission (PT) et la surface de la cloison  $S$  en  $\text{m}^2$ , l'absorption totale de la pièce de réception  $A$  en  $\text{m}^2$  et l'angle d'incidence  $\theta$ .

$$PT = L_1 - L_2 + 10 \log(4S \cos(\theta) / A), \text{ dB} \quad (3)$$

Où  $L_1$  est le niveau du son extérieur incident et  $L_2$  est le niveau moyen intérieur reçu dans la pièce. On suppose alors que le microphone extérieur est en champ libre loin des surfaces réfléchissantes, conformément aux prévisions du programme NEF\_1.7 de Transports Canada et de la plupart des autres programmes d'estimation de la courbe de bruit autour des aéroports. Pour les mesures de perte de transmission à l'intérieur entre deux pièces, le son se déplace, plus ou moins, dans toutes les directions, de sorte que si l'on fait la moyenne pour tous les  $\cos(\theta)$ , l'équation se réduit à :

$$PT = L_1 - L_2 + 10 \log(S / A), \text{ dB} \quad (4)$$

Pour faire l'intégration des niveaux sonores incidents se rapportant aux survols complets des avions, on fait également la moyenne d'une variété d'angles d'incidence. Bien que l'on ait parfois suggéré d'adopter des équations intermédiaires entre (3) et (4), les comparaisons effectuées dans le cadre de ce

projet suggèrent que l'équation (4) s'avère supérieure, de sorte qu'elle est utilisée dans les calculs du logiciel IBANA-Calc.

$L_1$  doit être mesuré ou prédit en champ libre loin de toute surface réfléchissante, tandis que  $L_2$  doit représenter les niveaux sonores intérieurs moyens dans la pièce. Les normes de mesure ASTM et ISO<sup>4,6</sup> suggèrent qu'il est également acceptable de mesurer le son incident au moyen d'un microphone monté sur la façade extérieure de l'immeuble, en supposant qu'il en résulte une augmentation de 6 dB des niveaux sonores extérieurs mesurés pour toutes les fréquences. Toutefois, les mesures effectuées dans le cadre du présent projet indiquent que cette hypothèse manque de précision par rapport à la réalité<sup>7</sup>, de sorte que l'utilisation d'un microphone monté sur la façade n'est pas recommandée pour mesurer le bruit incident produit par les aéronefs.

### **7.3 Sommaton de la perte de transmission réalisée par les éléments**

La perte de transmission (PT) mesurée en décibels se rapporte au coefficient de transmission linéaire ( $\tau$ ) de la manière suivante :

$$PT = -10 \log(\tau), \text{ dB} \quad (5)$$

Inversement, on peut convertir les valeurs de perte de transmission en coefficient de transmission linéaire de la manière suivante :

$$\tau = 10^{-PT/10} \quad (6)$$

S'il y a plusieurs composants, le coefficient de transmission totale sera :

$$\tau = \frac{\sum_j \tau_j S_j}{\sum_j S_j} \quad (7)$$

où  $\tau_j$  et  $S_j$  sont respectivement le coefficient de transmission et la surface ( $\text{m}^2$ ) du composant jth. On pourra alors calculer la perte de transmission (PT) totale au moyen de l'équation (5) ci-dessus.

### **7.4 Corrections – Angle vertical**

Les normes de mesure<sup>5,6</sup> suggèrent que la perte de transmission acoustique mesurée variera selon le cosinus de l'angle d'incidence. Cette proposition a été approximativement confirmée dans le cadre du projet IBANA.

On a donc inclus dans le logiciel IBANA-Calc une correction facultative de l'angle vertical du passage de l'aéronef. Cette correction est normalisée à un angle vertical de 60 degrés parce que l'on s'attend qu'à cet angle, les résultats réels approcheront au maximum les résultats en laboratoire. On calculera la réduction du bruit corrigé (RB') à partir de la réduction du bruit non corrigée (RB) au moyen de la formule suivante :

$$RB' = RB + 10 \log\{ \text{COS}(\theta) / \text{COS}(60) \} \quad (8)$$

où  $\theta$  correspond à l'angle vertical en degrés de l'aéronef au-dessus de l'horizontale.

On n'apporte ces corrections que pour les fréquences inférieures à 1000 Hz parce que les résultats de nos mesures indiquent que cet effet ne se produit pas pour les fréquences supérieures.

### **7.5 Corrections – Angle de vue horizontal**

On note des différences quant à l'énergie acoustique incidente produite par le passage d'un aéronef selon l'orientation de la façade relativement à la ligne de vol de l'appareil. La correction facultative offerte par le logiciel IBANA-Calc se contente simplement de mettre en rapport l'énergie acoustique incidente avec la portion du survol de l'aéronef visible de la façade, moyennant une légère correction empirique pour tenir compte de la diffraction. Ainsi, l'énergie acoustique incidente sera réduite lorsque le passage de l'aéronef n'est pas complètement visible de la façade. Cette correction est fondée sur des mesures effectuées aux aéroports de Vancouver et d'Ottawa<sup>7</sup>.

On calcule le niveau réel (corrigé) de la source de la manière suivante :

$$Ls''(f) = Ls(f) + 10 \log\{(\phi / 180) D(f)\} \text{ dB}, \quad (9)$$

où  $\phi$  correspond à l'angle horizontal du survol et  $0 \leq \phi \leq 180$ .

La correction varie légèrement selon la fréquence parce qu'une partie de l'énergie est diffractée autour de l'arête verticale de l'immeuble. Le terme  $D(f)$  rend compte de cette variation qui correspond à une élévation de l'angle de vue réel pour les fréquences inférieures.  $D(f)$  accroît l'angle de vue réel de 0,1 dB par tiers d'octave relativement à la bande de fréquence la plus élevée.

Dans le cas d'un mur qui serait perpendiculaire à la ligne de vol, l'angle de vue horizontal est de 90 degrés et la correction de base est de -3 dB. Ainsi, le  $Ls''(f)$  réel est de 3 dB inférieur à ce qu'il serait pour un angle de vue complet de 180 degrés. Toutefois, le facteur  $D(f)$  diminue l'ampleur de cette correction pour les basses fréquences. Ainsi, dans cet exemple, la correction pour 5000 Hz serait de -3,0 dB, alors que pour la bande suivante (4000 Hz), elle serait de -2,9 dB, etc. À 50 Hz, la correction de l'angle de vue n'est plus que de -1 dB dans le cas de notre exemple d'angle de vue de 90 degrés. On limite  $D(f)$ , afin que l'angle de vue réel,  $\phi \times D(f)$ , ne dépasse pas 180 degrés.

### **7.6 Corrections – Réflexion par le sol**

Aux fréquences inférieures, le son réfléchi par le sol interfère destructivement avec le son incident direct pour les positions de réception relativement près du sol. Dans le cas des façades d'immeubles des pièces au rez-de-chaussée, cet effet réduit considérablement l'énergie acoustique incidente pour les bandes de fréquence inférieures. On a donc offert une correction facultative qui permet d'estimer le niveau sonore réduit en fonction de la fréquence. L'équation qui rend compte le mieux de cette variation selon la fréquence pour cette atténuation des graves  $B$  est :

$$B(f) = 15 \log\{ K/[(f/f_0)^2 + (f_0/f)^2] \}, \text{ dB} \quad (10)$$

Dans le logiciel IBANA-Calc,  $K = 6,5$ .

La valeur de  $f_0$  est fonction de la hauteur du point milieu de la façade au-dessus du niveau du sol. On suppose qu'une distance de 1,2 m entre le niveau du sol et le plancher d'une pièce au rez-de-chaussée est représentative du son incident sur la façade concernée. Lorsque l'on calcule  $f_0$ , on doit établir la différence entre la trajectoire acoustique directe et les trajectoires réfléchies par le sol.

Si l'on pose que la hauteur de l'aéronef au-dessus du sol correspond à  $H$  et que la hauteur de la pièce de réception au-dessus du sol correspond à  $h$  et que  $d$  est la distance horizontale par rapport à la ligne de vol, on peut calculer la longueur des deux trajectoires.

Pour la trajectoire directe entre l'aéronef et la façade, la formule est :

$$r_1 = \sqrt{\{(H - h)^2 + d^2\}} \quad (11)$$

Pour la trajectoire réfléchie vers la façade, la formule est :

$$r_2 = \sqrt{\{(H + h)^2 + d^2\}} \quad (12)$$

L'interférence minimale lorsque la différence entre les trajectoires correspond à la moitié d'une longueur d'onde ou  $\lambda/2$ .

Par conséquent,

$$f_0 = c/\{2(r_2 - r_1)\} \quad (13)$$

Il faut apporter une dernière correction pour tenir compte du fait que l'interférence minimale est attribuable à la combinaison de deux inclinaisons d'interférence aux positions proches de la ligne de vol, mais à une seule interférence minimale aux distances plus grandes. La proposition suivante permet de calculer les effets de l'interférence :

Pour les distances jusqu'à la ligne de vol  $d$  entre 200 et 960 m, multiplier la distance jusqu'à la ligne de vol  $d$  par  $\sqrt{(920/d)}$

Pour les distances inférieures à 200 m, ne pas calculer cette correction, tandis que pour les distances de 960 m ou plus, la correction est de 1.

## 8. Exemples

### 8.1 Exemple 1 – Mur avec fenêtre et ouverture

Pour cet exemple, on a choisi le spectre de bruit Standard Aircraft et un niveau sonore extérieur correspondant à NEF 30.

La pièce est une salle de séjour dont la surface de plancher est de 12 m<sup>2</sup>. (Le programme calcule que l'absorption sonore de la pièce est égale à 100 % de la surface de plancher.)

On a calculé le niveau sonore intérieur pour deux situations : un mur avec une fenêtre fermée et le même mur et la même fenêtre, mais celle-ci étant légèrement ouverte. Les éléments de façade sélectionnés sont énumérés dans le tableau ci-dessous.

Élément de façade	Aire de l'élément	Aire incluant les sous-éléments
G13_WS140(406)_GFB152_OSB11_AIR16_BRI89	6,0 m <sup>2</sup>	8,0 m <sup>2</sup>
Fenêtre coulissante double en vinyle	1,99 m <sup>2</sup>	2,0 m <sup>2</sup>
Ouverture	0,01 m <sup>2</sup>	0,01 m <sup>2</sup>

Le mur comporte une ossature en poteaux de bois de 140 mm à entraxe de 406 mm [WS140(406)]. La surface intérieure du mur comporte une couche de placoplâtre de 13 mm [G13], un matelas de fibre de verre d'une épaisseur de 152 mm dans la cavité entre les poteaux [GFB152] et un panneau de copeaux orientés de 11 mm servant de revêtement extérieur [OSB11]. Enfin, un vide d'air de 16 mm (AIR16) existe entre le revêtement de copeaux orientés et un parement de briques de 89 mm [BRI89].

Nous incluons les résultats obtenus sous forme d'un rapport de scénario sur papier. La première page énumère les caractéristiques des données introduites. La deuxième page présente les niveaux sonores intérieurs sous forme de graphes et de tableaux avec et sans pondération A (la pondération A constituant une meilleure estimation de la perception des bruits). La troisième page présente des graphes et des tableaux de la perte de transmission totale pour l'ensemble de constructions combinées, de même que pour un bruit extérieur d'aéronef.

Le niveau sonore extérieur Leq24 est de 62 dBA tandis que le niveau sonore intérieur Leq24 est de 34 dBA avec une réduction du niveau pondéré A de 28 dB.

## Isolation acoustique du bruit des aéronefs - Résultats des scénarios

Projet : Projet #A

Date: 10-Jan-02 ID projet : Example #3

Niveau extérieur : NEF 30 ou Leq24 62 or Ldn 63 dBA

### Détails sur le spectre de source :

100% Aéronef standard

### Corrections :

### Pièce réceptrice :

Surface de plancher : 12 m<sup>2</sup>

Absorption : 100% de la surface de plancher

### Description de l'immeuble :

Élément1: G13\_WS140(406)\_GFB152\_OSB11\_AIR16\_BRI89

Type d'immeuble : Mur: 2x6

Surface : 8.00 m<sup>2</sup>

ID d'essai : TLA-99-098a

Date de l'essai : 03-Mar-99

1 couche de placoplâtre de 13 mm, poteaux en bois de 140 mm à entraxe de 406 mm avec isolant de cavité en fibre de verre, panneau de copeaux orientés de 11 mm, vide d'air de 16 mm, brique de 89 mm.

Élément2: GL3\_AIR13\_GL3

Type d'immeuble : Fenêtre

Surface : 1.90 m<sup>2</sup>

ID d'essai : TLA-99-157a

Date de l'essai : 16-Apr-99

Fenêtre coulissante double en vinyle (joints d'étanchéité non rubanés).

Élément3: Ouverture

Type d'immeuble : Fenêtre

Surface : 0.10 m<sup>2</sup>

ID d'essai :

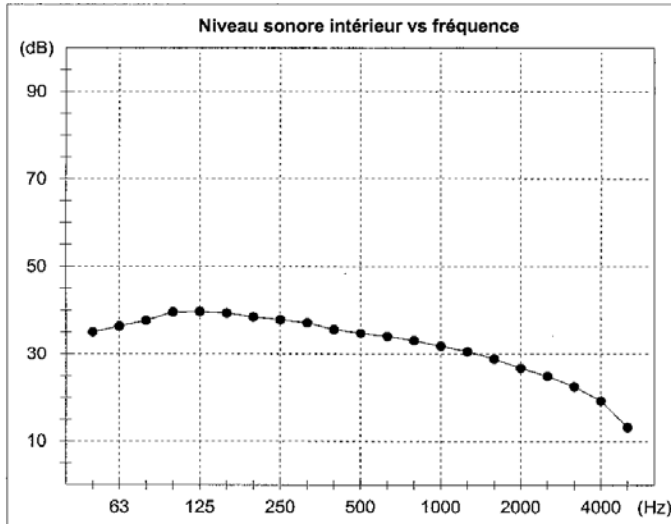
Date de l'essai : 12:00:00 AM

Ouverture

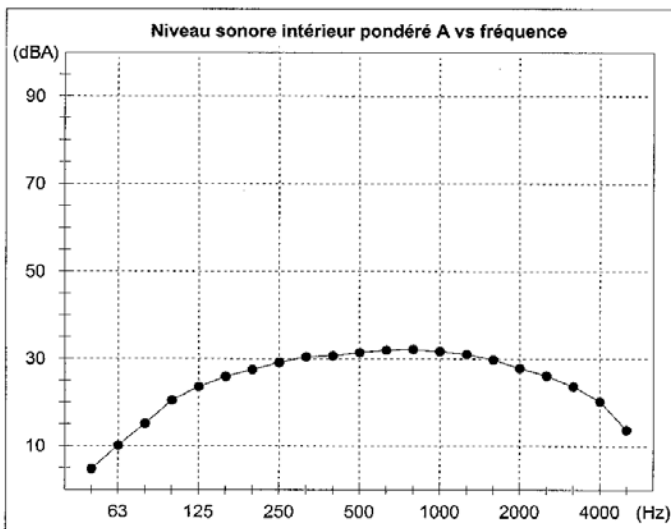
## Isolation acoustique du bruit des aéronefs - Résultats des scénarios

Projet : Projet #A

Date: 10-Jan-02 | ID projet : Example #3



Fréquence (Hz)	Sound Level (dB)
50	35.0
63	36.3
80	37.6
100	39.6
125	39.7
160	39.3
200	38.4
250	37.8
315	37.1
400	35.5
500	34.7
630	34.0
800	33.0
1000	31.8
1250	30.5
1600	28.9
2000	26.7
2500	24.9
3150	22.5
4000	19.3
5000	13.2

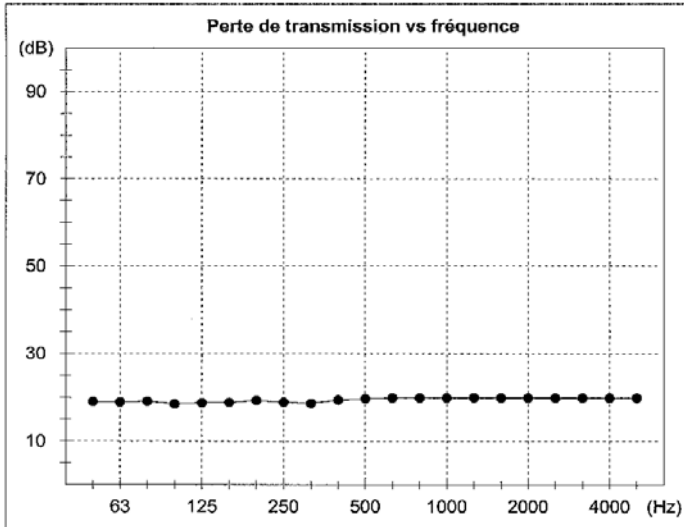


Fréquence (Hz)	Sound Level (dBA)
50	4.8
63	10.1
80	15.1
100	20.5
125	23.6
160	25.9
200	27.5
250	29.2
315	30.5
400	30.7
500	31.5
630	32.1
800	32.2
1000	31.8
1250	31.1
1600	29.9
2000	27.9
2500	26.2
3150	23.7
4000	20.3
5000	13.7

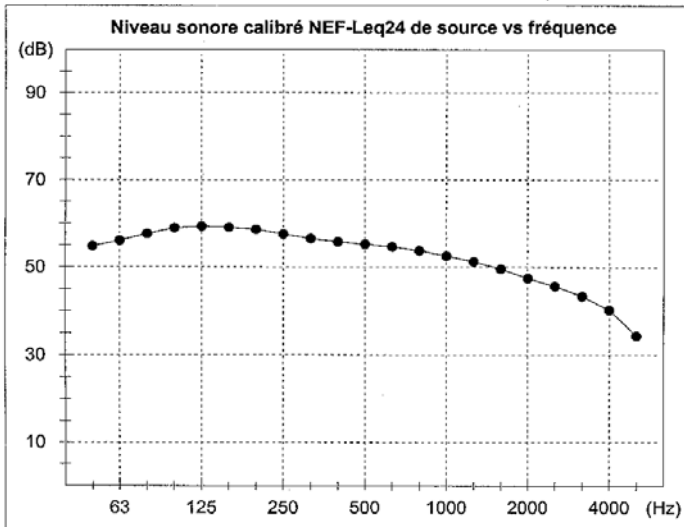
## Isolation acoustique du bruit des aéronefs - Résultats des scénarios

Projet : Projet #A

Date: 10-Jan-02 ID projet : Example #3



Fréquence (Hz)	TL (dB)
50	19
63	19
80	19
100	19
125	19
160	19
200	19
250	19
315	19
400	19
500	20
630	20
800	20
1000	20
1250	20
1600	20
2000	20
2500	20
3150	20
4000	20
5000	20



Fréquence (Hz)	Sound Level (dB)
50	54.8
63	56.0
80	57.5
100	58.9
125	59.3
160	59.0
200	58.5
250	57.5
315	56.5
400	55.8
500	55.2
630	54.6
800	53.7
1000	52.5
1250	51.2
1600	49.6
2000	47.4
2500	45.6
3150	43.3
4000	40.2
5000	34.3

**Indices uniques :**

Niveau sonore extérieur : 62 dBA  
 Niveau sonore intérieur : 42 dBA  
 Réduction du niveau pondéré A : 20 dB  
 Réduction du niveau pondéré A pour source standard : 20 dB  
 Indice OITC : 20 dB

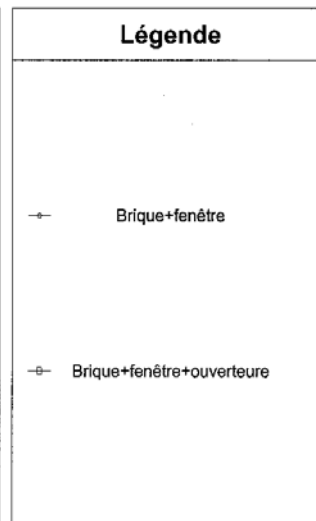
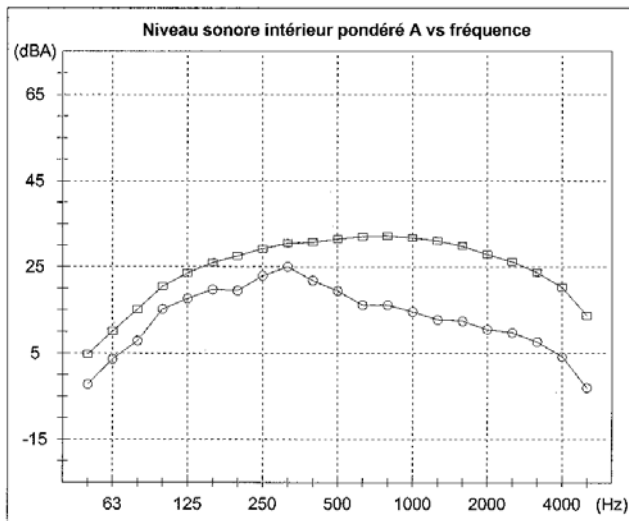
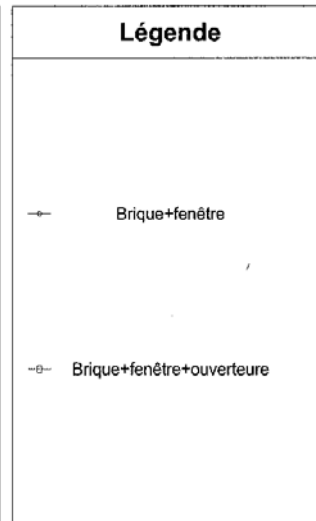
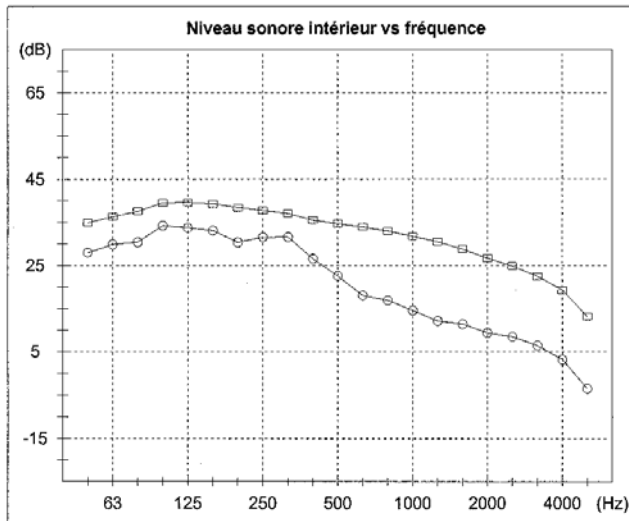
### Exemple de rapport de comparaison de graphe

Un rapport de comparaison de graphe a été produit illustrant la comparaison de deux variations du scénario donné à la section 8.1 plus haut. Le scénario antérieur était pour un mur avec poteaux de bois et parement extérieur de brique avec une fenêtre légèrement ouverte. On a fait un double de ce scénario et on l'a modifié pour exclure l'ouverture de la fenêtre. Les deux scénarios sont comparés dans le rapport de comparaison de scénarios qui suit.

On trouve, à la première page du rapport, des graphes illustrant les niveaux sonores intérieurs pour les deux scénarios avec et sans pondération A. La deuxième page du rapport présente des graphes comparant la perte de transmission dans les deux scénarios et le spectres de sons extérieurs. Dans ce cas, les deux scénarios ont la même source sonore extérieure, de sorte que l'on voit un seul spectre de source sonore extérieure.

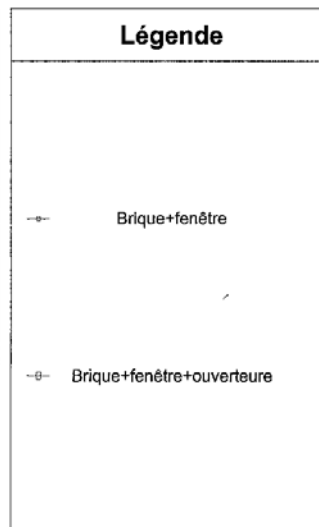
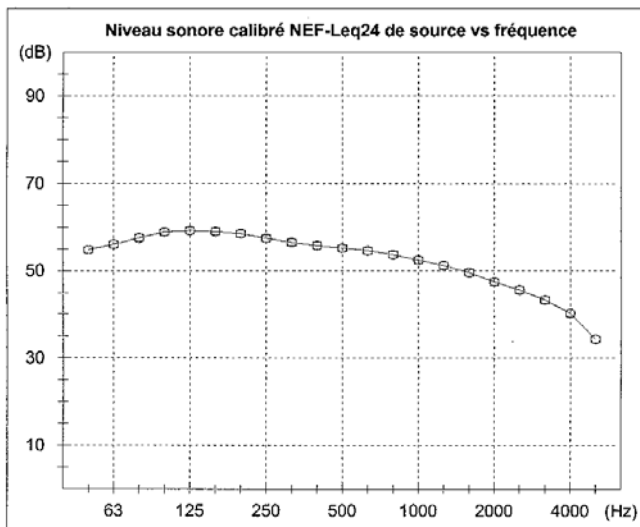
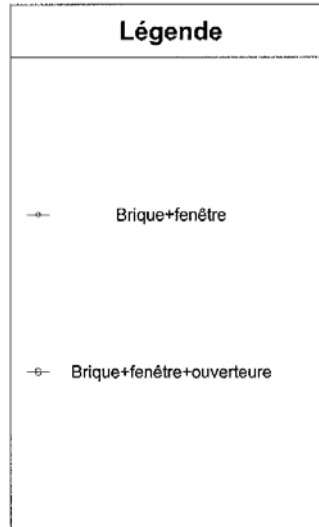
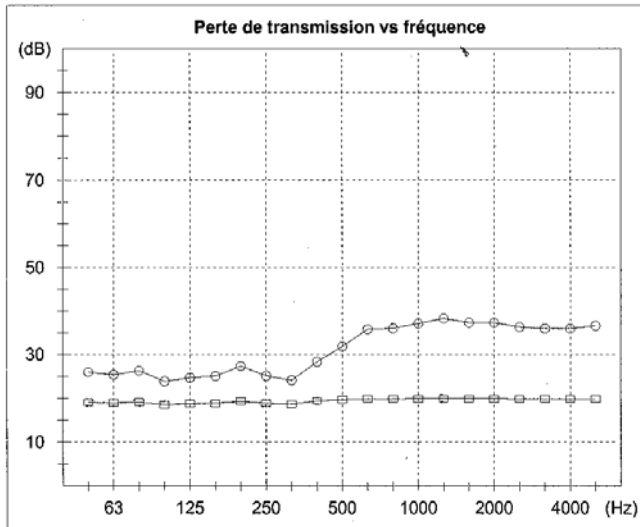
## Isolation acoustique du bruit des avions - Comparaison des scénarios

Date: 10-Jan-02



# Isolation acoustique du bruit des avions - Comparaison des scénarios

Date: 10-Jan-02



## **Annexe A – Codes de construction**

CODE	DESCRIPTION
AIR	vide d'air
ALM	parement d'aluminium
BPAP	papier de construction
BRI	brique
CFL	isolant de cellulose sèche soufflée
CTILE	carrelage de plafond
EIF	composant d'isolation et de finition extérieure (stucco acrylique)
EPS	polystyrène expansé
G13	placoplâtre ordinaire de 13mm (1/2 po)
GFB	matelas isolant en fibre de verre
GFR	isolant en fibre de verre rigide
GMEM	membrane granulaire
OSB	panneau de copeaux orientés
PAP	papier kraft
PEB	gravier à toiture
POLYISO	isolant en polyisocyanurate
PSMEM	membrane autocollante
RC	profilés souples
RFB	matelas isolant en fibre de roche
RHWT	fermes en bois à chevrons relevés
SJ	solives d'acier
SHN	bardeaux d'asphalte
STE	toit en tôle ondulée
STUC	stucco à base de ciment
SWS(xxx)	poteaux en bois en chicane à entraxe de xxx mm
VIN	parement de vinyle
WFB	panneau en fibre de bois
WFUR(xxx)	tasseaux en bois à entraxe de xxx mm
WJ	solives de bois
WS(xxx)	poteaux de bois à entraxe de xxx mm
WT	fermes de bois

## Notes

- <sup>1</sup> Anon, *Nouveaux secteurs résidentiels à proximité des aéroports*, Société canadienne d'hypothèques et de logement(1981).
- <sup>2</sup> ASTM E1332 *Standard Classification for Determination of Outdoor-Indoor Transmission Class*, American Society for Testing and Materials (ASTM), Philadelphie.
- <sup>3</sup> ANSI S1.26 1995 *American National Standard Method for the Calculation of the Absorption of Sound by the Atmosphere*.
- <sup>4</sup> ISO 9613-1 *Acoustique — Atténuation du son lors de sa propagation à l'air libre — Partie 1 : Calcul de l'absorption atmosphérique*, Organisation internationale de normalisation (ISO).
- <sup>5</sup> ASTM E966, *Standard Guide for Field Measurement of Airborne Sound Insulation of Building Facades and Facade Elements*, American Society for Testing and Materials (ASTM), Philadelphie.
- <sup>6</sup> ISO 140/5, *Acoustique — Mesurage de l'isolation acoustique des immeubles et des éléments de construction — Partie 5 : Mesurages in situ de la transmission des bruits aériens par les éléments de façade et les façades*, Organisation internationale de normalisation (ISO).
- <sup>7</sup> Bradley, J.S., and Lay K.. IRC Internal Report 831, *Measurements of the Sound Insulation of a Wood Frame House Exposed to Aircraft Noise*, novembre 2001.
- <sup>8</sup> Bradley, J.S., *NEF Validation Study: (1) Issues Related to the Calculation of Airport Noise Contours*, IRC Contract Report A-1505.3, 1996.